

ELV[®] journal



Beleuchtung

SMD-LED-Leuchte



Nur 0,2 W statt 20 W

Ideal für den Einbau in Möbel

Vier weiße SMD-LEDs sind der Low-Power-Ersatz für eine G4-Halogenlampe. Ideal für akzentuierte Beleuchtung wie z. B. in Möbeln

Messtechnik

Touch Wheel



Poti ohne Schleifer

- Verschleißfrei
- Vandalismus-sicher

Innovativer Inkrementalgeber-Ersatz
Mit dieser kleinen Schaltung ist es möglich, gekapselte vandalismus-sichere Drehgeber zu bauen

Haustechnik



FS20-Sprachsensoren

Die Sprachsteuerung für das FS20-Funk-Schaltssystem ist da!
4 Funkempfänger können über Sprachbefehle gesteuert werden

Funk-Bewegungsmelder Universell im Außenbereich einsetzbar!



- Kompakt
- Wasserdicht
- Batteriebetrieb

Steuert beliebige FS20-Funkempfänger an

Mehr Wissen in Elektronik

<p>Haustechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funk-Tür-Codeschloss • Türklingelmultiplexer • Funk-Näherungsschalter 	<p>Haustechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bus-Hausschaltssystem - 4fach-I/O-Modul - Softwarebeschreibung 	<p>Messtechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mini-Temperatur-/Feuchte-Datenlogger • Funk-Messwert-Sender 	<p>Weitere Highlights</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bluetooth-Grundlagen • Mikrocontroller-Kurs • Akku-Lade-Center
---	--	--	---

Schweiz Sfr 9,20 / Niederlande € 5,90 / Luxemburg € 5,80 / Belgien € 5,80 / Österreich € 5,95

Haustechnik

FS20-Sprachsensoren – Spracherkennungs-Grundlagen, Teil 2.....	14
Türklingel-Multiplexer.....	44
KeyMatic® CAC Funk-Zugangskontrolle.....	53
FS20-Funk-Näherungsschalter.....	70

Stromversorgung

Akku-Lade-Center ALC 8000/ALC 8500 Expert, Teil 8.....	58
---	----

Messtechnik

TouchWheel TW 128.....	19
Funk-Messwertübertragung.....	62

Beleuchtung

SMD-LED-Leuchte.....	52
----------------------	----

Umwelttechnik

Temperatur-Feuchte-Datenlogger.....	31
-------------------------------------	----

PC-Technik

Hauschaltsystem HS485	
- 4fach-I/O-Modul.....	36
- Protokollbeschreibung HS485.....	40
Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR.....	76

Sicherheitstechnik

Funk-Bewegungsmelder für Außeneinsatz.....	6
--	---

ELV-Serien

So funktioniert's:	
Satellitenempfang, Teil 10.....	24
Verstärkertechnik in der Audiowelt, Teil 3.....	48
Bluetooth selbstgemacht, Teil 1.....	66

Rubriken

Die Neuen.....	82
Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum.....	113
Vorschau auf die nächste Ausgabe.....	114

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

besonders leicht nachbaubar

**Funk-
Messwert-
übertragung**
Erfasst bis zu
4 Spannungswerte
per Funk und
übergibt sie per
USB an einen PC
zur Auswertung/
Aufzeichnung
Seite 62

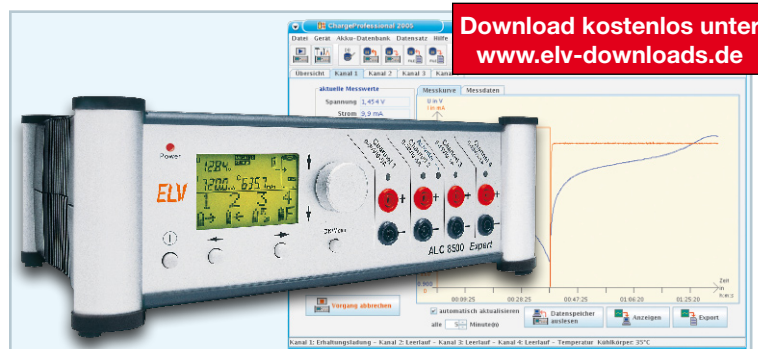


**FS20-Sprach-
sensor –
Spracherken-
nungs-Grund-
lagen, Teil 2**
Funktion und
Aufbau des FS20-
Sprachsensors
Seite 14

**Funk-Bewegungs-
melder für Außen-
einsatz FS20 PIRA**
Batteriebetriebener
FS20-Funk-Bewegungs-
melder mit einstellbarer
Schwelle und
Ansteuerung aller FS20-
Empfänger
Seite 6



**Bluetooth
selbstgemacht**
Der Überall-Kurzstrecken-
funk in eigenen Anwendun-
gen!
Im ersten Teil: Grundlagen
und Funktionsweise
Seite 66



Akku-Lade-Center ALC 8000/ALC 8500 Expert, Teil 8
Die neue Top-Ladegeräteserie von ELV.
Teil 8: Die Software „ChargeProfessional“ für Linux
Seite 58



◀ **KeyMatic® CAC Funk-Zugangskontrolle**
Flexibel einsetzbares Codeschloss für die KeyMatic®- und FS20-Ansteuerung – jetzt als ARR-Selbstbausatz
Seite 53



◀ **FS20-Funk-Näherungsschalter**
Kapazitiver, aufgrund von Batteriebetrieb flexibel einsetzbarer Näherungsschalter für das FS20-System
Seite 70

Auch mit nassen oder schmutzigen Händen Maschinen oder Lampen schalten!



Erweitern Sie Ihre 2-Draht-Klingelanlage . . .

. . . auf 4 Teilnehmer!

▲ **Türklingel-Multiplexer**

Macht aus einer 2-Draht-Klingelanlage eine Komfort-Klingelanlage für bis zu 4 Teilnehmer. Mit Relaisausgang und LED-beleuchtetem Klingelschild
Seite 44



▲ **Hausschaltssystem HS485 4fach-I/O-Modul**

Universal-Eingabe- / Ausgabemodul zum Anschluss von Tastern bzw. Anzeigen
Seite 36

► **Protokollbeschreibung HS485**
Das Tor zur eigenen Haussteuer-Software – wir beschreiben das Software-Protokoll des HS485-Systems
Seite 40

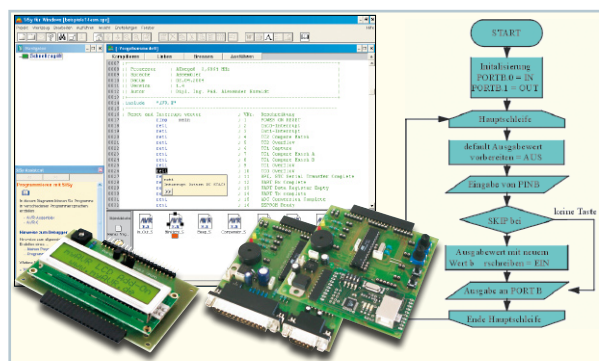


◀ **Temperatur-Feuchte-Datenlogger**
Mobiler, batteriebetriebener Datenlogger für die Langzeitaufzeichnung
Seite 31

► **SMD-LED-Leuchte**
Low-Power-LED-Ersatz für 12-V-Halogenlampen mit GX-6,3-Sockel – direkt austauschbar!
Seite 52



◀ **TouchWheel TW 128**
Vandalismus-sicherer Inkrementalgeber-Ersatz mit verschleißfreiem Berührungsgeber
Seite 19



▲ **Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR, Teil 1**
µC-Programmierung von Anfang an!
Im ersten Teil: Die Hardware
Seite 76

► **Satellitenempfang, Teil 10**
Die Technik der Satellitenreceiver
Seite 24



◀ **Verstärkertechnik in der Audiowelt**
Teil 3: Die Schaltungstechnik von Transistorverstärkern
Seite 48

Universell im Außenbereich einsetzbar!



- Kompakt
- Wasserdicht
- Batteriebetrieb
- Steuert beliebige FS20-Empfänger an

Funk-Bewegungsmelder für Außeneinsatz FS20 PIRA

Der FS20 PIRA vereinigt als universell einsetzbarer Bewegungsmelder mehrere sehr praktische Eigenschaften in einem Gerät: Er ist sehr kompakt, wasserdicht, damit für den Außeneinsatz geeignet, batteriebetrieben, somit vielerorts einsetzbar, und er gibt seine Erfassungsmeldung per Funk an beliebige Empfänger des FS20-Systems weiter. Damit steht diesem System ein völlig autark arbeitender Funk-Bewegungsmelder zur Verfügung, der zudem mit der einstellbaren Helligkeitsschwelle den vollen Funktionsumfang abdeckt, der von einem hochwertigen PIR-Bewegungsmelder erwartet wird.

Flexibler Melder

Das wohl am häufigsten anzutreffende Einsatzgebiet für handelsübliche PIR-Bewegungsmelder ist das Schalten von Außenleuchten. Dabei werden die bekanntesten Vorzüge eines PIR-Bewegungsmelders voll ausgenutzt: Die Außenleuchte wird sowohl beim Verlassen des Hauses als auch bei der Rückkehr durch die vom menschlichen Körper abgegebene Wärme- bzw. Infrarotstrahlung eingeschaltet. Die weitere

Technische Daten: FS20 PIRA

Stromversorgung:	Batterien, 2 x LR1/Lady
Batterielebensdauer:	ca. 1 Jahr bei 1000 x Senden täglich
PIR-Erfassungswinkel:	90°
PIR-Reichweite:	ca. 6 m
Funktionskontrolle:	LED
Sendefrequenz:	868,35 MHz
Funkreichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Linse-Durchmesser:	13 mm
Abmessungen (B x H x T):	52 x 50 x 35 mm

Elektronik sorgt dafür, dass dies, wenn gewünscht, nur im Dunkeln erfolgt und die Leuchte nach einer gewissen Zeit wieder automatisch abgeschaltet wird. So wird auch für Gäste die Umgebung beleuchtet, so dass diese sicher an die Haustür gelangen können. Ungebetene Gäste wiederum werden durch das plötzlich einschaltende Licht abgeschreckt.

Die Vorteile liegen auf der Hand: Gerade im Freien, wo das Verlegen von Leitungen und das Anbringen von Lichtschaltern oft schwierig oder gar nicht möglich ist, können PIR-Bewegungsmelder ohne großen Aufwand eingesetzt werden. Diese können auch, geschützt angebracht, die Vandalismussicherheit gegenüber normalen Wand-schaltern erhöhen.

Ein weiteres Einsatzgebiet von PIR-Bewegungsmeldern ist die Sicherheits- und Überwachungstechnik. So gehört zu einer Alarmanlage üblicherweise immer mindestens ein PIR-Bewegungsmelder. In wirtschaftlich schwierigen Zeiten befürchtet manch einer einen Anstieg der Kriminalität, gerade wenn sein eigenes Hab und Gut in einer sozial problematischen Gegend liegt. In solchen oder ähnlichen Fällen wird auch gern zur Kameraüberwachung gegriffen. Dank der CCD-Technik für Überwachungskameras sind diese inzwischen erschwinglich geworden und auch die Aufzeichnung der Bilder mittels PC oder Festplattenrecorder (z. B. ELV AVC 720) wird entsprechend der Preisentwicklung von Computern und Zubehör immer preiswerter. Zum Automatisieren dieser Kamera-Aufzeichnung sind PIR-Bewegungsmelder ebenfalls gut geeignet.

Die meisten Bewegungsmelder haben jedoch auch einen für manche Einsatzzwecke gravierenden Nachteil – sie sind fest an das Vorhandensein eines Netzstromanschlusses gebunden, über den auch gleichzeitig die Last geschaltet wird. Damit sind sie nicht wirklich flexibel einsetzbar.

Bereits mit dem Konzept zum Mini-Bewegungsmelder PIR 13, im „ELVjournal“ 6/2003 detailliert beschrieben, haben wir die Grundlage für einen Bewegungsmelder gelegt, der über lange Zeit mit sehr wenig Strombedarf ortsunabhängig betrieben werden kann.

Eine Komplett-Applikation dieses kleinen Moduls stellt nun der hier vorgestellte FS20 PIRA dar. Dieser verfügt über die übliche Funktionalität eines PIR-Bewegungsmelders, bietet aber durch seinen leitungsunabhängigen Betrieb noch mehr Möglichkeiten. So reduziert sich der Installationsaufwand für das Automatisieren einer Außenleuchte allein schon dadurch, dass keine Leitung verlegt werden muss. Lediglich in den Lastkreis muss ein Funkempfänger/Schalter des FS20-Systems eingefügt werden, was jedoch in den aller-

Adresse Kanal 1	11 11
Adresse Kanal 2	11 12
Sendebefehl Kanal 1	34 (Ein für Einschaltdauer)
Sendebefehl Kanal 2	44 (Kanal deaktiviert)
Einschaltdauer Kanal 1 und 2	44 21 (1 Minute)
Sendebefehl Kanal 1 und 2	2 (24 Sekunden)
Helligkeitswert Kanal 1	2 (immer aktiv)
Helligkeitswert Kanal 2	3 (nur bei Dunkelheit aktiv)
Filterzeit Kanal 1 und 2	2 (4 Minuten)
Hauscode	Zufallszahl

meisten Fällen problemlos möglich ist.

Falls die Positionierung des FS20 PIRA zunächst nicht den gewünschten Erfassungsbereich abdeckt, kann er ohne Probleme an einen anderen Ort versetzt werden, ohne hässliche Bohrlöcher, Kabelenden u. Ä. zu hinterlassen.

Den FS20 PIRA kann man auch ganz flexibel, ohne ihn zu befestigen, an wechselnden Orten aufstellen. So kann man beispielsweise versuchen, Schlupflöcher zu finden, durch die Marder ins Haus gelangen, durch den Garten streunende Katzen und Hunde abschrecken usw. Beim Überwachen von Tieren ist allerdings zu beachten, dass die Empfindlichkeit von der Größe, Temperatur und Bewegungsgeschwindigkeit des zu überwachenden Objektes abhängig ist.

Die Aufzeichnung der Bilder von Überwachungskameras kann mit dem FS20 PIRA u. U. entscheidend verbessert werden. Bei der Überwachung mittels PC oder Festplattenrecorder wird oft der Bildinhalt auf Bewegung überwacht und bei einer erkannten Bewegung die Aufnahme gestartet. Dies kann zu Problemen führen, wenn bei tief stehender Sonne die Schatten von Bäumen oder bei Wind die Bewegung von Pflanzen und Blättern erfasst werden. Auch ohne Wind gibt es manchmal das Problem, dass eine Aufzeichnung zu spät beginnt. So bekommt man beispielsweise ein Auto auf der Auffahrt zu sehen, kann aber nicht erkennen, aus welcher Richtung es gekommen ist. Wenn man aber den Funk-Bewegungsmelder FS20 PIRA über einen passenden FS20-Empfänger mit dem Schalteingang von PC oder Festplattenrecorder verbindet, kann man bequem verschiedene Erfassungsbereiche ausprobieren und den FS20 PIRA letztendlich am optimalen Ort befestigen. Außerdem gibt es beim Einsatz eines PIR-Bewegungsmelders weniger Probleme mit Fehlauflösungen durch Pflanzen und andere bewegliche Gegenstände, deren Temperatur sich nicht von der Umgebungstemperatur unterscheidet.

Neben diesen praktischen Aufgaben bietet der FS20 PIRA auch Möglichkeiten für interessante Lichteffekte. Beim Einsatz

mehrerer FS20 PIRA und passender Anordnung von Leuchten z. B. kann die Beleuchtung einer Person quasi „folgen“. So etwas kann übrigens auch jene stark verunsichern, die ungebeten auf das Grundstück kommen ...

Schließlich kann der FS20 PIRA auch durch seine in das FS20-Konzept eingebundene Funktionalität zwei verschiedene Schaltbefehle auf zwei Kanälen aussenden. Einfaches Beispiel: Der Bewegungsmelder soll beim Heimkommen unabhängig von der Tageszeit immer die Beleuchtung in der Garage einschalten, die Außenbeleuchtung aber nur bei Dunkelheit – ohne Probleme mit dem FS20 PIRA lösbar!

Die Funktionsweise des PIR-Sensors selbst wurde, wie erwähnt, im „ELVjournal“ 6/2003 bereits ausführlich erklärt, weshalb wir an dieser Stelle darauf verzichten wollen. Ein Blick in die technischen Daten des FS20 PIRA zeigt die wesentlichen Eckdaten des Bewegungsmelders auf.

Bedienung

Der Funk-Bewegungsmelder FS20 PIRA ist werkseitig (siehe Tabelle 1) so eingestellt, dass er nach dem Einlegen der Batterien sofort betriebsbereit ist. Bei Bedarf können weitere Funktionen aktiviert und andere Einstellungen vorgenommen werden, bevor man das wasserdichte IP-65-Gehäuse verschließt. Das Anlernen eines FS20-Empfängers kann nach dessen Aktivierung bequem von außen durch Auslösen des Bewegungsmelders erfolgen.

Funktionskontrolle

Nach dem Einlegen der Batterien ist der FS20 PIRA für die ersten 15 Sek. gesperrt, um definierte Bedingungen für die Bewegungserfassung des Sensors herzustellen. Anschließend quittiert er jede Bewegung vor der Erfassungslinse mit einem kurzen Aufleuchten der Kontroll-LED. Voraussetzung hierfür ist, dass mindestens ein Kanal aktiv ist und nicht bei heller Umgebung auf „nur bei Dunkelheit aktiv“ eingestellt ist. Vor dem nächsten Auslösen muss die eingestellte Wartezeit vergangen sein. Die

Tabelle 2: Tastenbelegung im Ruhezustand

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

Funkübertragung kann auch direkt durch kurzes Drücken des entsprechenden Tasters (siehe Tabelle 2) überprüft werden.

Falls die LED unabhängig von einer Bewegung eine Blinkfolge von 3 x 3 Blinkimpulsen ausgibt, bedeutet das, dass die Batterien erschöpft sind und gewechselt werden müssen. Die aktuellen Einstellungen des FS20 PIRA bleiben beim Wechseln der Batterien erhalten.

Einstellungen

Die Funktionalität des Funk-Bewegungs-

melders FS20 PIRA lässt sich dank umfangreicher Einstellmöglichkeiten sehr gut an die jeweiligen Anforderungen anpassen. Die Einstellmöglichkeiten werden im Folgenden beschrieben, auf eine genaue Beschreibung des FS20-Adress-Systems verzichten wir hier jedoch aus Platzgründen, sie ist in der mitgelieferten Bedienungsanleitung zu finden.

Die Werkseinstellungen (siehe Tabelle 1) wurden, wie gesagt, so gewählt, dass der FS20 PIRA für übliche Schaltaufgaben sofort einsetzbar ist.

Tabelle 3: Einstellbare Sendebefehle

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

Alle Einstellungen werden mittels der Taster S 1 bis S 4 vorgenommen. Zur Kontrolle der Eingabe leuchtet oder blinkt die LED. Die einzelnen Einstellmöglichkeiten, die auch als Übersicht in Tabelle 2 aufgeführt sind, wollen wir im Folgenden jeweils kurz erläutern.

Sendebefehl festlegen/Kanal (de)aktivieren

Hierüber legt man zum einen fest, welcher der beiden zur Verfügung stehenden Kanäle aktiviert bzw. deaktiviert sein soll, und zum anderen, wie der Empfänger reagieren soll.

Die Einstellung ist mit der entsprechenden Tastenkombination aus Tabelle 2 aufzurufen – worauf die Kontroll-LED blinkt. Anschließend sucht man den gewünschten Sendebefehl aus Tabelle 3 aus und gibt die beiden Ziffern nacheinander mit den zugehörigen Tasten ein. Nach der Eingabe verlischt die LED.

Hinweis: Wenn als Sendebefehl 44 eingestellt ist, ist der jeweilige Kanal deaktiviert.

Ein nicht benötigter Kanal sollte deaktiviert bleiben, um die Batterien zu schonen und ihre Betriebsdauer zu erhöhen.

Einschaltdauer

Die Einschaltdauer wird für die Sendebefehle 33 bis 43 benötigt und legt fest, wie lange die Last eingeschaltet bleiben soll. Die Einstellung ist gemäß Tabelle 2 aufzurufen. Wenn die LED blinkt, sind die 4 Ziffern für die Zeitangabe nacheinander mit den Tasten einzugeben. Die ersten beiden Ziffern geben den Zahlenwert und die folgenden beiden Ziffern den Multiplikator mit der entsprechenden Zeiteinheit an, wie in Tabelle 4 dargestellt.

Beispiel (Werkseinstellung):

Einschaltzeit: 1 Minute

Eingabe: 44 21 = 15 * 4 s = 60 s

Nach vollständiger Eingabe der Ziffern mit den zugehörigen Tasten verlischt die LED.

Sendebefehl

Der Sendebefehl verhindert unnötiges Auslösen in zu kurzen zeitlichen Abständen – so genügt eben ein einzelner Sendebefehl, um etwa eine Lampe für die programmierte Sendezeit einzuschalten. Hat man z. B. eine Einschaltdauer von 1 Minute gewählt, genügt es, einen Sendebefehl von 24 Sekunden einzustellen, um zu erreichen, dass die Lampe eingeschaltet bleibt, falls man sich immer noch im Erfassungsbereich des Sensors befindet. Ein langer Sendebefehl kann die Batterielebensdauer entscheidend erhöhen, da insgesamt weniger oft gesendet wird. Die Einstellung ist wieder nach Tabelle 2 für den gewünschten Kanal aufzurufen. Als Bestätigung beginnt die LED zu

Tabelle 4: Einschaltdauer

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

blinken. Jetzt sucht man den gewünschten Sendeabstand aus Tabelle 5 aus und gibt die Ziffer mit der entsprechenden Taste ein. Anschließend verlischt die LED.

**Tabelle 5:
Einstellung für Sendeabstand**

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

Hinweis: Der Sendeabstand von 8 Sekunden darf nicht in Umgebungen eingestellt werden, in denen permanent auslösende Bewegungen stattfinden, da sonst der vorgeschriebene Duty-Cycle der Funk-Übertragung u. U. nicht eingehalten wird (die Konventionen des genutzten ISM-Frequenzbandes legen ein maximales Puls-Pausen-Verhältnis je Stunde auf dem belegten Kanal fest, um gegenseitige Störungen von Systemen zu verringern).

Helligkeitswert

Hier wird die Schaltgrenze zwischen „Hell“ und „Dunkel“ für beide Kanäle oder für jeden Kanal einzeln eingestellt. Die Schaltgrenze für den jeweils gewählten Kanal wird anhand der aktuellen Umgebungshelligkeit festgelegt.

Aufgerufen wird die Einstellung gemäß Tabelle 2. Falls beide Kanäle auf den gleichen Wert eingestellt werden sollen, kann innerhalb der Wartezeit von 1 Minute nach Aufrufen des einen Kanals (solange die LED leuchtet) die Taste des anderen Kanals gedrückt gehalten werden. Die Wartezeit beginnt dann wieder bei einer Minute.

Innerhalb der Wartezeit muss das Ge-

häuse des FS20 PIRA geschlossen werden, um den Einfluss des Gehäuseunterteils in die Feststellung des aktuellen Helligkeitswertes mit einzubeziehen.

Nach Ablauf der Wartezeit erlischt die LED und eine Helligkeitsmessung wird durchgeführt (Messung innerhalb 1 Sekunde). Dabei darf der Sensor nicht abgeschattet oder direkt beleuchtet sein, um einen realen Wert zu ermitteln.

Alternativ können innerhalb der Wartezeit von 1 Minute weitere Einstellungen aus Tabelle 6 vorgenommen werden. Nach Eingeben der Ziffer mit der entsprechenden Taste verlischt die LED und es wird kein neuer Helligkeitswert festgelegt.

**Tabelle 6:
Optionen für Helligkeitswert**

Ziffer	Einstellung
1	Kanal 1 nur bei Dunkelheit aktiv
2	Kanal 1 immer aktiv
3	Kanal 2 nur bei Dunkelheit aktiv
4	Kanal 2 immer aktiv

Hinweis: Wenn als Sendebefehl 44 eingestellt ist, ist der jeweilige Kanal unabhängig von diesen Einstellungen immer deaktiviert.

Nicht benötigte Kanäle sollten, wie erwähnt, deaktiviert bleiben, um die Batterielebensdauer nicht unnötig zu verkürzen.

Filterzeit

Die Filterzeit legt fest, wie lange die Umgebungshelligkeit über dem eingestellten Schwellwert liegen muss, bis der Zustand „Hell“ erkannt wird und in der Einstellung „Schalten bei Dunkel“ nicht mehr geschal-

tet wird. Je länger diese Zeit ist, desto länger dauert es, bis ausreichende Helligkeit über dem eingestellten Grenzwert erkannt wird, die Umschaltung wird „träger“. Dies kann z. B. erforderlich sein, wenn der FS20 PIRA eine Außenleuchte schaltet, deren eigene Helligkeit mit Tageslicht verwechselt werden könnte. Die Einstellung wird mit den Tastenkombinationen gemäß Tabelle 2 aufgerufen, die LED blinkt. Jetzt kann die gewünschte Filterzeit aus Tabelle 7 mit der entsprechenden Taste eingegeben werden. Anschließend verlischt die LED.

Tabelle 7: Filterzeit

Ziffer	Filterzeit
1	2 Minuten
2	4 Minuten
3	8 Minuten
4	16 Minuten

Adressen und Hauscode einstellen

Arbeitet der FS20 PIRA zusammen mit dem zugehörigen Empfänger als einziges FS20-System, ist keine gesonderte Adressierung erforderlich, es genügt die Werks-einstellung mit dem zufällig generierten Hauscode. Sobald man jedoch mehrere FS20-Geräte in Betrieb hat, die vielleicht auch vernetzt werden sollen, etwa über eine der FS20-Zentralen oder Handfernbedienungen, sollte man unbedingt die Adressierungs-Konventionen des FS20-Systems beachten und einhalten. Diese finden sich detailliert in der mitgelieferten Bedienungsanleitung.

Auch hier erfolgt der Aufruf gemäß Tabelle 2, die LED blinkt. Darauf werden die entsprechenden Adressierungseingaben über die vier Tasten vorgenommen, und nach Eingabe der letzten Ziffer verlischt die LED.

Timeset

Soll der vom Funk-Bewegungsmelder FS20 PIRA angesteuerte Empfänger auch von anderen Sendern (z. B. Handfernbedienungen des FS20-Funk-Schaltsystems) unter Nutzung des internen Timers bedient werden, so ist der interne Timer des Empfängers wie folgt zu programmieren:

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

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

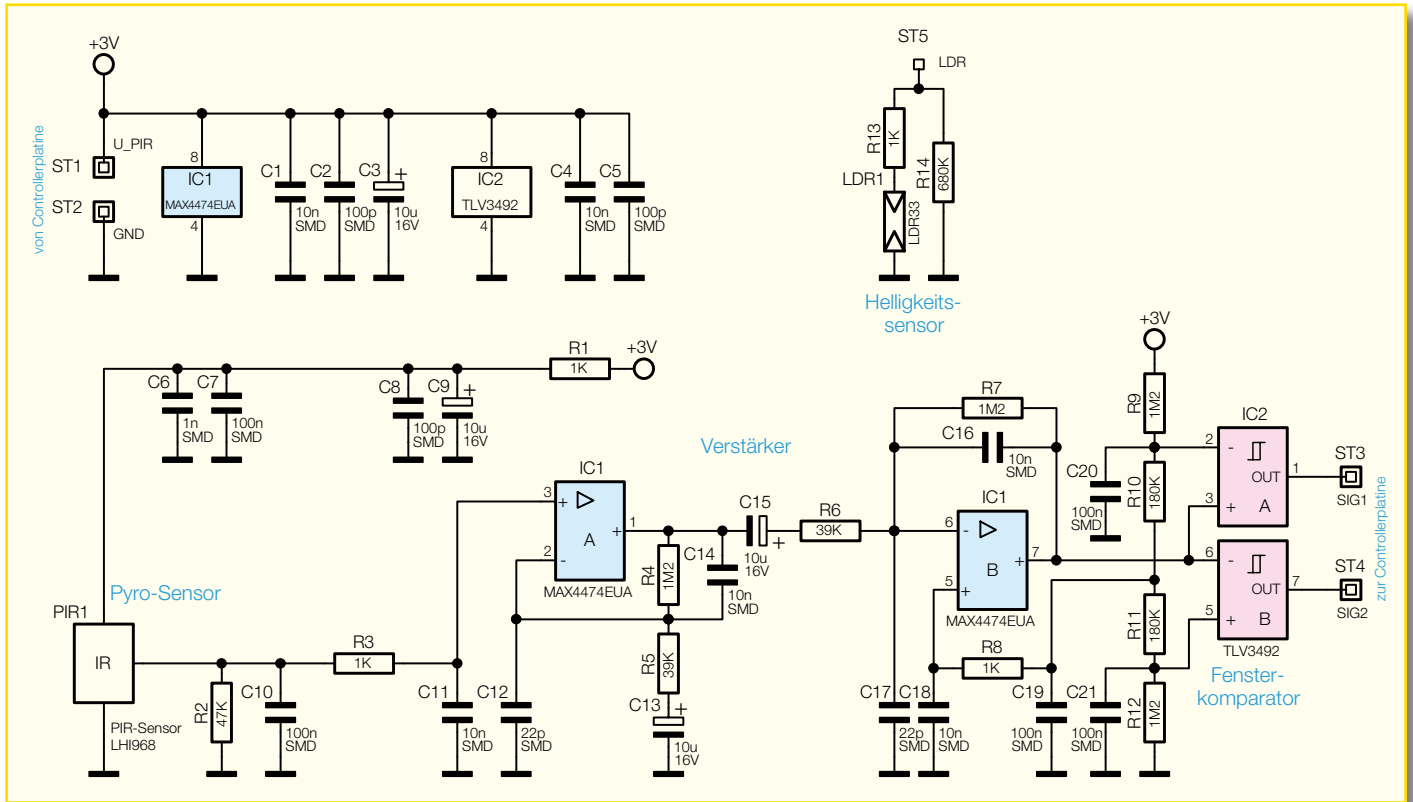


Bild 1: Schaltbild der Sensorplatine des Funk-Bewegungsmelders FS20 PIRA

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

Werkseinstellungen

Wenn der FS20 PIRA wieder in den Auslieferungszustand versetzt werden soll, können die Werkseinstellungen (siehe Tabelle 1) wiederhergestellt werden. Dazu sind die Tasten S 2 und S 4 gleichzeitig für 5 Sekunden gedrückt zu halten, bis die Programmier-LED blinkt. Anschließend bestätigt man die Übernahme der Werkseinstellungen mit einer beliebigen Taste.

Achtung: Beim Übernehmen der Werks-einstellungen wird automatisch ein neuer Hauscode erzeugt, so dass anschließend entweder der alte Hauscode wieder eingestellt werden muss oder die Empfänger neu anzulernen sind.

Kommen wir nun zur Schaltungsbeschreibung des FS20 PIRA.

Schaltung

Sensorplatine

Die Sensorplatine beherbergt 2 Sensoren mit der zugehörigen Aufbereitungselektronik (Abbildung 1). Zum einen gibt es den Helligkeitssensor, der aus dem Fotowiderstand LDR 1 und den Widerständen R 13 und R 14 zur Linearisierung besteht.

Der zweite Sensor auf der Platine ist der Pyro-Sensor PIR 1. Seine Betriebsspannung erhält der Sensor gefiltert durch den Widerstand R 1, die Kondensatoren C 6, C 7 und C 8 und den Elko C 9. Am Ausgang des Sensors ist der Arbeitswiderstand R 2 angeschlossen, über den sich die Spannung beim Detektieren einer Bewegung im Bereich von einigen μV verändert. Dieses Signal wird in den 2 Stufen des Operationsverstärkers IC 1 verstärkt und gefiltert. Die erste Stufe ist als nicht invertierender Verstärker beschaltet, dessen Verstärkung von den Widerständen R 4 und R 5 bestimmt wird. Zusammen mit dem Elko C 13 und dem Kondensator C 14 arbeitet diese Stufe als Bandpass.

Die zweite Stufe ist ein invertierender

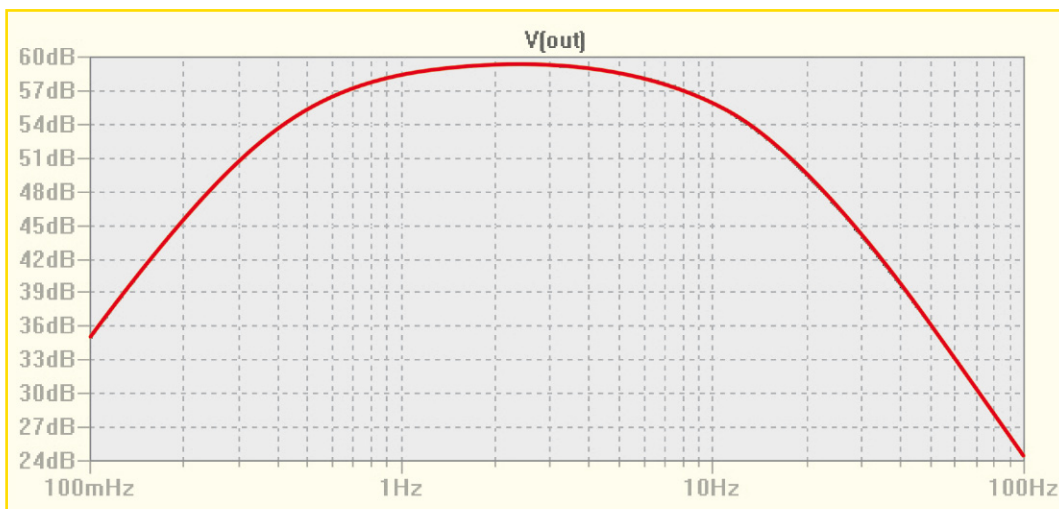


Bild 2: Frequenzgang des Verstärkers

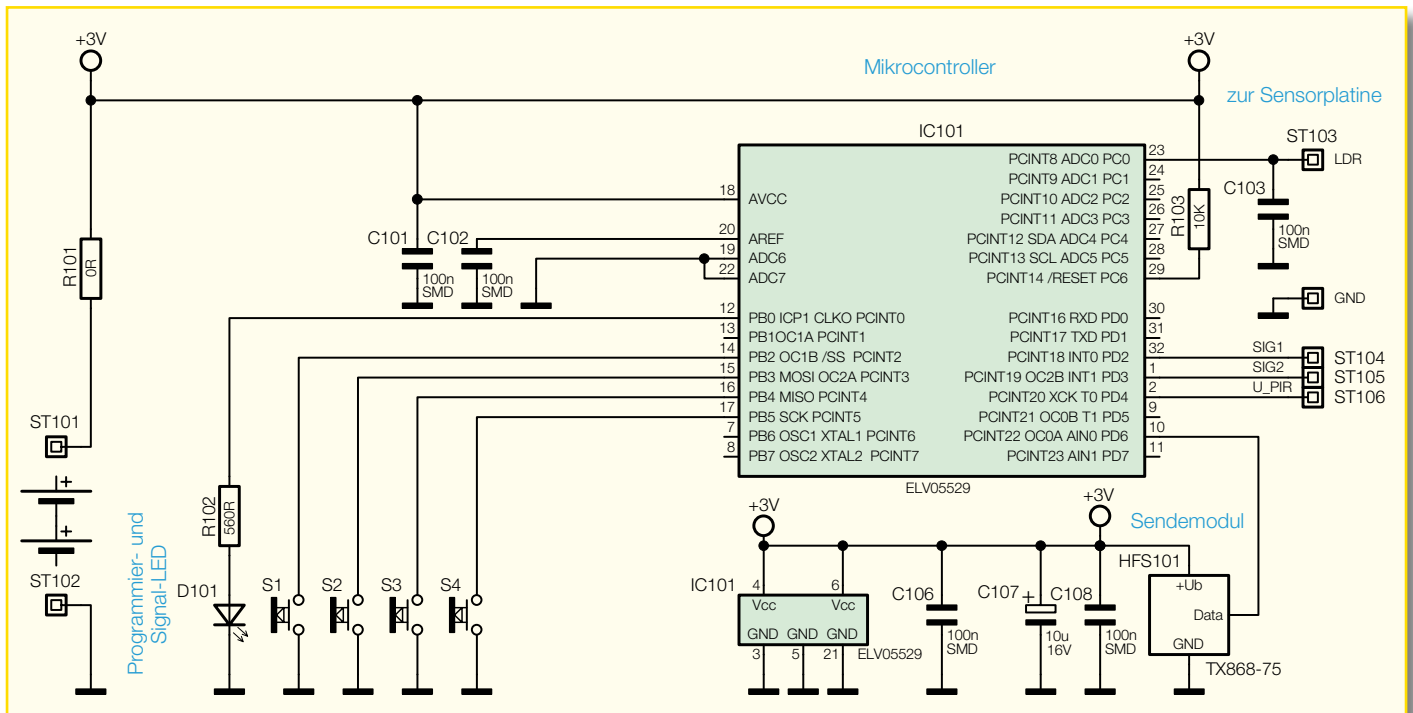


Bild 3: Schaltbild der Controllerplatine des Funk-Bewegungsmelders FS20 PIRA

Verstärker, dessen Verstärkung abhängig ist von R 6 und R 7. Der Elko C 15 sorgt zusammen mit dem Kondensator C 16 auch hier für eine Bandpass-Charakteristik. Außerdem wird der Mittelwert des Signals über den Widerstand R 8 und den Spannungsteiler des Fensterkomparators in die Mitte von dessen Arbeitsbereich gelegt. Eine Simulation des Frequenzgangs des Verstärkers ist in Abbildung 2 dargestellt.

Der Durchlassbereich von 0,5 Hz bis 10 Hz ist ausgelegt für die zu erwartenden Bewegungsgeschwindigkeiten der zu erfassenden Objekte. Frequenzanteile außerhalb dieses Bereichs sollen möglichst nicht verstärkt werden, da es sich dabei nicht um Nutzsignale, sondern eher um Störungen handelt.

Das so aufbereitete Signal wird nun auf einen Fensterkomparator (IC 2) gegeben. Mit dem Spannungsteiler aus den Widerständen R 9 bis R 12 wird ein Spannungsfenster über den Widerständen R 10 und R 11 erzeugt. Im Ruhezustand liegt das Rauschen des Pyro-Sensors hinter dem Verstärker innerhalb dieses Spannungsfensters. Wenn eine Bewegung erfasst wird, ändert sich die Spannung am Pyro-Sensor und das verstärkte Signal verlässt den Fensterbereich, so dass der jeweilige Komparator einen High-Pegel ausgibt.

Die übrigen Kondensatoren, der Widerstand R 3 und der Elko C 3 dienen der Störsicherheit und zum Filtern der Versorgungsspannung.

Controllerplatine

Die Auswerteschaltung (Abbildung 3) befindet sich auf der Controllerplatine.

Das Erzeugen der FS20-Funksignale übernimmt der Mikrocontroller, ein ATmega48V von Atmel (IC 101). Er steuert direkt den Dateneingang des Sendemoduls HFS 101 an. Die Einstellungen sind im internen EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert und können mittels Taster S 1 bis S 4 programmiert werden. Die Taster-Anschlüsse am Mikrocontroller werden von internen Pull-up-Widerständen auf High-Pegel gehalten, solange die Taster geöffnet sind.

Beim Schließen eines Tasters stellt sich ein Low-Pegel am Mikrocontroller ein, so dass der jeweilige Tastendruck ausgewertet werden kann. Für optische Rückmeldungen wird die Programmier- und Signal-LED R 102 angesteuert.

Der interne Analog-Digital-Wandler des Mikrocontrollers wird zum einen für das Messen der Batteriespannung und zum anderen für die Helligkeitsmessung benutzt. Die Kondensatoren C 101 und C 102 filtern

dazu die Betriebs- und Referenzspannung des A/D-Wandlers. Zum Messen der Helligkeit wird der interne Pull-up-Widerstand mit dem Anschlusspin des Helligkeitssensors verbunden. Eine Helligkeitsmessung findet etwa jede Minute statt. Nach jeder Messung wird der Anschlusspin des Helligkeitssensors wieder auf Low-Pegel geschaltet, um Strom zu sparen. Der parallel geschaltete Kondensator C 103 soll das Signal des Helligkeitssensors vor hochfrequenten Störungen schützen.

Die Versorgungsspannung für den PIR-Teil der Sensorplatine liefert der Mikrocontroller direkt aus einem Anschlusspin, der Controller bewältigt die geringe Stromaufnahme der PIR-Schaltung mühelos. Wenn die PIR-Schaltung nicht benötigt wird, schaltet der Controller sie ab, um Strom zu sparen. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn alle aktiven Kanäle auf „nur bei Dunkelheit“ eingestellt sind, die Umgebung aber gerade hell ist.

Der Widerstand R 103 sorgt dafür, dass

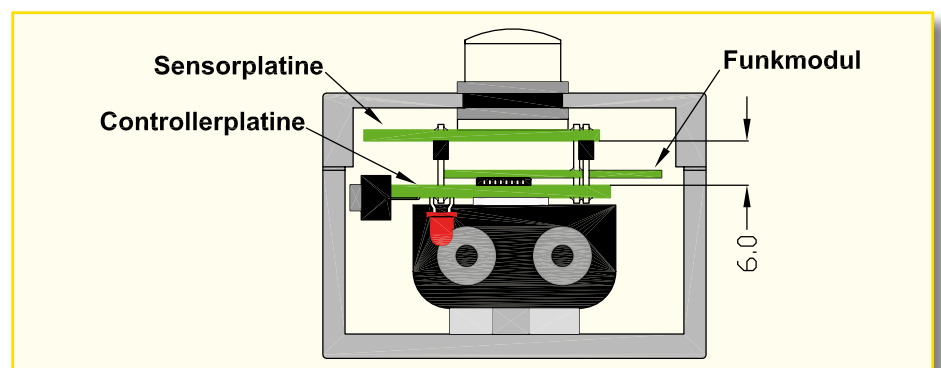
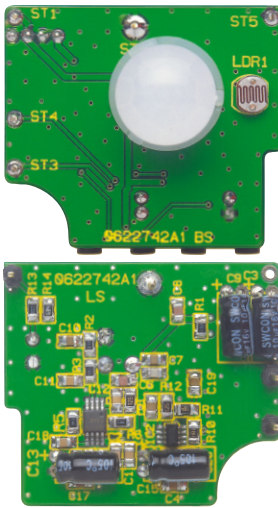


Bild 4: Schnittzeichnung des FS20 PIRA zur Orientierung für die Montage



Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine des FS20 PIRA mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

im normalen Betrieb kein ungewollter Reset ausgelöst wird. Für einen sauberen Power-on-Reset verfügt der Mikrocontroller über eine interne Schaltung.

Stromversorgung

Die Schaltung wird mit 2 Batterien LR1/Lady versorgt. Die Versorgungsspannung von +3 V wird außerdem mit dem Elko C 107 und den Kondensatoren C 106 und C 108 gefiltert.

Nachbau

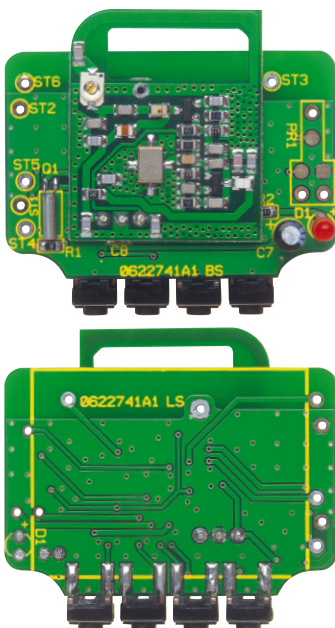
Die SMD-Bauteile der beiden Platinen sind bereits vorbestückt, so dass sich die Lötarbeiten auf das Bestücken weniger bedrahteter Bauteile beschränken. Dennoch ist beim Nachbau äußerst sorgfältig und genau zu arbeiten, da der Platz im Gehäuse millimetergenau ausgenutzt wird. Man sollte sich also nicht nur an den Bestü-

ckungsplänen, der Stückliste und den Platinenfotos orientieren, sondern auch an der Schnittzeichnung (Abbildung 4).

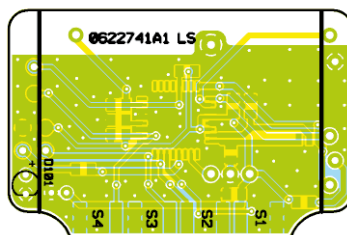
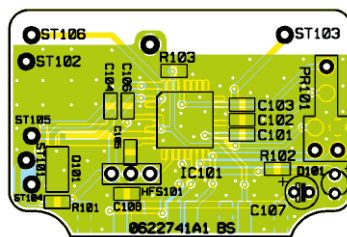
Sensorplatine

Hier werden zuerst die Elkos C 3, C 9, C 13 und C 15 von der Lötseite her bestückt. Dabei ist auf die gekennzeichnete Polarität der Elkos zu achten (Minusmarkierung am Gehäuse). Dabei sind die Elkos C 3 und C 9 so zu montieren, dass sie auf der Platine innerhalb des im Bestückungsdruck gekennzeichneten Bereichs aufliegen. Die Elkos C 13 und C 15 liegen auf einigen SMD-Bauteilen, sollten aber so bestückt werden, dass sie parallel zur Platine liegen (siehe auch Platinenfoto).

Als Nächstes müssen die Stifte ST 1 bis ST 5 von der Lötseite her montiert werden. Die Stifte müssen genau senkrecht in der Platine verlötet werden, damit sie später exakt in die Bohrungen der Controllerpla-



Ansicht der fertig bestückten Controllerplatine des FS20 PIRA mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



Stückliste: Funk-Bewegungsmelder für Außeneinsatz

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R101
560 Ω/SMD/0805	R102
1 kΩ/SMD/0805	R1, R3, R8, R13
10 kΩ/SMD/0805	R103
39 kΩ/1 %/SMD/0805	R5, R6
47 kΩ/SMD/0805	R2
180 kΩ/1 %/SMD/0805	R10, R11
680 kΩ/SMD/0805	R14
1,2 MΩ/1 %/SMD/0805	R4, R7, R9, R12

Kondensatoren:

22 pF/SMD/0805	C12, C17
100 pF/SMD/0805	C2, C5, C8
1 nF/SMD/0805	C6
10 nF/5 %/SMD/0805	C1, C4, C11, C14, C16, C18
100 nF/SMD/0805	C7, C10, C19–C21, C101–C103, C106, C108
10 µF/16 V	C3, C9, C13, C15, C107

Halbleiter:

MAX4474EUA/SMD	IC1
TLV3492/SMD/TI	IC2
ELV05529/SMD	IC101
LED, 3 mm, Rot, low current	D101
LDR33	LDR1

Sonstiges:

PIR-Sensor LHI968, passiv, print	PIR1
Stiftleiste, 1 x 1-polig, gerade, print	ST1–ST5, GND
Mini-Drucktaster, 1 x ein, print	S1–S4
Sendemodul TX868-75, 868 MHz	HFS101
1 Batteriehalter für Lady-Batterie (LR1/N), 2fach	
1 PIR-Multilinse PF17CL, 2-teilig	
1 Kabel-Durchführungsstülle, 10 x 12 x 15 x 1,5 mm	
1 Streufolie, bearbeitet und bedruckt	
1 Industrie-Aufputzgehäuse, IP 65, G250C, komplett, bearbeitet und bedruckt	
3 cm Schaumstoff-Klebeband, doppelseitig, Weiß	
3 cm Schaltdraht, blank, versilbert	ST101, ST102

tine passen. Diese kann auch während des Verlötns als Positionierungshilfe verwendet werden. Die Kunststoffstücke der Stifte müssen auf der Sensorplatine aufliegen.

Das Kunststoffstück von ST 2 ist danach vom Stift zu entfernen, damit man diesen später mit dem Funkmodul verlöten kann.

Auf der Bestückungsseite erfolgt jetzt die Bestückung des Fotowiderstandes LDR 1. Die Anschlussbeinchen sollten so weit wie möglich durch die Platine gesteckt werden, damit der Fotowiderstand möglichst dicht an der Platine sitzt.

Zuletzt ist der Pyro-Sensor PIR 1 zu bestücken. Dieser wird zusammen mit dem Unterteil der PIR-Linse auf der Bestückungsseite eingesetzt. Es ist darauf zu achten, dass die Fensterfläche des Sensors nicht mit den Fingern berührt wird, da Schmutz und Fettablagerungen die Empfindlichkeit des Sensors einschränken. Der Pyro-Sensor muss zusammen mit dem Unterteil der Linse plan auf der Platine aufliegen. Nach dem Verlöten wird die Linsenkappe aufgesetzt, wobei die unterschiedlich breiten Nasen der Kappe mit den entsprechenden Kerben des Unterteils übereinstimmen müssen.

Controllerplatine

Die SMD-Bauteile der Controllerplatine sind ebenfalls vorbestückt, so dass gleich mit dem Bestücken der bedrahteten Bauteile begonnen werden kann. Als Erstes wird das Sendemodul HFS 101 eingebaut. Dessen 3 Stifte sind von der Bestückungsseite her so weit durch die zugehörigen Bohrungen zu stecken, bis das Sendemodul plan auf dem Gehäuse des Mikrocontrollers IC 101 aufliegt. In dieser Lage werden die Stifte auf der Lötseite angelötet und die überstehenden Enden anschließend möglichst nah an der Platine abgeschnitten. Alle Stifte, die unterhalb des Batteriehalters enden, dürfen nach dem Abschneiden nicht höher sein als der Schaumstoff-Klebestreifen, mit dem der Batteriehalter später befestigt wird.

Nun wird der Elko C 107 bestückt. Die Kennzeichnung der Polarität ist dabei zu beachten.

Die Programmier- und Signal-LED D 101 kann wahlweise auf der Bestückungsseite oder auf der Lötseite montiert werden. Von der Bestückungsseite her ist die LED später auch von außen sichtbar. Falls das z. B. für Überwachungszwecke unerwünscht ist, empfiehlt sich die Montage auf der Lötseite. In jedem Fall ist die Polarität der LED zu beachten: Der längere Anschluss ist die Anode und gehört in die mit „+“ markierte Bohrung.

Als Nächstes sind nun die Taster für die Bestückung auf dem Platinenrand vorzubereiten. Deren Anschlussbeinchen werden zunächst auf eine Länge von je ca. 4 mm gekürzt, so dass sie nicht über die zugehörigen Lötflächen hinausragen. Beim Verlöten ist darauf zu achten, dass die Tastergehäuse am Platinenrand anliegen, damit die Platine zusammen mit den Tastern später auch ins Gehäuse passt und die Kräfte, die beim Drücken auf die Taster ausgeübt werden, direkt auf die Platine

übertragen werden können und nicht die Lötstellen belasten.

An dieser Stelle darf das Batteriefach noch nicht aufgeklebt werden. Mit einer provisorischen 3-V-Spannungsversorgung kann man die Grundfunktionen der Platine aber schon prüfen, indem man einen FS20-Empfänger anlernt und mit den Tasten ein- und ausschaltet.

Endmontage

Sensorplatine und Controllerplatine müssen jetzt zusammengefügt werden, indem man die Stifte der Sensorplatine sorgfältig in die zugehörigen Bohrungen der Controllerplatine einsetzt. Die Platinen sind parallel zueinander auszurichten. Außerdem muss zwischen den Platinen ein gleichmäßiger Abstand von 6 mm eingehalten werden (siehe Abbildung 4). In dieser Lage stehen die Stifte auf der Lötseite der Controllerplatine noch ausreichend weit über, so dass man die Stifte hier nun verlöten kann. Der Massestift ST 2 muss zusätzlich mit dem Sendemodul verlötet werden. Die Lötstelle ist von oben zu erreichen.

Nach Kontrolle und ggf. erneutem Kürzen der überstehenden Stiftenden erfolgt nun das Befestigen des Batteriehalters mit dem Schaumstoff-Klebestreifen. Auch hier ist die Positionierung wieder sehr präzise vorzunehmen. Der Batteriehalter muss entsprechend der Markierung auf der Platine zentriert werden, so dass er an der flachen Seite der Controllerplatine genauso weit übersteht wie seine Ecken auf der gegenüberliegenden Seite. Der Überstand beträgt jeweils ca. 0,7 mm. Bevor der Batteriehalter also richtig festgedrückt wird, sollte ausprobiert werden, ob die Schaltung in die Gehäuse-Unterschale passt. Das Innere des Gehäuses weist eine schmale und eine etwas breitere Seite auf, auch wenn beide auf den ersten Blick gleich groß erscheinen. Die Taster müssen in Richtung Gehäuseaufdruck weisen.

Wenn die Schaltung sauber ins Gehäuse passt, wird der Batteriehalter gut angedrückt und anschließend mit Silberdraht angeschlossen. Die Lötflanschen des Batteriehalters kann man dazu etwas hochbiegen, so dass der Silberdraht durch die Löcher der Lötflanschen in die zugehörigen Bohrungen der Controllerplatine gesteckt werden kann. Überstehende Enden sind nach dem Verlöten abzuschneiden.

Damit ist der FS20 PIRA bereit für eine Funktionskontrolle, wie sie im Abschnitt „Bedienung“ erklärt ist.

Gehäuseeinbau

Die Schaltung wird mit der PIR-Linse und einer Dichtung im Gehäusedeckel befestigt. Bei Wartungs- und Programmierarbeiten kann so der Deckel samt Schaltung vom Gehäuseunterteil abgenommen

werden. Das hat besonders dann Vorteile, wenn das Unterteil fest verschraubt angebracht ist.

Zuerst ist die Streufolie vorzubereiten. Dazu sind die Kanten an den gestrichelten Linien senkrecht hochzufalten. Ein Lineal kann dabei helfen, die Kanten genau gerade zu falten. Die Folie soll später vom Rand des Dichtrings in der Mitte festgehalten werden.

Da auch im Deckel die Seiten nicht genau gleich lang sind, sollte jetzt zunächst ohne Dichtring ausprobiert werden, in welcher Lage die Folie und auch die Schaltung in den Deckel passen. Wenn man die jeweils richtige Lage ermittelt hat, können die Teile zusammen mit dem Dichtring in den Deckel montiert werden.


Diese Arbeit erweist sich möglicherweise als etwas diffizil, da der Dichtring (der ja später eine perfekte Abdichtung gegen Wasser sichern soll) sich nur sehr schwer über die PIR-Linse stülpen lässt. Gleichzeitig muss aber auch die Streufolie sauber unter dem Rand des Dichtrings mit festgehalten werden.

Ein Tipp zur einfacheren Montage: den Dichtring auf der Innenseite mit etwas Spülmittel benetzen, um die Gleitfähigkeit zu verbessern. Alternativ kann man auch die Kappe der PIR-Linse abnehmen und diese zunächst ohne die Schaltung im Deckel montieren.

Allerdings kann die Linse nach dem Einsetzen im Deckel nicht mehr gedreht werden. Sie muss also genau so eingesetzt werden, dass die Nasen der Kappe später wieder in die richtigen Kerben des Unterteils passen, weshalb die erste Montagemethode besser sein dürfte. An sie wird man sich später erinnern, falls man aus irgendeinem Grund die Schaltung einmal vom Gehäusedeckel entfernen muss – einfach abziehen, ohne zu verdrehen, und später einfach wieder in die Kappe einsetzen.

Wenn die Schaltung schließlich im Deckel befestigt ist, wird getestet, ob diese Einheit auch ins Gehäuseunterteil passt.

Zuletzt ist noch die Neopren-Dichtung einzusetzen, die den Gehäusedeckel zum Gehäuseunterteil hin abdichtet. Die Dichtung wird sorgfältig in die entsprechende Nut des Deckels eingelegt und muss am Ende noch auf die richtige Länge gekürzt werden. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass die Dichtung nicht zu kurz abgeschnitten wird. Außerdem muss der Schnitt genau senkrecht verlaufen, damit Anfang und Ende der Dichtung in der Nut bündig aneinander liegen.

Wenn der FS20 PIRA frei aufgestellt werden soll, kann das Gehäuse jetzt geschlossen werden, ansonsten ist zuerst das Gehäuseunterteil am gewünschten Installationsort mit zwei Schrauben in den beiden Gehäuseecken zu befestigen. 



Autor: Christian Voit

Spracherkennungs- Grundlagen Teil 2

Nachdem im letzten „ELVjournal“ die Grundlagen der Spracherkennung am Beispiel des Sprachprozessors RSC 4128 erläutert wurden, geht es jetzt an die Realisierung einer Sprachsteuerung für das FS20-Funksystem.

Ein UFO, das aufs Wort hört

Passend zum Science-Fiction-Feeling, ist der FS20-Sprachsensoren (FS20 SS) in einem kleinen Tischgehäuse verpackt, das ein bisschen an ein Mini-UFO erinnert und das von einem handelsüblichen Steckernetzteil versorgt wird. Die akustischen Sprachkommandos werden vom eingebauten Mikrofon umgewandelt und in den Sprachprozessor eingespeist, der die Erkennung vornimmt und über ein Funk-Sendemodul andere Geräte des FS20-Funksystems ansteuern kann.

Schaltung

Über die Klinkenbuchse, die an ST 1 und ST 2 angeschlossen ist, wird der FS20 SS von einem externen Steckernetzteil mit 6 V bis 18 V Gleichspannung versorgt. D 1 sorgt für den Verpolungsschutz, und

der lineare Spannungsregler IC 1 mit den Kondensatoren C 1 bis C 4 erzeugt die 3,3 V Versorgungsspannung für den Rest der Schaltung (Abbildung 8). Der Sprachprozessor RSC 4128 (IC 4) bildet

den Kern des FS20 SS, der von einem 3,58-MHz-Quarz (Q 1) getaktet wird. R 1, D 2 und C 15 sorgen für einen definierten Einschalt-Reset. Die Betriebs-Firmware befindet sich im Speicher IC 2. Zur Spei-

Technische Daten: Spracherkennung FS20 SS	
Anzahl der sprachgesteuerten FS20-Kanäle:	4
Zweistufige Erkennung:	sprecherabhängige Triggerwörter, sprecherunabhängige Kommandos
Kommandos:	Aus, Ein, Niedrig, Mittel und Voll
Dimmerstufen:	Niedrig (38 %), Mittel (69 %), Voll (100 %)
Default-Hauscode:	11111111
Default-Adresscode:	4444
Versorgungsspannung:	6 V _{DC} bis 18 V _{DC} /60 mA
DC-Versorgungsanschluss:	3,5-mm-Klinkenstecker (Mittelkontakt = +)
Abmessungen (ø x H):	110 x 63 mm

cherung der trainierten Wortmuster kommt ein serielles EEPROM vom Typ 24LC16B zum Einsatz. Die einzige Bedientaste TA 1 ist direkt mit einem I/O-Pin verbunden, ein weiterer I/O-Pin schaltet die Leuchtdiode D 3 über den Vorwiderstand R 3. Da der RSC 4128 einen eingebauten PWM-Ausgang für eine direkte Lautsprecheransteuerung beinhaltet, ist lediglich ein kleines RC-Netzwerk (C 10 und R 2) zur Filterung des Ausgangssignals und zur Anpassung an den Lautsprecher notwendig.

Das Elektretmikrofon erhält seine Betriebsspannung über ein Filternetzwerk aus R 4, R 5, C 24 und C 25. Das durch C 23 entkoppelte und durch D 4 und D 5 gegen eventuelle statische Entladungen geschützte Audio-Signal wird direkt in den Mikrofoneingang des RSC 4128 geführt. Die Kondensatoren (C 16 bis C 19) sorgen für eine saubere Pufferung der analogen Schaltungsteile des Prozessors, die obligatorischen 100-nF-Stützkondensatoren an jedem digitalen Versorgungsspannungspin sind besonders bei gemischten

Analog- und Digitalschaltungen Pflicht. Zur Kommunikation mit dem FS20-Funk-Schaltssystem dient schließlich das Funk-Sendemodul HFS 1, welches direkt von einem I/O-Pin angesteuert wird.

Nachbau

Die FS20-SS-Platine ist zum großen Teil in SMD-Technologie aufgebaut. Um den Nachbau zu erleichtern, enthält der ELV-Bausatz eine teilbestückte Platine, auf der alle SMD-Bauteile bereits vormontiert sind. Es müssen also lediglich die bedrahteten Bauelemente, die Verdrahtung und der Zusammenbau durchgeführt werden.

Die Bestückung der Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsdrucks auf der Platine. Bei den gepolten Bauteilen (Elkos, LED) ist auf die richtige Einbaulage gemäß des Bestückungsdruckes zu achten. Alle bedrahteten Teile werden auf der Bestückungsseite der Platine montiert (das ist die Seite mit den SMD-ICs), mit Ausnahme von drei

Komponenten: der Taster, die LED und der Anschluss des Mikrofons werden auf der Lötseite montiert, so dass Sie beim späteren Zusammenbau nach oben in Richtung der entsprechenden Löcher der oberen Gehäusehalbschale zeigen. Die LED wird so montiert, dass sich die Spitze des LED-Gehäuses 13 mm oberhalb der Platine befindet. Der Datenspeicher IC 2 (ELV05519) ist dann polungsrichtig in den bereits aufgelöteten PLCC-Sockel zu stecken. Anschließend sind die Leitungen für die Verdrahtung zu bestücken. Löten Sie zwei schwarze, flexible Leitungen (Länge 100 mm) für den Lautsprecheranschluss (ST 3, ST 4) und zwei Leitungen (Rot an ST 1, Schwarz an ST 2, Länge 110 mm) für die Spannungsversorgung von der Unterseite in die entsprechenden Bohrungen der Platine ein. Für den Mikrofonanschluss löten Sie die zwei dünnen Wire-Wrap-Drähte (je 30 mm lang) von der Oberseite in die zugehörigen Anschlüsse auf der Platine ein, so dass das Ganze so aussieht wie in Abbildung 10.

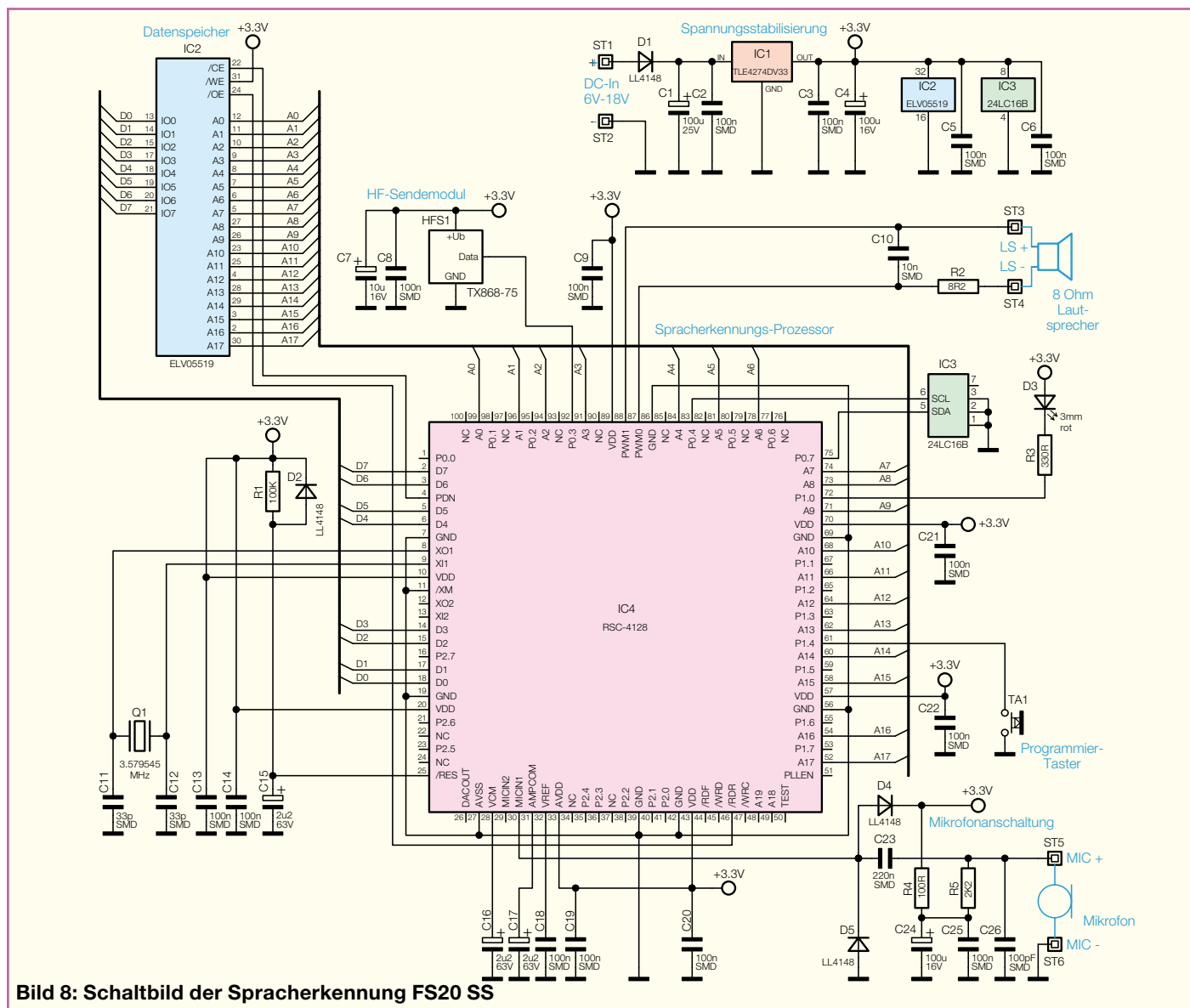
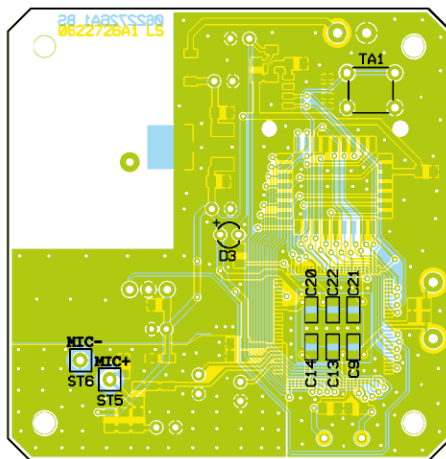
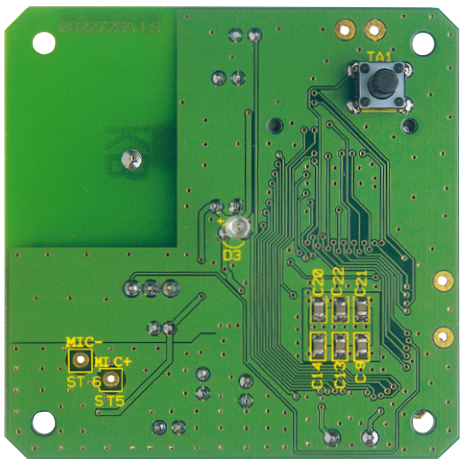
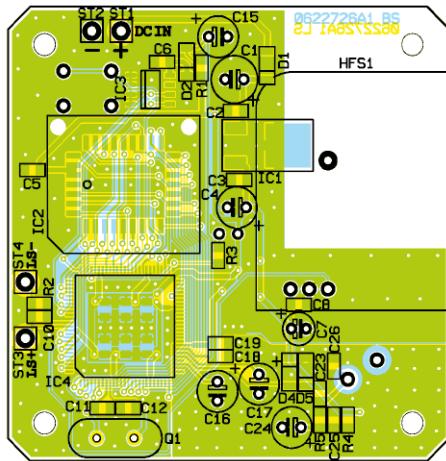
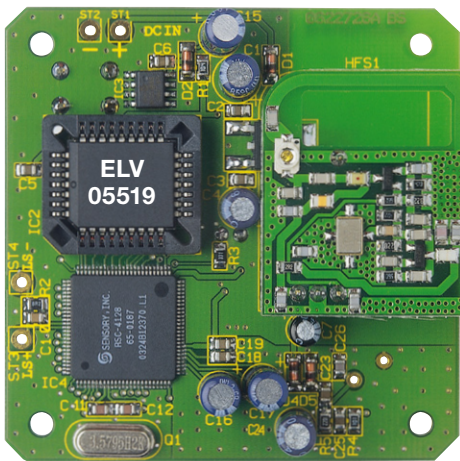


Bild 8: Schaltbild der Spracherkennung FS20 SS



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

Zum Abschluss der Bestückungsarbeiten ist das Funk-Sendemodul HFS 1 zu montieren. Dieses wird so von der Bestückungsseite eingesetzt, dass die Anschlusspins auf der Lötseite ca. 2 mm durchstehen. Vor dem Anlöten der Stiftleiste sollte die waagerechte Positionierung nochmals geprüft werden. Damit ist die Platine fertig vorbereitet, und es kann an den Zusammenbau gehen.

Gehäuseeinbau

Zunächst muss das Gehäuse wie folgt vorbereitet werden: Schrauben Sie die

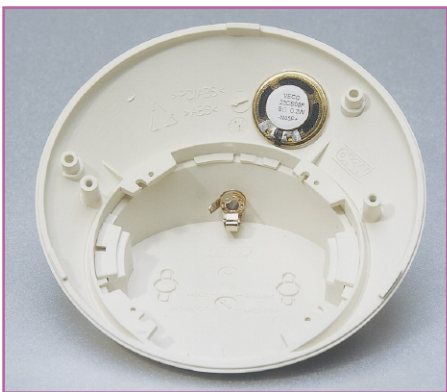


Bild 9: Vorbereitetes Gehäuse-unterteil

Klinkenbuchse in den Gehäusesockel und kleben Sie die vier GummifüÙe an die markierten Stellen. Drehen Sie den Gehäusesockel in die untere Halbschale, so dass der kleine Pfeil im Sockel genau in die Lücke der vorderen Plastiklaschen der Halbschale zeigt (Abbildung 9).

In der oberen Halbschale wird jetzt die Platine eingebaut (Abbildung 10). Das Mikrofon ist bereits eingeklebt, so dass lediglich die vorbereiteten Leitungen angelötet werden müssen. Da das Mikrofon gepolt ist, ist der richtige Anschluss entsprechend der Abbildungen 11 bis 13 sehr wichtig. Wenn die Drähte angelötet sind, wird die Platine vorsichtig so positioniert, dass Taster und LED in die entsprechenden Löcher passen. Achten Sie dabei darauf, dass die empfindlichen Mikrofonleitungen nicht brechen oder von den Lötstellen abreißen. Fixieren Sie die Platine mit den vier kleinen Schrauben 2,5 x 6 mm.

Nun werden die Leitungen für Lautsprecher und Spannungsversorgung entsprechend Abbildung 14 verdrahtet. Zum Anschluss der Klinkenbuchse ist die rote Ader (von ST 1 kommend) an den von hinten gesehen rechten Anschluss zu löten, die schwarze Ader (von ST 2) entsprechend an den linken Anschluss. Als Letztes werden die Gehäuseschalen

Stückliste: Funk-Sprachsensoren FS20 SS

Widerstände:

- 8,2 Ω/SMD/0805 R2
- 100 Ω/SMD/0805 R4
- 330 Ω/SMD/0805 R3
- 2,2 kΩ/SMD/0805 R5
- 100 kΩ/SMD/0805 R1

Kondensatoren:

- 33 pF/SMD/0805 C11, C12
- 100 pF/SMD/0805 C26
- 10 nF/SMD/0805 C10
- 100 nF/SMD/0805 C2, C3, C5, C6, C8, C9, C13, C14, C18–C22, C25
- 220 nF/SMD/0805 C23
- 2,2 µF/63V C15–C17
- 10 µF/16 V C7
- 100 µF/16 V C4, C24
- 100 µF/25 V/105 °C C1

Halbleiter:

- TLE4274DV33/SMD IC1
- ELV05519 IC2
- 24LC16B/SMD IC3
- RSC4128 100LQFP/SMD IC4
- LL4148 D1, D2, D4, D5
- LED, 3 mm, Rot, low current, klares Gehäuse D3

Sonstiges:

- Quarz, 3,579545 MHz, HC49U Q1
- Mini-Drucktaster, 1 x ein, 6 mm Tastknopflänge TA1
- Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, Einbau ST1, ST2
- Lautsprecher, 8 Ω/200 mW, ø 23 mm ST3, ST4
- Mikrofon NB-27L51 ST5, ST6
- Sendemodul TX868-75, 868 MHz HFS1
- 1 PLCC-Fassung, 32-polig, SMD IC2
- 4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 6 mm
- 4 GehäusefüÙe, selbstklebend, transparent
- 1 Gehäuse, komplett, GrauweiÙ, bearbeitet und bedruckt
- 6 cm Wire-Wrap-Leitung, Grün ST5, ST6
- 11 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², Rot ST1
- 31 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², Schwarz ST2–ST4

aufeinander gelegt und zusammengedreht. Richtig eingesetzt lassen sich beide Teile leicht ineinander legen und durch Verdrehen einrasten. Achten Sie darauf, dass die Leitungen nicht direkt auf dem Funkmodul liegen (das kann die Antenne verstimmen) und beim Zusammendrehen nirgendwo eingeklemmt werden.

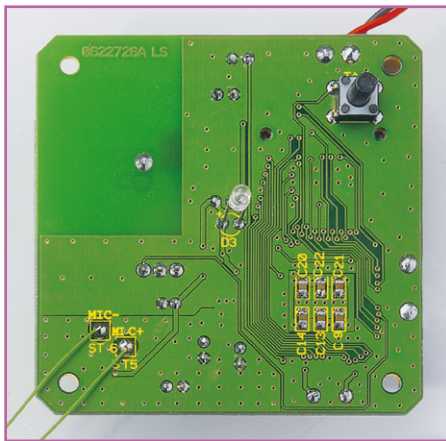


Bild 10: Bestückte Platine mit angelöteten Anschlussleitungen

Test

Jetzt kommt der große Moment: Schließen Sie ein Steckernetzteil mit einer DC-Ausgangsspannung im Bereich von 6 V bis 18 V an die 3,5-mm-Klinkenbuchse an. Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln, die eine Leistung von nicht mehr als 15 W liefern kann.

Der FS20 SS sollte sich, wenn alles in Ordnung ist, sofort mit „Willkommen“ melden. Wenn Sie nichts hören, drücken Sie einmal die Bedientaste. Falls noch immer nichts zu hören ist, prüfen Sie, ob die Versorgungsspannung vorhanden und richtig gepolt ist (Mittelkontakt = +). Wenn Sie immer noch keine „Willkommen“-Meldung hören, liegt ein Hardware-Problem vor und Sie dürfen sich auf die Fehlersuche begeben. Aber wenn Sie alles richtig gemacht haben, kann es jetzt mit dem Test des FS20 SS weitergehen.

Bevor Sie das Gerät benutzen, muss als Erstes der Speicher gelöscht und initialisiert werden – und das geht so: Ziehen Sie den Klinkenstecker ab, halten Sie die Taste gedrückt, stecken Sie den Stecker bei gedrückter Taste wieder ein und lassen



Bild 11: Eingeklebtetes Elektretmikrofon

Sie die Taste los. Jetzt passiert erst mal nichts, aber wenn Sie noch einmal kurz auf die Taste drücken, fragt Sie der FS20 SS: „Speicher löschen? Ja oder Nein.“ Jetzt muss die rote LED leuchten, als Zeichen dafür, dass das Gerät eine Antwort erwartet. Antworten Sie, indem Sie „Ja“ sagen. Der FS20 SS sollte nun mit einem Doppelpiep antworten. Während des Löschens bleibt die rote LED an. Nach ca. 10 Sek. meldet sich der FS20 SS: „Der Speicher ist leer.“ – Piep – „Willkommen. Der Speicher ist leer. Benutzer eins. Trainingsmodus. Sagen Sie ein Wort. [LED an]“

So weit, so gut. Wenn Sie jetzt schweigen, geht die LED nach 3 Sek. wieder aus und Sie bekommen die Meldung: „Der Speicher ist leer. [LED blinkt]“ Mit dieser Methode können Sie den FS20 SS jederzeit wieder in den Werkzustand zurückversetzen. Wenn Sie beim Einstecken des FS20 SS einmal versehentlich die Bedientaste gedrückt haben, ohne dass Sie das Gerät zurücksetzen wollen, können Sie auf die Frage, ob der Speicher gelöscht werden soll, einfach mit „Nein“ antworten, oder Sie ziehen den Klinkenstecker heraus und stecken ihn bei nicht gedrückter Taste erneut ein. Dabei wird auch die Hardware geprüft, und wenn alles O. K. ist, können Sie jetzt mit dem Training beginnen.

Die Bedientaste

Viele Wege führen nach Rom und auch durch die Bedienung des FS20 SS. Alle komplett zu beschreiben, würde mehrere Seiten erfordern. Wenn Sie das Konzept aber erst einmal verstanden haben, ist die Bedienung recht intuitiv. Der Taster ist der Zugang für alle Funktionen, die nicht mit Sprache gesteuert werden. Die Funktion ist abhängig von der Dauer des Tastendrucks. Ein kurzer Tastendruck (0 Sek. bis 1 Sek.) dient zum direkten Steuern von FS20-Funkaktoren. Dazu später mehr.

Ein Tastendruck mittlerer Dauer (1 Sek. bis 2,5 Sek.) bis zum Ertönen eines hohen Pieptons und schnellem Blinken der LED

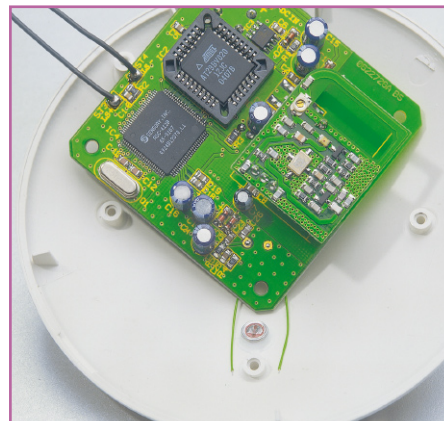


Bild 12: Positionierung der Leiterplatte

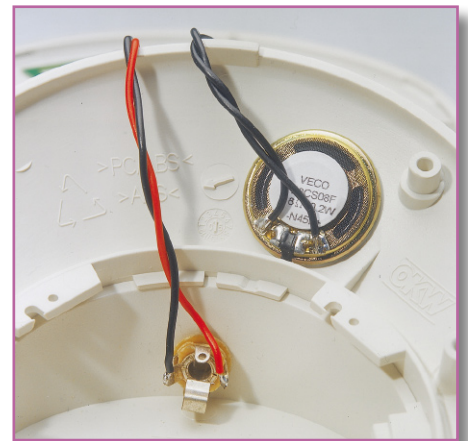


Bild 14: Korrekter Anschluss der Klinkenbuchse und des Lautsprechers

führt in den Trainingsmodus. Ein langer Tastendruck (2,5 Sek. und länger) bis zum Ertönen eines tiefen Pieptons und Erlöschen der LED führt in die Hauscode-Einstellung. Bei vollständig leerem Speicher führt jeder Tastendruck in den Trainingsmodus.

Training

Der FS20 SS hat vier Speicherplätze, die Sie mit beliebigen, individuellen Wörtern belegen können. Jedes dieser Triggerwörter ist der Schlüssel zu einer nachfolgenden Kommandowort-Erkennung. Die fünf Kommandowörter sind: **Aus**, **Ein**, **Niedrig**, **Mittel** und **Voll**. Diese Kommandos funktionieren sprecherunabhängig (!) und müssen nicht trainiert werden. Sie müssen dem FS20 SS aber zunächst einmal beibringen, auf welche Triggerwörter er hören soll und welches FS20-Gerät dadurch „angefunkt“ werden soll. Die gesamte Bedienung erfolgt interaktiv und sprachgesteuert bzw. mit der Taste. Ein Training besteht aus dem zweimaligen Sprechen Ihres selbst gewählten Triggerworts und der nachfolgenden Eingabe der zugehörigen FS20-Adresse.

Starten Sie das Training durch einen mittellangen Tastendruck (1 Sek. bis 2,5 Sek.). Der FS20 SS meldet sich mit: „Benutzer eins. Trainingsmodus. Sagen Sie ein Wort.“

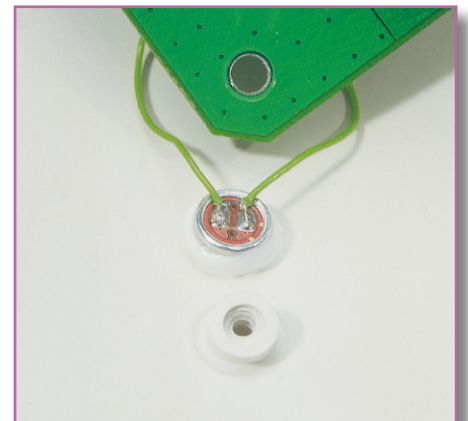


Bild 13: Korrekt angeschlossenes Mikrofon

Sprechen Sie jetzt laut und deutlich Ihr gewünschtes Triggerwort, während die rote LED leuchtet. Es folgt die Aufforderung: „Wiederholen Sie.“ Sagen Sie das gleiche Wort noch einmal. Wenn alles O. K. ist, meldet der FS20 SS „Akzeptiert. Adress-Setup“. Die genaue Beschreibung des FS20-Adresssystems können Sie später der dem Gerät beiliegenden Bedienungsanleitung bzw. den Anleitungen zu den FS20-Empfängern entnehmen.

Die Einstellung des vierstelligen Adresscodes für eine Speicherstelle erfolgt in der Weise, dass der FS20 SS nacheinander alle 4 Stellen der Adresse ansagt. Nach jeder Stelle haben Sie drei Sekunden Zeit, um mit der Taste den Wert der Stelle zu ändern. Jeder Tastendruck zählt den Wert zyklisch von eins bis vier hoch. Wenn 3 Sek. lang keine Taste gedrückt wird, wird der zuletzt gewählte Wert übernommen. Diese Einstellung erfolgt für alle vier Stellen der Adresse. Danach folgt die Meldung „Erkennungsmodus“, und der FS20 SS hört nun auf Ihr trainiertes Triggerwort.

Erkennung

Sagen Sie jetzt einmal Ihr Triggerwort, so wie Sie es trainiert haben. Sie sollten einen Piepton hören, und die rote LED sollte angehen. Falls nicht, probieren Sie es noch mal. Solange die LED leuchtet, erwartet der FS20 SS danach ein Kommandowort von Ihnen (Aus, Ein, Niedrig, Mittel, Voll). Sprechen Sie eines dieser Wörter. Der FS20 SS sollte das Wort erkennen und mit einem tiefen Piepton und Verlöschen der LED bestätigen. Voilà, Sie haben einen funktionierenden Spracherkennung!

Das Ganze macht natürlich erst Sinn, wenn Sie jetzt ein FS20-Gerät, z. B. einen Funk-Dimmer, mit der passenden Adresse programmieren und steuern können. Die Programmierung erfolgt in gewohnter Weise: z. B. Funk-Dimmer in den Programmiermodus versetzen und per Sprachsteuerung ein Kommando geben. Jedes erfolgreich erkannte Kommando bewirkt das Senden eines Funksignals, so dass sich die Programmierung mit jedem verfügbaren Kommando durchführen lässt. Nachdem der Dimmer auf den FS20 SS programmiert wurde, können Sie ihn nun per Sprachkommando bedienen. Probieren Sie mit einer Lampe aus, was die verschiedenen Kommandos bewirken.

So weit, so gut. Sie können es jetzt bei dem einen trainierten Triggerwort belassen, oder Sie können bis zu drei weitere Wörter trainieren. Begeben Sie sich dazu wieder in den Trainingsmodus. Wenn die Benutzernummer angesagt wurde, können Sie, wie beim Adress-Setup, mit der Bedientaste die vier Speicherplätze nacheinander durchschalten. Der zuletzt ausgewählte

Speicherplatz (Benutzer) wird beim folgenden Training überschrieben. Falls schon ein Wort für diesen Benutzer im Speicher vorhanden ist, fragt der FS20 SS, ob ein neues Training durchgeführt werden soll. Antworten Sie mit „Ja“ oder „Nein“. Anschließend wird wieder die aktuelle FS20-Adresse des Speicherplatzes angesagt, die Sie bei Bedarf ändern können.

Sie können entweder mehrere Triggerwörter dazu verwenden, um das gleiche Gerät zu schalten, z. B. wenn es von mehreren Personen bedient werden soll, oder Sie können bis zu vier unterschiedliche Geräte mit jeweils einem eigenen Namen individuell ansprechen. Die Zuordnung der Kommandos ist durch die einzeln einstellbaren Adressen sehr flexibel konfigurierbar. Lediglich der Hauscode ist für alle Geräte der gleiche. Die Hauscode-Einstellung wird durch einen langen Tastendruck gestartet und erfolgt genauso wie die Adresseinstellung, aber mit acht Stellen.

Hinweis: Das komplette Löschen des Speichers setzt den Hauscode und alle Adressen auf die Defaultwerte 11111111 und 4444 (Master) zurück.

Bedienung per Taster

Sie können nun ein bis vier FS20-Geräte per Sprachkommando steuern. Wenn Sie aber lieber einmal nichts sagen möchten, können Sie auch die Taste dazu verwenden. Ein kurzer Tastendruck aktiviert die Kommandoerkennung für den jeweils zuletzt aktiven Benutzer, bewirkt also praktisch das Gleiche, als wenn das zuletzt erkannte Triggerwort noch mal gesagt würde. Nun kann, solange die LED leuchtet, entweder eines der Kommandos gesagt werden oder das betreffende FS20-Gerät kann per nochmaligem Tastendruck gesteuert werden: Ein kurzer Tastendruck schaltet das Gerät ein und aus (Toggle-Funktion), ein langer Tastendruck bewirkt ein zyklisches Auf- und Abdimmen, bis die Taste losgelassen wird. Der Helligkeitswert bleibt im Dimmer gespeichert, bis per Dimm-Kommando ein neuer Wert vorgegeben wird.


Weiterführende Hinweise

Sie haben jetzt die Funktionsweise des FS20 SS kennen gelernt. Damit Sie aber den optimalen Nutzen daraus ziehen können, empfehlen wir Ihnen, sich die nachfolgenden Tipps und Tricks durchzulesen, denn eine gute Funktionsweise hängt stark davon ab, dass das Training richtig durchgeführt wird, dass geeignete Wörter ausgewählt werden und dass die richtigen Einstellungen für den jeweiligen Einsatzort und -zweck gewählt werden. Bedenken Sie, dass die erfolgreiche Spracherkennung nicht nur vom FS20 SS an sich abhängt,

sondern auch von der Akustik des Raumes und insbesondere von Ihnen als Sprecher der Wörter. So wie Sie sich z. B. auf einen Hund einstellen müssen, dem Sie ein Kommando antrainieren wollen, müssen Sie sich auch mit dem FS20 SS beschäftigen, um die optimale Funktion zu erreichen.

Wenngleich der FS20 SS mit modernster Spracherkennungstechnologie arbeitet, ist es trotzdem nur eine elektrische Maschine, die den Sinn Ihrer Kommandos nicht verstehen kann und die auf die vorgesehene Bedienung angewiesen ist, um richtig zu funktionieren. Selbst Ihr eigenes, extrem leistungsfähiges Gehirn versteht manchmal ein Wort falsch oder gar nicht. Erwarten Sie deshalb bitte nicht, dass der FS20 SS unter allen Umständen richtig reagiert, denn Spracherkennung ist keine exakte Wissenschaft und immer ein Kompromiss zwischen ausreichender Sicherheit gegen Störgeräusche und Toleranz gegenüber andersartiger Aussprache. Nehmen Sie sich etwas Zeit und spielen Sie mit den Funktionen des FS20 SS, um seine Eigenschaften kennen zu lernen.

Spracherkennung in der Praxis

Nach jedem Trainingsdurchlauf gelangen Sie automatisch in den Erkennungsmodus. Der FS20 SS hört jetzt ständig auf alle trainierten Triggerwörter. Dazu versucht er zunächst, einzelne Wörter aus der Fülle der Geräusche zu isolieren. Kommandos müssen immer von einer kurzen Pause am Anfang und am Ende eingerahmt werden. Wenn trainierte Wörter in einem fließend gesprochenen Text ohne ausreichende Pausen auftreten, kann der FS20-Sprachsensor diese Wörter nicht isolieren und wird nicht darauf reagieren. Der Sprachsensor kann den Sinn der Wörter, die Sie trainieren, nicht verstehen. Er vermag lediglich, einen Klang mit einem vorher trainierten Klang zu vergleichen und auf Ähnlichkeit zu überprüfen. Wenn Sie es wollen, wird es Ihnen leicht gelingen, ihn mit ähnlich klingenden Wörtern auszutricksen. Die Erkennung von Kommandowörtern können Sie ungefähr mit der eines trainierten Hundes vergleichen. Wenn Sie beispielsweise Ihren Hund darauf abgerichtet haben, Ihnen beim Kommando „Pantoffeln“ Ihre Hausschuhe zu bringen, dann wird er das wahrscheinlich auch tun, wenn Sie stattdessen „Kartoffeln“ sagen, obwohl das völliger Unsinn ist. Der Grund, warum Sie ein Spracherkennungssystem benutzen möchten, ist aber vermutlich nicht, dass Sie mit ihm lustige Wortspiele machen wollen, sondern vielmehr, dass Sie es sinnvoll und möglichst zuverlässig nutzen wollen. In der Bedienungsanleitung erhalten Sie daher einige wichtige Tipps, deren Einhaltung viel zur erfolgreichen Anwendung beiträgt. 

Poti ohne Schleifer:

- Verschleißfrei
- Vandalismussicher



TouchWheel TW 128 Auf Tuchfühlung bedient!

Das TouchWheel TW128 dient als Inkrementalgeber-Ersatz. Hierbei werden die Impulse jedoch nicht durch mechanische Betätigung erzeugt, sondern durch Kapazitätsänderung beim Berühren der Frontplatte. Hierdurch ist es möglich, gekapselte, vandalismussichere Drehgeber zu bauen, die eine Vielzahl von Aufgaben lösen können. Durch seine Open-Collector-Ausgänge ist das TW128 universell einsetzbar und kann auch bestehende Inkrementalgeber ersetzen.

Gefühltes „Poti“

Wohl jedem von uns sind berührungssensitive Schaltflächen bereits bekannt, am weitesten sind diese sicher in der Anwendung innerhalb so genannter Touchscreen-Bildschirme und an Haushaltsgeräten (Abbildung 1) verbreitet. Aber auch als vandalismussichere Tasten im öffentlichen Bereich, z. B. an Ampeln oder Aufzügen, sind derartige Schaltflächen im täglichen

Technische Daten: TW 128	
Spannungsversorgung:	5 V _{DC}
Stromaufnahme:	2 mA
Auflösung:	128 Schritte/ 360°
Abm. (B x H x T), mm:	70 x 32 x 53 (inkl. Frontplatte)

Gebrauch. Eine interessante Applikation hierzu findet sich auch in diesem „ELV-Journal“ in Form des Funk-Näherungsschalters FS20 SN.

Dass sich hingegen auch dynamische Bedienelemente wie Potentiometer oder deren digitale Verwandten, die Drehgeber (Inkrementalgeber), in ähnlicher Funktionsweise realisieren lassen, ist noch relativ unbekannt, da in der Praxis noch recht selten zu finden. Abbildung 2 zeigt einen Schieberegler in berührungssensitiver Technik. Das Gefühl, ein solches Element zu bedienen, ist etwas ungewohnt, aber jeder, der schon einmal ein Potentiometer, einen Schieberegler oder einen Drehgeber virtuell per Computermaus innerhalb eines PC-Programms bedient hat, kennt es – man gewöhnt sich schnell daran.

Die Vorteile derartiger Bedienelemente liegen auf der Hand – sie sind völlig verschleißfrei und extrem langlebig, da ohne jedes mechanisch bewegte Element aus-



Bild 1: Bereits weit verbreitet – berührungsempfindliche Tasten, hier für ein Haushaltsgerät (Foto: Quantum)

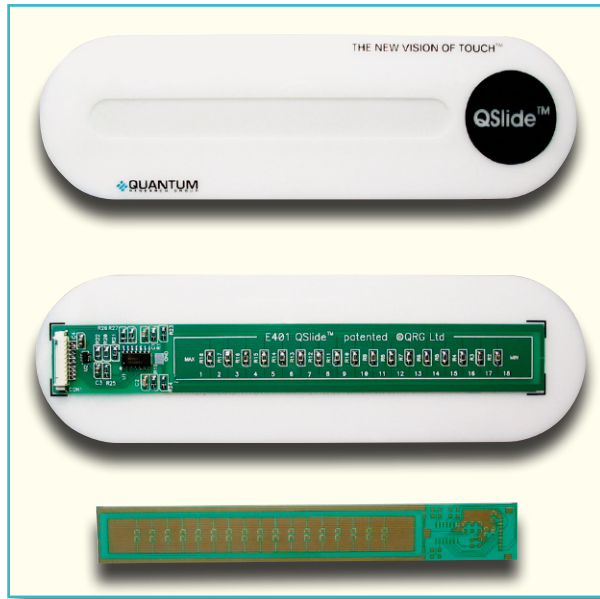


Bild 2:
Pendant zum
Drehsteller:
Berührungssensoren in
Schiebereglerform – die
QSlide-Serie
(Foto: Quantum)

geführt, vandalismus- und manipulationsicher. Im Endeffekt sind diese Sensoren, in großer Serie eingesetzt, weit billiger als etwa Drehgeber. Und sie bieten dem Gerätedesigner ungeahnte Möglichkeiten der Ausführung seiner Bedienfelder – so sind diese „touch sensors“, so die englische Bezeichnung dieser Bauelemente, z. B. auch sehr einfach von hinten beleuchtbar (Abbildung 3 zeigt einen hinterleuchteten Mehrfach-Tastensensor mit Glasfront), ohne dazu zusätzlich Lichtleiter o. Ä. einsetzen zu müssen. Die Bedienflächen sind hinter jedem nicht leitenden Material (Glas, Kunststoff o. Ä.) installierbar und können so vor nahezu beliebigen Umwelteinflüssen geschützt untergebracht werden.

Genau so ein Sensor, ein QT 510 von Quantum, bildet die Grundlage der Konstruktion unseres TW 128. Dieser geht weit über die einfache Tastensensor-Anwendung hinaus – er kann als vollwertiger Inkrementalgeber-Ersatz (Touch Wheel) arbeiten und realisiert auf 360 Grad Drehwinkel 128 Impulsschritte, mit entsprechender Indikation der „Drehrichtung“. Die Bedienung erfolgt ganz einfach durch Berühren mit dem Finger und Bewegen des Fingers in die gewünschte Richtung.

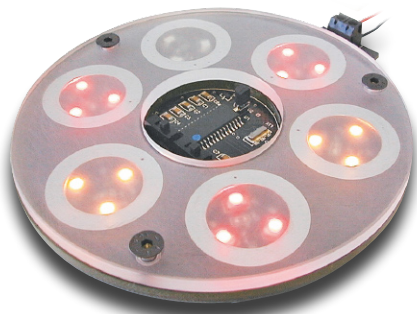


Bild 3:
Berührungssensoren sind hervorragend für die Hinterleuchtung geeignet (Foto: Quantum)

Bild 4:
Der TW 128 bildet exakt das Signalverhalten eines Inkrementalgebers ab.

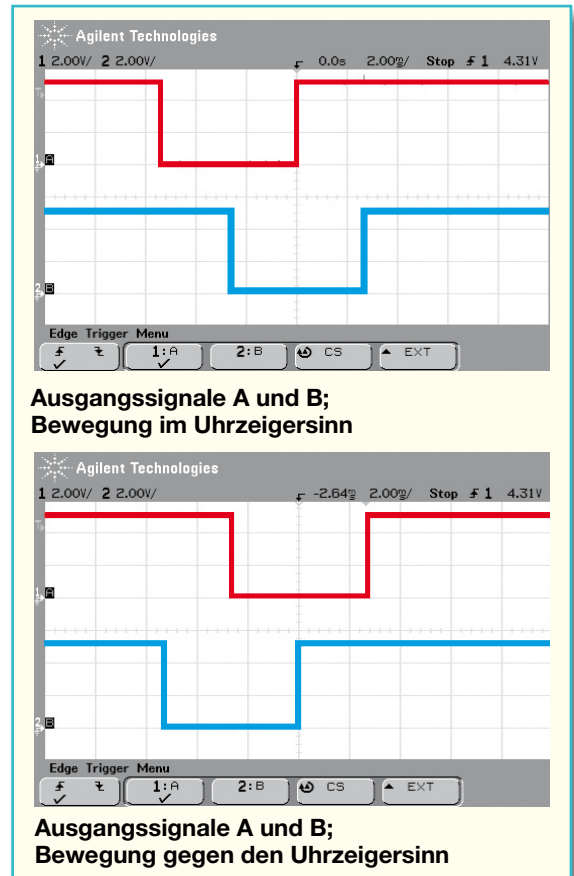
Das ausgangsseitige Verhalten des TW 128 ist in Abbildung 4 illustriert. Hier erkennt man sehr schnell, dass das Signalverhalten voll dem eines Inkrementalgebers entspricht, der auf dem richtungsabhängigen Auslösen integrierter Taster beruht. Durch Bewegen des Fingers erzeugt das Touch Wheel an den Ausgängen A und B bzw. C und D Impulsfolgen wie bei einem Inkrementalgeber. Die Ausgangssignale an C und D entsprechen den Signalen an A und B, sind jedoch für die direkte Ansteuerung eines Controllers vorgesehen, der 3-V-Logikpegel auswerten kann. Als Beispiel betrachten wir anhand der Oszillogramme in Abbildung 4 das „Drehen“ im Uhrzeigersinn: Erst wird A (bzw. C) und dann wird B (bzw. D) auf „low“ gezogen (siehe auch Oszillogramme). Aus dem Impulsverlauf entnimmt der auswertende Mikroprozessor die Drehrichtung, die Schrittzahl und die Schrittgeschwindigkeit. Beim TW 128 sind die Schaltkontakte A und B des Inkrementalgebers durch Open-Collector-Schaltausgänge nachgebildet.

Damit sind alle klassischen Anwendungsgebiete des Inkrementalgebers wie Menüauswahl oder Analogwerteingabe, mit diesem Sensor zugänglich.

Wenden wir uns kurz dem Funktionsprinzip des Sensors zu.

Wie funktioniert's?

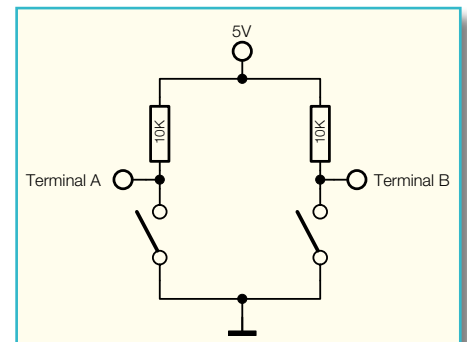
Der Sensor arbeitet grundsätzlich nach



Ausgangssignale A und B;
Bewegung im Uhrzeigersinn

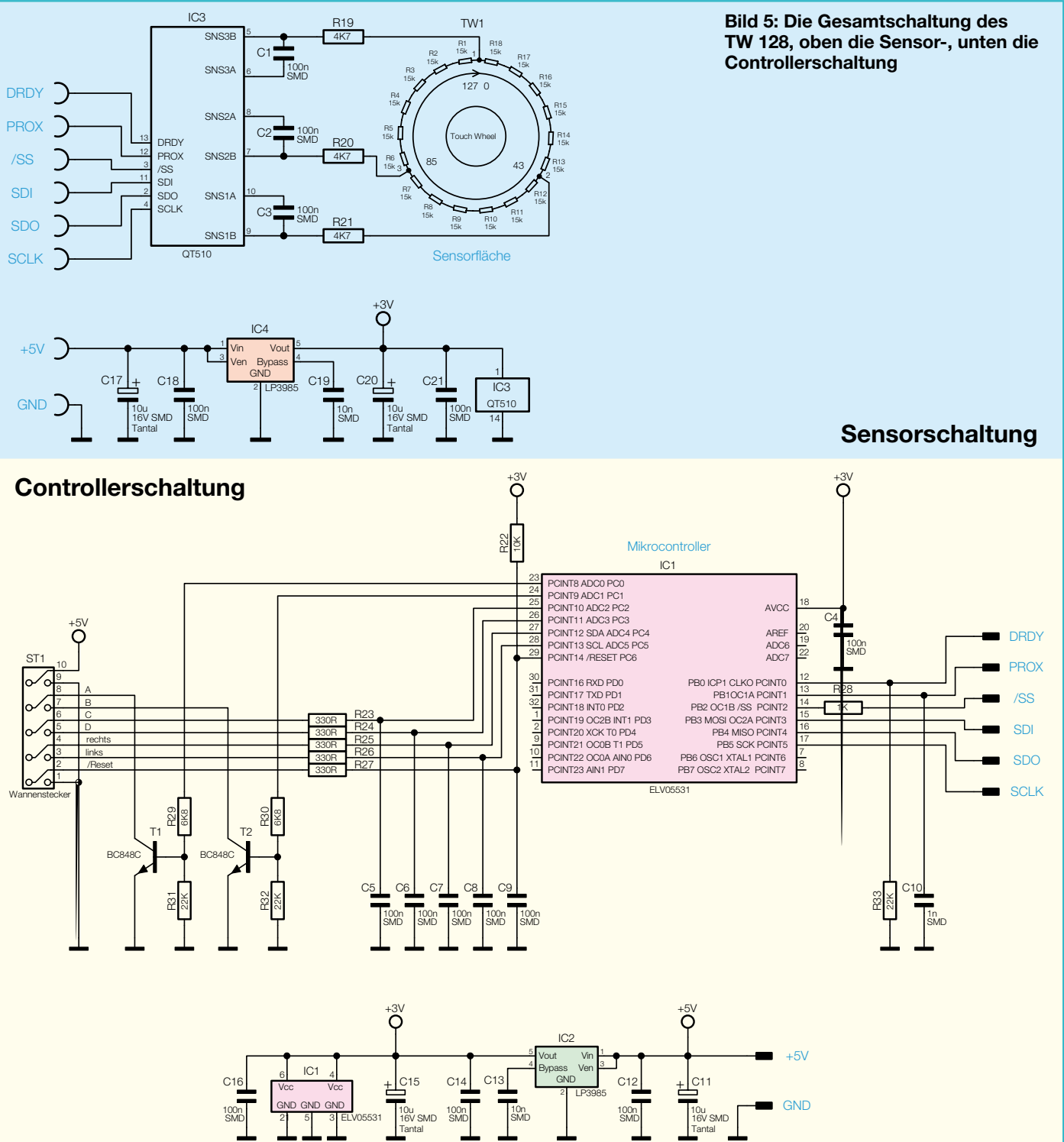
Ausgangssignale A und B;
Bewegung gegen den Uhrzeigersinn

dem Prinzip des kapazitiven Näherungssensors, bei dem ein elektrisches Feld durch das Annähern der menschlichen Hand, die bestimmte dielektrische Eigenschaften aufweist, die sie etwa von der Luft oder Gegenständen unterscheiden, verändert wird. Beim hier eingesetzten Sensor wurde das Prinzip modifiziert. Heraus kam ein patentierter Sensor, der nach dem Charge-Transfer-Verfahren (Ladungstransfer, QT) zur Bestimmung von Kapazitätsänderungen arbeitet. Dabei erfolgt die Messung nach einem elementaren Prinzip der Physik – der Ladungserhaltung. Hier wird eine Elektrode mit unbekannter Kapazität über elektronische Schalter auf ein bekanntes Potential aufgeladen. Dann wird die resultierende (unbekannte) Ladung in eine Messschaltung gegeben und ermittelt. Durch ein- oder mehrfaches Laden und Messen kann die



Die Anschlussbelegung eines Inkrementalgebers

Bild 5: Die Gesamtschaltung des TW 128, oben die Sensor-, unten die Controllerschaltung



Kapazität der Elektrode bestimmt werden. Bereits geringe Abweichungen der gemessenen Ladung (z. B. durch Annähern der Hand an das Touch Wheel) können erkannt und ausgewertet werden.

Über eine ausgeklügelte Beschaltung mehrerer Ring-Sensorelektroden mit Widerständen und mit dem Sensorschaltkreis, der zusammen mit den Widerständen drei Kapazitäts-, „Abtast“-Regionen (Samples) auswertet, kann so die Bewegungsrichtung ermittelt und entsprechend aufbereitet werden. Der Sensor erzeugt eine Auflösung von 7 Bit über den „Drehwinkel“ von 360 Grad

und gibt so 128 Schritte (0...127) je Umdrehung über ein Serial Peripheral Interface (SPI, synchroner, serieller Datenbus mit Master-Slave-Kommunikation zwischen einem Host-Controller und prinzipiell beliebig vielen, parallel geschalteten Bussteilnehmern) an den auswertenden Controller aus. Über das Interface sorgt dieser auch für die Steuerung des komplexen Sensorschaltkreises, z. B. ein Reset.

Der Sensor kann hinter bis zu drei Millimeter dicken, nicht leitenden Panels (Frontplatten) untergebracht und auch mit Handschuhen bedient werden.

Aufgrund des einfachen Aufbaus ist er inzwischen recht preiswert verfügbar und kann so in vielen Applikationen zum Einsatz kommen, um die eingangs erwähnten Eigenschaften zu realisieren.

Der TW 128 ist als kompakter Baustein im Sandwich-Format konstruiert und kann so sehr einfach in eigenen Applikationen und Gehäusen installiert werden.

Schaltung

Die Schaltung (Abbildung 5) besteht aus zwei Teilen, dem Sensor- (oben) und

dem Controllerteil (unten), die über die bereits erwähnte SPI-Schnittstelle verbunden sind. Jeder Teil verfügt über eine eigene Aufbereitung der Spannungsversorgung.

Sensorschaltung

Hier ist der detaillierte Aufbau des Touch Wheels zu sehen. Rechts befindet sich die Sensorfläche TW 1 mit den zwischen den einzelnen Abschnitten der Ring-Elektrode geschalteten Widerständen R 1 bis R 18. Die RC-Kombinationen C 1/R 19, C 2/R 20 und C 3/R 21 bilden jeweils einen Tiefpass, der Störfelder von den empfindlichen Sensoreingängen fernhalten soll. Die Hauptfunktion von C 1 bis C 3 ist jedoch der Messwertabgleich mit den Eigenschaften des Touch Wheels.

Dessen Empfindlichkeit ist abhängig von der Dicke und dem Material des Panels vor dem Sensor. Das beste Material ist dünnes Glas, das schlechteste dicker Kunststoff (max. 3 mm).

Die hier gewählten Werte für die so genannten „charge-sensing sample“-Kondensatoren ist ein durch die Hersteller-Applikationsvorschrift empfohlener Wert, der auf das hier verwendete Panel abgestimmt ist.

Während des Betriebes wird periodisch eine Drift-Kompensation ausgeführt (zur Kompensierung von Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen).

Die Kommunikation zwischen dem Sensor-Schaltkreis IC 3 und dem auswertenden und steuernden Prozessor IC 1 erfolgt über die bereits erwähnte SPI-Schnittstelle, zu der die Anschlüsse SDI (serial data input), SDO (serial data output), SCLK (serial clock input) sowie zusätzlich die Leitung \overline{SS} (slave select) gehören. „Input/Output“ bezieht sich immer auf den Sensor-Schaltkreis.

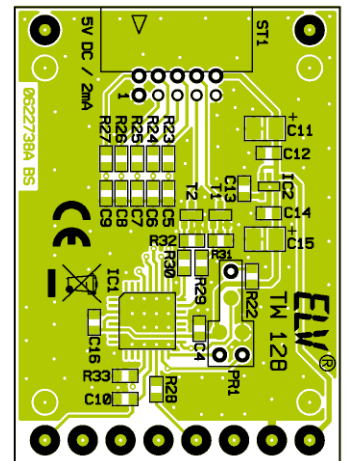
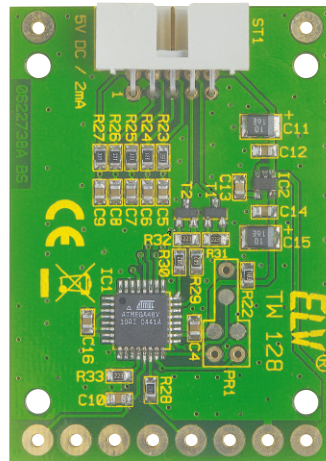
Während über die drei erstgenannten Busleitungen der normale Datenverkehr zwischen IC 1 und IC 3 abgewickelt wird, gehört es zu den Eigenheiten des SPI, dass der jeweilige Busteilnehmer (Slave) über die \overline{SS} -Leitung angesprochen wird. Ist der QT 510 bereit zur Datenübermittlung, geht die Ready-Leitung DRDY auf „high“ und signalisiert dem Controller, dass die Datenabfrage beginnen kann. Zusätzlich übermittelt die Leitung PROX ein High-Signal, wenn eine Kapazitätsänderung (also z. B. das Berühren von TW 1 mit einem Finger) stattfindet.

IC 4 erzeugt aus der 5-V-Versorgungsspannung eine stabile 3-V-Spannung für IC 3. Die Kondensatoren C 17 bis C 20 dienen der Siebung und Störunterdrückung, C 21 blockt Störungen unmittelbar an IC 3 ab.

Controllerschaltung

Hier befindet sich der Mikrocontroller

Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des TW 128 mit zugehörigem Bestückungsplan



IC 1 als auswertendes und steuerndes Zentrum der Schaltung.

Auf der Sensor- bzw. SPI-Seite sorgen C 10 und R 28 für die Unterdrückung von Störungen auf den entsprechenden Leitungen, R 33 legt die DRDY-Leitung bei Inaktivität auf Low-Pegel. C 4 unterdrückt Störungen auf der Betriebsspannungsleitung unmittelbar am Controller.

R 22 dient einem sicheren Start des Controllers beim Einschalten der Betriebsspannung. Die RC-Glieder R 23/C 5 bis R 27/C 9 fungieren als Störunterdrückung auf den Leitungen zu ST 1.

Die beiden Open-Collector-Transistorstufen mit T 1 und T 2 stellen den direkten Ersatz der beiden Inkrementalgeber-Kontakte dar. Sie wurden gewählt, um auch Geräte mit anderen Betriebsspannungen als 3 V, der Betriebsspannung des Controllers, ansteuern zu können.

Wollen wir jetzt einmal die einzelnen Ausgangssignale und ihre Funktion betrachten:

- *A und B:* Hier arbeiten die beiden eben diskutierten Open-Collector-Ausgangsstufen, die jeweils einen der Inkrementalgeber-Kontakte ersetzen. Bei Betätigung an TW 1 im Uhrzeigersinn wird erst A (T 1) und danach B (T 2) auf Masse gezogen (siehe auch die entsprechenden Oszillogramme in Abbildung 4). Bei Betätigung gegen den Uhrzeigersinn hingegen erfolgt die Ansteuerung der Transistoren in umgekehrter Reihenfolge (siehe auch hierzu die Oszillogramme in Abbildung 4).
- *C und D:* Diese beiden Ausgänge reagieren wie A und B, führen jedoch alternativ zu A und B 3-V-Logikpegel. Sie können zur direkten Ansteuerung eines externen Controllers dienen, sofern dieser ebenfalls 3-V-Logikpegel verarbeiten kann.
- *rechts:* Bei Betätigung von TW 1 im Uhrzeigersinn erscheint an diesem Ausgang bei jedem der 128 möglichen Schritte für ca. 8 ms High-Pegel.
- *links:* Bei Betätigung von TW 1 gegen den Uhrzeigersinn erscheint an diesem

Ausgang bei jedem der 128 möglichen Schritte für ca. 8 ms High-Pegel.

An die beiden Ausgänge C/D sowie „links/rechts“ können auch Kontroll-LEDs direkt angeschlossen werden, in diesem Fall fungieren R 23 bis R 26 als LED-Vorwiderstände.

- *Reset-Eingang:* Der Eingang „Reset“ ist low-aktiv. Wird dieser auf „low“ gezogen, erfolgt ein Reset des Controllers IC 1. Dieser startet dann auch den QT 510 neu. Nach dem Einschalten bzw. einem Reset führt der QT 510 eine automatische Kalibrierung durch. Während dieser Kalibrierung sollte das TW128 sich in der später gewünschten Lage befinden und nicht berührt werden.

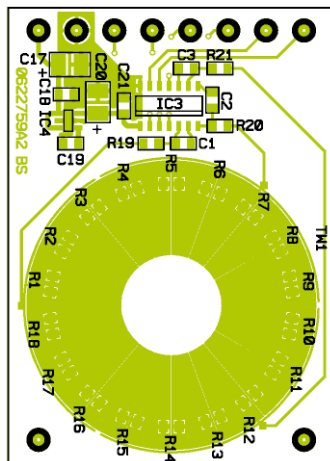
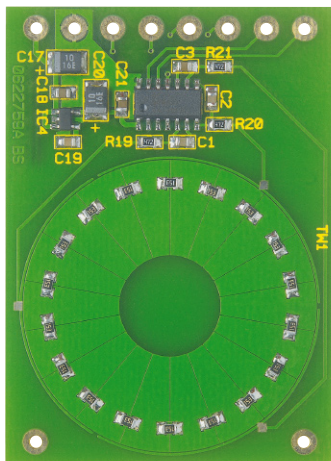
Die 3-V-Stromversorgung mit IC 2 und C 11 bis C 15 entspricht der der Sensorschaltung und erzeugt hier die 3-V-Betriebsspannung für IC 1.

Nachbau

Der Aufbau des TW 128 erfolgt entsprechend des Schaltungsaufbaus auf zwei Platinen, der Sensor- und der Basisplatine. Beide sind bereits mit allen SMD-Bauteilen bestückt, so dass die oft schwierig auszuführende SMD-Bestückung für den Nachbau entfällt. Diese Bestückung ist lediglich anhand von Bestückungsplan, Stückliste, Bestückungsdruck und ggf. unter Zuhilfenahme der Platinenfotos auf Fehlbestückung, Lötbrücken usw. zu kontrollieren. So beschränken sich die Lötarbeiten auf wenige Bauteile. Dennoch ist bei der Bestückung und Montage äußerste Sorgfalt walten zu lassen, da beides sehr exakt erfolgen muss, um die sichere Funktion des Sensors zu gewährleisten.

Die Bestückung beginnt mit der des Wannensteckers ST 1. Dessen Kontakte sind so in die Basisplatine (Bestückungsseite) einzusetzen, dass der Steckerkörper völlig plan auf der Platine aufliegt. Erst dann sind seine Kontakte auf der Lötseite mit reichlich Lötzinn zu verlöten.

Danach werden von der Lötseite her die



Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine des TW 128 mit zugehörigem Bestückungsplan

Lötstifte so eingesetzt und auf der Bestückungsseite verlötet, dass ihre Stopp-Kragen auf der Platine aufsitzen (siehe auch Abbildung 6).

Beim nun folgenden Einsetzen und Verlöten der Lötstifte mit der Sensorplatine, beides von der Bestückungsseite her, ist strikt darauf zu achten, dass die Lötstifte keinesfalls auf der Oberseite der Platine herausragen (Abbildung 7). Ansonsten ist die plane und festsitzende Montage der

ist mit einem Pfostensteckverbinder zu versehen. Auf dessen Messerkontakte ist das Flachbandkabel aufzuquetschen. Dafür setzt man zweckmäßigerweise eine spezielle Quetschzange ein. Aber auch das Aufpressen mit Hilfe eines Schraubstocks ist möglich, da auch hier die Kraftübertragung gleichmäßig über die gesamte Kabelbreite erfolgt. Das Flachbandkabel ist gerade in den Pfostenverbinder zu legen, und anschließend werden beide Hälften des Pfos-

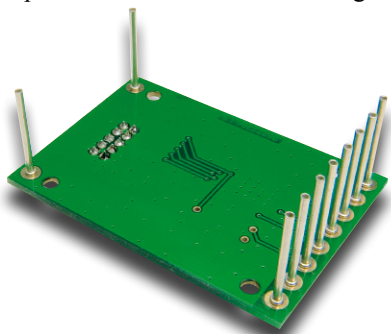


Bild 6: Die Montage der Lötstifte in der Basisplatine – Einsetzen bis zum Stopp-Kragen und auf der Bestückungsseite verlöten

Frontplatte (Panel) nicht gewährleistet und die Funktion des Sensors zumindest eingeschränkt.

Nun erfolgt das Aufkleben der Frontplatte auf die Leiterseite der Sensorplatine mittels doppelseitigem Klebeband. Bevor man daran geht, sollte man sich die Abbildungen 8 und 9 ansehen. Hier erkennt man, dass die Sensorplatine genau innerhalb der gekennzeichneten Markierungen der Frontplatte zu platzieren ist und dass die Bedienflächen-Bedruckung der Frontplatte (heller Kreis) auf der Seite zu positionieren ist, auf der auch die Sensorfläche liegt. Dies kann man auch gut daran erkennen, dass auf dieser Seite der Wannenstecker auf der Basisplatine sitzt. Damit ist die Montage des TW 128 abgeschlossen.

Zum Schluss noch einige Hinweise zur Montage des Flachbandkabels auf den in den Wannenstecker zu steckenden Pfostenverbinder. Eine Seite des Flachbandkabels

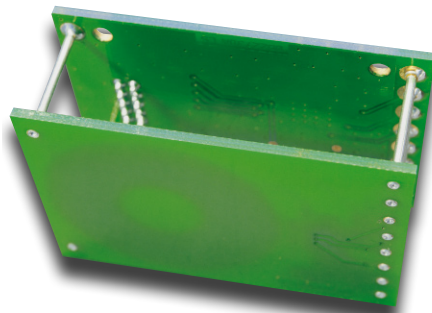


Bild 7: Die Lötstifte dürfen nicht durch die Sensorplatine ragen.

tenverbinders langsam und vorsichtig zusammengequetscht. Das überstehende Kabelende schneidet man mit einem scharfen Messer direkt am Stecker ab. Zur Identifizierung von Pin 1 ist am Pfostenverbinder eine kleine Markierung angebracht.

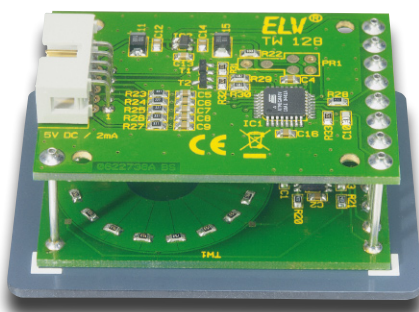


Bild 8: Montage der Sensorplatine auf der Frontplatte – sie muss genau in den Markierungen der Frontplatte sitzen

Stückliste: TouchWheel TW 128	
Widerstände:	
330 Ω/SMD/0805	R23–R27
1 kΩ/SMD/0805	R28
4,7 kΩ/SMD/0805	R19–R21
6,8 kΩ/SMD/0805	R29, R30
10 kΩ/SMD/0805	R22
15 kΩ/SMD/0805	R1–R18
22 kΩ/SMD/0805	R31–R33
Kondensatoren:	
1 nF/SMD/0805	C10
10 nF/5 %/SMD/0805	C13, C19
100 nF/SMD/0805	C1–C9, C12, C14, C16, C18, C21
10 µF/16 V/SMD	C11, C15, C17, C20
Halbleiter:	
ELV05531/SMD	IC1
LP3985IM5-3.0/SMD	IC2, IC4
QT510-ISG/SMD	IC3
BC848C	T1, T2
Sonstiges:	
Wannenstecker, 10-polig, winkelprint	ST1
10 Lötstifte, ø 1,5 x 20 mm	
1 Pfostenverbinder, 10-polig	
1 Frontplatte mit Klebeband, bearbeitet und bedruckt	
20 cm Flachbandkabel, AWG28, 10-polig	

Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme des TW 128 ist zu beachten, dass das Gerät sich dabei in der späteren Gebrauchslage und, wenn möglich, der endgültigen Umgebung befinden muss und einige Sekunden nicht berührt werden sollte, um ein ordnungsgemäßes Kalibrieren zu ermöglichen. Das erfolgt nach jedem Zuschalten der Betriebsspannung automatisch. **ELV**



Bild 9: Frontplatte und Platine müssen wie gezeigt so montiert werden, dass sich Bedienfeld und Wannenstecker auf der rechten Seite befinden.



Satellitenempfang, Teil 10

– Satellitenreceiver –

Die Digitaltechnik eröffnet dem Medium Fernsehen neue Dimensionen. Das digitale Satellitenfernsehen wird seinen analogen Vorgänger bald verdrängt haben. Es gibt eine Vielzahl von Empfangs-, Speicher- und Wiedergabemöglichkeiten. Freie und verschlüsselte Programme kommen heute über Beistellboxen ohne und mit wechselbaren Conditional Access Modules (CAM) oder eingebetteten Entschlüsselungssystemen zur Wiedergabe auf Röhren- oder Flachbildschirmen. Gespeichert wird auf integrierten Festplatten, die das bisher unbekannte Time-Shifting, also das zeitversetzte Sehen, ermöglichen. Weil die Inhalte des Digitalfernsehens ja nichts anderes als entsprechend organisierte Daten sind, bietet sich der PC mit Sat-TV-Receiver in Form einer Steckkarte oder als USB-Box mit einem hochwertigen Bildschirm als vollwertige Alternative zur herkömmlichen „Glotze“ an. Ebenfalls neu sind die Möglichkeiten, das Videomaterial im PC zu bearbeiten, auf DVD zu brennen und über das heimische Ethernet (LAN) oder drahtlos (WLAN) zu verteilen.

Satellitenreceiver

Vor 15 Jahren begann der Satellitenempfang für jedermann (DTH: Direct to Home) mit gerade mal 16 analogen Programmen vom ersten ASTRA-Satelliten 1A in der Orbitposition 19,2° Ost. Kaum jemand konnte sich damals vorstellen, wie durch die Kopositionierung mehrerer Satelliten, Erweiterung des Sendefrequenzbereichs und dessen effizientere Nutzung durch digitale Techniken ein überwältigendes internationales Angebot an TV- und Hörfunkprogrammen und Datenströmen mit einer

einzigsten Antenne ab 35 cm Durchmesser empfangbar sein würde. Für den Satellitenempfänger in Gestalt eines Beistellgerätes zum Fernsehapparat (STB: Set-Top-Box) gibt es inzwischen zahlreiche Gestaltungsvarianten – insbesondere für den digitalen Satellitenempfang. Da gibt es Empfangsgeräte als Set-Top-Box für freie Programme (FTA: Free to Air) und verschlüsselte mit integrierter Entschlüsselungstechnik (embedded: eingebettet) oder austauschbarem Decodiermodul (CA-Steckmodul mit Smart-Card), mit Festplatte (HDD: Hard Disk Drive) als digitalem Speichermedium und USB-Schnittstelle zum Aufzeichnen

des Programms auf einem externen PC. In großer Vielfalt ist der Satellitenreceiver auch in Form einer Steckkarte und als USB-Box für den PC ohne und mit CA-Modulanschluss erhältlich.

Der folgende Artikel will erklären, wie die verschiedenen Bauformen funktionieren und welche Besonderheiten sie aufweisen.

Die analoge Set-Top-Box – eine aussterbende Gattung

Fast alle analogen Programme werden zunehmend auch digital ausgestrahlt und

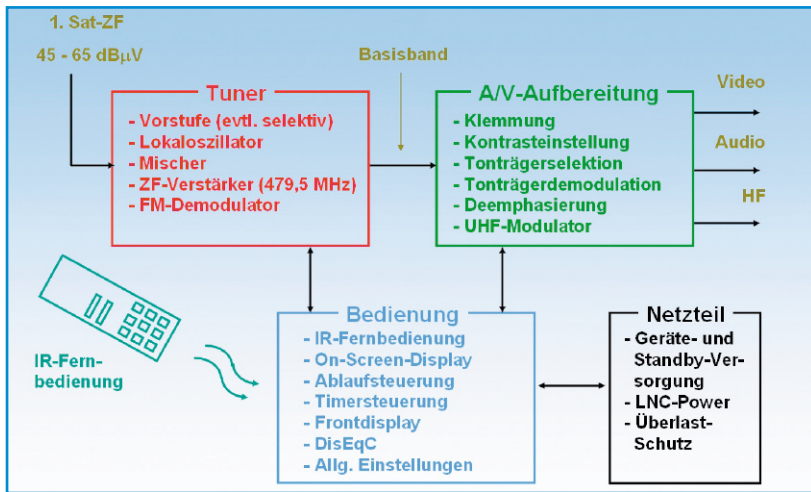


Bild 1: Die wesentlichen Baugruppen eines analogen Sat-Receiver

meist nach einer teuren Simulcastphase (parallele analoge und digitale Verbreitung) abgeschaltet. Neue Programme gehen ohnehin nur digital auf den Satelliten. Entsprechend nimmt die Zahl der neu verkauften oder noch eingesetzten analogen Sat-Receiver ab. Man kann davon ausgehen, dass spätestens 2010, wenn der Übergang von analog auf digital abgeschlossen sein soll, alle Satellitenempfangsanlagen „digitaltauglich“ gemacht sein müssen. Dann sind sowohl das Low-Band als auch das High-Band ausschließlich mit Digitalprogrammen gefüllt, und die Umstellung auf einen Universal-LNB und entsprechende Multischalter ist notwendig, wenn man nicht auf die Hälfte der Programme verzichten will.

Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild eines Analogreceivers. Wir wollen es kurz erläutern. Am Antenneneingang des Receivers steht die 1. Sat-ZF im Bereich von 950 bis 2050 MHz als Ausgangssignal des LNBs mit einem Pegel von 45 bis 65 dBμV an. Der Tuner dient der Abstimmung (to tune: abstimmen, einstellen) auf die Frequenz des gewünschten Programms. Das Signal durchläuft dabei eine Vorstufe (breitbandig oder selektiv) und gelangt dann auf den Mischer. Dieser setzt es nach Maßgabe der Lokaloszillatorfrequenz auf die 2. Sat-ZF von ca. 480 MHz um, die nochmals verstärkt und frequenzdemoduliert wird. Das Ausgangssignal des Tuners ist das in Teil 3 dieser Serie („ELVjournal“ 1/05) beschriebene so genannte Basisband. Es enthält das Luminanz- und Chromaspektrum des Video-Signals sowie eine Reihe von Tonträgern. Sie werden in der A/V-Aufbereitung

ausgewertet: Die Klemmung beseitigt das überlagerte Energieverwischungssignal, die Kontrasteinstellung gleicht vom FM-Hub abhängige Bildkontrastunterschiede aus, die gewünschten Tonträger werden selektiert. Die sendeseitige Ton-Preem-

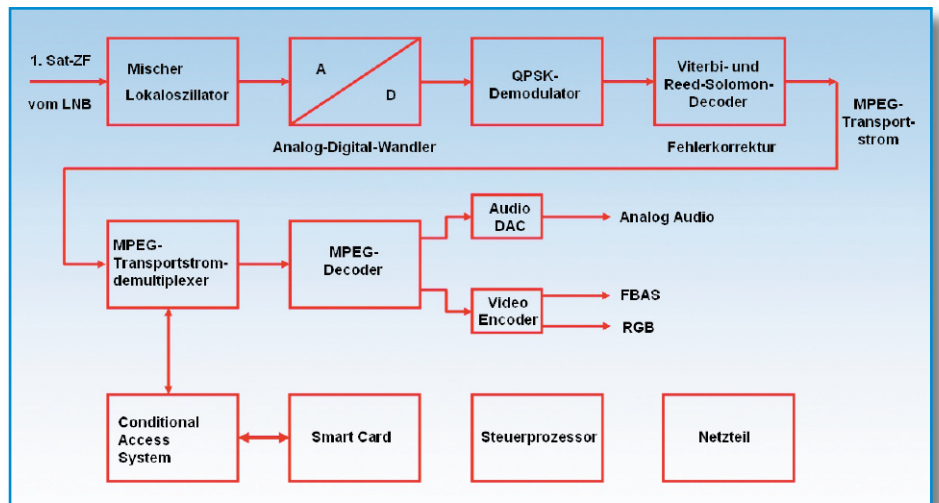


Bild 3: Stark vereinfachtes Blockschaltbild eines DVB-S-Receiver

phase (feste oder dynamische Anhebung der hohen Audiofrequenzen nach dem Wegener-Panda-Verfahren zur Verbesserung des Geräuschspannungsabstands) wird rückgängig gemacht und das Audio- und Video-Signal über eine Scart-Buchse und meist zusätzlich über getrennte Cinch-Buchsen für Video und/oder Audio-Links und Audio-Rechts zum Anschluss an eine Stereoanlage ausgegeben (Abbildung 2). Für die Verwendung an älteren Fernsehapparaten ohne Scart-Eingang haben manche Receiver einen einfachen Modulator, des-

sen Ausgangssignal (TV OUT) im Bereich des Kanals 36 in die Antennenbuchse des Fernsehgeräts eingespeist wird. Die Modulatorausgangsfrequenz kann der Benutzer entweder mit einem Schraubenzieher (CH) oder per Bildschirmenü in einem gewissen Bereich wählen, um Überschneidungen mit den über ANT-IN-Eingang zugemischten terrestrischen Programmen zu vermeiden.

Ein Schalter TEST bewirkt die Ausgabe eines einfachen Testsignals (meist schwarz-weiße vertikale Balken) zum leichteren Auffinden der Modulatorausgangsfrequenz. Die zweite Scart-Buchse dient dem Anschluss eines Videorecorders (VCR SCART).

Der dritte Funktionsblock Bedienung erfüllt die Aufgaben der Interaktion des Receivers mit einem Multischalter durch Bereitstellen von 14/18 V, 0/22 kHz (manchmal auch DiSEqC-Signalen) zur Wahl der Sat-ZF- und Polarisationssebene und wertet die Steuerbefehle der Infrarot-Fernbedienung aus. Ferner werden hier die Bild-

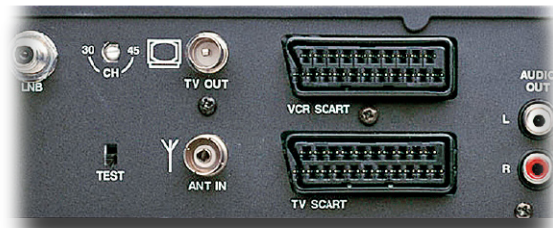


Bild 2: Die Schnittstellenbestückung analoger Sat-Receiver war eher spärlich.

schirmmenüs und -einblendungen und die Ansteuerungssignale für das Frontdisplay erzeugt.

Das Netzteil versorgt den Receiver und den LNB (falls direkt oder über passiven Multischalter angeschlossen) mit Strom. Eine Überlastsicherung verhindert im Kurzschlussfall Schäden am Receiver.

Es ließe sich noch viel zu der Schaltungstechnik analoger Sat-Receiver und den Verfahren der analogen Signalverschlüsselung sagen, aber wegen der abnehmenden Bedeutung dieser Gattung wollen wir es dabei bewenden lassen.

Digitale Satellitenreceiver

Die ersten digitalen Satellitenreceiver waren nur für den Empfang unverschlüsselter Digitalprogramme (FTA: Free to Air) mit DVB-S-Modulation (QPSK) und MPEG-2-

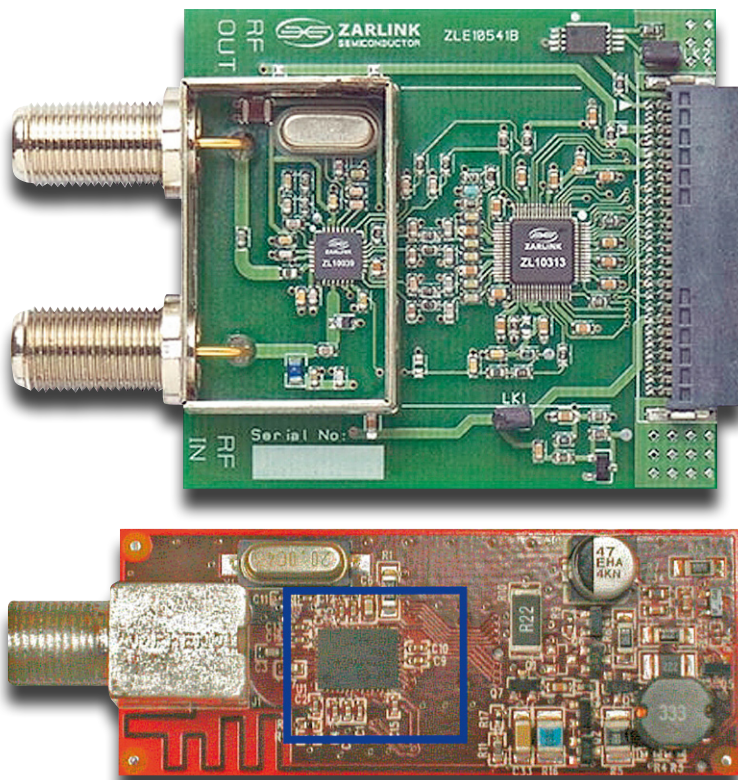


Bild 4: Ein Chip für das Frontend und einer für den Transportstrom. (Quelle: Zarlink)



Bild 7: Das Conditional Access Module öffnet die Tür zu den verschlüsselten Programmen. (Quelle: MASCOM)

vom Typ II (86,5 x 54 x 5 mm) mit einer zweireihigen stirnseitigen Buchsenleiste (2 x 32 Pins) zur Verbindung mit dem CI (Common Interface: definierte Schnittstelle zur Verbindung des Transportstrom-Demultiplexers mit dem CA-Modul) untergebracht und enthalten die Hardware zum Entschlüsseln des spezifischen Verschlüsselungssystems. Das Modul wird durch das Einschieben einer gültigen „Smart Card“ (gleich einer Kreditkarte) mit dem Schlüssel und weiteren Betriebsparametern ver-

Bild 5: Von der Antennenbuchse bis zum Transportstrom inkl. DiSEqC-Signalerzeugung – alles auf einem Chip. (Quelle: Silicon Laboratories)

Codierung ausgelegt. Abbildung 3 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild. Die gewünschte Empfangsfrequenz (Transponder) wird vom Tuner mittels Lokaloszillatorfrequenz und Mischer aus dem breitbandigen Ausgangsspektrum des LNBS selektiert. Es folgt ein A/D-Wandler, der den nachfolgenden QPSK-Demodulator speist. Nach der Fehlerkorrektur (FEC) steht der Transportstrom zur Verfügung, der alle Programme in dem Bouquet des gewählten Transponders enthält. Für alle bis jetzt genannten Aufgaben gibt es schon Zwei- und Ein-Chip-Lösungen (Abbildung 4, Abbildung 5). Das hochfrequente Signal an der Antennensteckdose wird bei ihnen durch Mischen mit einer geeigneten Oszillatorfrequenz nicht in eine zweite Zwischenfrequenz (480 MHz), sondern direkt in die Basisbandlage (ZIF: Zero Intermediate Frequency) gebracht. Hier erfolgt die A/D-Wandlung, und die weitere Signalverarbeitung wird durchgängig digital ausgeführt.

Das ist ein gewaltiger Schritt in Richtung höherer Integrationsgrade und macht Ein-Chip-Lösungen erst möglich.

Aus dem Transportstrom wird vom MPEG-Transportstrom-Demultiplexer der Datenstrom des gewünschten Programms herausgelöst und vom MPEG-Decoder in einen Video-Datenstrom und einen Audio-Datenstrom gewandelt. Diese durchlaufen nach entsprechender Aufbereitung jeweils einen Digital-Analog-Wandler und dienen dann der analogen Ansteuerung des Fernsehgeräts über die Scart-Buchse oder eines Hi-Fi-Verstärkers über Cinch-Anschlüsse.

Receiver, die auch für den Empfang verschlüsselter Programme (encrypted programs, z. B. für Pay-TV) vorbereitet sind, haben meist ein oder zwei Steckplätze für so genannte CAMs (CAM: Conditional Access Modules) (Abbildung 6). Sie sind in PCMCIA-Gehäusen (PCMCIA: Personal Memory Card International Association)



Bild 8: Die Smart Card aktiviert das Conditional Access Module. (Quelle: MASCOM)

sorgt und somit aktiviert. Manche CAMs sind sogar für zwei Verschlüsselungssysteme ausgelegt (Abbildung 7, Abbildung 8). Über den Verkauf der Smart Cards finanziert der Anbieter seine Programme. Manche digitalen Sat-Receiver verfügen über ein integriertes Entschlüsselungssystem (embedded: eingebettet), welches manchmal sogar ohne Smart Card funktioniert (z. B. Neotion Crypt). Wenn solche Receiver nicht zusätzlich mindestens einen CAM-Steckplatz aufweisen, lassen sie sich nicht für andere als das eingebettete Verschlüsselungssystem verwenden. Die Zahl der Verschlüsselungssysteme ist so groß (AlphaCrypt, Aston, Cryptoworx, Conax, DreamCrypt, easy TV, Irdeto, NagraAladin, Nagravision, Premiere, Seca, Skycrypt, Viaccess ...), dass ihre detaillierte Beschreibung den Rahmen sprengen würde.

Einen schönen Zusatznutzen bieten Satellitenreceiver mit einer USB-Schnittstelle (USB: Universal Serial Bus). Über sie lässt sich der MPEG-Programmstrom auf einen PC leiten, wo er – evtl. nach dem Herausschneiden von Werbeblöcken – auf eine CD/DVD gebrannt werden kann. Wir



Bild 6: Hinter einer Klappe in der Frontplatte dieses Sat-Receivers sind die Einschubschächte für zwei CA-Module zu sehen.

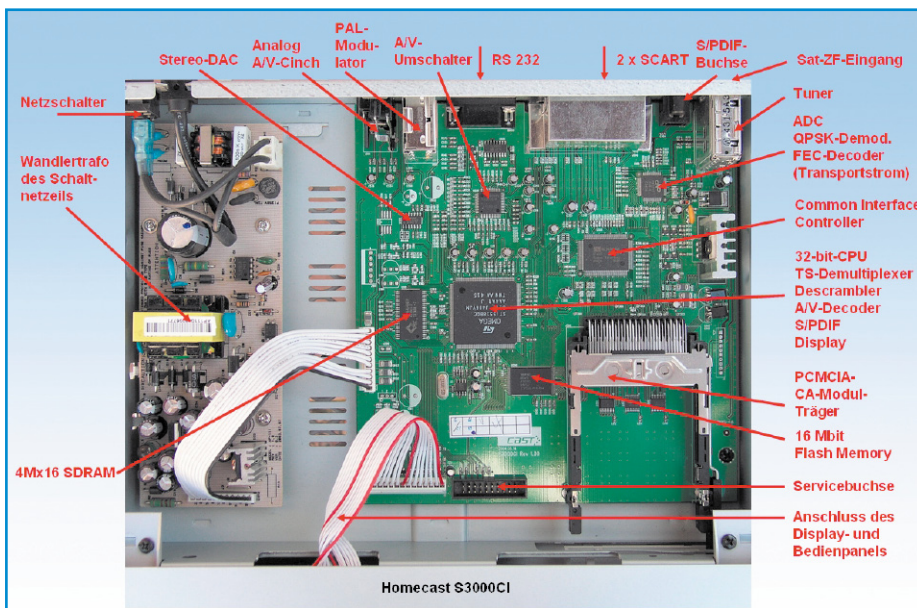


Bild 9: Das Innenleben eines typischen Sat-Receiver (Homecast S3000CI)

gehen auf dieses Thema bei den PC-Steckkartenreceivern näher ein.

Damit dies alles etwas greifbarer wird, zeigt Abbildung 9 eine typische Receiverrealisierung am Platinfoto des Homecast-Receiver S3000CI. Man sieht, dass wenige hochkomplexe integrierte Schaltungen genügen, um alle Aufgaben der Signalverarbeitung, Programm-/Datenspeicherung und Steuerung abzuwickeln.

Der große Chip in der Gerätemitte wird dabei nicht einmal voll ausgereizt. Er bietet noch Schnittstellen für Festplatten (ATAPI) und Firewire-Geräte (IEEE 1394), die hier nicht genutzt werden. Wer das Audio-Signal ohne Wandlungsverluste digital an seinen Minidisc- oder DAT-Recorder (DAT: Digital Audio Tape) oder einen volldigitalen Endverstärker mit Mehrkanaldecoder (AC3, Dolby Digital ...) weiterleiten möchte, kann dazu den optischen S/PDIF-Ausgang (S/PDIF: Sony Philips Digital Interface Format) verwenden. Dazu benötigt man ein spezielles Fiberglas-Toslink-Kabel (Toshiba Link).

Firmware-Update

Viele Hersteller bringen im Laufe der Zeit neue Versionen der Betriebssoftware (Firmware-Update) für ihre Satellitenreceiver heraus. Sie beseitigen Fehler und/oder hauchen dem Gerät neue Funktionen ein. Das Update kann über die serielle RS232-Schnittstelle von einem PC oder Laptop aus erfolgen. Viele Hersteller bieten das Update auch automatisiert über den empfangenen Satelliten an (OTA: Over the Air). Dazu wählt man im Einstellmenü seines Sat-Receiver „Software Update“ (oder Ähnliches) und lässt den Receiver eingeschaltet. Er stellt sich dann auf einen Transponder ein, der die Update-Firmware ver-

schiedener Hersteller in zeitlicher Abfolge zyklisch aussendet (Karussellverfahren).

Wenn die richtige Firmware mit neuerer Versionsnummer als die vorliegende ausgestrahlt wird, lädt und installiert der Receiver sie automatisch (Abbildung 10). Danach schaltet er sich meist aus. Genaueres muss man beim Hersteller/Verkäufer seines Geräts erfragen oder im Handbuch nachlesen.

Personal Video Recorder

Einen kräftigen Aufschwung in den Verkaufszahlen bei stark fallenden Preisen haben in letzter Zeit die so genannten PVR (Personal Video Recorder) erfahren. Man versteht darunter digitale Satellitenreceiver mit einer eingebauten Festplatte als Aufzeichnungsmedium (Abbildung 11). Ihr großer Vorteil liegt in der digitaltypischen verlustfreien Speicherung einer Sendung,

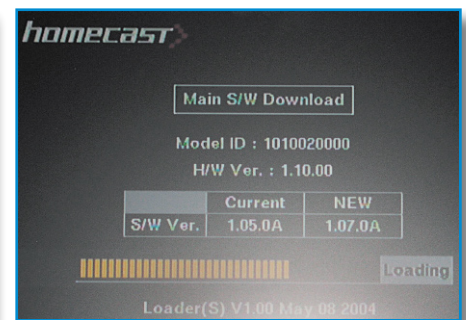
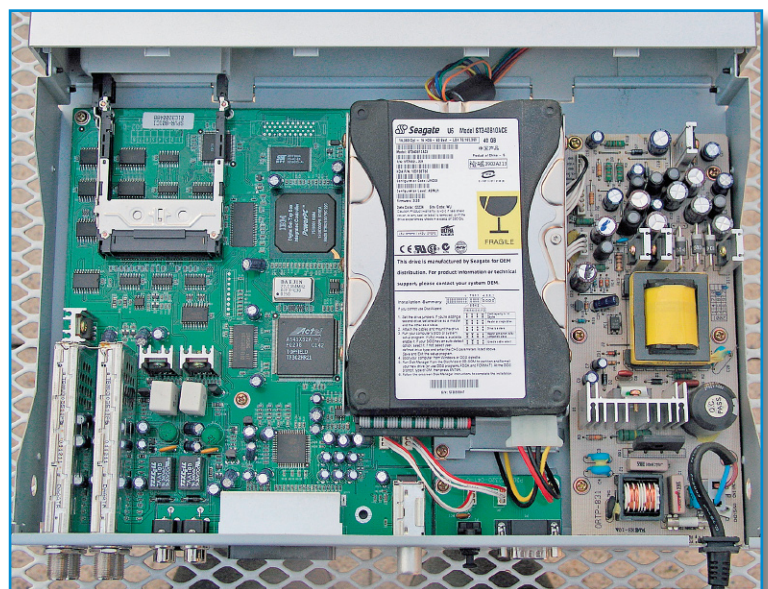


Bild 10: Software-Update vom Satelliten

deren Qualität auch nach wiederholtem Abspielen oder längerer Zeit nicht nachlässt, wie man dies von VHS-Kassetten kennt. Moderne, für diesen Zweck optimierte Festplatten sind so schnell, dass sie im ständigen Wechsel aufzeichnen und abspielen können. Damit ist das zeitversetzte Sehen einer Sendung (Time-Shifting: Zeit verschieben) möglich. Einen weiteren Nutzenzuwachs erhält der Anwender durch ein zweites integriertes Empfangsteil. Solche Twin-Receiver (twin: Zwilling) erlauben die Aufnahme eines beliebigen Programms im Hintergrund, während man eine andere Sendung anschaut. Wenn es die Firmware erlaubt, ist sogar das Aufzeichnen von zwei Programmströmen oder das Ansehen einer aufgezeichneten Sendung während der Aufnahme einer anderen möglich.

Ist die Time-Shift-Funktion aktiviert, wird das laufende Programm gespeichert. Wenn der Zuschauer z. B. eine Viertelstunde später mit der Wiedergabe beginnt, hinkt er dem „Echtzeitprogramm“ eben diese Viertelstunde hinterher. Er hat es nun in der Hand, in der Aufzeichnung vorhandene lästige Werbeeinblendungen im Schnellgang zu überspringen. Wenn der Zeitversatz zu Beginn der Wiedergabe größer ist als die Summe aller Werbeblöcke, kann man dem Werbeterror ein Schnippchen schlagen.

Bild 11: Digitale Sat-Receiver mit Videorecorder-Funktion verwenden zum Speichern eine Festplatte (Samsung SPVR810CI).



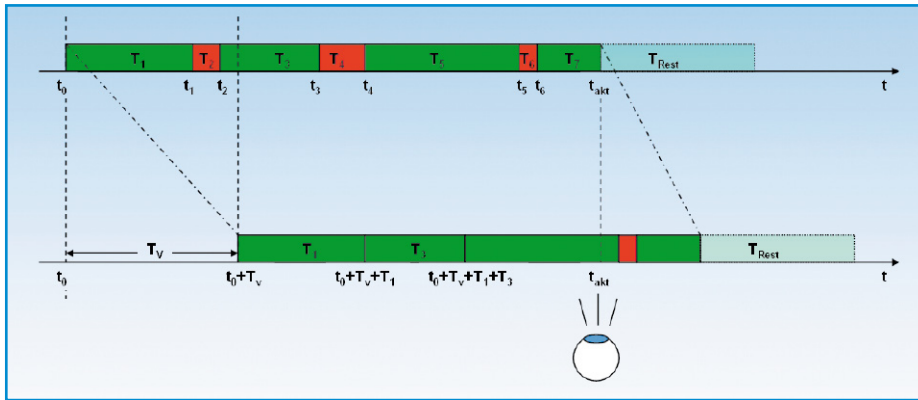


Bild 12: Aufzeichnen und zeitversetzt anschauen spart Zeit und Nerven.

Zudem verliert man auch nicht die Zeit, welche die Werbung beansprucht und die auch die Überlappung der Szenen vor und nach einer Werbeunterbrechung kostet. Abbildung 12 macht dies klar: Eine Sendung beginnt zum Zeitpunkt t_0 und wird seitdem aufgezeichnet. Nach T_v Sekunden, also zum Zeitpunkt $t_0 + T_v$ wird mit dem Betrachten der Aufzeichnung begonnen. Die Werbeblöcke (rot) werden übersprungen. Zum aktuellen Zeitpunkt t_{akt} hinkt man noch eine Werbepause und den Rest des bereits aufgezeichneten Materials hinter der in Echtzeit ablaufenden Originalsendung her. Wählt man also die Zeitverzögerung, mit der die Aufzeichnung angeschaut wird, gerade so lange, wie sämtliche Werbeunterbrechungen zusammen dauern (im Beispiel: $T_v = T_2 + T_4 + T_6$), kann man die ganze Werbung überspringen und hat zum Schluss den Originalfilm „eingeholt“. Man spart also Zeit und Nerven. Der Zeitversatz zwischen Original und dem Betrachtungsbeginn der Aufzeichnung darf nicht zu groß sein, weil sonst die Interimsdatei auf der Festplatte zu groß würde. Eine halbe Stunde beansprucht grob 1 GByte Festplattenkapazität und genügt zum Überspringen der Werbeunterbrechungen in den meisten Sendungen.

Noch ein Wort zu den verwendeten Festplatten. In aller Regel sind Festplatten, wie sie in einem PC zum Einsatz kommen, für den Einsatz in Satellitenreceivern ungeeignet. Die verwendeten Typen sind für CE-Anwendungen optimiert (CE: Consumer Electronics). Die Anforderungen an den geräusch- und vibrationsarmen Betrieb sind besonders hoch, die Fehlerkorrektur ist an die quasi gleichzeitige Ausgabe und Aufzeichnung der schnellen Video-Datenströme angepasst. Hier kommt es weniger auf sporadisch auftretende einzelne Bitfehler

an, die vom Zuschauer meist nicht wahrgenommen werden, bei einem Computerprogramm dagegen einen Absturz verursachen können. Im PVR ist besonders ein unterbrechungsfreier Datenfluss gefragt, um ruckelnde Bildfolgen zu vermeiden. Auch in puncto Erschütterungsfestigkeit und Langlebigkeit erfüllen CE-Drives besonders hohe Anforderungen. In Abbildung 11 ist die 40-GB-Type ST340810ACE von Seagate im Einsatz.

DVB-S2 und MPEG 4 = hochauflösendes Fernsehen vom Satelliten

Der Abonnementsender Premiere hat als erster deutscher Programmanbieter im November 2005 mit der Ausstrahlung von hoch aufgelösten Fernsehungen (HDTV: High-Definition TV) begonnen. Leider ist dafür keiner der herkömmlichen SDTV-Receiver (SDTV: Standard-Definition TV) geeignet, denn sowohl das Modulationsformat (DVB-S2) als auch die Video-Codierung (MPEG 4) benötigen eine neue Hardware. Es sei an dieser Stelle noch einmal klar darauf hingewiesen, dass ein Fernsehgerät, das nur das HD-ready-Logo trägt, in aller Regel nur HDTV-geeignete Displayeigenschaften bietet. Ein ebenfalls HDTV-geeignetes Empfangsteil weist sich durch das HD-TV-Logo aus (Abbildung 13). Ein Beispiel ist der Technisat HD-Vision 32 (Abbildung 14). Er ist ein wahres Multitalent, das über Display mit HD-ready-Logo, Tuner für DVB-S, DVB-C und DVB-T sowie analoges TV und FM, USB-2.0-Schnittstelle, CI-Slot, alle kopiergeschützten Schnittstellen (2 x HDMI mit HDCP) usw. verfügt, aber eben nicht über ein HDTV-taugliches Empfangsteil. Nur wenn z. B. ein DVB-S2-Tuner und ein MPEG-4-Decoder „an Bord“ wären, dürfte sich das Gerät auch mit dem HD-TV-Logo schmücken. Natürlich ist mit einer externen HDTV-tüchtigen Beistellbox die Wiedergabe von HD-Sendungen möglich.

Die europäische Industrievereinigung EICTA (European Information, Communications and Consumer Electronics Industry Technology Association) will das neue HD-TV-Logo für HDTV-Set-Top-Boxen sowie in TV-Geräte integrierte HDTV-Empfänger vergeben.

Diese müssen MPEG-2- und MPEG-4-H.264-Video-Signale in 720p und 1080i mit 50 Hz Bildwechselfrequenz wiedergeben können. Die HDTV-tauglichen Geräte müssen mit einem HD-ready-Display kommunizieren können, also YUV-, DVI- oder HDMI-Ausgänge aufweisen und die HDCP-Kopierschutzmechanismen beachten.

Ebenso ist auch ein digitaler Audio-Ausgang vorgeschrieben, wobei hier neben



Bild 14: Der Technisat HD-Vision ist fast ein HDTV-Alleskönner.

Toslink auch bereits die Digital-Ton-Wiedergabe über HDMI vorgesehen ist. Weitere Details findet man auf <http://www.eicta.org>. In Zukunft ist zu erwarten, dass die vollständige Abwärtskompatibilität zu DVB-S und MPEG 2 bei allen Geräten mit HD-TV-Logo gegeben sein wird.

Der PC als Fernsehgerät und Videorecorder

Moderne PC-Monitore zeichnen sich durch scharfe, flimmerfreie und farbechte Bilder aus, sind also das ideale Wiedergabemedium für das digitale Fernsehen. Man kann sie leicht für diesen Zweck nutzbar machen, indem man ein geeignetes Zusatzgerät in den PC einbaut oder mit ihm verbindet. Besonders LC-Flachdisplays mit kurzen Reaktionszeiten in Verbindung mit guten Grafikkarten erzielen hervorragende Bilder. Die obligatorische Festplatte in jedem PC macht ihn ohne Aufwand durch entsprechende Software zum perfekten PVR, auch zum zeitversetzten Zuschauen (Time-Shifting).



Bild 13: Empfangsteile mit diesem Logo sind für HDTV-Sendungen ausgelegt.

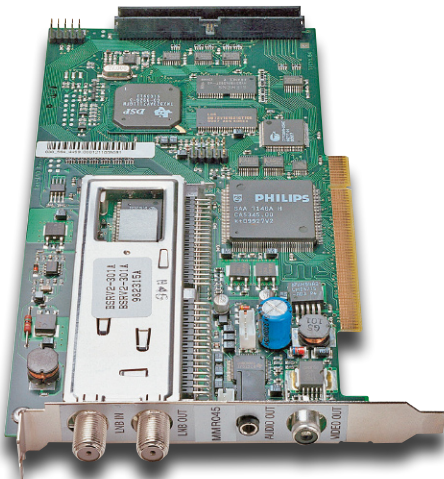


Bild 15: Die TechnoTrend TT PCLine premium ist ein Flaggschiff unter den DVB-S-PC-Steckkarten. (Quelle: TechnoTrend)

TV-Steckkarten

Die Zahl der Steckkarten für den Digital-Empfang aus dem Kabel (DVB-C), vom Satelliten (DVB-S) und von terrestrischen Sendern (DVB-T) ist sehr groß. Allerdings haben viele Anbieter „umgelabelte“ Produkte eines Herstellers aus Erfurt/Thüringen (www.technotrend.de) mit marginalen Änderungen an Hard- und Software im Angebot, was die scheinbare Vielfalt dann doch wieder etwas einschränkt. Steckkarten für den Empfang und die Darstellung von digitalem Satellitenfernsehen und -radio via PC bieten meist noch einen Zusatznutzen: den Empfang von Highspeed-Internet-Daten-Services wie z. B. T-DSL via Satellit und SkyDSL sowie Push-Dienste wie Sat@once, Casablanca, aTHP, SatADSL, Alice-Sat usw. In aller Regel sind die Karten für einen PCI-Slot (PCI: Peripheral Component Interconnect) auf dem Motherboard des PCs und für die Betriebssysteme Windows 98SE, Me, 2000, XP und recht oft auch Linux ausgelegt.

Ein hochwertiger Vertreter dieser Gattung ist die TT PCLine premium (ca. 200 €) von TechnoTrend mit CI-Schnittstelle zum Anschluss eines CA-Modul-Interfaces für verschlüsselte Programme (Abbildung 15, Abbildung 16). Mit einem USB-Infrarot-Steckmodul und passender Fernbedienung



Bild 16: In diesem CI-Modul für die TT PCLine premium kann ein CAM den Zugang zu verschlüsselten Programmen öffnen. (Quelle: TechnoTrend)

ist Sofa-Komfort geboten – die Tastatur des PCs ist zum Fernsehen nicht mehr erforderlich. Ein puristisches Gegenbeispiel ohne CI ist die SkyStar 2 TV PCI, die mit Fernbedienung und Software schon für 50 € zu bekommen ist (Abbildung 17).

Übrigens gibt es für den reinen Datenempfang vom Satelliten auch spezielle, oft als Satellitenmodems bezeichnete Steckkarten und USB-Module. Wenn die von ihnen empfangenen Datenströme (streams) z. B. MPEG-4-Daten enthalten, kann man auch Video-Inhalte anschauen (Abbildung 18).

Insbesondere bei leistungsschwachen PCs sollte man darauf achten, dass die eingesetzte Steckkarte über einen Hardware-MPEG-2-Decoder verfügt. Die Software-Decodierung würde den PC so stark auslasten, dass nicht immer ein ruckel-freier TV-Genuss und schon gar nicht der Parallelbetrieb mit anderen Anwendungen möglich ist. Moderne Steckkarten verwenden meist Chips, die den MPEG-Decoder enthalten und somit nur vernachlässigbare CPU-Leistung binden.

Eine Alternative zu einem Steckkartenreceiver ist die USB-Box (Abbildung 19). Sie zeichnet sich durch eine besonders einfache Inbetriebnahme aus (kein Öffnen des PCs erforderlich!). Einfach an den Universellen Seriellen Bus anstöpseln, die Software installieren – und sie sollte funktionieren. An einem Laptop ohne PCI-Steckplatz ist ein USB-DVB-S-Receiver ohnehin ein Muss.

Archivieren

Bei dem heutigen, von Werbung und Wiederholungen der privaten Sender geprägten Programmangebot ist es schön, eine kleine Videothek mit den Highlights des Films in Gestalt einer DVD-Sammlung im Schrank zu haben. Das Ausweichen auf anspruchsvolle, unterhaltsame Filme als Alternative zum aktuellen TV-Programm ist eine Möglichkeit (eine andere wäre der fernsehfreie Abend). Nun kommen auf den privaten und öffentlich-rechtlichen Sendern oft zu später Stunde die wirklich interessanten Sendungen. Man kann sie mittels programmiertem Timer auf die Festplatte bannen, später Werbung sowie den Vor- und Nachlauf herauschneiden, ins DVD-Format wandeln und auf DVD brennen (DVD: Digital Versatile Disc). Die Alternativen VCD (Video CD) und S-VCD (Super Video CD) begnügen sich mit beschreibbaren CDs, sind aber qualitativ wegen der erforderlichen starken Kompression deutlich schlechter.

An einem Beispiel soll der Vorgang erläutert werden. Als Aufnahmeequipment wird eine TT PCLine premium wie in Ab-

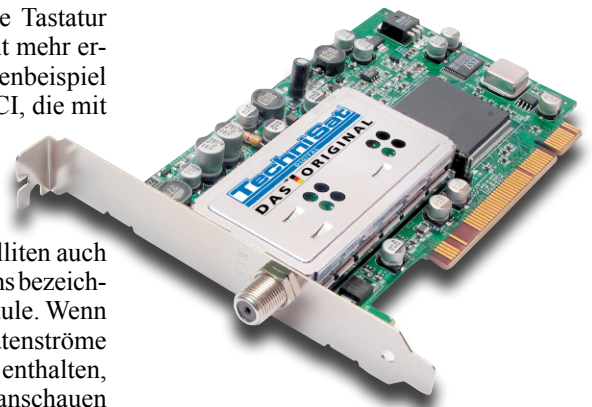


Bild 17: Preiswert und leistungsstark: Die SkyStar 2 TV hat für wenig Geld alles für Empfang und Aufzeichnung unverschlüsselter Programme an Bord.

bildung 15 mit Software 2.17g verwendet. Zum Schneiden der Aufzeichnung wird bewusst nicht auf die vielen Tools im Internet zurückgegriffen (MPEG2Schnitt, Cuttermaran, IfoEdit, PVAstrumento, TMPGEnc usw.), die oft erstaunliche Fähigkeiten haben, aber immer einen erheb-



Bild 18: Mit einem solchen USB-Satellitenmodem lassen sich High-speed-Datenströme vom Satelliten empfangen. (Quelle: Skyworx)

lichen Lernaufwand erfordern. Bereits mit Nero Suite 6.0, die vielen neu gekauften PCs beiliegt, lassen sich alle Aufgaben des Schnitts, der Recodierung und des Brennens erledigen. Das Gleiche gilt für die Cyberlink DVD Solution. Der Autor hat sich nach vielen Experimenten für das englischsprachige Tool „MPEG Video Wizard“ (MVW) entschieden, das Leistungsfähig-



Bild 19: Für den Sat-Empfang via Laptop braucht man eine USB-DVB-S-Box. (Quelle: Technisat)



Bild 20: Mit einer geeigneten Schnittsoftware kann man digitale TV-Aufnahmen zum Brennen auf eine DVD zurechtstutzen.

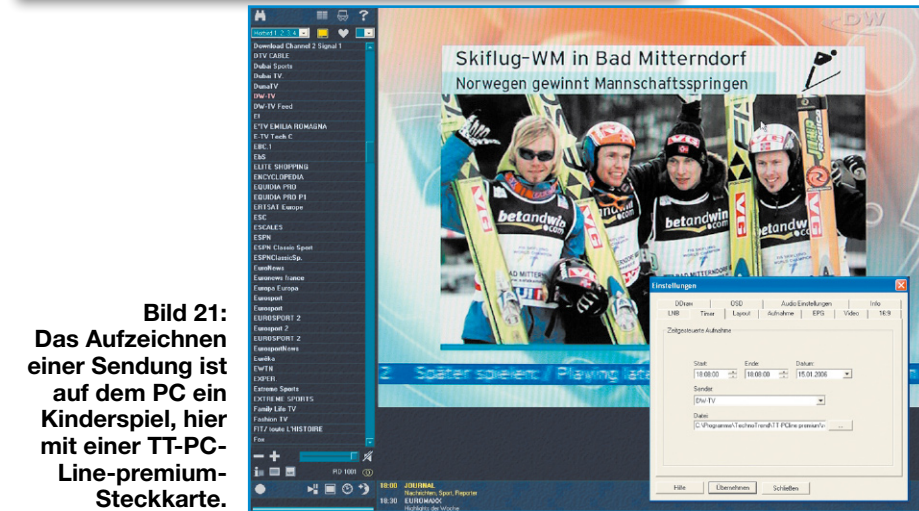


Bild 21: Das Aufzeichnen einer Sendung ist auf dem PC ein Kinderspiel, hier mit einer TT-PC-Line-premium-Steckkarte.

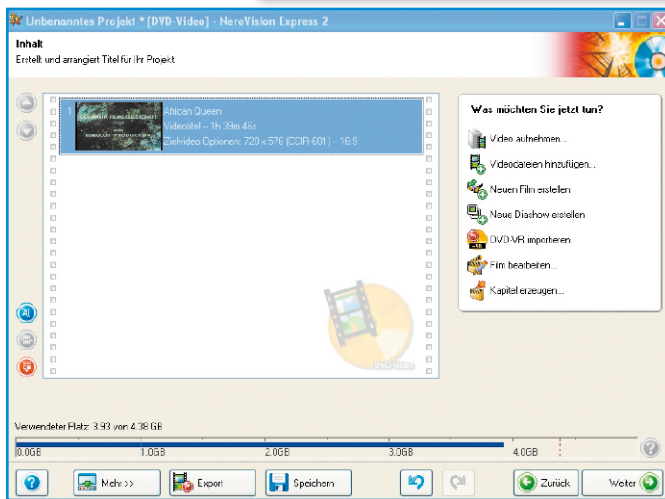


Bild 22: Es gibt viele Möglichkeiten, geschnittene DVBS-Aufzeichnungen auf eine DVD zu brennen, hier mit der Nero Suite 6.0.

keit mit Stabilität und Einfachheit der Bedienung vereint (Abbildung 20). Es bietet bildgenauen Schnitt, zeitleinbasierte Mehrspur-Video- und Audibearbeitung, Titel- und Szenenwechseleditor und extrem schnelles Zusammenfügen der Schnittszenen ohne Re-Encoding (stream copy), wenn eine DVD-konforme MPEG-Aufzeichnung vorliegt (www.womble.com). Wem die 86 € für dieses Programm zu viel sind, der kann eine „Special-Version“ von MPEG Video Wizard (anscheinend weitgehend identisch) unter dem Namen Easy-Movie für 29,99 € bei bhv erwerben (<http://shop.bhv.de/easymovie.asp>).

Programmieren der Aufnahme

Am einfachsten geht es mit einem Mausklick durch Übernahme der Anfangs- und Endzeiten der Sendung

Bild 23: Diese Dateien findet man auf der gebrannten DVD – in diesem Fall von zwei Filmen.

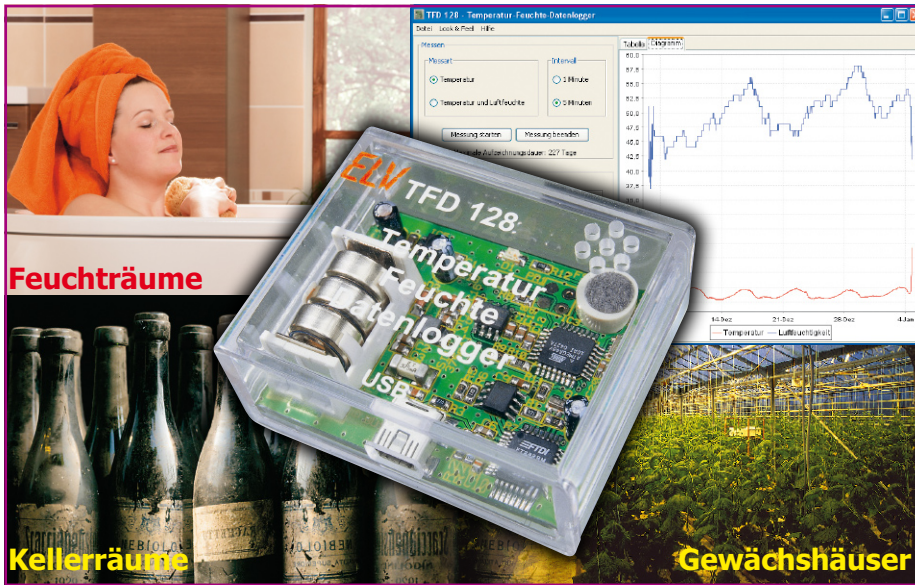
Name	Ext	Size	Date Mo...	Time	Attr
VIDEO_TS.BUP	.bup	12.288	13.01.2006	10:46	r
VIDEO_TS.IFO	.ifo	12.288	13.01.2006	10:46	r
VIDEO_TS.VOB	.vob	34.816	13.01.2006	10:46	r
VTS_01_0.BUP	.bup	63.488	13.01.2006	10:46	r
VTS_01_0.IFO	.ifo	63.488	13.01.2006	10:46	r
VTS_01_1.VOB	.vob	1.073.739.776	13.01.2006	10:46	r
VTS_01_2.VOB	.vob	840.824.832	13.01.2006	10:46	r
VTS_02_0.BUP	.bup	83.968	13.01.2006	10:46	r
VTS_02_0.IFO	.ifo	83.968	13.01.2006	10:46	r
VTS_02_1.VOB	.vob	1.073.739.776	13.01.2006	10:46	r
VTS_02_2.VOB	.vob	1.073.739.776	13.01.2006	10:46	r
VTS_02_3.VOB	.vob	421.480.448	13.01.2006	10:46	r

aus dem EPG (Electronic Program Guide), falls der Sender einen solchen ausstrahlt. Aber auch das manuelle Eintragen von Zeit, Programm, Name des Aufnahmefiles und Zielverzeichnis sind schnell erledigt (Abbildung 21). Es empfiehlt sich, das Aufzeichnungsende 10 bis 15 Minuten gegenüber den angegebenen Zeiten zu verzögern, um bei Verschiebungen im Programmablauf nicht eine vorzeitig abgebrochene Aufzeichnung auf der Festplatte zu haben. Der „Überstand“ vor dem Anfang und nach dem Ende des Films und eventuelle Werbeunterbrechungen werden mit MPEG Video Wizard entfernt und die resultierenden Bruchstücke zu einer zusammenhängenden mpg-Datei zusammengefügt. Im Stream-Copy-Modus dauert das nur wenige Minuten. Der fertige mpg-file wird mit Nero in eine DVD (VOB-File-Format) gebrannt, die jeder DVD-Player abspielt (Abbildung 22).

Wenn der mpg-Film-File nicht zu groß ist, kann man oft noch einen zweiten Film auf die DVD packen. Die Auswahl zwischen den Filmen beim Abspielen erfolgt in einem kleinen Eingangsmenü, welches beim Einlegen der DVD in das Abspielgerät auf dem Bildschirm erscheint. Die Erzeugung der Menüstruktur, ihre grafische Ausgestaltung und die zugehörige Segmentierung der DVD-Daten ist Aufgabe einer so genannten Authoring-Software, die Bestandteil von MVW und Nero ist. Auf der DVD befinden sich jetzt Files mit den Endungen

- VOB (Video Object) mit dem Filminhalt (VTS_01_1.VOB, VTS_01_2.VOB usw. für Film 1 und VTS_02_1.VOB, VTS_02_2.VOB usw. für Film 2),
- IFO (Information File) mit Informationen über die Disc-Struktur (Video_TS.IFO) und die Seitenverhältnisse, Sub-Titel usw. des jeweiligen Films (VTS_01_0.IFO bzw. VTS_02_0.IFO) und
- BUP (Back Up) als Sicherheitskopien der IFO-Files (Abbildung 23).

Die angerissenen Techniken sind natürlich auch für das Schneiden und Bearbeiten der Urlaubsfilme geeignet. Wenn man sie erst einmal technisch beherrscht, ist nur noch Kreativität und Ideenreichtum gefragt, um sich ein interessantes Hobby zu erschließen. **ELV**



Temperatur-Feuchte-Datenlogger

Der batteriebetriebene, kompakte TFD 128 verfügt über einen internen Temperatur- und Luftfeuchtesensor und zeichnet dessen Daten autark in einstellbaren Intervallen über bis zu 151 Tage (nur Temperatur bis 227 Tage) auf. Über seine USB-Schnittstelle werden die Daten von einem PC ausgelesen und mittels eines Auswerteprogramms grafisch und tabellarisch dargestellt. Zusätzlich sind die erfassten Daten für die weitere Verarbeitung speicherbar.

Langzeit-Kontrollleur

Klimadaten, also vorwiegend Luftfeuchte und Temperatur, auf einfache Weise langfristig zu erfassen und auszuwerten – wie oft wünscht man sich hier eine einfach zu handhabende und unaufwändige Lösung! Ein Datenlogger ist das Mittel der Wahl, der aber sollte schon wirklich flexibel und über einen langen Zeitraum einsetzbar sein. Hierfür kommt oft nur Batteriebetrieb in Betracht, da an vielen potentiellen Einsatzorten kaum ein Netzanschluss vorhanden ist.

All die bisher genannten Forderungen erfüllt der TFD 128, der schon allein von seinem Auftritt her mit dem herkömmlichen Datenlogger kaum etwas zu tun hat – extrem stromsparender und miniaturisierender Mikroprozessortechnik sei Dank!

Der in einem nur 58 x 46 x 24 mm messenden Mini-Gehäuse untergebrachte Datenlogger arbeitet lediglich mit 3 LR44-Knopfzellen, die Sensoren befinden sich ebenfalls im Gehäuse.

Über die mitgelieferte PC-Software kön-

nen Messungen mit verschiedenen Parametern gestartet, Messungen beendet und Daten ausgelesen werden. Die Mess-Ergebnisse werden direkt in der PC-Software als Tabelle und als Diagramm dargestellt. Zur weiteren Bearbeitung sind sie auch in

einer Datei speicherbar.

Einmal konfiguriert und gestartet, kann der Datenlogger nun direkt am Einsatzort platziert werden und zeichnet hier die Temperatur- und Luftfeuchtwerte bzw. nur die Temperatur in den zuvor eingestellten Intervallen auf.

Anwendungsbeispiele für diesen kleinen Datenlogger eröffnen sich viele, folgen wollen wir stellvertretend ein Beispiel aufzeigen.

Da wäre z. B. die Aufzeichnung der Raumtemperatur zu Hause. Hier ist es interessant, zu sehen, wie eine zeitgesteuerte Heizung die Räume wirklich aufheizt. Wann z. B. nach dem Einsetzen einer Heizphase nach der Nachtabsenkung die gewünschte Temperatur wirklich erreicht wird, und wie nach der Heizphase die Temperatur im Raum wieder abfällt. Hier eröffnen sich Optimierungsmöglichkeiten, denn oft ist es so, dass gerade bei Fußbodenheizungen das Hochfahren der Temperatur aus der Nachtabsenkung zu spät erfolgt, so dass der Raum noch nicht die volle Temperatur erreicht hat, wenn man ihn eigentlich nutzen möchte. Auch das Umschalten der Heizung in den Nachtbetrieb kann meist früher erfolgen, als man denkt, da die Temperatur nach dem Umschalten nicht sofort schlagartig abfällt, sondern recht langsam sinkt. Mit einer derartigen Optimierung lässt sich unter dem Strich oft sogar erheblich Energie sparen, denn allzu oft werden Räume noch zu lange und zu stark geheizt, zu lange gelüftet usw.

Generell sollte der TFD 128 für die Datenerfassung so platziert werden, dass er weder direkter Sonneneinstrahlung durch die Fenster noch eventueller Zugluft oder der direkten Wärmestrahlung durch Heizung oder Lichtquellen ausgesetzt ist. All diese Einflüsse können das Mess-Ergebnis natürlich erheblich verfälschen

Dank des Batteriebetriebs finden sich

Technische Daten: TFD 128		
Messbereiche und Toleranzen:	Temperatur	-20 bis + 80 °C
	Auflösung	0,1 °C
	Toleranz	± 0,8 °C
	Luftfeuchtigkeit	0 bis 99 %
	Auflösung	1 %
	Toleranz	± 5 %
Aufzeichnungsdauer:	nur Temperatur	5-Minuten-Intervall 227 Tage
		1-Minuten-Intervall 45 Tage
	Temperatur und Feuchte	5-Minuten-Intervall 151 Tage
		1-Minuten-Intervall 30 Tage
Spannungsversorgung:	Batterie	3 x LR44
	USB	5 V/max. 50 mA
Abm. (B x H x T):		58 x 24 x 46,5 mm

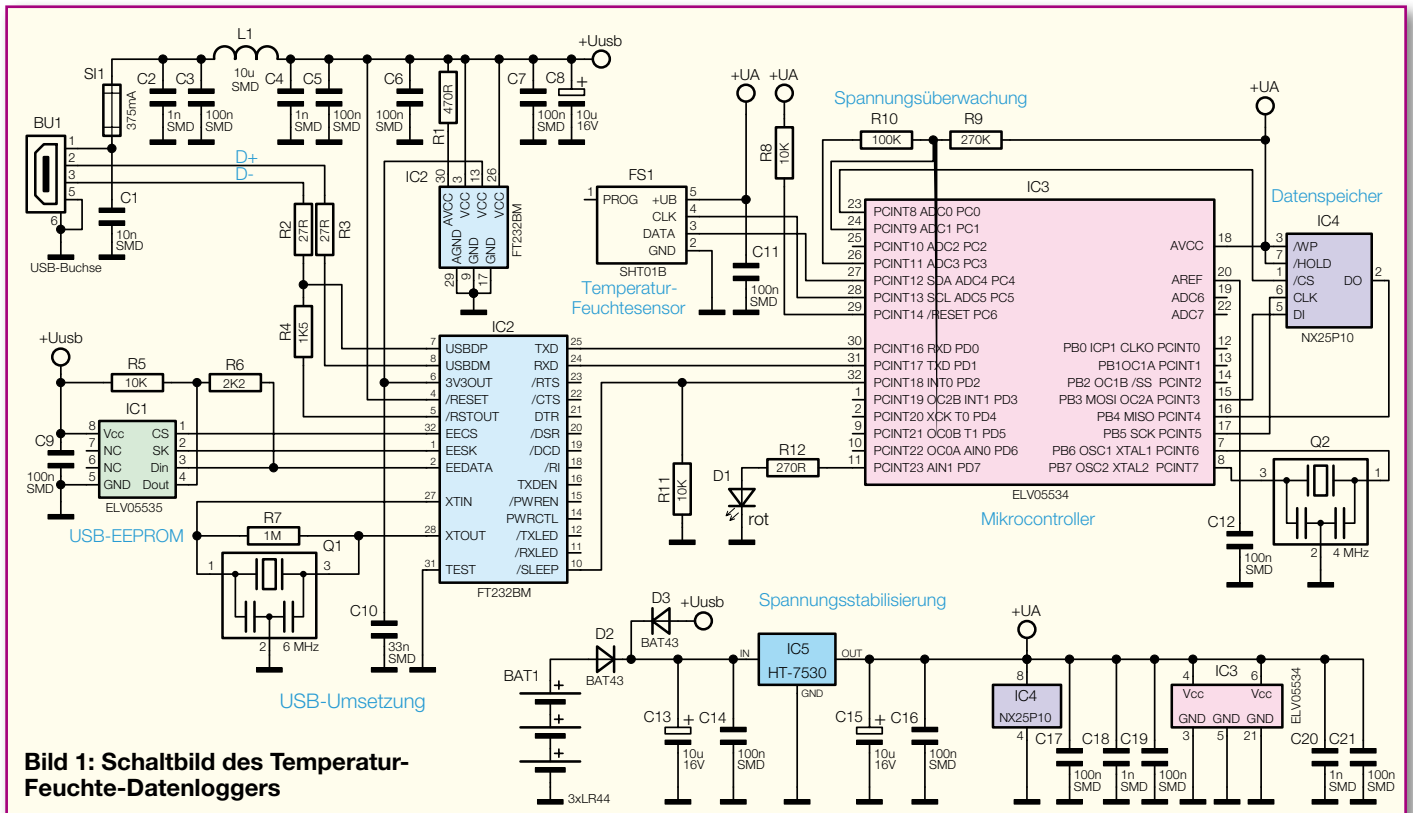


Bild 1: Schaltbild des Temperatur-Feuchte-Datenloggers

zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für diesen kleinen Datenlogger, sofern es sich nicht um einen Einsatz im Freien oder an einem ständig feuchten Ort handelt. Denn durch die praktische Unterbringung des Sensors im Gehäuse ist dieses nicht wasserdicht ausgeführt, also ausschließlich für den Innen- bzw. vor Feuchtigkeit und Niederschlag geschützten Betrieb geeignet.

Schaltung

In Abbildung 1 ist der Schaltplan des Temperatur-Feuchte-Datenloggers zu sehen.

Die Spannungsversorgung des Gerätes erfolgt während des Messbetriebs über drei Knopfzellen vom Typ LR44. Wenn das Gerät zum Start einer neuen Messung oder zum Auslesen der Daten an den USB angeschlossen ist, erfolgt die Spannungsversorgung über die USB-Buchse BU 1. Die Dioden D 2 und D 3 entkoppeln dabei die beiden Spannungsversorgungen voneinander.

Der Spannungsregler IC 5 erzeugt eine stabilisierte Spannung von 3 V, die den zur Messung und Messdatenspeicherung erforderlichen Teil der Schaltung versorgt. Die Kondensatoren C 13 bis C 16 dienen zur Glättung der Betriebsspannung und zur Verringerung von Störspannungen.

Betrachten wir zunächst den für die Messung relevanten Teil der Schaltung. Die Steuerung der Abläufe übernimmt hier der Mikrocontroller IC 3. Dabei handelt es sich um einen ATmega48V, dessen interner Taktszillator mit dem 4-MHz-Keramik-

resonator Q 2 stabilisiert wird. Die Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfolgt mit dem Sensor FS 1. Der Sensor wird vom Mikrocontroller über eine I²C-Bus-Schnittstelle angesprochen und ausgelesen. Im Mikrocontroller werden aus den Messwerten die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit berechnet und im Datenspeicher IC 4 abgelegt. Bei diesem handelt es sich um einen seriellen Flash-Speicher mit einer Größe von 1 MBit (128 kByte), in dem die Konfigurationsdaten, Start- und Stoppzeit der Messung und die aufgezeichneten Daten abgelegt werden.

Über den Spannungsteiler mit R 9 und R 10 ist, zusammen mit dem Analog-Digital-Wandler des Controllers, der mit einer internen Referenzspannung von 1,1 V arbeitet, eine Spannungsüberwachung realisiert. Sinkt die Batteriespannung so weit ab, dass der Spannungsregler die Ausgangsspannung von 3 V nicht mehr liefern kann, so wird eine laufende Messung beendet, da dann das Speichern der Daten im Flash-Speicher nicht mehr sicher gewährleistet ist. Da der Mikrocontroller noch bis zu einer Spannung von 1,8 V arbeitet, kann er mit der LED jedoch noch den Betriebszustand „Batteriespannung zu gering“ signalisieren.

Die Leuchtdiode D 1 wird vom Mikrocontroller über einen Vorwiderstand angesteuert und zeigt durch Dauerleuchten oder unterschiedliche Impulsfolgen die Betriebszustände des TFD 128 an.

In der linken Hälfte des Schaltplans ist die USB-Umsetzung zu sehen. Über die

Buchse BU 1 wird der Temperatur-Feuchte-Datenlogger mit einem PC verbunden und von dort mit Spannung versorgt. Die Sicherung SI 1 ist ein Überlastschutz für den USB im Falle eines Defektes. Die Kondensatoren C 2 bis C 4 sowie die Induktivität L 1 dienen zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen. Der USB-Transceiver IC 2 und das USB-EEPROM IC 1, in dem Daten zur Identifizierung des Gerätes abgelegt sind, werden direkt von der USB-Spannung versorgt, sie sind somit nur aktiv, wenn der TFD 128 an den USB angeschlossen ist. Dies schont die Batterien während des Aufzeichnungsbetriebes.

Der USB-Transceiver erzeugt seinen eigenen internen Takt, der mit dem 6-MHz-Keramikschwinger Q 1 stabilisiert wird.

Der USB-Transceiver wandelt die USB-Daten in einen einfachen seriellen Datenstrom um, der vom Mikrocontroller ausgewertet wird. Da der USB-Transceiver mit 5 V Betriebsspannung arbeitet, müssen die Pegel seiner Schnittstelle zum Mikrocontroller angepasst werden. Diese Funktion ist bereits im Transceiverbaustein implementiert. Die an Pin 13 angelegte Spannung wird als High-Pegel für seine Ein- und Ausgangspins verwendet. In unserer Schaltung ist dieser Pin 13 mit Pin 6 verbunden, an dem eine Spannung von 3,3 V anliegt.

Der USB-Transceiver verfügt über einen Sleep-Ausgang (Pin 10). An diesem Pin liegt ein High-Pegel an, solange der USB im „Activ-Mode“ ist. Hierüber überprüft der Mikrocontroller, ob der Datenlogger an

einen aktiven USB angeschlossen ist.

Ist dies der Fall, wird die serielle Kommunikationseinheit innerhalb des Controllers aktiviert, und die Kommunikation über den USB kann erfolgen. Erkennbar ist dies daran, dass die LED dauerhaft leuchtet. Ist der USB nicht aktiv, sondern im „Suspend-Mode“, z. B. im Stand-by-Betrieb, verhält sich der Mikrocontroller so, als wenn er nicht an den USB angeschlossen wäre.

Nachbau

Der Aufbau des TFD 128 erfolgt inklusive der Spannungsversorgung auf einer kompakten Platine mit den Abmessungen von nur ca. 39 x 53 mm. Aufgrund der hohen Packungsdichte und der manuell kaum mehr verarbeitbaren Kontaktdichte der eingesetzten Bauteile sind alle SMD-Bauteile bereits bestückt. Auch der Sensor FS 1 ist samt Abdeckung und Membrane bereits bestückt. Lediglich die Elkos und die Batteriehalterung sind noch zu montieren. Die Elkos C 8, C 13 und C 15 sind polrichtig entsprechend Bestückungsplan, Stückliste und Bestückungsdruck zu bestücken, die Elkos sind am Minuspol gekennzeichnet.

Danach erfolgt das Einsetzen und Verlöten der beiden Batteriekontakte, deren Lötstellen sind mit reichlich Lötzinn zu versehen, um spätere mechanische Belastungen durch die Batterien aufnehmen zu können.

Nach dem Bestücken der Batteriekontakte erfolgt schließlich das Einsetzen des Batterie-Halterahmens. Hierzu ist dieser vorsichtig über die Batteriekontakte zu führen und in die Platine einzurasten.

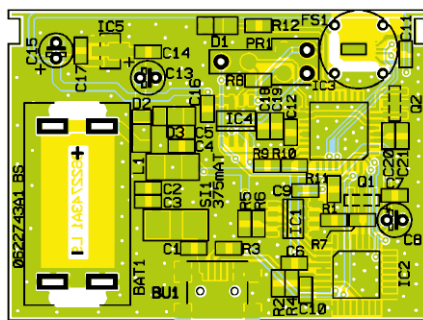
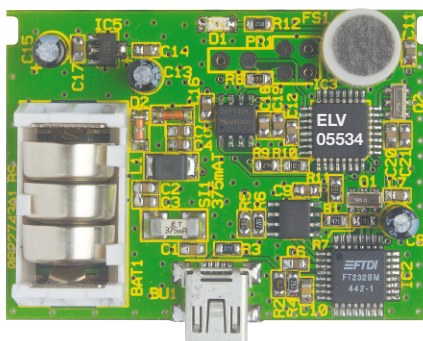
Abschließend ist die gesamte Platine auf Bestückungsfehler, vergessene oder fehlerhafte Lötstellen, Lötbrücken usw. zu kontrollieren.

Gehäuseeinbau

Zum Einbau in das Gehäuse legt man die Platine so in das Gehäuseoberteil, dass die USB-Buchse durch die entsprechende Aussparung ragt und die Platinenfixierungen am Gehäuse in die zugehörigen Aussparungen der Platine fassen. Danach schiebt man das Gehäuseunterteil über die Führungen in den beiden Teilen auf das Oberteil bis zum Einrasten auf. Dadurch wird die Platine im Gehäuse fixiert und das Gehäuse bleibt sicher geschlossen.

Inbetriebnahme

Nach dem polrichtigen Einlegen von drei Knopfzellen des Typs LR44 in den Batteriehalter signalisiert ein kurzes Aufleuchten der LED für 0,5 Sekunden den ordnungsgemäßen Betrieb des Gerätes. Blinkt die LED danach für 2,5 Sekunden



Ansicht der fertig bestückten Platine des TFD 128 mit zugehörigem Bestückungsdruck

in schneller Folge, bedeutet dies, dass der Sensor nicht ausgelesen werden kann (dieser Fall tritt nur auf, wenn die Schaltung nicht ordnungsgemäß funktioniert, der Sensor defekt ist oder die Schaltung nicht richtig aufgebaut wurde).

Im Betrieb (ohne Datenerfassung) blinkt die LED alle 4 Sekunden kurz auf. Blinkt die LED dabei 2 x, signalisiert dies, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert und die Batteriespannung ausreichend hoch ist. Blinkt die LED hingegen 3 x, ist die Batteriespannung zu niedrig, um eine Messung durchführen zu können.

Software installieren

Das Bedien- und Datenverarbeitungsprogramm und der USB-Treiber werden auf einer CD-ROM mitgeliefert, die erforderlichen Systemanforderungen sind im Kasten „Systemvoraussetzungen“ zusammengefasst. Nach dem Einlegen der CD-ROM in das PC-Laufwerk startet das Installationsprogramm selbstständig. Je nach System und dessen Einrichtung kann aber auch ein manueller Start der Installation erforderlich sein. Dazu ist die Datei „tfd128.setup.exe“ auf der CD-ROM auszuwählen und zu starten. Das Installationsprogramm führt halbautomatisch durch die Programminstallation, in deren Verlauf die Lizenzvereinbarung zu akzeptieren, evtl. ein anderes als das vorgeschlagene Installationsverzeichnis festzulegen und zu entscheiden ist, ob ein Verknüpfungs-Icon auf dem Desktop angelegt werden soll.

Nach der Programminstallation wird der betriebsbereite TFD 128 mit dem USB-Kabel an den PC angeschlossen. Nach kurzer Zeit meldet der PC eine neue Hardware und

Stückliste: Temperatur-Feuchte-Datenlogger TFD 128

Widerstände:

27 Ω/SMD/0805	R2, R3
270 Ω/SMD/0805	R12
470 Ω/SMD/0805	R1
1,5 kΩ/SMD/0805	R4
2,2 kΩ/SMD/0805	R6
10 kΩ/SMD/0805	R5, R8, R11
100 kΩ/SMD/0805	R10
270 kΩ/SMD/0805	R9
1 MΩ/SMD/0805	R7

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C2, C4, C18, C20
10 nF/SMD/0805	C1
33 nF/SMD/0805	C10
100 nF/SMD/0805	C3, C5–C7, C9, C11, C12, C14, C16, C17, C19, C21
10 µF/16 V	C8, C13, C15

Halbleiter:

ELV05535/SMD	IC1
FT232BM/SMD	IC2
ELV05534/SMD/Prozessor	IC3
NX25P10VNI/SMD	IC4
HT7530/SMD	IC5
BAT43/SMD	D2, D3
SMD-LED, Rot	D1

Sonstiges:

Keramikschwinger, 6 MHz, SMD.	Q1
Keramikschwinger, 4 MHz, SMD.	Q2
SMD-Induktivität, 10 µH	L1
USB-B-Buchse mini, 5-polig, winkelprint, liegend, SMD	BU1
Sicherung, 375 mA, träge, SMD ...	SI1
Temperatur-Feuchtesensor SHT/DIE	FS1
1 Schutzkappe für Drucksensor	FS1
1 Gore-Membrane, selbstklebend	FS1
1 Kontaktrahmen LR44	BAT1
2 Mikro-Batteriekontakte	BAT1
1 CD TFD-128-Software	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B mini)	
1 Profil-Gehäuse, transparent, komplett, bearbeitet und bedruckt	

beginnt mit der ebenfalls halbautomatischen Installation des USB-Treibers. Im Verlauf dieser Installation stellt der Installationsassistent fest, dass der Treiber den Windows-Logo-Test nicht bestanden hat. Dieser Hinweis ist zu ignorieren und die Installation fortzuführen. Nach Fertigstellen dieser Installation kann nun das Programm „TFD 128“ gestartet werden.

Bevor wir uns diesem widmen, schauen wir noch einmal zum Datenlogger. Wird dieser an den USB angeschlossen, registriert das Gerät dies nach kurzer Zeit. Wenn

Systemanforderungen:

Windows 98/2000/XP, Prozessor 500 MHz (empfohlen 1 GHz), Arbeitsspeicher 128 MB (empfohlen 256 MB), freier Festplattenspeicher 55 MB, USB-Anschluss

der TFD 128 keine Messung durchführt, wird die Bereitschaft zur USB-Kommunikation durch das dauerhafte Leuchten der LED angezeigt. Wenn der Datenlogger hingegen bei laufender Messung an den USB angeschlossen wird, blinkt die LED weiter im 4-Sekunden-Takt, bis die Messung über die PC-Software beendet wird. Danach wird die LED dauerhaft eingeschaltet.

Zurück zum Programm. Nach dem ersten Start des Programms mit angeschlossenem Datenlogger erscheint das Programmfenster, wie in Abbildung 2 zu sehen. Ist kein Datenlogger angeschlossen, erfolgen eine Fehlermeldung und ein Abbruch des Programmstarts.

Bevor eine Messung gestartet wird, sind einige Parameter festzulegen. Zum einen wählt man im Bereich „Messen“ aus, ob nur die Temperatur oder Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufgezeichnet werden sollen. Zum anderen ist das Aufzeichnungsintervall festzulegen, also ob die Daten jede Minute oder alle 5 Minuten aufgezeichnet werden sollen.

Die maximale Aufzeichnungsdauer ist abhängig von diesen Einstellungen und wird unterhalb der Schaltflächen „Messung starten“ und „Messung beenden“ angezeigt (s. technische Daten).

Sind hier die gewünschten Einstellungen vorgenommen, kann durch Anwahl der Schaltfläche „Messung starten“ die Aufzeichnung gestartet werden. Dies wird durch eine Meldung quittiert (Abbildung 3). Hierbei ist zu beachten, dass beim Starten

der Messung die aktuelle Systemzeit des PCs als Startzeit der Messung im TFD 128 gespeichert wird, damit später eine korrekte Zuordnung der Daten erfolgen kann. Deshalb ist darauf zu achten, dass beim Start der Messung die Systemzeit im PC richtig eingestellt ist.

Beim Start einer Messung wird der Datenspeicher des TFD 128 gelöscht und die LED des Datenloggers verlicht. Sie blinkt während der Messung nur noch alle 4 Sekunden einmal auf. Das Gerät kann nun vom USB getrennt und am Einsatzort platziert werden.

Während der laufenden Messung ist es nicht möglich, Daten aus dem TFD 128 auszulesen, darum werden auch nach dem Start einer Messung alle Schaltflächen im Programmfenster bis auf „Messung beenden“ deaktiviert. Auch wenn die PC-Software zum Auslesen der TFD 128 neu gestartet wird und die Messung im Daten-

logger noch läuft, muss diese hierüber zunächst beendet werden.

Ende einer Messung

Wenn eine Messung gestartet wurde, gibt es drei Möglichkeiten, sie zu beenden:

1. Der Temperatur-Feuchte-Datenlogger wird an den USB angeschlossen und die Messung mit der PC-Software beendet. Hierbei wird die aktuelle Systemzeit als Ende der Messung im Gerät gespeichert. Damit die Speicherzeiten korrekt ermittelt werden können, ist darauf zu achten, dass auch beim Beenden einer Messung die Systemzeit richtig eingestellt ist.

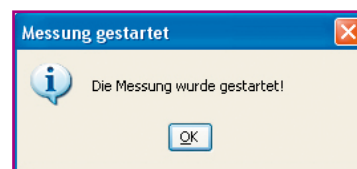


Bild 3: Die Quittungsmeldung für den Mess-Start

2. Der Datenspeicher ist voll. Wenn die maximale Aufzeichnungsdauer erreicht ist, der Speicher des TFD 128 also voll ist, wird die Messung automatisch beendet. Die LED zeigt danach alle 4 Sekunden durch zweimaliges kurzes Blinken an, dass keine Messung mehr läuft.
3. Die Batterien sind verbraucht. Wenn die Batterien so weit entladen sind, dass die Spannung zu gering ist, um ein sicheres Speichern der Daten zu gewährleisten, wird die Messung abgebrochen. Die LED zeigt danach alle 4 Sekunden

Tabelle 1: Statusanzeigen des TFD 128

LED	Bedeutung
blinkt alle 4 Sekunden einmal	Messung läuft (bei Batterie- und USB-Betrieb)
blinkt alle 4 Sekunden zweimal	es läuft keine Messung, Batteriespannung o. k.
blinkt alle 4 Sekunden dreimal	es läuft keine Messung, Batteriespannung zu gering
leuchtet dauerhaft	Gerät ist am USB angeschlossen und es läuft keine Messung
leuchtet nach dem Einschalten 0,5 Sekunden	normale Funktion
blinkt nach dem Einschalten für 2,5 Sekunden	Sensor kann nicht ausgewertet werden (Fehler)

durch dreimaliges kurzes Blinken an, dass keine Messung mehr läuft und die Batteriespannung zu gering ist.

Tabelle 1 gibt noch einmal eine Übersicht über alle LED-Statusmeldungen des TFD 128.

Auslesen der Daten

Zum Auslesen der aufgezeichneten Messdaten wird der TFD 128 an den USB-Anschluss des PCs angeschlossen. Danach ist die PC-Software zu starten. Wenn im Temperatur-Feuchte-Datenlogger noch eine Messung läuft, sind, wie bereits erwähnt, beim Start der PC-Software zunächst alle Schaltflächen bis auf „Messung beenden“ deaktiviert, in diesem Fall muss zunächst hierüber die Messung beendet werden.

Vor dem Auslesen der Datei kann man auswählen, in welchem Format die Datei gespeichert werden soll. Um die ausgelesenen Daten später mit MS Excel bearbeiten zu können, wählt man „.xls“. Sollen die Daten in ein anderes Tabellenkalkulationsprogramm importiert werden, wählt man „.csv“ aus. Danach sind der Ordner und der Dateiname auszuwählen, unter dem die Datei gespeichert werden soll. Durch Betätigen der Schaltfläche „Auslesen“ wird die Datenübertragung vom TFD 128 zum PC gestartet. Der Fortschritt des Datentransfers wird als Balken dargestellt (Abbildung 4).

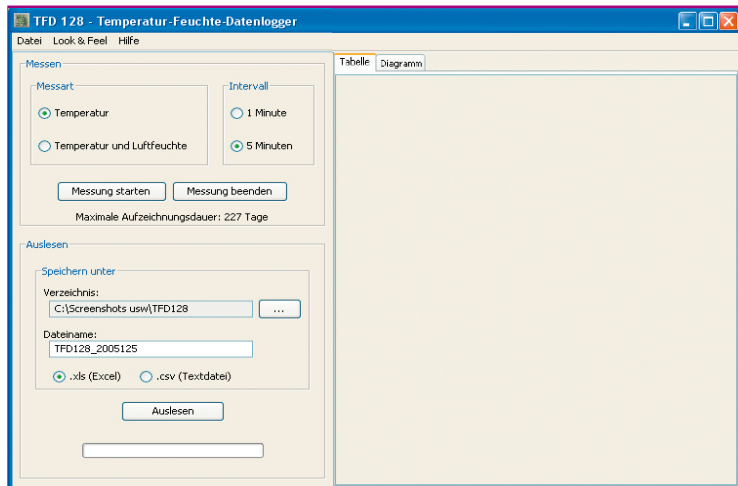


Bild 2: Die Programmoberfläche nach dem Start. Links die Einstellfelder, rechts die Flächen für die Datenauswertung

Wenn die Daten komplett übertragen wurden, sind sie automatisch in der ausgewählten Datei gespeichert. Zusätzlich werden die Messwerte in der rechten Hälfte des Programmfensters in einer Tabelle dargestellt (Abbildung 5). Durch die Auswahl des Reiters „Diagramm“ können die eben ausgelesenen Daten auch als Verlaufsdiagramm dargestellt werden, wie es in Abbildung 6 zu sehen ist.

Gerade bei längeren Aufzeichnungen ist hier die Zoom-Funktion zum Darstellen eines Teilbereiches praktisch. Dazu markiert man im Diagramm die linke obere Ecke des darzustellenden Bereiches, indem man die linke Maustaste drückt und festhält. Dann zieht man den Mauszeiger bis zur rechten unteren Ecke des darzustellenden Bereiches und lässt die linke Maustaste wieder los. Der markierte Bereich wird jetzt als (vergrößertes) Diagramm dargestellt. Um wieder zur Gesamtansicht zurückzukehren, drückt man an einer beliebigen Stelle des Diagramms die linke Maustaste und zieht mit gedrückter Taste den Mauszeiger ein Stück nach links oder oben und lässt die Taste wieder los. Jetzt wird wieder das gesamte Diagramm dargestellt.

Die Zeit der gespeicherten Daten

Zu jedem gespeicherten Datensatz wird in der Datei ein Datum und eine Uhrzeit gespeichert.

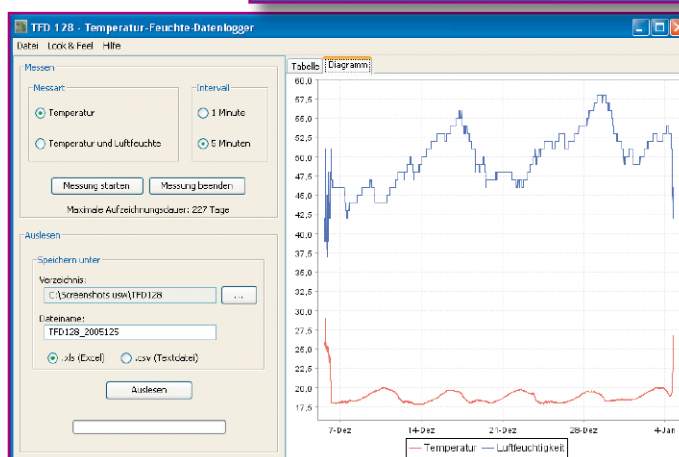
Da im TFD 128 lediglich Temperatur und Luftfeuchtigkeit sowie die Startzeit und beim Beenden einer Messung mit dem PC auch die Zeit des Mess-Endes gespeichert werden, müssen die einzelnen Speicherzeiten im PC berechnet werden. Dies kann auf zwei Arten geschehen:

1. Die Messung wurde mit der PC-Software beendet (Normalfall). Die PC-Software berechnet aus der Startzeit, der Endzeit und der Anzahl der aufgezeichneten Messwerte die Zeiten der einzelnen Messungen. Dabei werden leichte Abweichungen, die durch Temperaturschwankungen hervorgerufen werden können, gemittelt. Daher kann es bei langen Aufzeichnungen vor-

Bild 5: Die ausgelesenen Daten erscheinen als übersichtliche Tabelle.

Nummer	Datum	Temperatur	Luftfeuchtigkeit
0	04.01.2006 17:04:38	26,3	46
1	04.01.2006 15:58:30	26,6	45
2	04.01.2006 15:52:22	25,7	43
3	04.01.2006 15:46:14	25,0	42
4	04.01.2006 15:40:07	25,2	42
5	04.01.2006 15:33:59	24,5	42
6	04.01.2006 15:27:51	23,7	43
7	04.01.2006 15:21:43	23,2	43
8	04.01.2006 15:15:36	22,6	44
9	04.01.2006 15:09:28	22,2	44
10	04.01.2006 15:03:20	21,8	45
11	04.01.2006 15:57:12	21,4	46
12	04.01.2006 15:51:05	21,1	46
13	04.01.2006 15:44:57	20,8	47
14	04.01.2006 15:38:49	20,6	47
15	04.01.2006 15:32:42	20,4	48
16	04.01.2006 15:26:34	20,3	48
17	04.01.2006 15:20:26	20,1	48
18	04.01.2006 15:14:19	20,0	49
19	04.01.2006 15:08:11	19,9	49
20	04.01.2006 15:02:03	19,8	49
21	04.01.2006 14:55:55	19,7	50
22	04.01.2006 14:49:47	19,6	50
23	04.01.2006 14:43:40	19,5	50
24	04.01.2006 14:37:32	19,4	51

Bild 6: Alternativ sind die Daten auch sofort als Verlaufsgrafik darstellbar, die auch zoombar ist.



kommen, dass der Abstand zwischen den Messungen nicht exakt der eingestellten Intervallzeit entspricht.

2. Die Messung wurde beendet, weil der Speicher voll oder die Batterien leer waren. Die PC-Software liest die Startzeit und die eingestellte Intervallzeit aus dem Datenlogger aus und berechnet die Zeiten der einzelnen Messungen dann mit dem festen Intervall von 1 Minute oder 5 Minuten. Hierbei kann es dann insbesondere bei sehr langen Aufzeichnungen zu leichten Abweichungen vom wirklichen Ende der Messung kommen.

Wenn also eine möglichst genaue Zuordnung der Messzeiten gewünscht ist, sollte darauf geachtet werden, dass die Messung mit ausreichend vollen Batterien gestartet und die Messung am PC beendet wird, bevor der Speicher voll ist. Da der Speicher groß genug ist und ein Aufzeichnungsintervall von 5 Minuten in der Regel ausreichend ist, sollte dies jedoch kein Problem sein.

Mit vollen Batterien arbeitet die Schaltung etwa ein Jahr lang. Wenn das Gerät nicht benutzt wird, sollten die Batterien entnommen werden.

Hinweise zum Erstellen von Diagrammen mit MS Excel

Um mit MS Excel die Kurvenverläufe der gesamten aufgezeichneten Daten einer Datei darzustellen, markiert man einfach

nach dem Laden der .xls-Datei die Spalten mit Datum und Uhrzeit, Temperatur und, wenn vorhanden, der Luftfeuchtigkeit. Um die gesamten Spalten zu markieren, können auch die Spaltenköpfe (A, B und C) markiert werden. Danach startet man den Diagramm-Assistenten. Am einfachsten gestaltet sich die Diagrammgenerierung hier, wenn man als Diagrammtypen „Punktdiagramm“ aus den „Standardtypen“ oder „Linien auf zwei Achsen“ aus den „Benutzerdefinierten Typen“ auswählt. Bei den einfachen Liniendiagrammen kann es zu fehlerhaften Darstellungen der Zeitwerte auf der X-Achse kommen.

Will man nur einen Teil der Tabelle als Diagramm darstellen, ist es sehr hilfreich, die Zeile mit den Spaltenüberschriften zu fixieren. Dies bewirkt, dass diese Zeile immer als oberste Zeile sichtbar bleibt, auch wenn man in den Daten nach unten scrollt. Die Überschriften können dann beim Erstellen eines Diagramms mit markiert werden, sie werden automatisch zur Beschriftung der Datenreihen benutzt. Zum Fixieren der ersten Zeile markiert man ein Zelle in der zweiten Zeile und wählt aus dem Menü „Fenster“ den Eintrag „Fenster fixieren“. Mit den beschriebenen, leistungsfähigen Auswerte-Werkzeugen hat man bereits umfangreiche Möglichkeiten, Klimaverläufe auszuwerten, und kann bei Bedarf entsprechende Maßnahmen, etwa zur Heizungs-Optimierung, ergreifen.

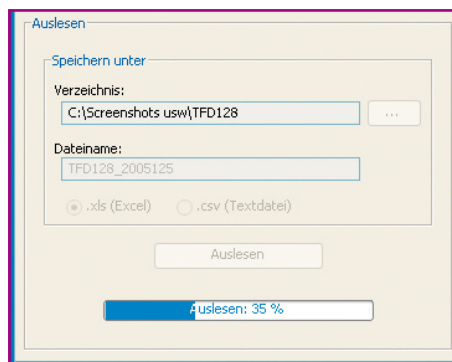


Bild 4: Der Fortschritt des Auslesens wird angezeigt, oben sind bereits Speicherort und Dateiname sowie Datenformat festgelegt.



Hausschaltssystem HS485

4fach-I/O-Modul

Das kompakte, hinter Schalter oder in Abzweigdosen montierbare I/O-Modul kann auf insgesamt vier I/O-Kanälen wahlweise als Eingang oder Anzeige-/Schaltausgang konfiguriert werden und so als universelle Bedien- und Anzeigeschnittstelle des HS485-Hausschalt-systems dienen. Für die Verbindung zu den weiteren Komponenten des Systems ist hier allein noch der RS485-Bus inklusive Spannungsversorgung notwendig. Die Konfiguration erfolgt per Software über das HS485-PC-Interface.

Universal-Schnittstelle

Betrachtet man die bisherigen Komponenten des HS485-Hausschalt-systems, so fällt auf, dass für jeden Taster, den man an das System anschließen möchte, eine Verbindung vom Taster zu einem beliebigen HS485-Modul hergestellt werden muss. Das ist in Ordnung, solange sich die Module nicht weit entfernt von den Tastern befinden oder nur wenige Taster angeschlossen werden sollen. Will man jedoch von einem entfernteren Ort schalten oder

dort den aktuellen Zustand eines Aktors anzeigen bekommen, muss eine andere, möglichst unaufwändige Lösung her, die allein den allgemeinen Busanschluss nebst Spannungsversorgung, also das sicher meist zum Einsatz kommende, vieradrig-e Telefonkabel, voraussetzt.

Genau hier setzt das neue I/O-Modul an. Es gliedert sich vollständig in das HS485-Schalt-system ein. Aufgrund seiner kompakten Abmessungen ist es für die Unterputzmontage z. B. hinter Schaltern oder in Abzweigdosen sehr gut geeignet.

Es können bis zu 4 Taster oder bis

zu 4 Leuchtdioden zur Signalisierung angeschlossen werden. Mit den Tastern sind insgesamt bis zu 64 Aktoren im HS485-Schalt-system ansteuerbar. Die Programmierung erfolgt über das HS485-PC-Interface.

Damit stellt das Modul eine sehr universell einsetzbare Schnittstelle zwischen Bedienung und Anzeige einerseits und Steuerung und Überwachung der Aktoren andererseits dar.

Jeder I/O-Port des Moduls ist per Software wahlweise als Schalteingang oder als Schaltausgang konfigurierbar, wobei man über den Ausgang nicht nur LEDs ansteuern kann, sondern auch eigene Applikationen.

Denkbar ist hier ebenfalls (wie übrigens auch bei den anderen Systembausteinen) die Anbindung einer Funk-Applikation, etwa, um Schaltzustände über größere Strecken übertragen zu können.

Technische Daten: (4fach-I/O-Modul)	
Spannungsversorgung:	24 V _{DC}
Stromaufnahme:	max. 25 mA
Anschlüsse:	4 Kanäle, wahlweise Eingang oder Ausgang RS485-Busleitung

Auch eingangsseitig sind so Funk-Applikationen anbindbar. Auf diese Weise kann man sehr einfach die Vorteile einer Funk- und einer drahtgebundenen Haussteuerung kombinieren.

So gelingt in solch einer Kombination dann etwa auch die unaufwändige Ansteuerung von Außenkomponenten über größere Strecken, ohne dass diese direkt an die Gebäudestromversorgung angeschlossen sein müssen.

Schaltung

Die Schaltung (Abbildung 1) setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der Step-down-Wandler erzeugt die nötige 5-V-Betriebsspannung und der Mikrocontroller samt Peripherie ermöglichen die Bus-Kommunikation und die Abfrage/Steuerung der vier I/O-Kanäle.

Die 5-V-Spannungsversorgung wird über einen Step-down-Wandler aus der 24-V-Versorgungsspannung erzeugt. Er arbeitet in einem weiten Spannungsbereich

von 10 bis 30 V und liefert einen Strom von bis zu 100 mA. Die Diode D 3 dient als Schutzdiode und sichert die Schaltung gegen Verpolung der Versorgungsspannung. Diese wird mit C 1 gepuffert und versorgt den Schaltregler. Als Regler ist hier der MC34063 eingesetzt. Das Prinzip dieses Step-down-Wandlers beruht auf der Speicherfähigkeit der Spule L 1. Dabei wird der Pin 2 von IC 1 sehr schnell an- und ausgeschaltet. C 2 bestimmt dabei die Schaltfrequenz. In den Puls-Zeiten fließt Strom über die Spule in den Kondensator C 3. Dieser und die Spule L 1 nehmen Energie auf. In den Pausen-Zeiten wird der Strom von der Spule L 1 aufrechterhalten. Der Stromkreis ist dann über die Diode D 1 geschlossen. Die Spannung am Kondensator C 3 wird durch den Spannungsteiler aus R 2 und R 3 geteilt und über Pin 5 von IC 1 gemessen. Der Schaltregler regelt so durch Veränderung des Puls-Pause-Verhältnisses die Ausgangsspannung.

Die geregelte 5-V-Spannung gelangt über Lötstifte auf die Prozessorplatine.

Da fast die gesamte Logiksteuerung innerhalb des Controllers IC 2 erfolgt, sind nur wenige externe Komponenten nötig. Der Keramikschwinger Q 1 erzeugt zusammen mit dem prozessorinternen Oszillator die Taktfrequenz von 4 MHz.

An den Kontakten 23 bis 26 von IC 2 werden die 4 gleichwertigen Kanäle angeschlossen. Sind die Pins als Ausgänge geschaltet, so begrenzen die 330-Ω-Widerstände den Ausgangsstrom. Die Widerstände sind so ausgelegt, dass mit dem fließenden Strom direkt Leuchtdioden betrieben werden können.

Sind die Pins des Controllers als Eingänge geschaltet, dann dienen die Kondensatoren C 8 bis C 11 zur Filterung von hochfrequenten Störungen.

Für die Umwandlung von TTL- in RS485-Signale wird der Baustein LT1785CS8 eingesetzt. Seine Eingänge sind bis 60 V spannungsfest, so dass eine versehentliche Verbindung von Spannungsversorgung mit der A- oder B-Leitung also nicht zu einer Zerstörung des ICs führt. Die Leuchtdiode

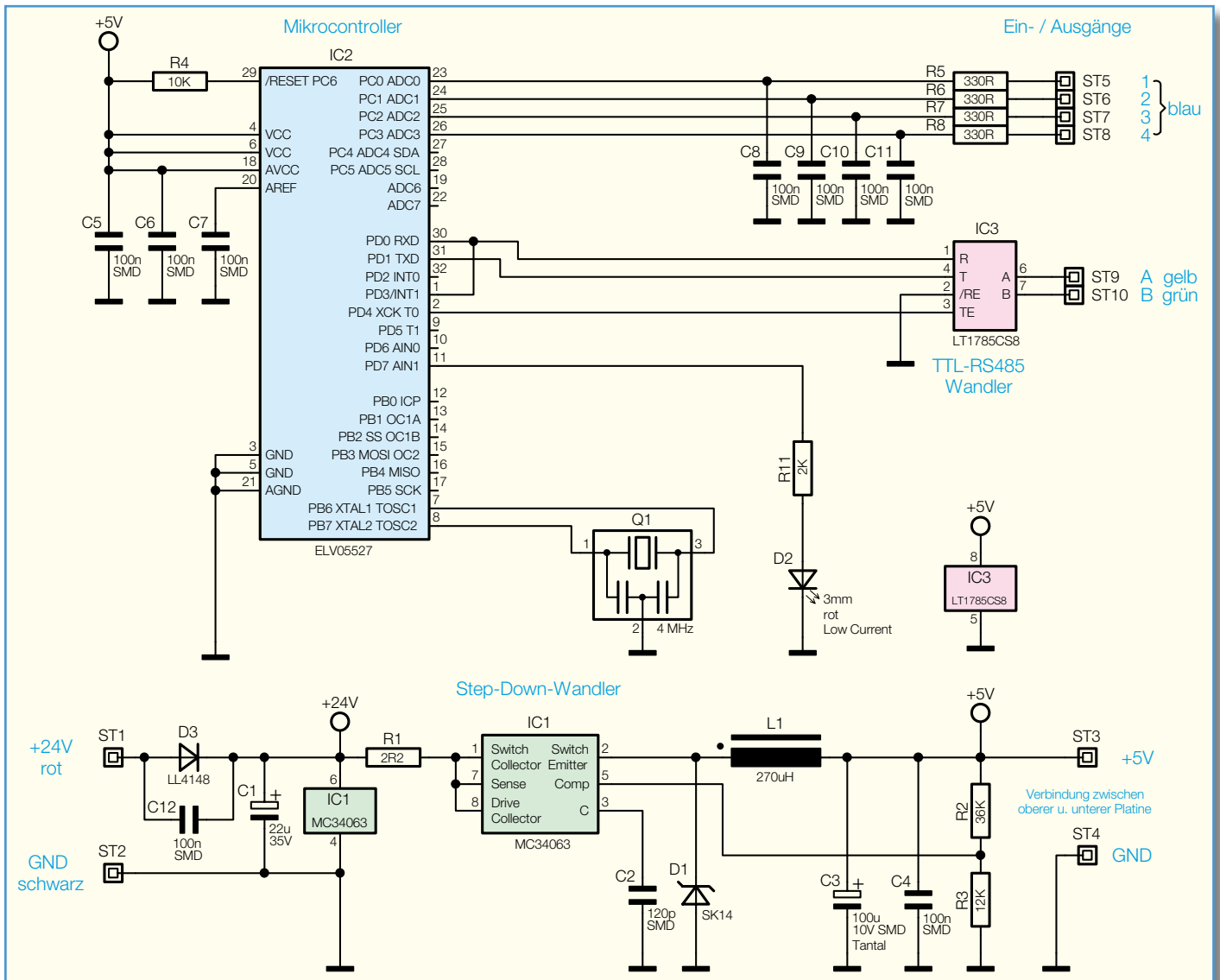


Bild 1: Das Schaltbild des I/O-Moduls

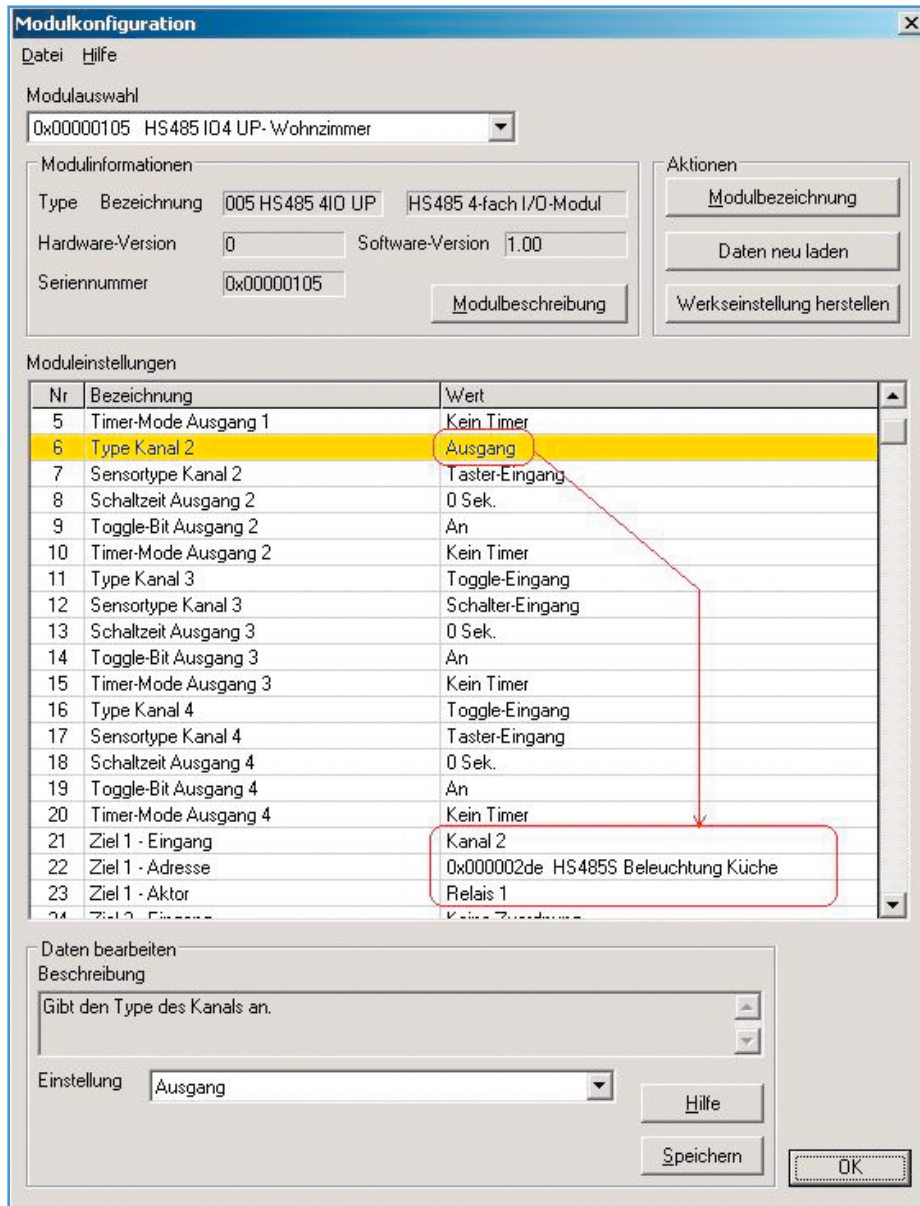


Bild 2: Konfigurationsbeispiel für das I/O-Modul (siehe Text)

D 2 zeigt den Betriebszustand des Moduls an. Im normalen Betrieb ist die Leuchtdiode erloschen, im Einschaltmoment und im Fehlerfall blinkt sie.

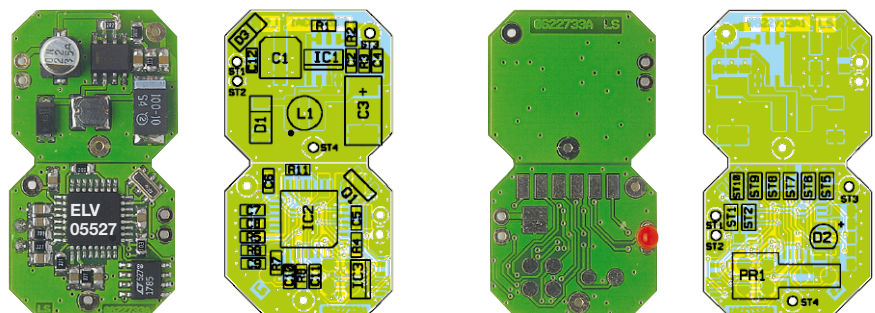
Konfiguration

Die Konfiguration des Moduls erfolgt ausschließlich über das bereits im „ELVjournal“ 1/06 vorgestellte HS485-PC-Interface mit der dazugehörigen Software. Die vier Kanäle sind dabei für mehrere unterschiedliche Funktionen konfigurierbar:

1. Eingang zum Einschalten von Aktoren
2. Eingang zum Ausschalten von Aktoren
3. Eingang zum Toggeln von Aktoren, d. h. Wechsel des Aktor-Zustands bei jedem Eingangsimpuls
4. Ausgang zum direkten Ansteuern einer LED bzw. eigener Applikationen

Bei der Konfiguration als Eingang ist es zusätzlich möglich, diesen als Moment-

(Taster) oder Dauerkontakt (Schalter) einzustellen. Damit steht hier auch die Ansteuerung etwa durch Funkempfänger oder übliche Bewegungsmelder, Dämmerungsschalter etc. offen, die ja fast immer Dauerkontakt-Ausgänge aufweisen. Selbstverständlich sind hier auch mehrere



Ansicht der fertig bestückten Platine des I/O-Moduls mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

parallel geschaltete Kontakte abschließbar, wobei man aber immer das gewählte Schaltverhalten im Auge behalten muss. Hat man die Kontaktart „Schalter“ in der Software ausgewählt, reagiert der Aktor bei der o. g. Betriebsart 1 beim Einschalten des Schalters mit Einschalten des Aktors, beim Ausschalten des Schalters mit Ausschalten des Aktors. In der Betriebsart 2 ist das Verhalten umgekehrt.

Ist ein Pin als Ausgang geschaltet, so kann man hier eine Zeitsteuerung programmieren. Der Ausgang kann dabei entweder als Treppenhausschalter oder als ein automatisch abschaltender Ausgang reagieren. Beim Treppenhausschalter wird die Zeit bei jedem Tastendruck neu gestartet. Wie der Name schon sagt, ist dies vor allem in einem Treppenhaus sinnvoll. Hier bietet sich als auslösender Kontakt auch ein Bewegungsmelder oder ein Dämmerungsschalter an. Solange sich eine Person im Raum bewegt, wird so der Eingang immer wieder neu gestartet, bis schließlich nach Verlassen des Raumes und Ablauf der programmierten Zeit das Abschalten erfolgt.

Die Option „Automatisch ausschalten“ startet ebenfalls beim Einschalten den Timer, der den Verbraucher nach der eingestellten Zeit abschaltet. Hier gibt es jedoch die Option, den Timerlauf jederzeit zu unterbrechen und sofort auszuschalten. Diese Option ist zum Beispiel in einem Keller- oder Abstellraum sinnvoll. Das Licht schaltet sich automatisch nach der eingestellten Zeit aus, kann jedoch per Tastendruck jederzeit auch schon vorher wieder ausgeschaltet werden.

Eine Besonderheit gibt es bei diesem Modul: Wird ein Kanal als Ausgang geschaltet, so kann dieser Ausgang seinen Zustand an einen beliebigen anderen Ausgang im System übertragen. Hierdurch können Zustände von entfernten Aktoren angezeigt werden. Dies Funktion kann man z. B. für Kontrollleuchten verwenden.

In der Abbildung 2 wird beispielhaft eine Konfiguration für einen HS485 IO4 UP aufgezeigt. Der Kanal 2 wird als Ausgang deklariert (Zeile 6). In der Liste mit den Eingang-Ausgang-Zuordnungen (ab Zeile 21)

wird als Eingang der Kanal 2, als Ziel das Relais 1 des Moduls 0x2DE ausgewählt. Ändert sich jetzt der Zustand von Kanal 2, z. B. durch Drücken eines darauf programmierten Tasters, so wird der neue Zustand an das Relais 1 von Modul 0x2DE gesendet. Relais 1 nimmt den gleichen Zustand wie Kanal 2 an, gleichzeitig kann am I/O-Modul der Zustand des Relais 1 durch eine LED angezeigt werden.

In Zeile 12 ist übrigens die erwähnte Möglichkeit genutzt, einen Taster-Eingang als „Schalter“ (Dauerkontakt) zu konfigurieren

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme ist das Gerät mit den Adern „+“ (Rot) und „-“ (Schwarz) an die Betriebsspannung, und mit „A“ (Gelb) und „B“ (Grün) an den Bus anzuschließen. An die Adern 1 bis 4 (Blau, nummeriert) sind LEDs bzw. eigene Applikationen oder Taster anzuschließen (siehe Abbildung 3). Werden LEDs angeschlossen, sind diese in Durchlassrichtung nach Masse zu schalten, d. h. Anode an Ausgangsleitung, Katode an Masse.

Sind die Kanäle als Eingänge konfiguriert, so muss der Tasterkontakt eine Verbindung nach Masse herstellen. Bei Bedarf sind, wie in Abbildung 3 zu sehen, auch größere Lasten per Relais-Schaltstufe ansteuerbar. Nicht benötigte Anschlussleitungen müssen durch die Schutzkappe isoliert werden.

Nach dem Anlegen der Betriebsspannung blinkt die interne LED für ca. 5 Sekunden auf. Die Programmierung erfolgt dann, wie bereits beschrieben, mit dem HS485 PCI.

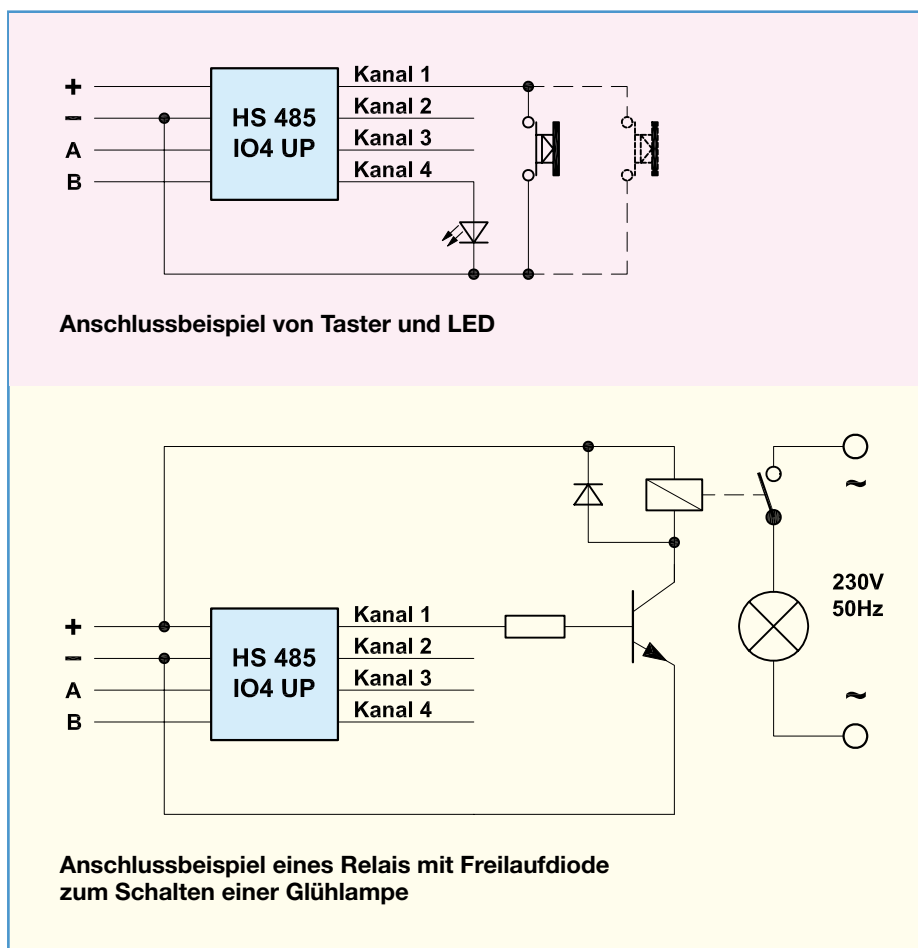


Bild 3: Anschlussbeispiele für die Beschaltung der I/O-Ports mit Tastern, LED und Relais-Schaltstufen

Bleibt abschließend festzustellen, dass mit dem I/O-Modul für das Haussteuersystem HS485 eine vielseitig nutzbare Ein- und Ausgabe-Schnittstelle zur Verfügung steht,

die dank Bustechnik und Programmierbarkeit die Möglichkeiten des Systems deutlich aufwertet und dieses in der Flexibilität wesentlich erweitert. **ELV**

Stückliste: HS485-Hausschaltssystem 4fach-I/O-Modul

Widerstände:

2,2 Ω/SMD/0805.....	R1
330 Ω/SMD/0805.....	R5–R8
2 kΩ/SMD/0805.....	R11
10 kΩ/SMD/0805.....	R4
12 kΩ/SMD/0805.....	R3
36 kΩ/SMD/0805.....	R2

Kondensatoren:

120 pF/SMD/0805	C2
100 nF/SMD/0805	C4–C12
22 µF/35 V/SMD/low ESR.....	C1
100 µF/10 V/SMD/tantal	C3

Halbleiter:

MC34063/SMD.....	IC1
ELV05527/SMD	IC2
LT1785C/SMD.....	IC3

SK14/SMD.....	D1
LL4148.....	D3
LED, 3 mm, Rot, low current	D2

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD	Q1
Speicherdrossel, SMD, 270 uH, 200 mA.....	L1
2 Stiftleisten, 1 x 1-polig, gerade, print	
1 Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print	
8 Aderendhülsen, isoliert, 0,75 mm ² , 10 mm, Grau	
1 Kabelbezeichnungsring + (Plus), Gelb.....	ST1
1 Kabelbezeichnungsring - (Minus), Gelb.....	ST2
1 Kabelbezeichnungsring A, Gelb.....	ST9

1 Kabelbezeichnungsring B, Gelb..	ST10
1 Kabelbezeichnungsring 1, Gelb..	ST5
1 Kabelbezeichnungsring 2, Gelb..	ST6
1 Kabelbezeichnungsring 3, Gelb..	ST7
1 Kabelbezeichnungsring 4, Gelb..	ST8
8 Gummi-Kappen, Weiß	
7 g 2-Komponenten-Vergussmasse	
1 Modul-Gehäuse, schwarz, bedruckt	
15 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Rot.....	ST1
15 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Schwarz.....	ST2
15 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Gelb.....	ST9
15 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Grün	ST10
60 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Blau.....	ST5– ST8

Programmierung des Bus-Haussteuerungs-Systems einfach und zentral per PC



Offen für Eigenes – Protokollbeschreibung HS485

Das busorientierte HS485-Hausschaltssystem entfaltet seine volle Funktionalität erst durch die Programmierbarkeit von einem PC aus. Um Anwendern, die eigene Software-Lösungen hierzu anstreben, auch diesbezügliche Eigenentwicklungen zu ermöglichen, möchten wir Ihnen mit diesem Artikel das Steuerungsprotokoll des HS485-Systems vorstellen.

Offene Schnittstelle

Bereits nach Erscheinen des ELV-Funk-Haussteuerungs-Systems FS20 und des FHT-Heizungssteuerungs-Systems war bei Anwendern und Software-Entwicklern schnell der Ruf nach Offenlegung des Übertragungsprotokolls aufgetaucht. Aus verschiedenen Gründen erfolgte dies von ELV ausschließlich an lizenzierte Software-Entwickler. Beim neuen, drahtgebundenen HS485-Haussteuerungs-System gehen wir einen anderen Weg. Wir konzentrieren uns auf die Entwicklung, Fertigung und Erweiterung der System-Hardware und bieten derzeit eine einfache Software zur Konfiguration des Systems an. Natürlich entsteht bei vielen Anwendern sofort der Wunsch nach einem komfortableren PC-Frontend, etwa bei wechselnden Einsatzfällen, Einbindung von Sensoren oder anderen Anwendungswünschen. Um die Entwicklung einer ei-

genen Software zu erleichtern und eine normgerechte Anbindung der Hardware an die eigene Software zu gewährleisten, beschreiben wir hier das Protokoll der Software-Schnittstelle des Systems. Diese setzt den Einsatz des HS485 PCI voraus, da ein Teil der Kommunikation auf dem Vorhandensein dieses Moduls beruht.

Die Kommunikation im System

Grundlagen

Jedes HS485-Gerät am Bus (ausgenommen Busabschluss und Netzgerät) besitzt eine eindeutige, ab Werk fest vorgegebene 32-Bit-Adresse. Somit ist ausgeschlossen, dass zwei Geräte mit der gleichen Adresse am Bus betrieben werden können. Die Adresse 0xFFFFFFFF ist als so genannte Broadcast-Adresse reserviert und wird nicht an Module vergeben. Nachrichten, die an die Broadcast-Adresse gerichtet sind, werden von jedem Modul verarbeitet. Weiterhin sind die Adres-

sen 0x00000000 und 0x00000001 fest vergeben. Sie sind für Logging- und Steuermodule, wie z. B. einen PC, reserviert.

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, ist es erforderlich, dass am Ende des Busses die A-Ader über einen Widerstand mit +5 V und die B-Ader ebenfalls über einen Widerstand mit Masse verbunden werden. Diese Aufgabe kann einer der Busabschluss-Bausteine HS485 BA oder HS485 BAplus übernehmen.

Datenübertragung

Die Datenübertragung erfolgt seriell über den RS485-Bus mit einer Datenübertragungsrate von 19.200 Bit/s mit 8 Datenbit, 1 Stoppbit und gerader Parität.

Jede Nachricht wird von dem angesprochenen Empfängermodul bestätigt. Falls keine Bestätigung kommt, erfolgt eine bis zu zweimalige Wiederholung der Nachricht. Pro Nachricht dürfen maximal 64 Byte an Nutzdaten übertragen werden.

Protokollrahmen

Jede Nachricht wird in einem Protokollrahmen übertragen, innerhalb dessen die Übertragung der Quell- und Zieladressen sowie weiterer Informationen erfolgt. Innerhalb des Rahmens werden die eigentlichen Nutzdaten übertragen. Jede gesendete Nachricht ist entsprechend der in Tabelle 1 gezeigten Struktur aufgebaut.

Startzeichen

Das Startzeichen ist immer 0xFD. Es ist ein Steuerzeichen und darf in den restlichen Daten der Nachricht nicht mehr vorkommen. Neben 0xFD gibt es noch 0xFE als weiteres Steuerzeichen. Dieses spielt bei der normalen Kommunikation keine Rolle, darf aber ebenfalls nicht im Datenstrom enthalten sein. Falls diese Steuerzeichen in den Daten enthalten sind, wird ein weiteres Steuerzeichen (0xFC) eingefügt, das vor ein Steuerzeichen zu setzen ist und selbstverständlich ebenfalls nicht im Datenstrom vorkommen darf. Dieses Steuerzeichen wird als Escape-Zeichen bezeichnet. Muss jetzt der Sender innerhalb der Daten eines dieser drei Steuerzeichen übertragen, wird das Steuerzeichen durch zwei Bytes ersetzt, und zwar durch das Escape-Zeichen, gefolgt von dem zu sendenden Steuerzeichen, bei dem das höchstwertige Bit gelöscht ist.

Beispiel:

Es sollen die Datenbytes 0x05 0xFD und 0xFA übertragen werden. Das erste Byte wird einfach übertragen, das zweite Byte entspricht einem Steuerzeichen und wird entsprechend ersetzt und das dritte Byte wird wieder normal übertragen.

Die Daten: 0x05 0xFD 0xFA werden also gesendet als 0x05 0xFC 0x7D 0xFA

Zieladresse

Die Übertragung der Zieladresse erfolgt im Big-Endian-Format. Das höchstwertige Byte wird als erstes übertragen, das niederwertigste Byte als letztes.

Kontrollzeichen

Das Kontrollzeichen gibt über den Typ der Nachricht Auskunft und enthält außerdem noch nachrichtenspezifische Bits. Der Aufbau des Kontrollbytes ist in der Tabelle 2 dargestellt. Die drei unterschiedlichen Nachrichtentypen werden anhand der markierten Bits unterschieden. Enthält das Kontrollbyte ein gesetztes B-Bit, so wird die 4 Byte große Absenderadresse eingefügt.

Die Bits haben folgende Bedeutung:

S – Sendefolgennummer: Die Sendefolgennummer setzt sich aus zwei Bits zusammen, die die Zahlen 0 bis 3 darstellen. Bei jeder erfolgreich versendeten Nachricht

Beispiel Protokollrahmen:

In diesem Beispiel wird ein Key-Event (Erklärung siehe Befehlsbeschreibung) von Adresse 0x2DE nach 0x1DA gesendet.

FD	00 00 01 DA	1A	00 00 02 DE	06	4B 01	00	0C	F9 8E
Startzeichen	Zieladresse	Kontrollzeichen	Absenderadresse	Framelänge	Taste	Aktor	Event	Checksumme
					Befehl ('k')			

wird diese Nummer um 1 erhöht. Nach der Sendefolgennummer 3 beginnt die Zählung wieder bei 0. Muss die Nachricht erneut gesendet werden, weil Fehler bei der Übertragung aufgetreten sind, so wird die Sendefolgennummer erneut verwendet.

Kommen beim Empfänger zwei Nachrichten mit der gleichen Sendefolgennummer an, so werden beide bestätigt, aber nur eine verarbeitet.

R – Empfangsfolgennummer: Die Empfangsfolgennummer wird zur Bestätigung von Nachrichten benötigt. Erhält ein Modul eine Nachricht, so wird deren Empfang bestätigt. In der Bestätigungsnachricht entspricht die Empfangsfolgennummer der Sendefolgennummer der erhaltenen Nachricht.

Der Sender erkennt daran, dass die Nachricht erfolgreich an den Empfänger übertragen wurde.

senderadresse bekannt sein muss.

Es gibt jedoch einige spezielle Befehle, in denen die Absenderadresse nicht notwendig ist.

F – letztes Paket: Ist ein Datensatz zu groß für eine Nachricht, so kann die Nachricht aufgeteilt werden. Die letzte Nachricht des Datensatzes wird dabei mit einem gesetzten F-Bit gesendet.

Die zur Zeit verfügbaren Module unterstützen keine geteilten Nachrichten. Aus diesem Grund ist das F-Bit immer zu setzen.

M – Adressmaske: Wird eine Discovery-Nachricht versendet, so entsprechen die 5 M-Bit der Adressmaske. Sie gibt an, wie viele Bits (M+1) der Empfängeradresse gewertet werden sollen.

Absenderadresse

Die Übertragung der Absenderadresse erfolgt wieder im Big-Endian-Format. Das

Tabelle 1: Protokollrahmen

Anzahl Bytes	Beschreibung
1	Startzeichen
4	Zieladresse
1	Kontrollzeichen
4	Absenderadresse
1	Framelänge inkl. Checksumme
N	Framedaten
2	CRC16-Checksumme

Y – Synchronisationsbit: Wird in einer Nachricht das Synchronisationsbit beim Senden einer Nachricht gesetzt, so wird im Empfänger die Sendefolgennummer zurückgesetzt. Die Empfangsfolgennummer wird auf den Wert der Sendefolgennummer der Nachricht gesetzt.

Danach wird die Nachricht bestätigt und verarbeitet. Dabei ist zu beachten, dass jede Nachricht mit gesetztem Y-Bit verarbeitet wird, also auch wiederholte Nachrichten.

B – Absenderadresse: Ist das B-Bit gesetzt, so wird direkt nach dem Kontrollbyte die Absenderadresse eingefügt.

Die Absenderadresse ist während der Kommunikation immer erforderlich, da zur Bestätigung von Nachrichten die Ab-

höchstwertige Byte wird als erstes übertragen, das niederwertigste Byte zuletzt.

Framelänge

Danach folgt die Framelänge. Sie enthält die Anzahl der Datenbytes zuzüglich zwei Bytes für die Checksumme.

Framedaten

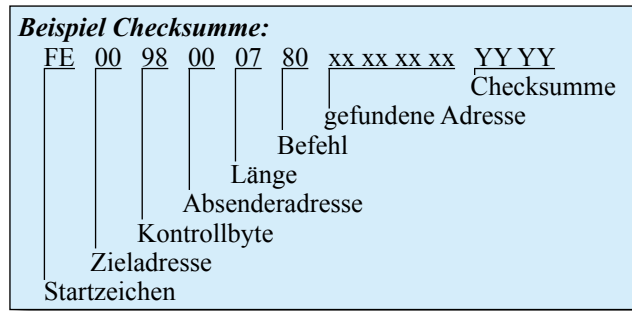
Nach der Framelänge werden die Framedaten übertragen. Pro Nachricht dürfen nicht mehr als 64 Byte Framedaten übertragen werden. Die Framedaten entsprechen den Nutzdaten der Nachricht.

Checksumme

Schließlich folgt die 2 Byte lange CRC16-

Tabelle 2: Aufbau Kontrollzeichen

Type	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
I-Nachricht	Y	R	R	F	B	S	S	0	0
ACK-Nachricht	0	R	R	1	B	0	0	0	1
Discovery	M	M	M	M	M	0	1	1	1



Checksumme. Sie wird mit dem Polynom 0x1002 nach dem allgemein bekannten Berechnungsverfahren berechnet.

Nachrichtentypen

Die im Kontrollbyte definierten unterschiedlichen Nachrichtentypen haben folgende Bedeutung:

I-Nachricht

Soll ein Datenaustausch zwischen den Modulen erfolgen, so wird eine I-Nachricht verwendet. Enthält die gesendete Nachricht eine Abfrage an das Modul, so wird mit einer I-Nachricht geantwortet. Diese Antwort enthält bereits die Bestätigung der vorherigen Nachricht.

ACK-Nachricht

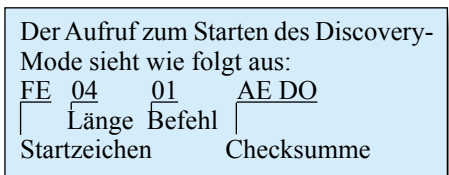
Enthält ein Modul eine Nachricht, auf die es keine Antwort senden muss, bestätigt es diese Nachricht mit einer ACK-Nachricht.

Discovery-Nachricht

Um festzustellen, welche Module am Bus angeschlossen sind, sendet der PC Discovery-Nachrichten aus. Alle Module vergleichen mit Hilfe der Adressmaske die Zieladresse mit ihrer eigenen Adresse. Die Adressmaske bestimmt, wie viele Bits gültig sind, beginnend beim höchstwertigen Bit. Stellt der Modul-Controller eine Übereinstimmung fest, dann sendet er ein 0xF8. Der PC erkennt dies und stellt dadurch fest, dass sich noch weitere Module mit dieser Adressmaske am Bus befinden, und passt

die Adressmaske und die Zieladresse an. Dies wird so lange durchgeführt, bis alle Module am Bus gefunden sind. Die Discovery-Funktion ist im HS485-PC-Interface implementiert und kann daher einfach aufgerufen werden.

Um unterscheiden zu können, welche Informationen für das HS485 PCI und welche für die Module am Bus sind, wird im HS485 PCI das Startzeichen überprüft. Ist dies 0xFD, so ist die Nachricht für die Module am Bus, beim Startzeichen 0xFE für das PC-Interface.



Die einzelnen Bytes haben folgende Bedeutung:

Startzeichen: Bei Nachrichten an das HS485 PCI ist das Startzeichen immer 0xFE.

Länge: Die Länge enthält die Anzahl der Datenbytes zuzüglich zwei Bytes für die Checksumme.

Befehl: Der Befehl für den Discovery-Mode ist 0x01.

Checksumme: Die CRC16-Checksumme ist 2 Byte lang. Sie wird wieder mit dem Polynom 0x1002 nach dem allgemein bekannten Berechnungsverfahren berechnet.

Nun fängt das HS485 PCI an, den Bus nach angeschlossenen Modulen zu durchsuchen. Bei jedem gefundenen Modul sendet es eine Nachricht an den PC. Die Antwortnachricht besteht im Prinzip aus einem I-Block, allerdings mit verkürzten Adressen. Sie bestehen nur aus einem Byte.

Bis auf Ziel- und Absenderadresse entsprechen alle Bezeichnungen den bereits beschriebenen. Der Befehl ist hierbei mit

0x80, Ziel- und Absenderadresse mit 0x00 und das Kontrollzeichen mit 0x98 festgelegt. Ist das Durchsuchen des Busses nach neuen Modulen abgeschlossen, wird eine Nachricht mit der Adresse 0xffffffff gesendet.

Befehlssatz

Um die Befehle verstehen zu können, ist es notwendig, einige Grundlagen über die Module zu kennen. Jedes Modul besitzt einen Controller mit integriertem EEPROM-Speicher. In diesem Speicher wird die Konfiguration der Module abgelegt. Jeder Eingang und Ausgang besitzt innerhalb des Moduls eine eindeutige Nummer. Wird ein Taster an einem Modul betätigt, so wird das EEPROM nach möglichen Zielaktoren durchsucht. Sind ein oder mehrere Aktoren gefunden, so wird eine Nachricht an die Aktoren der jeweiligen Module gesendet.

Die Steuerung von Modulen erfolgt mit nur wenigen einfachen Befehlen. Die Tabelle 3 zeigt eine Liste der wichtigen Befehle. Das Byte mit dem Befehl steht immer an der ersten Stelle der Framedaten.

Auf die Beschreibung evtl. vorhandener modulspezifischer weiterer Befehle wird an dieser Stelle verzichtet. Diese sind der jeweiligen Bedienungsanleitung zu entnehmen.

Beschreibung der Befehle

„s“ – Aktor setzen

Diese Funktion setzt den Zustand eines Modul-Ausgangs. Da es unterschiedliche Module gibt, müssen die übertragenen Daten an das Modul angepasst sein. Dies wird im Allgemeinen nur von einem PC durchgeführt.

Für jedes bisher verfügbare Modul gilt folgender Nachrichtenaufbau:

1. Befehlsbyte „s“
2. Nummer des Sensoreingangs
3. Nummer des Zielaktors
4. Aktion

Jeder Aktor beim HS485 S kann den Zustand „Aus“ (0x00) oder „An“ (0x01) annehmen. Mit 0xFF kann man den Zustand wechseln (togglen). Beim HS485 RS sind die Zustände „Runter“ (0x20), „Hoch“ (0x10), „Aus“ (0xFE) oder „Auf Schlitzz fahren“ (0xFF) möglich.

Beim Dimmer HS485 D sind die Werte 0 bis 16 zum direkten Setzen des Helligkeitswertes einzusetzen. Zusätzlich kann heruntergedimmt (0x11), heraufgedimmt (0x12), herauf- bzw. heruntergedimmt (im „Kreis“) (0x13), an- bzw. ausgeschaltet (0x14) oder mit dem alten Helligkeitswert (0x15) angeschaltet werden. Der HS485 IO4 UP verhält sich bei entsprechender Konfiguration wie der Schalter HS485 S.

Befehl	Hex-Code	Beschreibung
K	0x4B	Key-Event
s	0x73	Aktor setzen
S	0x53	Aktorzustand abfragen
h	0x68	Modultyp und Hardware-Version abfragen
v	0x76	Firmware-Version des Gerätes anfragen
!	0x21	führt einen Reset des Moduls durch
C	0x43	Konfiguration des Moduls neu lesen
R	0x52	EEPROM lesen
W	0x57	EEPROM schreiben
q	0x71	Zieladresse hinzufügen
c	0x63	Zieladresse löschen

„S“ – Aktorzustand abfragen

Der Befehl „S“ gefolgt von der Aktornummer sendet den jeweiligen Zustand. Als Antwort wird zunächst die Aktornummer im Datenbyte 0 wiederholt. Im Datenbyte 1 steht der Aktorzustand. Für einige Geräte kann auch der Zustand eines Eingangs abgefragt werden. Dies ist zum Beispiel bei Schalteingängen sinnvoll.

„h“ – Modultyp und Hardware-Version abfragen

Jedes Modul am Bus verfügt über Informationen zu seinem Hardware-Typ und der Hardware-Version. In Tabelle 4 sind die bisher eingesetzten Module mit ihrem Hardware-Typ aufgelistet.

Als Antwort auf einen „h“-Befehl werden die Informationen zu Hardware-Typ und die Hardware-Version gesendet. Hardware-Typ und -Version benötigen jeweils ein Byte.

„v“ – Firmware-Version

Neben der Hardware-Version besitzt jedes Modul auch eine Firmware-Version. Diese setzt sich aus zwei Bytes zusammen. Das erste Byte enthält die Vorkommastelle und das zweite die Nachkommastelle.

„I“ – Modulreset durchführen

Mit dem Befehl „I“ kann man einen Neustart eines Moduls erzwingen. Damit nicht versehentlich ein Modul neu gestartet wird, muss das zweite Byte des Nachrichtenframes ebenfalls ein „I“ enthalten.

„C“ – Konfiguration neu lesen

Jedes Modul lässt sich konfigurieren. Die Konfigurationsparameter werden im EEPROM auf dem Mikrocontroller gespeichert. Da sich nicht alle Änderungen im EEPROM direkt auf die Funktion auswirken, ist in einigen Fällen ein erneutes Auslesen der Konfiguration erforderlich.

„W“ – EEPROM schreiben

Nicht nur das Lesen des EEPROMs ist möglich, sondern auch das Schreiben. Hier kann allerdings eine falsche Parametrierung eine Fehlfunktion des Moduls verursachen. Die Module können jedoch nicht zerstört werden. Dem Befehl folgt eine 2 Byte lange Startadresse und ein Byte für die Anzahl der Datenbytes. Danach folgen die eigentlichen Daten. Da das Schreiben in das EEPROM einige Zeit dauert, sollte die maximale Anzahl an EEPROM-Daten pro Nachricht 32 Byte nicht überschreiten.

Jedes Modul kann auf die Werkseinstellung zurückgesetzt werden, indem das gesamte EEPROM mit 0xFF gefüllt wird. Danach ist ein Modulreset erforderlich. Der Aufbau des EEPROMs der unter-

Tabelle 4: Bisher verfügbare Module mit Hardware-Typ und EEPROM-Größe

Hardware-Typ	Geräte	EEPROM
0	HS485 D – Dimmer	512 Byte
1	HS485 S – Schalter	512 Byte
2	HS485 RS – Rollladenschalter	512 Byte
4	JCU10 TFS – Temperatur-Feuchte-Sensor	512 Byte
5	HS485 IO4 UP – 4fach-I/O-Modul	512 Byte

schiedlichen HS485-Module kann aus den XML-Files der Konfigurations-Software des HS485 PCI entnommen werden. Sie stehen im Unterverzeichnis „XML-Dokumente“. Dort können Sie alle nötigen Informationen entnehmen, um das EEPROM richtig zu beschreiben.

„R“ – EEPROM lesen

Wie bereits beschrieben, befinden sich die Konfigurationsparameter im EEPROM. Dieses kann mit dem „R“-Befehl ausgelesen werden. Maximal sind 64 Byte an EEPROM-Daten mit einem Befehl auslesbar. Die Größe des EEPROMs der Module ist Tabelle 4 zu entnehmen. Dem „R“-Befehl folgt die 2 Byte lange Startadresse (wieder im Big-Endian-Format) und ein Byte für die Anzahl der Datenbytes. Als Antwort wird dann der EEPROM-Inhalt gesendet.

Befehle ohne PC

Die folgend beschriebenen Befehle werden während der Programmierung ohne PC zwischen den Modulen ausgetauscht. Dazu zunächst einige Informationen über den Ablauf der Programmierung.

An einem Modul wird ein Schaltausgang über die Programmier Taste in den Programmiermodus gebracht. Das Modul lauscht jetzt auf dem Bus nach Key-Events, die an die Broadcast-Adresse gerichtet sind. Wird jetzt an einem beliebigen anderen Modul am Bus eine Taste betätigt, werden Key-Events an alle bisher programmierten Aktoren und danach an die Broadcast-Adresse gesendet.

Das Modul, welches sich im Programmiermodus befindet, empfängt diesen Broadcast und sendet jetzt einen „q“-Befehl, um sich beim sendenden Modul zu registrieren. Danach wird auch der gerade programmierte Aktor bei jedem Tastendruck angesprochen.

Beim Löschen eines Aktors („Trennen“ von einer zugewiesenen Taste) wird der „c“-Befehl gesendet. Dadurch wird die Programmierung aufgehoben.

„K“ – Key-Event

Das Key-Event wird bei jedem Drücken und Loslassen eines an einem Modul angeschlossenen Tasters gesendet. Wird ein Taster länger betätigt, so wird in festen Zeit-

abständen erneut ein Key-Event übertragen. Nachrichten an die Broadcast-Adresse werden mit dem Zielaktor „0“ versendet.

Es werden folgende Daten gesendet

1. Befehlsbyte „K“
2. Nummer des Sensoreingangs
3. Nummer des Zielaktors
4. Event

Die Bits im Event geben Informationen über das Tasten-Ereignis an:

Bit 0 1 2 3 4 5 6 7
R R Y Y T T E E

„E“ entspricht dem Tasten-Event.

- | | |
|-----|-------------------|
| 0 0 | Taste gedrückt |
| 0 1 | Taste gehalten |
| 1 0 | Taste losgelassen |
| 1 1 | Reserve |

„T“ wird bei jedem Loslassen der Taste um eins erhöht

„Y“ gibt den Typ der Taste an

- | | |
|-----|------------------|
| 0 0 | Toggle-Taste |
| 0 1 | Hoch/An-Taste |
| 1 0 | Runter/Aus-Taste |
| 1 1 | Reserve |


„R“ ist für zukünftige Anwendungen reserviert und sollte nicht genutzt werden.

„q“ – Zieladresse hinzufügen

Jedes Modul besitzt eine unterschiedliche Anzahl an Eingängen. Um diese Eingänge mit den Ausgängen anderer Module zu verknüpfen, müssen Zieladresse und Zielaktor im Modul gespeichert werden. Dies kann entweder direkt mit EEPROM-Schreibzugriffen durchgeführt werden oder mit dem „q“-Befehl. Dazu wird mit dem „q“-Befehl auch die Nummer des Eingangs und des Aktors, der programmiert werden soll, mitgesendet.

„c“ – Zieladresse löschen

Soll die Zieladresse gelöscht werden, so wird anstatt des „q“ ein „c“-Befehl gesendet. Hier müssen ebenfalls die Nummer des Eingangs und der Aktor, der gelöscht werden soll, mitgesendet werden.

Wie gesagt, mit diesen wenigen Befehlen und der Einhaltung des vorgegebenen Datenprotokolls ist die Kommunikation mit den Modulen des HS485-Systems bzw. der Module untereinander sowie deren Programmierung möglich. Dem Programmierer sind damit alle relevanten Daten für das Erstellen eigener Software zugänglich. Im Internet auf unserer Download-Seite finden Sie ein Demoprogramm mit Quellcode in C. 

Erweitern Sie Ihre 2-Draht-Klingelanlage . . .



Türklingel-Multiplexer

Der Türklingel-Multiplexer erweitert eine vorhandene Hausklingelanlage in 2-Draht-Technik, die in der Regel nur mit einem Taster ausgestattet ist, auf bis zu vier „Klingelkanäle“, ohne dass zusätzliche Leitungen verlegt werden müssen. Jedem Taster steht ein separater Relaisausgang zur Verfügung, mit dem z. B. ein Gong oder Summer geschaltet werden kann. Zusätzlich wird jede Tastereinheit mit einer LED beleuchtet, und es ist eine Sturm-Klingelsperre verfügbar.

Aus eins mach vier

Anlässe, eine vorhandene einfache Klingelanlage zu erweitern, gibt es viele. Der wohl typischste Fall ist der der Wohngemeinschaft (WG), aber auch in Familien, die mit mehreren Generationen in einem Haus wohnen, ist solch ein Wunsch immer wieder da. Spätestens dann, wenn der Besuch des Nachwuchses öfter klingelt, wird wohl der Wunsch nach einer eigenen Klingel für diesen laut. Derartige Szenarien gibt es viele, auch etwa im beruflichen Bereich, wenn z. B. eine Gemeinschaftspraxis in ein zuvor als Einfamilienhaus genutztes Objekt zieht, Werkstatt/Laden/Büro sich mit im Haus befinden usw.

Statt nun eine Vielzahl neuer Leitungen zu legen oder zu einer teuren Fertiganlage zu greifen, kann man eine vorhandene 2-Draht-Anlage auch mehrfach nutzen. Die Lösung heißt „Multiplex-Betrieb“ – durch eine Art „Codierung“ kann man auf einer Leitung gezielt mehrere Informationen übertragen, die auch genau nur

vom zugeordneten Empfänger ausgewertet werden.

Nach diesem Prinzip arbeitet unser Türklingel-Multiplexer. Er erweitert eine (vorhandene) 2-Draht-Anlage auf bis zu vier Teilnehmer. Auf der Klingeltaster-Seite ist dabei lediglich eine kleine Platine nachzurüsten, die in nahezu jedes Klingeltaster-Gehäuse, zumindest aber in den zugehörigen UP-Kasten, passt und dazu noch eine angenehm dezente, aber helle LED-Beleuchtung, z. B. für das Namensschild im Klingeltaster, trägt.

Die Steuerelektronik bietet vier Re-

lais-Schaltausgänge, die Klingeln, Gongs oder Lichtsignalisationsanlagen aktivieren können. Um auch innen Verkabelungsaufwand sparen zu können (schließlich wird man nicht immer mehrere verschiedene Türgongs o. Ä. gleichzeitig im Flur montieren wollen), bietet sich hier die Anbindung eines FS20-Funksenders, z. B. des FS20 S4A, an, der wiederum den beliebig im Sendebereich platzierbaren Signalgeber FS20 SIG aktiviert. Den kann der Junior dann mit seinem Lieblings-MP3-File laden und wird in seinem Reich diskret „angeklingelt“.

Technische Daten: TKM 1

Spannungsversorgung:	6–8 V _{AC} oder 6–12 V _{DC}
Stromaufnahme (Leerlauf):	8 mA
Mit vier Tastereinheiten:	65 mA
Schaltausgänge:	potentialfrei max. 40 V/1 A
Max. Kabellänge:	bis 50 m (je nach Leitungsquerschnitt)
Abmessungen Basisplatine:	72 x 47 mm
Abmessungen Tasterplatine:	24 x 8 mm

Der erwähnte Funksender bereitet keinerlei Anpassungsprobleme, da er über eine eigene Spannungsversorgung per Batterie verfügt.

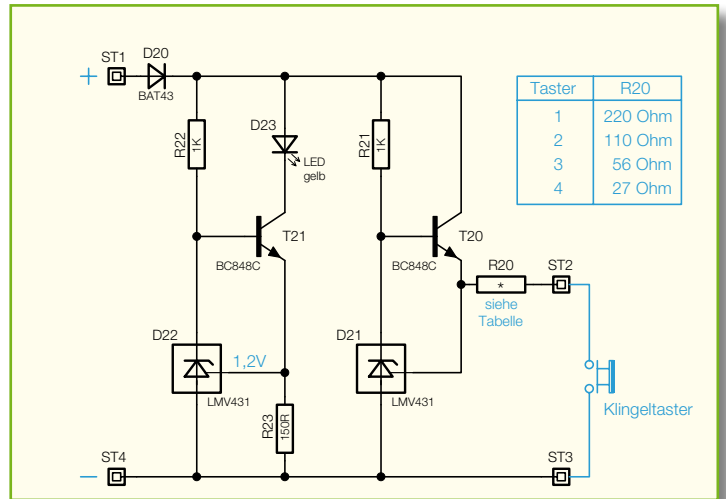
Die Steuerung ist in der Nähe des vorhandenen Türgongs bzw. des Klingeltrafos installierbar und kann auch durch Letzteren mit Spannung versorgt werden. Sie bietet außerdem, auswählbar über einen Jumper, die Option einer „Sturmklingelsperre“: Zwischen zwei Tasterbetätigungen müssen min. 5 Sekunden vergangen sein, wodurch ein „Dauerklingeln“ verhindert wird.

Schaltung

Die beiden Schaltbilder für die Basis- und Tasterplatine sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

Die Informationsübertragung zwischen Tasterplatine(n) und Basisplatine erfolgt nicht, wie man vermuten könnte, „digital“ mittels serieller Datenpakete, sondern auf rein analogem Wege. Je nachdem, welcher Taster betätigt wird, fließt ein unterschiedlich großer Betriebsstrom (6–45 mA). Anhand des Stromwertes kann die Basiseinheit feststellen, welcher Taster betätigt wurde, und schaltet dann den entsprechenden

Bild 1: Schaltbild der Tasterplatine



Schaltausgang (1 bis 4). Der Strom für die zur Beleuchtung erforderlichen LEDs wird bei der Auswertung berücksichtigt. Damit man rechnerisch den LED-Strom vom Gesamtstrom abziehen kann, ist es wichtig, dass dieser Strom immer konstant bleibt.

Schauen wir uns zunächst die Schaltung der Tasterplatine (Abbildung 1) an. Damit ein definierter und vor allem von der Temperatur unabhängiger Strom fließt, ist

eine temperaturkompensierte Stromquelle erforderlich. Im Schaltbild sind zwei solcher Stromquellen zu sehen. Die mit T 21 und D 22 realisierte Stromquelle versorgt die LED mit einem konstanten Strom von ca. 8 mA. Die im Schaltbild dargestellte rechte Stromquelle wird nur bei Betätigung des Tasters aktiv.

Die Anordnung funktioniert wie folgt: Die Diode D 22 regelt den Basisstrom von T 21 so, dass sich über dem Widerstand R 23

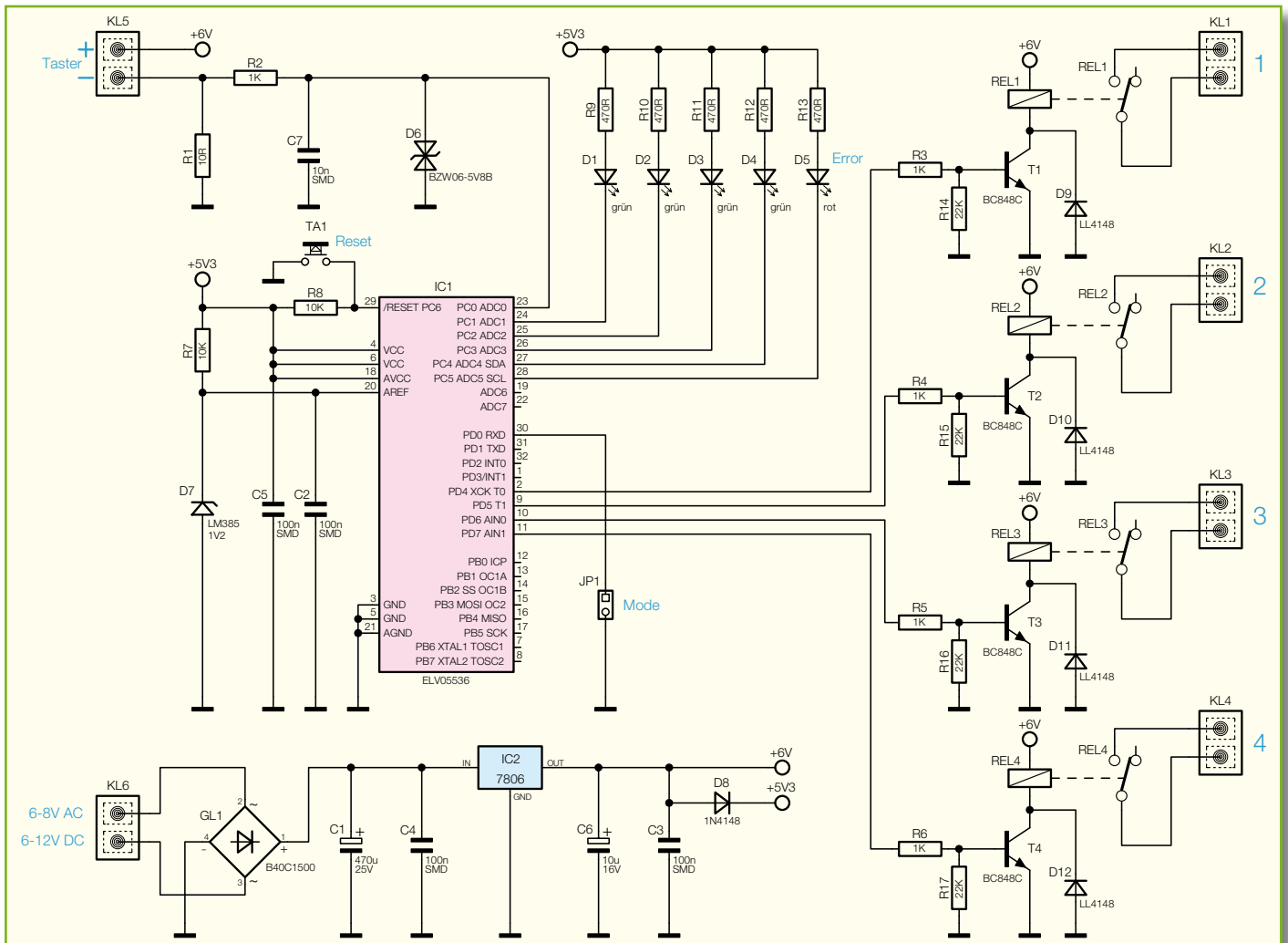


Bild 2: Schaltbild der Basisplatine

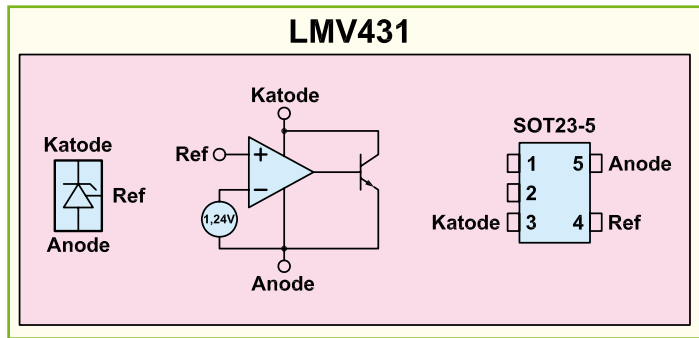
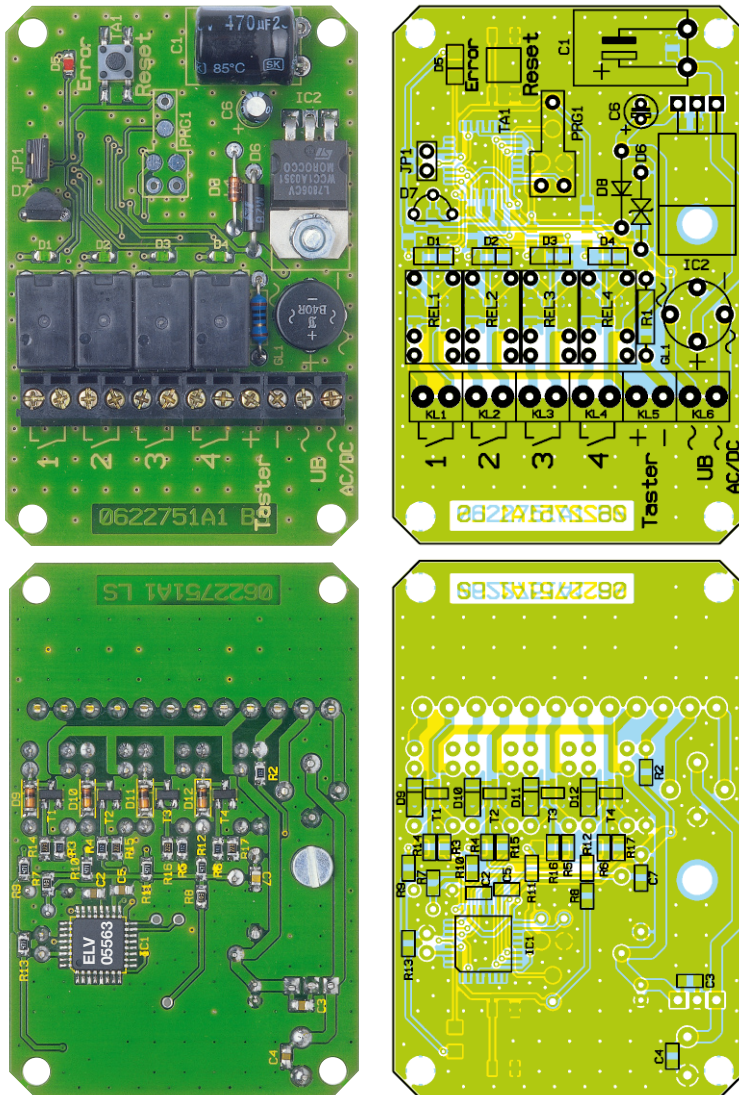


Bild 3: Das Blockschaltbild der LMV431

eine Spannung von 1,24 V einstellt. Die Diode D 22 vom Typ LMV431 ist, vereinfacht beschrieben, eine elektronisch nachgebildete Z-Diode. Das Blockschaltbild und die Anschlussbelegung der LMV431 sind in Abbildung 3 dargestellt. Da die Spannung über R 23 und der Widerstandswert konstant sind, ist nach dem ohmschen Gesetz ($I = U/R$) auch der Strom durch R 23 konstant. Wenn wir den relativ geringen Basisstrom vernachlässigen, fließt dieser Strom durch die Kollektor-Emitter-Strecke von T 21 und somit auch durch die LED D 23.

Die zweite Stromquelle ist identisch aufgebaut, mit dem Unterschied, dass der Emitterwiderstand R 20 über einen Taster zugeschaltet wird. Durch den Widerstandswert von R 20 wird der Strom bestimmt, der beim Betätigen der Taste fließt. Da die Unterscheidung der Taster durch den Strom erfolgt, ist auf jeder Tasterplatine ein anderer Widerstandswert für R 20 vorgegeben (siehe Tabelle im Schaltbild).

Kommen wir nun zur Basisplatine, deren Schaltbild in Abbildung 2 dargestellt ist. Die Strommessung und somit die Taster-



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Türklingel-Multiplexers mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

Stückliste: Türklingel-Multiplexer Basiseinheit

Widerstände:

10 Ω.....	R1
470 Ω/SMD.....	R9–R13
1 kΩ/SMD.....	R2–R6
10 kΩ/SMD.....	R7, R8
22 kΩ/SMD.....	R14–R17

Kondensatoren:

10 nF/SMD.....	C7
100 nF/SMD.....	C2–C5
10 µF/16 V.....	C6
470 µF/25 V.....	C1

Halbleiter:

ELV05536/SMD.....	IC1
7806.....	IC2
BC848C.....	T1–T4
B40C1500RD.....	GL1
BZW06-5V8B.....	D6
LM385/1,2 V.....	D7
1N4148.....	D8
LL4148.....	D9–D12
SMD-LED, Grün.....	D1–D4
SMD-LED, Rot.....	D5

Sonstiges

- Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print..... KL1–KL6
- Mini-Drucktaster, 1 x ein..... TA1
- Minatur-Relais, 5 V/1 A, print..... REL1–REL4
- Stiftleiste, 1 x 2-polig..... JP1
- Jumper..... JP1
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3

auswertung erfolgt mit dem Mikrocontroller IC 1. Dieser ist mit einem Analog-Digital-Wandler ausgestattet, der es erlaubt, mit Hilfe des Stromsensorwiderstandes R 1 den momentanen Betriebsstrom der Taster-einheit zu messen. Der Tiefpass, bestehend aus dem Widerstand R 2 in Verbindung mit dem Kondensator C 7, unterdrückt hochfrequente Störsignale. Nach jedem „Reset“ bzw. Anlegen der Betriebsspannung wird vom Controller der Strom im Ruhezustand gemessen (ohne Tasterbetätigung). Es können bis zu vier Tasterplatten angeschlossen werden, folglich kann der „Ruhestrom“, bedingt durch die LEDs, sehr unterschiedlich sein. Nach dieser Messung wird jede Stromerhöhung zur Tasterauswertung herangezogen. Liegt der Stromwert in einem für den Taster zugeordneten Bereich, wird der entsprechende Schaltausgang aktiviert, also über die Transistoren T 1 bis T 4 die Relais REL 1 bis REL 4 angesteuert. Mit den potentialfreien Schaltausgängen (KL1 bis KL 4) kann dann sowohl Wechsel- als auch Gleichspannung geschaltet werden. Welcher der Schaltausgänge gerade ak-

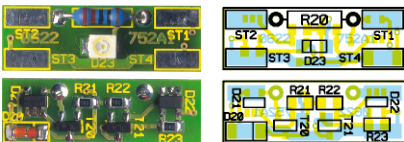
tiv ist, wird mit den SMD-LEDs D 1 bis D 4 optisch angezeigt.

Tritt während des Betriebes ein Fehler auf wie etwa eine Leitungsunterbrechung, wird dies vom Controller durch die Strommessung erkannt und mit der LED „Error“ signalisiert. Mit dem Taster „Reset“ kann ein manueller Reset durchgeführt werden, wenn z. B. eine zusätzliche Tastereinheit angeschlossen wurde.

Wenn der Jumper J 1 gesteckt (kurzgeschlossen) ist, wechselt der Controller in einen anderen Mode, wodurch ein Vandalen-Schutz aktiviert wird. Hierbei muss

zwischen den Tasterbetätigungen eine minimale Pause von 5 Sekunden eingehalten werden, wodurch ein „Dauerklingeln“ (Klingelstreich, Sturmklingseln) nicht mehr möglich ist. Die maximale Klingeldauer ist auf 3 Sekunden begrenzt.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlussklemme KL 6. Die Versorgungsspannung kann eine Wechsel- oder Gleichspannung sein, etwa die Wechselspannung des Klingeltrafos. Mit dem Gleichrichter GL 1 wird diese Eingangsspannung gleichgerichtet und anschließend mit dem Spannungsregler IC 2 auf 6 V stabilisiert. Da der Mikrocontroller nur bis 5,5 V betrieben werden darf, ist hierfür die Diode D 8 zwischengeschaltet.



Ansicht der fertig bestückten Tasterplatine des Türklingel-Multiplexers mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

Stückliste: Türklingel-Multiplexer Tastereinheit

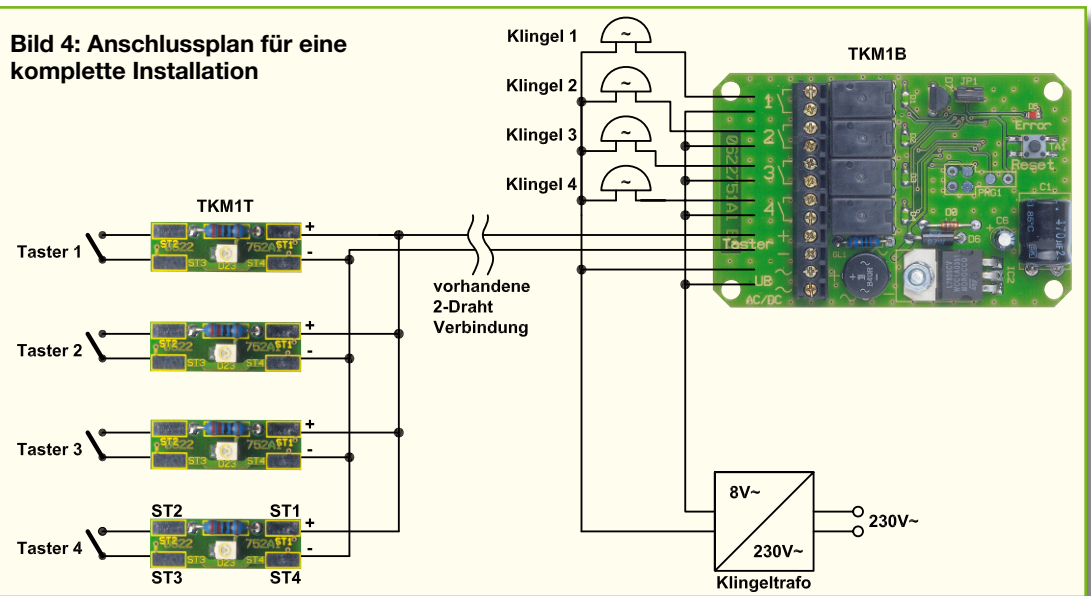
Widerstände:

27 Ω	R20*
56 Ω	R20*
110 Ω	R20*
150 Ω/SMD	R23
220 Ω	R20*
1 kΩ/SMD	R21, R22

Halbleiter:

BC848C	T20, T21
BAT43/SMD	D20
LMV431/SMD	D21, D22
LED, Gelb, SMD	D23
* = siehe Text	

Bild 4: Anschlussplan für eine komplette Installation



Nachbau

Die Platinen werden bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Wir beginnen zunächst mit der Basisplatine. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Beim Einsetzen der beiden Elkos sowie der Dioden, mit Ausnahme der Diode D 6, ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Die Elkos sind dabei in der Regel am Minus-Anschluss und die Katode der Dioden durch eine Strichmarkierung gekennzeichnet. Die Einbaulage von D 7 ergibt sich durch den Bestückungsaufdruck. Eine gute Hilfestellung gibt hier auch das Platinenfoto. Der Kondensator C 1 und der Spannungsregler IC 2 werden liegend montiert, wobei IC 2 mit einer Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter M 3 auf der Platine befestigt wird. Die Anschlussbeine sind zuvor im Abstand von 2 mm zum IC-Gehäuse um 90° abzuwinkeln.

Als Nächstes werden die mechanischen Bauteile (Relais und Klemmleisten) bestückt und verlötet. Für den optionalen

Gehäuseeinbau steht ein unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung, in das noch die Bohrungen für die Kabelzuleitungen eingebracht werden müssen.

Bei der Tasterplatine ist lediglich der Widerstand R 20 zu bestücken, dessen Wert der Tabelle im Schaltbild entnommen wird.

Installation

Ein Anschlussplan für die Installation mit allen vier Tasterplatinen ist in Abbildung 4 dargestellt. Wie man erkennt, kann für die Spannungsversorgung der vorhandene Klingeltrafo (meist 8-V-Wechselspannung) weiterverwendet werden. Die eingesetzten Klingeln, Summer bzw. Gongs müssen natürlich dann auch auf diese Wechselspannung abgestimmt sein. Es können in diesem Fall natürlich keine Gleichspannungssignalgeber ohne eigenen Gleichrichter verwendet werden.

Die Tasterplatinen lassen sich praktischerweise alle parallel schalten. Es muss unbedingt auf die Polung geachtet werden (ST 1 = Plus und ST 4 = Minus). Da die Tasterplatinen über einen Verpolungsschutz (D 20) verfügen, führt eine falsche Polung allerdings nicht zur Zerstörung der Elektronik. Die Platine lässt sich z. B. mit etwas Heißkleber im Gehäuse des Klingeltasters befestigen. Eine noch vorhandene Glühlampe ist zu entfernen. An die Anschlüsse ST 2 und ST 3 wird der jeweilige Tasterkontakt angeschlossen. Hierbei ist besonders wichtig, dass der Schaltkontakt des Tasters nicht oxidiert ist. Beim Neukauf eines Klingeltasters sollte man darauf achten, dass die Kontakte von guter Qualität und leichtgängig sind.

Bei der gesamten Installation ist durchgängig auf gute Kontaktgabe, auch an allen Verbindungsstellen, zu achten, deshalb sollten möglichst alle Verbindungen verlötet werden.

Verstärkertechnik in der Audiowelt



Teil 3: Leckerbissen der modernen Schaltungstechnik von Audio-Endstufen

Im letzten Artikel haben wir Ihnen die Standards der klassischen Schaltungstechnik von Audio-Endstufen vorgestellt. Diese Entwicklungen begannen Ende der 60er Jahre und liefen bis Mitte der 70er Jahre. Die Phase des „Ausreizens“ begann dann zum Ende der 70er Jahre. In diesem Artikel zeigen wir Ihnen sowohl die Weiterentwicklung der klassischen Schaltungen als auch einige bahnbrechende, neue Schaltungen der Hi-Fi-Welt.

Die moderne Schaltung mit Differenzverstärker

Die universelle Spannungsverstärkerstufe von Nelson Pass (Abbildung 1) zeigt eine relativ weit ausgereizte Variante der modernen Vorstufenschaltungstechnik, die er in seinen Threshold-Endstufen eingesetzt hat. Der Differenzverstärker, hier ein monokristalliner, selektierter Doppel-JFET (Q 1, Q 2) ohne lokale Source-Gegenkopplung arbeitet als Kaskodenschaltung mit Q 3 und Q 4. Die Kaskode verhilft dem JFET zu einem

sehr harmonischen Klirrverhalten und macht ihn durch die Eliminierung des Millereffekts sehr schnell. Mit harmonischem Klirrverhalten ist ein gleichmäßiger Pegelabfall der Klirrkomponten hin zu hochwertigen Klirrkomponten ($k_2, k_3 \dots k_n$) zu verstehen. Der Arbeitspunkt muss beim JFET genau eingestellt werden, weil seine Steilheit über dem Drain-Source-Strom variiert. Der Ruhestrom durch den Differenzverstärker wird deshalb über die temperaturkompensierte Stromquelle Q 11 eingestellt. Q 12 dient als Fühlerdiode der Temperaturkompensation. Die Signalauskopplung passiert

über den Stromspiegel Q 5, Q 6 und ist somit ebenfalls temperaturkompensiert. Die Spannungsverstärkerstufe ist hier ebenfalls als Kaskodenschaltung Q 6, Q 7 ausgeführt, um den Millereffekt auszuschalten und den Klirrfaktor zu senken. Die Geschwindigkeit der Spannungsverstärkerstufe ist sehr hoch, weil die Verlustleistung in Q 7 verheizt wird und für Q 6, wegen der geringen Kollektor-Emitter-Spannung, ein schneller Kleinsignaltransistor verwendet wird. Die Spannungsverstärkerstufe arbeitet auch hier mit einer temperaturkompensierten Stromquelle Q 13, Q 14.

Über D 3, D 1, Q 9, Q 10 wird die Kaskode der Ausgangsstufe präzise eingestellt. Mit dem Kollektor von Q 10 kann das Ausgangssignal der Spannungsverstärkerstufe im Fehlerfall, z. B. bei Übertemperatur, abgeschaltet werden. Q 8 dient als variable Z-Diode zur Regelung des Ruhestroms der Ausgangstransistoren. Q 8 dient hier aber nicht auch als Temperaturfühler für die Leistungstransistoren, nein, die Stromverhältnisse werden über Pin 5 am rechten Terminal von den Emitterwiderständen abgegriffen. Q 15, Q 16 sind die ersten Transistoren der Leistungsstufe.

Wir sehen hier eine Schaltung, die auf der klassischen Schaltung mit dem einfachen Differenzverstärker basiert und mit vielen Features optimiert wurde:

Linearisierung und Beschleunigung durch Kaskoden, temperaturkompensierte Arbeitspunkte, die Koppelung der Spannungsverstärkerstufe mit dem Differenzverstärker über einen Stromspiegel und die Ausführung des Differenzverstärkers mit einem selektierten Doppel-JFET. Dies alles sind Maßnahmen, die die Audio-Performance massiv steigern. Diese Schaltungstechniken sind natürlich auch für die Schaltung mit doppeltem Differenzverstärker anwendbar. Die genaue Beschreibung der einzelnen Maßnahmen und die weiteren Möglichkeiten der Schaltungsoptimierung würden ein kleines Buch füllen. Die meisten wurden von Dr. M. J. Hawksford in seinen umfangreichen Publikationen beschrieben.

Die Stromentlastung in der Ausgangsstufe

Wir haben im letzten Artikel die klassische komplementäre und die quasikomplementäre Endstufe kennen gelernt. Diese Varianten einer Leistungsstufe funktionieren mit einem Ausgangstransistor auf jeder Spannungsseite sehr gut. Möchte man aber eine Endstufe mit sehr hoher Leistung und höchstem Klangniveau bauen, dann wird's etwas schwieriger. Leistungstransistoren unterliegen Fertigungstoleranzen, die sich im Übertragungsverhalten und in der Ansteuerung bemerkbar machen. Hauptsächlich machen dabei unterschied-

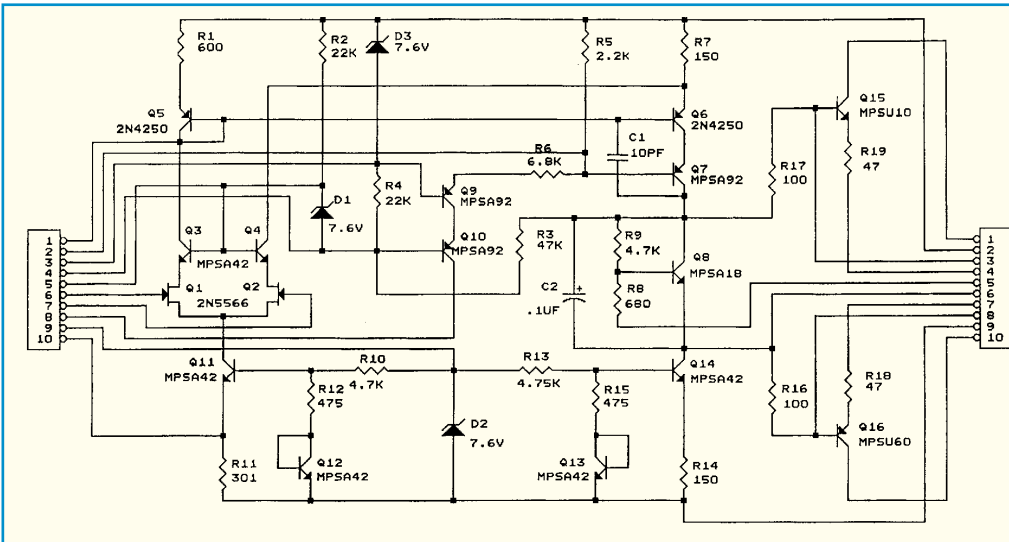


Bild 1:
Die moderne Schaltung
mit Differenzverstärker

Nelson Pass bemerkte, dass eine Endstufe um so besser klingt, je einfacher sie gebaut ist. Wenn man dazu auch noch MOSFETs in Class-A-Schaltung verwendet, ist die Sache perfekt.

Die einfachste und raffinierteste Endstufe möchten wir Ihnen hier vorstellen (Abbildung 3).

Das kommt uns doch irgendwie bekannt vor?

Genau, es ist ein Differenzverstärker mit MOSFETs und eine Spannungsverstärkerstufe mit Stromquelle. Und wenn wir durch die Spannungsverstärkerstufe einen großen Ruhestrom schicken, wird das Gerät nicht nur schön warm, sondern ist auch in der Lage, einen Lautsprecher zu treiben.

Und wenn wir die richtige Stromquelle verwenden, kann das Gerät auch richtig Strom liefern – und zwar aus beiden Potentialen!

Die Gesamtschaltung des ALEPH 30

Die Schaltung mit der patentierten ALEPH-Stromquelle (Abbildung 4) ist in der Lage, über den Class-A-Betrieb hinaus hohe Ströme zu liefern und den Lautsprecher gut zu bedämpfen. Die Schaltung arbeitet aber trotzdem im Single-ended-Class-A-Betrieb, eigentlich einem sehr ineffizienten Betrieb, hier aber mit der Wirkungsgradtendenz zu einer Class-A-Gegentaktendstufe.

Wie funktioniert's?

Q 1 und Q 2 bilden zusammen mit der Stromquelle Q 3 den Differenzverstärker, der hier mit einem symmetrischen Ein-

liche Basis-Emitter-Spannungen und das unterschiedliche Stromverstärkungsverhalten der Transistoren Probleme. Rein schaltungstechnisch betrachtet, lässt sich dieses Problem mit Emitter- und Basiswiderständen sowie einer kräftigen Treiberstufe in den Griff bekommen. Klanglich ist das Parallelschalten von vielen Leistungstransistoren aber problematisch. Man muss sie genau ausmessen, sonst ist das Klangbild „undurchsichtig“.

Die folgende Schaltung löst das Problem sehr elegant.

Die Threshold-Ausgangsstufe

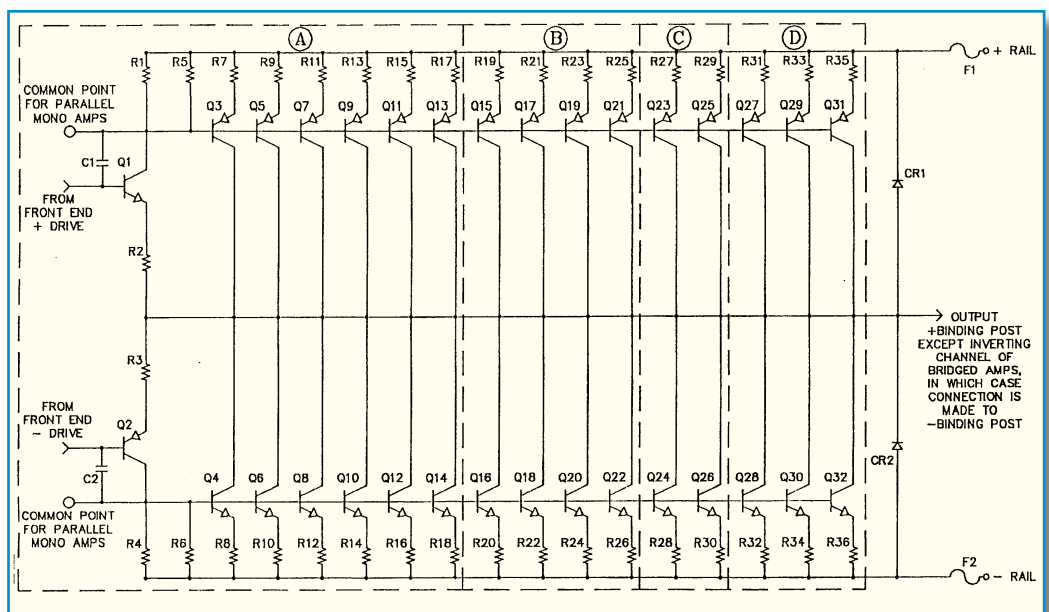
In der Variante der Threshold-Ausgangsstufe (Abbildung 2) arbeiten Q 1 und Q 2 mit einem hohen Ruhestrom in Class-A-Schaltung. Beim Übergang in den Class-AB-Betrieb erhöht sich die Spannung der Kollektorwiderstände R 1, 4, 5, 6, und die Transistorarmada Q 3...Q 32 unterstützt und entlastet die Class-A-Treiberstufe. Noch besser ist das Übertragungsverhalten, wenn man im Ruhezustand durch Q 1 und Q 2 den maximal notwendigen Steuerstrom fließen lässt und Q 3...Q 32 so aufsteuert, dass nur ein geringer Ruhestrom durch Q 3...Q 32 fließt. Es gibt dann keinen Übergangsbereich vom Class-A-Bereich der Treiberstufe Q 1, Q 2 in den Class-AB-Bereich. Die Verzerrungen sind dann sehr gering. Bei der so genannten Stromentlastungsschaltung wird das Ausgangssignal ausschließlich von den Treibertransistoren Q 1, Q 2 generiert. Die restlichen Transistoren

kommen erst zum Einsatz, wenn der Lautsprecher Strom fordert. Die Ausgangsstufe kann bei richtiger Dimensionierung wegen der niedrigen Verzerrungen und der hohen Strombelastbarkeit (geringer dynamischer Innenwiderstand) ohne Gegenkopplung betrieben werden. In der erstgenannten Betriebsart sind die Stromquellentransistoren Q 3...Q 32 im Ruhezustand gesperrt und können so keine thermischen Probleme machen. Die Verzerrungen sind durch das Zuschalten von Q 3...Q 32 höher. Für einen Verstärker ohne Gegenkopplung sollte die zweite Variante mit Ruhestrom durch die Stromentlastungstransistoren gewählt werden. Die Temperaturkompensation der vielen Stromentlastungstransistoren ist aber mechanisch etwas komplizierter.

Der „Ochse“

Anfang der 90er brachte Nelson Pass eine bemerkenswerte Class-A-Endstufe auf den Markt, von der bis heute viele verschiedene Versionen gebaut wurden.

Bild 2:
Die Threshold-
Ausgangsstufe



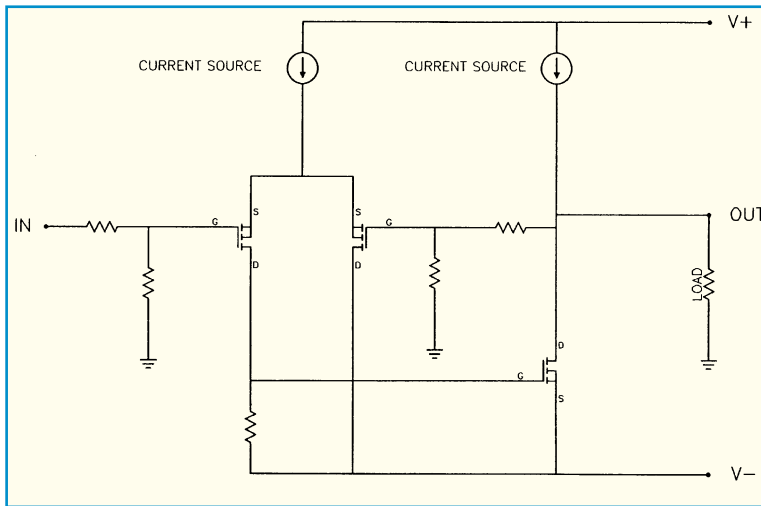


Bild 3:
Prinzip-
schaltung
aller Och-
sen

Bitte beachten Sie: Die vorgestellten Schaltungen sind keine Bauanleitungen! Sie sind unterschiedlichen Quellen entnommen und dienen lediglich der Anschauung. Für die Funktion der Schaltungen können wir nicht garantieren! Einige Schaltungsteile sind patentrechtlich geschützt.

gangssignal gespeist wird. Z 1...Z 4 sind Schutzelemente gegen zu hohe Gate-Source-Spannungen. Q 4 bildet zusammen mit Q 9...Q 11 das Stellglied des Spannungsverstärkers und gleichzeitig der Ausgangsstufe. Q 5 bildet zusammen mit Q 6...Q 8 die Stromquelle, die gleichzeitig auch als Stellglied fungiert und zusammen mit dem Stellglied Q 4 + Q 9...Q 11 als eine Art Symbiose aus Single-ended-Class-A-Schaltung und quasikomplementärer Ausgangsstufe arbeitet. R 22 ... R 27 begrenzen die minimale Lastimpedanz am Ausgang und erhöhen die Stabilität des Verstärkers. Klanglich zeigen sich die Ochsen präzise, röhrenähnlich warm und sehr luftig.

Eine Brücke

Die Schaltung in Abbildung 5 zeigt einen modernen Pass-MOSFET-Verstärker in Brückenschaltung mit einem Differenzverstärker mit gefalteter Kaskode. Was ist denn das schon wieder? Nun bei einer Kaskode wird der Kollektor des verstärkenden Transistors spannungsmäßig „beruhigt“, d. h. mit einem in Basisschaltung arbeitenden Transistor auf ein Gleichspannungspotential gelegt. Der verstärkte Spannungshub wird am Kollektor des in Basisschaltung arbeitenden Transistors abgegriffen. Bei der klassischen „Teleskop-Kaskodenschaltung“ geschieht das in Serie zur Betriebsspannung wie in Abbildung 1 (Q 3, Q 4, Q 7). Die gefaltete Kaskode legt ebenfalls den Kollektor des verstärkenden Transistors (s. Abbildung 5) Q 1, Q 20 auf ein Gleichspan-

nungspotential, leitet aber einen Teil des Stromes der positiven Stromquelle Is 1, Is 4 nach Minus auf eine 2. Stromquelle Is 3 und Is 6 ab und bildet so je eine Spannungsverstärkerstufe.

Der Vorteil dieser Schaltung ist ein einziger Pol, d. h. diese eigentlich zweistufige Schaltung verhält sich wie eine einzelne Verstärkerstufe, besitzt eine hohe Verstärkung und ist gegengekoppelt sehr stabil. Problematisch ist die exakte Stromverteilung durch die Stromquellen. Diese Schaltung ist nicht einfach zu bauen! Diese Differenzverstärkerstufe ist für Audioverstärker patentrechtlich geschützt! Als Ausgangsstufe dienen parallel geschaltete, ausgemessene MOSFETs. Diese Schaltung wird mit einem hohen Ruhestrom betrieben, zum einen, damit ein großer Bereich der Musiksignale in Class-A-Bereich verarbeitet werden kann (Klang), und zum anderen, weil die MOSFETs bei einem höheren Ruhestrom nur wenig Temperaturgang haben. Wie wir sehen können, wurde hier auf die „Über-alles-Gegenkopplung“ verzichtet. Die Gegenkopplung über R 38 und R 40

dient nur zur Verstärkungseinstellung der Vorstufe. Endstufen dieser Bauart klirren im unteren Leistungsbereich recht wenig (unter 0,1 %). Im oberen Leistungsbereich steigt der Klirrfaktor gleichmäßig auf Werte bis 5 %. Das stört aber nicht, da die Endstufen dieser Bauart hohe Spitzenleistungen abgeben können und in diesem Leistungsbereich sowieso nur Spitzen verarbeitet werden. Klanglich gehören diese Endstufen zum Besten, was der Markt bietet, und verwöhnen mit einem warmen und sehr sauberen Klangbild.

Die QUAD-Endstufe

Eine hochinteressante, in den 80ern entwickelte Schaltung (Abbildung 6) hat die legendäre Firma QUAD unter dem Aspekt der Verwendung von handelsüblichen Komponenten und maximaler Klangqualität und Stabilität entwickelt. Die von QUAD bereits in der 405 verwendete, patentierte „Current-Dumping-Technik“ beruht auf dem Zusammenspiel eines leistungsschwachen, klirrarms Class-A-Verstärkers mit einem leistungsstarken, klirrenden Class-B-Verstärker. Zusammen mit einer komplizierten, sehr niederohmigen und straffen Gegenkopplung ergibt sich ein hochmusikalischer und extrem stabiler Verstärker, der sich durch keine noch so kritische Belastung aus der Ruhe bringen lässt. Alle Transistorstufen arbeiten im Eintaktbetrieb und müssen deshalb nicht selektiert werden. Toleranzen

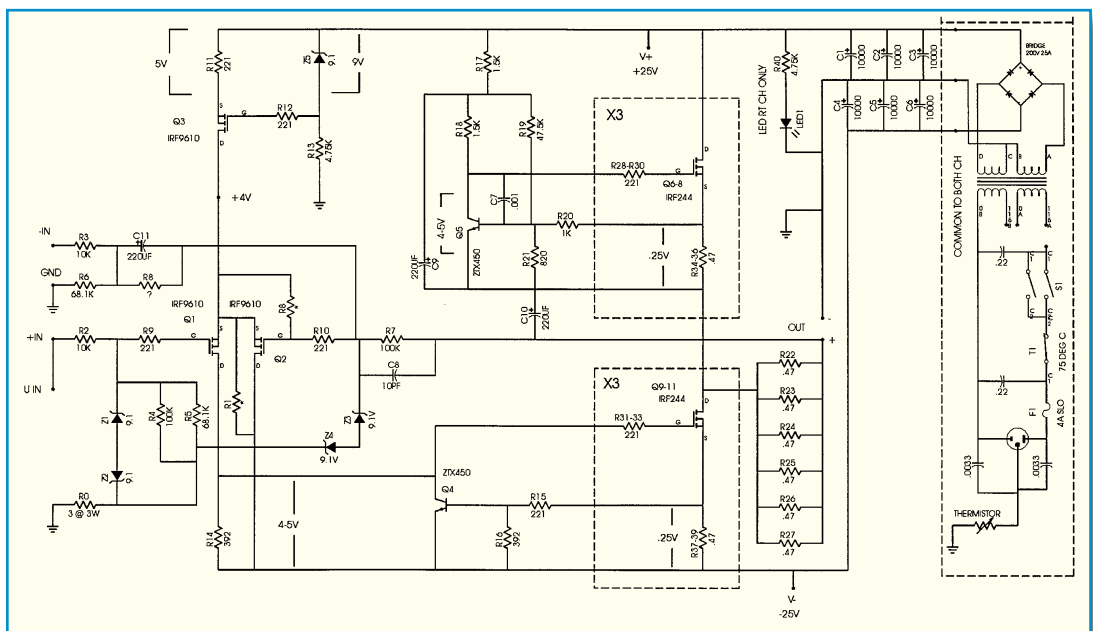


Bild 4: Die
Gesamtschaltung des
ALEPH 30

Bild 5:
Rekonstruktion einer
Pass-X100-Endstufe als
Pspice-Simulation

ist bei der QUAD-Endstufe eine straffe Gegenkopplung notwendig, weil das Zuschalten der Leistungstransistoren Verzerrungen erzeugt. Klanglich zeigt sich die QUAD kraftvoll, präzise und „englisch warm“.

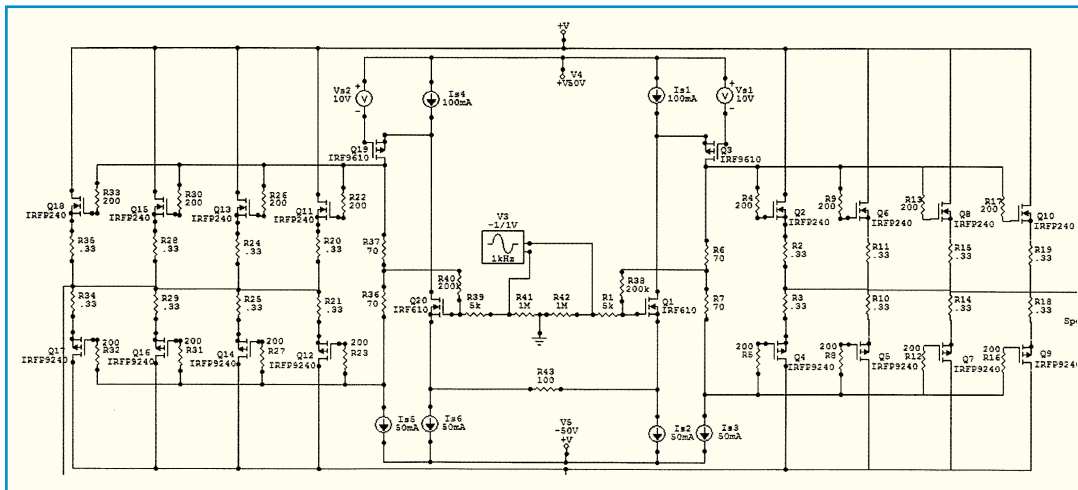
Wir könnten jetzt ewig so weitermachen und eine Schaltung nach der anderen vorstellen. Es gibt noch hochinteressante Schaltungen von

Marantz, Bryston, Rowland usw. Leider sprengt das wieder den Rahmen unserer Möglichkeiten.

Es soll aber hier nicht das Ende unserer Serie sein. Im nächsten Artikel möchten wir uns die Halbleiter in der Audioverstärkertechnik ansehen. Also – dranbleiben!
ELV

Quellen:

- <http://www.PassLabs.com>
- <http://www.PassDIY.com>
- QUAD
- Dr. M. J. Hawksford, Distortion Correction in Audio Power Amplifiers J. Audio Eng. Soc. Vol. 29, No 1/2 and 7/8
- Dr. M. J. Hawksford, Reduktion of Transistor Slope Impedance Dependent Distortion in Large-Signal Amplifiers, J. Audio Eng. Soc. Vol. 36, No 4



werden durch Stromquellensteuerung und durch einen Gleichspannungsservo ausgeglichen. Ein Abgleich der Schaltung ist nicht notwendig!

Wie funktioniert's?

T1 ist Eingangsbuffer und Stellglied für den Gleichspannungsservo IC 1. Zusammen mit der Stromregeldiode CR 2 wird der Arbeitspunkt der ersten Verstärkerstufe eingestellt. Die erste Verstärkerstufe T 2, T 3 arbeitet als Eintaktkaskode mit einer Stromquelle als Last CR 1. Durch die Stromquelle hat diese Stufe eine sehr hohe Verstärkung (hoher dynamischer Innenwiderstand der Stromquelle). T 5...T 7 bilden den Class-A-Verstärker mit einem Ruhestrom von 50 mA. C 7 bildet mit R 17 und R 18 die Bootstrap-Stromquelle. Über die Stromfühlwiderstände R 24 und R 25 wird das Class-A-Signal auf den Lautsprecher gekoppelt.

Der Spannungsfall an R 24 und R 25 löst

das Leiten der Leistungstransistoren T 9 und T 10 aus, die über die Dioden D 5...D 7 so vorgespannt werden, dass sie im Ruhezustand noch nicht leiten. Die Ansteuerung der Leistungstransistoren muss deshalb nicht temperaturkompensiert werden. T 4 begrenzt zusammen mit R 23 den Strom der positiven Halbwelle, D 8 mit R 19 den Strom der negativen. Das Massepotential wird mit T 11 und T 12 in der Mitte der Sieb-Koppel-Elkos gehalten. Interessant ist hier wieder das Fehlen des Mittelabgriffs am Netztransformator. Die Elkos dienen hier wie bei der Beschallungsendstufe von QSC als Sieb- und als Koppel-Elkos und bieten automatisch einen Lautsprecherchutz gegen Gleichspannung. Hochwertige High Current Low-ESR-Elkos sind hier zwingend notwendig, sonst leidet die Audioqualität. Diese Endstufentechnik ist ähnlich stabil wie die Threshold-Endstufe und auch eine Art Stromentlastungsschaltung. Allerdings

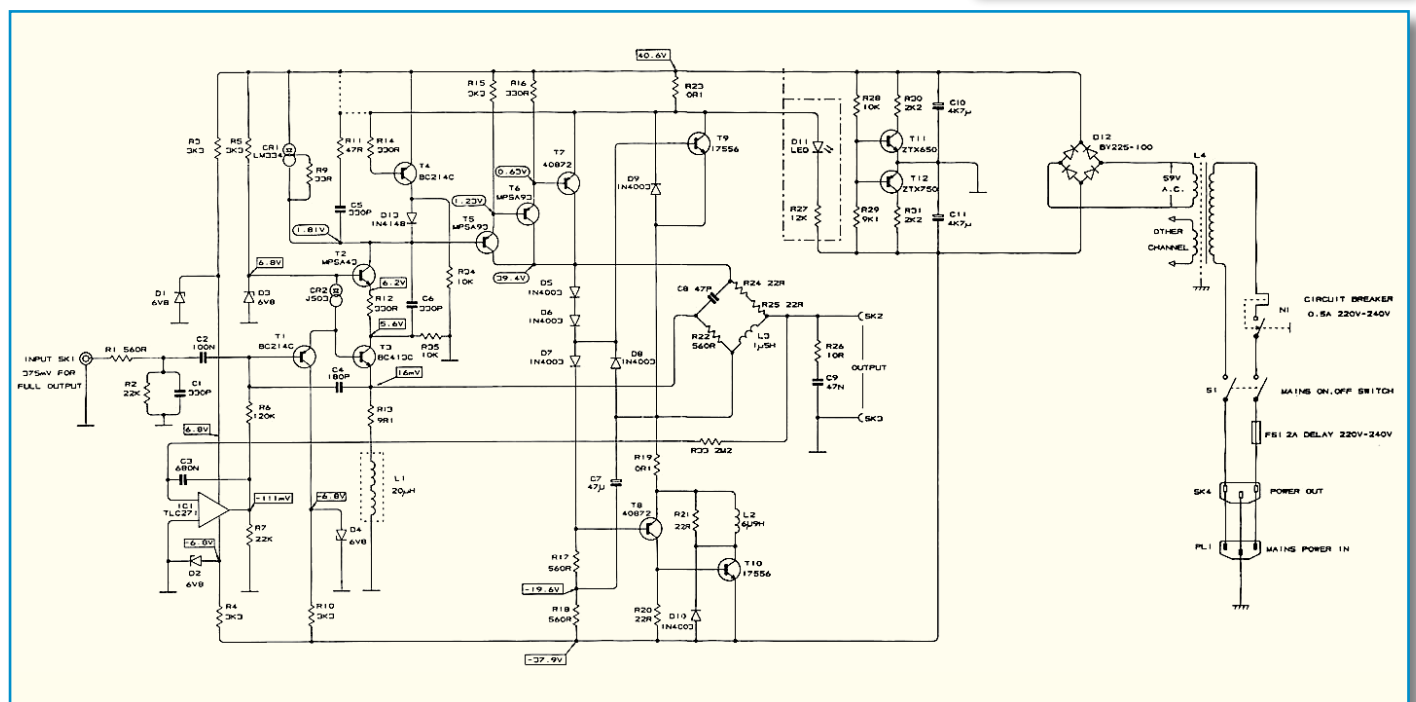


Bild 6: Die Gesamtschaltung der QUAD 306



SMD-LED-Leuchte

Für 12-V-G4-Halogenlampenfassung

Diese mit vier weißen SMD-LEDs bestückte Platine kann als Low-Power-Ersatz für handelsübliche Halogenlampen mit G-4-Sockel verwendet werden. Sie kommt bei Anwendungen zum Einsatz, bei denen es nicht auf die volle Helligkeit einer sonst eingesetzten Halogenlampe ankommt, sondern auf akzentuierte Beleuchtung, z. B. in Möbeln oder als Not- bzw. Orientierungsleuchte. In diesen Anwendungsbereichen kommt der erreichbare Stromspareffekt der LED-Lampe voll zum Tragen.

Energiesparend beleuchten

Dass LED-Leuchten in vielen Bereichen eine echte Alternative zum Glühlampenlicht darstellen können, ist inzwischen unbestritten. Sie erreichen zwar noch nicht in allen Fällen die Lichtstärke etwa von Halogenlampen, diese wird jedoch auch nicht immer benötigt, etwa bei der Innenbeleuchtung von Möbeln, bei Effekt-, Nacht-, Not- oder Orientierungslicht. Hier sind selbst Halogen- oder Glühlampen der kleinsten Leistungsklassen überdimensioniert. Sie verbrauchen unnötig viel Elektroenergie und erzeugen zudem viel Abwärme.

Zur Energieeinsparung bieten sich daher heute LEDs mit ihren Vorteilen geradezu an. Sie erzeugen für viele Anwendungen ausreichendes Licht, dies auch farblich ohne Filter, weisen eine enorme Lebensdauer auf (max. 2000 Betriebsstunden einer Halo-

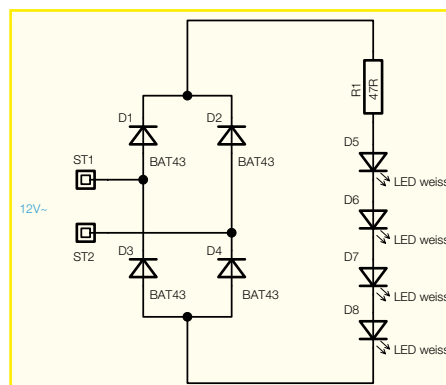
genlampe stehen hier bis zu 100.000 Betriebsstunden einer LED-Lampe gegenüber) und erzeugen keine bzw. nur sehr wenig Abwärme.

Unsere kleine LED-Lampe ist ohne weiteres gegen die verbreiteten 12-V-Stiftsockel-Halogenlampen mit G-4-Sockel austauschbar und kann diese direkt ersetzen. Der Energiespareffekt spricht für sich: Die LED-Lampe nimmt nur 0,2 W auf, eine Halogenlampe je nach Leistungsklasse zwischen 10 W und 50 W.

Schaltung

Das Schaltbild für die LED-Lampe ist in Abbildung 1 dargestellt. Damit die

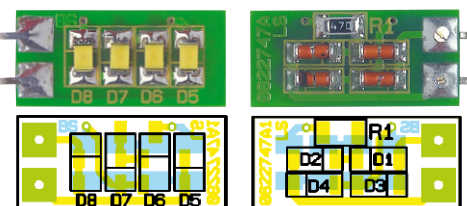
Bild 1: Schaltbild der LED-Platine



Schaltung mit der üblicherweise vom Halogentransformator gelieferten 12-V-Wechselspannung arbeiten kann, ist ein Gleichrichter erforderlich, der aus den vier Dioden D 1 bis D 4 besteht. Um den Spannungsabfall über die Dioden möglichst gering zu halten, haben wir Schottky-Dioden gewählt, die einen Spannungsabfall in Flussrichtung von nur ca. 0,3 V aufweisen. Der Widerstand R 1 begrenzt den Strom für die in Reihe geschalteten Leuchtdioden D 5 bis D 8 auf 16 mA.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, wodurch sich der Aufbau wesentlich vereinfacht. Es sind lediglich die beiden Kontakte auf die zugehörigen Lötflächen mit reichlich Lötzinn (siehe auch Platinenfoto) aufzulöten. Bei den Kontaktstiften handelt es sich um Stiftleistenkontakte, die vor der Verarbeitung aus der Kunststoffhalterung zu ziehen sind. Es folgt eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw.



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan, links Bestückungsseite, rechts Lötseite (vergrößerte Darstellung, Originalgröße ca. 18,5 x 8 mm)

Abschließend wird die fertig aufgebaute Platine in ein ca. 25 mm langes transparentes Stück Schrumpfschlauch eingeschweißt. Hierzu kann man ein Heißluftgerät bzw. einen „normalen“ Haushaltsfön verwenden.

Hinweis!

Die Schaltung ist nicht für elektronische Vorschaltgeräte, sondern nur für konventionelle Halogentrafos geeignet. **ELV**

Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	12 V _{AC}
Stromaufnahme:	16 mA
Sockel:	G 4 (4 mm Pin-Abstand)
Leistungsaufnahme:	0,2 Watt
Abmessungen (Platine):	19 x 9 mm

Stückliste: LED-Lampe

Widerstände:

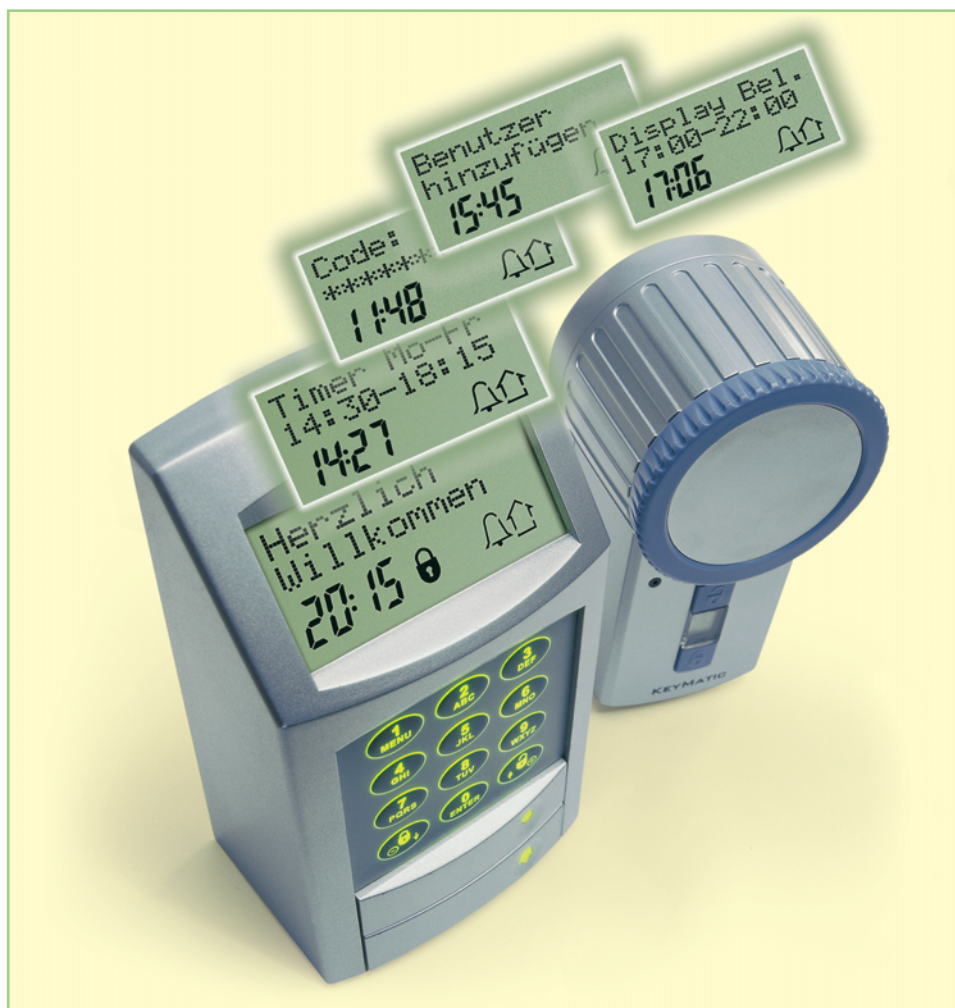
47 Ω/SMD/1206 R1

Halbleiter:

BAT43/SMD D1–D4
LED, Weiß, SMD 1206 D5–D8

Sonstiges

Kontaktstifte ST1, ST2
3 cm Schrumpfschlauch, transparent



KeyMatic® CAC

Funk-Zugangskontrolle Teil 1

*In Verbindung mit dem Türschlossantrieb
KeyMatic® KM 300 IQ+ dient das Codeschloss
KeyMatic® CAC zum Öffnen und Verriegeln der Tür unabhängig
von einem Schlüssel oder einer Fernbedienung. Mit diesem Funk-Codeschloss ist
das Mitnehmen eines Schlüssels oder einer Fernbedienung überflüssig.*

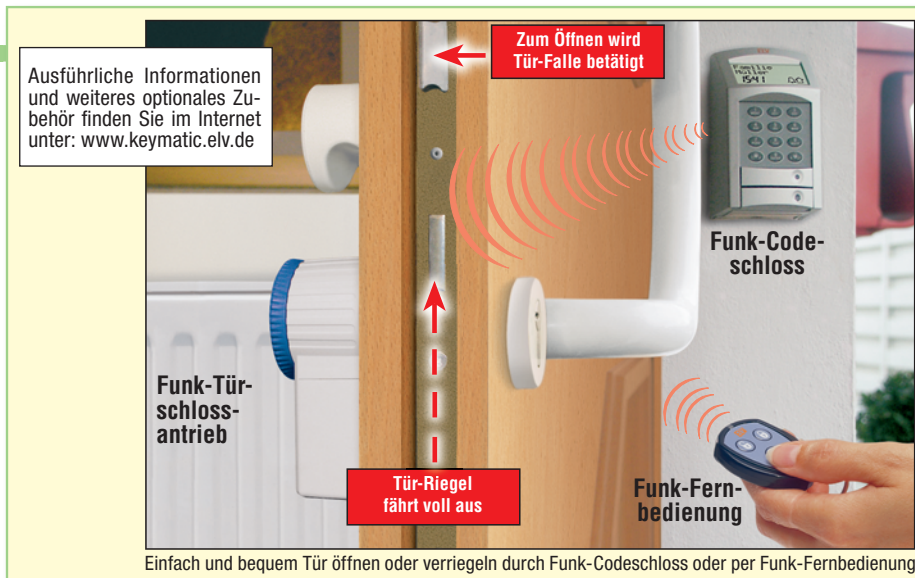
Allgemeines

Das Codeschloss KeyMatic® CAC macht den Funk-Türschlossantrieb KeyMatic® zum perfekten Verschlusssystem. Damit kann die Tür unabhängig von einem Schlüssel oder einer Fernbedienung von außen ver- und entriegelt werden. Dank Funkübertragung mit besonders sicherem Wechselcode (Rolling-Code-Verfahren) und Batteriebetrieb ist die Installation innerhalb der Funkreichweite von 100 m Freifeld ortsunabhängig.

Wer kennt nicht das Problem, man hat

Technische Daten: KeyMatic® CAC

Sendefrequenz:	868,35 MHz
Modulation:	AM
Codierung:	Wechselcodesystem
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Spannungsversorgung:	6,0 V
Batterien:	4 x LR06/AA Mignon
Extern:	8-12 V _{AC/DC}
Batterielebensdauer:	ca. 3 Jahre
Betriebstemperatur:	-20 bis +50 °C
Abmessungen (B x H x T):	78 x 138 x 53 mm



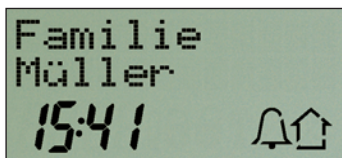
den Haustürschlüssel vergessen oder man steht draußen und die Haustür wurde z. B. durch eine Windböe zugeschlagen. Wenn man dann keinen Schlüssel hat, z. B. bei einem Nachbarn hinterlegt hat, kann das teuer werden. Mit dem Codeschloss in Verbindung mit dem KeyMatic®-Türschlossantrieb besteht diese Gefahr nicht mehr.

Darüber hinaus kann das Codeschloss auch multifunktional für andere Aufgaben wie z. B. zur Steuerung des Türgongs (per Funk oder drahtgebunden) oder zur Steuerung einer beliebigen Beleuchtung genutzt werden.

Flexibel und ohne Kabel installierbar

Das Codeschloss ist sowohl allein mit Batterien (Betriebsdauer bis zu 3 Jahre) als auch kombiniert mit Batterien (Notstromversorgung) und einer externen Spannungsversorgung betreibbar. So kann man z. B. die Spannungsversorgung einer vorhandenen Klingelanlage (8–12 V_{AC/DC}) als Hauptstromversorgung nutzen.

Mit diesen Optionen ist ein sehr flexibler Einsatz des Codeschlusses innerhalb der Funkreichweite bis zu 100 m (Freifeld) möglich.



Selbst definierbarer Begrüßungstext, z. B. als elektronisches Türschild

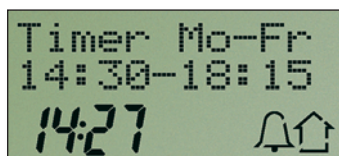
Sicherer Zugang

Dass Ihre Eingangstür mit diesem System sicher vor unbefugtem Öffnen ist, dafür stehen das angewandte Wechselcodeverfahren sowie der bis zu achtstellige Benutzercode. Beides verhindert Auslese-/Manipulationsversuche. Das Codeschloss kann für bis zu 20 Benutzer eingerichtet werden. Jeder Benutzer wird vom Gerät an seinem zugeordneten Code erkannt und individuell begrüßt. Der Administrator kann eine Liste der letz-

ten 39 Aktionen (Aktionen mit Codeeingabe, Fehl- und Zwangscodeeingaben) einsehen. Der optionale Alarmwähler (AW 50) trägt zu einer erhöhten Sicherheit bei.

Zugang ganz nach Bedarf

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



Genau festlegbare Zugangszeiten für jeden der 20 Benutzer

Multifunktional – klingeln, schalten ...

Zusätzlich sind zwei mit verschiedenen Funktionen belegbare Sondertasten verfügbar. Diese können sehr universell genutzt werden:

- als Klingeltasten, drahtgebunden über Relais-Schaltausgänge (1 A/30 V_{AC/DC}) oder für die Ansteuerung des Funk-Türgongs KM 300 FG
- als Steuertasten für die Ansteuerung von FS20-Empfangsgeräten, z. B. für Beleuchtung

Da die Tasten ebenfalls bei Bedarf erst nach Codeeingabe eine Aktion auslösen, kann man z. B. eine Taste für das Öffnen des Garagentores nutzen. Weitere Ausführungen dazu finden Sie im weiteren Verlauf dieses Artikels.

Top-Bedienkomfort

Das Tastenfeld und das Display sind je nach Spannungsversorgung beleuchtbar, die Zeiten, zu denen die Beleuchtung geschaltet werden darf, sind programmier-

bar (2 Zeiträume je Tag). So lockt z. B. ein im Ruhebetrieb nicht beleuchtetes Codeschloss keine Unbefugten an. Erst beim ersten Tastendruck leuchten Display und Tastatur auf.

Neben dem Funk-Codeschloss KeyMatic® CAC kann natürlich auch weiterhin die Bedienung des Türantriebs mit einer Fernbedienung erfolgen.

Nachts gesperrt

Die Funktion der Tasten ist so programmierbar, dass sie z. B. nur tagsüber aktiv sein dürfen. So kann man auf einfache Weise eine Nachtabstaltung für die Haustürklingel realisieren.

Gesicherter Zugriff

Wollen Sie z. B. Ihr Garagentor vom Codeschloss aus öffnen, ist auch dies kein Problem – einfach die entsprechende Funktionstaste so programmieren, dass sie nur per vorheriger Codeeingabe (wie beim Öffnen der Tür) aktiviert werden kann. Das Öffnen der Garage kann dann bequem per Funk mit einem der FS20-Funk-Schalter mit Kontaktausgang oder direkt über den Relaiskontakt des zugehörigen Schaltrelais erfolgen.

Party-Funktion

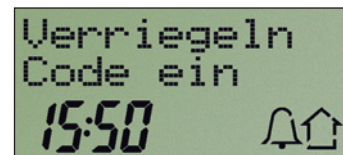
Eine Funktionstaste kann z. B. für eine bestimmte Zeit auch so programmiert werden, dass der elektrische Türöffner bei jedem Tastendruck aktiviert wird – eine praktische Sache!

Benutzer

Das Gerät kann die Einstellungen für bis zu 20 Benutzer und für einen Administrator speichern. Dabei sind für jeden Benutzer der Name, der individuelle Zugangscode und die Zeiten der Zugangsberechtigung zu speichern. Jeder Code kann für einen Benutzer vergeben werden. Bereits vergebene Codes sind für neue Benutzer gesperrt. Natürlich können auch jederzeit Benutzer aus der Zugangsliste gelöscht werden. Mit dem Löschen des Namens werden auch automatisch der Zugangscode und die zugehörigen Zugangszeiten gelöscht. Die Zugangszeiten können sowohl regelmäßig als auch nach Datum vergeben werden.

Funktionstasten 1 und 2

Den Funktionstasten 1 und 2 sind verschiedene Funktionen (auch mehrere



Statusmeldungen über alle Aktionen



Funk-Gong



Funk-Signalgeber

Diese Geräte können von der KeyMatic® CAC auch angesteuert werden

gleichzeitig) zuweisbar. Es kann die Ansteuerung je eines Funk-Gongs (KM 300 FG), die Ansteuerung des zugehörigen Schaltrelais oder die Ansteuerung von FS20-Aktoren erfolgen.

Jeder der beiden Funktionstasten ist ein täglicher Zeitraum zugewiesen, in dem sie aktiv sind (z. B. kann das Klingeln nachts unterbunden werden). Bei sicherheitsrelevanten Anwendungen besteht auch die Möglichkeit, die Aktivierung der Funktionstasten nur nach Codeeingabe zuzulassen.

Anbindung an das ELV-FS20-System

Über die eben erwähnten multifunktionalen Bedientasten des Funk-Codeschlusses KeyMatic® CAC ist auch die Steuerung von beliebigen FS20-Geräten möglich. Je nach Nutzungsart befinden sich neben den montierten Tastenabdeckungen (mit Klingelsymbol und neutraler Abdeckung) zwei weitere mit 1 und 2 gekennzeichnete Abdeckungen im Lieferumfang.

Beispielsweise kann eine Funktionstaste als Klingeltaste und die andere zur Steuerung einer Beleuchtung oder in Verbindung mit einer Codeeingabe zur Steuerung des Garagentors genutzt werden. Für ein Zweifamilienhaus bietet es sich natürlich an, beide Taster als Klingeltaster zu nutzen, wobei dann z. B. der Funk-Türgong oder der FS20-Funk-Signalgeber mit WAV-Soundausgabe (z. B. Textansage) ideal einzusetzen.

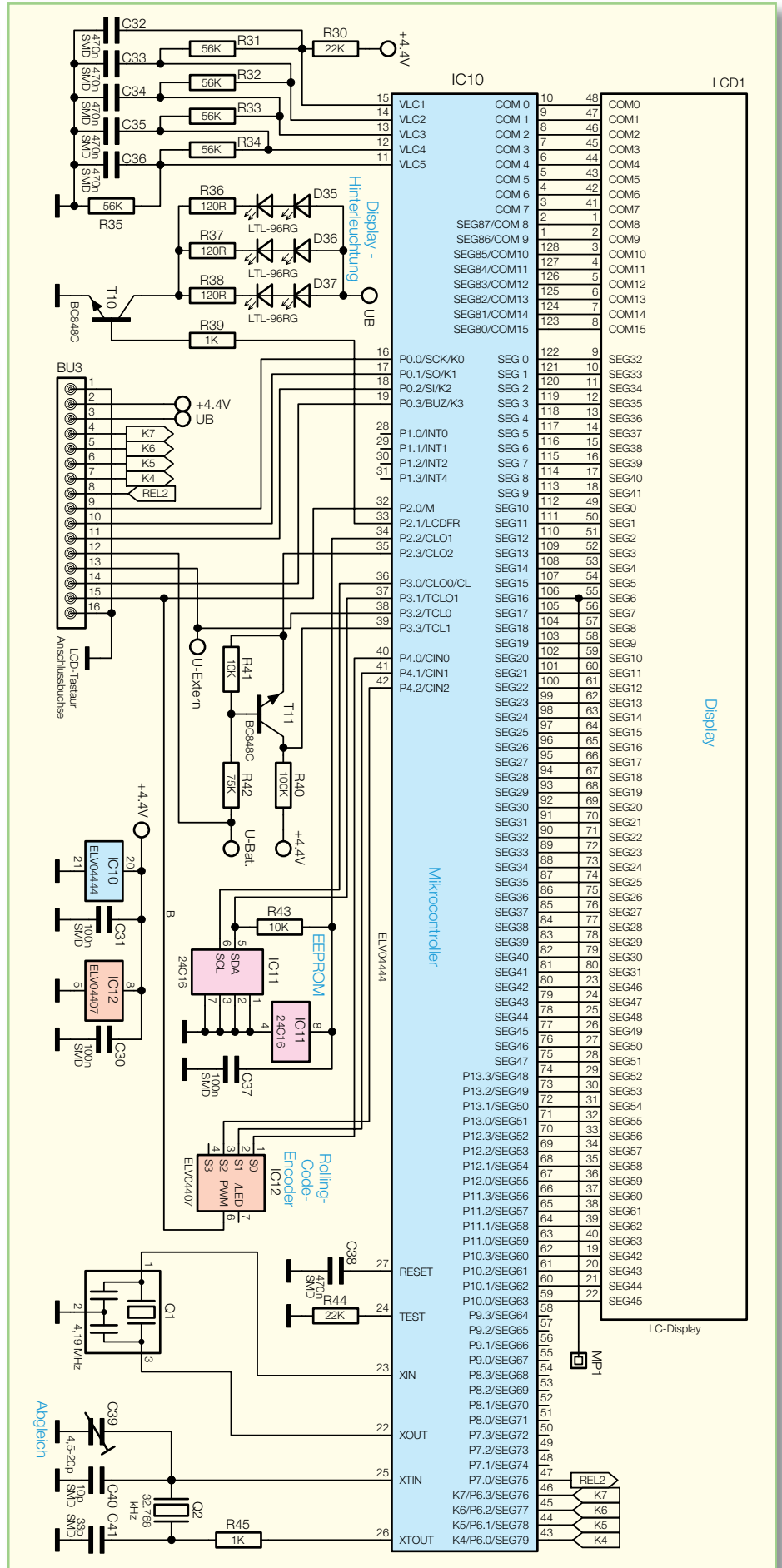


Bild 1: Die Schaltung der Displayeinheit

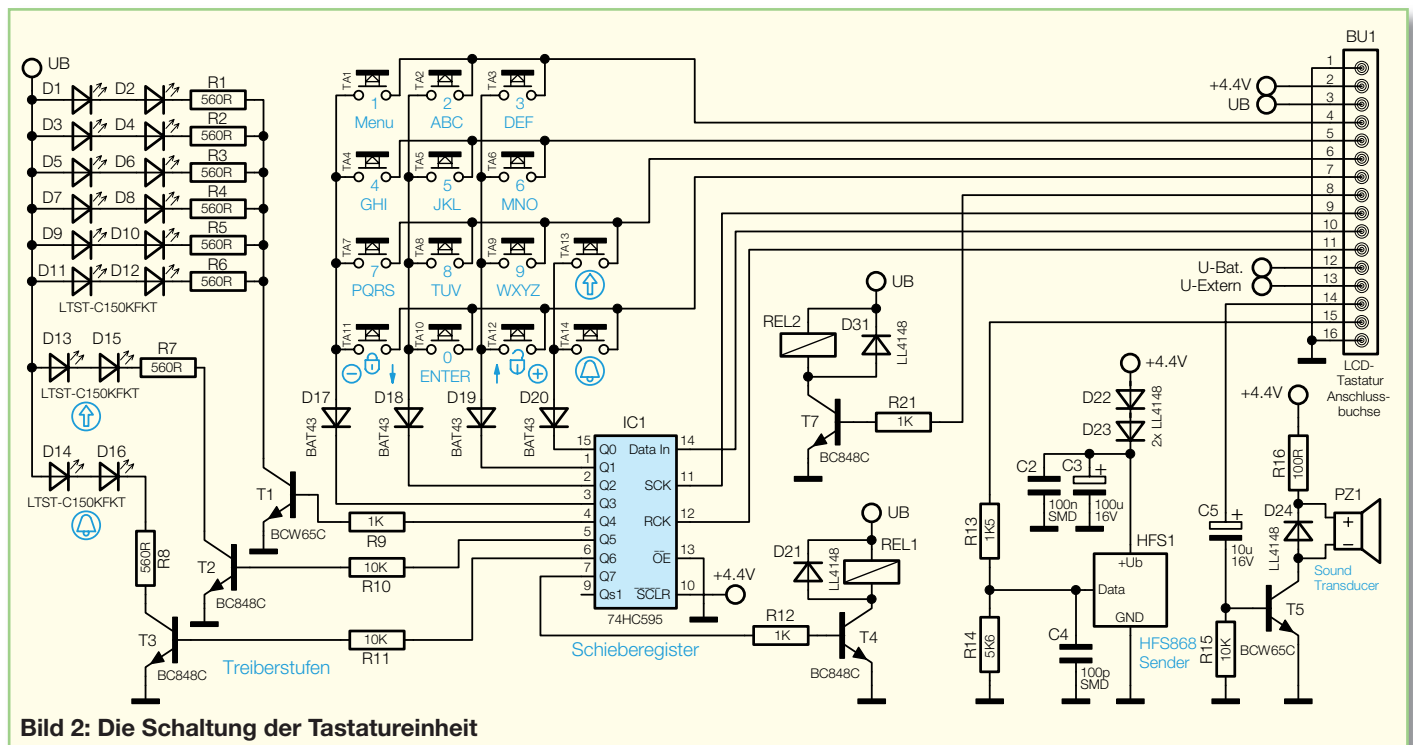


Bild 2: Die Schaltung der Tastatureinheit

zen sind. Durch die mögliche Anbindung an das FS20-System sind der Fantasie nahezu keine Grenzen gesetzt.

Mehrfach-Ansteuerung per Makrofunktion

Es gibt aber auch noch mehr Möglichkeiten. So kann in Verbindung mit der ELV-Funk-Hauszentrale der Funkruf der KeyMatic®-CAC-Funktionstaste z. B. ein ganzes Szenario beim Verlassen oder Betreten des Hauses über die Makrofunktionen der Zentrale auslösen (Licht ein- bzw. ausschalten, Markise einfahren, Heizung absenken usw.). Über Makrofunktionen der Zentrale sind beliebige Verknüpfungen mit den Komponenten des FS20-Haussteuerungssystems und sogar der Funk-Heizungssteuerung FHT 80b möglich.

Im FS20-System verhält sich das Gerät wie ein normaler Systemsender. Es fügt sich in das Adress- und Codiersystem ein und sendet FS20-Standardbefehle.

Wählgerät

Das KeyMatic® CAC kann auch das ELV-Telefonwählgerät AW 50 ansteuern, wobei eine auf dem Wählgerät gespeicherte Nachricht ausgegeben wird, wenn eine programmierte Ansteueroption übereinstimmt. Die Alarmierung kann erfolgen, wenn nacheinander mehr als drei falsche Codeeingaben vorgenommen wurden oder wenn die Alarmierung durch Eingabe eines Zwangscode aktiviert ist.

Die Funktion Zwangscode ermöglicht z. B. bei einem Überfall vor der Tür zwar das Öffnen der Tür, jedoch erfolgt gleich-

zeitig per Funk die Aktivierung des Telefonwählgerätes.

Einfache Montage

Aufgrund der Funkübertragung und des Batteriebetriebs ist die Montage besonders einfach möglich. Nur die Montageplatte an die Wand schrauben, wobei je nach Beschaffenheit des Untergrundes zwei oder drei Löcher zu bohren sind. Die Montageplatte mit den zum Lieferumfang gehörenden Dübeln und Schrauben montieren und die Schraubenabdeckungen innen mit dem zugehörigen Gummi-Dichtstopfen verschließen. Das Gerät wird danach auf die Montageplatte aufgesetzt, bis zum sicheren Einrasten nach unten geschoben und mit Hilfe des zum Lieferumfang gehörenden Spezialschlüssels verriegelt.

Schaltung

Zur besseren Übersicht ist die Schaltung des Codeschlusses KeyMatic® CAC in die Teilschaltbilder Displayeinheit, Bedieneinheit, Netzteil und Anschlussplatine aufgeteilt. Die Aufteilung orientiert sich dabei auch weitestgehend an den im Gerät vorhandenen Leiterplatten.

Displayeinheit

Die detaillierte Schaltungsbeschreibung des Codeschlusses beginnen wir mit der Displayeinheit, deren Schaltbild in Abbildung 1 zu sehen ist. Zentrales Bauelement ist der Single-Chip-Mikrocontroller IC 10, der neben der Displayanzeige auch für alle Steueraufgaben innerhalb des Codeschlusses zuständig ist. Die 16 COM-

Leitungen (Ebenen) und 64 Segment-Leitungen des Multifunktionsdisplays LCD 1 sind dabei direkt mit den entsprechenden Ports des Controllers verbunden.

Die Vorgabe des Displaykontrastes erfolgt an Pin 11 bis Pin 15 des Mikrocontrollers. Die Spannungen an den Spannungsteiler-Abgriffen R 30 bis R 35 werden mit C 32 bis C 36 gepuffert.

Für die Displayhinterleuchtung sind die Side-Looking-Lamps D 35 bis D 37 zuständig. Über Port 2.1 des Controllers (Pin 33) wird der Transistor T 10 gesteuert, in dessen Kollektorkreis sich die Side-Looking-Lamps mit den Strombegrenzungswiderständen R 36 bis R 38 befinden.

Der Mikrocontroller verfügt über zwei integrierte Taktoszillatoren, die für das interne Zeitmanagement zuständig sind. Während der schnelle Oszillator an Pin 22, Pin 23 mit einem 4,19-MHz-Keramikschwinger (Q 1) extern geschaltet ist, benötigt der Oszillator an Pin 25, Pin 26 einen Uhrenquarz von 32,768 kHz sowie die Kondensatoren C 39 bis C 41 und den Widerstand R 45. Da für alle Echtzeitaufgaben der 32,768-kHz-Oszillator zuständig ist, kann ein genauer Frequenzabgleich mit Hilfe des Trimmkondensators C 39 erfolgen. Überwiegend arbeitet der Mikrocontroller auf der langsamen Taktfrequenz, so dass das System sehr stromsparend ist.

Der Rolling-Code-Encoder (IC 12) ist für die Generierung des besonders sicheren Wechselcodes zuständig und mit Port 4.0 bis Port 4.2 sowie Port 2.0 des Controllers verbunden. Der Ausgang (Pin 6) liefert den Wechselcode, der direkt auf den HF-Sender gegeben wird.

Das EEPROM IC 11 speichert alle

Firmware-Parameter und eingegebene Daten und ist über den I²C-Bus (STA, SCL) mit dem Mikrocontroller verbunden.

Die Überwachung der Batteriespannung wird mit Hilfe des Transistors T 11 und externer Beschaltung vorgenommen. Während der Messung wird Port 2.3 auf Low-Potential gezogen. Solange die Batteriespannung ausreichend hoch ist, wird T 11 über den Spannungsteiler R 41, R 42 durchgesteuert, und am Kollektor und somit an Port 3.3 stellt sich ebenfalls ein Low-Pegel ein. Sämtliche Verbindungen von der Displayplatine zur Basisplatine, wo u. a. das Bedienteil und das Netzteil untergebracht sind, erfolgen über die 16-polige Miniaturbuchse BU 3.

Bedieneinheit

Die Bedieneinheit mit Ausgangsrelais und Sendemodul ist in Abbildung 2 dargestellt. Über den Foliensteckverbinder BU 1 ist dieser Schaltungsteil mit der Displayeinheit und somit mit dem Mikrocontroller verbunden.

Die einzelnen Bedientasten sind in einer Matrix verschaltet und werden vom Prozessor im Multiplexverfahren abgefragt. Für die 14 Tasten werden insgesamt 8 Leitungen (4 Reihen, 4 Spalten) benötigt. Während die 4 Reihen direkt über BU 1 mit dem Controller verbunden sind, erfolgt die Auswertung der Spalten über das 8-stufige Schieberegister IC 1. Über dieses Schieberegister wird zusätzlich die Aktivierung der Tastaturbeleuchtung und der Sondertasten gesteuert. Des Weiteren wird das Relais REL 1 über einen Ausgang dieses Schieberegisters aktiviert. Da die Ausgänge nicht direkt den erforderlichen Strom liefern können, sind entsprechende Treibertransistoren (T 1 bis T 4) erforderlich.

Das Relais REL 2 wird über den Transistor T 7 direkt vom zentralen Mikrocontroller, Port 7.0 (Abbildung 1) gesteuert.

Akustische Quittungs- und Alarmsignale werden mit Hilfe des Soundtransducers PZ 1 generiert. Die akustischen Signale liefert der Mikrocontroller über den Buzzer-Ausgang (P 0.3). Da der Buzzer-Ausgang den Soundtransducer nicht direkt treiben kann, ist zusätzlich der Transistor T 5 erforderlich, in dessen Kollektorkreis der Soundtransducer geschaltet ist. D 24 unterdrückt zum Schutz des Transistors Gegeninduktionsspannungen an PZ 1.

Das HF-Sendemodul HFS 1 wird über die Dioden D 22, D 23 mit Spannung versorgt, wobei C 2 und C 3 zur Störunterdrückung und Pufferung direkt am Modul dienen. Das zu übertragende Impulsdigramm liefert IC 12 (Abbildung 1) über den Spannungsteiler R 13, R 14.

Netzteil

Das Netzteil des Codeschlusses ist in

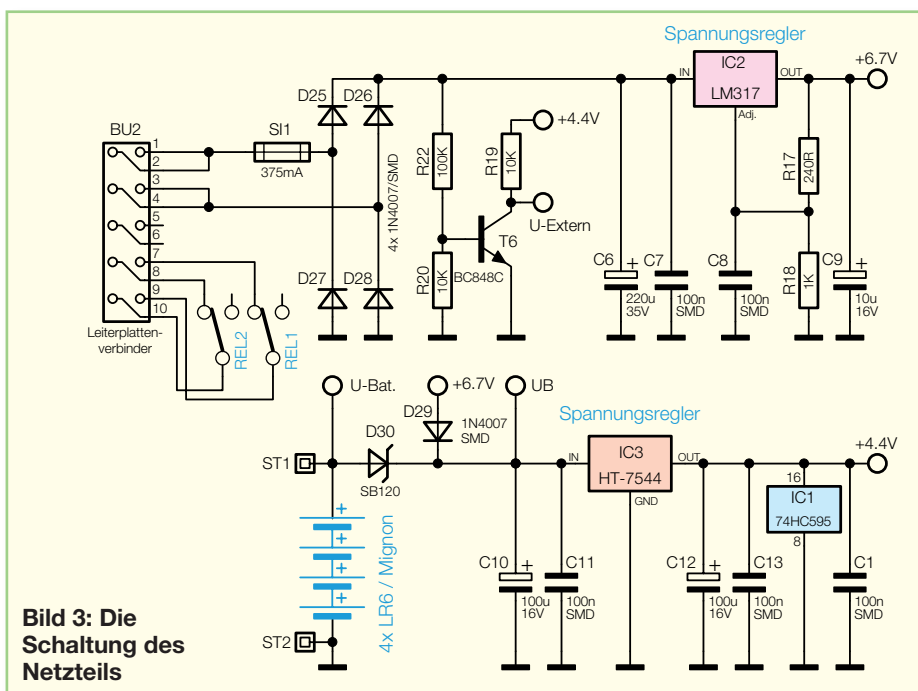


Bild 3: Die Schaltung des Netzteils

Abbildung 3 zu sehen. Neben dem Batteriebetrieb mit 4 Mignonzellen besteht auch die Möglichkeit, eine bestehende Gleich- oder Wechselspannung, z. B. von einem Klingeltransformator, zu nutzen.

Die Batteriespannung liegt an den Anschlüssen ST 1 und ST 2 an und gelangt über die zur Entkopplung und zum Verpolungsschutz dienende Diode D 30 auf den Eingang des Spannungsreglers IC 3. Am Spannungsreglereingang dient C 10 zur Pufferung und C 11 zur hochfrequenten Störunterdrückung. Am Ausgang stehen dann 4,4 V zur Schaltungsversorgung zur Verfügung.

Bei externer Spannungsversorgung mit Gleich- oder Wechselspannung erfolgt die Zuführung über den Leiterplattensteckverbinder BU 1. Über die Sicherung SI 1 gelangt die Spannung dann auf den mit D 25, D 28 aufgebauten Brückengleichrichter. Während bei einer Wechselspannung die Dioden für die erforderliche Gleichrichtung sorgen, sind beim Anlegen einer Gleichspannung, je nach Polarität, entweder nur D 25

und D 28 oder nur D 26 und D 27 aktiv.

Am Eingang des Spannungsreglers IC 2 sorgt der Elko C 6 für eine erste Pufferung. Die Ausgangsspannung wird durch die Widerstände R 17 und R 18 bestimmt und der Elko C 9 dient zur Schwingneigungsunterdrückung am Reglerausgang. C 7 und C 8 verhindern hochfrequente Störeinkopplungen am Regler.

Die Ausgangsspannung von IC 2 gelangt über D 29 auf den Eingang von IC 3. Gleichzeitig wird die Diode D 30 in den Sperrzustand versetzt und somit auch ein Entladen der Batterien verhindert. Die Batterien dienen in diesem Fall nur noch bei einem Spannungsausfall zur Notstromversorgung.

Sobald eine externe Versorgungsspannung in ausreichender Höhe anliegt, wird der Transistor T 6 über den Spannungsteiler R 20, R 22 in den leitenden Zustand versetzt. Der Spannungspegel am Kollektor wechselt von High nach Low. Da der Kollektor direkt mit Port 3.2 des Mikrocontrollers verbunden ist, erhält dieser die Information, dass eine externe Spannungsversorgung erfolgt.

Anschlussplatine

Die Anschlussplatine (Abbildung 4) dient zur Aufnahme der Schraubklemmen für die Relaisausgänge und für die externe Spannungsversorgung. Über den Wannenstecker BU 1 und ein Flachbandkabel mit Leiterplattensteckverbinder ist die Anschlussplatine mit der Bedienplatine des Codeschlusses verbunden.

Die einzelnen Schritte, die nun zum Aufbau der KeyMatic[®] CAC erforderlich sind, werden im „ELVjournal“ 3/2006 detailliert mit vielen Abbildungen beschrieben. **ELV**

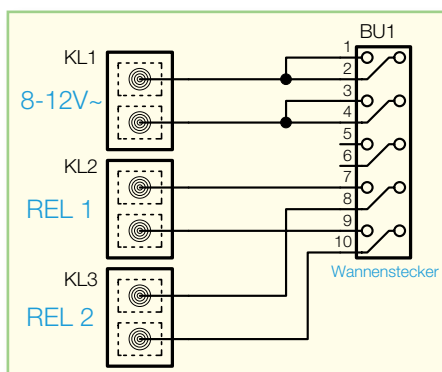
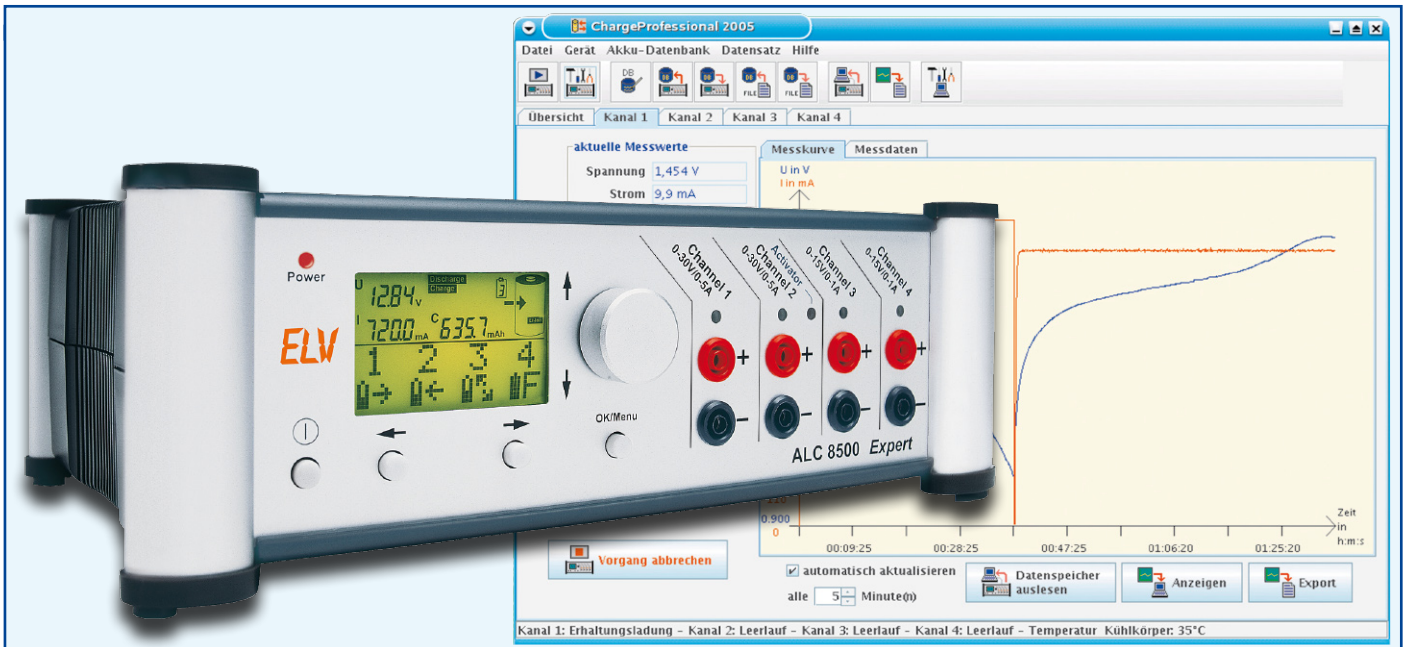


Bild 4: Die Schaltung der Anschlussplatine



Akku-Lade-Center Teil 8

ALC 8000/ALC 8500 Expert

Linux ist in aller Munde, und wer sein ALC 8500 Expert im Bastelkeller an einem Zweitrechner betreibt, ist nicht immer bereit, sich noch eine Windows-Lizenz zu kaufen. Was liegt näher, als ein kostenloses Linux zu installieren. Mit diesem Artikel sind Sie in der Lage, ein Linux so zu konfigurieren, dass ein ALC 8500 Expert problemlos auch unter Linux mit einer Software fernsteuerbar ist. Die Beschreibungen sind sehr allgemein gehalten, so dass die Anleitung mit den verschiedensten Distributionen von Linux nachvollziehbar ist. Die Bildschirmfotos sind hier am Beispiel der Linux-Distribution Suse 10 64-Bit angefertigt.

Schrittweise zum Erfolg

Im ersten Schritt wird die Unterstützung für USB, die übrigens auch für viele andere Geräte von ELV funktioniert, eingerichtet. Anschließend wird die Laufzeitumgebung von Java angepasst bzw. installiert, falls sie noch nicht vorhanden ist. Damit die Java-Laufzeitumgebung überhaupt auf eine serielle Schnittstelle zugreifen kann, wird noch eine Erweiterung installiert. Ein kleines Testprogramm zeigt den Erfolg an, wenn die Konfigurationsarbeiten bis zu diesem Schritt korrekt ausgeführt wurden. Danach ist ChargeProfessional bereits startklar. Einige der nachfolgend verwendeten Dateien finden Sie kostenlos auf der Homepage von ELV zum Downloaden unter dem Link: <http://www.elv-downloads.de/downloads/alc8xxx/alc8xxx.htm>.

Treiber für USB

Dieser Treiber stellt unter dem Betriebssystem Linux für das Akku-Ladegerät ALC 8500 Expert eine virtuelle serielle Schnittstelle bereit. Die Schnittstelle trägt zumeist den Namen `ttyUSB0` bzw. wird

```

ftdi_sio.h [Geändert] - KWrite
Datei Bearbeiten Ansicht Lesezeichen Extras Einstellungen Hilfe
146 /* ELV USB devices submitted by Christian Abt of ELV (www.elv.de).
147 * All of these devices use FTDI's vendor ID (0x0403).
148 *
149 * The previously included PID for the UO 100 module was incorrect.
150 * In fact, that PID was for ELV's UR 100 USB-RS232 converter (0xFB58).
151 *
152 * Armin Laeuger originally sent the PID for the UM 100 module.
153 */
154 #define FTDI_ELV_UR100_PID, 0xFB58, /* USB-RS232-Umsetzer (UR 100) */
155 #define FTDI_ELV_UM100_PID, 0xFB5A, /* USB-Modul UM 100 */
156 #define FTDI_ELV_UO100_PID, 0xFB5B, /* USB-Modul UO 100 */
157 #define FTDI_ELV_ALC8500_PID, 0xF06E, /* ALC 8500 Expert */
158 /* Additional ELV PIDs that default to using the FTDI D2XX drivers on
159 * MS Windows, rather than the FTDI Virtual Com Port drivers.
160 * Maybe these will be easier to use with the libftdi/libusb user-space
161 * drivers, or possibly the Comedi drivers in some cases. */
162 #define FTDI_ELV_CLI7000_PID, 0xFB59, /* Computer-Light-Interface (CLI 7000) */
163 #define FTDI_ELV_PPS7330_PID, 0xFB5C, /* Processor-Power-Supply (PPS 7330) */
164 #define FTDI_ELV_TFM100_PID, 0xFB5D, /* Temperatur-Feuchte Messgeraet (TFM 100) */
165 #define FTDI_ELV_UDF77_PID, 0xFB5E, /* USB DCF Punkurh (UDF 77) */
166 #define FTDI_ELV_UI088_PID, 0xFB5F, /* USB-I/O Interface (UIO 88) */
167 #define FTDI_ELV_UAD8_PID, 0xF068, /* USB-AD-Wandler (UAD 8) */
168 #define FTDI_ELV_UDA7_PID, 0xF069, /* USB-DA-Wandler (UDA 7) */
169 #define FTDI_ELV_USI2_PID, 0xF06A, /* USB-Schrittmotoren-Interface (USI 2) */
170 #define FTDI_ELV_T1100_PID, 0xF06B, /* Thermometer (T 1100) */
171 #define FTDI_ELV_PCD200_PID, 0xF06C, /* PC-Datenlogger (PCD 200) */
172 #define FTDI_ELV_ULA200_PID, 0xF06D, /* USB-LCD-Ansteuerung (ULA 200) */
173 #define FTDI_ELV_FHZ1000PC_PID, 0xF06F, /* FHZ 1000 PC */
174 #define FTDI_ELV_CSI8_PID, 0xE0F0, /* Computer-Schalt-Interface (CSI 8) */
175 #define FTDI_ELV_EM1000DL_PID, 0xE0F1, /* PC-Datenlogger fuer Energiemonitor (EM 1000
DL) */
176 #define FTDI_ELV_PCK100_PID, 0xE0F2, /* PC-Kabeltester (PCK 100) */
177 #define FTDI_ELV_RFP500_PID, 0xE0F3, /* HF-Leistungsmesser (RFP 500) */
178 #define FTDI_ELV_PFS20SIG_PID, 0xE0F4, /* Signalgeber (FS 20 SIG) */
179 #define FTDI_ELV_WS300PC_PID, 0xE0F6, /* PC-Wetterstation (WS 300 PC) */
180 #define FTDI_ELV_FHZ1300PC_PID, 0xE0E8, /* FHZ 1300 PC */
181 #define FTDI_ELV_WS500_PID, 0xE0E9, /* PC-Wetterstation (WS 500) */
182
183

```

Bild 1: Auszug aus dem Quelltext für den USB-Treiber

bei mehreren Geräten einfach eine fortlaufende Nummer angehängt (ttyUSB1, ttyUSB2 usw.). Wer bereits den Kernel 2.6.13 (z. B. in Suse 10 enthalten) oder höher installiert hat, kann direkt zum nächsten Schritt übergehen, da die notwendige Unterstützung ab dieser Version des Kernels bereits integriert ist. Falls der bestehende Kernel nicht vollständig durch eine neue Version ersetzt werden soll, reicht es aus, zwei Dateien im Quelltext durch eine andere Version auszutauschen und den bestehenden Kernel neu zu kompilieren. Die beiden Dateien sind üblicherweise abgelegt in diesem Verzeichnisbaum: /usr/src/linux-2.6.13-15/drivers/usb/serial. Die Bezeichnung linux-2.6.13-15 ist selbstverständlich durch den Namen Ihrer Version zu ersetzen. Die beiden Dateien tragen die Namen ftdi_sio.c und ftdi_sio.h und enthalten die Version 1.4.3 des Treibers. Wenn Sie sich etwas mehr auskennen, werfen Sie einen genaueren Blick in die Datei ftdi_sio.h ab Zeile 146, wie in Abbildung 1 gezeigt. Für die Geräte UR 100 (USB-RS232-Umsetzer), UO 100 und UM 100 ist die Unterstützung standardmäßig aktiviert. In den Zeilen 162 bis 181 finden Sie weitere Geräte von ELV; falls Sie diesen Geräten auch einen virtuellen seriellen Port zuweisen möchten, kommentieren Sie die jeweiligen Zeilen in der Datei ftdi_sio.c ab Zeile 420 einfach aus.

Der Erfolg der Konfiguration lässt sich leicht feststellen. Stecken Sie einfach das USB-Kabel des ALC 8500 Expert in einen freien Anschluss am Computer und geben den Befehl dmesg in einer Konsole ein. Die letzten Meldungen des Kernels werden angezeigt. Das Bildschirmfoto Abbildung 2 zeigt eine erfolgreiche Einbindung des Treibers. In diesem Fall wurde dem Gerät die Schnittstelle ttyUSB0 zugewiesen. Eine weitere Möglichkeit bietet das Programm usbview (siehe Abbildung 3). Dieses Programm zeigt alle angeschlossenen Geräte für den USB an. Geräte, welche nicht über einen passenden Treiber verfügen, werden rot dargestellt. Wenn das ALC 8500 Expert dort in schwarzer Schrift erscheint, hat alles geklappt. Das Programm usbview ist unter der GNU-Lizenz frei erhältlich und in vielen Distributionen von Linux bereits integriert.

Java einrichten ...

Leider unterscheidet sich die Handhabung der Java-Umgebung je nach Distribution sehr stark. Zudem ist noch eine Erweiterung nachträglich zu installieren, auch hierfür unterscheidet sich leider die Vorgehensweise sehr. Glücklicherweise kann sich jeder Benutzer selbst eine Variante in

Bild 2: Der Treiber für USB wurde erfolgreich geladen, das ALC 8500 Expert hat jetzt die virtuelle serielle Schnittstelle „ttyUSB0“.

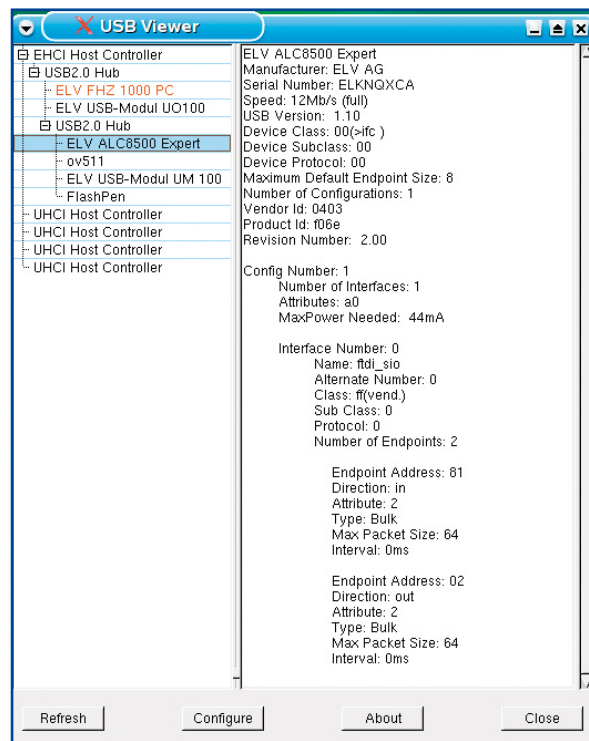
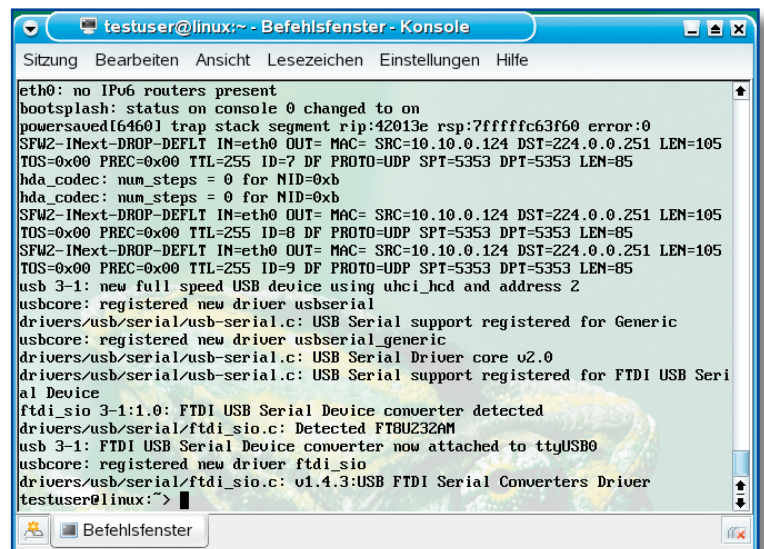


Bild 3: Das Programm „usbview“ zeigt alle erkannten Geräte in einer Baumstruktur an.

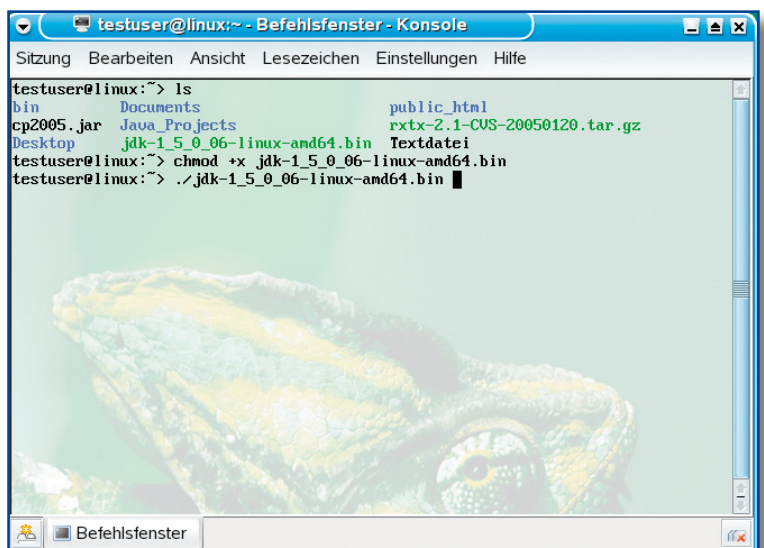


Bild 4: Die Java-Entwicklungsumgebung wird installiert.

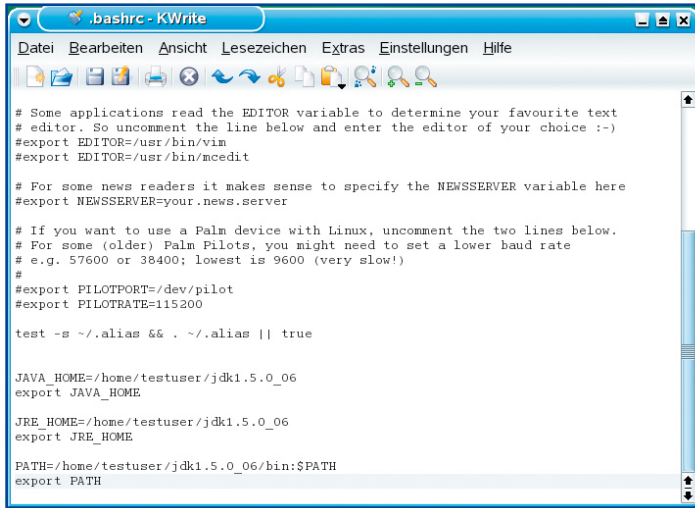
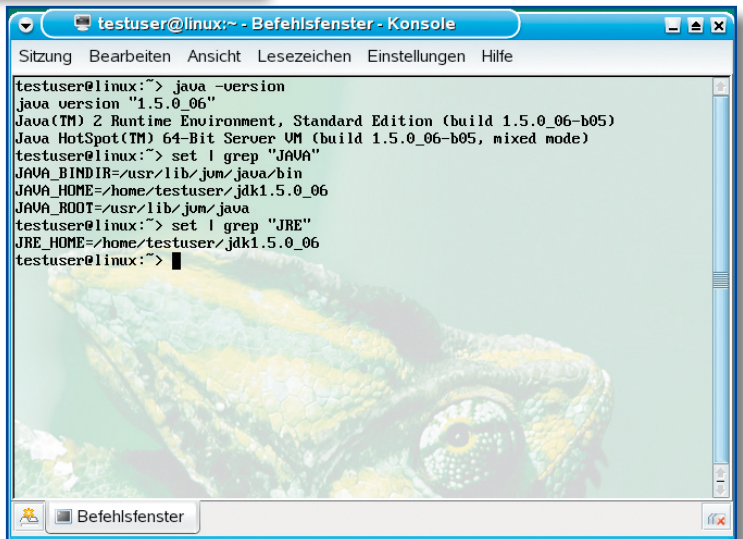


Bild 5: Die Systemvariablen werden an die Installation angepasst.

seinem Home-Verzeichnis installieren. Eine Entwicklungsumgebung der JVM (Java Virtual Machine) kann kostenlos auf der Internet-Seite java.sun.com bezogen werden. Dabei ist nicht die rpm-Variante, sondern einfach das Binärfile herunterzuladen. In unserem Beispiel haben wir die Datei `jdk-1_5_0_06-linux-amd64.bin` verwendet. Nach dem Download werden mit folgendem Befehl die Rechte so gesetzt, dass die Datei ausführbar ist: `chmod +x jdk-1_5_0_06-linux-amd64.bin`. Schließlich wird mit dem Befehl `./jdk-1_5_0_06-linux-amd64.bin` die Installation gestartet. Abbildung 4 zeigt, wie es geht.

```
1 JAVA_HOME=/home/testuser/jdk1.5.0_06
2 export JAVA_HOME
3 JRE_HOME=/home/testuser/jdk1.5.0_06
4 export JRE_HOME
5 PATH=/home/testuser/jdk1.5.0_06/bin:$PATH
6 export PATH
```

Bild 6: Die Konfiguration der Java-Entwicklungsumgebung wird überprüft.



... und konfigurieren

Drei Systemvariablen müssen jetzt noch auf die frisch installierte Version angepasst werden: `JAVA_HOME`, `JRE_HOME` und `PATH`. Wir gehen hier davon aus, dass Java in dem Pfad `/home/testuser/jdk1.5.0_06` installiert ist. Entweder sind die nachfolgenden Befehle nach jedem Systemstart einzugeben oder die folgenden Zeilen werden zu der `bash.rc` hinzugefügt:

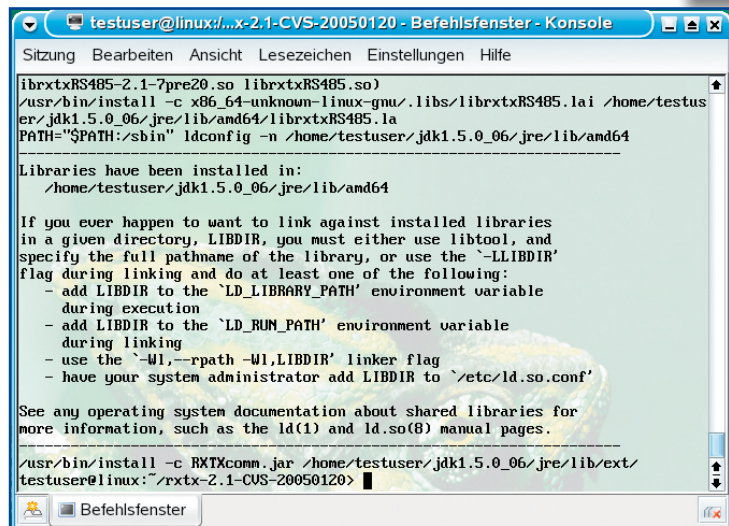


Bild 7: Die Erweiterung RXTX wurde erfolgreich kompiliert.

Der Pfad `/home/testuser/jdk1.5.0_06` ist in jedem Fall an Ihre Installation anzupassen. Die Abbildung 5 zeigt, wie die `bash.rc` aussehen kann.

Der Befehl `java -version` auf einer Konsole zeigt die Version der „aktiven“ Java-Laufzeitumgebung an. Wenn diese der soeben installierten Version entspricht, war die Installation erfolgreich. Mit dem Befehl `set | grep "JAVA"` und `set | grep "JRE"` lässt sich jeweils prüfen, ob die Systemvariablen passend gesetzt sind. Die Abbildung 6 zeigt einen erfolgreichen Test.

Java und Hardware

Leider bietet Java standardmäßig keinen Zugriff auf serielle Schnittstellen, da diese Programmiersprache auf Plattformunabhängigkeit ausgelegt ist. Es gibt jedoch einige Erweiterungen, die diesen Zugriff erlauben. Eine solche Erweiterung ist RXTX, dieses Paket ist über die GNU-Lizenz kostenlos erhältlich auf der Internet-Seite www.rxtx.org. Im Downloadbereich dieser Seite sind auch die zugehörigen Quelltexte erhältlich, nachfolgend beschrieben ist die Variante RXTX 2.1, die Datei heißt dort `rxtx-2.1-CVS-20050120.tar.gz`.

Dieses Archiv wird zunächst in ein neues Verzeichnis ausgepackt. Eine detaillierte Anleitung zum Einrichten enthält die Datei `INSTALL` des Archivs. Damit immer nur ein Prozess gleichzeitig auf eine serielle Schnittstelle zugreifen kann, gibt es den so genannten `lock-daemon`. Dazu muss der angemeldete Benutzer die entsprechenden Rechte besitzen, in diesem Fall muss er Mitglied der Gruppe `UUCP` sein. Falls der angemeldete Benutzer weder Mitglied dieser Gruppe ist noch hinzugefügt werden kann, installiert man die Erweiterung ohne den `lock-daemon`. Allerdings wird dann nicht überwacht, ob zwei Prozesse gleichzeitig auf eine Schnittstelle zugreifen. Diese Vorgehensweise wird nicht empfohlen.

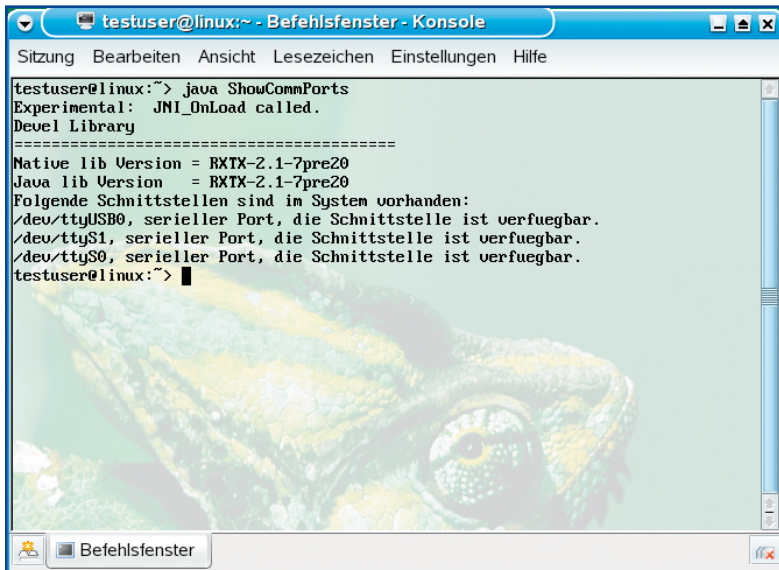


Bild 8: Ein Aufruf des Testprogramms „ShowCommPorts“

von ELV ist die Datei ShowCommPorts.java. Kompiliert wird dieses Programm mit dem Befehl `javac ShowCommPorts.java`. Wenn jetzt keine Fehlermeldungen erscheinen, war das Kompilieren erfolgreich. Starten Sie das Programm mit dem Befehl `java ShowCommPorts`. Das Programm gibt alle verfügbaren seriellen Schnittstellen aus. Falls das ALC 8500 Expert ebenfalls angeschlossen ist, wird es (meist) als `ttyUSB0` angezeigt. In der Abbildung 8 sehen Sie ebenfalls einen erfolgreichen Programmlauf. Die Installation war erfolgreich!

... und jetzt geht es los

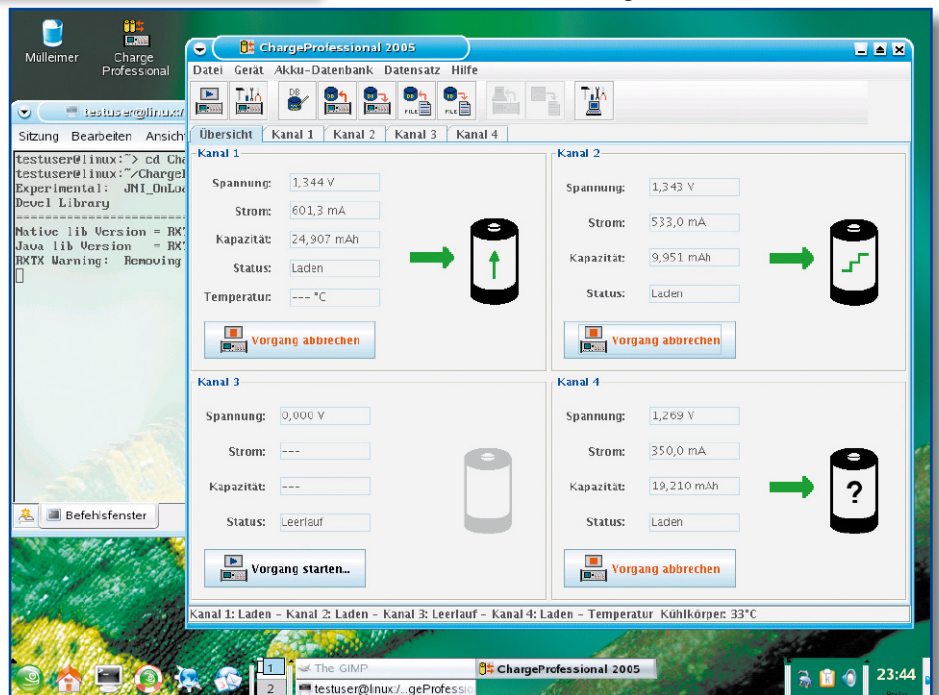
Ebenfalls im Downloadbereich von ELV zum ALC 8500 Expert gibt es die Linux-Variante von ChargeProfessional. Nach dem Aus-

Bild 9: Das Hauptfenster von ChargeProfessional – hier in der Linux-Variante

len. Mit dem Befehl `./configure` bzw. `./configure --disable-lockfiles` für die Installation ohne lock-daemon, wird die Konfiguration vorbereitet. Mit einem abschließenden `make install` wird die Erweiterung erstellt und die erzeugten Verzeichnisse der Java-Laufzeitumgebung kopiert. In der Abbildung 7 ist zu sehen, wie ein erfolgreicher Kompilierungsvorgang aussieht. Damit dieser Schritt funktioniert, müssen die Pfade – wie bei der Installation der Java-Umgebung beschrieben – korrekt in den Systemvariablen eingetragen sein.

Noch ein Test ...

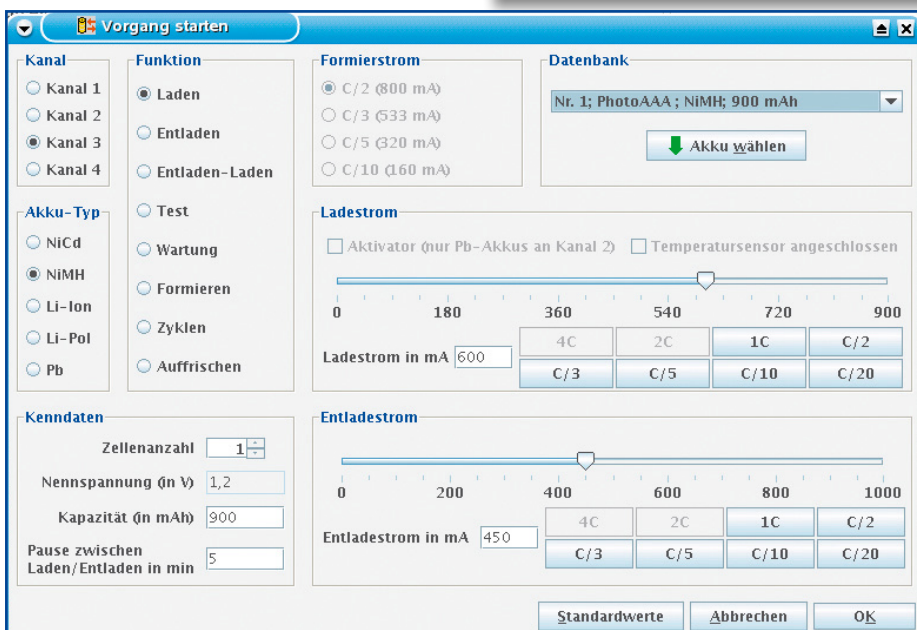
Ebenfalls im Archiv aus dem Download



packen des Archivs wird das Programm mit dem Befehl `java -jar cp2005 v160.jar` gestartet. Selbstverständlich können Sie sich hierzu auch eine Verknüpfung auf dem Desktop anlegen. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen, wie ChargeProfessional auch unter Linux das ALC 8500 Expert bedient. Bei Problemen sind die Dateien `error.txt` und `log.txt` hilfreich, die im Programmverzeichnis von ChargeProfessional automatisch angelegt werden.

Mit dieser Anleitung schließt die Artikelserie rund um das ALC 8500 Expert. Damit haben Sie einen umfassenden Überblick über die Interna des ALC erhalten, kennen das Übertragungsprotokoll und können es jetzt sogar unter Linux verwenden. **ELV**

Bild 10: Starten eines Ladevorgangs in der Linux-Variante von ChargeProfessional



Spannungswerte per Funk übertragen!



Empfänger mit USB-Anschluss

Funk-Messwertübertragung

Mit der Kombination aus einem Funk-Messwert-Sender FM3 TX und einem Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX lassen sich gemessene Spannungswerte per Funk übertragen. Der Sender bietet die beiden Messbereiche 0 bis 3 V und 0 bis 30 V und kann mit geeigneten Messvorsätzen auch für andere Messungen verwendet werden. Auf der Empfängerseite wird das gemessene Signal im Bereich von 0 bis 3 V wieder ausgegeben. Zusätzlich können die Messwerte per USB an einen PC übertragen werden, der mit dem zugehörigen Programm FM3 LOG die Werte von bis zu 4 Funk-Messwert-Sendern gleichzeitig verarbeiten kann. Aber auch ohne PC lässt sich mit der FM3 ein Multimeter quasi „schnurlos“ betreiben.

Messen per Funk

Die Funktechnik ersetzt uns immer wieder die lästige Leitungsverbindungen, so dass heute nicht nur Telefone schnurlos funktionieren, sondern auch Funk-Schaltsysteme, Wetterstationen oder Alarmanlagen uns das Leben dadurch erleichtern, dass sie ohne Kabel funktionieren.

Mit der FM3 bietet ELV jetzt ein weit reichendes Funksystem, das nicht an eine spezielle Anwendung gebunden ist, sondern mit der entsprechenden Beschaltung für das

Technische Daten: FM3 TX

Messbereiche:	0–3 V _{DC} /0–30 V _{DC}
Auflösung:	5 mV/50 mV
Eingangswiderstand:	10 MΩ/7 MΩ
Kürzestes Sendeintervall:	0,6 s
Stromversorgung extern:	6–15 V _{DC} /100 mA
Stromversorgung intern (Batterien):	3 x LR03/Micro (ca. 1000 h Lebensdauer)
Sendefrequenz:	868,35 MHz
Funkreichweite:	max. 300 m (Freifeld)
Gehäuse-Abmessungen:	142 x 58 x 24 mm

Technische Daten: FM3 RX	
Ausgänge:	analog: 0–3 V _{DC} /digital: USB
Ausgangsstrom:	max. 5 mA
Stromversorgung extern:	6–15 V _{DC} /100 mA bzw. USB
Stromversorgung intern:	Batterien, 3 x LR03/Micro
Empfangsfrequenz:	868,35 MHz
Funkreichweite:	max. 300 m (Freifeld)
Gehäuse-Abmessungen:	142 x 58 x 24 mm

Übertragen der verschiedensten Informationen verwendet werden kann.

Wenn Sie die Batterien von Wohnmobil oder Rasenmäher im Winter nachladen, können Sie sich mit der FM3 den Gang zur Garage sparen, wenn Sie den aktuellen Batteriezustand wissen wollen. Sie können die Spannung bequem per Multimeter am Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX messen oder sich die Spannung mit dem Programm FM3 LOG am PC direkt anzeigen lassen. Voraussetzung ist, dass Sie zuvor einen Funk-Messwert-Sender FM3 TX mit der jeweiligen Batterie verbunden haben.

Neben solchen Anwendungen, bei denen das FM3-Funksystem unnötige und lästige Wege zum Ablesen eines Messwertes erspart, gibt es auch Fälle, bei denen eine Messung anders gar nicht möglich wäre. Das trifft immer dann zu, wenn man z. B. Installationen oder Wartung an Leitungen vornimmt, bei denen man nicht gleichzeitig beide Enden erreichen kann, aber an einem Ende arbeiten und gleichzeitig am anderen Ende messen muss.

Auch für andere Aufgaben wie die Überwachung von Strom oder Drehzahl von Motoren mit oder ohne Last sowie Temperatur- oder Helligkeitsmessungen ist das FM3-Funksystem mit passenden Messvorsätzen einsetzbar. Dabei können sich die kompakten Abmessungen, das kurze Aktualisierungsintervall, die hohe Funkreichweite und der Batteriebetrieb als entscheidende Vorteile erweisen.

Bedienung

Funk-Messwert-Sender FM3 TX

Für den Betrieb des Funk-Messwert-Sen-

ders FM3 TX (Abbildung 1) muss zuerst die Art der Spannungsversorgung festgelegt werden. Dabei gibt es drei Möglichkeiten: Zum einen kann der Sender über die drei internen Batterien versorgt werden, zum anderen aber auch über ein externes Steckernetzteil. Die dritte Möglichkeit ist die, den Sender über sein eigenes Mess-Signal zu versorgen. Dies bietet sich besonders beim Überwachen von 12-V-Akkus an. Diese Option wird mit dem Jumper JP 1 auf der Platine des FM3 TX ausgewählt. Durch das Schließen dieses Jumpers wird der Eingang mit der internen Spannungsversorgung des Gerätes verbunden.

Achtung: Bei geschlossenem Jumper darf die Mess-Spannung die Obergrenze der zulässigen Versorgungsspannung von 15 V nicht überschreiten!

Um an den Jumper und die Batterien zu gelangen, muss das Gehäuse aufgeschoben und die Platine senkrecht nach oben aus der oberen Gehäuseschale entnommen werden. Dazu ist die Platine auf Höhe der Eingangsbuchsen am Rand zu erfassen und hochzuziehen. Dabei werden die Gabelfedern von den Anschlussfahnen der Buchsen gezogen.

Beim Verwenden von Batterien müssen diese so eingesetzt werden, dass ihre Polung mit dem Platinaufdruck übereinstimmt. Auch bei eingelegten Batterien dürfen zusätzlich andere Spannungsquellen angeschlossen werden, da die verschiedenen Spannungsquellen mit Dioden voneinander entkoppelt sind.

Beim Wiedereinsetzen der Platine ist darauf zu achten, dass diese wieder senkrecht auf die Oberschale aufgelegt wird und die Gabelfedern durch leichten Druck

in der Nähe der Eingangsbuchsen wieder einrasten.

Je nach Anwendung und Messvorsatz ist der Schiebeschalter „Bereich“ auf einen für die anstehende Messung geeigneten Wert einzustellen.

Durch die digitale Codierung der Funkübertragung ist es möglich, 4 Funk-Messwert-Sender FM3 TX gleichzeitig zu betreiben. Dazu müssen nur die Schiebeschalter „Kanal“ auf unterschiedliche Werte eingestellt werden. Ansonsten gilt für die Einstellung von „Kanal“ nur, dass diese mit der Einstellung des entsprechenden Schiebeschalters am zugehörigen Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX übereinstimmen muss. Die digitale Datenausgabe über USB ist von dieser Einstellung unabhängig. Hier werden immer die Daten aller empfangenen Kanäle übergeben.

Nach dem Verbinden der Messleitungen mit den Eingangsbuchsen wird der Funk-Messwert-Sender FM3 TX mit einem langen Tastendruck auf „Ein“ eingeschaltet. Als Bestätigung leuchtet die LED kurz auf. Im laufenden Betrieb leuchtet die LED bei jeder Messwernerfassung bzw. jedem Senden zur Kontrolle kurz auf.

Hinweis: Wenn sich der Wert der gemessenen Spannung nicht ändert, wird das Sendeintervall nach einiger Zeit auf max. 3 Minuten erhöht, um Strom zu sparen und den Funkverkehr anderer Systeme nicht unnötig zu stören. Die Messungen finden aber unabhängig davon weiterhin in kurzen Intervallen statt, so dass bei einer Spannungsänderung sofort eine Ausendung erfolgt.

Nach Ende der Messung wird der FM3 TX mit der Taste „Aus“ wieder abgeschaltet.

Abgleich FM3 TX

Zum Erhöhen der Genauigkeit der Messung ist ein Abgleich des Funk-Messwert-Senders FM3 TX möglich. Dazu werden zwei Messleitungen und eine möglichst genaue Spannungsquelle benötigt.

Zuerst verbindet man mit einer Messleitung die beiden Eingangsbuchsen miteinander und schaltet das Gerät ein. Anschließend



Bild 1:
Die Bedienelemente des Funk-Messwert-Senders FM3 TX



Bild 2: Die Bedienelemente des Funk-Messwert-Empfängers FM3 RX

ist die Taste „Aus“ bzw. „Abgleich 0 V“ gedrückt zu halten, bis die LED aufleuchtet. Jetzt muss der Schiebeschalter „Bereich“ auf den anderen Bereich eingestellt werden. Auch für diesen Bereich ist jetzt die Taste „Aus“ bzw. „Abgleich 0 V“ gedrückt zu halten, bis die LED aufleuchtet.

Anschließend sind für den Messbereich bis 3 V genau 3 Volt an die Eingangsbuchsen anzulegen. Zum Abgleich muss der Schiebeschalter „Bereich“ auf „3 V“ stehen und die Taste „Abgleich 3 V/12 V“ muss so lange gedrückt werden, bis die LED kurz aufleuchtet.

Für den weiteren Abgleich des Messbereiches bis 30 V muss der Schiebeschalter „Bereich“ wieder auf „30 V“ eingestellt werden. Die angelegte Spannung muss genau 12 Volt betragen. Abschließend ist wieder die Taste „Abgleich 3 V/12 V“ bis zum Aufleuchten der LED zu drücken.

Hinweis: Es kann bei Bedarf auch ein Bereich allein abgeglichen werden. In jedem Fall ist jedoch zuerst der 0-Volt-Abgleich auszuführen.

Die Messwerte aus dem Abgleich werden im internen EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert und von nun an in die Messungen mit eingerechnet. Der Abgleich bleibt auch bei einem Batteriewechsel erhalten.

Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX

Der Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX (Abbildung 2) kann seine Betriebsspannung aus den eigenen Batterien beziehen, aber auch von einer externen Quelle über die Kleinspannungsbuchse oder USB. Dabei darf auch bei eingelegten Batterien eine externe Versorgung angeschlossen werden, da die Anschlüsse durch Dioden entkoppelt sind. Zum Einlegen der Batterien muss das Gehäuse aufgeschoben werden. Anschließend ist die Platine auf Höhe der Ausgangsbuchsen zu erfassen und dann senkrecht aus der Gehäuseoberseite zu entnehmen. Dabei werden die Gabelfedern von den Anschlüssen der Ausgangsbuchsen gezogen. Die Polarität der einzulegenden Batterien muss mit dem Platinaufdruck

übereinstimmen. Wenn die Platine wieder in die Gehäuseoberseite eingesetzt wird, ist darauf zu achten, dass die Gabelfedern wieder über die Anschlussfahnen der Ausgangsbuchsen leicht andrücken. Für Messungen, die sich über mehrere Stunden oder Tage erstrecken, ist die Versorgung mittels der internen Batterien nicht zu empfehlen, da die Stromaufnahme des permanent eingeschalteten Empfängers die Batteriebensdauer stark einschränkt.

Der Ausgang kann einen Strom von etwa 5 mA liefern. Das Messgerät, das an den Ausgang angeschlossen wird, sollte daher einen Eingangswiderstand von mindestens 600 Ω haben.

Der Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX kann jetzt mit einem langen Tastendruck auf „Ein“ eingeschaltet werden.

Das Abschalten des Messwert-Empfängers nach Beenden der Messung erfolgt über die Taste „Aus“.

Hinweis: Sobald der Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX über USB angeschlossen wird, ist er automatisch eingeschaltet und kann nicht mit der Taste „Aus“ abgeschaltet werden.

Bei Batteriebetrieb schaltet sich der Funk-Messwert-Empfänger automatisch ab, wenn er eine Stunde lang keinen Messwert mehr empfangen hat.

Mit dem Schiebeschalter „Kanal“ ist die Anwahl des Kanals möglich, dessen gemessene Spannung am analogen Ausgang ausgegeben werden soll. Für die digitale Ausgabe der Werte über den USB hat die Schalterstellung keine Bedeutung, hier erfolgt stets die Ausgabe der empfangenen Daten aller vier zur Verfügung stehenden Kanäle.

Die LED bestätigt jedes empfangene Funksignal mit einem kurzen Aufleuchten. Bleibt das Funksignal für etwa 3 Sekunden aus, so beginnt die LED langsam zu blinken, damit auch ohne Funkverkehr erkennbar ist, ob der Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX eingeschaltet ist oder nicht.

Bei einer Messung im 30-V-Bereich wird die analoge Ausgangsspannung am FM3 RX im Verhältnis 1:10 ausgegeben.

12 V Mess-Spannung bedeutet also hier eine Anzeige von 1,2 V am Messgerät.

Abgleich FM3 RX

Um die Genauigkeit des analogen Ausgangs zu verbessern, ist ein Abgleich des FM3 RX möglich. Dazu benötigt man ein genaues Spannungsmessgerät, z. B. ein Multimeter. Dieses ist zunächst an den analogen Ausgang des FM3 RX anzuschließen und (falls dies nicht automatisch erfolgt) auf einen Messbereich einzustellen, der eine gute Auflösung im Bereich der Abgleichspannung von 3 Volt bietet.

Zum Abgleich drückt man die Taste „Abgleich“ so lange, bis die LED dauerhaft leuchtet. Der analoge Ausgang gibt nun eine Spannung von 3 Volt aus. Diese kann jetzt mit den Tasten „Abgleich (-)“ oder „Abgleich (+)“ fein eingestellt werden. Der Abgleich wird nach einer Minute ohne Tastendruck automatisch wieder verlassen. Alternativ kann der Abgleich sofort verlassen werden, indem man beide Abgleich-Tasten gleichzeitig kurz drückt.

Den eingestellten Korrekturwert berücksichtigt der Mikrocontroller nun beim Erzeugen der analogen Ausgangsspannung, er wird dauerhaft im internen EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert.

PC-Software FM3 LOG

Wie bereits erwähnt, steht für die gleichzeitige Messwert-Auswertung von bis zu vier Messkanälen die PC-Software „FM3 LOG“ zur Verfügung. Sie ermöglicht die Darstellung der Messwerte als Tabelle, Diagramm oder aktuelle Werteanzeige sowie die Speicherung der Messdaten in verschiedenen Formaten.

Die Installation der Software startet automatisch nach dem Einlegen der mitgelieferten CD in das PC-Laufwerk. Sollte die Autostart-Funktion des Betriebssystems deaktiviert sein, kann man die Installation auch manuell durch das Ausführen der Datei „fm3log_setup.exe“ starten. Während der weiteren Installation ist den Anweisungen am Bildschirm zu folgen.

Vor dem Starten des Programms

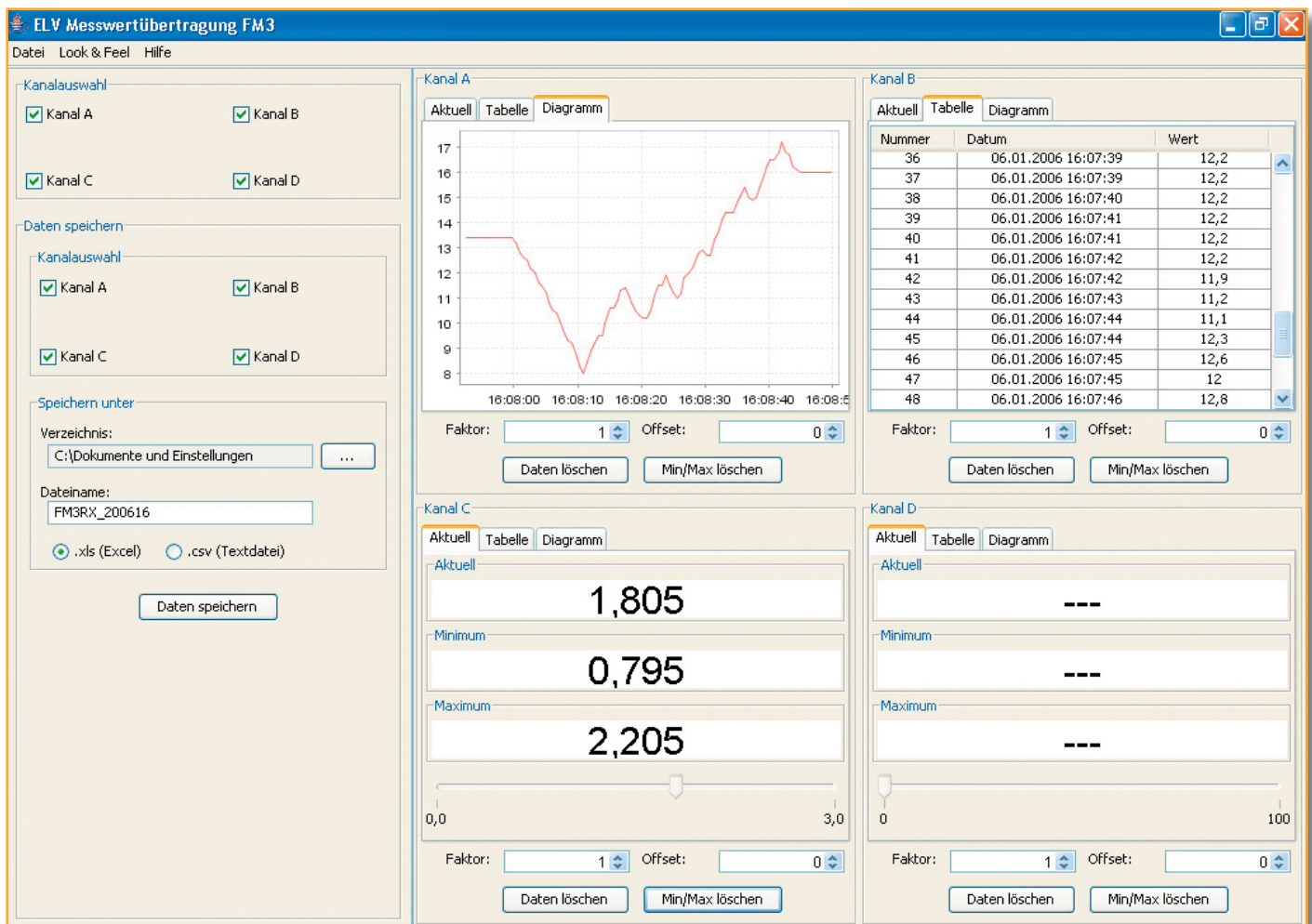


Bild 3: Hauptfenster der PC-Software FM3 LOG

FM3 LOG ist zunächst der Funk-Messwert-Empfänger FM3 RX über USB mit dem PC zu verbinden. Wenn der FM3 RX das erste Mal an den PC angeschlossen wird, fragt das Betriebssystem nach einem Treiber für das Gerät. Falls sich die mitgelieferte CD noch im Laufwerk befindet, kann Windows diese automatisch nach dem Treiber durchsuchen. Bei älteren Windows-Versionen kann es erforderlich sein, direkt auf den Treiber „ftd2xx.inf“ im Ordner „treiber“ auf der CD zu verweisen. Eine eventuelle Warnung bezüglich des Windows-Logo-Tests während der Installation kann ignoriert werden.

Wenn „FM3 LOG“ und der Geräte-Treiber installiert sind, kann „FM3 LOG“ gestartet werden.

Vom Hauptfenster aus sind alle Funktionen direkt zu erreichen, wie Abbildung 3 zeigt.

Die Bedienoberfläche ist weitestgehend selbsterklärend. Auf der linken Seite erfolgt die Auswahl der Kanäle, deren empfangene Daten rechts dargestellt bzw. die als Datei abgespeichert werden sollen.

Die Art der Darstellung ist mit den Reitern der Kanalfenster wählbar. Alle drei Arten sind in Abbildung 3 illustriert. Innerhalb der Diagrammdarstellung können Teile des Diagramms zur Ansicht vergrößert werden. Dazu ist mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck innerhalb eines Diagramms aufzuziehen, dessen Inhalt dann vergrößert wird. Weitere Einstellmöglichkeiten können mit einem Rechtsklick innerhalb des Diagramms aufgerufen werden.

Mit den Feldern Faktor und Offset können die Messwerte skaliert bzw. um einen festen Wert verschoben werden. Diese Einstellungen werden in allen Darstellungsarten berücksichtigt. Erfolgt die

Darstellung als aktueller Wert, gelangen zusätzlich Minimal- und Maximalwert der bisherigen Messung zur Anzeige. Dieser Min./Max.-Speicher ist jederzeit bei Bedarf ebenso löschtbar wie die Messwerte dieses Kanals an sich.

Zum Abspeichern einer Messreihe in einer Datei muss zunächst ein Sammeln der Messdaten mit „FM3 LOG“ erfolgen. Abgespeichert werden jeweils die Daten, die auch in der Tabelle eines Kanals dargestellt werden. Wahlweise kann das Abspeichern im MS-Excel-Format .xls oder im Tabellenformat .csv erfolgen. Somit können die Daten auch in anderen Programmen ausgewertet und ggf. visualisiert werden.

Daten, die man vor dem Beenden des Programms nicht gespeichert hat, gehen verloren, es erfolgt kein automatisches Abspeichern!

Sollten für einen Kanal noch keine Messwerte eingegangen sein oder der letzte eingegangene Messwert länger als 10 Minuten zurückliegen (was quasi eine Störung darstellt), so erscheinen in der Ansicht „Aktuell“ des betroffenen Kanals Striche, wie bei Kanal D in Abbildung 3 dargestellt.

Im nächsten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen die Schaltungen und den Nachbau vor.



Systemvoraussetzungen: FM3 LOG	
Betriebssystem:	Windows 98/2000/XP
Prozessor:	500 MHz (empfohlen 1 GHz)
Arbeitsspeicher:	128 MB (empfohlen 256 MB)
Freier Festplattenspeicher:	55 MB
USB-Anschluss:	1.1 oder 2.0



Bereits im „ELVjournal“ 3/2003 erklärte ein Artikel die Grundlagen des Kurzstreckenfunks Bluetooth. In den letzten drei Jahren hat sich die zugrunde liegende Technik weiterentwickelt und eine Vielzahl neuer Produkte steht bereit. Während 2002 noch etwa 30 Millionen Geräte mit Bluetooth abgesetzt wurden, kündigt die Vorhersage für 2006 schon über 500 Millionen Geräte an. Immer mehr Produkte mit dem vor über einem Jahr verabschiedeten Standard 2.0 zeigen sich auf dem Markt. Die Steigerung der Geschwindigkeit auf 3 MBit/s brutto schafft ausreichend Bandbreite, damit beim kabellosen Telefonieren und drahtlosen Surfen die Maus nicht ruckt.

Was ist Bluetooth?

Der Kurzstreckenfunk Bluetooth lässt elektronische Geräte mittels einer einheitlichen Schnittstelle Daten austauschen. Damit entfallen nicht standardisierte Lösungen. Probleme mit dem Datenaustausch von Geräten mit proprietären Schnittstellen und ebensolcher Software sind bekannt; solche Geräte funktionieren kaum weltweit und erfordern oft teure Spezialsoftware der Hersteller. Eine neue Generation von Geräten mit Bluetooth hat der babylonischen

Sprachverwirrung zumindest teilweise ein Ende gesetzt.

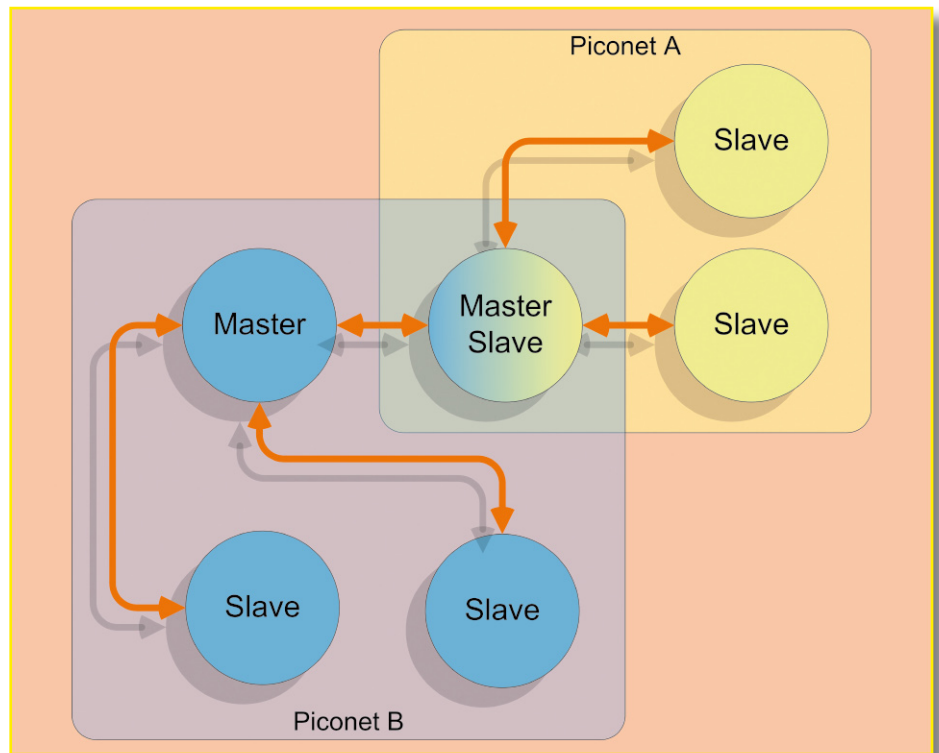
Bereits 1998 wurde der Standard Bluetooth von den Firmen Ericsson, Nokia, Toshiba, IBM und Intel ins Leben gerufen, und jede beteiligte Firma brachte ihr Know-how aus ihrem jeweiligen Bereich ein. Weitreichende Kenntnisse aus den Bereichen Funkübertragung, Mobile Computing und Chipfertigung wurden zusammengeführt. Mittlerweile sind über 3000 Firmen aus allen Bereichen der so genannten SIG (Special Interest Group) beigetreten.

Ziel der Bemühungen ist es, eine univer-

selle, kostengünstige und für Endbenutzer leicht zu bedienende Schnittstellentechnologie zu entwickeln, mit der sich kleine, drahtlose Netze in den Bereichen Home, Home Office und Small Office aufbauen lassen.

Die von den Bluetooth-Geräten angebotenen Daten- und Sprachdienste konfigurieren sich weitgehend automatisch. Mobile Endgeräte vernetzen sich in aller Regel ohne Probleme miteinander und tauschen ihren Daten aus. Die Teilnehmer melden sich im laufenden Betrieb an und ab, ähnlich dem Hot-Plug-Mechanismus von USB.

Bild 1:
Topologie vernetzter
Bluetooth-Geräte



Netzwerke

Die Hardware ist derzeit kaum größer als ein 50-Cent-Stück und funkt im weltweit nicht lizenzierten Industrial-, Scientific- und Medical-Band (ISM-Band: 2,4 GHz). Bis zu acht Geräte kommunizieren direkt in einem so genannten Piconetz miteinander, die einzelnen Teilnehmer können auch zeitgleich Mitglieder mehrerer Piconetze sein. Ein Gerät erklärt sich als Master in einem Piconetz, während die übrigen Slaves sind. Dabei darf ein Gerät auch Master eines Piconetzes und Slave eines anderen Piconetzes sein. Der Zusammenschluss mehrerer Piconetze wird Scatter-Net genannt. Die Abbildung 1 verdeutlicht dabei die Netzwerktopologie von Bluetooth.

Sicher ist sicher

Mehr als 281 Billionen verschiedene Geräteadressen (48 Bit) lässt der Adressraum von Bluetooth zu. Dadurch hat jedes Gerät eine einmalige Adresse, welche ebenso zur Sicherheit beiträgt wie ein 128 Bit langer Schlüssel zur Authentifizierung. Zusätzlich kann der Datenstrom selbst noch verschlüsselt werden. Auch begrenzt ein adaptives

Bit A	Bit B	Phasenlage ϕ
0	0	$1/4 \pi$
0	1	$3/4 \pi$
1	0	$-3/4 \pi$
1	1	$-1/4 \pi$

Regeln der Sendeleistung die Reichweite – doch Vorsicht, mit einem herkömmlichen Bluetooth-USB-Adapter und Richtfunkantenne wurden schon Distanzen von über einem Kilometer überwunden.

Die Spezifikation des Funkstandards ist offen gelegt. Auf der offiziellen Internetseite www.bluetooth.org kann jeder sich das aktuell 1230 Seiten umfassende Dokument herunterladen. Auch für Programmierer ist dieses Dokument interessant, weil jeder Aspekt detailliert beschrieben wird.

Turbofunker

Der neue Standard 2.0, genauer 2.0+EDR (Enhanced Data Rate), bringt eine Verdreifachung der Datenrate bei unverändertem Protokoll auf Anwendungsebene. Bestehende Programme müssen also nicht einmal neu geschrieben werden, um von der höheren Geschwindigkeit zu profitieren. Viele kleine Details verbessern die Funktechnik weiter. Die Übertragungsgeschwindigkeit wird abhängig von der Fehlerrate gewählt, die neuen 2.0-Chips arbeiten anstandslos (allerdings nur mit herkömmlicher Geschwindigkeit) mit den bisherigen Modulen zusammen.

Statt wie bisher 723,2 KBit/s sind jetzt auch Datenraten von 1446,4 und 2169,6 KBit/s netto erlaubt. Eine einzelne Anwendung schöpft normalerweise selbst die bisherige maximale Rate von 723,2 KBit/s nicht aus. Da jedoch vermehrt die verschiedensten Anwendungen gleichzeitig benutzt werden, steigt der Gesamtbedarf an Bandbreite. Braucht man einmal

mehr Bandbreite als 1 MBit/s, war man bisher bei einem Windows-Rechner dazu gezwungen, mehrere Bluetooth-Adapter mit verschiedenen Treiber-Stacks einzusetzen, da die bisherigen Treiber immer nur einen Adapter gleichzeitig unterstützen. Allerdings verkompliziert dieser Lösungsansatz die Geräteverwaltung enorm. Benutzer des Betriebssystems Linux sind besser dran, da der BlueZ-Stack von sich aus bereits mehrere Adapter gleichzeitig bedient.

Vernetzt man zwei Bluetooth-Geräte nach dem Standard 2.0+EDR in einem PAN (Personal Area Network) erreicht man auch statt der sonst üblichen 90 KByte/s einen Durchsatz von 270 KByte/s – theoretisch jedenfalls. Praktisch kann dieser Wert nicht erreicht werden, da die Fehlerkorrektur auch noch einen kleinen Teil der Bandbreite verbraucht.

Aus eins mach drei

Bemerkenswert ist das Verfahren, wel-

Bit A	Bit B	Bit C	Phasenlage ϕ
0	0	0	0
0	0	1	$1/4 \pi$
0	1	0	$1/2 \pi$
0	1	1	$3/4 \pi$
1	0	0	π
1	0	1	$-3/4 \pi$
1	1	0	$-1/2 \pi$
1	1	1	$-1/4 \pi$

Tabelle 3

Ab Version	Übertragungsgeschwindigkeit	Brutto-Datenrate	Netto-Datenrate	Modulation
1.0	Basic Rate	1 MBit/s	723,2 KBit/s	GFSK
2.0	Enhanced Data Rate	2 MBit/s	1446,2 KBit/s	$\pi/4$ DQPSK
2.0	Enhanced Data Rate	3 MBit/s	2169,6 KBit/s	8DPSK

ches die höheren Geschwindigkeiten in der Betriebsart EDR generiert. Jeder Bluetooth-Chip – ob mit Version 1 oder 2 – sendet mit einer Million Symbolen pro Sekunde. Bis zur Version 1.2 wurde ausschließlich das GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) zur Codierung der Information in den Funkwellen eingesetzt. In jedem Symbol wird genau ein Bit codiert. Die doppelte oder dreifache Bandbreite wird nicht über eine Steigerung der Symbolrate, also der Tastvorgänge pro Sekunde, erreicht, sondern es werden statt einem gleich zwei oder drei Bits in ein Symbol gepackt. Da die Anmeldeprozedur und die organisatorischen Informationen weiterhin nur in dem GFSK-Verfahren übertragen werden, bleiben die neuen Datenraten zur vorherigen Version kompatibel. Nur wenn beide Gegenstellen erklären, dass sie EDR-kompatibel sind, schalten die Controller in einen

Betriebsmodus mit höherer Bandbreite um. Im EDR-Modus wird $\pi/4$ DQPSK ($\pi/4$ Differential Quaternary Phase-Shift Keying) für Übertragungen mit 2 MBit/s und 8DPSK (8 Differential Phase-Shift Keying) für eine Übertragung mit 3 MBit/s eingesetzt. Die Tabelle 1 zeigt, wie zwei Bits in vier verschiedenen Phasenlagen codiert werden, während die Tabelle 2 darstellt, wie drei Bits die acht verschiedenen Phasenlagen des Signals codieren. Da eine Phasendifferenz von 45 Grad selbst bei kleinen Störungen zu Decodierfehlern führt, ist die Betriebsart 2 MBit/s robuster gegenüber Störungen als der Modus bei 3 MBit/s. Der Funk-Controller schaltet ab einem gewissen Störpegel automatisch auf die langsamere Betriebsart um.

Ein Überblick über die verschiedenen Datenraten und deren Modulation zeigt Tabelle 3.

Schnelle Aussichten

Das Ende der Fahnenstange ist damit noch lange nicht erreicht. In zwei Jahren soll Bluetooth auf das Ultrawideband (UWB) als Übertragungsstandard wechseln. Die erste Spezifikation soll 2007 fertig gestellt sein, erste Prototypen erwartet man für das dritte Quartal 2007. Diese Variante steigert die Geschwindigkeit von 3 auf 480 MBit/s. Damit werden drahtlose Festplatten als zentrale Datenspeicher interessant.

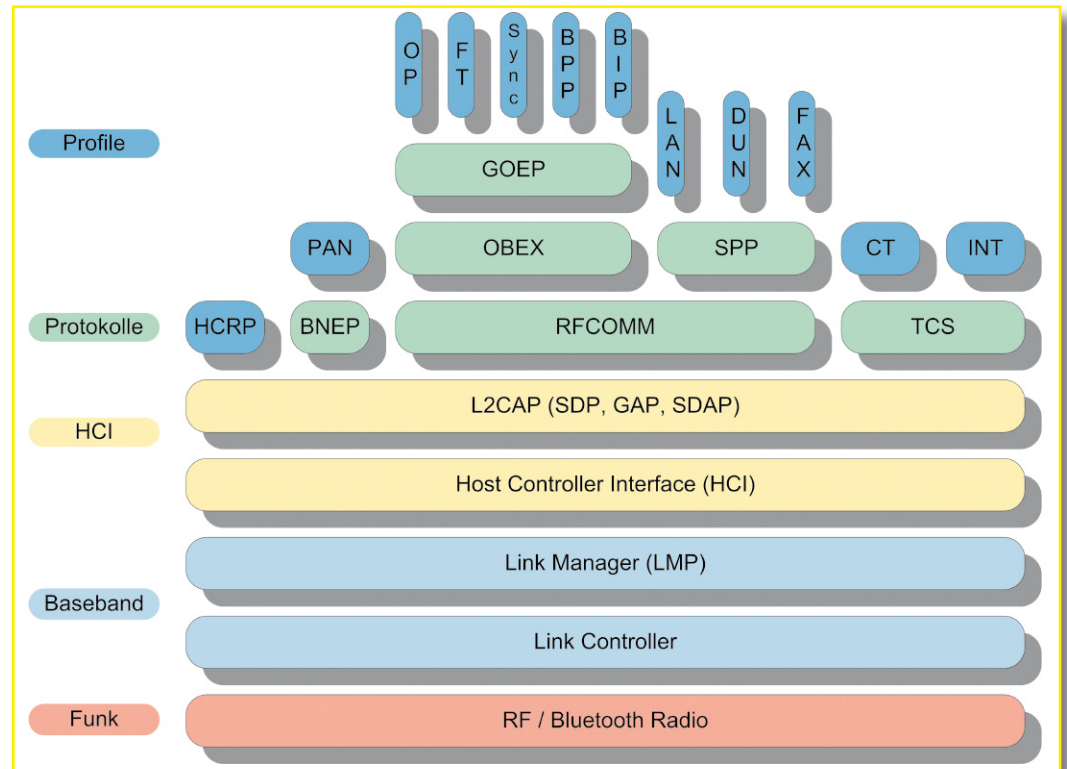
Was kannst du?

Ein Profil ist in der Sprache von Bluetooth so etwas wie eine Fähigkeit zum Lösen einer bestimmten Aufgabe. Damit zwei Geräte miteinander kommunizieren, müssen sie die Geräteart (z. B. Drucker, Kopfhö-

Tabelle 4

Abkürzung	Bedeutung	Beschreibung
A2DP	Advanced Audio Distribution Profile	Audioübertragung
AVRCP	Audio Video Remote Control Profile	Audio/Video fernbedienen
BIP	Basic Imaging Profile	Bildübertragung
BPP	Basic Printing Profile	Drucken
CIP	Common ISDN Access Profile	ISDN-Verbindungen über CAPI
CTP	Cordless Telephony Profile	Schnurlose Telefonie
DUN	Dial-up Networking Profile	Wahlverbindung zum Internet
ESDP	Extended Service Discovery Profile	Erweiterte Diensterkennung
FAXP	FAX Profile	Faxen
FTP	File Transfer Profile	Dateiübertragung
GAP	Generic Access Profile	Zugriffssteuerung
GAVDP	Generic AV Distribution Profile	Audio-/Videodaten übertragen
GOEP	Generic Object Exchange Profile	Objektaustausch
HCRP	Hardcopy Cable Replacement Profile	Drucken als Kabelersatz
HFP	Hands Free Profile	Schnurlose Telefonie
HID	Human Interface Device Profile	Eingabegeräte, z. B. Maus, Tastatur
HSP	Headset Profile	Audioausgabe per Headset
INTP	Intercom Profile	Sprechfunk
LAP	LAN Access Profile	PPP-Netzwerkverbindung (nur <V1.2)
OPP	Object Push Profile	Austausch von Objekten
PAN	Personal Area Networking Profile	Netzwerkverbindungen
SAP	SIM Access Profile	SIM-Karten-Zugriff
SDAP	Service Discovery Application Profile	Profile auf Geräten suchen
SPP	Serial Port Profile	Serielle Datenübertragung
Sync	Synchronisation Profile	Abgleich von Daten

Bild 2: Anwendungsprofile und der Weg zur Hardware



rer, ...) und das Übertragungsprotokoll kennen; dies wird zusammenfassend als Profil bezeichnet. Auch die Rollen innerhalb eines Profils müssen zusammenpassen. Ein Mobiltelefon mit dem Profil BPP (Basic Printing Profil) kann mit der eingebauten Kamera aufgenommene Fotos versenden, während ein Drucker mit diesem Profil solche Fotos empfängt und ausdruckt. Ein Kopfhörer wird nicht mit einem Drucker kommunizieren können, ebenso wenig wie eine Maus mit einem ISDN-Adapter.

Meldet sich ein Bluetooth-Gerät bei einem anderen an, tauschen beide Geräte Informationen darüber aus, welche Profile sie beherrschen. In der Tabelle 4 sind einige Profile aufgelistet. Die Firmware eines Bluetooth-Gerätes legt fest, welche Profile es beherrscht. Bei einem Bluetooth-Adapter an einem PC hingegen sorgt dessen Treiber für die Profilvielfalt. In der Bluetooth-Sprache wird der Treiber für den PC auch Bluetooth-Stack genannt.

Architektur

Damit die Nutzdaten reibungslos verarbeitet und gefunkt werden können, durchlaufen die Bits eine Reihe von Protokollschichten wie Abbildung 2 zeigt. Die unterste Schicht stellt dabei den analogen Sender dar. In einem Bereich von 2,402 bis 2,480 GHz wird in einem Frequenzsprungverfahren gesendet (Frequency Hopping). Die Sendefrequenz wird dabei 1600-mal pro Sekunde gewechselt. Das Frequenzband ist aufgeteilt in 79 Frequenzstufen. Der Bluetooth-Sender wählt automatisch die am geringsten gestörten Frequenzstufen

aus. Die an der Kommunikation beteiligten Geräte bestimmen vorher die Sprungreihenfolge. In jedem Sprung wird ein Datenpaket mit 1 MBit/s übertragen (EDR auch 2 oder 3 MBit/s). Darüber angesiedelt ist das Basisband-Protokoll (LMP), welches die Struktur der Pakete festlegt und sich um das Timing kümmert. Eine eigene Rechen-einheit verwaltet dabei die Verbindungen, beseitigt Konflikte zwischen den Slaves und regelt das Energiemanagement.

Das Host Controller Interface (HCI) stellt die Schnittstelle zwischen der Hardware und dem steuernden Host-System dar. Über das Logical Link Control Adaption Protocol (L2CAP) werden den übergeordneten Schichten verbindungslose und verbindungsorientierte Dienste bereitgestellt.

Eine Emulation einer V.24-Schnittstelle über die Funkstrecke ermöglicht RFCOMM. Dieses wird z. B. vom LAN Access Profile genutzt, um IP-Pakete über RFCOMM zu übertragen. Um den Overhead zu verringern, gibt es auch das Bluetooth Network Encapsulation Protocol (BNEP), welches über das Profil Personal Area Network (PAN) mehr Daten schaufeln kann.

Einfacher Austausch von Visitenkarten wird über das Profil Object Push (OP) abgewickelt, welches wiederum auf Object Exchange (OBEX) aufbaut. Für die Auflistung der verfügbaren Profile eines Bluetooth-Moduls gibt es ein eigenes Profil, das Service Discovery Profile (SDP).

Bluetooth für ELV-Geräte

Für eigene Anwendungen mit Bluetooth ist das Profil SPP (Serial Port Profile) von

Interesse. Dieses Profil macht eine serielle Verbindung drahtlos. Fast alle Bluetooth-Erweiterungen für den PC unterstützen dieses Profil; oft bringen die Sticks gleich mehrere virtuelle COM-Ports mit. Die Gegenstelle nimmt serielle Signale mit TTL-Pegel entgegen und setzt diese auf Bluetooth um. Steuersignale werden meist nicht ausgewertet, auch entstehen natürlich viel größere Latenzzeiten, als wenn eine direkte Kabelverbindung besteht. Idealerweise lässt sich der Seriell-Bluetooth-Umsetzer auch gleich direkt drahtlos konfigurieren. Der Vorteil: Auf dem PC wird eine ganz normale serielle Schnittstelle simuliert, damit laufen bestehende Programme ohne spezielle Anpassung.

Allerdings bietet der Bluetooth-Treiber oft serielle Schnittstellen größer als COM9, also z. B. COM18 oder ähnlich, an. Leider trifft man immer wieder auf schlampig programmierte Software, welche nur zu den COM-Schnittstellen 1 bis 9 verbinden kann.

Die drahtlose Verbindung zwischen dem Seriell-Bluetooth-Umsetzer und dem PC ist dabei sogar verschlüsselt und erfordert eine PIN zur Authentifizierung. Im weiteren Verlauf der Artikelserie über Bluetooth stellen wir einen solchen Adapter zum Selbstbau vor.

Dieser Umbau ist insbesondere lohnenswert für Geräte, welche nicht unmittelbar in der Nähe zu einem PC betrieben werden, wie z. B. dem ELV-Akku-Ladegerät ALC 8500 Expert und ähnlichen.

Praktische Umbauanleitungen für einige Geräte von ELV und Tipps zur Programmierung runden die Artikelserie ab. **ELV**

FS20-Funk-Näherungsschalter



Auch mit nassen oder schmutzigen Händen Maschinen oder Lampen schalten!

Der Funk-Näherungsschalter FS20 SN reagiert auf Kapazitätsänderungen an seiner Sensorfläche mit dem Aussenden eines FS20-Funkbefehls. So lassen sich z. B. durch Annähern einer menschlichen Hand verschiedene FS20-Empfänger über zwei getrennt konfigurierbare Kanäle ansteuern. Mit Batteriebetrieb und einem kompakten Gehäuse mit der Schutzart IP 65 ist der FS20 SN vor Staub und Wasser geschützt, nahezu überall einsetzbar und kaum größer als ein herkömmlicher Lichtschalter.

„Kontaktlos“ schalten

Beim Bedienen von elektrischen Geräten sind mechanische Schalter und Taster wohl am weitesten verbreitet. Der einfache Aufbau und die überschaubare Funktionalität von einfachen Schaltern und Tastern bringt

jedoch auch Nachteile mit sich: Unter ungünstigen Einsatzbedingungen können Probleme durch Verschleiß und Verschmutzung entstehen. Und das Umsetzen von Wasserdichtigkeit und Vandalismussicherheit treibt schnell den Preis in die Höhe.

Anders ist es bei Benutzerschnittstellen, die auf kapazitiven Änderungen basieren.

Dabei werden elektrische Felder aufgebaut, die sich über die mechanischen Grenzen des Gehäuses hinweg bis in dessen Umgebung ausdehnen. Da sich die dielektrischen Eigenschaften eines menschlichen Körpers von denen der Umgebungsluft unterscheiden, ändert sich bei Annäherung, z. B. einer menschlichen Hand oder eines Fingers, die Kapazität der Sensorfläche.

Solche Kapazitätsänderungen werden dann als Benutzereingabe ausgewertet.

Nach diesem Prinzip arbeitet auch das in diesem Journal vorgestellte Touch Wheel TW 128 von ELV. Der Funk-Näherungsschalter FS20 SN hat aber im Gegensatz zum TW 128 nur eine Sensorfläche, die von einem speziellen Sensor-IC überwacht wird. Einige ICs für kapazitive Näherungssensoren wurden bereits im „ELVjournal“

Technische Daten:

Stromversorgung:	Batterien, 2 x LR03/Micro
Ruhe-Stromaufnahme:	ca. 3 µA
Funktionskontrolle:	interner Buzzer und LED
Sendefrequenz:	868,35 MHz
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Abmessungen Gehäuse:	64 x 58 x 35 mm

Adresse Kanal 1:	11 11
Adresse Kanal 2:	11 12
Sendebefehl Kanal 1 und 2:	34 (Ein für Einschaltdauer)
Einschaltdauer Kanal 1 und 2:	44 21 (1 Minute)
Hauscode:	Zufallszahl
Kanal aktiv:	nur Kanal 1
Buzzer:	mittlerer Ton

Alle Einstellungen werden über die vier Taster TA 1 bis TA 4 vorgenommen. Als Rückmeldung leuchtet bzw. blinkt die Programmier-LED D 1 bei den jeweiligen Programmier-Schritten. Die einzelnen Menüpunkte erreicht man aus dem Ruhezustand durch Drücken der entsprechenden Tasten gemäß Tabelle 2.

Der FS20 SN kann Schaltbefehle auf zwei verschiedenen Kanälen des FS20-Systems aussenden und so an verschiedenen Empfängern unterschiedliches Schaltverhalten auslösen.

Sendebefehl festlegen

Der Sendebefehl beinhaltet die Anweisung für ein bestimmtes Verhalten des Empfängers, etwa, ob eine Lampe, statt beim Einschalten auf volle Helligkeit geschaltet, nur auf stromsparende 75 % gedimmt werden soll.

Der Aufruf für die einzelnen Kanäle erfolgt gemäß Tabelle 2, anschließend blinkt die Programmier-LED. Danach sucht man einen Sendebefehl aus Tabelle 3 aus und gibt die beiden Ziffern nacheinander mit den zugehörigen Tasten ein. Als Quittierung für eine ordnungsgemäße Eingabe verlischt die LED.

Einschaltdauer festlegen

Die Einschaltdauer wird für die Sendebefehle 33 bis 43 benötigt. Wiederum ist die Programmierung für den entsprechenden

[1] vorgestellt. Das hier verwendete IC von Edisen haben wir auch schon im berührunglosen Taster BLT 1 [2] eingesetzt.

Nun werden mit dem Funk-Näherungsschalter FS20 SN die Vorzüge eines kapazitiven Näherungssensors mit denen der leitungsunabhängigen Funkübertragung vereint, so dass sich die Schaltung in ein geschlossenes Gehäuse ohne Kabeldurchführungen einbauen lässt. Die Schutzart IP 65 erlaubt den Betrieb des FS20 SN an nahezu allen erdenklichen Orten, auch dort wo keine Leitungen verlegt sind oder mit Schmutz, Wasser und Witterungseinflüssen zu rechnen ist. So ist z. B. der Einsatz in Bad und Dusche denkbar: Ältere oder behinderte Menschen, die unter Umständen auf Hilfe angewiesen sind, können zusammen mit dem FS20-Signalgeber FS20 SIG auf sich aufmerksam machen. Auch bei handwerklichen Tätigkeiten kann der Funk-Näherungsschalter FS20 SN nützlich sein. Wenn etwa mit Farben und Lacken gearbeitet wird oder die Hände verschmiert sind und es darum geht, z. B. eine Pumpe für Reinigungsmittel zu starten, kann der FS20 SN seine Vorteile ausspielen. Dies gilt besonders dann, wenn der Einsatzort, wie z. B. die Lackierkabine, staubfrei gehalten werden soll und regelmäßig mit einem Wasserschlauch gereinigt wird. Selbst Fußschalter können da nicht mithalten, da sie spätestens beim Ausfeigen im Weg liegen.

Bedienung

Nach dem Einlegen der Batterien ist der Funk-Näherungsschalter FS20 SN sofort betriebsbereit. Vor dem Einbau in das Gehäuse sind entsprechend den folgenden Ausführungen noch Einstellungen vorzunehmen, um den Schalter den gegebenen Anforderungen anzupassen.

Funktionskontrolle

Beim Annähern an die Sensorfläche gibt der FS20 SN zur Kontrolle für jeden aktivierten Kanal ein Signal über die Signal-LED und den Signalgeber (Buzzer) aus. Falls zusätzlich drei weitere kurze Signale ausgegeben werden, bedeutet das, dass

die Batteriekapazität erschöpft ist und die Batterien gewechselt werden müssen. Die Einstellungen des FS20 SN bleiben beim Batteriewechsel erhalten.

Einstellungen

Einstellbar sind zum einen die FS20-Adressen und -Befehle, die das Verhalten der angesprochenen FS20-Empfänger bestimmen, zum anderen aber auch die akustische Signalisierung am Gerät selbst, die der Funktionskontrolle dient. Im Auslieferungszustand sind die Einstellungen so gesetzt, wie in Tabelle 1 aufgeführt.

Das FS20-Adress-System wollen wir hier nicht näher beschreiben, dies würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Eine genaue Beschreibung findet sich in der Bedienungsanleitung des FS20 SN.

TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	Funktion
kurz				Ausschalten Kanal 1
	kurz			programmierten Befehl senden Kanal 1
		kurz		Ausschalten Kanal 2
			kurz	programmierten Befehl senden Kanal 2
1 s	1 s			Timeset Kanal 1
		1 s	1 s	Timeset Kanal 2
5 s	5 s			Adresse Kanal 1
5 s				Sendebefehl Kanal 1
	5 s			Einschaltdauer Kanal 1
		5 s	5 s	Adresse Kanal 2
		5 s		Sendebefehl Kanal 2
			5 s	Einschaltdauer Kanal 2
5 s		5 s		Hauscode einstellen
	5 s		5 s	Werkseinstellungen
	5 s	5 s		Kanäle aktivieren/deaktivieren
5 s			5 s	Buzzer einstellen

**Tabelle 3:
Programmierbare Sendebefehle**

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

Kanal gemäß Tabelle 2 aufzurufen, die LED blinkt. Nun ist die Einschaltdauer gemäß Tabelle 4 über die vier Tasten einzugeben. Die ersten beiden Ziffern geben dabei den Zahlenwert und die folgenden beiden Ziffern den Multiplikator mit der entsprechenden Zeiteinheit an.

Beispiel (Werkseinstellung):
Einschaltdauer 1 Minute
Eingabe 44 21 = 15 * 4 s = 60 s

**Tabelle 4:
Einschaltdauer**

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

Nach ordnungsgemäßer Eingabe der vier Ziffern verlischt die LED.

Adressen und Hauscode einstellen

Bei der Adressierung ist zu beachten, dass der Hauscode als einzige Einstellung für beide Kanäle gilt, während die Adressierung auch hier für beide Kanäle getrennt erfolgt. Näheres zur Adressierung und ihrer Systematik ist in der mit dem FS20 SN gelieferten Bedienungsanleitung ausgeführt.

**Tabelle 5:
Kanäle aktivieren/deaktivieren**

Ziffer	Kanal 1	Kanal 2
1	deaktiviert	deaktiviert
2	aktiviert	deaktiviert
3	deaktiviert	aktiviert
4	aktiviert	aktiviert

**Tabelle 6:
Buzzer-Einstellungen**

Ziffer	Buzzer-Einstellung
1	Ein, hoher Ton
2	Ein, mittlerer Ton
3	Ein, tiefer Ton
4	Aus

Die entsprechende Codierungsfunktion wird entsprechend Tabelle 2 aufgerufen, und wenn die Programmier-LED blinkt, sind die gewünschten Ziffern mit den entsprechenden Tasten nacheinander einzugeben. Nach Eingabe der letzten Ziffer verlischt die LED.

Timeset

Wenn der interne Timer eines Empfängers benutzt werden soll, kann man diesen über die Timeset-Funktion einstellen. Dazu muss das Tastenpaar des Kanals, der dem zu programmierenden Empfänger zugeordnet ist, für mindestens 1 Sekunde (kürzer als 5 Sekunden) gleichzeitig gedrückt werden. Für die eigentliche Programmierung der Timer gelten die Hinweise in den jeweils zugehörigen Bedienungsanleitungen der Empfänger.

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

Kanäle aktivieren/deaktivieren

Das Deaktivieren eines unbenutzten FS20-Kanals erhöht die Batterielebensdauer, da sich die Sendezeit entsprechend verkürzt.

Zum Einstellen dieser Option sind TA 2 und TA 3 gleichzeitig für 5 Sekunden gedrückt zu halten, bis wieder die Programmier-LED blinkt. Danach ist über die Taster die gewünschte Kanalauswahl entspre-

chend Tabelle 5 zu treffen. Anschließend verlicht die LED.

Buzzer einstellen

Der interne Signalgeber (Buzzer) kann abgeschaltet oder in 3 verschiedenen Tonlagen aktiviert werden (siehe Tabelle 6). Dazu sind TA 1 und TA 4 gleichzeitig für 5 Sekunden gedrückt zu halten, bis die Programmier-LED blinkt. Danach wählt man entsprechend Tabelle 6 die gewünschte Betriebsart aus und gibt die Ziffer mit der entsprechenden Taste ein. Anschließend verlicht die LED. Bei der Einstellung ist zu beachten, dass sich die Lautstärke des Signalgebers verringert, wenn die Schaltung in ein geschlossenes Gehäuse eingesetzt wird.

Werkseinstellungen

Im Auslieferungszustand sind ein zufälliger Hauscode und Einstellungen gemäß Tabelle 1 programmiert. Zu dieser Einstellung kann nach eigenen Einstellungen jederzeit zurückgekehrt werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass nun ein neuer, zufälliger Hauscode eingestellt ist, somit also entweder der vorher eingestellte Hauscode erneut zu programmieren ist oder aber die beteiligten Empfänger neu anzulernen sind.

Zur Wiederherstellung der Werkseinstellung ist wie folgt vorzugehen:

Die Tasten TA 2 und TA 4 werden gleichzeitig für 5 Sekunden gedrückt gehalten, bis die Programmier-LED blinkt. Das Drücken einer beliebigen Taste führt zur Übernahme der Werkseinstellung.

Schaltung

Sensor-IC

Die Schaltung (siehe Abbildung 1) basiert, wie bereits erwähnt, auf der Funktionalität des Sensor-ICs IC 2 von Edisen. Die Sensorfläche ist über einen Tiefpass, der aus dem Widerstand R 6 und dem Kondensator C 11 besteht, mit dem Eingang des Sensor-ICs verbunden. Die statische Kapazität der Sensorfläche wird mittels Widerstand R 8 kompensiert. Der Ladungsanteil, der während einer Kapazitätsmessung in der statischen Kapazität der Sensorfläche gespeichert ist, wird während der Messung über den Widerstand R 8 entladen und geht daher nicht in die Messung der Kapazitätsänderung ein. Der Speicherkondensator C 7 bestimmt die Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Sensorfläche. Die Abtastfrequenz der Sensorfläche beträgt mit dem Kondensator C 8 etwa 1 kHz. Der Kondensator C 9 am Anschluss „TYPE“ des Sensor-ICs bestimmt die Haltezeit des Ausgangssignals. Da es sich um einen P-MOS-Open-Drain-Ausgang handelt, ist R 7 als Pull-down-Widerstand eingebaut.

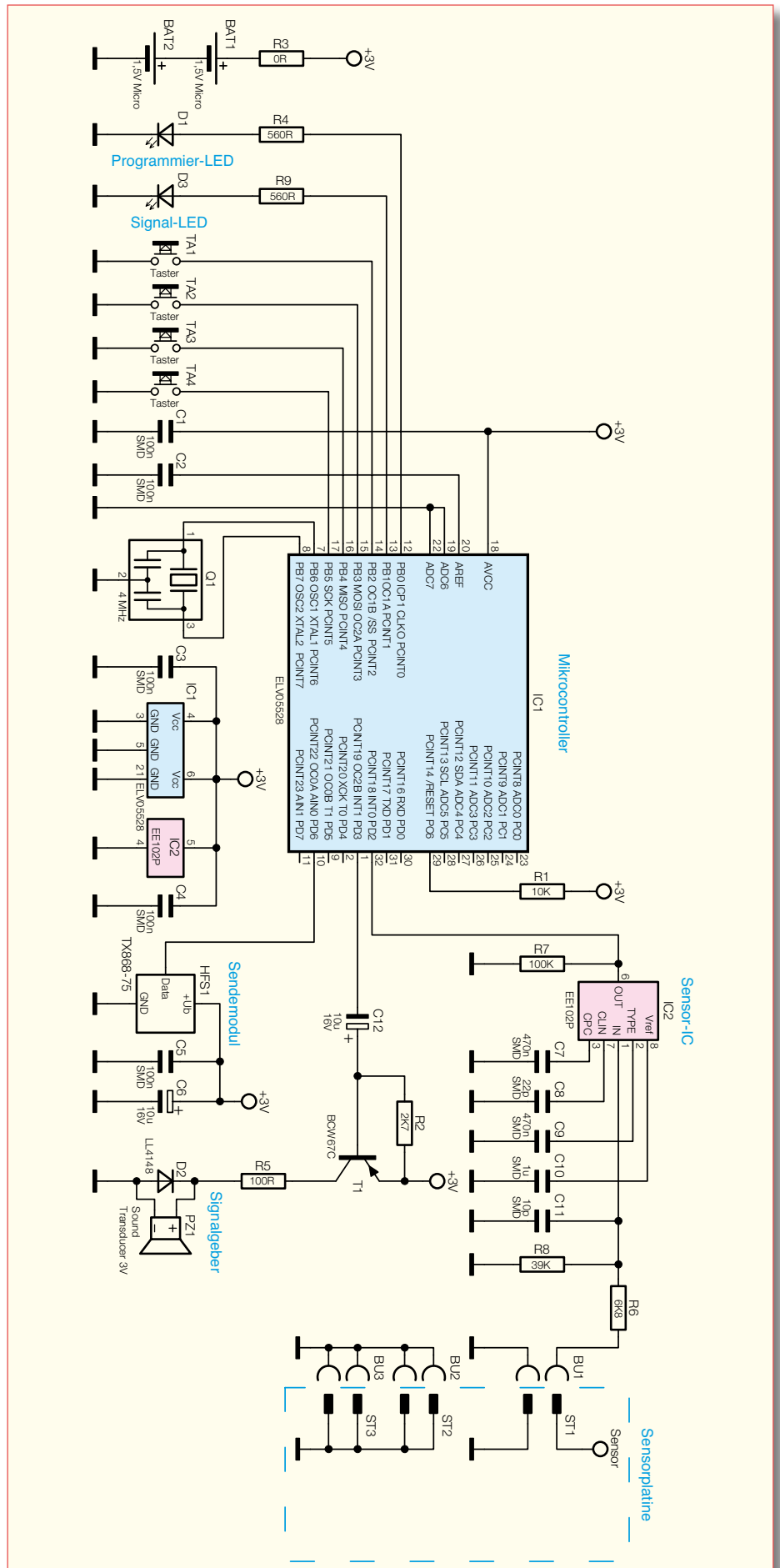
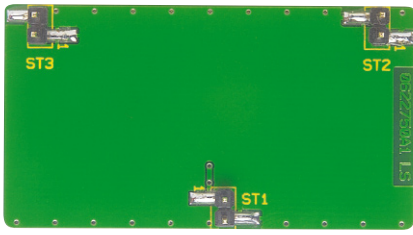


Bild 1: Schaltbild des Funk-Näherungsschalters FS20 SN



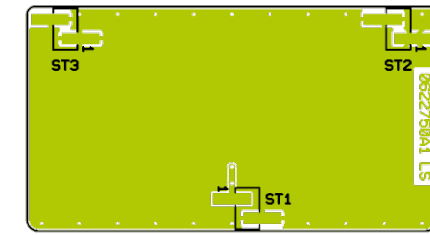
Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine des Funk-Näherungsschalters mit zugehörigem Bestückungsplan

Der Kondensator C 10 ist als Stützkondensator am Ausgang des internen Spannungsreglers von IC 2 angeschlossen.

Mikrocontroller

Ein ATmega48V von Atmel (IC 1) organisiert die Weitergabe der Sensor-Signale über Funk und die Bestätigung mittels LED und Signalgeber. Der Mikrocontroller hält die Einstellungen, die über die Taster TA 1 bis TA 4 programmierbar sind, im internen EEPROM vor.

Im Ruhezustand befindet sich der Mikrocontroller im Power-down-Mode. Die Taster schließen beim Drücken die Spannung an den internen Pull-up-Widerständen des Mikrocontrollers nach Masse kurz und wecken den Mikrocontroller damit auf. Im Normalbetrieb wird der Mikrocontroller durch das Ausgangssignal des Sensor-ICs



geweckt. Wenn sich der Mikrocontroller nicht mehr im Power-down-Mode befindet, ist sein Oszillator aktiv, dessen Frequenz durch den Keramikresonator Q 1 auf 4 MHz festgelegt ist.

Zum Senden der FS20-Signale ist der Eingang des Sendemoduls HFS 1 direkt mit dem Mikrocontroller verbunden. Die LEDs D 1 und D 3 sind mit den Vorwiderständen R 4 und R 9 am Mikrocontroller angeschlossen. Die Beschaltung des Signalgebers PZ 1 beinhaltet einen Vorwiderstand R 5 und den Treibertransistor T 1. Außerdem wird die Freilaufdiode D 2 benötigt, weil der Signalgeber eine induktive Last darstellt. Der Transistor T 1 kann einen ausreichend hohen Strom für den Signalgeber liefern. Seine Basis wird im Ruhezustand über R 2 auf dem Potential des Emitters gehalten, so dass der Transistor T 1 sperrt. Angesteuert

wird der Transistor über den Elko C 12, der die Basis gleichspannungsmäßig vom Mikrocontroller entkoppelt und ein sicheres Durchschalten des Transistors bei Anlegen eines Rechteck-Signals garantiert.

Der Widerstand R 1 sorgt dafür, dass im normalen Betrieb kein ungewollter Reset ausgelöst wird. Beim Einlegen der Batterien wird ein sicherer Reset durch die interne Power-on-Reset-Schaltung des Mikrocontrollers erzeugt.

Der Mikrocontroller verfügt über einen internen Analog-Digital-Wandler, der in dieser Schaltung nur zum Überwachen der Batteriespannung verwendet wird. Die Referenzspannung des ADCs wird dabei vom Kondensator C 2 stabilisiert.

Stromversorgung

Die Schaltung wird mit 2 Batterien LR03/AAA Micro versorgt. Die Versorgungsspannung von + 3 V wird mit dem Elko C 6 und den Kondensatoren C 1, C 3, C 4 und C 5 gefiltert.

Nachbau

Der Funk-Näherungsschalter FS20 SN besteht aus der Basisplatine, einem Sendemodul und der Sensorplatine.

Da alle SMD-Bauteile bereits bestückt sind, bleiben nur wenige Bauteile, die verlötet werden müssen, was den Nachbau einfach gestaltet. Als Hilfe bei der Bestückung dienen die Bestückungspläne, die Stückliste, die Platinenfotos und die Schnittzeichnung.

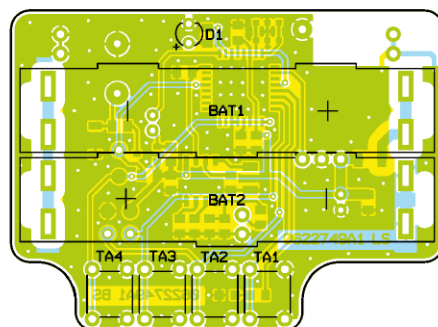
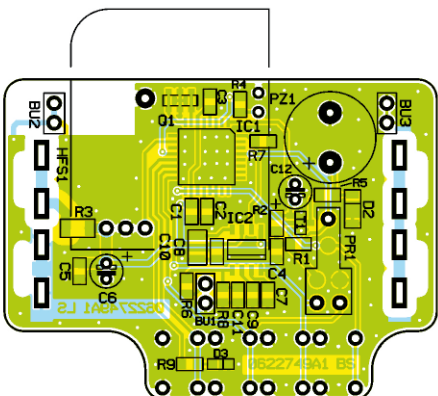
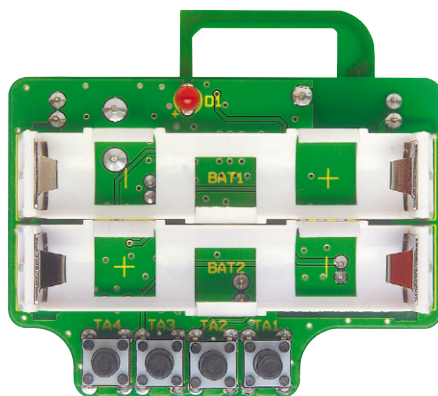
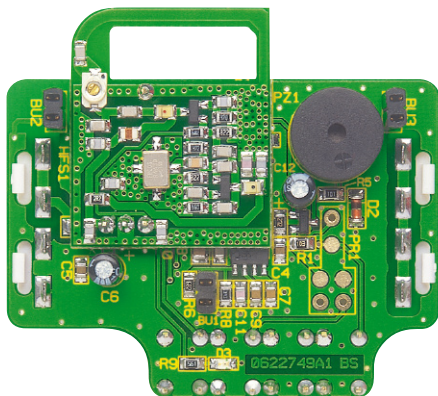
Sensorplatine

Hier sind nur die bereits für die SMD-Bestückung vorgebogenen Stiftleisten ST 1, ST 2 und ST 3 zu bestücken. Die Stiftleisten müssen sorgfältig positioniert werden, damit die Stifte später genau in die zugehörigen Buchsenleisten auf der Basisplatine passen. Für die mechanische Stabilität sorgt reichliche Lötzinn-Zugabe, ohne jedoch Kurzschlüsse hervorzurufen.

Basisplatine

Die SMD-Bauteile auf der Basisplatine sind bereits bestückt. Dennoch sollten sie zunächst auf Bestückungsfehler und fehlerhafte Lötstellen geprüft werden.

Zuerst erfolgt die Bestückung des Sendemoduls. Dessen drei Stifte werden von der Bestückungsseite her in die Basisplatine gesteckt, bis sich das Sendemodul etwa 3 mm über der Basisplatine befindet. Die Lage des Sendemoduls sollte möglichst parallel zur Basisplatine sein. In dieser Stellung werden nun die drei Stifte des Sendemoduls auf der Lötseite verlötet. Die überstehenden Enden der Stifte schneidet man mit einem Seitenschneider ab. Eines der abgeschnittenen Enden kann als zusätzliche Masse-



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Funk-Näherungsschalters mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

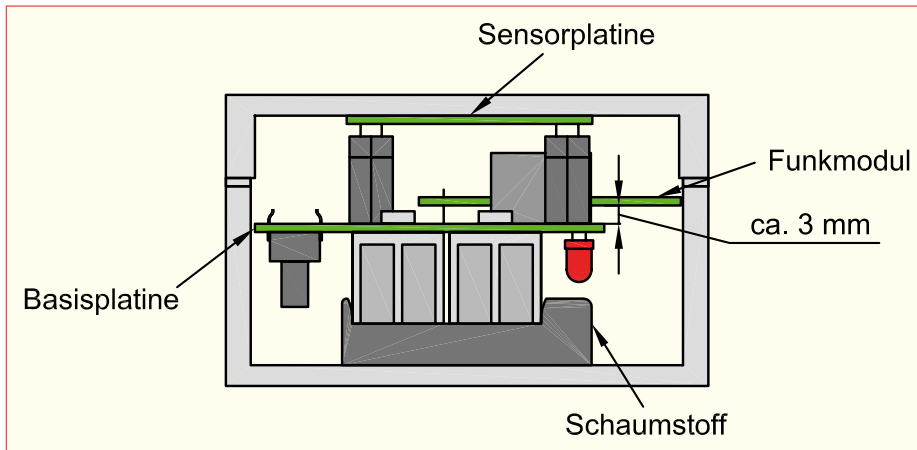


Bild 2: Schnittzeichnung des FS20 SN

Verbindung zwischen Sendemodul und Basisplatte (neben Q 1 auf der Basisplatte) eingesetzt und verlötet werden.

Als Nächstes sind die Elkos C 6 und C 12 zu bestücken. Dabei ist die Kennzeichnung der Polarität der Elkos zu beachten (Minuspol am Gehäuse markiert). Jetzt wird der Signalgeber eingesetzt, dabei muss die Kennzeichnung „+“ auf dem Gehäuse des Signalgebers in Richtung R 5 auf der Basisplatte zeigen. Für das Anbringen der Buchsenleisten BU 1, BU 2 und BU 3 kann man die Sensorplatine als Positionierungshilfe verwenden. Dazu sind zunächst die Buchsen auf die Stifte der Sensorplatine zu stecken, dann die Basisplatte auf die Enden der Buchsen aufzusetzen und schließlich die Buchsenkontakte auf der Lötseite der Basisplatte zu verlöten.

Die Sensorplatine muss nun wieder abgenommen werden, damit die Bauteile, die auf der Lötseite platziert werden, verlötet werden können. Zuerst wird die Programmier-LED D 1 eingesetzt. Der längere Anschluss ist die Anode und gehört in die mit „+“ markierte Bohrung. Anschließend bestückt man die Taster TA 1 bis TA 4 und verlötet deren Anschlüsse auf der Bestückungsseite. Überstehende Kontaktenden

sind hier mit einem Seitenschneider zu kürzen, wobei aber die Lötstelle selbst nicht beschädigt werden darf.

Abschließend erfolgt die Bestückung der Batteriehalter. Dazu sind zunächst die beiden Kunststoffrahmen mit den Rastnasen in die entsprechenden Schlitze der Platine einzusetzen und einzurasten. Die richtige Lage ist auch im Bestückungsdruck markiert. Dann erfolgt das Einsetzen der vier Batteriekontakte und deren Verlöten mit reichlich Lötzinn (nur kurz löten, um die Kunststoffhalterungen nicht zu beschädigen).

Gehäuse

Als Gehäuse eignet sich eines der kompakten IP-65-Gehäuse „G201“, „G201C“ oder „G302“ von ELV, die sich lediglich in der Gehäusefarbe unterscheiden. Auf der Unterschale des Gehäuses wird zunächst der Typenschild-Aufkleber angebracht. Im Gehäuseboden sind zwei Schaumstoffstücke einzukleben, und zwar so, dass sie später jeweils gegen die Enden der Batterien drücken (siehe Abbildungen 2 und 3). Dadurch wird die fertige Schaltung mit der Sensorplatine gegen den Gehäusedeckel gedrückt und damit die Lage im Gehäuse stabilisiert.

Vor dem Schließen des Gehäuses sind eine Funktionskontrolle und ggf. die Einstellungen vorzunehmen, wie im Abschnitt „Bedienung“ oder in der Bedienungsanleitung beschrieben.

Soll der FS20 SN stationär arbeiten, kann er nun über die zwei inneren Befestigungsbohrungen am gewünschten Standort verschraubt werden.

Das Verschließen des Gehäuses erfolgt durch Aufsetzen des Gehäusedeckels und Verschrauben mit den vier Gehäuseschrauben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Neopren-Dichtung sauber in der Fuge des Gehäusedeckels liegt und nicht gequetscht wird. Nur so ist die Feuchte- und Staubsichtigkeit gewährleistet. **ELV**

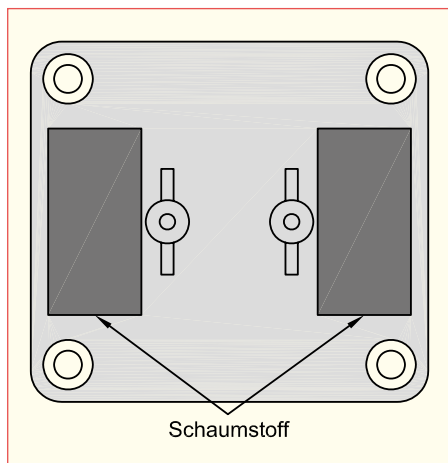


Bild 3: Position der Schaumstoffstücke im Gehäuseunterteil

Stückliste: Funk-Näherungsschalter FS20 SN

Widerstände:

0 Ω/SMD/1206	R3
100 Ω/SMD/0805	R5
560 Ω/SMD/0805	R4, R9
2,7 kΩ/SMD/0805	R2
6,8 kΩ/SMD/0805	R6
10 kΩ/SMD/0805	R1
39 kΩ/SMD/0805	R8
100 kΩ/SMD/0805	R7

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C11
22 pF/SMD/0805	C8
100 nF/SMD/0805	C1–C5
470 nF/SMD/0805	C7, C9
1 µF/SMD/1206	C10
10 µF/16 V	C6, C12

Halbleiter:

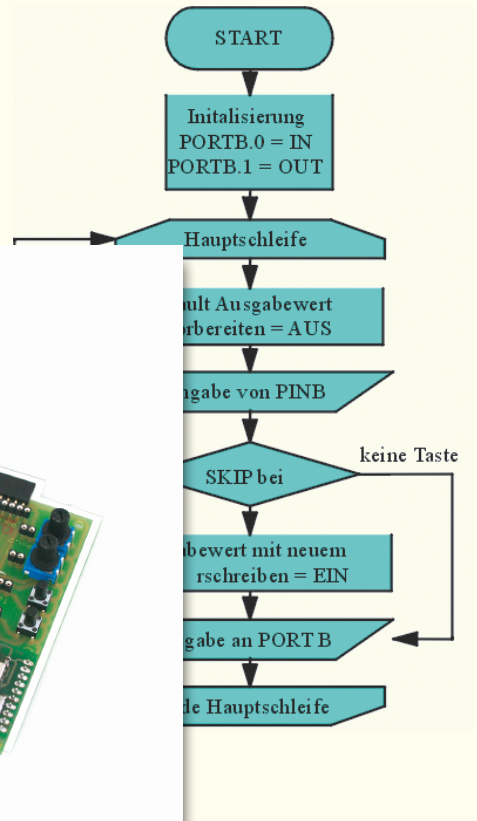
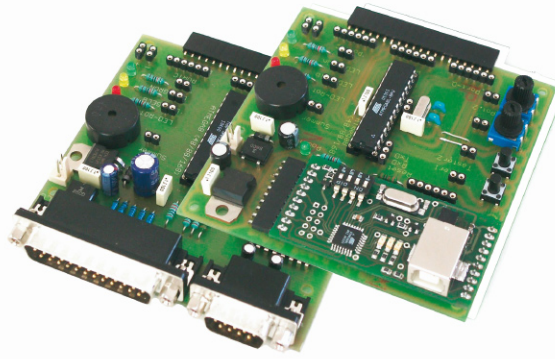
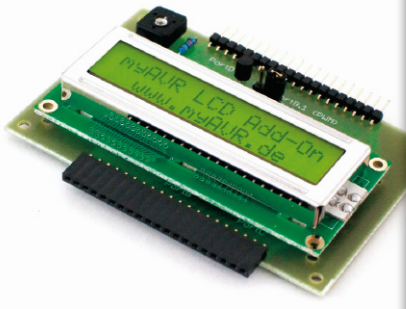
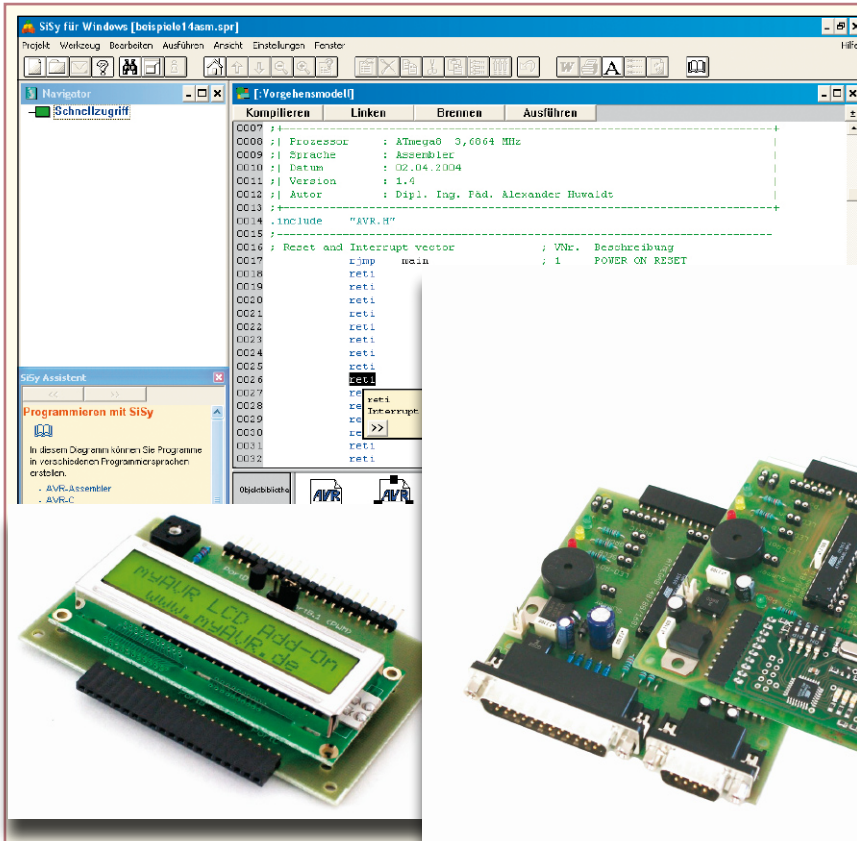
ELV05528/SMD	IC1
EE102P/SMD	IC2
BCW67C/SMD	T1
LL4148	D2
LED, 3 mm, Rot, low current	D1
LED, Rot, SMD, 0805, superhell	D3

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD	Q1
SMD-Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print	ST1–ST3
Buchsenleiste, 1 x 2-polig, trennbar, print, gerade	BU1–BU3
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 6 mm Tastknopflänge	TA1–TA4
Sound-Transducer, 3 V, print	PZ1
Sendemodul TX868-75, 868 MHz	HFS1
4 Mikro-Batterie- kontakte, print	BAT1, BAT2
2 Mikro-Batterie- Kontaktrahmen	BAT1, BAT2
2 Schaumstoffstücke, selbstklebend, 30 x 15 x 10 mm	
1 Typenschild-Aufkleber FS20SN, Weiß	

[1] Kapazitive Näherungssensoren, „ELVjournal“ 4/02, S. 57 ff

[2] Berührungsloser Taster BLT 1, „ELVjournal“ 3/04, S. 43 ff



Mikrocontroller Einstieg mit myAVR Teil 1

Keine Angst vor dem Einstieg in die Welt der Mikrocontroller-Programmierung! Die myAVR-Sets enthalten alles Nötige für den schnellen und fundierten Beginn der Programmierer-Karriere – Experimentier-Board mit ATMELE-Controller, Lehrbuch, Software-Paket, Kabel, sämtliches Zubehör. Wir arbeiten uns im Verlaufe der Artikelserie anhand dieses Sets Schritt für Schritt in den Umgang mit dem AVR-Prozessor sowie den Programmiersprachen ein und zeigen anhand zahlreicher praktischer Anwendungen, dass es durchaus nicht kompliziert ist, in die Welt der Mikrocontroller einzusteigen. Der erste Teil stellt das Experimentiersystem vor und gibt einen Einblick in den Aufbau und die Funktion des behandelten Prozessors bis hin zu dessen Befehlssatz. Zusätzlich gewinnen wir einen ersten Einblick in die Entwicklungsumgebung „SiSy“.

ATMELs beliebte Problemlöser

Die AVR-8-Bit-RISC-Controller der Reihen ATtiny und ATmega von ATMEL erfreuen sich bei Elektronikern einer hohen Beliebtheit. Durch ihre kompakte und vielseitige Architektur erweisen sie sich als einfach zu handhabende Problemlöser für viele Aufgaben, zumal ein großer Teil der benötigten Hardware, wie A/D-D/A-Wandler, UART usw. bereits Bestandteil des dennoch kompakten Controllers sind. Programmierer schätzen die einfach zu handhabende

und übersichtliche Art der Programmierung, eines der Hauptargumente vieler Programmierer, den AVR gegenüber dem ansonsten funktionell nahen Verwandten PIC vorzuziehen. Entsprechend findet man die AVR-Controller in zunehmend mehr Schaltungslösungen – sie sorgen für ein übersichtliches und ökonomisches Hardware-Design und sind auch von Programmier-Einsteigern einfach zu programmieren.

Bereits vor 5 Jahren haben wir uns ausführlich mit den Grundlagen der AVR-Architektur und -Programmierung beschäftigt. Seither hat sich viel getan. ATMEL

hat die Angebotsbreite der beliebten Controller enorm erweitert, die Entwicklungstools sind immer besser handhabbar, und man findet für jedes zu lösende Problem den passenden Controller.

Der Hersteller bietet für den professionellen Entwickler mehrere Entwicklungskits an, großer Beliebtheit erfreut sich z. B. das AVR-Starter-Kit STK 500.

Wie gesagt, derartige Werkzeuge wenden sich jedoch an den Profi-Entwickler, also an den, der etwa schon Programmiersprachen wie Assembler oder C beherrscht und außer einer passenden Entwicklungs-

umgebung kaum weitere Mittel zur Programmierung benötigt.

Anders hingegen stellt sich eine solche professionelle Entwicklungsumgebung dem Einsteiger, dem Auszubildenden, Studierenden oder ganz einfach nur dem bisherigen „Hardware“-Elektroniker, der auch gern in die Welt des Mikrocontrollers einsteigen möchte, dar – es wird schlicht alles benötigte Wissen und viel Erfahrung vorausgesetzt. Und manche Werkzeuge sprengen auch den finanziellen Rahmen, den diese Klientel sich setzen kann bzw. will. Ergo kapitulieren viele potentielle Anwender vor der Hürde, ähnlich, wie es vor Jahren bei den PICs zu beobachten war.

SiSy® und myAVR – Lösung für Einsteiger

Dieses Problems hat sich die sächsische Firma Laser & Co. Solutions GmbH angenommen. Das Credo: einfach zu verstehende Software entwickeln, was sich im Markenzeichen „SiSy“ manifestiert: „Simple-System“. Diesem Credo verpflichtet, bietet Laser & Co. nun das „myAVR“-System an, ein Mikrocontroller-Experimentier- und Lernsystem für Hobby, Lehre, Studium und Beruf. Es besteht aus einer Reihe von einzelnen Hardware-Komponenten, der komplett deutschen Entwicklungsumgebung „SiSy AVR“ und umfangreichem Lehrmaterial, das Schritt für Schritt, nur sehr wenige Grundkenntnisse voraussetzend, in die Programmierung der AVR-Controller einführt. Jeder Schritt kann praktisch am passenden myAVR-Board nachvollzogen werden, so dass man sehr schnell zu einem Erfolgserlebnis kommt, das zur Lösung der gestellten Übungsaufgaben anspricht. Einschränkend ist hier allenfalls zu vermerken, dass einige wenige Begriffe der Programmierung bekannt sein müssen, eine frühere Begegnung etwa mit BASIC macht den Einstieg leichter und man muss nicht erst Begriffe wie z. B. „Variable“ lernen. Wird das System in der Lehre verwendet, wird diese Einschränkung obsolet, da hier

Bild 1: Das AVR-Starterset enthält alles, was man zum Start in die Welt des Mikrocontrollers benötigt.



ohnehin eine Einführung in Grundsatzbegriffe und -techniken erfolgt. Der Selbst-Studierende wird ebenfalls über geeignetes Lehr- bzw. Fachliteratur-Material verfügen, um diesen minimalen Voraussetzungen gerecht zu werden.

Dem, der bereits in Assembler, C oder BASCOM programmieren kann, wird hier ein besonders einfach zu handhabendes Werkzeug in die Hand gegeben, um schnell zum erwarteten Ergebnis, einem lauffähigen und direkt an der Hardware erprobten Programm, zu gelangen.

Das AVR-Starterset (Abbildung 1) enthält faktisch alles, was man zum Einstieg benötigt, bis hin zum kompletten Kabelsatz. Der recht günstige Preis spricht für sich, immerhin erhält man hierfür ein komplett deutschsprachiges Entwicklungs-Kit und sämtliche erforderliche Hardware dazu bis hin zu einem ATmega-Controller.

Hauptbestandteile des Kits sind die Entwicklungsumgebung „SiSy AVR“ auf CD-ROM (mit deutschem Benutzerhandbuch),

das auf die Software und das AVR-Board zugeschnittene AVR-Lehrbuch mit ca. 200 Seiten und schließlich das „myAVR-Board“ (Abbildung 2), das neben einem ATmega8-Controller eine Reihe für alle denkbaren Versuche nützlicher Peripherie enthält.

Dazu ergänzen Kabel, Batterie, Arbeitsblätter, Schnelleinstieg usw. den Lieferumfang – es kann sofort losgehen, nur ein PC, je nach Kit mit LPT- oder USB-Schnittstelle, wird noch benötigt.

Das Plus-Set der Reihe enthält zusätzlich einen direkt an das AVR-Board ansteckbaren Bausatz für die Programmierung der beliebten ATtiny-Controller (inklusive einem ATtiny12) und als Highlight ein komplettes, ebenfalls an das AVR-Board ansteckbares LCD-Board mit einem zwei-zeiligen, beleuchtbaren LC-Display (Abbildung 3). Dazu gibt es ein umfangreiches Lehrheft zur LCD-Programmierung, das auf ca. 50 Seiten wirklich alles zur LCD-Programmierung, auch in verschiedenen

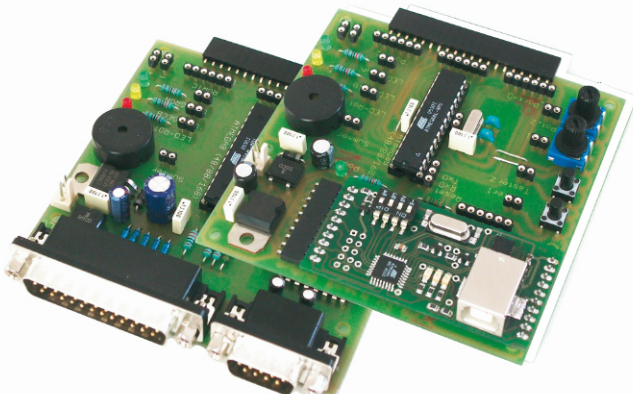


Bild 2: Das myAVR-Board ist als Seriell-/Parallelport-Version und mit USB-Schnittstelle erhältlich.

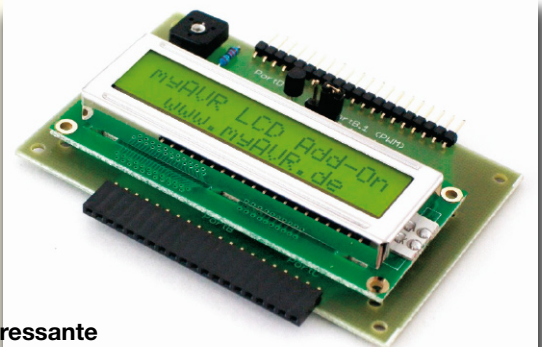


Bild 3: Interessante Zusatzbaugruppe – das LCD-Board wird direkt auf den Expansionsport des myAVR gesteckt. Das Board ist nebst LCD-Programmierlehrgang in der Plus-Version des AVR-Startersets enthalten.

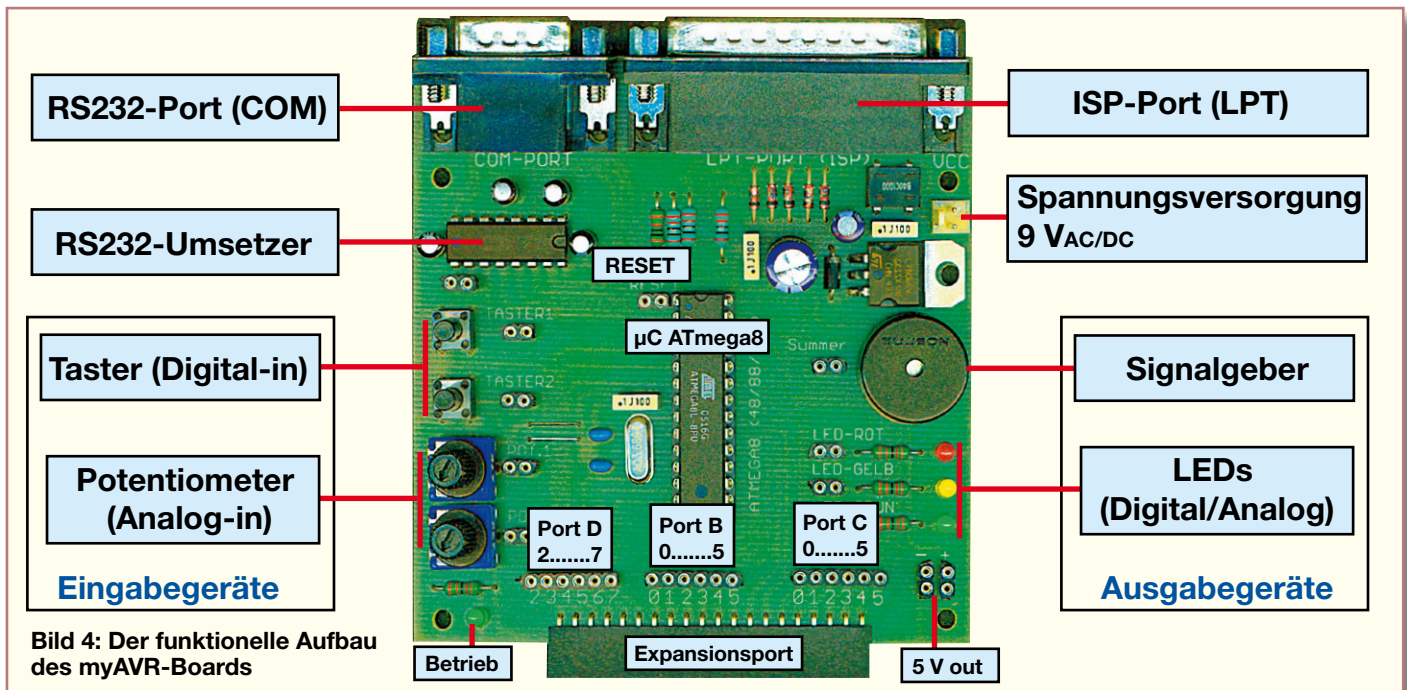


Bild 4: Der funktionelle Aufbau des myAVR-Boards

Programmiersprachen, erklärt.

Für weitergehende Experimente und Lösungen sind eine Reihe von Hardware-Komponenten verfügbar, so etwa direkt ansteckbare Laborkarten oder ein Metall-detektor-Projekt.

Mit Hilfe der zahlreichen Beispielprogramme ist es dem, der es ganz schnell wissen will, möglich, in wenigen Schritten sein erstes Programm zu laden, zu kompilieren, auf den Controller zu übertragen und zu testen. Anschließend entsteht automatisch der Wunsch, zu verstehen, wie es funktioniert, wie man es anpassen, verbessern und erweitern kann.

Besonders für Lehrpersonal ist diese Komplettlösung ideal, kann man doch kostengünstig und unter für jeden Auszubildenden völlig gleicher Hard- und Software-Ausstattung den Einstieg in die Mikrocontroller-Programmierung lehren. Für Lehrer sind übrigens speziell zusammenge-

stellte Paketlösungen, z. B. mit erweiterter Hardware-Ausstattung, verfügbar.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die Experimentier-Hardware, wozu auch das Wichtigste zur eingesetzten Controllerfamilie gehört, bevor wir uns der Entwicklungsumgebung und ersten Software-Projekten widmen. Dabei wollen wir allerdings nicht das umfangreiche Handbuch zum System ersetzen, dessen Inhalt führt über das Anliegen unserer Artikelserie weit hinaus, sowohl von der Grundlagenseite her als auch von der Projektausführung. Auch überlassen wir den ausführlichen Assemblerkurs dem Lehrbuch. Vielmehr unternehmen wir einen Exkurs durch das Thema mit aktuellen Bezügen zur Entwicklung des Systems.

Das Experimentier-Board „myAVR“

Das „myAVR“ ist in zwei Versionen verfügbar, die sich in der Art des Anschlusses an den PC unterscheiden. Während die eine Version den Kontakt über eine parallele und serielle Schnittstelle herstellt, erfüllt die zweite Version diese Aufgabe per USB-Port.

Zentraler Part des Boards (Abbildung 4) ist natürlich der auf einer Steckfassung untergebrachte ATmega8-Controller, der dank seiner In-System-Programmierbarkeit (Kürzel: ISP) direkt hier programmierbar ist.

Die Spannungsversorgung erfolgt über eine 9-V-Spannungsquelle. Eine Spannungsregler-Baugruppe sorgt für eine stabile 5-V-Betriebsspannung auf dem Board. Eine Pegelwandler-Baugruppe mit dem MAX 232 realisiert die Umsetzung zwischen der seriellen Schnittstelle des Mikrocontrollers und der RS232-Schnittstelle.

Und schließlich gehört zur „festen Verdrahtung“ des Boards noch die Takterzeugung via 3,686411-MHz-Quarz.

Jeweils über die beigelegten Drahtbrücken und Buchsenleisten werden die Ports des Mikrocontrollers entsprechend der zu lösenden Aufgabe mit den Leuchtdioden, dem Piezo-Signalgeber, Tasten und Potentiometern auf der Platine verbunden, die als E/A-Bauteile dienen. All diese Bauteile reichen, um den 200-seitigen Mikrocontroller-Lernkurs ohne weitere Hardware zu bewältigen. Alle Ports des Controllers sind über eine Buchsenleiste herausgeführt, an die weitere Baugruppen, z. B. die LCD-Baugruppe oder eine eigene Applikation, einfach ansteckbar sind.

Der Mikrocontroller

Da man für die jeweils anstehende Aufgabenlösung nicht ohne Grundkenntnisse über den Aufbau und die Arbeitsweise des Mikrocontrollers auskommt, wollen wir uns zunächst diesem zuwenden. Der hier betrachtete ATmega8-Controller ist in der grundsätzlichen Architektur all seinen AVR-Verwandten ähnlich. Die Controllerbaureihe unterscheidet sich im Wesentlichen nur durch die Anzahl der I/O-Ports und die Speicherausstattung von seinen „großen“ Verwandten. Auch der ATtiny-Mini-Controller passt in dieses Schema. Die Anschlussbelegung der beiden Controller, die auf dem Board vorhanden bzw. im ATtiny-Programmiersatz enthalten sind, ist in Abbildung 5 zu sehen.

Zum Grundverständnis des Controlleraufbaus werfen wir einen Blick auf Abbildung 6. Hier sind die Hauptbaugruppen eines Mikrocontrollers zu sehen. Der entscheidende Unterschied zu einer reinen

RESET	1	8	VCC
XTAL1	2	7	PB2 (SCK/T0)
XTAL2	3	6	PB1 (MISO/INT0)
GND	4	5	PB0 (MOSI)
RESET	1	28	PC5 (ADC5)
(RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4)
(TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3)
(INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2)
(INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1)
(T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0)
VCC	7	22	AGND
GND	8	21	AREF
XTAL1	9	20	AVCC
XTAL2	10	19	PB5 (SCK)
(T1) PD5	11	18	PB4 (MISO)
(AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI)
(AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS)
(ICP) PB0	14	15	PB1 (OC1)

Bild 5: Anschlussbelegung der AVR-Mikrocontroller, oben ATtiny, unten ATmega8

Zentraleinheit (CPU, Prozessor), wie wir sie etwa vom PC her kennen, ist die Ausstattung mit weiteren Bausteinen wie Speicher, analogen und digitalen I/O-Baugruppen, Schnittstellencontrollern, Timern usw. Natürlich darf man die Rechenleistung und den Befehlsumfang der kleinen Zentraleinheit eines solchen Controllers nicht mit der einer PC-CPU vergleichen, für die die Ausführung der für diese Controller spezifischen Aufgaben sind Rechenleistung und Befehlsumfang (hieraus leitet sich auch der Begriff RISC-Prozessor ab: Reduced Instruction Set Computer – eingeschränkter Befehlssatz) jedoch ausreichend. Nur durch diese Architektur sind Mikrocontroller-Baugruppen extrem kompakt (und stromsparend) aufzubauen, man benötigt kaum Peripherie. Da der Befehlsaufbau mit nur wenigen, einfach strukturierten Befehlen (Tabelle 1 am Ende des Artikels zeigt eine Kurzübersicht aller von den AVR-Mikrocontrollern unterstützten Befehle, hierauf kommen wir im Verlauf der Serie zurück) erfolgt, konnte man den Rechenkern auf hohe Rechengeschwindigkeit optimieren, so sind die Controller auch bis hin zu Echtzeitaufgaben einsetzbar. Dazu kommt eine auf die Controller-Architektur speziell zugeschnittene Programm-Übersetzung und -Bearbeitung, die die Abarbeitungsgeschwindigkeit von Befehlen nochmals erhöht – RISC-Prozessoren sind in der Welt der Ein-Chip-Rechner die schnellsten Prozessoren!

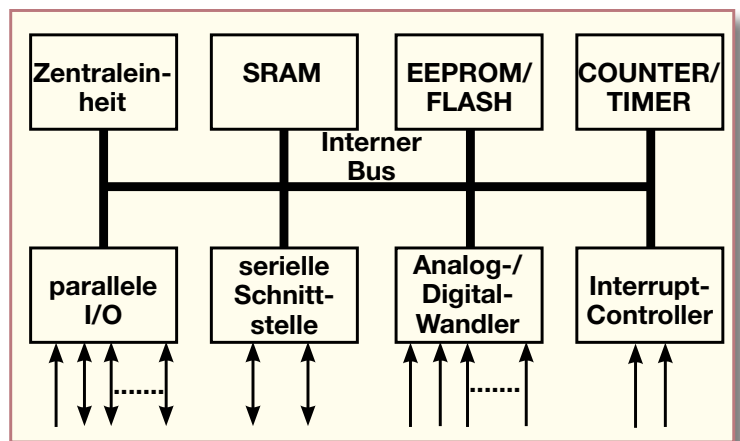
Abbildung 7 zeigt bereits ein komplexeres Bild – den Aufbau unseres verwendeten AVR ATmega8. Hier finden sich alle besprochenen Baugruppen in detaillierter Aufteilung wieder.

Register, RAM, ROM, Flash ...

Wichtig für das Verständnis bei der späteren Programmierung ist hier noch der etwas detailliertere Blick in die Speicherausstattung. Mikrocontroller verfügen über mehrere Speicherarten, die jeweils unterschiedliche Aufgaben haben.

Direkt im Kontakt mit dem Prozessor, dem Rechenwerk (ALU), verbunden sind die Register. Diese dienen der Verwaltung des Befehlscodes, sie sind die Operanden und Ergebnispeicher für die direkten Maschinen-

Bild 6:
Grundaufbau eines Mikrocontrollers



befehle des Rechenwerks. Die einzelnen Register haben jeweils bestimmte Aufgaben, wie wir noch im Verlaufe der Programmwürfe sehen werden. Wichtig zu wissen ist die Tatsache, dass die Speicherinformationen der Register beim Abschalten der Betriebsspannung gelöscht sind!

Das sind auch die des SRAM-Datenspeichers. Der dient zur Speicherung der bei der Abarbeitung von Programmen anfallenden Programmdateien sowie aller Informationen, die nicht fest im eigentlichen Programm des Controllers verankert sind, etwa auch von außen erfasster bzw. eingegebener oder

zwischen gespeichert Daten. Seine Lese- und Schreibzeiten sind sehr kurz, so dass der SRAM der schnellste Speicher des hier besprochenen Verbunds ist.

Die dritte Klasse von Speichern sind die nicht flüchtigen Speicher. Diese kommen als ROM oder (E)EPROM vor. Sie behalten grundsätzlich einmal hier gespeicherte Informationen, auch bei Abschalten der Betriebsspannung, und eignen sich so z. B. für die Speicherung des Betriebsprogramms eines Controllers, das beim Wiedereinschalten sofort zur Verfügung steht.

Im ROM werden Daten fest gespeichert,

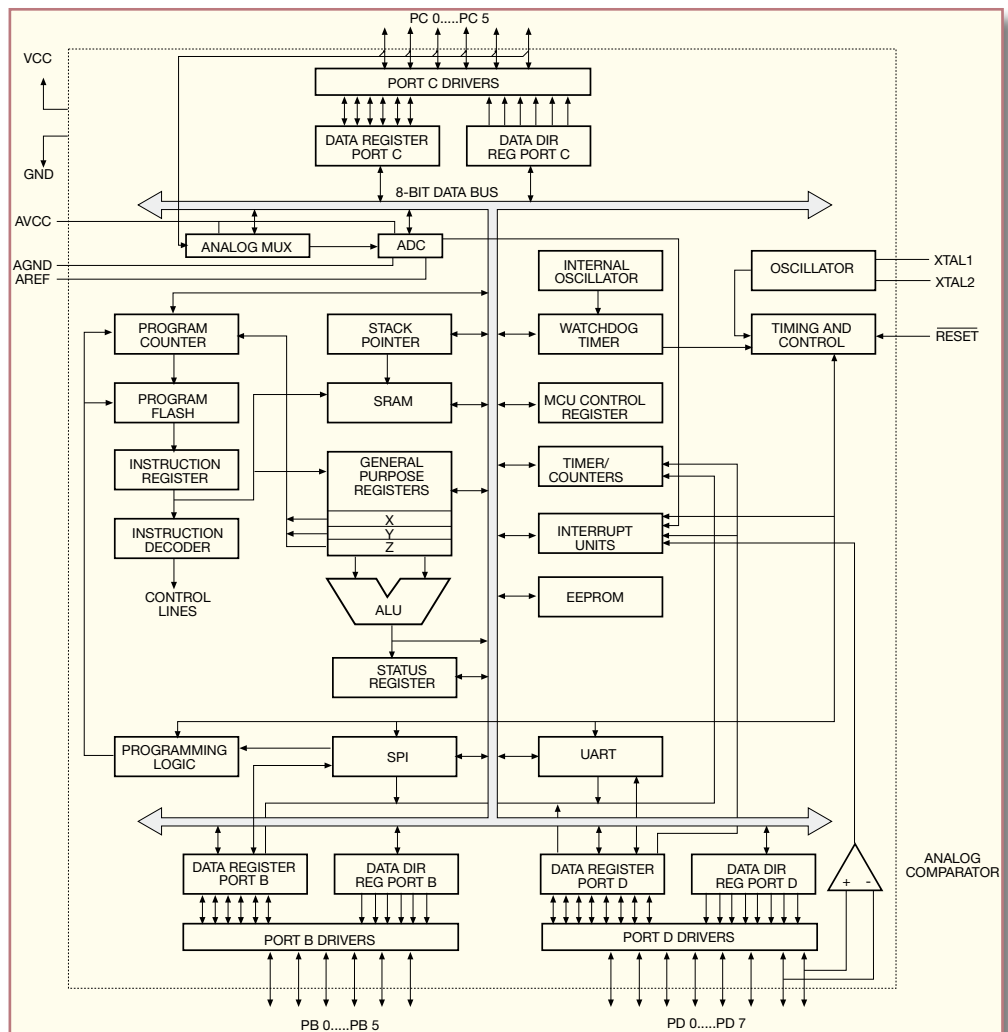


Bild 7:
Blockschaltbild des ATmega8

Tabelle 1: Kurzübersicht aller von den AVR-Mikrocontrollern unterstützten Befehle

Arithmetik- und Logikbefehle			Sprung-Anweisungen		
Mnemonics	Operands	Description	Mnemonics	Operands	Description
ADD	Rd, Rr	Add without Carry	RJMP	k	Relative Jump
ADC	Rd, Rr	Add with Carry	IJMP		Indirect Jump to (Z)
ADIW	Rd, K	Add Immediate to Word	EIJMP		Extended Indirect Jump to (Z)
SUB	Rd, Rr	Subtract without Carry	JMP	k	Jump
SUBI	Rd, K	Subtract Immediate	RCALL	k	Relative Call Subroutine
SBC	Rd, Rr	Subtract with Carry	ICALL		Indirect Call to (Z)
SBCI	Rd, K	Subtract Immediate with Carry	EICALL		Extended Indirect Call to (Z)
SBIW	Rd, K	Subtract Immediate from Word	CALL	k	Call Subroutine
AND	Rd, Rr	Logical AND	RET		Subroutine Return
ANDI	Rd, K	Logical AND with Immediate	RETI		Interrupt Return
OR	Rd, Rr	Logical OR	CPSE	Rd,Rr	Compare, Skip if Equal
ORI	Rd, K	Logical OR with Immediate	CP	Rd,Rr	Compare
EOR	Rd, Rr	Exclusive OR	CPC	Rd,Rr	Compare with Carry
COM	Rd	One's Complement	CPI	Rd,K	Compare with Immediate
NEG	Rd	Two's Complement	SBRC	Rr, b	Skip if Bit in Register Cleared
SBR	Rd,K	Set Bit(s) in Register	SBRS	Rr, b	Skip if Bit in Register Set
CBR	Rd,K	Clear Bit(s) in Register	SBIC	A, b	Skip if Bit in I/O Register Cleared
INC	Rd	Increment	SBIS	A, b	Skip if Bit in I/O Register Set
DEC	Rd	Decrement	BRBS	s, k	Branch if Status Flag Set
TST	Rd	Test for Zero or Minus	BRBC	s, k	Branch if Status Flag Cleared
CLR	Rd	Clear Register	BREQ	k	Branch if Equal
SER	Rd	Set Register	BRNE	k	Branch if Not Equal
MUL	Rd,Rr	Multiply Unsigned	BRCS	k	Branch if Carry Set
MULS	Rd,Rr	Multiply Signed	BRCC	k	Branch if Carry Cleared
MULSU	Rd,Rr	Multiply Signed with Unsigned	BRSH	k	Branch if Same or Higher
FMUL	Rd,Rr	Fractional Multiply Unsigned	BRLO	k	Branch if Lower
FMULS	Rd,Rr	Fractional Multiply Signed	BRMI	k	Branch if Minus
FMULSU	Rd,Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned	BRPL	k	Branch if Plus
			BRGE	k	Branch if Greater or Equal, Signed
			BRLT	k	Branch if Less Than, Signed
			BRHS	k	Branch if Half Carry Flag Set
			BRHC	k	Branch if Half Carry Flag Cleared
			BRTS	k	Branch if T Flag Set
			BRTC	k	Branch if T Flag Cleared
			BRVS	k	Branch if Overflow Flag is Set
			BRVC	k	Branch if Overflow Flag is Cleared
			BRIE	k	Branch if Interrupt Enabled
			BRID	k	Branch if Interrupt Disabled
Befehle zum Datentransfer			Bit- und Bit-Test-Befehle		
Mnemonics	Operands	Description	Mnemonics	Operands	Description
MOV	Rd, Rr	Copy Register	LSL	Rd	Logical Shift Left
MOVW	Rd, Rr	Copy Register Pair	LSR	Rd	Logical Shift Right
LDI	Rd, K	Load Immediate	ROL	Rd	Rotate Left Through Carry
LDS	Rd, k	Load Direct from data space	ROR	Rd	Rotate Right Through Carry
LD	Rd, X	Load Indirect	ASR	Rd	Arithmetic Shift Right
LD	Rd, X+	Load Indirect and Post-Increment	SWAP	Rd	Swap Nibbles
LD	Rd, -X	Load Indirect and Pre-Decrement	BSET	s	Flag Set
LD	Rd, Y	Load Indirect	BCLR	s	Flag Clear
LD	Rd, Y+	Load Indirect and Post-Increment	SBI	A, b	Set Bit in I/O Register
LD	Rd, -Y	Load Indirect and Pre-Decrement	CBI	A, b	Clear Bit in I/O Register
LDD	Rd,Y+q	Load Indirect with Displacement	BST	Rr, b	Bit Store from Register to T
LD	Rd, Z	Load Indirect	BLD	Rd, b	Bit load from T to Register
LD	Rd, Z+	Load Indirect and Post-Increment	SEC		Set Carry
LD	Rd, -Z	Load Indirect and Pre-Decrement	CLC		Clear Carry
LDD	Rd, Z+q	Load Indirect with Displacement	SEN		Set Negative Flag
STS	k, Rr	Store Direct to data space	CLN		Clear Negative Flag
ST	X, Rr	Store Indirect	SEZ		Set Zero Flag
ST	X+, Rr	Store Indirect and Post-Increment	CLZ		Clear Zero Flag
ST	-X, Rr	Store Indirect and Pre-Decrement	SEI		Global Interrupt Enable
ST	Y, Rr	Store Indirect	CLI		Global Interrupt Disable
ST	Y+, Rr	Store Indirect and Post-Increment	SES		Set Signed Test Flag
ST	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-Decrement	CLS		Clear Signed Test Flag
STD	Y+q,Rr	Store Indirect with Displacement	SEV		Set Two's Complement Overflow
ST	Z, Rr	Store Indirect	CLV		Clear Two's Complement Over-
ST	Z+, Rr	Store Indirect and Post-Increment	flow		
ST	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-Decrement	SET		Set T in SREG
STD	Z+q,Rr	Store Indirect with Displacement	CLT		Clear T in SREG
LPM		Load Program Memory	SEH		Set Half Carry Flag in SREG
LPM	Rd, Z	Load Program Memory	CLH		Clear Half Carry Flag in SREG
LPM	Rd, Z+	Load Program Memory and Post-Increment	NOP		No Operation
ELPM		Extended Load Program Memory	SLEEP		Sleep
ELPM	Rd, Z	Extended Load Program Memory	WDR		Watchdog Reset
ELPM	Rd, Z+	Extended Load Program Memory and Post-Increment			
SPM		Store Program Memory			
ESPM		Extended Store Program Memory			
IN	Rd, A	In From I/O Location			
OUT	A, Rr	Out To I/O Location I/O			
PUSH	Rr	Push Register on Stack			
POP	Rd	Pop Register from Stack			

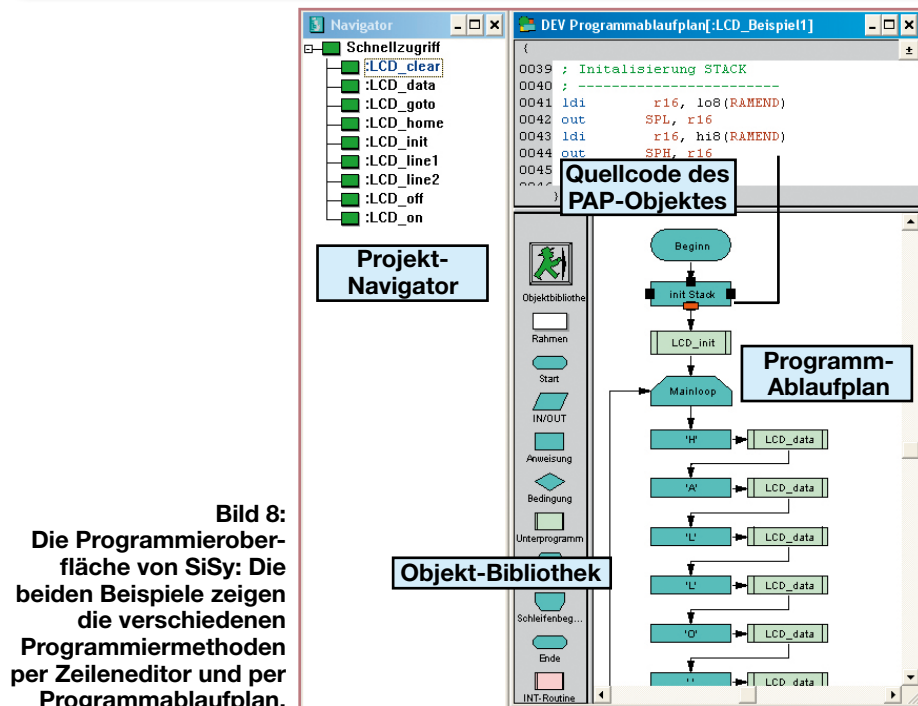
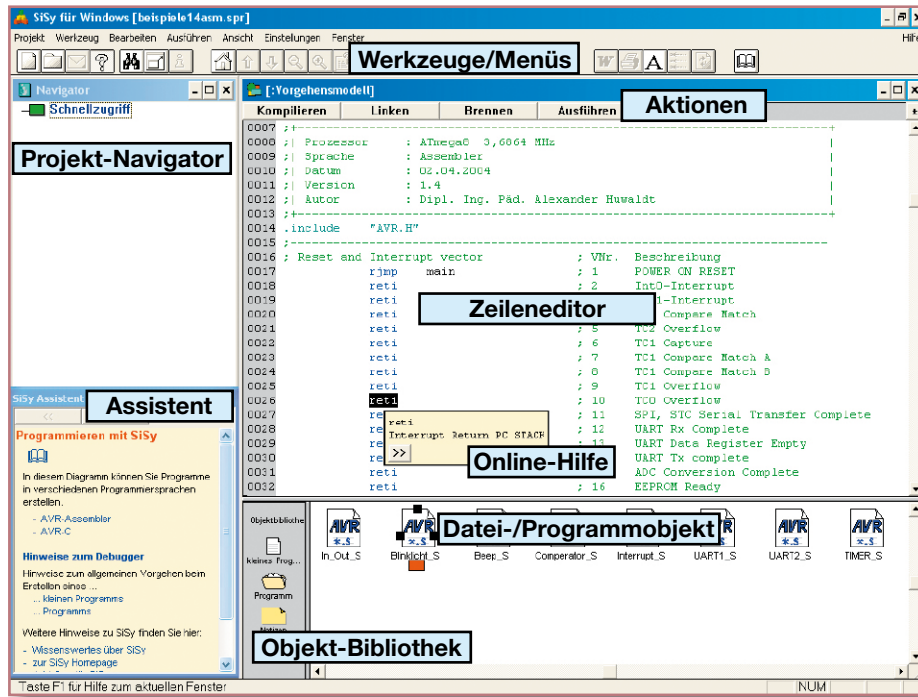


Bild 8:
Die Programmieroberfläche von SiSy: Die beiden Beispiele zeigen die verschiedenen Programmiermethoden per Zeileneditor und per Programmablaufplan.

sie sind zwar auslesbar, aber nicht mehr veränderbar. Der ROM ist ein Einmal-Speicher – einmal mit Daten geladen, ist der Festpeicher nicht mehr löschtbar.

Ganz im Unterschied zum EPROM. Dieses ist zwar ebenfalls ein Festwertspeicher wie das ROM, es ist jedoch durch Bestrahlung eines Löschenfensters im Gehäuse per UV-Licht löschtbar und daraufhin wieder neu beschreibbar. Die Zahl der Löschen-/Schreib-Vorgänge ist jedoch begrenzt.

Der moderne Ableger des EPROMs ist das elektrisch löschtbare EEPROM. Es ist von außen mit einem elektrischen Impuls blockweise löschtbar und bis zu hunderttausend Mal wieder neu beschreibbar. Somit kann es sehr einfach mehrfach beschrieben

werden, auch wenn dies nicht sehr schnell erfolgt. Diese geringe Lese- und Schreibgeschwindigkeit ist bei der Konzipierung des Programms zu beachten.

Deutlich schneller arbeiten die modernsten nicht flüchtigen Speicher – die Flash-Speicher. Sie sind schnell, behalten ihre Daten auch beim Abschalten der Spannungsversorgung und sind immer wieder beschreibbar, wenn auch nicht so oft wie die EEPROMs. Über ihre serielle Schnittstelle eignen sie sich hervorragend für die Programmierung des Controllers, etwa von einem PC aus.

Bis auf das ROM finden wir alle besprochenen Speicherarten in unserem AVR ATmega8 wieder, wie Abbildung 7 beweist.

Das soll es zunächst in puncto Hardware gewesen sein, widmen wir uns nun der Software bzw. der Programm-Entwicklungsumgebung.

Die Entwicklungsumgebung SiSy

Bevor wir die eigentliche Entwicklungsumgebung betrachten, müssen wir uns den üblichen Gang der Programm-„Produktion“ vergegenwärtigen – die folgenden Schritte werden uns immer wieder begleiten. Zuerst wird der Quellcode in einem geeigneten (ASCII-Text-)Editor geschrieben. Hier erfolgt die Zusammenstellung der einzelnen Befehle, von der Initialisierung des Controllers über die Zusammenstellung der Unterprogramme bis zum Abschluss des Programms.

Dieser Quellcode muss anschließend in die so genannte Maschinensprache übersetzt werden, einen Code, der vom Rechner des Controllers direkt „verstanden“ wird und durch diesen abarbeitbar ist. Diese Übersetzung übernimmt ein Compiler. Er prüft auch den Quellcode auf syntaktische Fehler. Um mehrere Objektdateien (Programmteile) zu einer ausführbaren Programmdatei zusammenzufügen, kommt ein so genannter Linker zum Einsatz.

Zur Programmierumgebung gehören auch Testwerkzeuge, die eine Programmablaufsimulation sowie eine systematische Fehlersuche ermöglichen, Simulatoren und Debugger.

Und schließlich gehören noch Werkzeuge für die Übertragung des Maschinencodes in das EEPROM oder, wie bei unserem ATmega8, in den Flash-Speicher des Controllers hierzu. Bei manchen Programmierumgebungen, wie auch bei „SiSy“, sind die Schritte Linken (Übersetzen der Objektdatei in eine für den Controller ausführbare Hexdatei) und Speichern auf den Flash-Speicher („Brennen“) getrennt, bei anderen hingegen ist dies nur ein Werkzeug, das lediglich Rückfragen vor dem Brennen stellt.

Kommen wir damit zu „SiSy“, einem so genannten Modellierungswerkzeug, das für die objektorientierte Programmierung von Branchenlösungen entwickelt wurde. Unsere hier genutzte Entwicklungsumgebung ist ein Add-on für dieses Modellierungswerkzeug, das speziell für die AVR-Programmierung entwickelt wurde. Es erlaubt sowohl die einfache Programmentwicklung über einen üblichen Programmierer als auch die Generierung eines Programms über einen grafischen Programmablaufplan (PAP). Abbildung 8 vermittelt einen ersten Eindruck dieser beiden Vorgehensweisen anhand der Bedienoberfläche von SiSy.

Diese werden wir anhand erster Programmierschritte in der nächsten Ausgabe eingehender kennen lernen.

Schwerpunkt-Projekte



KeyMatic®-CAC-Funk-Zugangskontrolle, Teil 2

In der Rubrik „Almost Ready to Run“ (fast fertig)-Bausätze wurden im vorliegenden „ELVjournal“ die Funktion und Schaltung der KeyMatic®-CAC-Funk-Zugangskontrolle vorgestellt. Das Codeschloss ermöglicht den sicheren Zugang, ohne dass ein Schlüssel oder eine Fernbedienung erforderlich ist. Dabei kann die Installation ohne Kabel sehr flexibel im Bereich der Funkreichweite erfolgen. Im zweiten Teil des Artikels erfolgt ausführlich die Beschreibung des praktischen Aufbaus, wobei nur noch wenige Schritte bis zum fertigen Gerät erforderlich sind, da die Leiterplatten bereits ab Werk bestückt sind.

Wirkleistungsmesser im Hutschienengehäuse EM 1000-HSM

Als neue Erweiterung des Energiemonitorsystems EM 1000 wird der Wirkleistungsmesser EM 1000-HSM im Hutschienengehäuse vorgestellt. Das Gehäuse erlaubt einen einfachen und professionellen Einbau im Sicherungskasten und eignet sich vor allem für die Leistungsaufzeichnung eines gesamten Sicherungsbezuges.



Funk-Dimmer für elektronische Vorschaltgeräte FS20 DI10

In vielen Anwendungsgebieten spielen dimmbare Beleuchtungsanlagen eine immer wichtigere Rolle. Die Gründe hierfür sind neben größerem Komfort natürlich auch die Wirtschaftlichkeit. Dimmer können hier den Energiebedarf zum Teil erheblich reduzieren. Dimmer für Glühlampen sind seit langem fester Bestandteil in der Wohnraumbeleuchtung. Neuer dagegen ist die Möglichkeit, auch Leuchtstoffröhren zu dimmen.

Hier wird neben einem elektronischen Vorschaltgerät für jede Leuchtstofflampe auch eine Ansteuerung dieser benötigt. Mit der im nächsten Heft vorgestellten Ansteuerschaltung können Leuchtstoffröhren bequem über FS20 gedimmt werden. Mit diesem Dimmer sind unterschiedliche Lichtszenarien, wie langsames Hoch- und Runterdimmen, sowie unterschiedliche Zeiten einstellbar.

Funk-Bewegungsmelder FS20 PIRI-2

Steigende Energiepreise und der gesteigerte Komfort sind nur zwei Gründe, warum sich auch in privaten Haushalten der Einsatz von PIR-Meldern in Innenräumen zum Schalten von Verbrauchern (z. B. Beleuchtung) immer weiter verbreitet. Im Gegensatz zu Außenbewegungsmeldern sind hier neben der universellen Einsetzbarkeit vor allem einfache Installation und ein ansprechendes Design wichtig. Der neue PIR-Melder FS20 PIRI-2 für das ELV-FS20-Funk-Schaltssystem zeichnet sich durch das formschöne Gehäuse und die vielfältigen Konfigurations- und Einstellmöglichkeiten aus, mit denen sich der Bewegungsmelder an nahezu jeden Anwendungsfall perfekt anpassen lässt.



Funk-Messwert-Übertragung FM3, Teil 2

Das System zum drahtlosen Übertragen eines Spannungswertes bis 30 V mit einer hohen Auflösung, kurzem Aktualisierungsintervall und PC-Anbindung wurde in diesem „ELVjournal“ vorgestellt. Nachdem im ersten Teil die Einsatzmöglichkeiten, technischen Eigenschaften und die Bedienung von Hard- und Software erklärt wurden, beschreibt der zweite Teil die Schaltung vom Sender FM3 TX und vom Empfänger FM3 RX sowie den Nachbau der beiden Geräte.



Mini-Schaltungen

Balancer für Lithium-Polymer-Akkus

Lithium-Polymer-Akkus haben aufgrund der hohen Energiedichte erhebliche Vorteile gegenüber anderen Akku-Systemen. Leider sind diese Akkus sehr empfindlich gegen Überladung, so dass für eine lange Lebensdauer in Serie geschaltete Zellen nur mit entsprechenden Schutzschaltungen geladen werden sollten. Die ELV-Schutzschaltung ist sehr flexibel einsetzbar und zeichnet sich durch hervorragende Leistungsmerkmale wie kleine Abmessungen, geringes Gewicht und eine extrem geringe Stromaufnahme aus.

Stromdetektor SDT 100

Mit Hilfe des Stromdetektors SDT 100 kann eine elektrische Leitung oder ein elektrisches Kabel sehr schnell und einfach berührungslos auf einen Stromfluss untersucht werden. Das Gerät ist dazu lediglich an die Leitung heranzuführen. Fließt ein Strom, wird dies durch eine LED-Anzeige gekennzeichnet. Zusätzlich liefert die LED-Anzeige eine Information darüber, ob es sich um einen großen oder einen kleinen Strom handelt.



Voice-Changer

Mit dieser Schaltung kann die menschliche Stimme in der Tonlage verändert werden. Über zwei Tasten (Up/Down) kann das über ein Mikrofon aufgenommene Signal hoch- bzw. runtertransformiert werden. So wird aus einer hohen Stimme eine tiefe Stimme und umgekehrt.

Dimmer für High-Power-LEDs

Dieser Dimmer ist für Power-LEDs (z. B. Luxeon) ausgelegt, die eine relativ hohe Stromaufnahme aufweisen. Der Betriebsstrom solcher LEDs liegt je nach Typ zwischen 150 mA und 750 mA und muss genau eingehalten (begrenzt) werden, um die LED nicht zu beschädigen. Die Helligkeit wird durch eine PWM-Steuerung erreicht.

PC-Technik

Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR, Teil 2

Im zweiten Teil der Serie steigen wir in die ersten Schritte der AVR-Programmierung ein – unser myAVR-Board wird zunächst auf der Ausgabeseite zum Leben erweckt.

Bluetooth-Seriell-Umsetzer BSU 100

Schluss mit dem Kabelsalat am Computer, weg mit Kabeln zum Rechner, die ein schönes Wohnzimmer verunstalten. Dieser Bausatz ermöglicht Ihnen, serielle Kabelverbindungen durch eine Bluetooth-Funkverbindung zu ersetzen. Sowohl Geräte, die eine RS232-Schnittstelle enthalten, als auch Geräte, welche die serielle Schnittstelle mit TTL-Pegel betreiben, können umgerüstet werden. Der Bausatz hat die gleichen Abmessungen und die gleiche Belegung eines Verbindungssteckers wie das optisch getrennte USB-Modul UO 100, welches sehr erfolgreich in vielen Produkten eingesetzt wird. Am Beispiel des ALC 8500 wird gezeigt, wie ein Produkt umgerüstet wird. Abgerundet wird der Artikel mit einer Programmiersoftware für das Bluetooth-Modul, damit Sie es an Ihre eigene Anwendung anpassen können.

Info-Serien

So funktioniert's:

Satellitenempfang, Teil 11

Die Umrüstung von Verteilnetzen für TV und Radio auf die uneingeschränkt satellitentaugliche sternförmige Struktur mit Multischalter(n) im Sternpunkt erweist sich in älteren Gebäuden meist als aufwändig, teuer und unbequem. Am einfachsten ist es, die Satellitenprogramme auf das existierende Baumnetz zu bringen. Die Vielfalt der Möglichkeiten ist beachtlich, aber alle leiden unter dem Mangel an Übertragungsbandbreite und sind deshalb kompro-

missbehaftet. Wenn allerdings das Koax-Netz als Übertragungsmedium für Ethernet-basierte IP-Dienste herangezogen wird, ergeben sich völlig neue Perspektiven. All dies ist Thema dieser Folge.

Verstärkertechnik in der Audiowelt, Teil 4

In den letzten 3 Artikeln haben wir uns mit der Geschichte und der Schaltungstechnik von Audio-Leistungsverstärkern befasst. Im nächsten Heft wollen wir uns den verstärkenden Bauteilen, den Transistoren und den Operationsverstärkern widmen.