

ELV[®]journal



Modellsport



Höhenmesser für Flugmodelle

PC-Technik



Schöner computern-Case-Modding

Mini-Schaltungen



PIR-Hundeschreck
Hält Hunde und Katzen vom Garten und Grundstück fern

FUNK-WETTERSTATION

WS 300



Wetter-Willi
macht das Wetter

Mehr Wissen in Elektronik

Messtechnik

- USB-Temperatur-Feuchte-Messgerät
- GPS-Handnavigator

Haustechnik

- Wetterabhängige Markisensteuerung

PC-Technik

- USB-AD-Wandler
- PC-Entwicklerboards
- Case-Modding

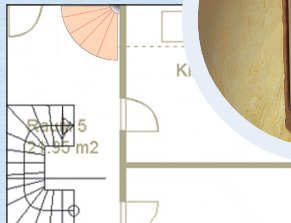
Weitere Highlights

- 6-Kanal-Akkuladegerät
- Mini-PIR-Modul
- Audio-Aufholverstärker

FS20 Das intelligente 868-MHz-Funkschalt-System

Das Funk-Fernschalt-System FS20 stellt ein nahezu beliebig ausbaubares System von Funkschaltern, Funkdimmern, Fernbedienungen und Funk-Steuergeräten dar - es macht Kabel-Installationen zur Haussteuerung vielfach überflüssig. Verschiedene Sendertypen erlauben das Fernsteuern (bis zu 100 m Freifeldreichweite!) unterschiedlicher Geräte wie z. B. Lampen, Ventilatoren, Markisen.

Komplette Raumüberwachung durch Eckmontage und Unterkriechschutz



2-/4-Kanal-Aufputz-Wandsender FS20 S4A

Batteriebetriebener Wandsender für die Funk-Steuerung von 2/4 Geräten. Einfache Montage durch Kleben oder Schrauben. Lieferung mit Batterien. Abm. (B x H x T): 78 x 78 x 15 mm.

36-476-49 **19,95**

Funk-Bewegungsmelder FS20 PIRI

Licht oder Musik automatisch einschalten, sobald Sie den Raum betreten. Mit dem FS20 PIRI ergeben sich eine Vielzahl von Möglichkeiten über die FS20-Empfänger verschiedenste Geräte zu schalten. • Komplette Raumüberwachung durch Wand-/Eckmontage und Unterkriechschutz • 2-Kanal-Funk-Bewegungsmelder (für innen) • Kanäle völlig unabhängig programmierbar • Einfache Nutzung durch eine Vielzahl vorprogrammierter Einstellungen • Dank Batteriebetrieb (3 Mignon, nicht im Lieferumfang) mobil einsetzbar. Batterielebensdauer bei typischer Anwendung: bis zu 2 Jahren! • Funk-Reichweite bis zu 100 m (Freifeld)

36-562-13 **39,95**



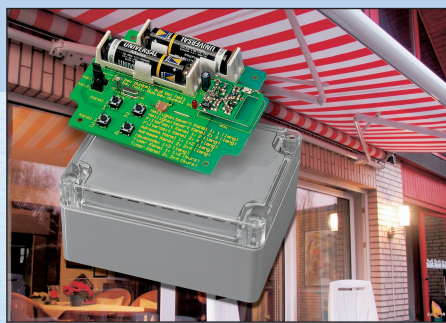
4-/8-Kanal-Handsender FS20 S8

Kompakter Handsender mit 8 Tasten für die wahlweise Bedienung von 4 Ein-/Aus-Funktionen mit je einem Tastenpaar oder 8 Funktionen mit jeweils einer Taste. Für Schalten, Dimmen und Spezialfunktionen. Lieferung mit Batterien.

Abm. (B x H x T): 45 x 106 x 16 mm. 36-386-36 **17,95**

10/20-Kanal-Handsender FS20 S20
Komfort-Handsender für die Ansteuerung von bis zu 20 Funktionen. Auch die Programmierung, z. B. für Gerätetimer und die Adressierung des Systems ist möglich. Individuell programmierbare Masterfunktion (z. B. alle Ein/Aus). Mit Beschriftungsfeld für Tastenbelegung und Batterien. Abm. (B x H x T): 55 x 152 x 18 mm. 36-386-42 **21,95**

Sender



Funk-Dämmerungssender FS20 SD

Batteriebetriebener Dämmerungssender mit zwei unabhängigen Schaltkanälen im wettergeschützten IP 65 Gehäuse. Für jeden der beiden Kanäle sind Helligkeitsschwelle, Filterzeit gegen häufiges Schalten im Übergangsbereich und die Schaltrichtung (Ein oder Aus) beim Wechsel von Hell zu Dunkel und umgekehrt einzeln einstellbar.

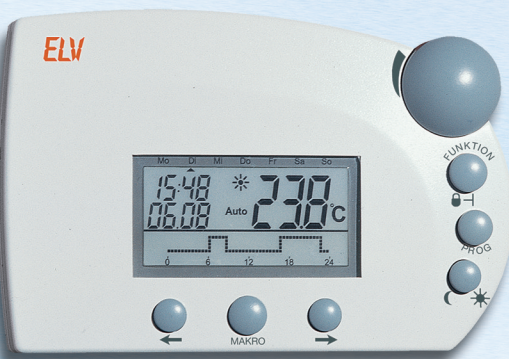
Alle Einstellungen, wie Adressierung, Codierung, Helligkeitsschwellen, Filterzeit, Schaltrichtung und Timerprogrammierung sind über wenige Tasten frei programmierbar. Helligkeitsbereich : 0,5 - 5000 Lux., Abm. (B x H x T) 115 x 90 x 55mm, Lieferung mit Batterien.

Komplettbausatz FS20 SD

36-528-07 **28,95**

Fertiggerät FS20 SD

36-536-70 **39,95**



Die Funktionsmerkmale der FHZ 1000

- Für die Steuerung von bis zu 15 Geräten des FS20-Systems programmierbar.
- Bis zu 4 Schaltzeiten proTag/pro Komponente programmierbar.
- Manuelle Ein- und Ausschaltmöglichkeit an Zentrale und Empfangsgeräten.
- Makrofunktion, um mehrere Funktionen in Folge auszuführen.
- Integrierte Quarzuhr für die Steuerung der Schaltzeiten sowie Uhrzeit- und Wochentagsanzeige

FHZ 1000

36-471-98 **79,95**



Funktimer FS20 ZE

Der kompakte, batteriebetriebene Funk-Timer FS20 ZE ermöglicht das Fernschalten aller Geräte des FS20-Funkfernchalt-Systems über eine Entfernung von bis zu 100 m. • Für die Steuerung von bis zu 4 Geräten • Bis zu 12 Schaltzeiten (Ein- oder Ausschalten) programmierbar • Manuelle Ein- und Ausschaltmöglichkeit • Bei Bedarf Deaktivierung einer programmierten Schaltzeit möglich • Zufallsfunktion • Betrieb mit 3 Mignonzellen (nicht im Lieferumfang)

Funktimer FS20 ZE

36-386-62 **34,95**

Funk-Einbau-/Unterputzmodule



FS20 S4U

2/4-Kanal-Unterputz-Sender

Die Alternative zu Aufputz-Funktastern.

36-562-10 **29,95**

FS20 DU

Funkgesteuerter Dimmer für UP-Montage

Dimmen und Schalten ganz komfortabel.

36-562-04 **36,95**

FS20 SU

Funkschalter für UP-Montage

Der Problemlöser für die unauffällige Montage eines Funkschalters.

36-562-07 **27,95**

Die neuen Unterputzkomponenten FS20 SU, FS20 DU und FS20 S4U bieten fantastische Möglichkeiten. Ihre bestehende Elektroinstallation inklusive der verwendeten Schalterserie mit dem FS20-System zu kombinieren. Einfach in eine normale UP-Installationsdose oder in z. B. einen Lampensockel montiert, können jetzt auch Deckenlampen oder andere Geräte funktionsgeschaltet oder gedimmt werden, wo herkömmliche Funkschaltsteckdosen bisher passen mussten. Hinzu kommt, dass die Unterputzmodule von außen nicht sichtbar sind und somit in jede Installation nachgerüstet werden können, ohne aufzufallen. • Einfache Installation direkt in der vorhandenen Schalter- oder Verteilerdose • Durch die kompakte Bauweise auch zum Direkteinbau in Verbraucher (z. B. Lampen) geeignet • Vorhandenen Wandschalter als Sender für zusätzliche Schalt- und Dimmerfunktionen verwenden • Schalterfunktionalität bleibt vollständig vorhanden

Funkdimmer FS20 DI20

Programmierbarer Funkdimmer für funktionsgesteuertes Schalten und Dimmen von ohmschen und induktiven Lasten (konventionelle Halogenlampentrafos mit NV-Ausgang) bis zu 200 VA (230 V/0,8 A).

Nicht für elektronische Trafos geeignet! Mit Timerfunktion. Abm. (B x H x T): 40 x 32 x 150 mm.

36-386-55 **28,95**



Funkdimmer FS20 DI22

Wie FS20 DI20, jedoch für **elektronische Trafos** und ohmschen Lasten (nicht für konventionelle Halogentrafos) bis zu 200 VA (230 V/0,8 A).

36-391-54 **34,95**



Spar-Set
34,95

36-477-50
4-Kanal-Handsender und
Funkschaltsteckdose

Funk-Schaltsteckdose FS20 ST

Eine zentrale Komponente des Systems, mikroprozessorgesteuert und wahlweise per Funk oder direkt am Gerät bedienbar. Mit Timerfunktion (1 s - 4,25 h). Schaltleistung 16 A bei 230 V AC (3680 VA).

36-386-69 **19,95**

Funk-Dimmer FS20 DI

Funktion und Einsatz wie Schaltsteckdose, jedoch mit Dimmfunktion bis 200 VA. Die Timerfunktion ist hier auch für sanftes, automatisches Auf- und Abdimmen nutzbar.

36-386-74 **24,95**

Empfänger



Funk-Aufputzschalter FS20 SA

Die Markisensteuerung ermöglicht das funktionsgesteuerte Aus- und Einfahren von elektrisch angetriebenen Markisen und Rollläden.

Sie wird einfach zwischen bisherigem Wandschalter und Antriebsmotor geschaltet. Dabei bleibt die manuelle Bedienmöglichkeit erhalten.

Das Ein- und Ausfahren kann sowohl manuell von einer beliebigen Fernbedienung des FS20-Systems aus erfolgen als auch zeitgesteuert durch einen internen programmierbaren Timer. Dabei ist die Ein-/Ausfahrzeit festlegbar (1 s bis 4,25 h). Die Schaltleistung der beiden Relaiskontakte (2 x UM) beträgt max. 2070 VA (230 V~/9 A). Abm. (B x H x T): 160 x 55 x 80 mm

36-391-48 **46,50**

IP 65 - Für Außeneinsatz



Funk-Aufputzschalter FS20 SA

Dieser Funkschalter verfügt über 2 Umschalt-Ausgänge, die über einen Fernbedienungskanal einer FS20-Fernbedienung oder zwei Tasten am Gerät selbst gesteuert werden. Drei Betriebsmodi erlauben das Einschalten eines Schaltausgangs, z. B. für die Dauer einer Tastenbetätigung, für eine programmierte Zeitdauer im Bereich von 1 s bis 4,5 h oder dauerhaft. Der FS 20 SA kann in eine stationäre Verkabelung eingefügt werden und direkt Lasten bis 16 A bei 230 V AC (3680 VA, 2 Umschaltkontakte) schalten. Vandalismus- und wettersichere Abdeckung. Abm (B x H x T): 171 x 121 x 55 mm.

Komplettbausatz

36-386-06 **49,95**

Fertiggerät

36-470-12 **59,95**



4-Kanal-Funk-Aufputzschalter FS20 AS4

Der programmierbare 4-Kanal-Funk-Aufputzschalter FS20 AS4 ermöglicht das funktionsgesteuerte Schalten von bis zu 4 Lasten zu je 3680 VA (230 V/16 A) über eine Entfernung von bis zu 100 m (Freifeldreichweite). Durch vier getrennt ansteuerbare Schaltkanäle sind auch verschiedene, unabhängige Schaltaufgaben lösbar. Der FS20 AS4 kann einfach in eine stationäre Verkabelung eingefügt werden. Die Bedienung kann sowohl am Gerät selbst als auch über eine Entfernung von bis zu 100 m von einer FS20-Fernbedienung aus erfolgen. Durch Unterbringung in einem wetterfesten Gehäuse mit der Schutzart IP 65 auch Außeneinsatz möglich.

FS20 AS4

36-461-35 **79,95**

Audiotechnik

- ▶ Aufholverstärker AHV 1000 42

PC-Technik

- USB-AD-Wandler UAD 8 26
- Entwicklungssystem für
Philips LPC900-Controller 46
- Schöner computern - Modding 67

Umwelttechnik

- USB-Temperatur-Feuchte-Messgerät, Teil 2 .. 6

Messtechnik

- GPS-Handnavigator GPN 100 51

Haustechnik

- ▶ PIR-Hundeschreck 22
- Wetterabhängige Markisensteuerung 62
- ▶ Bewegungsmeldermodul PIR 13 72

Modellsport

- Modellbau-Telemetriesystem 10

Stromversorgung

- ▶ LED-Konstantstromquelle 60
- Akku-Lade-Center ALC 9000 76

ELV-Serien

- So funktioniert's:
- Experimentieren mit Elektronik 15
- WS 300 -
Wettervorhersage in neuer Qualität 32
- Elektronik-Grundlagen:
Operationsverstärker, Teil 5 39

Rubriken

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

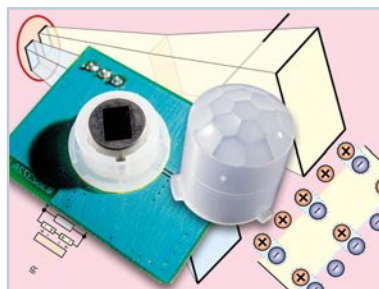
- ▶ besonders leicht nachbaubar



▲ **Akku-Lade-Center ALC 9000, Teil 1**
Hochwertiges Profi-Akkuladegerät mit 6 Ladekanälen,
besonderer Bedienergonomie,
Datenlogger-Funktion und
USB-PC-Schnittstelle
Seite 76



**Aufholverstärker ▶
AHV 1000**
Passt unterschiedliche
Pegel von Audiogeräten in
einem weit einstellbaren
Bereich an
Seite 42



◀ **Bewegungsmelder-
modul PIR 13**
Extrem kompaktes und
stromsparendes
Bewegungsmelder-Modul
für 360°-Erfassung - Einbau-
öffnung nur 13 mm!
Seite 72

**Entwicklungssystem ▶
für Philips LPC900-
Controller**
Emulator/Programmer
und Entwicklungssystem
für die Philips-Controller-
Reihe LPC 900 - mit
kompletter Software
Seite 46



◀ **GPS-Hand-
navigator
GPN 100**
Kleiner Handheld-
Navigator als
praktisch nutzba-
res Beispiel für
eigene GPS-
Applikationen
Seite 51



Modellbau-Telemetriesystem ▶
 Volle Kontrolle über diverse Zustände von Flugmodellen: Höhe, Steiggeschwindigkeit, Temperaturen und Akkuzustand
Seite 10

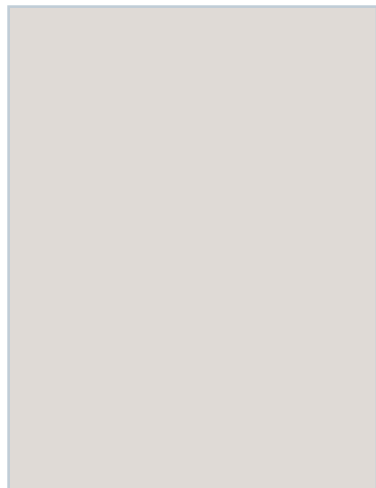
◀ **PIR-Hundeschreck**
 Schonendes, flexibel einsetzbares Abwehrsystem für lästige Tiere - betritt ein Tier den Erfassungsbereich, wird ein Ultraschallton abgestrahlt, der für das Tier unangenehm ist
Seite 22



Wetterabhängige ▶ Markisensteuerung
 Veranlasst das Einfahren von elektrisch betriebenen Markisen, sobald es zu regnen beginnt oder der Wind eine einstellbare Stärke überschreitet
Seite 62



◀ **Schöner computern - Modding**
 Was man aus PCs machen kann: illuminierte Blickfang, verbesserte Funktionalität und Geräuschdämmung
Seite 67

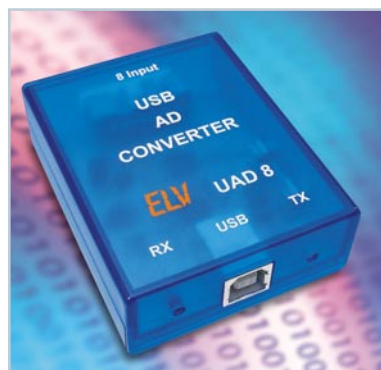


◀ **USB-Temperatur-Feuchte-Messgerät, Teil 2**
 Tragbares Präzisionsmessgerät für die genaue Erfassung von Temperatur und Luftfeuchte mit abgesetztem Sensor. Auch als Datenlogger mit einstellbarem Aufzeichnungsintervall einsetzbar
Seite 6



▲ **WS 300 - Wettervorhersage in neuer Qualität**
 Die neue ELV-Wetterstation mit komplexer, visueller Wetter-Anzeige/Vorhersage, neuer Sensortechnik und Internet-Preview wird ausführlich vorgestellt
Seite 32

LED-Konstantstromquelle ▶
 Universalschaltung für den sicheren Betrieb von Leuchtdioden bei verschiedenen Betriebsspannungen
Seite 60



◀ **USB-AD-Wandler**
 Für die einfache Messwertaufnahme an 8 Analog-Eingangskanälen (0 bis 2,5 V), Digitalisierung und Weitergabe an den PC per USB
Seite 26

Experimentieren ▶ mit Elektronik
 Moderne Elektronik-Experimentiersysteme dienen der Ausbildung ebenso wie der Laborpraxis in der Industrie
Seite 15





USB-Temperatur-Feuchte-Messgerät Teil 2

Das TFM 100 dient als transportables Gerät zur genauen Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchte sowie zur Speicherung dieser Daten.

Zusätzlich lässt sich das Gerät als Datenlogger mit einstellbarem Aufzeichnungsintervall einsetzen. Die gespeicherten Werte sind mit der zugehörigen Windows-Software über die USB-Schnittstelle des TFM 100 auslesbar.

Im zweiten Teil beschreiben wir den Nachbau des Gerätes sowie die zugehörige Software.

Nachbau

Im TFM 100 kommen vorwiegend SMD-Komponenten für die Oberflächenmontage zum Einsatz. Die Verarbeitung von SMD-Bauteilen setzt jedoch Lötterfahrung und eine besonders sorgfältige Arbeitsweise voraus. Weiterhin ist ein Minimum an Spezialwerkzeugen für die Verarbeitung der winzigen Bauteile Voraussetzung. So sind ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze und eine gute Pinzette zum Fassen und Positionieren der kleinen Teile erforderlich. Außerdem sollten dünnes SMD-

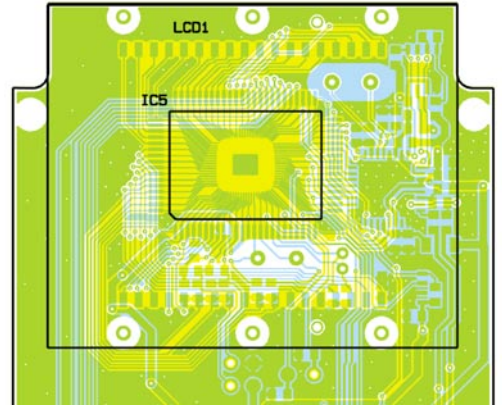
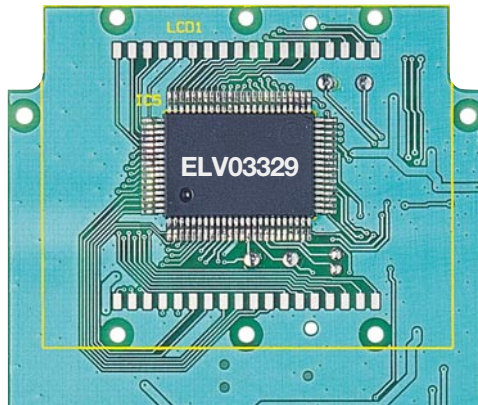
Lötzinn und Entlötsauglitze nicht fehlen. Schließlich leistet eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe hier gute Dienste, um die nicht einfache Positionierung der kleinen Bauteile zu erleichtern.

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem neben dem Display einzigen Bauelement auf der Bestückungsseite (BS), dem Single-Chip-Mikrocontroller IC 5. Aufgrund der insgesamt 80 Anschlusspins und dem damit verbundenen geringen Pinabstand ist der Verarbeitung dieses Bauteils besondere Sorgfalt zu widmen. Ganz wichtig ist hier, wie bei allen gepolten Bauelementen, die Beachtung der korrek-

ten Einbaulage. Denn es ist nahezu unmöglich, einen versehentlich mit falscher Polarität eingebauten Mikrocontroller ohne Beschädigung wieder von der Leiterplatte zu entfernen.

Zuerst wird an einer beliebigen Gehäusecke ein Lötpad der Leiterplatte vorverzinkt und dann der Prozessor polaritätsrichtig exakt positioniert. Nach dem Verlöten dieses Anschlusspins ist sorgfältig zu überprüfen, ob alle weiteren Anschlüsse exakt mittig auf den zugehörigen Löt pads aufliegen. Bereits eine geringe Verschiebung hat die Folge, dass sich die übrigen Pins in der Reihe nicht ordnungsgemäß

Teilausschnitt der Basisplatine von der Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan



verlöten lassen. Weiterhin ist die Gefahr von Lötzinnbrüchen sehr groß. Wenn der Prozessor exakt positioniert ist, werden alle weiteren Anschlusspins verlötet. Zweckmäßigerweise beginnt man hier mit dem Pin, welches dem zuerst verlöteten Pin diagonal gegenüberliegt, um eine sichere Fixierung zu gewährleisten. Sollte dabei versehentlich Lötzinn zwischen die Prozessoranschlüsse laufen, so ist dieses überschüssige Lötzinn mit Entlötlitze abzusaugen. Nach einer gründlichen Überprüfung mit einer Lupe oder Lupenleuchte auf ordnungsgemäße Lötstellen und eventuelle Schlüsse zwischen den Pins wenden wir uns der zweiten Platinenseite, der Lötseite (LS), zu.

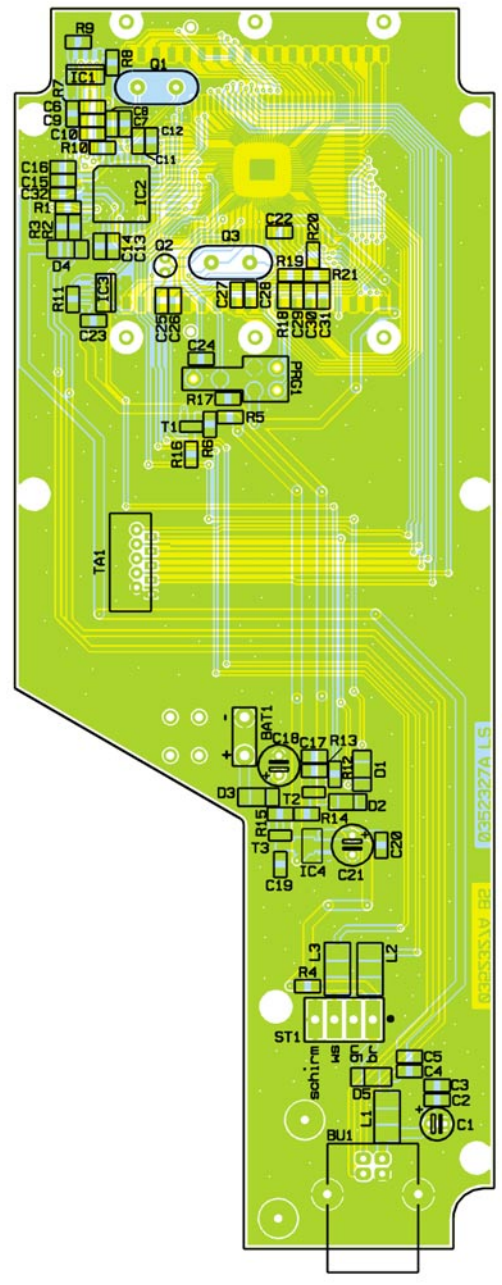
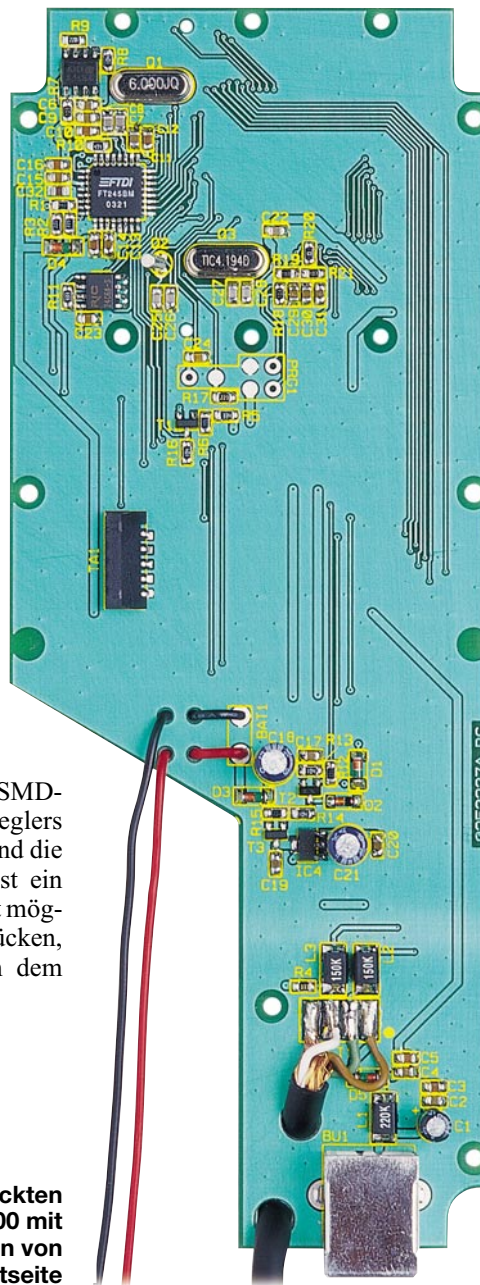
Auf der Lötseite werden im nächsten Arbeitsschritt alle ICs in der gleichen Weise wie der Prozessor aufgelötet. Die korrekte Polarität ist bei SMD-ICs daran zu erkennen, dass die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite leicht angeschrägt oder mit einer Vertiefung markiert ist. Diese Gehäuseseite muss mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen. Überschüssiges Lötzinn ist auch hier am einfachsten mit Entlötlitze wieder zu entfernen.

Danach erfolgt das Bestücken der SMD-Transistoren und des Spannungsreglers (IC 4). Durch die Pinkonstruktion und die entsprechende Lage der Löt pads ist ein verpoltes Bestücken eigentlich nicht möglich. Die Bauteile sind so zu bestücken, dass ihre Beschriftung auch nach dem Auflöten lesbar bleibt.

Weiter geht es dann mit den SMD-Widerständen, deren Wert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist. Auch hier ist zunächst ein Anschluss zu verlöten und nach Kontrolle der exakten Lage der zweite Anschluss.

Vorsicht ist bei der Verarbeitung der

nun folgenden SMD-Kondensatoren geboten. Diese Bauteile besitzen keinerlei Kennzeichnung und sind daher leicht zu verwechseln. SMD-Kondensatoren sollten deshalb erst direkt vor der Verarbeitung einzeln aus der Verpackung entnommen werden.



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des TFM 100 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Jetzt sind die SMD-Dioden zu bestücken. Diese sind an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet, der mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss.

Abschließend erfolgt die Bestückung der SMD-Spulen.

Damit sind dann alle SMD-Komponenten bestückt. Eine grundsätzliche Sichtkontrolle hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern sollte bereits an dieser Stelle erfolgen.

Die jetzt noch fehlenden bedrahteten Bauelemente sind wesentlich einfacher zu verarbeiten. Sie werden von der Lötseite

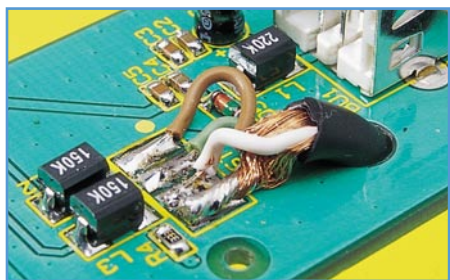


Bild 9: Zuordnung der Adernfarbe

aus bestückt und auf der Bestückungsseite verlötet.

Nach dem Einlöten der Quarze Q 1, Q 2 und Q 3 sind die Elektrolyt-Kondensatoren an der Reihe. Wichtig ist bei den üblicherweise am Minuspol gekennzeichneten Elkos das polrichtige Einsetzen. Auf der Bestückungsseite werden danach alle überstehenden Drahtenden abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen. Die USB-Buchse BU 1 und die Buchse für die Folientastatur müssen vor dem Verlöten der Anschlusspins plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen.

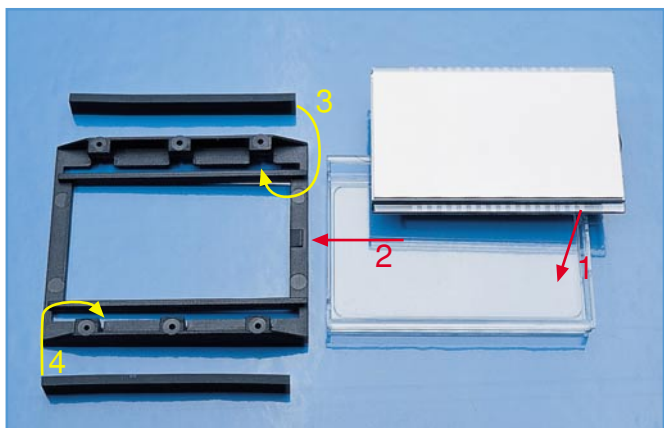


Bild 10: Montage des Displays

Verdrahtung

Die Anschlussleitungen des 9-V-Batterieclips sind vor dem Verlöten zur Zugentlastung durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu fädeln, wie es auf dem Platinenfoto zu sehen ist. Das Gleiche gilt für den Anschluss des komplett vormontiert gelieferten Temperatur-Feuchte-Sensors (TFM 100S). Vor dem Einfädeln der Sensorleitung ist das Sensorkabel durch die Abschlussplatte des Gehäuses (Richtung beachten!) hindurch zu führen, die das Gehäuse unten verschließt. Weiterhin ist beim Anschluss des Sensors auf die Einhaltung der Zuordnung der Adernfarben zu achten. An dem mit einem Punkt markierten Pad der Stiftleiste 1 (ST 1) ist die braune Leitung des Sensors anzuschließen. Weiter geht es mit der grünen Leitung, dann der weißen Leitung und abschließend dem Schirm, wie es auch aus dem Bestückungsdruck und dem Detailfoto (Abbildung 9) ersichtlich ist. Die Schirmleitungen der einzelnen Adern sind zu einer Leitung zu verdrillen, sie werden gemeinsam am Lötpad „Schirm“ verlötet.

Displaymontage

Nun wenden wir uns wieder der Prozessorseite der Leiterplatte zu, wo noch das Display zu montieren ist. Dazu wird dieses so in den Klarsicht-Halterahmen gelegt, dass die Glasverschweißung an der linken Displayseite (Abbildung 10) in die zugehörige Aussparung des Rahmens ragt. Dann ist der Befestigungsrahmen von der rechten Seite her aufzuschieben und mit zwei Leitgummistreifen zu bestücken. Die Montage der zusammengebauten Displayeinheit auf der Leiterplatte erfolgt durch vorsichtiges und gleichmäßi-

Stückliste: Temperatur-Feuchte-Messgerät

Widerstände:

0 Ω/SMD	R20
22 Ω/SMD	R2, R3
470 Ω/SMD	R10
1,5 kΩ/SMD	R1
2,2 kΩ/SMD	R9
10 kΩ/SMD	R7, R18, R19, R21
22 kΩ/SMD	R17
33 kΩ/SMD	R4, R11
100 kΩ/SMD	R8, R13, R14, R16
220 kΩ/SMD	R12, R15
330 kΩ/SMD	R5
1 MΩ/SMD	R6

Kondensatoren:

22 pF/SMD	C25–C28
33 pF/SMD	C7, C8
1 nF/SMD C3, C5, C10, C12, C14, C16	
33 nF/SMD	C32
100 nF/SMD	C2, C4, C6, C9, C11, C13, C15, C17, C19, C20, C22, C23, C29–C31
470 nF/SMD	C24
1 µF/100V	C18, C21
10 µF/16V	C1

Halbleiter:

ELV03346/SMD	IC1
FT245BM	IC2
FM24C64/SMD	IC3
HT7150/SMD	IC4
ELV03329	IC5
BC858C	T1, T3
BC848C	T2
BAT43/SMD	D1, D3–D5
LL4148	D2
LC-Display	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 6 MHz, HC49U4	Q1
Quarz, 32,768 kHz	Q2
Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 ...	Q3
SMD-Induktivität, 22 µH	L1
SMD-Induktivität, 15 µH	L2, L3
USB-B-Buchse, winkelprint	BU1
Folientastatur, 8 Tasten, selbstklebend	TA1
9-V-Batterieclip	BAT1
1 Temperatur-Feuchte-Sensor TFM100S, komplett	
1 3,5"-Diskette TFM-100-Software	
1 Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	

ges Verschrauben mit sechs Knipping-schrauben der Größe 2,0 x 6 mm. Nach der Montage befindet sich der Mikrocontroller unter dem Display.

Gehäusemontage

Jetzt ist die Folientastatur mit eingelegerter Tastaturbeschriftung auf die richtige Position auf der Außenseite der Gehäuse-

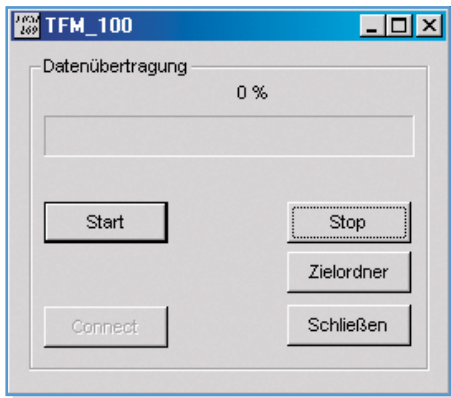


Bild 11: Das Grundmenü der TFM-100-Windows-Software

oberschale zu kleben und an die zugehörige Buchse (TA 1) der Leiterplatte anzuschließen. Die Leiterplatte wird nun lage-richtig in die Gehäuseoberschale eingelegt, Stirn- und Abschlussplatte werden positioniert. Sechs Knippingschrauben (2,2 x 5 mm) dienen nun zur Befestigung der komplett fertig gestellten und verkabelten Leiterplattenkonstruktion. Daraufhin ist die Gehäuseunterschale aufzulegen und mit der Oberschale zu verschrauben. Hierfür werden die 4 selbstschneidenden Schrauben der Größe 2,5 x 8 mm benötigt.

Erster Test

Nach Anschluss einer 9-V-Blockbatterie kann ein erster Funktionstest des Gerätes erfolgen. Das TFM 100 ist einzuschalten, es zeigt daraufhin die aktuell gemessene Temperatur an. Die Anzeige „Err“ signalisiert einen fehlerhaften Anschluss des Temperatur-Feuchte-Sensors.

Windows-Software

Für die Datenlogger-Funktion des TFM 100 steht eine Windows-Software zum Auslesen der mit dem TFM 100 aufgezeichneten Log-Daten zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Software erfolgt die Übertragung der aufgezeichneten Temperatur- und Feuchte-Messwerte zu einem über die USB-Schnittstelle angeschlossenen Windows-PC. Die Daten werden in einem Dateiformat (*.slk) abgespeichert, das mit einem Tabellenkalkulationsprogramm weiter verarbeitet werden kann. Somit ist es möglich, die gesammelten Daten zu speichern, auszudrucken oder in eine Kennlinie umzusetzen. Die Windows-Software befindet sich auf der dem Bausatz beiliegenden Diskette.

Installation

Vor dem Starten der TFM-100-Installations-Software ist das Messgerät über ein normales USB-Verbindungskabel an eine freie USB-Schnittstelle des PCs oder eines USB-Hubs anzuschließen.

Das Messgerät startet, und auf dem Dis-

play wird „On USB“ angezeigt. Zur gleichen Zeit erkennt der PC das angeschlossene TFM 100 und verlangt nach kurzer Zeit einen USB-Treiber. Dieser Treiber (ftd2xx.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programmdiskette.

Anschließend ist von der Diskette die Installationsroutine (setup.exe) zu starten. Ein Installationsmanager führt durch die gesamte Installation der TFM-100-Windows-Software. Die Readme.txt-Datei auf der Diskette erklärt die Setup-Bedienung für das jeweilige Betriebssystem.

Bedienung

Nach erfolgreicher Installation der TFM-100-Windows-Software startet diese automatisch. Es erscheint das Grundmenü der TFM-100-Windows-Software (Abbildung 11). Beim Starten der Software erfolgt automatisch die Konfiguration der USB-Schnittstelle. Eine fehlerhafte Konfiguration wird durch eine Fehlermeldung signalisiert. In diesem Fall ist die USB-Verbindung erneut herzustellen und die Konfiguration der USB-Schnittstelle über den Button „Connect“ zu starten.

Wie bereits erwähnt, können die aufgezeichneten Logger-Daten mit Hilfe der TFM-100-Windows-Software ausgelesen und abgespeichert werden. Über den Button „Zielordner“ lässt sich ein Zielordner auswählen und ein Name für die Datei vergeben.

Durch Betätigung des Buttons „Start“ wird die Übertragung gestartet. Ein daraufhin erscheinender Fortschrittsbalken gibt den Stand der Übertragung an. Nach der Daten-Übertragung ist die TFM-100-Windows-Software zu schließen. Die ge-

sammelten Daten können dann mit einem Tabellenkalkulationsprogramm bearbeitet werden. In der Abbildung 12 ist ein mit dem Tabellenkalkulationsprogramm „Excel“ geöffneter Datensatz dargestellt. In der Spalte „A“ ist die laufende Nummer zu sehen. Die Spalte „B“ zeigt die fortlaufende Intervallzeit an, die im abgebildeten Beispiel auf 1 Minute eingestellt ist. In den Spalten „C“ und „D“ steht der jeweilige Messwert (Temperatur/Feuchte).

Zur Ermittlung der realen Aufzeichnungszeit, beispielsweise um den Messwert von 09:46 Uhr zu ermitteln, ist in die Spalte „F“ die Logger-Startzeit einzugeben (Hinweis: Startzeit des Datenloggers bitte notieren!). Zuvor formatiert man die Zellen der Spalten „E“ und „F“ unter dem Menüpunkt „Zellen formatieren/Zahlen/Benutzerdefiniert“ auf hh:mm:ss (Stunden:Minuten:Sekunden). Die Startzeit ist auf alle Zeilen der Spalte „F“ zu kopieren. Daraufhin erfolgt die Addition der Spalte „Startzeit“ (Spalte „F“) und der Spalte „Intervallzeit“ (Spalte „B“) sowie das Schreiben des Ergebnisses in Spalte „E“. Hier steht jetzt die Uhrzeit, an der die Messwerte aufgezeichnet wurden. Weiterhin lassen sich die Werte über die üblichen „Excel-Funktionen“ in Kennlinien umsetzen.

Abschließend bleibt festzustellen, dass mit dem Temperatur-Feuchte-Messgerät TFM 100 sowie der zugehörigen Software ein leistungsfähiges, präzises und dennoch handliches Mess-System für Temperaturen und Luftfeuchtwerte zur Verfügung steht, das insbesondere durch die integrierte Datenlogger-Funktion hervorsteicht und so auch Langzeitaufzeichnungen an einem Messobjekt erlaubt. **ELV**

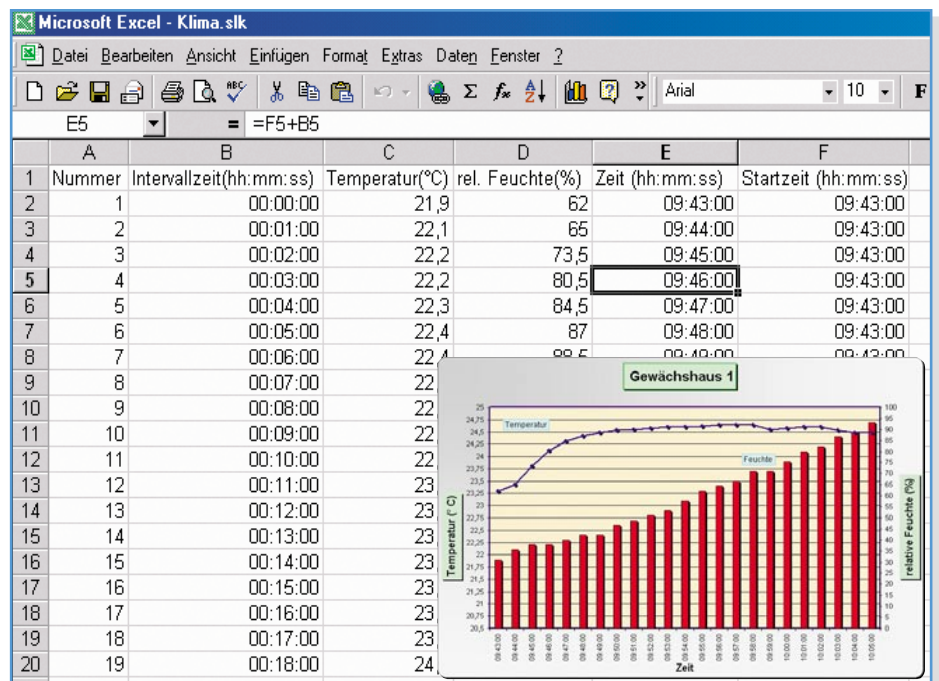


Bild 12: Ein mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel geöffneter Temperatur-Feuchte Datensatz



Modellbau- Telemetriesystem Teil 1

Wer Modellsport betreibt, trägt immer eine gewisse Verantwortung für das Modell, das er steuert. Bei Flugmodellen ist diese Verantwortung besonders groß, weil ein unkontrollierter Absturz große Schäden verursachen kann. Nicht nur das eigene Flugmodell ist gefährdet, sondern auch andere Personen und Gegenstände können verletzt oder beschädigt werden. Mit dem neuen Vario-Altimeter VAM 300 verfügt jeder Pilot eines Flugmodells über einen zusätzlichen Schutz. Es zeigt dem Piloten während des Fluges wichtige Daten des Flugmodells an. Dazu gehören neben der Flughöhe auch die Spannung des Empfängerakkus und verschiedene Temperaturen. So kann der Pilot Probleme am und im Modell schon während des Fluges erkennen und rechtzeitig reagieren. Bis zu vier dieser Telemetriesysteme sind parallel betreibbar.

Kontrolle ist besser ...

Ein Höhenmesser gehört zur Mindestausstattung eines jeden Flugzeug-Cockpits. Besonders im Segelflug ist zusätzlich ein Variometer für den Piloten hilfreich. Das Variometer zeigt die Steig- und Sink-

rate des Flugzeugs an. Dadurch ist es dem Segelflug-Piloten möglich, die Thermik der Umgebung gezielt auszunutzen. Auch motorisierte Flugzeuge sind mit Variometern ausgestattet, obwohl sie nicht auf die Thermik angewiesen sind. Der Pilot nutzt das Variometer aber trotzdem, um z. B. bei der Landung kontrolliert zu sinken.

Auch im Modellflug finden Höhenmesser und Variometer als Hilfsmittel ihre Verwendung. Eine wichtige Voraussetzung ist dabei natürlich die Funkübertragung vom Flugmodell zum Boden. Das VAM 300 nutzt dazu das 433-MHz-Band. Zusammen mit dem Telemetriesender VAT 300 entsteht eine Funkstrecke als Rückkanal

zwischen dem Modell und seinem Piloten. Diesen Rückkanal nutzt das VAM 300 nicht nur zum Überwachen der Flughöhe, sondern auch für andere Messwerte, die der Telemetriesender VAT 300 im Modell erfasst. Die Spannung des Akkus, der den VAT 300 speist (z. B. Empfängerakku), wird gemessen und übertragen. Der VAT 300 verfügt außerdem über einen externen Temperaturfühler, der an einem beliebigen Ort im Modell platziert werden kann. So kann man z. B. die Temperatur von Motor oder Flugakku überwachen. Diese externe Temperatur und die Temperatur innerhalb des VAT 300 werden ebenfalls übertragen.

Bisher haben hauptsächlich Modell-Segelflieger auf diese Technik zurückgegriffen, mit den neuen Funktionen des VAM 300 ist das Überwachen des Flugmodells nun auch für Motorflieger interessant geworden. Das geringe Gewicht und die kompakte Bauform machen den universellen Einsatz möglich.

Damit der Pilot sein Modell nicht aus den Augen verliert, gibt das VAM 300 seine Daten nicht nur auf dem LC-Display des Gerätes aus. Der Telemetrie-Empfänger generiert auch verschiedene akustische Signale, die man entweder über den integrierten Piezo-Signalgeber oder einen anschließbaren Ohrhörer hören kann. Dabei legt der Pilot mittels einstellbarer Alarme vorher fest, bei welchen Bedingungen er durch akustische Signale informiert werden möchte. Neben den Alarmen, die von den Messwerten im Flugmodell abhängig sind, lässt sich mit der eingebauten Stoppuhr ein zeitlicher Alarm, etwa für die Flugdauer mit einer Tankfüllung, festlegen. Die Alarme bestehen aus unterschiedlichen Tonfolgen, so dass der geübte Benutzer

auch ohne einen Blick aufs Display weiß, um welches Problem es sich im Alarmfall handelt. Zusätzlich wird das Display im Alarmfall auf die Messgröße umgeschaltet, die den Alarm ausgelöst hat.

Eine weitere Neuerung beim VAM 300 ist das Zeitmultiplexverfahren, mit dem sich bis zu 4 Telemetriesysteme einen Funkkanal teilen. Auf einem Modellflugplatz, wo mehrere dieser Telemetriesysteme betrieben werden, kann der Pilot vor Beginn des Fluges mit dem VAM 300 einen freien Zeitmultiplexkanal ermitteln und seinen Telemetriesender mittels DIP-Schaltern auf diesen einstellen. So ist es möglich, bis zu 4 Telemetriesysteme parallel zu betreiben.

Funktionsprinzip

Zum Erreichen einer guten Qualität bei einem Modellbau-Telemetriesystem kommt es unter anderem darauf an, die Funktionen der einzelnen Komponenten den Anforderungen für den Einsatz im Modellflug anzupassen. Besonders hohe Anforderungen gibt es für den Telemetriesender VAT 300. Weil dieser im Flugmodell untergebracht werden muss, sollten seine Abmessungen und sein Gewicht trotz der zahlreichen Funktionen möglichst klein gehalten werden. Natürlich muss er so konstruiert sein, dass er auch den zahlreichen mechanischen Belastungen während Flug und Landung standhält.

Höhenmesser

Die einfachste Möglichkeit zum Ermitteln der aktuellen Höhe ist das Messen des Luftdrucks. Der Luftdruck in der Atmosphäre ändert sich mit der Höhe. Das Gewicht der Atmosphäre, die die Erde umgibt, erzeugt den Luftdruck. Am Meeresspiegel wird die Luft durch die Last des atmosphärischen Drucks stärker zusammengepresst als in größeren Höhen. Infolgedessen ist die Relation zwischen Druck und Höhe eine nichtlineare Funktion. Am Meeresspiegel verringert sich der Druck um 7 mbar pro 100 Meter Höhenzuwachs. Bei 8848 Meter Höhe (höchster Punkt auf der Erde) beträgt der Luftdruck ca. 310 mbar.

Ein Höhenmesser wandelt den Luftdruckwert dementsprechend in eine Höhenangabe um.

Meteorologische Veränderungen (z. B. der Durchzug von Hoch- und Tiefdruckgebieten) beeinflussen allerdings die Messung erheblich. Eine zuverlässige Aussage über die absolute Höhe über Normalnull (Meeresspiegel) wird dadurch erschwert. Dieses Problem ist für den Einsatz im Modellflug allerdings kaum relevant. Vor dem Start wird der Höhenmesser einfach auf null gesetzt.

Dabei misst der Höhenmesser den aktuellen Luftdruck und benutzt diesen als Bezugswert für die späteren Höhenangaben. So wird die Genauigkeit der Messung nur noch von meteorologischen Veränderungen während des Fluges beeinflusst. Während eines Fluges von 15 Minuten Dauer kann das Ergebnis der Höhenmessung je nach Wetteränderung aber nur geringfügig abweichen.

Die ersten Höhenmesser wurden als einfache Zeigerinstrumente aufgebaut, die mit Hilfe einer geschlossenen Druckdose die Stellung des Zeigers verändern.

Diese Technik ist für den Modellflug ungeeignet, weil Größe und Gewicht nicht den Anforderungen entsprechen und die gemessenen Werte nur schwer in ein Funk-signal umgewandelt werden können.

Die neueste Generation von Höhenmessern benutzt zum Ermitteln der Höhe die GPS-Signale, die auch für Navigationssysteme verwendet werden. Diese Messungen sind sehr genau und unabhängig von meteorologischen Veränderungen. Solche Höhenmesser kommen in heutigen Flugzeugen zum Einsatz. Für den Modellflug sind sie jedoch ebenfalls ungeeignet, da für einen zuverlässigen Empfang ein GPS-Modul erforderlich ist, das ein hohes Gewicht und hohen Stromverbrauch mit sich bringt. Außerdem ist der Preis eines GPS-Höhenmessers wesentlich höher als der eines Luftdruckhöhenmessers.

Im VAT 300 kommt daher ein elektronischer Drucksensor zum Einsatz. Der MS5534A von Intersema ist ein Drucksensor-IC mit einem Messbereich von 300 bis 1100 mbar. Durch seine integrierte Bauweise und das geringe Gewicht ist er für den Einsatz im Modellflug gut geeignet.

Mikrocontroller

Ein Mikrocontroller Atmel Mega 8 L steuert den VAT 300. Das Messen von Akkuspannung und Temperatur wird mit Hilfe des Analog-Digital-Wandlers realisiert, der bereits im Atmel Mega 8 L integriert ist. So werden Bauteile eingespart und damit das Gewicht niedrig gehalten.

Zum Senden der gemessenen Daten über Funk ist das bekannte 433,92-MHz-Funkmodul HFS 300 von ELV eingebaut. Zusammen mit dem passenden Superhet-Empfänger HFS 302 im VAM 300 lassen sich Reichweiten von bis zu 500 m (Freifeldreichweite) erzielen.

Datenübertragung im Zeitmultiplexverfahren

Damit sich bis zu 4 Telemetriesysteme einen Funkkanal teilen können, dürfen die Telemetriesender nicht dauerhaft auf ihrer Trägerfrequenz senden. Um das zu ver-

Technische Daten:

Allgemein

Funkfrequenz: 433,92 MHz

Messbereiche:

relative Flughöhe: .. -1000 bis 1000 m

Stoppuhr: bis 99:59 (min:sek)

Temperatur extern: 0–100 °C

Temperatur intern: 0–60 °C

Spannung: 4–15 V

VAT 300

Spannungsversorgung: 4–15 V

Stromaufnahme: max. 30 mA

Abm. (B x H x T): .. 40 x 13 x 55 mm

Gewicht inkl. Temperaturfühler:
ca. 28 g

VAM 300

Spannungsversorgung:

9-V-Blockbatterie

Mittlere Stromaufnahme: .. ca. 2,5 mA

Batterielebensdauer: ca. 200 h

Abm. (B x H x T): 71 x 172 x 28 mm

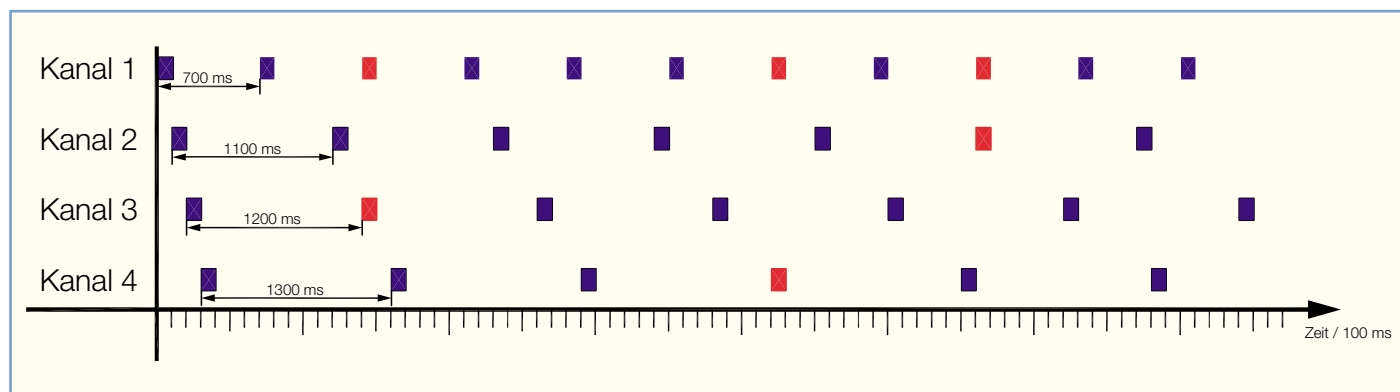


Bild 1: Kanalverteilungs-Beispiel für das Zeitmultiplexverfahren beim Einsatz mehrerer Telemetriesysteme

hindern, komprimiert der VAT 300 seine gemessenen Daten zu kurzen Datenpaketen, die über das Funkmodul innerhalb von ca. 100 ms gesendet werden. Die Datenblöcke von 100 ms Länge müssen von den einzelnen Telemetriesendern so gesendet werden, dass sie sich möglichst nicht überschneiden. Die VAT 300 verfügen über keinen eigenen Empfänger, so dass sie nicht feststellen können, ob ein anderer Sender gerade aktiv ist. Daher müssen die Abstände der gesendeten Datenblöcke so gewählt werden, dass auch bei unsynchronisierten Telemetriesendern möglichst wenige Datenblöcke durch Überlagerung mit anderen unbrauchbar werden.

Für die 4 Kanäle der VAT-300-Telemetriesender wurden 700 ms, 1100 ms, 1200 ms und 1300 ms als Sendeperioden gewählt. Werden alle 4 Kanäle gleichzeitig betrieben, so bleiben ca. 75 % aller Datenblöcke fehlerfrei. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für den Ablauf der Funkübertragung bei 4 parallel betriebenen Telemetriesystemen.

Kanal 1 ist mit seinen kurzen Intervallen von 700 ms prinzipiell zu bevorzugen. Auf Kanal 4 fällt die mittlere Stromaufnahme des VAT 300 durch die langen Intervalle von 1300 ms am geringsten aus, die Aktualisierungsrate der Anzeige des VAM 300 ist zwar entsprechend der langen Intervallzeit eher gering, aber immer noch ausreichend für Reaktionen seitens des Modellpiloten.

In den Datenpaketen ist die jeweilige Kanalnummer enthalten. Nach dieser Kanalnummer filtert das VAM 300 die Datenpakete und wertet nur die Pakete aus, die zum aktuell gewählten Kanal gehören. Die Datenpakete sind zusätzlich mit einer Checksumme abgesichert. Wenn die übertragene Checksumme nicht mit der im VAM 300 errechneten Checksumme übereinstimmt, werden die Daten des jeweiligen Datenpakets verworfen. So vermeidet man, dass Daten angezeigt werden, die aufgrund von Kollisionen durch das Zeit-

multiplexverfahren oder durch andere Übertragungsfehler verfälscht sind.

Einbau in das Flugmodell

Der Telemetriesender VAT 300 wird im Flugmodell untergebracht. Zur Montage eignen sich z. B. selbstklebender Klettverschluss, Gummibänder oder ähnliche Befestigungen, wie sie auch für Empfänger von Fernsteueranlagen benutzt werden. Am Einbauort sollten neutrale Luftdruckverhältnisse herrschen. Der VAT 300 sollte also nicht dort eingebaut werden, wo er Luftdruckänderungen, z. B. vom Antriebssystem oder den Flügeln oder Leitwerken ausgesetzt ist oder wo Lüftungsschlitze die Luft aus der Flug-

strömung ins Innere leiten. Außerdem sollte der Einbauort so gewählt werden, dass die Funksignale in Richtung Boden nicht durch elektrisch leitfähige Gegenstände, z. B. Elektromotor, Flugakku oder gar metallische Bespannfolien abgeschirmt werden.

Die Spannungsversorgung wird entsprechend den Gegebenheiten im jeweiligen Flugmodell realisiert. Mit dem Standard-JR-Servoanschlusskabel (Plus am Mittenanschluss) ist der VAT 300 sehr einfach mit einem freien Servoanschluss des Empfängers zu verbinden. Ist am Empfänger kein Anschluss mehr frei, so kann man den Telemetriesender über ein entsprechendes Schalterkabel, z. B. von Futaba, oder ein Y-Kabel anschließen.

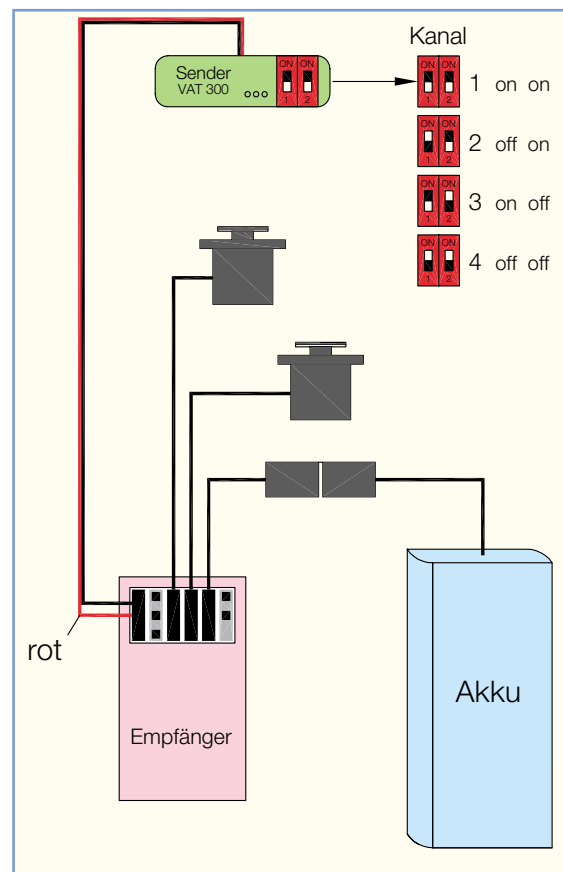


Bild 2: So wird das VAT 300 an die Fernsteueranlage des Modells angeschlossen. Oben ist die Zuordnung der DIP-Schalterstellungen zu den Übertragungskanälen zu sehen.

In jedem Fall übermittelt der VAT 300 dem Vario-Altimeter VAM 300 die Spannung des Akkus, der den VAT 300 speist. Diese Spannung muss im Bereich von 4 bis 15 V liegen. Falls die Polarität der Versorgungsspannung falsch ist, funktioniert der VAT 300 nicht – er ist verpolgeschützt. Nach dem Umpolen sollte der VAT 300 wieder funktionieren.

Der externe Temperaturfühler kann an einem beliebigen Ort im oder am Flugmodell befestigt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Messbereich des externen Temperaturfühlers 0 bis 100 °C beträgt. Durch Über- oder Unterschreiten dieses Temperaturbereiches wird der Temperaturfühler unter Umständen beschädigt – also nicht etwa als Abgastemperaturfühler beim Verbrennermotor einsetzen! Eine Beschädigung des VAT 300 durch einen defekten Temperaturfühler ist jedoch nicht zu erwarten.

Bedienung

Sowohl der Telemetriesender VAT 300 als auch das Vario-Altimeter VAM 300 haben verschiedene Bedien- und Einstellfunktionen. Die Geräte sind so aufgebaut, dass die Bedienung über die einfache Menüstruktur nach dem ersten Kennenlernen weitestgehend selbsterklärend ist. Im Folgenden wird die Bedienung und Inbetriebnahme ausführlich erklärt.

VAT 300

Wenn keine weiteren Telemetriesysteme parallel betrieben werden sollen, ist der VAT 300 mit seinen DIP-Schaltern auf Kanal 1 einzustellen. Abbildung 2 zeigt neben dem Anschluss des VAT 300 im Modell die Zuordnung der DIP-Schalter zu den einzelnen Kanälen. Die Datenübertragungsrates ist, wie bereits beschrieben, auf Kanal 1 am höchsten, daher ist dieser Kanal bevorzugt zu verwenden. Das Wechseln des Kanals mit den DIP-Schaltern ist auch während des Betriebs erlaubt.

Wenn sich das Flugmodell am Startplatz befindet, kann die Spannungsversorgung hergestellt werden. Der VAT 300 kalibriert sich nun selbst auf null Meter Höhe. Das Kalibrieren dauert ca. 5 Sekunden. Nach dem Kalibrieren beginnt der VAT 300 zu senden.

Telemetrie-Empfänger VAM 300

Alle wichtigen Funktionen des VAM 300 werden über die 8 Tasten an der Gehäusevorderseite bedient.

Mit einem Tastendruck auf die ☉-Taste wird das Gerät eingeschaltet. Zum Ausschalten muss die ☉-Taste lang gedrückt werden.

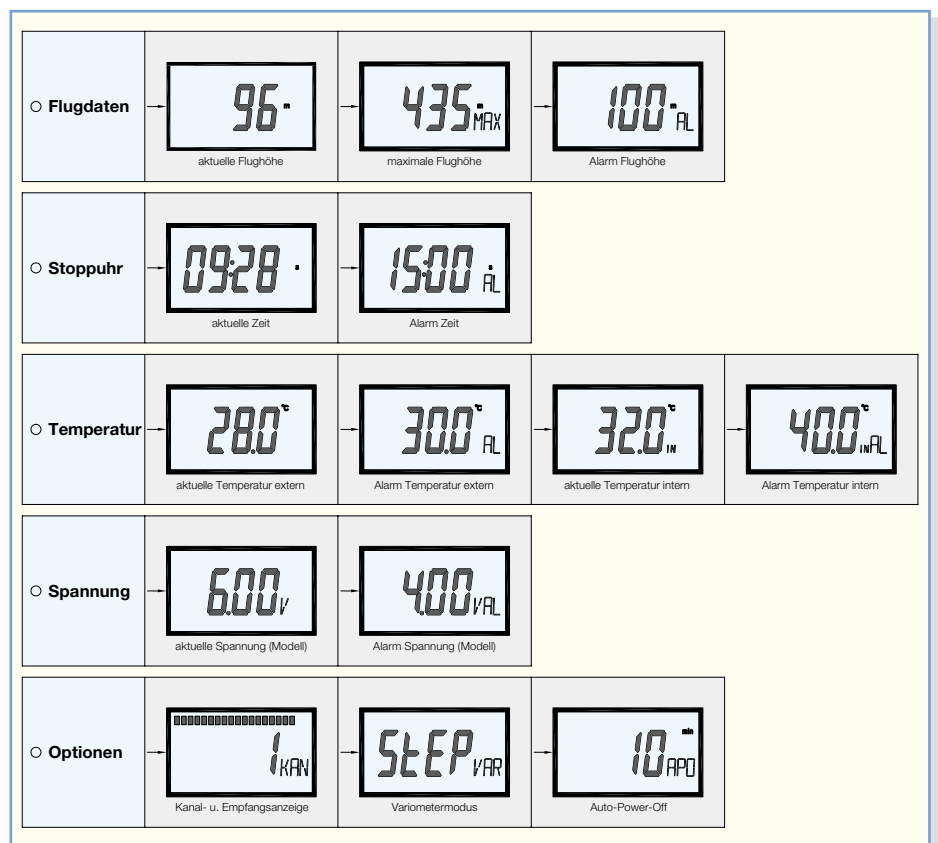


Bild 3: Die Menüstruktur des VAT 300

Mit den Tasten „Flugdaten“, „Stoppuhr“, „Temperatur“, „Spannung“ und „Optionen“ lassen sich die wichtigsten Menüpunkte direkt anwählen. Durch wiederholtes Drücken der entsprechenden Taste werden weitere zugehörige Menüpunkte, wie in der Menüstruktur in Abbildung 3 dargestellt, aufgerufen.

Im Folgenden wollen wir die Menüpunkte besprechen.

Flugdaten/Flughöhe

Die Anzeige der aktuellen Flughöhe erscheint als erste Anzeige nach dem Einschalten des Gerätes.

Nach Drücken der Taste „Flugdaten“ erscheint die während dieses Fluges bisher maximal erreichte Flughöhe, erkennbar am zusätzlichen Schriftzug „MAX“. Die Anzeige für die maximale Flughöhe kann durch einfachen Druck auf die „Reset“-Taste zurückgesetzt werden.

Ein nochmaliges Drücken der Taste „Flugdaten“ führt dann zur Anzeige der programmierten Alarmhöhe bzw. in den Programmiermodus für die Alarmhöhe (siehe Abschnitt „Alarme“).

Die Flughöhe ist nach dem Einschalten des Telemetriesenders VAT 300 automatisch auf 0 m gesetzt. Falls es erforderlich sein sollte, die Anzeige der Flughöhe erneut auf 0 m zurückzusetzen, kann dies durch zweimaliges kurzes Drücken der Taste „Reset“ erfolgen.

Stoppuhr

Die Stoppuhr wird durch Drücken der Taste „Stoppuhr“ angewählt. Hier erfolgt zunächst die Anzeige der aktuell laufenden Stoppzeit. Die Stoppuhr kann mit den Tasten „Start“ und „Stopp“ gestartet und angehalten werden. Durch einen Druck auf die „Reset“-Taste wird die Uhr wieder auf null gesetzt.

Ein nochmaliges Drücken der Taste „Stoppuhr“ führt dann zur Anzeige bzw. Programmierung einer Alarmzeit (siehe Kapitel „Alarme“).

Temperatur

Nach Anwahl dieses Menüs mit der Taste „Temperatur“ erfolgt zunächst die Anzeige der vom externen Sensor aufgenommenen Temperatur, beim nächsten Tastendruck deren Alarmwert (bzw. Programmierung des Alarms). Nach nochmaligem Drücken der Taste erscheint dann die Temperatur des internen Temperaturfühlers des VAT 300, gekennzeichnet durch „IN“.

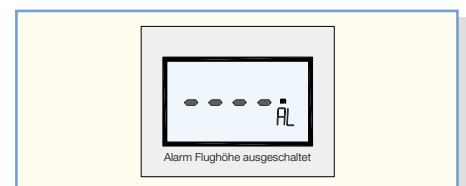


Bild 4: Beispiel für einen abgeschalteten Alarm – hier der Flughöhe

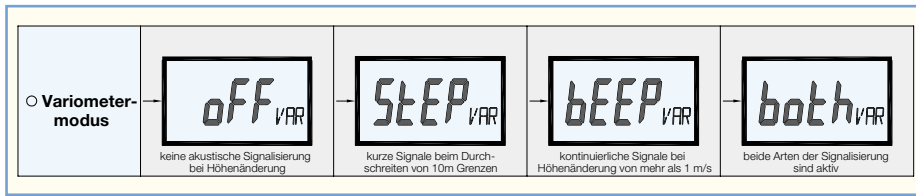


Bild 5: Die Einstellmöglichkeiten im Variometermodus

Schließlich kann auch hier ein Alarmwert eingestellt werden.

Spannung

Mit der Taste „Spannung“ kann man die Anzeige der aktuellen Akkuspannung im Modell aufrufen, danach auch hier einen Alarmwert anzeigen lassen bzw. programmieren.

Alarmer

Alle Alarmwerte lassen sich nach der Anwahl des jeweiligen Menüpunktes mit den Tasten ⊕ und ⊖ einstellen. Wird die jeweilige Taste länger gedrückt gehalten, so beschleunigt sich der Zählvorgang.

Beim Einstellen der Alarmzeit kann man die Minuten auch direkt einstellen. Dazu muss die gewünschte Taste ⊕ oder ⊖ zweimal schnell gedrückt und dann festgehalten werden.

Mit der „Reset“-Taste lassen sich die Alarmwerte auf null setzen, sobald sie aufgerufen wurden. Durch einen weiteren Druck auf die „Reset“-Taste wird die jeweilige Alarmart abgeschaltet. In Abbildung 4 ist die Anzeige bei einem deaktivierten Alarm dargestellt.

Alle Alarmeinstellungen werden beim Ausschalten des VAM 300 im EEPROM gespeichert, so dass sie beim nächsten Einschalten unverändert zur Verfügung stehen.

Menü „Optionen“: Kanalauswahl

Nach Aufruf dieses Menüs mit der Taste „Optionen“ erfolgt zunächst die Anzeige des Übertragungskanals sowie der Empfangsqualität. Der Übertragungskanal lässt sich mit den Tasten ⊕ und ⊖ einstellen. Die Balkenanzeige gibt die Empfangsqualität auf dem jeweiligen Kanal an. Mit Hilfe der Balkenanzeige kann kontrolliert werden, ob der gewählte Kanal frei ist. Dazu muss der Telemetriesender VAT 300 zunächst ausgeschaltet bleiben. Wenn die Balkenanzeige leer bleibt, ist auf dem eingestellten Kanal kein anderer VAT 300 innerhalb der Reichweite aktiv.

Die Kanaleinstellung wird beim Ausschalten des VAM 300 genau wie die Alarmeinstellungen im EEPROM gespeichert, so dass sie beim nächsten Einschalten wieder unverändert zur Verfügung steht.

Variometermodus

Mit den Tasten ⊕ und ⊖ kann man hier

in einem Untermenü die gewünschte Art der akustischen Signalisierung der Höhenänderung entsprechend Abbildung 5 auswählen.

Die Einstellung des Variometermodus wird ebenfalls im EEPROM gesichert.

Auto-Power-off

Diese Funktion schaltet das VAM 300 nach einer festgelegten Zeit ab, in der keine Taste mehr gedrückt wurde. Mit den Tasten ⊕ und ⊖ kann hier zwischen 10, 20 und 30 Minuten gewählt werden. Außerdem kann man die Funktion mit „off“ deaktivieren. Wenn die Funktion deaktiviert ist, schaltet sich das Gerät nicht automatisch ab. Der Benutzer muss dann selbst dafür Sorge tragen, dass die Batterie nicht versehentlich völlig verbraucht wird.

Die Einstellung der Auto-Power-off-Funktion wird ebenfalls im EEPROM gesichert.

Akustische Signale

Die akustischen Signale, die das VAM 300 ausgibt, sind durch ihre unterschiedlichen Tonfolgen voneinander differenzierbar. Die Tonfolgen werden zusammengesetzt aus einzelnen tiefen (2 kHz) und hohen (4 kHz) Tönen. Tabelle 1 zeigt die verschiedenen Tonfolgen.

Ohrhörer

Durch das Anschließen des mitgelieferten Ohrhörers oder eines anderen Kopfhörers (Impedanz üblicherweise 32 Ω) an die Klinkenbuchse an der Gehäuseunterseite wird der interne Piezo-Signalgeber abgeschaltet und die Signaltöne werden über den Ohrhörer wiedergegeben. So kann man die wichtigsten Statusmeldungen ohne störenden Einfluss von Umgebungslärm deutlich hören und ggf. den VAM 300 in eine Tasche stecken, wenn man die optische Anzeige gerade nicht benötigt und sich nur auf die Steuerung des Modells konzentrieren möchte.

Lautstärkeeinstellung

Die Lautstärke der akustischen Signale ist mit dem Potentiometer an der Geräteunterseite einstellbar. Dazu führt man einen kleinen Schraubenzieher in die Öffnung an der Unterseite des Gerätes ein und stellt die Lautstärke durch Verdrehen des Potentiometers wie gewünscht ein.

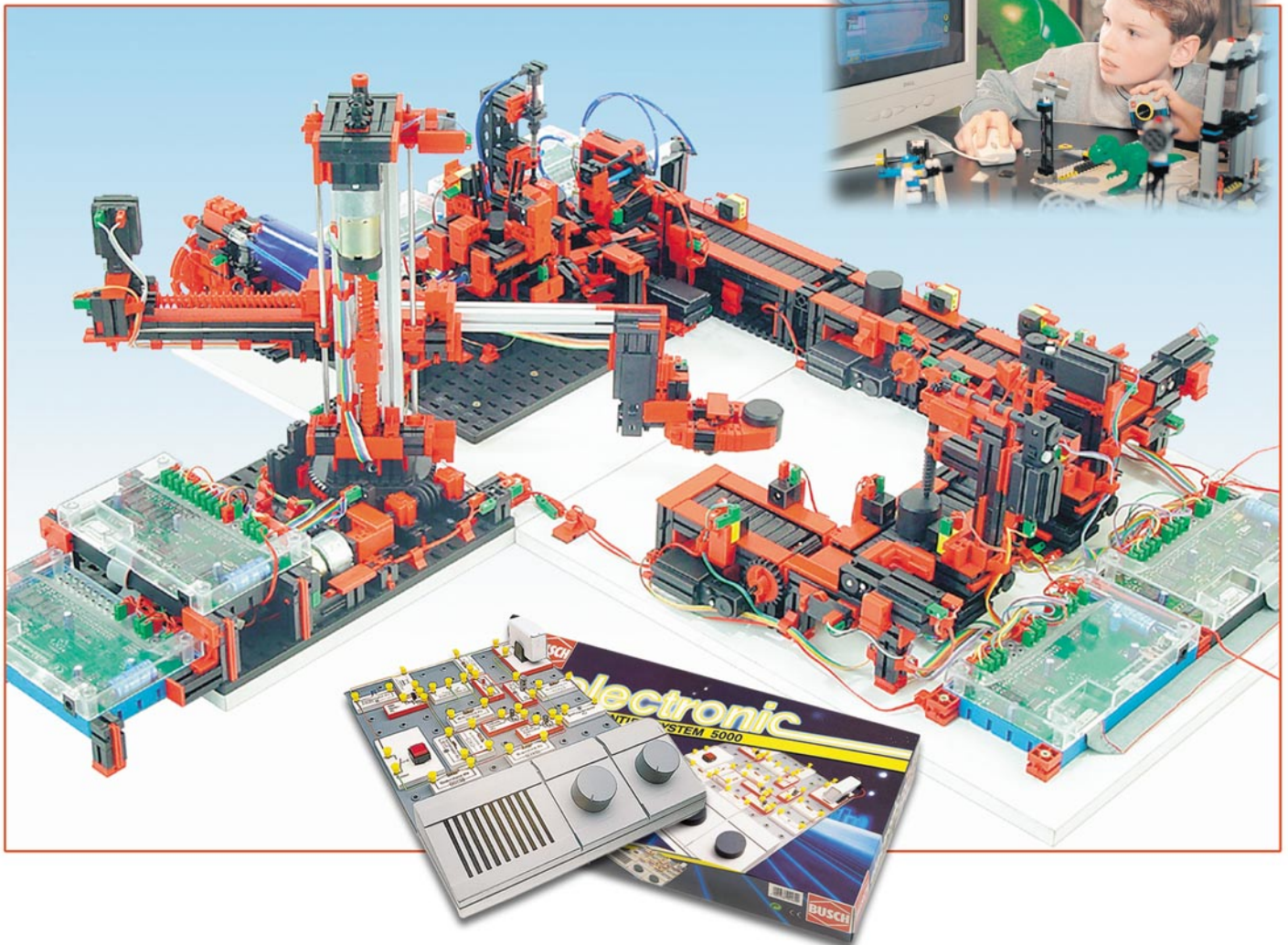
Low-Bat-Erkennung

Wenn die Spannung der 9-V-Blockbatterie des Empfängers unter einen Wert von ca. 6,3 V abfällt, erscheint „Bat“ im Display. Zusätzlich wird ein akustisches Signal ausgegeben.

Im zweiten Teil des Artikels beschreiben wir die Schaltungstechnik des Telemetriesystems und den Nachbau der einzelnen Geräte.



Tabelle 1: Tonfolgen für die akustische Alarmierung	
Ereignisse:	Signale: 0 ↔ 2 kHz, 1 ↔ 4 kHz
Alarmhöhe durchschritten	11101 von unten nach oben 11110 von oben nach unten
Alarm Stoppuhr	0000
Alarmtemperatur extern durchschritten	1101 von unten nach oben 1110 von oben nach unten
Alarmtemperatur intern durchschritten	1001 von unten nach oben 1010 von oben nach unten
Alarmspannung unterschritten (Modell)	110
Low-Bat (VAM 300)	000
kein Empfang	00
Variometer Funktion Step	01 von unten nach oben 10 von oben nach unten
VAM 300 wird eingeschaltet	01
VAM 300 schaltet ab	11
Tastenton	0
Taste ungültig	111
Stoppuhr wird gestartet	01
Stoppuhr wird angehalten	10
Reset	000



Experimentieren mit Elektronik

Elektronik-Experimentiersysteme sind längst aus der Spielzeugecke heraus – sie ziehen nicht nur in die schulische und berufliche Bildung ein, nein, sie dienen heute sogar Ingenieuren als visualisierte und funktionsfähige Modelle ihrer Entwicklungen. Denn über das Elektronik-Steckbrett sind diese Systeme längst hinaus – heute bestimmen lauffähige elektronisch-mechanisch-pneumatische Systeme ebenso die Szene wie die Robotertechnik. Wir unternehmen einen Streifzug durch die Technik und die Möglichkeiten moderner Elektronik-Experimentiersysteme.

Spielend zur Elektronik

Schaut man, selbst im relativ strukturschwachen Ostfriesland, in die Lehrstellenausschreibungen in den Zeitungen, wird man bemerken, dass viele Betriebe geradezu händeringend nach Elektronikern, Informatikern und Mechatronikern suchen. An der Wiederholung der Anzeigen ist zu bemerken, dass hier die Bewerberdecke im Gegensatz zu den völlig überlaufenen kaufmännischen Ausbildungsberufen recht dünn ist. Was Eltern und Schule hier beim

Heranziehen des technischen Nachwuchses versäumt haben, wollen wir hier nicht diskutieren. Vielleicht liegt es aber auch daran, dass die Beschäftigung mit Technik sich für die wohl meisten Jugendlichen auf die virtuose Beherrschung von Computerspielen, Internet-Downloadbörsen, SMS-Tastaturen und MP3-Filesammlungen beschränkt. Programmieren? Öde, anstrengend und, wenn nicht gleich zum Ziel führend, schnell wieder aufgegeben. Löten? Wie mühsam, wenn man doch alles kaufen kann. Es dauert, man muss mitdenken, kreativ sein – alles nicht so mein Ding!

Dabei gibt es, und hier soll unser Artikel ansetzen, heute eine wirklich große Vielfalt an technischen Spielzeugen und Experimentiersystemen, die einerseits zum schnellen Erfolg führen, die eigene Kreativität und Konstruktionslust wecken und schließlich sogar an den Computer anbindbar und zunächst ohne jegliche Kenntnis einer Programmiersprache vom PC aus programmierbar sind.

Sie schlagen den idealen Bogen zwischen Mechanik und Elektronik – eine Verbindung, die in vielen Berufen heute gefordert ist und eine immer größere Be-

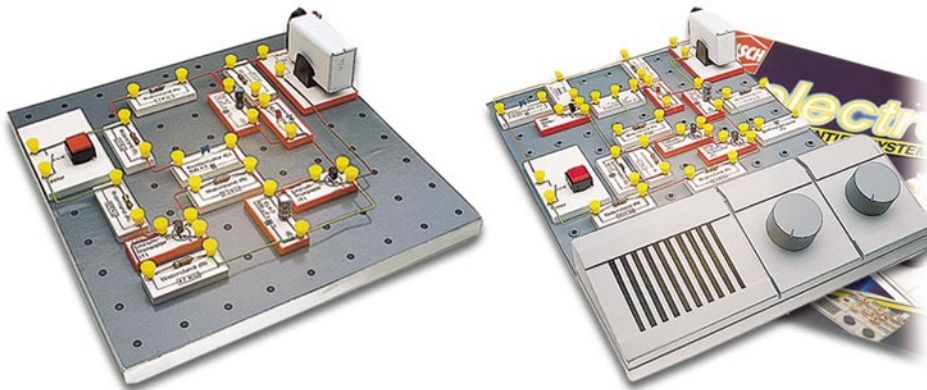


Bild 1: Das klassische Elektronik-Experimentiersystem im aktuellen Gewand – Busch electronic 4000/5000

deutung erlangt. Derartige Systeme sind inzwischen so perfektioniert, dass sie sogar Anlagenbauern als äußerst realitätsnahes Modell dienen, das über Interfaces mit nahezu beliebigen Steuerungsprogrammen voll funktionstüchtig arbeitet. Das kann dann so aussehen, wie im Hauptbild unseres Aufmachebildes zu diesem Artikel dargestellt. Hier arbeitet Fischertechnik mit Planungsbüros für den Anlagenbau zusammen und hat seine Experimentiersysteme so perfektioniert, dass eine realitätsnahe Modellierung möglich ist. Darauf werden wir noch zurückkommen.

Wenden wir uns zunächst dem Nachwuchs zu – der vielleicht in diesem Jahr doch statt des neuen DVD-Brenners mal einen technischen Baukasten unter dem Weihnachtsbaum finden könnte ...

Elektronikbaukasten, Fischertechnik oder LEGO?

Sind die Interessen einmal ausgelotet, weiß (oder vermutet) man also, ob der Junior eher einen Hang zur reinen Elektronik entwickeln könnte oder vielleicht doch über den „Umweg“ Mechanik-Baukasten dahin geführt werden muss, fällt die Entscheidung dennoch nicht ganz leicht. Denn

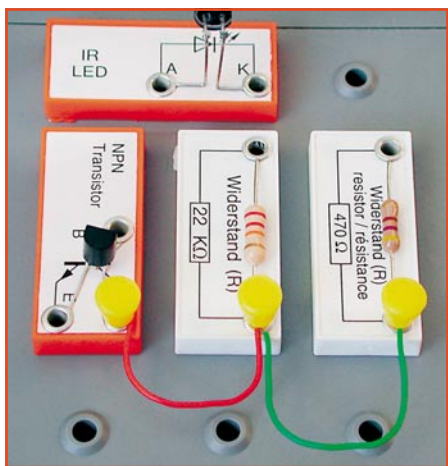


Bild 2: Spielend einfach, ohne Lötarbeit – die Verdrahtung der Experimentierschaltungen, hier bei Busch

es stehen eine Unmenge an Experimentiersystemen zur Auswahl, wobei sich einige wenige als marktführend und kompetent herauskristallisiert haben. Dazu kommt neuerdings eine ganz aktuelle Klasse von Experimentiersystemen – die Roboter.

Hier können wirklich alle Interessen erforscht und gefördert werden, von der rein mechanischen Konstruktion über deren Verbindung mit Elektrik, Pneumatik und Elektronik bis hin zur reinen Elektronik und Programmierung.

Wir wollen uns die verschiedenen Kategorien einmal einzeln genauer ansehen.

Ohne Lötten zur Elektronik

Jeder, der seit Jahren Berufs- oder Hobby-Elektroniker ist, wird sich wohl an die Anfänge seiner „Lötkarriere“ erinnern. Je nach Voraussetzung begann die sicher mehr oder weniger holprig – und nicht wenige haben ihre Elektroniker-Laufbahn zunächst am Elektronik-Steckbrett begonnen, statt gleich zu löten.

Und diese Systeme gibt es immer noch. Sie kommen bei uns vorwiegend von Busch (Abbildung 1) oder Kosmos und haben, außer dem bewährten Stecksystem an sich, nichts mehr mit dem „Transistorbaukasten“ von anno dazumal zu tun. Hier sind moderne Bauelemente eingezogen, bereits in den Grundkästen sind die ersten ICs vorhanden. Die Anleitungsbücher werden immer dicker, beschreiben sie doch Hunderte von Schaltungen, vom einfachen Stromkreis bis hin zu recht komplexen Schaltungen der Analog- und Digitaltechnik. Immer werden hier auch die Grundlagen ausführlich erläutert, und es wird stets auch zur eigenen Kreativität angeleitet.

Die Verbindungen sind, wie ein Beispiel des Busch-Systems in Abbildung 2 darstellt, lötfrei herzustellen – ein mehrfarbiger Grundvorrat an Drahtstücken liegt bereits geschnitten und abisoliert bei, wer mehr benötigt, muss dann zum ersten Mal zum Seitenschneider/Abisolierer greifen. Die blanken Drahtenden werden durch die weichen Kunststoffstößel sicher in den

Anschlusslöchern auf den Bauteil-Steckbausteinen gehalten. Durch diese Technik sind auch mehrere Drähte recht einfach an einem Anschlusspunkt fixierbar.

Je nach Ausbaustufe des Systems findet man hier sehr komfortable Steckboards mit integriertem Lautsprecher, Drehko, Potis oder Messgerät, so dass immer wieder benötigte Bedien- und Ausgabeelemente sofort zur Verfügung stehen und nicht etwa ein Lautsprecher irgendwo am Anschlussdraht baumelt. Durch ausschließlichen Batteriebetrieb der Systeme ist der Umgang völlig ungefährlich, was wir allerdings sämtlich vermissten, ist ein integrierter Batterietester, denn die meist verwendeten 9-V-Batterien sind doch relativ schnell leer und ein Elektronik-Anfänger wird immer einmal darauf hereinfallen, eher seinen Aufbau „im Verdacht“ zu haben als die Spannungsquelle. Es sei denn, er baut sich gleich einen Batterietester auf dem Board auf. Für den ausgiebigen Betrieb empfiehlt sich aber dann doch eher der Anschluss eines (meist optional lieferbaren) Netzteils oder aber – wenn man ganz vom 230-V-Netz weg bleiben will – der Einsatz eines Batterie- und Ladeadapters, wie er in Abbildung 3 gezeigt ist. Hier kann man leistungsfähige Akkus oder Batterien einsetzen und zudem auch noch verschiedene Spannungen abgreifen – der erste Schritt herunter vom Steckbrett! Der Einsatz von Akkus hat hier den Vorteil, dass man gegenüber Batteriebetrieb weit ökonomischer arbeiten kann.

Je nach Ausbaustufe des Systems – bei Busch gibt es z. B. vier Ausbaustufen vom preiswerten Grundkasten bis zum sehr anspruchsvollen Digital- und IC-System mit jeweiligen Ergänzungskästen – kann man bereits sehr komplexe Schaltungen aufbauen. Hier gehören UKW-Tuner als Steckbaustein ebenso dazu wie Operationsverstärker oder zahlreiche optoelektronische

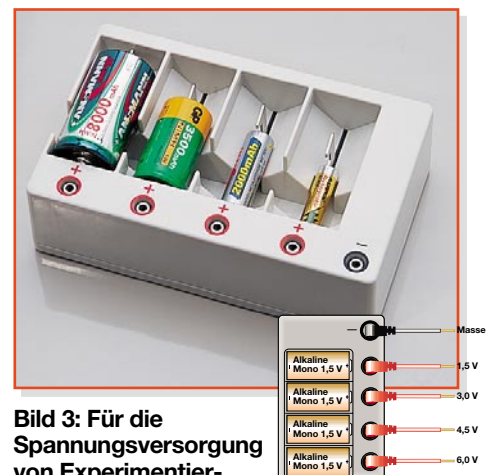


Bild 3: Für die Spannungsversorgung von Experimentierschaltungen – Ladeadapter für Akkus, auch mit Batterien bestückbar und für höhere Spannungen kaskadierbar

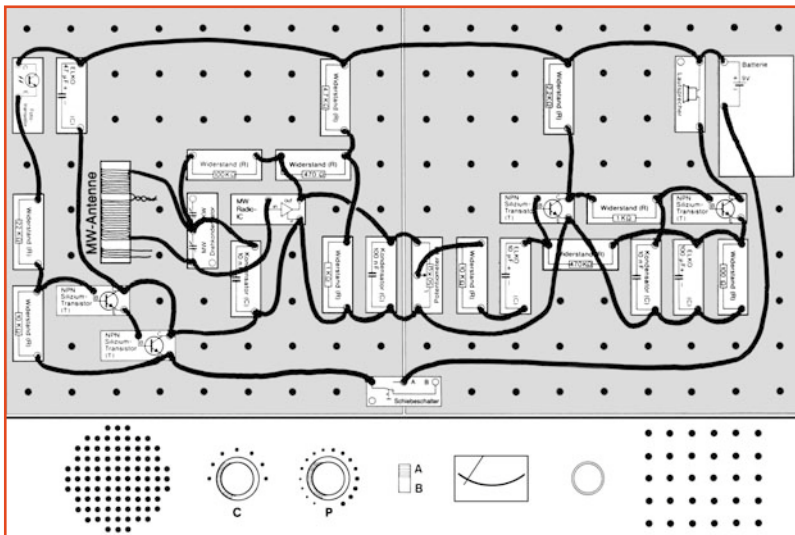


Bild 4: Realitätsnahe Bauanleitung – eine Aufbaudarstellung aus einem Anleitungsheft für ein Busch-Experimentiersystem

Bauelemente. Durch die jeweils realistische Darstellung der Verdrahtung im Anleitungsbuch (Abbildung 4) verirrt man sich nicht so rasch im schnell entstehenden Draht-Dickicht umfangreicherer Schaltungen.

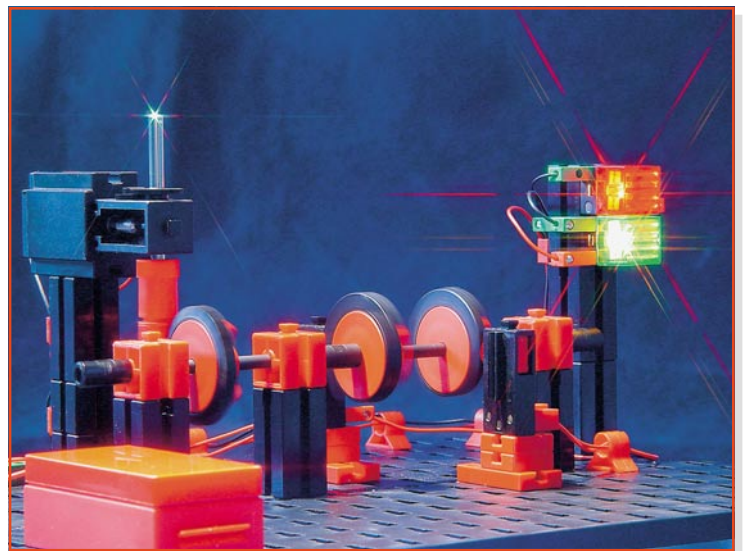
Allerdings könnten die Anleitungsbücher, bei aller Inhaltsfülle, optisch ansprechender gestaltet werden – heutige Jugendliche sind oft abgeschreckt durch längere Texte, sie brauchen kürzere Abschnitte, etwas Farbe und manchmal auch einen etwas lockeren Erklärton.

Über die Experimentierkästen kann man auch schnell ausloten, wo die Interessen liegen – ob bei Analog- oder Digitaltechnik oder der Digitaltechnik nach Abarbeitung der Analogtechnik. Speziell für den umfassenden Einstieg in die Digitaltechnik konzipierte Kästen gibt es natürlich auch. Abbildung 5 zeigt ein ebenfalls von Busch stammendes System, das über 100 Experimente von der digitalen Grundschaltung über Zähler bis hin zum Rechner ermöglicht – die eigenen Ideen nicht mitgerechnet.

Beim Kauf derartiger Experimentierkästen sollte man sorgfältig darauf achten, den hierfür jeweils vorgeschlagenen Altersbereich einzuhalten, um das Kind nicht mit einem gut gemeinten, aber für sein

Alter zu kompliziertem System zu „erschlagen“ – worauf dieses schnell das Interesse

Bild 6: Schritt vom Schaltkreis bis zum vollständigen Funktionsmodell – Fischertechnik's „E-Tec“-Schülersystem



verliert. Die nächste Stufe nie kaufen, bevor das Kind sie fordert!

Sprung in die reale Welt

Die nächste logische Stufe nach der Übung auf dem Steckbrett ist die Umsetzung des Wissens in reale Objekte. Oder man geht anders heran und interessiert sich

nicht so sehr für den Aufbau von Schaltungen, sondern eher für deren praktische und kreative Nutzung.

Da kommen die „Mechanik“-Baukästen ins Spiel. Hier dominieren traditionell „Fischertechnik“ und „Lego“ mit ihren wohl jedem bekannten Steckbausystemen. Diese sind inzwischen so ausgefeilt, dass sie um zahlreiche Antriebs- und Steuerbausteine ergänzt werden können, die den Aufbau zahlreicher realitätsnaher Modelle erlauben. Hier fungiert die Elektronik selbst dann lediglich als gewisse Black Box, die eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen hat – oder der PC übernimmt gleich die Steuerung. Die Baukästen ermöglichen es in anschaulicher Weise, theoretische Kenntnisse der Elektronik und Informationstechnik durch praktische Anwendung (be)greifbar zu machen. Sonst kaum einfach erklärable Vorgänge sind anschaulich, auf das Wesentliche des Funktionsprinzips reduziert, nachbaubar.

Vom Funktionsmodell zur Computersteuerung

Hier stechen besonders die E-Tec-Baukästen von Fischertechnik hervor, die – ähnlich wie die Elektronik-Experimentiersysteme – beim einfachen Stromkreis ansetzen und dann aber schnell zu kompletten Modellen (Abbildung 6) und die Möglichkeit der Steuerung über einen programmierbaren Controller-Baustein übergehen. Aus den 350 Einzelteilen des Kastens lassen sich 12 verschiedene und schon recht anspruchsvolle Modelle vom Aufzugsmodell bis hin zur Parkplatzschranke mit Lichtsensor aufbauen. Und der Controller-Baustein macht schnell Lust auf mehr – nahtlos schließen sich hier die „Computing“- und „Mobile Robots“-Baukästen an. Hier ist das zentrale Element ein Interface-Baustein, der die Verbindung zu einem Computer herstellt – das „Intelligent Interface“, das an einer seriellen Schnittstelle des Com-

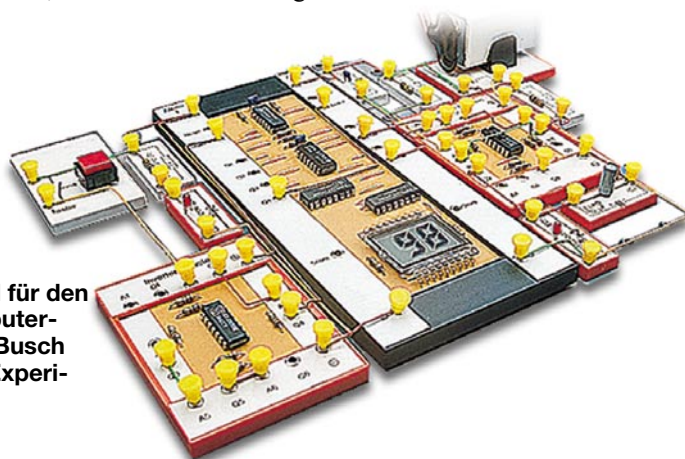


Bild 5: Hervorragend für den Einstieg in die Computertechnik geeignet – „Busch Computertechnik“-Experimentiersystem

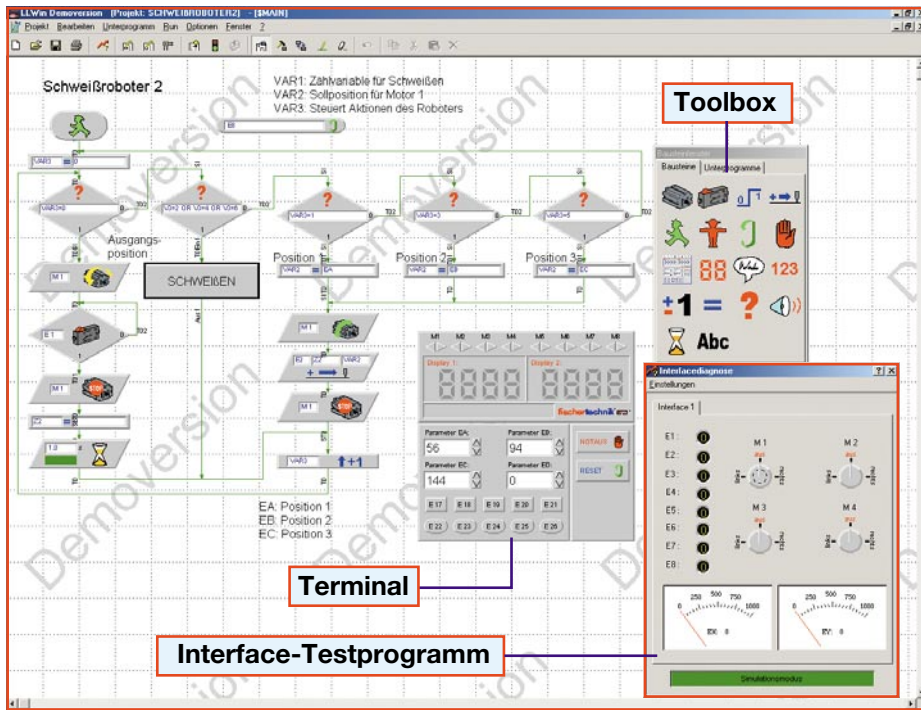


Bild 7: Programmierung spielend einfach per Drag-and-Drop-Flussdiagramm – das Fischertechnik-Steuerprogramm LLWin 3.0. Bereits in der Demoverision kann man fleißig testen und entwerfen – hier ein Programm für einen Schweißroboter.

puters angeschlossen wird. Natürlich ist es hier vorbei mit der einfachen Batterie-Stromversorgung – allein die mit jeder Baustufe anwachsende Anzahl von Aktuatoren, also z. B. Motoren, ruft nach einer leistungsfähigeren Stromversorgung. Diese ist durch ein spezielles Netzgerät oder ein Akku-Pack (mit Ladegerät) ebenfalls im Angebot vertreten.

Steuerungsprogramm ganz einfach

Natürlich gehört dazu die passende Software. Fischertechnik bietet diese als Steuerungsprogramm LLWin 3.0 an. Abbildung 7 zeigt die kostenlos unter:

www.fischertechnik.de

downloadbare Demo-Version mit einer realisierten Anwendung.

Hier geht der Anwender die ersten Schritte zur Computerprogrammierung, quasi ohne dass er es merkt.

Denn das Steuerungsprogramm für das jeweilige Modell wird grafisch mit einzelnen Programmbausteinen zu einem Flussdiagramm zusammengesetzt. So erlernt der Programmierende unmerklich das Organisationsprinzip bei jedem Programmwurf – jeder Programmierer kennt diese Form. Um die Umsetzung in die letztlichen Steuerbefehle an das Interface muss sich der Anwender hier keine Gedanken machen. Allerdings lernt er hier schon Grundabläufe der Programmierung wie die strukturierten Abläufe, Unterprogramme, Schleifen,

Bedingungen, Variableneinsatz, Zuweisungen, Testläufe und Fehlersuche wie beim späteren Debugging und schließlich die Übertragung zum Zielsystem.

Die einzelnen Programmbausteine sind einfach per Drag and Drop aus einem grafischen Menü (Toolbox) herauszuholen, zu platzieren, zu verbinden und für die spätere Nachvollziehbarkeit oder Erklärung zu beschriften.

Für die verschiedenen Baukastentypen sind verschiedene Projektvorlagen wählbar. In diesen sind bereits Unterprogramme für diverse Modelltypen, z. B. „Mobile Robots“ oder „Industry Robots“, vorhanden. Diese werden dann ebenfalls per Drag and Drop in das Flussdiagramm eingesetzt. Durch den Einsatz der Unterpro-

gramme bleiben auch umfangreichere Programme übersichtlich.

In einem Terminal sind die Bedien- und Anzeigeelemente sowie Ein- und Ausgänge übersichtlich wie auf einer Frontplatte zusammengefasst, die Bedienelemente sind z. B. hier direkt per Maus bedienbar. Dieses Terminal erscheint auch während eines Programmlaufs im Überprüfungsfenster für das Interface. Über dieses kann man sonst alle Ein- und Ausgänge des Interfaces direkt testen.

Die Software erlaubt auch die Steuerung komplexer Abläufe und echtzeitbasierte Steuerungen.

Ach ja, wem der Anblick in Abbildung 7 bekannt vorkommt – LLWin 3.0 basiert auf der Industriesteuerung Icon-L. Zusätzlich sind Bibliotheken für die Programmierung in C++ und VB verfügbar.

Brückenschlag zur Praxis

Hat man sich mit dieser Software eingearbeitet, ist der Sprung zur eigenen kreativen Lösung schnell gemacht. Besonders für die Ausbildung und Entwicklung bildet die Vielfalt der verfügbaren mechanischen und elektrischen Bauteile des Fischertechnik-Systems eine preisgünstige und immer wieder verwendbare Alternative zum herkömmlichen Funktionsmodellbau. Auch die optische Erscheinung ist ohne Makel, so dass sich das gesamte System hervorragend auch für die Präsentation von Lösungen eignet. Nicht umsonst ist Fischertechnik seit über 25 Jahren in Hochschullabors und Konstruktionsbüros präsent. Für spezielle Lösungen werden komplett gebaute Trainingsmodelle für 9- und 24-V-Anschluss gebaut, die damit auch für den Anschluss an speicherprogrammierbare Steuerungen (Abbildung 8) und Bussysteme geeignet sind. Für spezielle Lösungen, wie eine im Titelbild dieses Beitrages zu sehen ist, steht Fischertechnik der Partner Staudinger zur Seite. Hier werden ganze Anlagen vorab preiswert im funktions-

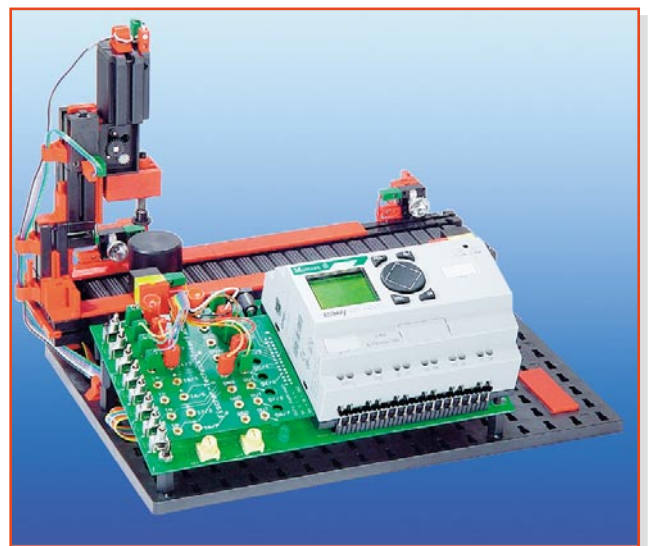
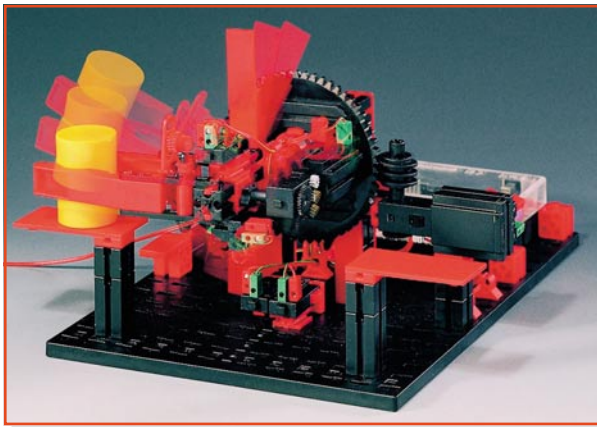


Bild 8: Auch SPS-geeignet – Fischertechnik-Funktionsmodelle. Was will ein Ausbilder mehr an Praxisnähe?



◀ **Bild 9: Training für die Praxis in Perfektion – Fischertechnik-Funktionsmodell für einen Industrieroboter**

fähigen Modell aufgebaut – dies senkt das Risiko von Fehlkonstruktionen und zeigt dem Kunden vorab, wie und dass seine bestellte Anlage funktionieren wird.

Zwei Baukästen sollen in diesem Rahmen direkt Erwähnung finden. Das ist zunächst der Baukasten „Industry Robots“ (Abbildung 9) mit mehr als 500 Teilen, der z. B. den Aufbau von 3-Achs-Robotern oder eines Schweißroboters erlaubt – Typen, die denen schon sehr ähneln, die man später in der Werkhalle zu sehen bekommt.

Der Baukasten „Pneumatik Robots“ erlaubt hingegen einen detaillierten Einstieg in die Pneumatik durch den Aufbau verschiedener industrieller Modelle wie z. B. einer Bearbeitungsanlage.

Technik begreifen lernen

Doch zurück zur Ausbildung. „Fischertechnik“ bietet für Kinder/Schüler und die Ausbildung Funktionsmodell-Baukästen zu ganz verschiedenen Gebieten an. Der „Fischertechnik Pneumatic II“ (Abbildung 10 zeigt ein realisiertes Modell aus diesem Baukasten) vermittelt auf einfache Weise die Funktionsweise und die Anwendung der Pneumatik in Maschinen, Fahrzeugen usw. Mit Pneumatikzylindern, Handventilen, einem elektrisch betriebenen Kompressor mit Luftspeicher und weiteren 400 Bauteilen können hier insgesamt 8 Modelle konstruiert werden. Natürlich kann man, wie bei allen anderen Baukästen auch, die Modelle bzw. Bestandtei-



Bild 10: Pneumatik und Hydraulik spielend kennen lernen – der Fischertechnik „Profi Pneumatic II“ erlaubt den Aufbau voll funktionsfähiger „hydraulisch“ gesteuerter Modelle.

le ganz einfach über die „Computing“-Baukastenserie steuern bzw. diese Spezialteile in eigene Lösungen einbinden.

Der Themen-Baukasten „Profi Öko-Power“ (Abbildung 11) zeigt anhand von acht Modellen, wie man aus Wasser, Wind und Sonnenlicht Energie gewinnt. Hier kann man z. B. den Aufbau einer Solaranlage kennen lernen und z. B. Akkus laden.

Mit dem (leider auslaufenden) Baukasten „Profi Sensoric“ (Abbildung 12) steigt man auf quasi spielerische Weise in die Welt der Sensorik ein, lernt Licht-, Wärme-, Kontakt- und Magnetfeldsensoren kennen und in die Steuerung von Funktionsmodellen einzubinden.

Schließlich soll noch ein interessanter Baukasten der „Computing“-Reihe Erwähnung finden – der „Bionic Robots“. Bionik ist die Wissenschaft, die sich bei technischen Lösungen die Natur zum Vorbild nimmt. „Bionic Robots“ (Abbildung 13) ermöglicht den Aufbau von 4 laufenden Robotern, die sich auf ganz unterschiedliche Weise laufend vorwärtsbewegen. Die Steuerung erfolgt über das Interface und LLWin 3.0.

LEGO goes Computing

Dass LEGO-Baukästen schon längst nicht mehr nur das Zusammenstecken von Häusermodellen und anderem Spielzeug anbieten, ist bereits seit langem zu sehen. Auch hier gewinnt der Funktionsmodell-



Bild 11: ▶ Einstieg in die alternative Energieerzeugung: Fischertechnik „Öko-Power“

bau immer mehr an Bedeutung. Waren es zuerst einfache Antriebe mit Kabelfernsteuerung, gibt es seit einigen Jahren auch bei LEGO Computersteuerungen unter dem Label „LEGO Mindstorm“.

Das „Robotics Invention System“ ermöglicht es, selbst lernende Roboter zu bauen und zu programmieren. Sie werden von einer als übergroßer LEGO-Baustein erscheinenden Controllerzentrale gesteuert (Abbildung 14). Diese wird mit einem am PC-Bildschirm ebenfalls in der Art eines Flussdiagramms einfach entwerfbaren Programm (RCX-Code, ähnlich dem Fischertechnik-System, nur etwas multimedial-bunter) geladen (auch die direkte Steuerung vom PC aus ist möglich) und bewegen sich dann selbstständig. Dabei wertet der Roboter die Signale seiner Be-

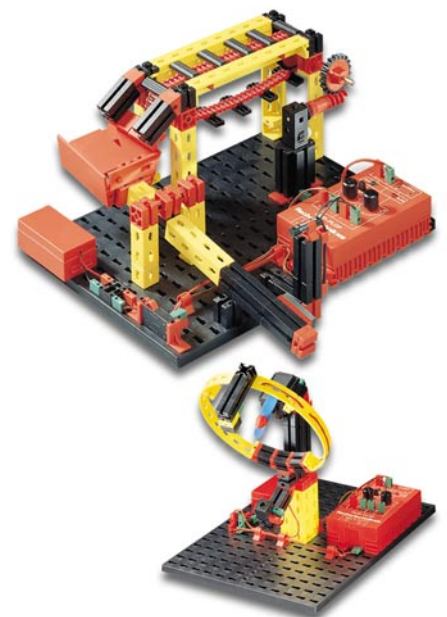


Bild 12: Erste Bekanntschaft mit elektronischen Sensoren – Fischertechnik „Profi Sensoric“

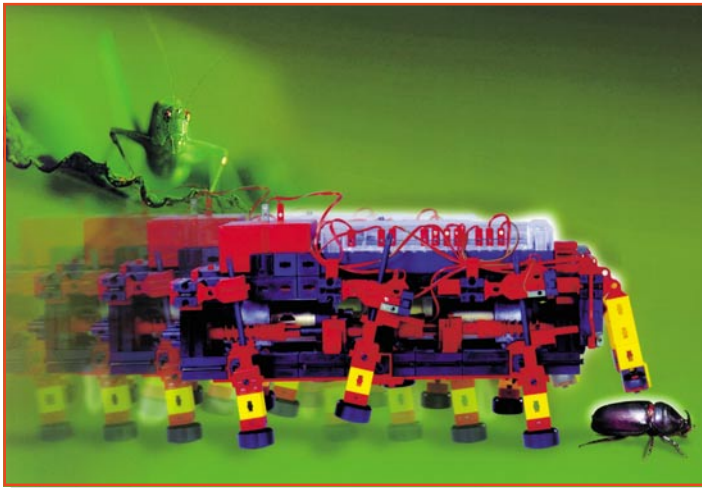


Bild 13: Vorbild Natur – der Fischertechnik „Bionics“-Kasten ermöglicht das Bauen von Laufrobotern

rührungs- und Lichtsensoren aus und steuert seine Motoren entsprechend nach dem eingespeisten Programm. Der Datenaustausch mit dem PC erfolgt über eine Infrarot-Schnittstelle. Bedenkt man jetzt die nahezu unerschöpflichen Möglichkeiten des LEGO-Mechanik-Systems, kann man verstehen, dass es hier eine große Fangemeinde gibt, die viele eigene Programme und Modelle im Internet publiziert und mittlerweile sogar die programmtechnischen Möglichkeiten durch neue Programmiersprachen erweitert hat.

Auch LEGO hat zugelegt und den Baukasten „Vision Command“ herausgebracht. Er enthält eine kleine USB-Kamera, mit der den LEGO-Robotern das Sehen beigebracht wird (Abbildung 15). Und das in einer geradezu begeisternden Form – denn dank der Kamera kann man nicht nur das Verhalten der sie eventuell tragenden Maschine oder des Roboters steuern (z. B. Reaktion auf bestimmte Farben), die Software stellt auch ein kinderleicht zu handhabendes Bewegungs-Erkennungssystem dar. Bewegt sich etwas in einem festlegbaren Sektor des Kamera-Sichtbereichs, können die verschiedensten programmierbaren Reaktionen ausgelöst werden. Der Clou ist wohl ein „Air-Piano“ – man wählt aus der Toolbox die entsprechende Maske

und bewegt vor der Kamera die Hand. Je nach berührtem Sektor erklingen verschiedene Töne im PC.

Baut man die Kamera auf einen der



Bild 15: Da machen die LEGO-Roboter Augen – das „Vision Command“ ist auf Bilderkennung spezialisiert

Mindstorm-Roboter des „Robotics Invention System“, kann man, unterstützt durch die CD-ROM des „Vision Command“, die verschiedensten Aufgaben durch diesen

lösen lassen. Insgesamt kann hier der junge Computerfreak ziemlich garantiert Geschmack am Programmieren finden und dann dank der großen LEGO-Community im Internet auch immer anspruchsvollere Projekte realisieren.

Roboter – Verbindung zwischen Elektronik, Computer und Mechanik

Im bisherigen Verlauf sind wir schon ein paarmal auf den Roboter in den verschiedensten Formen eingegangen. Gerade im industriellen Bereich sind leistungsfähige Werkzeuge dieser Art weit verbreitet – man kennt sie als Lackierroboter ebenso wie als Montage-, Schweiß-, Sortier- oder Bestückungsgerät. Er hat wohl auch den Startschuss für das Auftreten neuer Berufe wie dem des Mechatronikers ausgelöst.

Entsprechend gibt es auch zunehmend



Bild 14: Vom RXC-Controller gesteuert – programmierbare LEGO-Roboter

mehr Roboter-Bausätze in den verschiedensten Formen. Die einfachen sind kabelgesteuert und spielen Fußball, andere hingegen sind programmierbar wie richtige Industrieroboter und können die verschiedensten Aufgaben ausführen.

In Abbildung 16 ist ein Industrieroboter-Modell zu sehen, das sich in drei Ebenen bewegen kann wie ein Montageroboter. Mit dem Roboter wird zwar eine Kabelfernsteuerung mitgeliefert, aber interessant wird er erst mit der dazu passenden Software. Die ermöglicht auf relativ einfache Art über eine BASIC-ähnliche Programmiersprache die Programmierung von mannigfaltigen Bewegungsabläufen des Roboters. Damit kann man sich Schritt für Schritt in die Programmierung eines solchen Gerätes einarbeiten, lernt quasi nebenbei die mechanischen Funktionen kennen – auch deren Grenzen. Der hier kann sogar 360-Grad-Rotationen!

In die Flucht geschlagen –



PIR-Hundeschreck

Der PIR-Hundeschreck hält Hunde, Katzen und andere ungebetene Tiere vom Garten, Gemüsebeet oder einem anderen Ort fern. Erfasst der integrierte Bewegungsmelder des PHS 1 ein Tier, sendet er für eine gewisse Zeit einen sehr lauten Ultraschall-Ton aus, der für Hunde und Katzen unangenehm ist und sie vertreibt. Durch Batteriebetrieb ist der PHS 1 überall frei platzierbar.

Schonend verjagen

Schon wieder riecht der Fußabstreifer vor der Haustür durchdringend, ein Beet ist zerwühlt oder die Blumen sind abgenickt ... Verursacher sind meist unsere vierbeinigen Lieblinge, die in Gestalt der herumstreunenden Nachbarskatze eben gern ihre Geschäfte nachts auf der warmen Fußmatte an der geschützten Haustür verrichten. Oder man hat einen jungen Hund, der mit wachsender Begeisterung den lockeren Boden der Gartenbeete zerwühlt. Und wer nicht allzu weit von Feld und Wald wohnt, bekommt nachts oft Besuch aus dem Wald – z. B. Kaninchen, die sich an den frischen Gartenblumen gütlich tun.

Derlei Beispiele kennt sicher jeder, der einen Garten besitzt. Die wohl einfachste und vor allem schonendste Art, diese ungebetenen Gäste zu vertreiben oder wenigstens dahingehend zu erziehen, bestimmte Areale nicht zu betreten, besteht traditionell in der Konfrontation mit für diese unangenehmen Tönen. Besonders sehr hohe Töne, die schon nahe dem Ultraschallbereich liegen, also für Menschen nicht oder fast nicht hörbar sind, fungieren als Warntöne für Tiere, die diese Frequenzen noch wahrnehmen können. Dies sind Hunde und Katzen ebenso wie Nager und auch die meisten Vogelarten. Diese spezifischen Töne sind für den Menschen unschädlich und (fast) nicht hörbar. Sie liegen oberhalb 20 kHz – der normale Hörbereich des

Menschen endet bei etwa 16 kHz. Meist sind nur jüngere Menschen mit sehr gutem Gehör in der Lage, auch höhere Frequenzen direkt zu hören – natürlich gibt es Ausnahmen! Auch findet hier oft keine direkte Ton-Wahrnehmung mehr statt, sondern eher ein unangenehmes, diffuses Gefühl. Vergleichbar ist die Wirkung der Ultraschallfrequenzen auf Tiere mit jener, die wir empfinden, wenn wir die Zeilenfrequenz eines nicht ganz intakten Fernsehers hören – ein hässliches Pfeifen, das, sofern man es mit seinen mehr als 15 kHz bewusst hören kann, einen Aufenthalt im Raum ganz sicher verleidet. Ungleich stärker wirken solche Frequenzen auf Tiere. Da diese dem Signal aus dem Weg gehen, das dann auch unmittelbar endet, besteht keine Gefahr für die Tiere wegen anhaltender „Beschallung“.

Der in diesem Artikel vorgestellte PIR-Hundeschreck arbeitet mit einer Ausgabefrequenz von ca. 20 kHz, die nur dann durch einen kräftigen Piezogeber abgestrahlt wird, solange sich das Tier im Überwachungsbereich des integrierten Bewegungsmelders befindet.

Funktion und Einsatz

Die Erfassung des Tieres erfolgt durch einen PIR-Sensor (PIR – Passiv-Infrarot-Sensor), der zusammen mit der zugehörigen 17-Zonen-Linse einen weiten Überwachungsbereich realisiert. Durch den dadurch erreichten 360-Grad-Überwachungsbereich kann man bei geeigneter Anbringung bzw. Aufstellung des PHS 1 eine Rundum-Überwachung eines Areals bis ca. 4 x 4 m erreichen.

Der PIR-Bewegungsmelder besteht zunächst aus einem Pyrosensor, der die Wärmeabstrahlung (Infrarotbereich, ca. 10 µm Wellenlänge) eines tierischen (und auch menschlichen) Körpers registriert und bei einem Auftreten einer solchen sich bewegenden Wärmeabstrahlung eine Signalspannung abgibt. Die vorgesezte Linse als zweiter Bestandteil des Sensors lenkt die Infrarotstrahlung aus allen Richtungen des Erfassungsbereiches direkt auf eines der beiden integrierten Sensorelemente des Pyrosensors. So kann man sehr schnell Bewegungen einer Wärmequelle registrieren. Wer mehr über Aufbau und Wirkungsweise

Technische Daten:

Spannungsversorgung: 9-V-Block
 Stromaufnahme:
 Stand-by: ca. 1,5 mA
 Alarm: ca. 30 mA
 Gehäuseabmessungen:
 60 x 141 x 26 mm (B x H x T)
 Schallfrequenz: >20 kHz

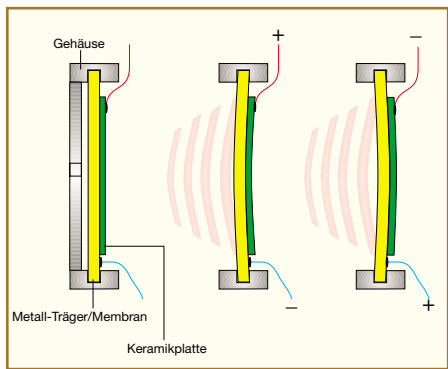


Bild 1: Prinzipaufbau und Arbeitsweise eines Piezoschwingers

se eines Pyrosensors erfahren will, sei auf den Artikel „Bewegungsmeldermodul PIR13“ in diesem Heft verwiesen.

Eine dem Sensor nachgeschaltete Auswerteelektronik unterdrückt Störungen, verstärkt das Sensorsignal und aktiviert schließlich einen Ultraschall-Generator, der eine Frequenz von ca. 20 kHz auf einen leistungsfähigen Piezoschwinger ausgibt. Ein Piezoschwinger ist aufgrund seiner Bauart besonders dazu geeignet, derartig hohe Töne mit hoher Intensität abzugeben. Auch in der Lautsprechertechnik findet man oft mit Piezoschwingern aufgebaute Hochtonlautsprecher, die für eine exzellente Hochtonwiedergabe sorgen.

Der Piezoschwinger basiert auf dem so genannten Piezoeffekt. Dabei wird eine Keramikplatte durch Anlegen eines elektrischen Feldes mechanisch verformt – je höher die Spannung ist, desto größer fällt die mechanische Ablenkung aus. Abbildung 1 demonstriert den Effekt. Legt man eine Wechselspannung an, funktioniert die Kristallfläche wie eine Lautsprechermembran, es entstehen Schallwellen. Die Effektivität dieser von den Abmessungen sehr kompakten Schallwandler hängt neben der Höhe der zugeführten Spannung auch davon ab, wie dicht die zugeführte Frequenz an der Resonanzfrequenz des Piezoschwingers liegt. Meist ist der Schwinger in einem Gehäuse montiert, das genau auf dessen Resonanzfrequenz abgestimmt ist und damit noch verstärkend wirkt.

So eignet sich der Piezoschwinger hervorragend für unser Vorhaben, Töne oberhalb einer Frequenz von 20 kHz bei besonders kompakter Bauweise und mit hoher Leistung abzugeben.

Der Einsatz des PHS 1 ist ganz einfach. Das mit einer 9-V-Blockbatterie zu bestückende Gerät wird eingeschaltet und am zu überwachenden Ort aufgestellt bzw. aufgehängt. Das kann einfach die Aufstellung auf dem Boden sein, wobei hier die Reichweite eingeschränkt ist, aber auch die erhöhte Aufstellung, z. B. auf einem Treppenabsatz, einem geeigneten Geländer oder die Anbringung an einer Wand. Im Garten bietet sich auch die Anbringung an einem 2 bis 3 m hohen stabilen Mast mit „Blickrichtung“ des PIR-Sensors nach unten an – hier nutzt man die Rundum-Absicherung der Sensor-Linse am effektivsten aus.

Betrifft ein Tier (oder auch Mensch) das überwachte Areal, erfolgt die bereits beschriebene Signalabgabe, solange sich das Tier im Überwachungsbereich bewegt. Die meisten Tiere lernen in kurzer Zeit, dass dieses Areal nicht betreten werden darf, so dass sich der permanente Einsatz des

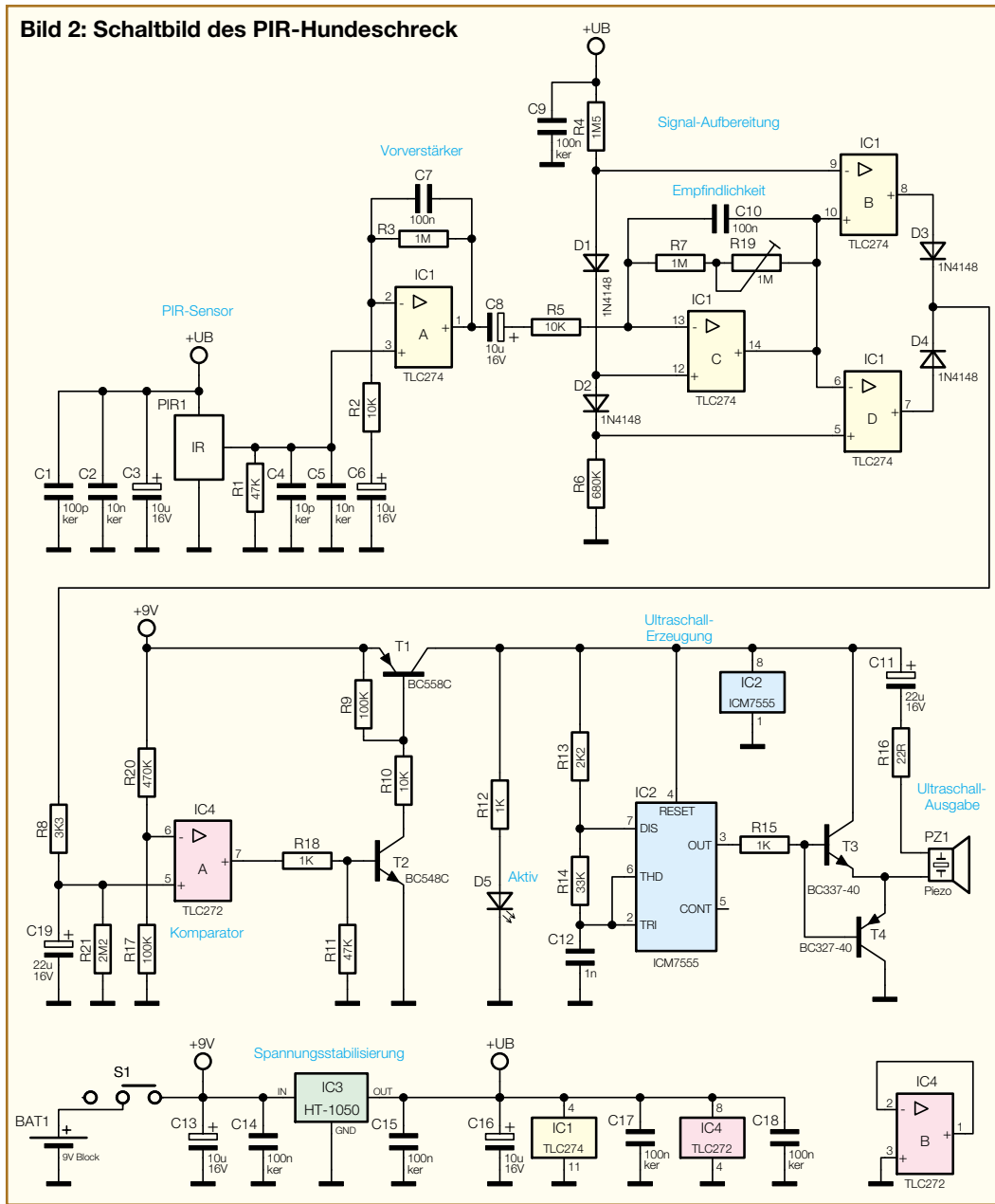
Gerätes an einer Stelle erübrigt und man das Gerät an wechselnden Standorten einsetzen kann.

Schaltung

Das gesamte Schaltbild des PIR-Hundeschreck (PHS 1) ist in Abbildung 2 dargestellt.

Im unteren Drittel ist die Spannungsversorgung und -stabilisierung zu sehen. An den Batterie-Clip (BAT 1) wird ein 9-V-Block zur Versorgung der Schaltung angeschlossen. Über den Schiebeschalter S 1 gelangt diese Versorgungsspannung auf den Spannungsregler IC 3. Der Elko C 13 dient zur Pufferung der Batteriespannung. IC 3 gibt an seinem Ausgang eine stabilisierte Spannung von 5 V aus. Diese Spannung wird als Betriebsspannung für die verwendeten ICs benötigt. Die Kondensatoren C 14 und C 15 dienen

Bild 2: Schaltbild des PIR-Hundeschreck



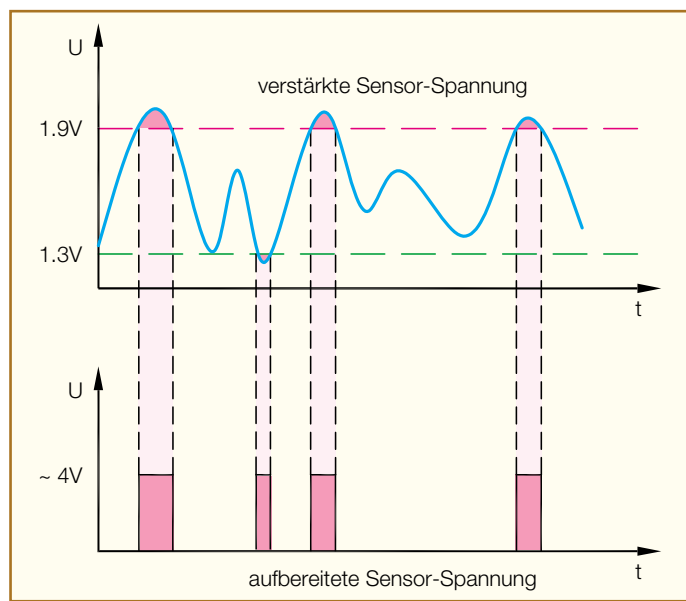


Bild 3: Aufbereitung der Sensor-Spannung

zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung am Spannungsregler IC 3. Der Elko C 16 sorgt für eine weitere Stabilisierung der Betriebsspannung. Die Kondensatoren C 17 und C 18 bewirken eine weitere Störunterdrückung der Betriebsspannung an IC 1 und IC 4.

Kommen wir nun zu den weiteren Schaltungsteilen. Oben links im Schaltbild befindet sich der PIR-Sensor PIR 1. Dieser nimmt, noch durch die aufgesetzte Linse verstärkt, die sich verändernden Wärmestrahlungen in der Umgebung wahr und gibt diese, gewandelt in minimale Spannungsdifferenzen, an die nachfolgende Verstärkerstufe weiter. Die Kondensatoren C 1 bis C 3 verhindern Störeinkopplungen in den PIR-Sensor über die Betriebsspannung bzw. puffern diese. Fehlauflösungen durch äußere elektromagnetische Einflüsse werden dadurch wirkungsvoll unterdrückt. Die geringe Ausgangsspannung des PIR-Sensors wird durch den Operationsverstärker IC 1 A, der als nichtinvertierender Verstärker beschaltet ist, um den Faktor 100 verstärkt. Der Verstärkungsfaktor dieses nichtinvertierenden Operationsverstärkers lässt sich wie folgt berechnen:

$$v = \frac{R_3}{R_2} = \frac{1M\Omega}{10k\Omega} = 100$$

Der Kondensator C 7 in Verbindung mit R 3 und der Elko C 6 in Verbindung mit R 2 legen den Frequenzgang und somit die obere und untere Grenzfrequenz der Vorverstärker-Stufe fest. Dieser Frequenzgang ist stark eingegrenzt und ermöglicht dem Vorverstärker nur eine maximale Verstärkung im Bereich von 1 bis 3 Hz.

Diese Maßnahme erreicht, dass nur das Nutzsignal verstärkt wird. Das verstärkte Signal gelangt über den Elko C 8, der zur Gleichspannungsentkopplung dient, auf den zweiten Operationsverstärker. Dieser,

als invertierender Operationsverstärker beschaltet, erlaubt eine Empfindlichkeits-Einstellung. Der Verstärkungsfaktor lässt sich mit dem Poti R 19 zwischen 100 und 200 einstellen.

Die so nochmals verstärkte Sensor-Spannung gelangt auf die Eingänge der nachgeschalteten Operationsverstärker (IC 1 B, IC 1 D). Diese arbeiten als so genannter Fenster-Komparator, der die Auswertung der detektierten und verstärkten Sensor-Spannung vornimmt. In der Abbildung 3 ist die Aufbereitung der Sensor-Spannung dargestellt. Die Fenstergrenzen werden durch die Spannungsteilerkette, bestehend aus R 4, D 1, D 2 und R 6, festgelegt. Die obere Grenze liegt bei ca. 1,9 V, die untere Grenze bei ca. 1,3 V. Der Operationsverstärker IC 1 B vergleicht die verstärkte Sensor-Spannung mit der oberen Fenstergrenze. Ist die verstärkte Sensor-Spannung größer 1,9 V, so wechselt der Ausgang von IC 1 B auf „high“. Im Gegensatz dazu vergleicht der Operationsverstärker IC 1 D die Sensor-Spannung mit der unteren Fenstergrenze. Wird diese unterschritten, so wird der Ausgang der Signal-Aufbereitung ebenfalls auf „high“ geschaltet. Bewegt sich die Sensor-Spannung innerhalb der Fenstergrenzen, so verbleibt der Ausgang auf „low“. Durch diesen Fensterkomparator wird gewährleistet, dass nicht jede minimale Schwankung der Sensor-Spannung eine Ultraschall-Erzeugung auslöst. Die Dioden D 3 und D 4 sind zum Schutz der Operationsverstärker-Ausgänge (IC 1 B und IC 1 D) erforderlich.

Die aufbereitete Sensor-Spannung gelangt daraufhin über den Widerstand R 8 auf den Elko C 19, der sich dadurch auf eine Spannung von etwa 4 V aufladen kann. Diese Spannung liegt an dem nachfolgenden Operationsverstärker IC 4 A an, der als Komparator (Vergleicher) arbeitet. Durch den Spannungsteiler R 20

und R 17 liegt am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 4 A eine konstante Spannung von etwa 1,6 V an. Überschreitet die Spannung des durch die aufbereitete Sensor-Spannung geladenen Elkos C 19 die 1,6-V-Grenze des invertierenden Eingangs, so wird der Ausgang dieses Operationsverstärkers (IC 4 A) auf „high“ geschaltet. Der geladene Elko C 19 wird nun langsam über den Widerstand R 21 entladen.

Unterschreitet hingegen die Spannung von C 19 die 1,6-V-Grenze, so wird der Ausgang des IC 4 A auf „low“ geschaltet. Durch die Entladung des C 19 wird eine zeitlich begrenzte „Aktiv-Schaltung“ des PHS 1 gewährleistet. Dies ist hinsichtlich der Batterie-Lebensdauer eine wichtige Eigenschaft.

Der „High-Pegel“ am Ausgang von IC 4 A bewirkt das Durchschalten der Transistoren T 2 und T 1 und damit ein Zuschalten der Betriebsspannung auf die Ultraschall-Erzeugung. Die leuchtende LED D 5 signalisiert eine „Aktiv“-Schaltung der Ultraschall-Erzeugung des PHS 1.

Der Ultraschall wird mit dem IC 2 (Typ ICM 7555) erzeugt. Die äußere Beschaltung des IC 2 bewirkt eine Frequenzeinstellung auf:

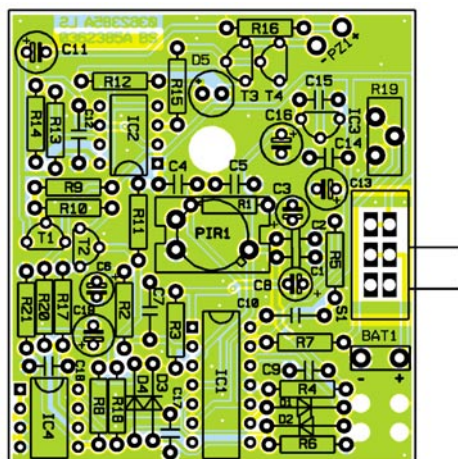
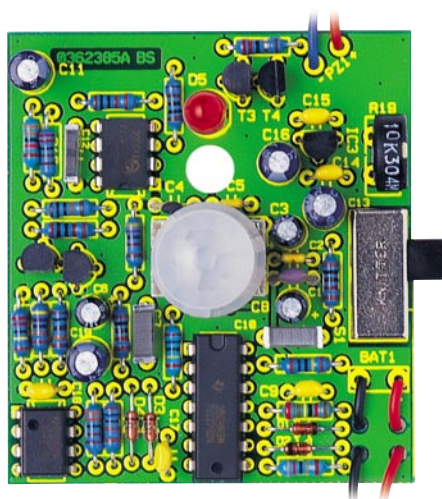
$$F = \frac{1,38}{(R_{13} + 2 \cdot R_{14}) \cdot C_{12}} = 20,2kHz$$

Dieses Ultraschallsignal wird über die Transistoren T 3 und T 4 verstärkt und auf den Piezo-Lautsprecher ausgegeben.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer einseitig beschichteten Platine. Der vorwiegende Einsatz herkömmlicher, bedrahteter Bauteile macht den Aufbau auch für Elektronik-Einsteiger recht einfach.

Anhand der Stückliste, des Bestückungsplans und des Platinenfotos beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden, Kondensatoren usw.), gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteilanschlüsse abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen. Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Dioden sind an der Kathodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet, der mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren



Ansicht der fertig bestückten Platine des PIR-Hundeschreck mit zugehörigem Bestückungsdruck

muss. Die Elkos sind üblicherweise am Minuspol markiert. Die ICs werden so eingesetzt, dass ihre Gehäusekerbe mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck korrespondiert. Eine gute Hilfestellung gibt hier auch das Platinenfoto. Anschließend sind die Transistoren und der Spannungsregler (IC 3) in der durch die zugehörigen Löt pads vorgegebenen Lage zu bestücken. Durch die Pin-konstruktion und die korrespondierende Lage der Löt pads ist ein verpoltes Bestücken dieser Bauteile nicht möglich.

Die Anschlussleitungen des 9-V-Batterieclips sind vor dem Verlöten zur Zugentlastung durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu fädeln, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist.

Schließlich sind der Schiebeschalter S 1 und die Leuchtdiode D 5 zu bestücken. Die LED ist ca. mit einem 20-mm-Abstand zur Platine (LED-Spitze) zu positionieren, so dass sie später aus dem Gehäusedeckel „ragt“.

Als letztes Bauteil ist der PIR-Melder an der Reihe, welcher zunächst zusammenzubauen ist. Dazu ist der PIR-Sensor mit dem Unterteil der fingerhutförmigen, aus Ober- und Unterteil bestehenden Multilinse vorzumontieren. Der Sensor ist so in das Unterteil einzufügen, dass die Gehäuse-nase des Sensors in die passende Nut des Unterteils fasst. (Vorsicht! Sensorfläche nicht berühren!). Daraufhin sind auf der Bestückungsseite der kleinen Sensorplatte die beiden SMD-Kondensatoren zu bestücken. Hierbei wird zunächst ein Pad verzinnt, der Kondensator positioniert und verlötet. Die zuvor erstellte PIR-Einheit wird nun vorsichtig von der Bestückungsseite her in die vorgesehenen Bohrungen der Sensorplatte eingesteckt und von der Lötseite verlötet. Daraufhin sind die drei weiteren Anschluss-Pins der Sensorplatte mit je einem 2 cm langen Silberdraht zu verlängern. Zur weiteren Abschirmung

vor äußeren elektromagnetischen Einflüssen werden diese Anschluss-Pins der Sensorplatte jeweils durch eine Dämpfungssperle geführt. Diese zusammengestellte Einheit ist nun lagerichtig auf die Platine des PIR-Hundeschreck zu bestücken und zu verlöten. Abschließend erfolgt das Aufsetzen der Linsenkappe, wobei die breitere Nase in die breitere Kerbe des Unterteils greifen muss.

Daraufhin ist der Piezoschwinger in die Oberschale des Gehäuses einzulegen (siehe Abbildung 4) und mit 2 Senkkopfschrauben zu verschrauben. Mit flexibler Leitung (je 8 cm) sind die Anschluss-Pins des Piezoschwingers (Plus = Rot, Minus = Blau) mit dem jeweiligen Pin der Platine (PZ1) zu verbinden bzw. zu verlöten.

Zum Schluss ist der Einbau der Platine in das Gehäuse vorzunehmen. Dabei ist die Platine so in das Gehäuse einzulegen, dass die Linse des PIR-Sensors und die LED

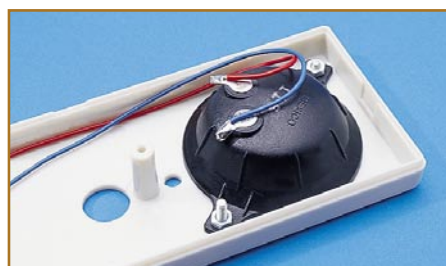


Bild 4: Der eingebaute Piezoschwinger

aus dem Gehäuse ragen. Abschließend wird das Gehäuse mit dem Gehäusedeckel verschlossen und mit der beiliegenden Schraube verschraubt.

Ein kurzer Funktionstest nach dem Einlegen der Batterie bestätigt dann den ordnungsgemäßen Aufbau. Dabei ist der Schiebeschalter einzuschalten, worauf die LED aufleuchtet und ein unangenehmer, wohl für die meisten Menschen zwar nicht hör-, aber „spürbarer“ Ton wahrnehmbar ist.

Das eingeschaltete Gerät ist dann, wie

Stückliste: PIR-Hundeschreck PHS 1

Widerstände:

22 Ω	.....	R16
1 kΩ	.....	R12, R15, R18
2,2 kΩ	.....	R13
3,3 kΩ	.....	R8
10 kΩ	.....	R2, R5, R10
33 kΩ	.....	R14
47 kΩ	.....	R1, R11
100 kΩ	.....	R9, R17
470 kΩ	.....	R20
680 kΩ	.....	R6
1 MΩ	.....	R3, R7
1,5 MΩ	.....	R4
2,2 MΩ	.....	R21
PT10, stehend, 1 MΩ	.....	R19

Kondensatoren:

10 pF/SMD	.....	C20, C21
10 pF/ker	.....	C4
100 pF/ker	.....	C1
1 nF/400 V	.....	C12
10 nF/ker	.....	C2, C5
100 nF/250 V	.....	C7, C10
100 nF/ker	.....	C9, C14, C15, C17, C18
10 µF/16 V	.....	C3, C6, C8, C13, C16
22 µF/16 V	.....	C11, C19

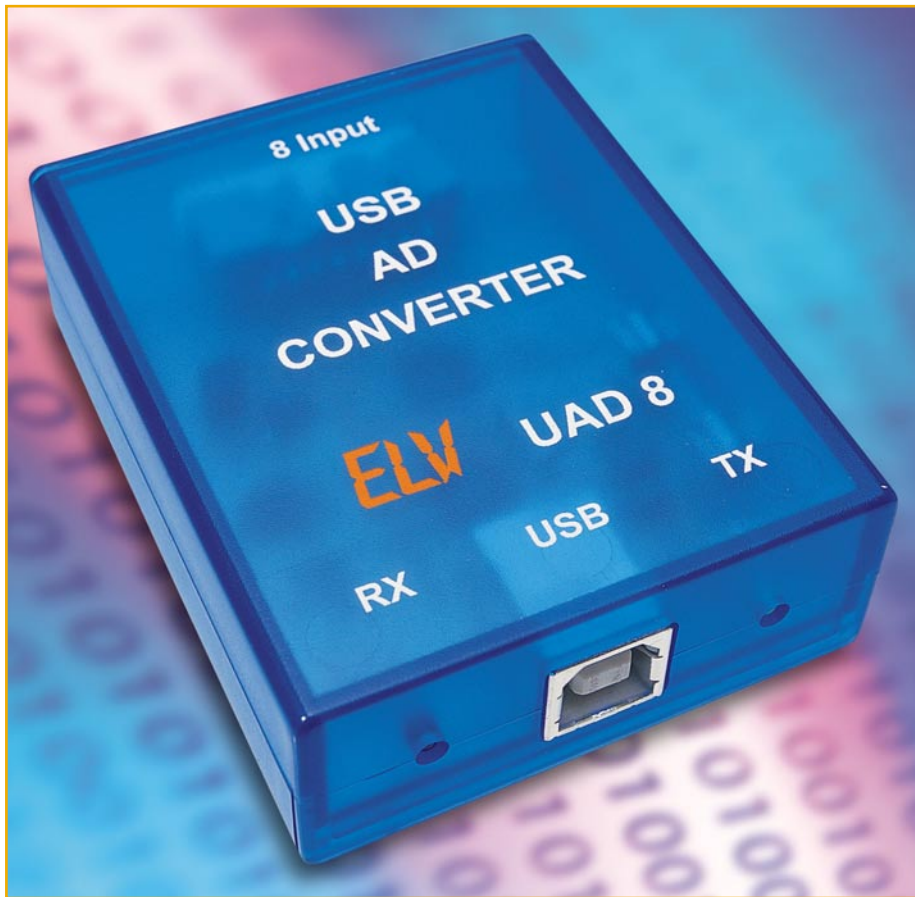
Halbleiter:

TLC274	.....	IC1
ICM7555	.....	IC2
HT1050	.....	IC3
TLC272	.....	IC4
BC558C	.....	T1
BC548C	.....	T2
BC337-40	.....	T3
BC327-40	.....	T4
1N4148	.....	D1–D4
LED, 5mm, Rot	.....	D5

Sonstiges:

- Schiebeschalter, 2 x um,
- winkelprint S1
- Piezo-Keramik-Hochtöner PZ1
- 9-V-Batterieclip BAT1
- Sensorplatte PIR-Melder PIR1
- 1 PIR-Sensor
- 1 PIR-Multilinse PF17CL, 2-teilig
- 3 Dämpfungssperlen
- 2 Senkkopfschrauben, M3 x 8 mm
- 2 Muttern, M3
- 1 Softline-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt
- 6 cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 8 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22mm², Rot
- 8 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22mm², Blau

unter „Funktion und Einsatz“ beschrieben, aufzustellen und kann nun seiner Funktion nachkommen. **ELV**



USB-AD-Wandler UAD 8

Die Messwertaufnahme und -verarbeitung stellt einen wichtigen Bereich in der Elektronik dar, in dem der PC immer öfter zum Einsatz kommt. Der USB-AD-Wandler (UAD 8) bietet sich als Verbindungsglied zur analogen Außenwelt an, mit der analoge Spannungen für den PC über eine USB-Schnittstelle digital umgesetzt werden.

Der UAD 8 stellt acht AD-Wandler-Eingänge zur Verfügung, womit sich analoge Spannungen im Bereich von 0 bis 2,5 V umsetzen lassen. Durch Vorschalten entsprechender Spannungsteiler lassen sich auch höhere Spannungen erfassen.

Messen via USB

Eigene Applikationen am PC zu entwickeln, ist dank komfortabler Programmiersprachen auch für den Hobby-Programmierer relativ einfach. Sollen diese mit der Außenwelt kommunizieren, erfolgt dies über die Standard-Schnittstellen des PCs, früher nahezu ausschließlich über die Parallel- oder serielle Schnittstelle, heute zunehmend via USB-Port. Besonders die Messwertaufnahme und -verarbeitung ist das Gebiet der Elektronik, in dem der PC in immer mehr Anwendungen eingesetzt wird. Beispielsweise sollen mit einem PC unterschiedliche Spannungen gemessen oder eine spezielle „Sensor-Spannung“ aus-

gewertet werden. Denn der PC macht das Sammeln, Verarbeiten und Visualisieren von Daten besonders einfach. Allerdings ist zur Aufnahme von analogen Daten eine externe Hardware notwendig, die die Wandlung der analogen Werte in digitale Daten vornimmt.

Der USB-AD-Wandler (UAD 8) bietet sich hierbei als Verbindungsglied zwischen Rechner und analoger Außenwelt an. Der Anschluss an den PC wird über eine USB-Schnittstelle vorgenommen. Der UAD 8 stellt acht AD-Wandler-Eingänge zur Verfügung, womit sich analoge Spannungen im Bereich von 0 bis 2,5 V umsetzen lassen. Durch Vorschalten eines Spannungsteilers lassen sich auch höhere Spannungen messen. Die Kanäle 1 bis 6 arbeiten mit

einer Auflösung von 10 Bit, die Kanäle 7 und 8 mit einer Auflösung von 8 Bit.

Der Einsatz des UAD 8 hat auch für die Programmierung der Applikation einen entscheidenden Vorteil: Der Programmierer muss sich nicht mit den Besonderheiten der USB-Schnittstellenprogrammierung, die es bekanntermaßen „in sich“ hat, beschäftigen, er braucht lediglich das später beschriebene Datenübertragungsprotokoll in seine Applikation einbinden.

Der USB-AD-Wandler

Beschaltung und Anschluss

Die Beschaltung der AD-Wandler-Eingänge ist vom Anwender je nach geplanter Verwendung des UAD 8 individuell zu

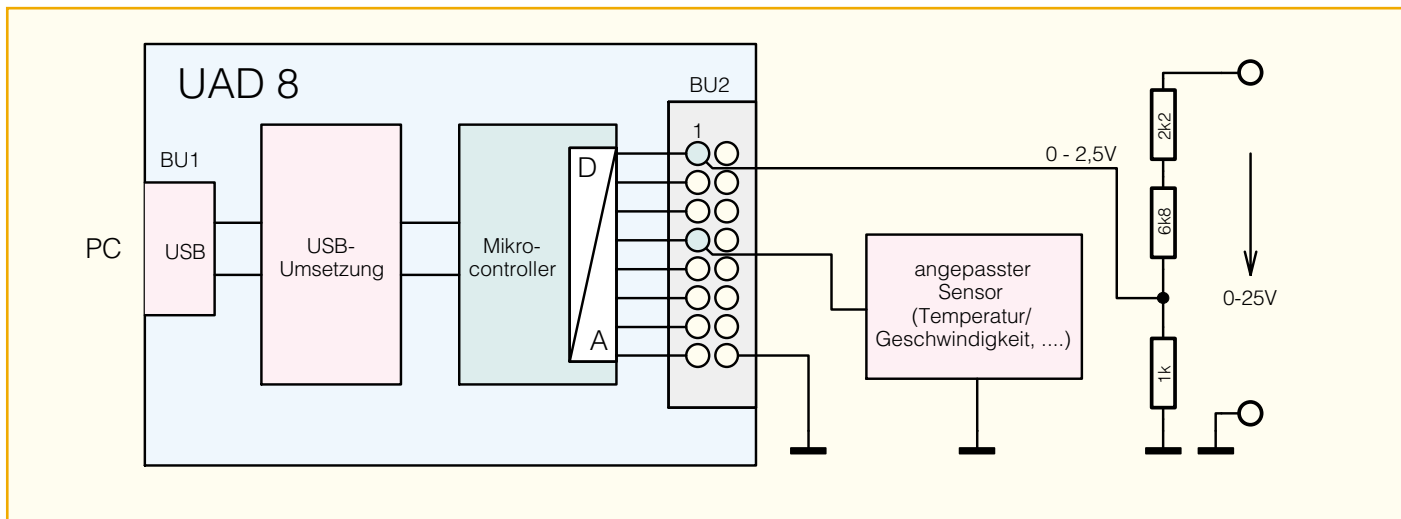


Bild 1: Beispiel für die Beschaltung des AD-Wandlers

gestalten, wobei natürlich die Angaben in den technischen Daten einzuhalten sind. Ein entsprechendes Anwendungsbeispiel ist in Abbildung 1 zu sehen. Da kommen eingangsseitige Spannungsteiler zur Spannungsüberwachung ebenso in Betracht wie Sensoren oder die Schaltausgänge von Geräten. Der hieraus erzeugte digitale Wert der Spannung wird durch das jeweils angepasste Protokoll in die eigene Applikation übertragen und dort ausgewertet, z. B. visualisiert. Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über den USB (Universal Serial Bus), dadurch entfällt auch jedes Problem in Bezug auf die Gefährdung und Einflüsse durch Netzspannung. Die Verbindung zum PC wird mit einem normalen USB-Verbindungskabel hergestellt.

Datenübertragung

Die USB-Datenübertragung funktioniert beim USB-AD-Wandler ähnlich einfach wie bei einer seriellen Datenübertragung, die vielen Programmierern von RS 232 her geläufig sein dürfte. Sie erfolgt mit einer Baudrate von 38.400 kBit/s, 8 Datenbits, gerader Parität und einem Stopbit. Die Bestandteile dieses Protokolls sollen im

Folgenden detailliert erläutert werden. Die Geschwindigkeit der Datenübertragung wird üblicherweise in „Bit/s“ angegeben. Diese Angabe kennzeichnet die Anzahl von einzelnen Bits, die pro Sekunde übertragen werden. Jedes übertragene Byte (bestehend aus 8 Bit) ist zusätzlich in einen entsprechenden Datenrahmen gefasst, der später noch genauer betrachtet wird und der in diesem Fall aus drei zusätzlichen Bytes besteht. Es werden also nicht nur die reinen „Nutzdaten“ übertragen. Aus diesem Grunde ist die effektiv übertragene Anzahl an Daten natürlich etwas geringer, als es die reine Angabe der Datenübertragungsgeschwindigkeit aussagt.

Bei jeder Datenübertragung können Fehler auftreten, die sich durch verschiedene Fehlererkennungsmethoden finden lassen. Eine einfache und effektive Methode ist das Einfügen eines Paritätsbits, bei dem zwischen gerader (even parity) und ungerader Parität (odd parity) unterschieden wird. Der Sender untersucht hier das zu übertragende Byte und zählt dabei die Anzahl der logischen Einsen. Bei gerader Parität wird das Paritätsbit so (zurück-) gesetzt, dass die Gesamtzahl aller Einsen

in Datenbyte und Paritätsbit gerade ist. Bei ungerader Parität wird das entsprechende Bit so (zurück-)gesetzt, dass die Gesamtzahl ungerade ist. Der Empfänger zählt ebenfalls die Anzahl aller Einsen und ermittelt daraus, ob ein Fehler bei der Datenübertragung aufgetreten ist. Diese Methode erkennt Fehler, bei denen in der Datenübertragung eine ungerade Anzahl von Bits (1, 3, 5, 7) falsch übertragen wurde. Sie ist für eine einfache Datenübertragung, wie sie beim UAD 8 verwendet wird, ausreichend.

Wie bereits erwähnt, gibt es bei der seriellen Übertragung einen Datenrahmen, der durch ein Start- und ein Stopbit die Kombination aus Datenbyte und Paritätsbit im Wortsinn umrahmt. Er dient dazu, dass der Empfänger den Beginn eines Datenblockes eindeutig erkennt und dann die übertragenen Bits entsprechend erfasst. Jeder Datenblock beginnt mit einer logischen „1“ als Startbit und endet mit einer logischen „0“ als Stopbit. Die Anzahl der Stopbits ist beim UAD 8 auf eines festgelegt, jedoch können andere Geräte auch mit 1,5 oder 2 Stopbits arbeiten.

Bis jetzt haben wir lediglich die unterste Ebene der Datenübertragung betrachtet, das verwendete Protokoll des UAD 8 besteht jedoch pro Befehl aus mehreren zu übertragenden Bytes und benutzt außerdem einen Protokollrahmen. Jedes Datenpaket beginnt mit dem Steuerzeichen (siehe Tabelle 1) „STX“ (02hex) und endet mit dem Zeichen „ETX“ (03hex). An die-

Technische Daten:

Anzahl der Analogeingänge:	8 unabhängige Kanäle
Auflösung:	10 Bit (Kanal 1 bis Kanal 6); 8 Bit (Kanal 7 und Kanal 8)
Messspannung:	0–2,5 V/DC
Genauigkeit:	± 1 %
Eingangswiderstand:	1 MΩ
Max. Länge der Anschlussleitung:	3 m
USB-Schnittstellen-Konfiguration:	38.400 Baud, 8 Datenbits, gerade Parität, 1 Stopbit
Spannungsversorgung:	über USB
Max. Stromaufnahme:	40 mA
Gehäuseabmessungen (B x H x T):	58 x 24 x 69 mm
Systemvoraussetzung:	(MS Windows 98/ME/XP/2000)

Zeichen	Wert
STX	02hex
ETX	03hex
ACK	06hex
NAK	15hex

Tabelle 1: Verwendete Steuerzeichen

Bedeutung	Befehl	Parameter	Antwort	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4
Konfiguration	'k' (6Bhex)	Konfigurationswort (siehe Tabelle 3)	Bestätigung	ACK/NAK	---	---	---
Abfrage CH 1	'1' (31hex)	---	Messwert CH 1 (mV)	1000er	100er	10er	1er
Abfrage CH 2	'2' (32hex)	---	Messwert CH 2 (mV)	1000er	100er	10er	1er
Abfrage CH 3	'3' (33hex)	---	Messwert CH 3 (mV)	1000er	100er	10er	1er
Abfrage CH 4	'4' (34hex)	---	Messwert CH 4 (mV)	1000er	100er	10er	1er
Abfrage CH 5	'5' (35hex)	---	Messwert CH 5 (mV)	1000er	100er	10er	1er
Abfrage CH 6	'6' (36hex)	---	Messwert CH 6 (mV)	1000er	100er	10er	1er
Abfrage CH 7	'7' (37hex)	---	Messwert CH 7 (mV)	1000er	100er	10er	1er
Abfrage CH 8	'8' (38hex)	---	Messwert CH 8 (mV)	1000er	100er	10er	1er

Tabelle 2: Befehlssatz des UAD 8

sen Zeichen kann der jeweilige Empfänger genau erkennen, wann ein Datenpaket beginnt bzw. endet, und „weiß“ somit, wann er einen Befehl oder dessen Antwort komplett empfangen hat. Die Parameter werden als ASCII-Zeichen übertragen, d. h. eine „0“ wird als Zeichen '0' (30hex), eine „1“ als Zeichen '1' (31hex), ... und eine „9“ als Zeichen '9' (39hex) übertragen. Dies hat den Vorteil, dass die Befehle und empfangenen Daten nicht mit Steuerzeichen verwechselt werden und somit einen vorzeitigen Neustart bzw. Abbruch der Kommunikation verursachen.

Übertragungsbeispiel

Zum besseren Verständnis des verwendeten Protokolls wird im Folgenden ein Übertragungsbeispiel dargestellt.

Der Befehlssatz des UAD 8 ist in Tabelle 2 dargestellt und erläutert.

Als Beispiel für den Umgang mit dem Befehlssatz soll die angelegte Spannung vom Kanal 3 und Kanal 5 digitalisiert und übertragen werden. Zuerst ist das Konfigurationswort zu senden. Die Tabelle 3 gibt an, dass die Aktivierung von Kanal 3 und Kanal 5 ein Konfigurationswort von

Kanal	Konfigurationswort
1	xxxx xxx1
2	xxxx xx1x
3	xxxx x1xx
4	xxxx 1xxx
5	xxx1 xxxx
6	xx1x xxxx
7	x1xx xxxx
8	1xxx xxxx
1 = aktiviert	0 = deaktiviert

Tabelle 3: Konfigurationswort

14hex (0001 0100b) ergibt. Dieser Parameter wird um 30hex (Zeichen '0') aufaddiert, um bei der Übertragung des Konfigurationswortes nicht in den Bereich der Steuerzeichen zu geraten, was zu einem vorzeitigen Abbruch oder Neubeginn der Übertragung führen würde.

Der Konfigurationsbefehl lautet dann:

```
<STX> k <44hex> <ETX>
```

Die erfolgreiche Konfiguration wird mit einem:

```
<STX> <ACK> <ETX>
```

bestätigt.

Das Abfragen der gemessenen Daten von Kanal 3 wird mit dem Befehl '3' (33hex) gestartet. Das Protokoll dazu setzt sich wie folgt zusammen:

```
<STX> <33hex> <ETX>
```

Als Antwort wird der Messwert aufgeteilt in 1000er, 100er, 10er und 1er mV übertragen. Eine Antwort eines Messwertes von 1,741 V sieht dann so aus:

```
<STX> <31hex> <37hex><34hex>
<31hex> <ETX>
```

Für die weitere Bearbeitung ist von den empfangenen Parametern jeweils das Zeichen '0' (30hex) abzuziehen und der Dezimalpunkt, je nach Beschaltung des Eingangsspannungsteilers, zu setzen.

Die Abfrage des Kanals 5 gestaltet sich ähnlich. Der Befehl lautet:

```
<STX> <35hex> <ETX>
```

Ein Messwert von 0,642 V an Kanal 5 wird wie folgt übertragen:

```
<STX> <30hex> <36hex> <34hex>
<32hex> <ETX>
```

Die Abfrage eines nicht konfigurierten Kanals wird mit:

```
<STX> <NAK> <ETX>
```

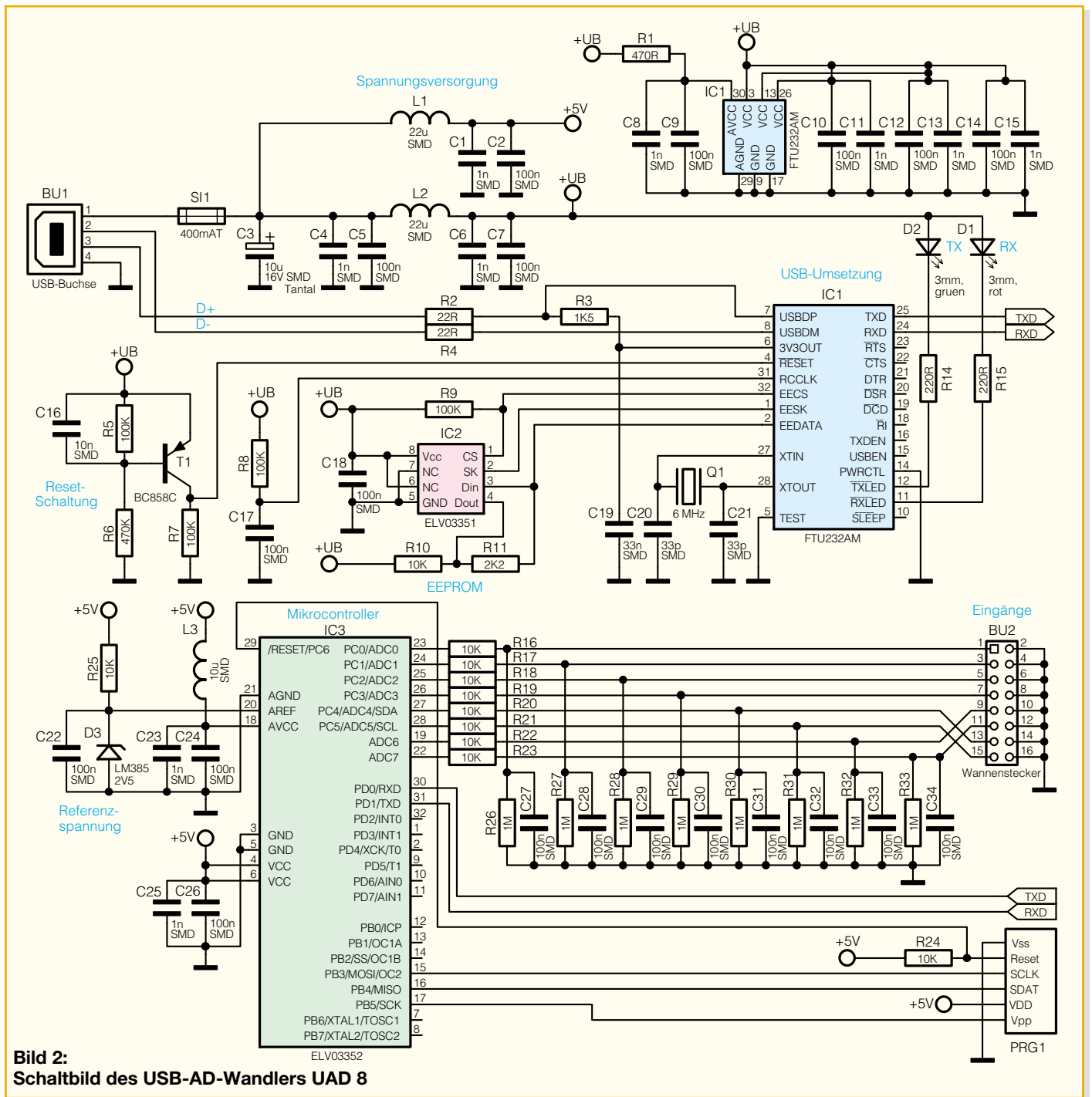
bestätigt.

Diese zusammengesetzten Datenstrings sind jeweils über die USB-Schnittstelle zu übertragen. Sind diese Bildungsregeln erst einmal verinnerlicht, sollte die Programmierung der einzelnen Befehle keine größeren Probleme mehr darstellen.

Zum besseren Verständnis der Ansteuerung des USB-AD-Wandlers befindet sich auf der dem Bausatz beiliegenden Programmdiskette ein Visual-C++-Beispielprojekt mit zugehörigen Quelltexten. Außerdem enthält die Diskette noch Informationen zur Programmierung einer USB-Schnittstelle. Zusätzlich lassen sich auf der Internetseite des USB-Chip-Herstellers „www.ftdichip.com“ noch weitere Infos zum Umgang mit der USB-Schnittstelle abrufen.

Schaltung

Die gesamte Schaltung des USB-AD-Wandlers (UAD 8) ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Mikrocontroller IC 3 bildet das zentrale Element des UAD 8. Dieser wandelt die analogen Spannungen der AD-Wandler-Eingänge Kanal 0 (ADC 0) bis Kanal 7 (ADC 7) in digitale Daten um und wertet die Befehle der USB-Schnittstelle aus. Die Kondensatoren C 23 bis



C 26 und die Spule L 3 dienen zum Ausfiltern von Störungen der Betriebsspannung des internen AD-Wandlers von IC 3. Durch eine Verwendung des internen Oszillators kann auf eine diesbezügliche äußere Beschaltung verzichtet werden.

Der Widerstand R 25 und die Diode D 3 erzeugen eine stabile Referenzspannung von 2,5 V für den AD-Wandler. Der parallel geschaltete Kondensator C 22 dient zur Störunterdrückung dieser Referenzspannung.

Über einen Wannenstecker (BU 2) gelangen die analogen Mess-Spannungen an den Schaltungseingang. Die Widerstände R 16 bis R 23 realisieren eine Strombe-

grenzung und somit einen Schutz der AD-Wandler-Eingänge. Die Widerstände R 26 bis R 33 bilden den Eingangswiderstand für den jeweiligen AD-Wandler-Eingang.

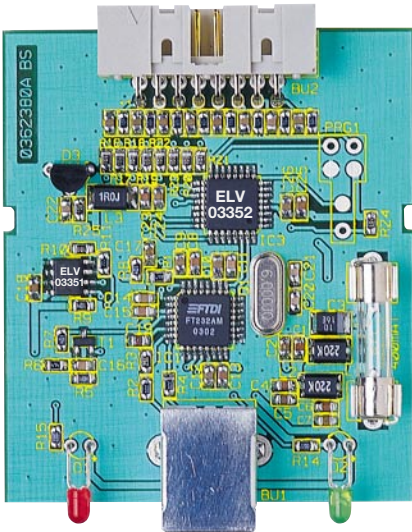
Der Programmieradapter PRG1 und der Widerstand R 24 ermöglichen eine Programmierung des Mikrocontrollers in der Serienproduktion.

Der Mikrocontroller empfängt und sendet seine Befehle über das vorgeschaltete USB-Modul („USB-Umsetzung“). Dieses USB-Modul setzt ankommende Befehle vom USB-Format in serielle Befehle und auch abgehende serielle Befehle in das USB-Format um, so dass der Mikrocontroller diese an seinen Schnittstellen-Pins

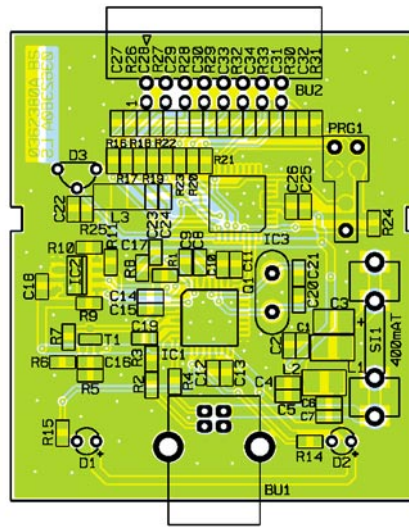
(RXD und TXD) „verstehen“ und „sprechen“ kann.

Kommen wir zur genaueren Beschreibung dieser USB-Umsetzung im oberen Teil des Schaltbildes. Das zentrale Element bildet hier der USB-Controller (IC 1, FTU232AM), der speziell für die Konvertierung zwischen USB und RS 232 entwickelt wurde. Dieser USB-Controller beinhaltet einen Mikrocontroller, der eine Taktversorgung bedingt. Der interne Oszillator wird mit dem Quarz Q 1 und den Kondensatoren C 20 und C 21 auf eine Frequenz von 6 MHz stabilisiert.

Durch Beschalten des Reset-Pins mit der Reset-Schaltung, bestehend aus T 1,



Ansicht der fertig bestückten Platine des USB-AD-Wandlers UAD 8 mit zugehörigem Bestückungsplan



R 5 bis R 7 und C 16, ist ein definiertes Starten des USB-Controllers sichergestellt.

Zur Speicherung der USB-Erkennungsdaten (Vendor-ID, Product-ID, Seriennummer etc.) des UAD 8 ist an die „Microwire“-Schnittstelle von IC 1 ein EEPROM vom Typ ELV 03351 (IC 2) angeschlossen. Diese Daten sichern u. a. die USB-typische Plug-&-Play-Erkennung durch das PC-Betriebssystem.

Neben den beiden Leitungen für die Betriebsspannung (dazu später mehr) besteht der USB aus zwei Datenleitungen (D+, D-). Diese sind jeweils über einen Widerstand zum Leitungsabschluss (R 2, R 4) mit dem USB-Controller IC 1 verbunden.

Der Widerstand R3 dient als Pull-up-Widerstand des USB. Über den definierten High-Pegel der D+-Datenleitung erkennt der PC die angeschlossene UAD-8-Hardware. Die Leuchtdioden D1 und D2 dienen als Statusanzeige für die Übertragung, wobei die grüne LED (D 2) einen Sendevorgang und die rote LED (D 1) einen Datenempfang signalisiert.

Die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung erfolgt über den USB, der eine Spannung von 5 V zur Verfügung stellt. Diese Betriebsspannung gelangt über die USB-Buchse (Pin 1 und Pin 4) auf die Schaltung. Die Sicherung SI 1 sichert den USB gegen eine Überlastung ab. Die Kondensatoren C 1 bis C 7 sowie die Induktivitäten L 1 und L 2 dienen zur Stabilisierung dieser Spannung bzw. zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen. Die weiteren Kondensatoren (C8 bis C15) sind zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung des USB-Controllers (IC 1) implementiert.

Nachbau

Der Nachbau des UAD 8 erfordert ein wenig Geschick, da die verwendeten

Bauelemente fast ausschließlich in SMD-Technik ausgeführt sind, um ein möglichst kompaktes Design zu erreichen. Neben einem geregelten Lötcolben mit sehr feiner Spitze, SMD-Lötzinn sowie Entlötlitze sollte auch eine SMD-Pinzette zum Positionieren der kleinen Bauteile nicht fehlen. Auch eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe leistet hier gute Dienste. Der Aufbau erfolgt anhand des Bestückungsdrucks, des Platinenfotos sowie der Stückliste.

Er beginnt mit den ICs 1, 2 und 3. Diese haben einen geringen Pin-Abstand und sind am besten zu bestücken, wenn ringsum noch keine Bauteile die Lötarbeiten behindern. Beim Bestücken dieser Bauteile ist auf die korrekte Einbaulage zu achten. Beim USB-Controller (IC 1) und dem Mikrocontroller (IC 3) ist die Pin 1 zugeordnete Ecke entweder angeschrägt oder durch eine kreisförmige Ausfräsung des Gehäuses gekennzeichnet, welche sich auch im Bestückungsdruck wiederfindet. Bei IC 2 ist die Pin 1 zugeordnete Seite abgeflacht bzw. durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet.

Es wird zunächst jeweils ein Lötpad vorverzinnt, an dem das lagerichtig aufgelegte IC zuerst mit einem Pin zu verlöten ist. Im Anschluss daran ist ein zweiter Pin an der diagonal gegenüberliegenden Seite zu verlöten. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Anschlüsse des ICs plan auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, um spätere Kontaktfehler durch ungenügende Verlötung auszuschließen. Bevor die weiteren Anschlüsse mit der Leiterplatte verlötet werden, ist nochmals die richtige Position zu überprüfen, da eine Korrektur im Nachhinein nur noch sehr schwer durchführbar ist. Sollte durch zu viel aufgetragenes Löt-zinn einmal eine Lötbrücke zwischen den Pins entstanden sein, kann man diese sehr

**Stückliste:
USB-AD-Wandler UAD 8**

Widerstände:

22 Ω/SMD	R2, R4
220 Ω/SMD	R14, R15
470 Ω/SMD	R1
1,5 kΩ/SMD	R3
2,2 kΩ/SMD	R11
10 kΩ/SMD	R10, R16–R25
100 kΩ/SMD	R5, R7–R9
470 kΩ/SMD	R6
1 MΩ/SMD	R26–R33

Kondensatoren:

33 pF/SMD	C20, C21
1 nF/SMD	C1, C4, C6, C8, C11, C13, C15, C23, C25
10 nF/SMD	C16
33 nF/SMD	C19
100 nF/SMD	C2, C5, C7, C9, C10, C12, C14, C17, C18, C22, C24, C26–C34
10 µF/16 V/SMD	C3

Halbleiter:

FT8U232AM/SMD	IC1
ELV03351/SMD	IC2
ELV03352/SMD	IC3
BC858C	T1
LM385-2,5V	D3
LED, 3 mm, rot	D1
LED, 3 mm, grün	D2

Sonstiges:

Quarz, 6 MHz, HC49U4	Q1
SMD-Induktivität, 22 µH	L1, L2
SMD-Induktivität, 10 µH	L3
USB-B-Buchse, winkelprint	BU1
Wannen-Steckleiste, winkelprint, 2 x 8-polig	BU2
Sicherung, 0,4 A, träge	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
1 3,5"-Diskette UAD-8-Software	

einfach durch den Einsatz feiner Entlötlitze beseitigen.

Nach dem Verlöten der IC-Pins und folgender Kontrolle der Lötstellen geht es nun an die weiteren SMD-Komponenten –

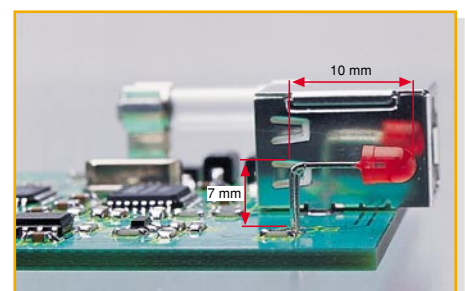


Bild 3: So erfolgt die LED-Bestückung.

die SMD-Widerstände, -Kondensatoren und -Spulen. Hier wird zunächst wiederum jeweils ein Lötpad auf der Leiterplatte vorverzinnt, bevor man das Bauteil mit der Pinzette erfasst, positioniert und am vorverzinnten Pad anlötet. Nach der Kontrolle der korrekten Position des Bauteils ist der zweite Anschluss zu verlöten. Die Kondensatoren sollten erst direkt vor dem Bestücken einzeln aus der Verpackung genommen werden, da diese keinen Aufdruck tragen, der über den Wert informiert. Der SMD-Elko C 3 trägt üblicherweise an seinem Pluspol eine Markierung!

Im Anschluss daran ist der SMD-Transistor in gleicher Weise mit der Leiterplatte zu verlöten. Auch hier ist auf die richtige Polung zu achten, die sich allerdings bei den SMD-Transistoren aus der Pinkonfiguration ergibt.

Vor der weiteren Bestückung sind alle SMD-Lötstellen sorgfältig zu kontrollieren, ggf. unter Zuhilfenahme einer starken Lupe. Sind alle SMD-Komponenten aufgelötet und überprüft, beginnt die Bestückung der konventionell bedrahteten Bauelemente. Der Quarz (Q 1) und die Z-Diode (D3) sind in stehender Position zu bestücken und verlöten. Die beiden Buchsen BU 1 und BU 2 und der Sicherungshalter müssen direkt plan auf der Leiterplatte aufliegen, bevor die Anschlüsse verlötet werden, da die Lötstellen sonst bei späterer mechanischer Belastung der Buchsen ziemlich stark beansprucht werden. Durch die plane Auflage wird der

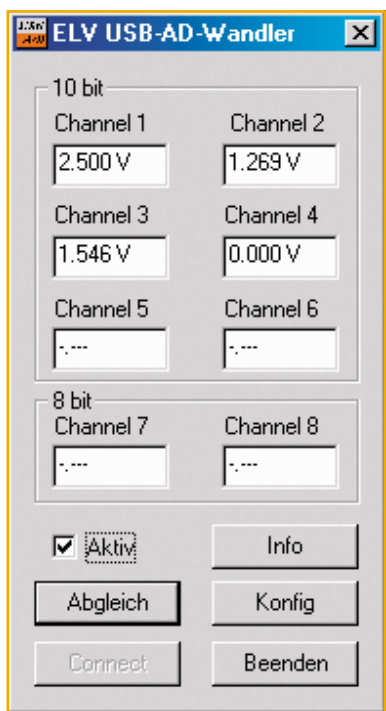


Bild 4: Das mitgelieferte Testprogramm hilft bei Abgleich und Konfiguration des AD-Wandlers.

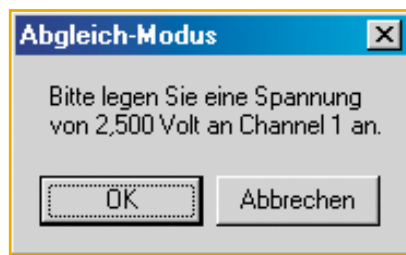


Bild 5: Der Abgleich-Modus des USB-AD-Wandlers

Großteil der wirkenden Kräfte auf die Platine selbst übertragen.

Nun erfolgt die polrichtige Bestückung der Leuchtdioden, hier ist die Anode durch den längeren Anschlusspin gekennzeichnet. Die LED-Anschlüsse sind in etwa 10 mm Entfernung vom Gehäuse um 90° abzuwinkeln und die LEDs dann so zu verlöten, dass sie etwa 7 mm über der Platine stehen. Damit sind sie passend zu den Gehäusebohrungen montiert (siehe Abbildung 3).

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

Funktionskontrolle und Abgleich

Nach Abschluss des Aufbaus ist der USB-AD-Wandler mittels des mitgelieferten Testprogramms zu überprüfen. Dazu verbindet man den AD-Wandler über ein USB-Verbindungskabel mit einem PC. Dieser erkennt die neu angeschlossene Hardware und verlangt dann nach kurzer Zeit einen USB-Treiber. Dieser Treiber (ftd2xx.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programmdiskette.

Daraufhin ist das Testprogramm „usb_ad.exe“ von der mitgelieferten Programmdiskette zu starten, woraufhin das Dialogfeld (Abbildung 4) erscheint. Zuerst ist in diesem Fenster der Abgleich durch Betätigung der Taste „Abgleich“ zu starten. Es erscheint das Fenster des Max-Abgleichs (siehe Abbildung 5). An den

Kanal 1 des UAD 8 (Wannenstecker BU2: Pin 1 = 2,500 V, Pin 2 = GND) ist eine mit einem Multimeter eingestellte Spannung von 2,500 V anzulegen. Durch Betätigung des Buttons „OK“ gelangt man in den „Offset-Abgleich“. Jetzt ist an den Kanal 1 GND-Potenzial (Wannenstecker BU2: Brücke zwischen Pin 1 und Pin 2) anzulegen. Nach Betätigung der Taste „OK“ erscheint eine Meldung, dass der Abgleich erfolgreich beendet ist – ansonsten ist der gesamte Abgleich zu wiederholen.

Nach einem erfolgreichen Abgleich werden die Abgleichdaten im internen EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert und bei Bedarf abgerufen. Diese Daten bleiben auch nach einem Spannungsausfall (USB-Verbindung unterbrochen) erhalten, so braucht der Abgleich nicht vor jeder Verwendung des UAD 8 erneut durchgeführt werden.

Mit dem Button „Konfig“ öffnet sich ein Dialogfenster „Konfiguration“ (siehe Abbildung 6), in dem man die Konfiguration

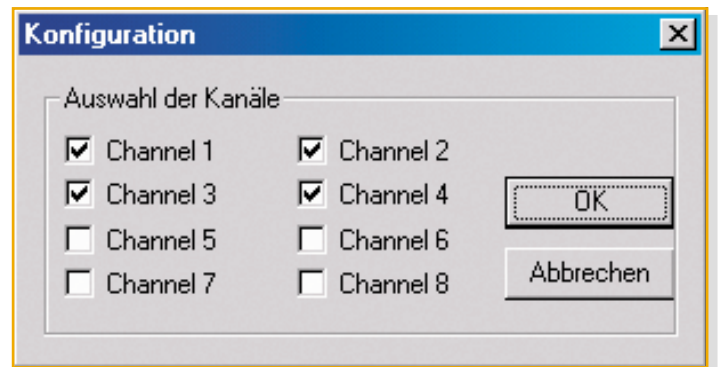



Bild 6: Das Konfigurationsmenü des Testprogramms

der verwendeten Kanäle vornimmt. Durch Setzen der Häkchen vor dem jeweiligen Kanal wird dieser aktiviert. In der Abbildung 6 sind beispielhaft die Kanäle 1 bis 4 aktiviert.

Unter dem Punkt „Aktiv“ wird das UAD-8-Testprogramm eingeschaltet. Der UAD 8 misst in den konfigurierten Kanälen, sobald die Betriebsspannung anliegt bzw. die USB-Verbindung zu einem „laufenden“ PC hergestellt ist. Das UAD-8-Testprogramm fragt die Messdaten aller Kanäle ab und zeigt die Werte im jeweiligen Fenster an. In dem Fenster eines nicht konfigurierten Kanals wird „-.-.-“ angezeigt.

Das Testprogramm fragt die Messdaten der AD-Wandler-Eingänge in einem festen Zeitraster ab und aktualisiert die Werte. Der Funktionstest ist beendet, wenn mit jedem AD-Wandler-Eingang die angelegte Spannung gemessen werden kann.

Nach diesen Tests kann der USB-AD-Wandler in eigene Applikationen integriert werden. 



Wettervorhersage in neuer Qualität

Mit der brandneuen WS 300 ist es wieder einmal gelungen, innovative, professionelle Wettermesstechnik so umzusetzen, dass eine faire Preisgestaltung für den Massenmarkt möglich war. Die Neue trumft mit innovativen Ideen und Konzepten, neuer Sende- und Sensortechnik sowie originellen Lösungen auf.

Wir stellen die WS 300 samt ihrer Peripherie ausführlich vor.

Wetter – besser visualisiert

Kabellos arbeitende Wetterstationen gibt es heute eigentlich wie Sand am Meer. Allein der neue ELV-Katalog listet fast 30 Typen auf, von der kleinen Mini-Station bis zum Profi-PC-System. Schaut man in Internet-Foren für Wetterbeobachtung, taucht auch immer wieder die Frage von „Einsteigern“ auf, welche Wettermesstechnik man sich anschaffen soll – ein Zeichen für Verunsicherung angesichts des umfangreichen Angebotes. Denn moderne Wettermesstechnik kann heute vieles, bis hin zur systematischen und langfristigen Wetterauswertung per PC-Programm. Zu dieser Auswertung muss man aber nicht immer einen PC bemühen, denn Stationen

Technische Daten: WS 300

Messintervall Außensensoren/Innensensor:	ca. 3 Min./10 Min.
Sendefrequenz:	868,35 MHz
Reichweite im Freifeld:	max. 100 m
Temperaturbereich innen:	0 °C – +79,9 °C
Auflösung/Genauigkeit:	0,1 °C/±0,8 °C
Temperaturbereich außen (KS 300):	-29,9 °C – +79,9 °C
Auflösung/Genauigkeit:	0,1 °C/±0,8 °C
Messbereich rel. Luftfeuchte (innen/außen):	0–99 %
Auflösung/Genauigkeit:	1 %/±5 %
Regenmengenanzeige:	0–999 mm
Auswertungsintervall:	letzte Stunde: um xx:30 Uhr; Tagesmenge: um 7:30 Uhr
Auflösung:	<0,3 mm
Windgeschwindigkeit:	0–200 km/h
Auflösung:	bis 100 km/h: 0,1 km/h; über 100 km/h: 1 km/h
Spannungsversorgung Basisstation:	4 x 1,5-V-Batterie, Mignon
Spannungsversorgung KS300:	3 x 1,5-V-Batterie, Mignon
Abm. (B x H x T) Basisstation:	160 x 220 x 35 mm (ohne Fuß)

wie die Highend-ELV-Touchscreen-Station WS 3000 sind leistungsfähig genug, auch tagelange Verläufe von Wetterdaten aufzuzeichnen und gleich grafisch darzustellen.

Andererseits stellen viele Interessenten ganz neue Ansprüche – sie wollen relevante Daten, vor allem die Wettervorhersage, auf einen Blick sehen und sich nicht mit vielen Menüs und Unterfunktionen beschäftigen, eben einfach, gut und schnell informiert sein. Allenfalls will man etwa noch wissen, wie die Höchsttemperatur in den letzten vier Wochen war.

Gleichzeitig wächst aber auch die Anforderung an die Qualität der Voraussagen und ihrer visuellen Umsetzung. Es gibt viele Leute, die würden sich wohl eine Wetterstation kaufen, allein schrecken sie die vielen Zahlen und deren Interpretationsmöglichkeiten im Display. Sie wollen auf einen Blick sehen, ob es bald regnet, gerade zu regnen beginnt, ob der Wind schwach oder stärker ist, und vor allem, wie die Gesamtlage ist.

Genau diese Klientel bedient die neue WS 300. Sie bietet nicht nur die übliche, exakte Werteanzeige, reduziert auf wesentliche Daten, sie interpretiert und visualisiert diese Werte auch in leicht erfassbaren Symbolen und fasst mehrere Faktoren zu einer bildlichen Anzeige zusammen.

Deshalb findet man, betrachtet man das Display der WS 300 in Aktion (Abbildung 1), hier vermehrt grafische Symbole, die die Gesamtbewertung des aktuellen und kommenden Wetters deutlich erleichtern.

Und durch die Reduzierung auf die Anzeige wesentlicher Daten wurde Platz frei für die Unterbringung zusätzlicher, oft geforderter Funktionen wie Mondphasen- und Sonnenauf- und -untergangs-Anzeige. Mit dieser Hinwendung zur globalen, grafischen Aussage kehrt diese Wetterstation zurück zu den Wurzeln – was war (und ist) einfacher erfassbar als die bekannten Wetterhäuschen-Figuren? Wer es nostalgisch mag, kann sich die (Abbildung 2) ja zusätzlich auf die Terrasse stellen – das



Bild 2: Entfernte Verwandte des Wetter-Willi – das gute alte Wetterhäuschen

1. Aktuelle Temperatur Innensensor
2. Aktuelle Luftfeuchte Innensensor
3. Komfortzonenindikator für die Anzeige angenehmes/unangenehmes Klima
4. Anzeige für beginnenden Regen
5. Anzeige der Regenmenge, hier der letzten 24 Std.
6. Tendenzanzeige Luftdruck: stark steigend, steigend, konstant, fallend, stark fallend
7. Historienanzeige, jeweils bezogen auf den in der Konfiguration gewählten Wert, hier für den Luftdruck
8. Anzeige von Sonnenaufgangs- (Sunrise) und -untergangszeit (Sunset)
9. Zeit- (Time) und Datums-Anzeige (Date)
10. Animierte Multi-Wetteranzeige „Wetter-Willi“
11. Windgeschwindigkeitsanzeige
12. Windgeschwindigkeitsanzeige (leicht, mäßig, stark) durch Windsack
13. Anzeige des aktuell gewählten Außensensors, bei Kombi-Sensor-Anwahl keine Anzeige
14. Aktuelle Luftfeuchte des gewählten Außensensors
15. Aktuelle Temperatur des gewählten Außensensors
16. Mondphasenanzeige
17. Anzeige Wettervorhersage (sonnig, heiter, bewölkt, regnerisch)

Bild 1: Das Display der WS 300 im Überblick

historische Wetterhäuschen genießt ob seiner Einfachheit und des dekorativen Bildes ungebrochene Beliebtheit.

Der Clou des Ganzen ist jedoch der „Wetter-Willi“ – eine die Anzeige dominierende Figur, die ihre Bekleidung je nach angesagtem Wetter wechselt. Etwas Ähnliches gab es schon einmal – bei unserer WS 3000, hier allerdings als extra anzuwählende Funktion. Der Wetter-Willi geht weiter. Seine Bekleidung wechselt nicht nur in Abhängigkeit der allgemeinen Wettervorhersage, sondern auch entsprechend der aktuellen Verhältnisse (Wind-

geschwindigkeit, Regen, Temperatur). Auf die weiteren Einzelheiten werden wir bei der Beschreibung der einzelnen Funktionen noch eingehen.

Fakt ist, was sich in unzähligen Tests erwiesen hat, dass nach einiger Eingewöhnung tatsächlich ein Blick zum Wetter-Willi genügt, um das aktuelle und kommende Wetter zu erfassen.

Hier hat ELV die mittlerweile jahrzehntelange Erfahrung in der Konzeption von Wettermesstechnik und die Anforderungen vieler Nutzer zusammengeführt.

Das neue Herangehen an die Entwick-



Bild 3:
Neuartiger Kombinations-Sensor – der KS 300

lung dieser „populären“ Wettermesstechnik schlägt sich auch in der völlig neu entwickelten Sensorik nieder. Während wir bisher bei den wichtigsten externen Sensoren weitgehend auf Einzelgeräte gesetzt haben, kommt hier erstmals ein Kombisensor (KS 300, Abbildung 3) zum Einsatz, der die Komponenten Temperatur-, Luftfeuchte-, Windgeschwindigkeits-



Bild 4: Bis zu 8 Temperatur-/Luftfeuchte-Sensoren ASH 2200 kommunizieren per Funk mit der WS 300.

und Regenmengenmessung sowie Sofort-Regenerfassung gemeinsam mit der zugehörigen Sendetechnik in einem Gehäuse vereint. Das hat viele Vorteile, so u. a., dass alle Sensoren inkl. Sender nur einen Batteriesatz zur Spannungsversorgung benötigen. Dazu kommt, dass alle diese Sensoren sich an einer Stelle konzentriert befinden und „artgerecht“ auf einem Steckmast in 2 m Höhe über dem Erdboden montiert sind. Auf weitere Details dieses nochmals professionalisierten Sensorsystems, wie z. B. die aufwändige Abschirmung des Temperatursensors gegen Sonneneinstrahlung, gehen wir im späteren Verlauf näher ein.

Natürlich ermöglicht auch diese Wetterstation, wie viele andere aus unserem Hause, die Erfassung der Temperatur- und Luftfeuchtedaten von insgesamt bis zu 9 externen Messstellen. Denn der aus dem bisherigen Funk-Sensor-Sortiment stammende Standard-Sensor ASH 2200 (Abbildung 4) kommuniziert auch mit dieser Wetterstation. Neben dem Kombisensor sind bis zu 8 dieser Sensoren, etwa im Gewächshaus, in der Garage, im Keller usw., an die WS 300 per Funk anschließbar.

Ach ja, bleibt schließlich zu erwähnen, dass auch die WS 300 wieder völlig kabellos arbeitet, man hat also (nur durch die Ausbreitungsbedingungen einge-

beschränkt) alle Freiheiten für die Platzierung von Empfangsstation und Sensoren.

Und – wer viele Tasten hasst, ist hier ebenfalls gut bedient. Die Station wird nur über 5 Tasten gesteuert, die, außer vielleicht der Sensor-Auswahltaste, im Normalbetrieb kaum benötigt werden. Sie dienen im Wesentlichen der einmaligen Konfiguration und der Abfrage von wenigen Sonderfunktionen.

Wollen wir uns im Folgenden zunächst den einzelnen Funktionen der Station widmen, bevor wir uns später noch einmal ausführlich der Sensorik zuwenden.

Unvermeidlich – ein wenig Konfiguration

Wie bei allen Wetterstationen dieser Komplexität sind nach der Inbetriebnahme der externen Sensoren und dem Einlegen der Batterien in die Wetterstation einige wenige Konfigurationsarbeiten vorzunehmen. Diese schließen die Einstellung von

Jahr, Datum und Uhrzeit ebenso ein wie die Eingabe des Standortes der Station und der Zeitzone am Standort.

Uhrzeit einstellen? Keine Funkuhr „on Board“? Ja, wir haben hier erstmals zur Quarzuhr gegriffen, um, aus der Erfahrung vieler Kunden heraus, die Basisstation auch an Stellen einsetzen zu können, die für das DCF-77-Zeitsignal kritisch sind – und die gibt es tatsächlich reichlich! Außerdem ist die Station so auch ohne Weiteres außerhalb des Sendebereiches des Zeitzeichensenders Mainflingen und in anderen Zeitzonen einsetzbar. Letztlich dient die interne Uhr der WS 300 nicht vorrangig der sekundengenauen Zeitanzeige, sondern als Zeitbasis für weitere Funktionen, etwa für Sonnenauf- und -untergang oder für statistische Funktionen, bei denen Minute Genauigkeit völlig ausreicht. Entsprechend klein ist auch die Uhrzeitanzeige im Display gegenüber den Wetterinformationen ausgeführt.

Die Standorteingabe ist erforderlich, um die genauen Sonnenauf- und -untergangszeiten für den Standort der Wetterstation anzeigen zu können. Eben für diese Funktion ist auch die Zonenabweichung zu GMT (Greenwich Mean Time) einzugeben, sie wird für Sommer- und Winterzeit getrennt festgelegt.

Hat man Datum und Zeit eingegeben, erscheint neben den Sonnenauf- und -untergangsdaten für den aktuellen Tag auch die Mondphasenanzeige im oberen Displayteil – eine für viele Menschen und Berufe durchaus wichtige Information.

Mit dieser Zeit- und Standorteingabe sind die wichtigsten Konfigurationen bereits erledigt. Weitere, nicht unbedingt sofort nötige Konfigurationen besprechen wir bei den jeweiligen Funktionen.

Somit ist die Wetterstation in ganz kurzer Zeit betriebsbereit.

Betrachten wir nun die einzelnen Funktionen im Detail!

Innen-Temperatur und -Luftfeuchte

Diese beiden Werte (siehe Abbildung 5) werden in aller Regel zuerst auf dem Display erscheinen, befinden sich die zuge-

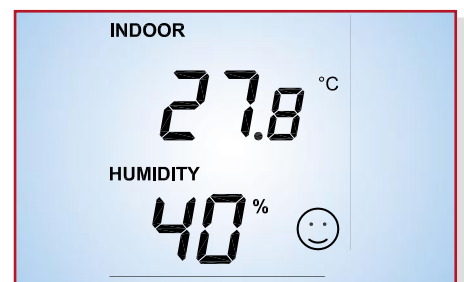


Bild 5: Das Anzeigefeld des Innen-sensors mit Klimakomfort-Anzeige

hörigen Sensoren neben dem Luftdrucksensor doch bereits im Gehäuse der Wetterstation.

Alternativ zur Innentemperaturanzeige am Standort der Station kann man den Taupunkt anzeigen lassen.

Aus dem Verhältnis zwischen Temperatur und Luftfeuchte errechnet die Station den Komfort-Faktor des Raumklimas, der mit einem Smiley-Symbol dargestellt wird. In welchen Bereichen welches Symbol erscheint, ist in der Tabelle 1 zu sehen. Hier kann man gut erkennen, dass es deutlich abgegrenzte Bereiche gibt, die allgemein als behagliches und unbehagliches Klima definiert sind. So empfindet man z. B. bei einer Temperatur von 25 °C eine Luftfeuchte unter 30 % als zu trocken (z. B. Heizungsluft) und eine über 60 % als schwül („Tropenluft“). Dieser Indikator erweist sich in der Praxis als besonders wertvoll, wenn es um das nötige Lüften oder gar Luft-Befeuchten geheizter Räume geht.

Außentemperatur und Außen-Luftfeuchte (Abbildung 6)

Mit der Taste „Sensor“ ist eine von 9 Außenmessstellen, darunter der KS 300, auswählbar. Die Daten jedes der ausgewählten Sensoren erscheinen mit Temperatur und Luftfeuchte am Standort des Sensors. Welcher Sensor gerade gewählt ist, ist im Anzeigefeld „Sensor“ ablesbar. Ist der KS 300 angewählt, entfällt diese Anzeige.

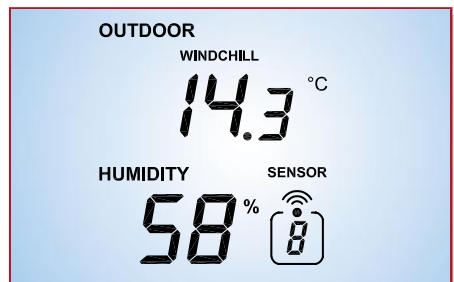


Bild 6: Über das Außensensor-Anzeigefeld sind bis zu 9 externe Sensoren darstellbar.

Alternativ ist auch hier der Taupunkt anzeigbar. Oder aber man lässt sich die Windchill-Äquivalent-Temperatur anzeigen, allgemein auch als gefühlte Temperatur bezeichnet.

Regenmengenanzeige

Im Anzeigefeld „RAIN“ (Abbildung 7) erfolgt zunächst die Anzeige der vom KS 300 registrierten Regenmenge, mit der Taste „RAIN“ wahlweise für die Werte der letzten Stunde, der letzten 24 Stunden oder Gesamt seit dem letzten Löschen des Speichers anzuwählen. Eine Stunde be-

Temperatur	Feuchte									
	20 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %
<18°	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
18–19,9°	☹	☹	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☹
20–21,9°	☹	☹	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☹
22–23,9°	☹	☹	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☹	☹
24–25,9°	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☹	☹	☹
26–27,9°	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
über 28°	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹

Tabelle 1: Der Komfort-Indikator (☹ ☺ ☺) gibt das Raumklima wieder, wobei nach folgender Tabelle gearbeitet wird.

deutet hier das Intervall von der 30. Minute der vorhergehenden bis zur 30. Minute der laufenden Stunde, die Tagesmenge wird täglich um 7.30 Uhr ermittelt. Die mit dem KS 300 erreichte Auflösung ist dabei mit <0,3 mm für diese Geräteklasse außergewöhnlich hoch.



Bild 7: Neben der Regenmengenanzeige erfolgt hier die schnelle Warnung vor beginnendem Regen.

Die Einheit der erfassten Regenmenge ist zwischen l/m² oder mm über die Konfiguration des Gerätes wählbar.

Aber der Regenmengenmesser meldet nicht nur die erfasste Regenmenge. Immerhin erscheint diese aufgrund der Erfassungsmethode ja recht verzögert im Display, denn es muss ja erst eine Mindestmenge an Wasser gesammelt werden, bevor der Wippensensor überhaupt reagiert. Deshalb ist im KS300 ein zusätzlicher Wassersensor integriert, der bereits die ersten durch den Trichter fallenden Tropfen eines beginnenden Regens registriert und sofort mit der nächsten Datenübertragung an die Station weitermeldet. Dort erscheint



Bild 8: Auch die Windanzeige wird durch eine eindeutige Symbolik ergänzt.

dann sofort die Regenschauer-Anzeige im „RAIN“-Anzeigefeld – und der Wetter-Willi rechts unten spannt seinen Regenschirm auf.

Damit ist die Frage „Fängt’s schon an zu regnen?“ mit einem Blick auf das Display beantwortet!

Windgeschwindigkeit

Im Anzeigefeld „WIND“ (Abbildung 8) wird die aktuelle Windgeschwindigkeit, ebenfalls per Funk vom KS 300 gemeldet, wahlweise in km/h, m/s oder mph (Meilen/ Stunde) angezeigt.

Auch hier erlaubt eine zusätzliche Grafik eine blitzschnelle globale Beurteilung: Ein Windsack-Symbol zeigt relevante Windgeschwindigkeitsbereiche durch wechselnde Stellungen an. Hängt der Windsack schlaff herunter, herrscht kein bis leichter Wind (bis 10 km/h). Ist er halb angehoben, haben wir mäßigen Wind mit Geschwindigkeiten zwischen 10 und 20 km/h. Steht er schließlich waagrecht, weht der Wind schon kräftiger mit mehr als 20 km/h. Auch der Wetter-Willi zeigt einige Wind-Zustände an, wie wir noch sehen werden. Insgesamt ist eine Windmessung im Bereich zwischen 0 und 200 km/h möglich.

Luftdruck-Verlauf und -Tendenz, Wettervorhersage

Das Hauptkriterium, um das kommende

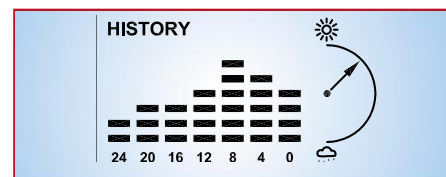


Bild 9: Auf einen Blick erkennbar – die Luftdruckentwicklung in den letzten 24 Stunden und die vorausgesagte Tendenz des Wetters



Bild 10: Ganz einfach – die Wettervorhersage wird durch eindeutige Symbole dargestellt, hier sind alle auf einmal zu sehen.

Wetter voraussagen zu können, ist der herrschende Luftdruck bzw. dessen Veränderungsgeschwindigkeit. Dabei ist für den normalen Nutzer einer Wetterstation der absolute Wert eher uninteressant, zumal man hier ja auch die Höhe des Standortes über dem Meeresspiegel eingeben müsste, um einen Bezugspunkt zu finden.

Deshalb gibt es bei der WS 300 statt der Werteanzeige zwei grafische Anzeigen: die des Luftdruckverlaufs der letzten 24 Stunden und die der aus diesem Verlauf ermittelten Luftdrucktendenz – wie wir es vom Zeiger-Barometer her kennen.

Beide Anzeigen befinden sich im Feld „HISTORY“ (Abbildung 9). Links erfolgt in der Balkendiagrammanzeige die Visualisierung des Luftdruckverlaufs bis 24 Stunden zurück. Rechts daneben findet man eine verkleinerte Version des erwähnten analogen Barometers – die Tendenzanzeige. Der Pfeil zeigt insgesamt fünf Zustände an: steigend, stark steigend, fallend, stark fallend, gleich bleibend. Aber schon das muss man sich für den Alltag nicht immer vergegenwärtigen, es reicht der Blick auf die Anzeige – zeigt der Pfeil Richtung Sonne, kann man allgemein sagen, dass das Wetter besser wird. Zeigt er in Richtung Wolke, wird das Wetter schlechter. Steht er waagrecht, bleibt das aktuelle Wetter.

Beruhend auf diesen ermittelten Luftdruck-Daten bzw. deren Änderungsgeschwindigkeit, wird die Wettervorhersage errechnet und am oberen Displayrand mit den bekannten Wolke-/Sonne-Symbolen angezeigt (Abbildung 10). Eine Wolke mit Regen bedeutet, dass regnerisches Wetter kommen wird, die Wolke allein zeigt bewölktes Wetter an, die Wolke mit Sonne heiteres Wetter und die Sonne allein sonniges Wetter.

Gleichzeitig wertet auch der Wetter-Willi die Vorhersage aus und richtet seinen Re-

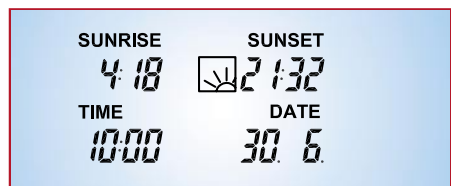


Bild 11: Nach Eingabe von Uhrzeit, Datum und Position sind die örtlichen Sonnenauf- und -untergangszeiten zu sehen.

genschilder danach aus, wie wir noch sehen werden.

Die Verlaufsanzeige stellt jedoch nicht nur den Luftdruck-Verlauf dar, wahlweise kann sie auch für die Verlaufsdarstellung von Innen- oder Außentemperatur konfiguriert werden.

Sonnenauf- und -untergang, Mondphase

Im linken unteren Displayfeld, das in der unteren Zeile Uhrzeit und Datum darstellt (Abbildung 11), erfolgt auch die Anzeige der Sonnenauf- (Sunrise) und -untergangszeit (Sunset) für den aktuellen Tag. Hierfür ist die bereits erwähnte Standorteingabe (Breitengrad von -60° bis +60° N möglich) notwendig, um für den Standort der Station die entsprechenden, mit einer Näherungsformel ermittelten Daten relativ genau anzeigen zu können. Dabei muss man allerdings auch die konkrete Standortlage beachten, denn nimmt man es genau, gelten die Daten nur am Meer oder in einer weit hin ebenen Landschaft. Berge, hohe Bewaldung usw. können den realen Tag erheblich verkürzen.

Wie kommt man an die Position des Standorts? Nun, wer ein Navigationsgerät, ob mobil oder im Auto, besitzt, hat die benötigten Koordinaten blitzschnell zur Hand. Alternativ finden sich im Internet zahlreiche (Navigations-) Seiten, auf denen man die Koordinaten für den eigenen Standort oder zumindest eines Ortes in der Nähe ermitteln lassen kann. Und schließlich wird mit der Wetterstation gleich eine Koordinatentabelle mit über 30 Orten in Deutschland mitgeliefert, die zumindest Koordinaten für die nächste größere Stadt enthält.

Im oberen Displayteil, zwischen den

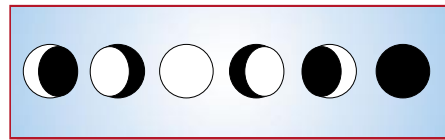


Bild 12: Die Mondphasen werden in sechs Stufen angezeigt.

Wettervorhersagesymbolen, erscheint die Mondphasenanzeige, die insgesamt 6 Mondphasen (Abbildung 12) zwischen Neu- und Vollmond darstellt. So kann man, auch wenn man den Mond nicht sehen kann, die aktuelle Mondphase erfahren – wichtig u. a. für die Tidenberechnung.

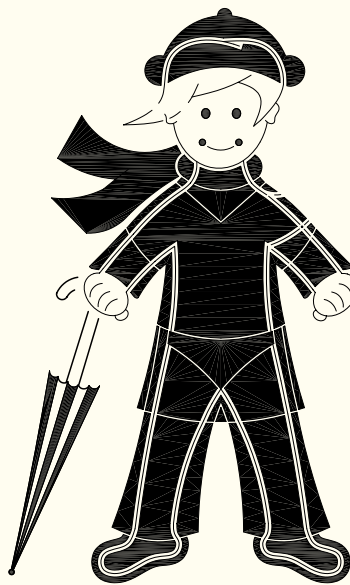
Der Wetter-Willi

Wie bereits erwähnt, der Wetter-Willi entstand in Anlehnung an das gute alte Wetterhäuschen – bei schlechtem Wetter tritt eine Person mit Regenschirm vor die Tür und bei gutem Wetter eine leichter bekleidete Frau.

Das Verhalten des Wetter-Willi ist allerdings noch weit differenzierter, denn er wertet verschiedene Wetterfaktoren aus, so dass man auf einen Blick erkennen kann, wie die mögliche Bekleidung für den Aufenthalt im Freien aussehen könnte.

Hierbei werden neben der eigentlichen Wettervorhersage auch die Daten für Regen, Wind, Temperatur und Luftfeuchte ausgewertet. So gibt es, je nach Wetterlage, über 50 mögliche Variationen des Erscheinungsbildes unseres Wettermännchens. Einige davon sind in Abbildung 13 erläutert.

Der Bekleidungsstatus des Wetter-Willi richtet sich nach der Außentemperatur, die am KS 300 ermittelt wird. So



Anzeige-Beispiele:

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

Wehender Schal:
Wind >20 km/h, Temp. <14 °C

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

Trauriges Gesicht, lange Hose, Schuhe, Pullover, Jacke, Schal, Mütze, geöffneter Regenschirm:
Temp <10 °C und >0 °C, Regen („Schmuddelwetter“)

Regenschirm geschlossen:
Hohe Regenwahrscheinlichkeit

Bild 13: Der Clou der WS 300 – der Wetter-Willi, der sein Outfit je nach Wetter wechselt.

trägt er z. B. bei Temperaturen unter 10 °C lange Kleidung, einen Pullover und eine Mütze, bei Temperaturen zwischen 22 und 25 °C ein T-Shirt, Shorts und Sonnenbrille, ab 28 °C hat er die Badehose an.

Für die Regenanzeige hat der Wetter-Willi seinen Regenschirm parat: Sagt die Wettervorhersage regnerisches Wetter an, nimmt er ihn in die Hand. Registriert der KS300 die ersten Regentropfen, spannt Wetter-Willi seinen Regenschirm auf.

Bei Windgeschwindigkeiten über 20 km/h wehen die Haare des Wetter-Willi. Fällt die Temperatur dabei unter +14 °C, weht der nun getragene Schal ebenfalls im Wind.

Diese ganzen Zustände muss man nicht auswendig lernen, nach kurzer Eingewöhnungszeit hat man das Bewertungsverhalten intuitiv, denn der Wetter-Willi verhält sich so natürlich, wie wir es sollten.

Willi interaktiv im Netz

Wer es ganz genau vorab wissen will, wie die WS 300 und insbesondere der Wetter-Willi funktionieren, dem sei ein Blick ins Internet empfohlen. Unter

www.willi.elv.de

ist eine interaktive Simulation der Wetterstation zu finden. Hier kann man sich detailliert mit den Funktionen der Wetterstation und den Auswirkungen der einzelnen Wettersituationen auf das Anzeigeverhalten der Station bekannt machen. Insbesondere lernt man das genaue Verhalten des Wetter-Willi bei verschiedenen Temperaturen, bei Regen und Wind kennen. In Abbildung 14 sind 2 Wettersituationen dargestellt. Jeder kann über das Wetter-Panel rechts per Maus eine gewünschte Wettersituation einstellen, oben eine Voraussage-Funktion (Luftdruckverlaufs-Simulation), darunter die Vorgabe für die insgesamt vier Wettersensoren. Die Reaktion ist unmittelbar auf dem Wetterstations-Display in der Mitte zu verfolgen. Hier kann man dann ganz genau, bis ins kleinste Detail, ausprobieren, wann sich der Willi wie verhält.

Links oben ist dann quasi die Schlussfolgerung aus dem vorausgesagten Wetter zu sehen – etwa heißes Badewetter, Segelwetter oder Regenwetter.

Links unten geht's zum Online-Shop.

Aber das ist noch nicht alles, was die Animation zu bieten hat. Fährt man mit dem Mauszeiger über das Display der Wetterstation, so kann man im Textfeld unter dem Display eine jeweilige kurze Erklärung zur angewählten Funktion sehen. In Abbildung 15 ist ein Beispiel hierfür zu sehen.

So kann man sich vorab ausführlich mit der Wetterstation bekannt machen und kauft nicht „die Katze im Sack“.

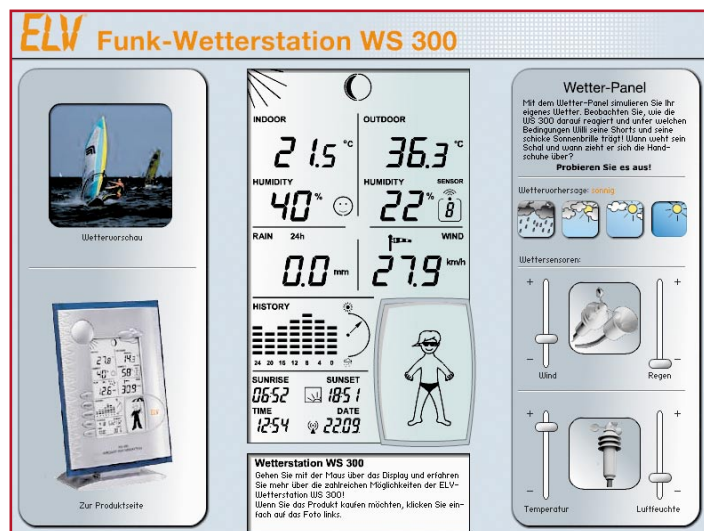


Bild 14: Über die liebevoll gestaltete WS-300-Simulation im Internet kann man sich mit dem Verhalten der Wetterstation und besonders des Wetter-Willi detailliert interaktiv bekannt machen. Wo? www.willi.elv.de

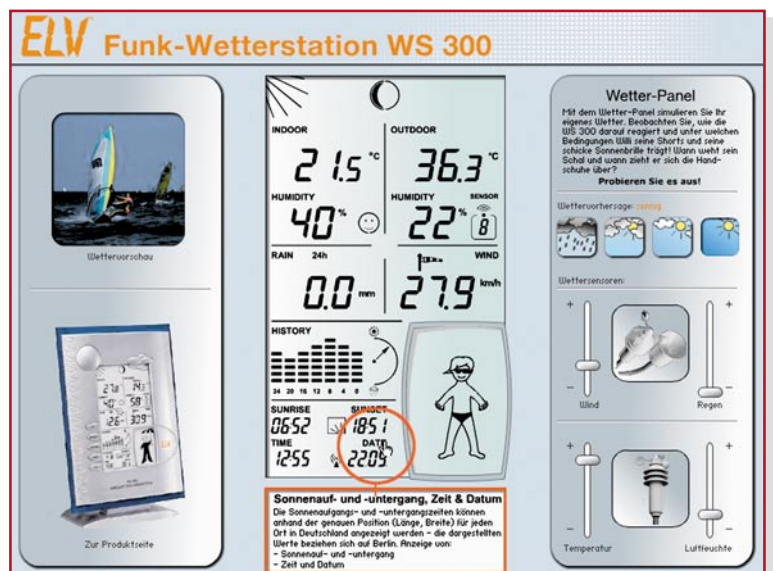
... und sonst?

Für diverse Messwerte wie Innen- und Außentemperatur, Innen- und Außenluftfeuchte, Regenmenge und Windgeschwindigkeit werden die erreichten Maximal- und Minimalwerte (Regen/Wind nur

Max.-Werte) seit der letzten Löschung gespeichert und sind bei Bedarf mit der Taste „MIN/MAX“ aufrufbar. Zu den jeweiligen Werten sind bei Bedarf zusätzlich Uhrzeit und Datum des Auftretens anzeigbar.

Der Batteriezustand der Gerätebatterien der Basisstation wird überwacht und das

Bild 15: Im interaktiven Dialog wird jede Funktion der Anzeigefelder erklärt, hier die Funktion Sonnenauf- und -untergang, Zeit und Datum.



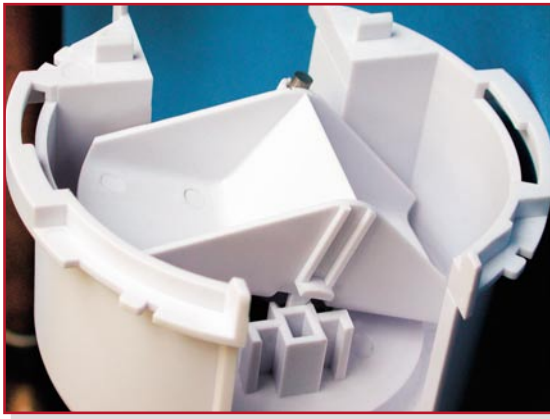


Bild 16: Die Zählwippe des Regenmessensors

Abfallen der Batteriespannung rechtzeitig durch ein Symbol im Display angezeigt.

Profi im Außendienst – der Kombi-Sensor KS 300

Der neue Kombi-Sensor (siehe Abbildung 3) vereint, wie erwähnt, das Schalenkreuz-Anemometer für die Windgeschwindigkeitsmessung, den Regenmengenmesser, den Regen-Sofort-Erkennungssensor, den Außentemperatur-/luftfeuchtesensor und die Sendeeinheit. Der mit drei Mignon-Batterien betriebene (diese halten bis zu 3 Jahre!) KS 300 wird auf einem 2 m hohen, wetterfesten, mehrteiligen Stahl-Steckmast montiert, der entweder in den Boden gesteckt wird oder aber mit einer geeigneten Schelle z. B. an einer Hauswand (für die Positionierung des Sensors über dem Dach) oder an einem Balkon-geländer befestigt werden kann.

Der ideale Standort ist aber die freistehende Platzierung im Garten mit einer Höhe von 2 m über dem Boden – so machen es die Wetter-Profis. Wenn man deren komplette Temperaturangabe haben möchte, platziere man zusätzlich einen ASH 2200 einige Zentimeter über dem Boden – so hat man dann auch die Bodentemperatur parat.

Die Montage des Sensors kann in einer (Freifeld-) Entfernung von bis zu 100 m von der Basisstation entfernt erfolgen. Natürlich dämpft Bebauung usw. die Funk-signale des im störungsarmen 868-MHz-Band arbeitenden Senders etwas, so dass ein Standort-Test an mehreren Tageszeiten Sicherheit über die zuverlässige Signalübertragung gibt.

Betrachten wir die Sensoren einzeln:

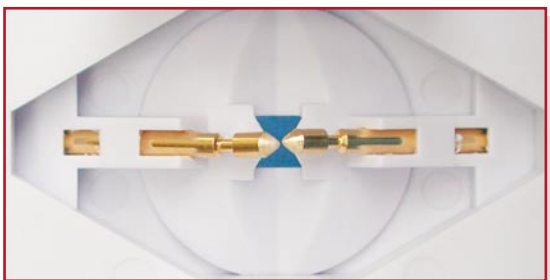


Bild 17: Hier kommt kein Regentropfen unregistriert vorbei – der Regen-Soforterkennungs-Sensor.

Windsensor

Das professionelle, kugelgelagerte Schalenkreuz-Anemometer ermöglicht gegenüber Propeller- oder Hitzdraht-Anemometern die richtungsunabhängige Ermittlung der Windgeschwindigkeit schon bei geringer Luftbewegung. Natürlich sollte der KS 300 möglichst frei stehen, nicht abgeschattet durch nahe Wände, Dächer, Bäume etc., die die Windmessung verfälschen.

Regenmessensor/ Regen-Soforterkennungs-Sensor

Der Regenmessensor arbeitet mit einer Zählwippe (Abbildung 16), die bei einer genau definierten Wassermenge kippt und dabei über einen Magneten einen Zählkontakt auslöst. Zwar besitzt dieses System bereits ab Werk eine hohe Genauigkeit, dennoch ist an der Wetterstation jederzeit ein exakter Abgleich (Kalibrierung) möglich.

Der Regen-Soforterkennungs-Sensor (Abbildung 17) besteht aus zwei sehr dicht gegenüberliegenden Metallelektroden, die genau im Mittelpunkt der Auffangöffnung liegen. An ihnen kommt quasi kein Tropfen ungezählt vorbei.

Da ein solches System auch von Zeit zu Zeit gereinigt werden muss, sind der Auffangtrichter wie auch die Zählwippe ohne Werkzeug und mit nur wenigen Handgriffen jederzeit abnehmbar und damit leicht zu reinigen. Durch die Montage in einer Höhe von 2 m ist allerdings einerseits die Gefahr der Verschmutzung, etwa durch aufgewirbelten Laub oder Staub etc., andererseits die der versehentlichen Beschädigungen, z. B. durch Kinder oder Haustiere, deutlich ver-

ringert. Zudem ist in dieser Höhe über dem Boden die Messung im Niederschlagsstrom genauer, es können auch keine Verfälschungen durch Spritzwasser auftreten.

Temperatur-/Luftfeuchtesensor

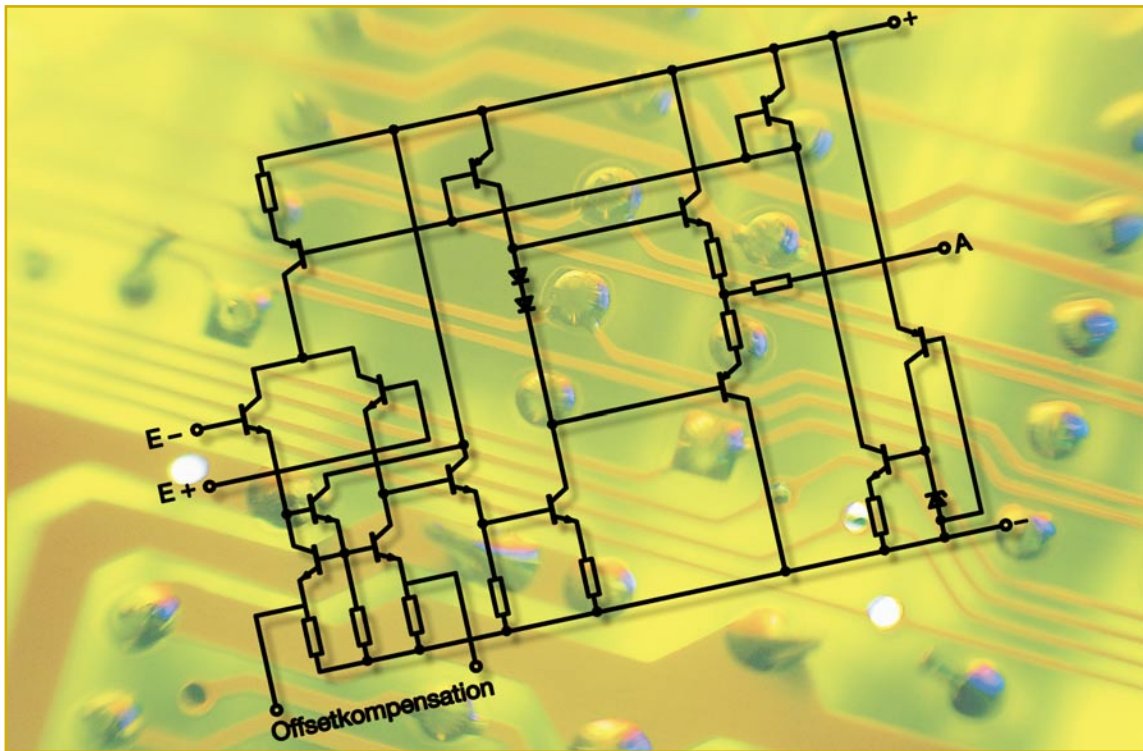
Hier ist die optisch auffälligste Neuerung zu sehen (Abbildung 18). Diese Sensoren sind jetzt in einem abgeschatteten und Luftströmungs-optimierten Gehäuse untergebracht, wie man es aus der professionellen Wettermesstechnik kennt. Rippenförmig angeordnete Schirme mit definierten Luftenlässen sorgen für eine geschützte, gleichmäßige Luftströmung und schützen die Sensoren vor direkter Sonneneinstrahlung und somit unzulässiger Erwärmung. Damit werden Messfehler schon konstruktiv weitgehend vermieden und man kann den Sensor auch an sonnigen Standorten platzieren.



Bild 18: Neues Design für geschützte Unterbringung von Temperatur- und Luftfeuchtesensor. Oben befindet sich das Schalenkreuz-Anemometer für die Windmessung.

Im gleichen Gehäuse befinden sich auch der Sender sowie die Batterien. Der Batteriewechsel, der, wie gesagt, nur ca. alle drei Jahre erforderlich ist, kann ebenfalls werkzeuglos und ohne Demontage des Sensors erfolgen.

Lässt man die vielen Features und Ausstattungs-Details Revue passieren, ist es leicht, zu resümieren, dass die neue WS 300 (wieder einmal) eine neue Generation der Wettermesstechnik einläutet, die durch erheblich verbesserte Visualisierung noch besser nutz- und bedienbar geworden ist, professioneller die Daten erfasst und dabei mit einem sensationellen Preis-Leistungs-Verhältnis für eine Komplettstation inklusive Sensorik aufwarten kann. **ELV**



Operationsverstärker in Theorie und Praxis Teil 5

Im abschließenden Teil unserer Serie beschäftigen wir uns mit der Signalerzeugung durch Operationsverstärker sowie der Stromversorgung von Schaltungen mit Operationsverstärkern.

Signalgeneratoren

Wie bereits bei der Besprechung des Komparators bzw. Schmitt-Triggers angedeutet und bei der des Integrators praktisch besprochen, kann man den Operationsverstärker hervorragend zur Schwingungserzeugung einsetzen. Aufgrund des nahezu idealen Verhaltens der Operationsverstärker gelingt es, mit diesen bei relativ geringem Aufwand sehr saubere Signalformen zu erzielen. Wir wollen einige Signalerzeugungsschaltungen näher betrachten.

Rechteckgenerator

Rechtecksignale sind sehr einfach durch die Ausnutzung von Mit- und Gegenkopplungseigenschaften des OPs erzeugbar. Die Grundschialtung für solch einen Rechteckgenerator ist in Abbildung 38 zu sehen. Auf Anhieb erkennen wir hier die Elemente eines Schmitt-Triggers mit Hysterese wieder, hier durch den Mitkopplungszweig R_2/R_3 gebildet. Gleichzeitig findet man einen (frequenzabhängigen) Gegenkopplungszweig mit R_1/C_1 . Diese Schaltungsanordnung führt schließlich zur Selbsterregung.

Legt man die Betriebsspannung an, so kann man C_1 zunächst als Kurzschluss gegen Masse betrachten. Durch den Mitkopplungszweig liegt am nichtinvertierenden Eingang die mit R_2 und R_3 geteilte Ausgangsspannung des OP an:

$$U = \frac{U_a \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

Solange die Spannung U diesen definierten Wert noch nicht erreicht hat, ist am Ausgang eine positive Spannung vorhanden. Dadurch lädt sich C_1 mit der zusammen mit R_1 gebildeten Zeitkonstanten auf. Sobald die Spannung am invertierenden Eingang den Wert der am nichtinvertierenden Eingang anliegenden Spannung überschreitet (am Zeitpunkt t_0), kippt die Ausgangsspannung aufgrund der hohen Verstärkung des OP steil in die negative Richtung. Jetzt wird C_1 entladen und wieder in Richtung der nun negativen Ausgangsspannung geladen, bis die Spannung am invertierenden Eingang den Wert der nun ebenfalls negativen Spannung am nichtinvertierenden Eingang unterschreitet. Dieser Zeitraum ist in Abbildung 38 mit t_1 beschrieben. Jetzt wiederholt sich der gesamte Vorgang wieder, sobald der Wert der

Spannung am invertierenden Eingang den Wert am nichtinvertierenden Eingang überschreitet – der Ausgang kippt wieder in die andere Richtung, der Kondensator wird wieder umgeladen, bis seine Spannung den Wert am nichtinvertierenden Eingang überschreitet (t_2), usw.

Die Periodendauer dieser Schaltung ergibt sich zu:

$$T = 2 \cdot R_1 \cdot C_1 \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right)$$

und als Frequenz ($f = \frac{1}{T}$):

$$f = \frac{1}{2 \cdot R_1 \cdot C_1 \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_2} \right)}$$

Damit ergibt sich die Möglichkeit, durch Variation des Verhältnisses von R_3 zu R_2 sehr einfach die Frequenz eines solchen Generators bei festgelegtem C_1 zu verändern.

Das in Abbildung 38 gezeigte, um die Nulllinie symmetrische Signalbild wird jedoch nur erreicht, wenn man den OP mit einer symmetrischen Betriebsspannung versorgt. Will man dennoch mit nur einer

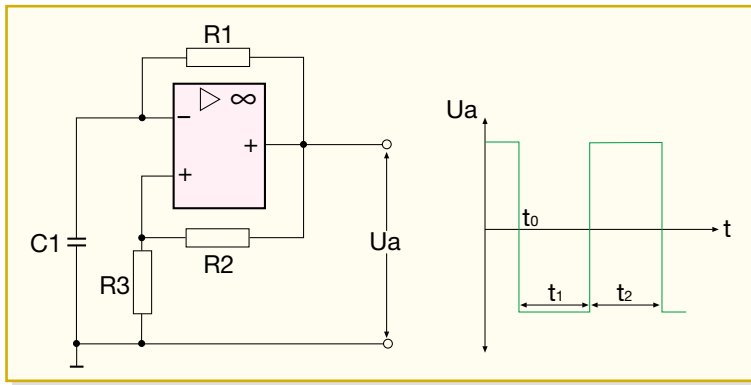


Bild 38: Die Grundschaltung für einen Rechteckgenerator

einfachen Betriebsspannung ein Rechtecksignal erzeugen, greift man zum altbewährten Trick und legt den Arbeitspunkt des OPs bei etwa der halben Betriebsspannung fest. Allerdings erreicht man hier nur ein über der Nulllinie liegendes unsymmetrisches Signal, das für viele Anwendungen jedoch ausreicht.

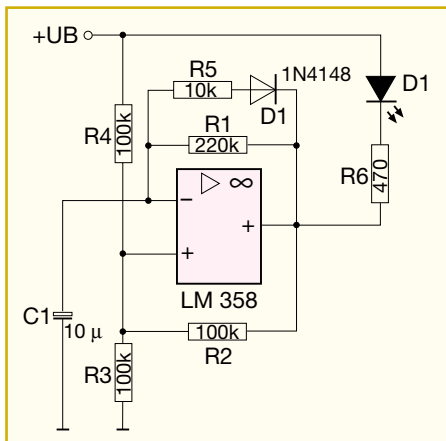


Bild 39: Dieser Rechteckgenerator arbeitet als Blinkschaltung mit unsymmetrischem Tastverhältnis

So kann man mit einer einfachen Betriebsspannung sehr einfach einen Rechteckgenerator aufbauen, wie er in Abbildung 39 gezeigt ist. Hier sieht man eine mit

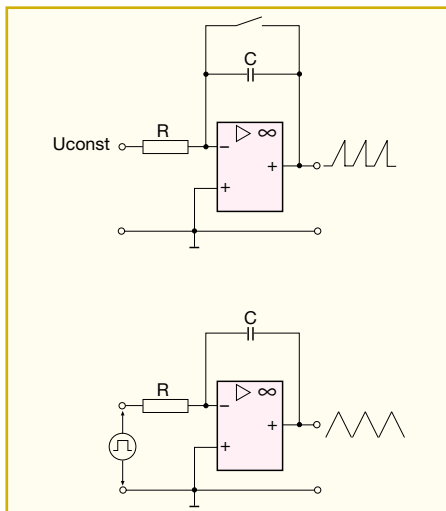


Bild 40: Die Grundschaltungen für einen Sägezahn- und einen Dreieckgenerator

ca. 0,5 Hz schwingende Blinkschaltung, die eine Leuchtdiode treibt. Die Schaltung enthält eine Besonderheit, die sie bei Batteriebetrieb besonders stromsparend macht. Mit R 5 und D 1 erreicht man ein unsymmetrisches Tastverhältnis, so dass die Leuchtdiode nur jeweils kurz aufblitzt. Während sich C 1 über R 1 auflädt, bleibt D 1 gesperrt, so dass die Ladezeit von C 1 nur von R 1 bestimmt wird. Beim folgenden Entladen von C 1 wird D 1 hingegen leitend, und der gegenüber R 1 wesentlich kleinere Widerstand R 5 bestimmt nun wesentlich die Entladezeit. So entsteht hier ein Tastverhältnis von etwa 1:18.

Diese Schaltung kann man als Betriebsspannungskontrolle einsetzen, aber auch als Anzeigeschaltung für bestimmte Zustände. Denn schließt man R 3 statt an Masse an den Ausgang z. B. eines Komparators an, blinkt die LED so lange, wie der Komparatorausgang Low-Pegel führt.

Sägezahn-/Dreieckgenerator

Die Erzeugung von Sägezahn- und Dreieck-Signalen haben wir bereits ausführlich im „ELVjournal“ 4/03 im Rahmen der Beschreibung des Integrators behandelt. Abbildung 40 stellt noch einmal die beiden Grundschaltungen dazu dar. Zur Funktionserläuterung sei noch einmal die Arbeitsweise des Integrators verinnerlicht: Ersetzt man bei einem invertierenden Verstärker den Rückkopplungswiderstand durch einen Kondensator, so folgt die Ausgangsspannung der Eingangsspannung zeitabhängig, sie ist proportional dem Zeitintegral der Eingangsspannung.

Der Kondensator wird zunächst vom über R fließenden konstanten Strom aufgeladen. Da der Operationsverstärker bemüht ist, das Gleichgewicht zwischen den beiden Eingängen zu halten, verschiebt sich durch die ansteigende Spannung am Kondensator das Potential am Ausgang immer weiter in die Gegenrichtung der Eingangsspan-

nung, bis das Potential des Ausgangs je nach Polarität der Eingangsspannung voll an der negativen oder positiven maximalen Aussteuerungsgrenze liegt. Wechselt die Polarität der Eingangsspannung, geht die Ausgangsspannung wieder mit dem Zeitfaktor behaftet in die Gegenrichtung.

Die in Abbildung 40 gezeigte Prinzipschaltung des Dreieckgenerators kann zusammen mit dem eben besprochenen (symmetrisch mit Betriebsspannung versorgten) Rechteckgenerator-Prinzip zu einem kleinen Funktionsgenerator (Abbildung 41) erweitert werden, der gleichzeitig Dreieck- und Rechtecksignale zur Verfügung stellt. Dabei fungiert jetzt die Ausgangsspannung des Schmitt-Triggers als Steuerung für den Dreieckgenerator, während dessen High-Low-Pegel-Wechsel wiederum den Schmitt-Trigger ansteuert. Dem Schmitt-Trigger fehlt hier das eigene frequenzbestimmende Glied, sein Umschaltverhalten wird synchron von der Integratorstufe bestimmt. Damit ergibt sich die Arbeitsfrequenz des Funktionsgenerators zu:

$$f = \frac{1}{4} \cdot \frac{R2}{R3} \cdot \frac{1}{R1 \cdot C1}$$

Sinusgenerator

Auch die Erzeugung von Sinusschwingungen stellt den Operationsverstärker nicht vor allzu große Probleme. Eine weit verbreitete, weil mit nur sehr geringem Klirrfaktor behaftete Grundschaltung ist der in Abbildung 42 gezeigte Wien-Robinson-Oszillator in Brückenschaltung. Die Wien-Robinson-Brückenschaltung kommt eigentlich aus der Messtechnik und dient dort u. a. dazu, die Frequenz einer Spannung auf einfache Weise durch den Abgleich einer aus komplexen Widerständen bestehenden Messbrücke, wie sie in Abbildung 43 dargestellt ist, auf Nullspannung im Brückenweig zu bestimmen. Dabei gilt allgemein:

$$R1 = R2, C1 = C2, R3 = 2R4$$

Zum Abgleich der Brücke wird entwe-

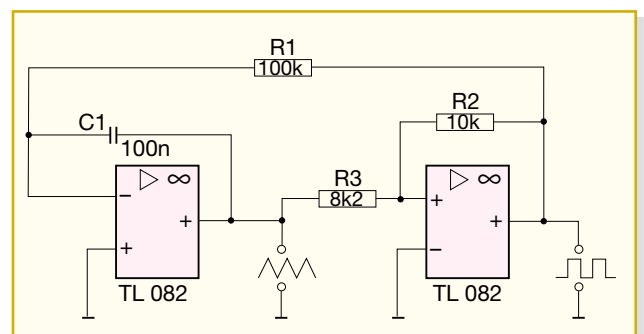


Bild 41: Zusammenspiel aus Integrator und Schmitt-Trigger – ein kleiner Funktionsgenerator

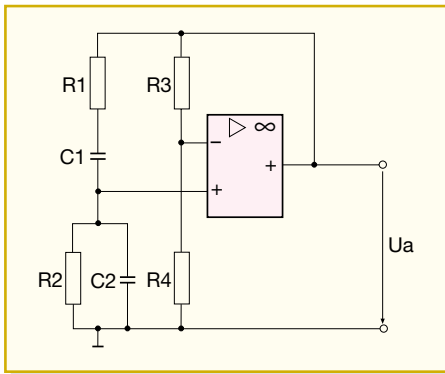


Bild 42: Grundsaltung für einen Sinusgenerator mit Wien-Robinson-Brücke

der der Widerstand oder der Kondensator der Serien-Parallel-Schwingkreiskombination verändert, bis die Spannungsdifferenz innerhalb der Brücke null ist. Anhand der genau bekannten Werte von R_1/R_2 und C_1/C_2 kann man dann nach:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

die Frequenz der gemessenen Spannung errechnen.

Das Wien-Robinson-Netzwerk aus Abbildung 43 erkennt man auch in der Generatorschaltung in Abbildung 42. Hier bildet wie in Abbildung 42 die Wien-Robinson-Brücke einen Teil des Rückkopplnetzwerkes der Generatorschaltung. Die Brückenschaltung aus R_1 bis R_4 sowie C_1 und C_2 wirkt als frequenzbestimmendes Element in diesem Generator. Dabei wirken R_3 und R_4 als Gegenkopplung und R_1 , C_1 , R_2 und C_2 als frequenzselektive Mitkopplung. Über den Gegenkopplungszweig wird die Wien-Robinson-Brücke ständig verstimmt. Nur bei Resonanz steht

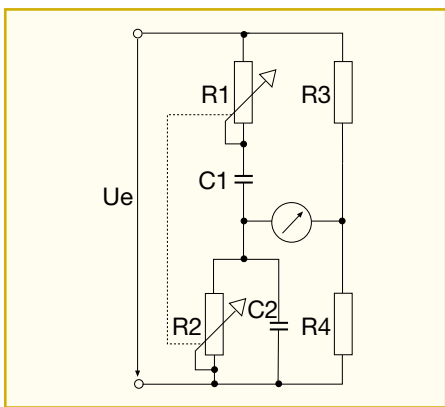


Bild 43: Die Wien-Robinson-Brücke findet man oft in der Messtechnik.

die maximale Verstärkung des OP zur Verfügung. Durch dieses (zeitabhängige) Verhalten entsteht am Ausgang der Spannungsverlauf einer Sinuskurve.

Abbildung 44 zeigt eine praktische Anwendungsschaltung. Diese ist für den einstellbaren Frequenzbereich von ca. 100 Hz bis 1 kHz ausgelegt. Führt man R_3 eben-

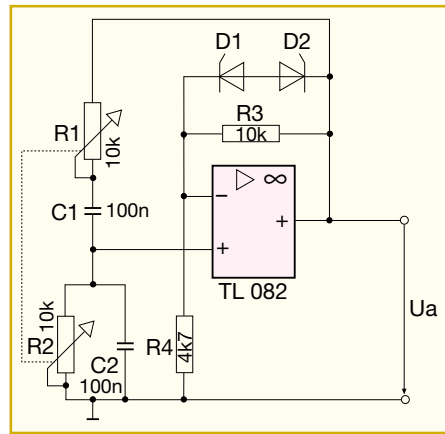


Bild 44: Anwendungsschaltung für einen durchstimmbaren Sinusgenerator mit Stabilisierung der Amplitude des Ausgangssignals

falls einstellbar aus, kann man den Klirrfaktor des Ausgangssignals auf ein Minimum abgleichen. Eine zur Grundsaltung abweichende Besonderheit stellt die R_3 parallelgeschaltete Anordnung mit den beiden Z-Dioden dar. Diese bewirken

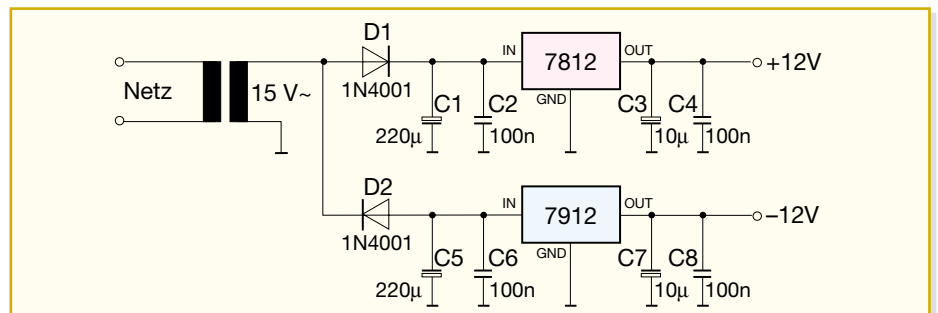


Bild 45: Netzteilerschaltung für die symmetrische Spannungsversorgung von Operationsverstärkerschaltungen

eine einfache Amplitudenstabilisierung des Ausgangssignals auf den Spannungswert (max. bis zur Aussteuerungsgrenze des OPs) der einzelnen Z-Diode zuzüglich der Durchflussspannung der jeweils anderen Z-Diode und damit eine konstante Ausgangsamplitude des Signals.

Damit haben wir die wichtigsten Signalzeugungsmöglichkeiten mit Operationsverstärkern besprochen und wollen uns abschließend kurz einigen Varianten der Stromversorgung von Operationsverstärkern zuwenden.

Doppelt oder nicht?

Im Normalfall werden Operationsverstärker mit einer symmetrischen, positiven und negativen Betriebsspannung versorgt. Abbildung 45 zeigt eine dafür geeignete

Stabilisierungsschaltung, die mit integrierten Spannungsreglern schnell aufgebaut ist. Sie zeigt, dass es nicht unbedingt nötig ist, einen Netztrafo mit zwei Wicklungen und zwei Brückengleichrichtern einsetzen zu müssen.

Oft genug aber steht nur eine Betriebsspannung zur Verfügung, vor allem bei batteriebetriebenen Geräten. Dann muss, wie bereits im Teil 2 der Serie beschrieben, eine virtuelle Masse geschaffen werden. Dies geschieht je nach Einsatzbereich des OPs entweder über einen Spannungsteiler direkt am nichtinvertierenden Eingang, der den Arbeitspunkt auf die halbe Betriebsspannung anhebt, oder, wie in Abbildung 46 gezeigt, durch einen nach eben diesem Prinzip arbeitenden Spannungsfollower, der aus der Betriebsspannung die virtuelle Masse ($U_{B/2}$) erzeugt und dann der restlichen Schaltung zur Verfügung stellt. R_3 verhindert ein Schwingen der Spannungsfollowerschaltung. Statt R_2 kann man auch eine Z- oder Referenz-Diode einsetzen, so wird die negative Ausgangsspannung stabilisiert.

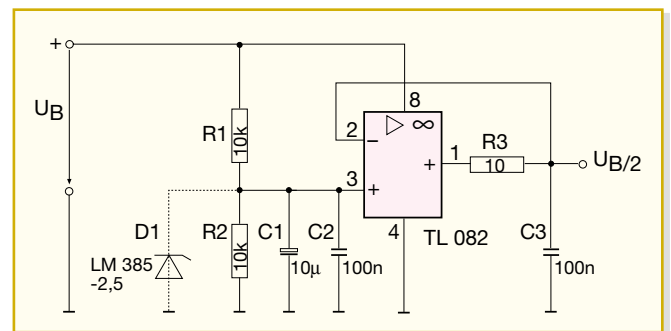


Bild 46: Die Erzeugung einer virtuellen Masse ($U_{B/2}$) aus einer einfachen Betriebsspannung

Damit endet unsere Serie, die das Ziel hatte, vor allem dem Einsteiger einen praxisorientierten Einblick in die Welt der Operationsverstärkertechnik zu geben. Aber auch der gestandene Elektroniker wird sicher die eine oder andere Anregung für den praktischen Einsatz dieser vielseitigen Bauelemente gefunden haben.



Aufholverstärker AHV 100

Die Signalpegel verschiedener Audiogeräte weisen oft sehr unterschiedliche Werte auf, so dass beim Anschluss an Universal-Eingangsbuchsen z. B. einer Hi-Fi-Anlage beim Umschalten von einer zur anderen Signalquelle unangenehme Pegelsprünge (Lautstärkeunterschiede) auftreten.

Dieses Manko behebt der Aufholverstärker AHV 100. Er ermöglicht eine für die beiden Stereo-Kanäle getrennte Anpassung der Signalpegel verschiedener Audioquellen und erspart so das sonst unvermeidliche Zwischenschalten eines Mixers.

Zu laut, zu leise ...

Früher, ja, da war alles besser ... (?) Da konnte man sich zumindest darauf verlassen, dass an einem DIN-Ausgang mindestens 500 mV bei einem Ausgangswiderstand von 470 k Ω bereitstanden und ein DIN-Eingang entsprechend über einen Eingangswiderstand von 470 k Ω verfügte und 500 mV bis 2 V erwartete. Moderne Geräte hingegen arbeiten mit Cinch-Ein- und -Ausgängen und den unterschiedlichsten Pegeln und Impedanzen. Die sind zwar

von Geräteklasse zu Geräteklasse IEC-genormt, aber unterscheiden sich eben deutlich, etwa für CD-Player, Tuner oder Kassettendecks. Signifikant ist hier der große Unterschied erstens zu (heute zwar kaum noch genutzten, aber gerade als Kassettendeck noch oft vorhandenen) DIN-Geräten und zweitens zwischen Ein- und Ausgang der Cinch-Geräte. Diese weisen meist 47 bzw. 50 k Ω Eingangswiderstand auf und erwarten hier 100 mV für die Vollaussteuerung. Ausgangsseitig hingegen geben sie mindestens 500 mV bei einer Ausgangsimpedanz von ca. 5 k Ω ab. Wie ge-

Technische Daten:

Spannungsversorgung:	12–15 V/DC (Steckernetzteil)
Stromaufnahme:	..... max. 10 mA
Ein-, Ausgänge:	..... Cinch-Buchsen
Frequenzgang:	8 Hz – 28 kHz (-3 dB)
Verstärkung:	..... 0–15 dB (~5fach)
Max. Ausgangspegel:	..... 4,8 V _{SS}
Klirrfaktor:	..... 0,04 %
Abmessungen:	
Platine:	..... 58 x 71 mm
Gehäuse:	..... 58 x 95 x 23 mm

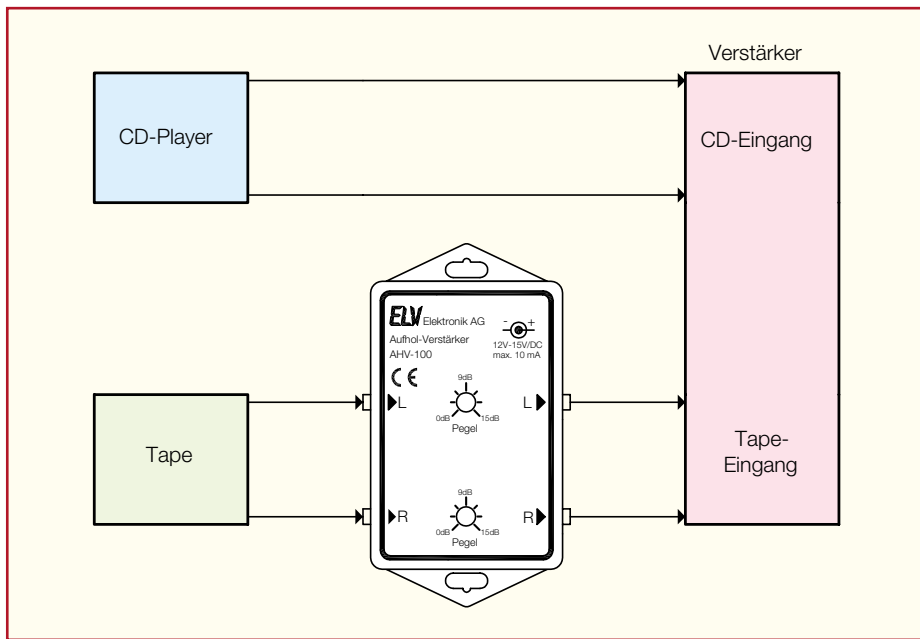


Bild 1: Beschaltungsbeispiel für den AHV 100

sagt, nicht alle Geräteklassen und Hersteller halten sich an derartige Vorgaben. Ein typisches Beispiel ist das Verhältnis zwischen Kassettentonbandgerät (Tape) und CD-Player. Bei Umschaltung von CD auf Tape ist die Lautstärke immer zu gering, so dass ständig die Lautstärke des Verstärkers angepasst werden muss – unangenehm und lästig. Hier setzt der Aufholverstärker AHV 100 an – er dient der Pegel Anpassung zwischen verschiedenen Hi-Fi-Geräten. Um beim erwähnten Beispiel zu bleiben, zeigt Abbildung 1 die typische Konfiguration, wenn ein CD-Player und ein Tape-Deck an einen Verstärker angeschlossen werden sollen. Mit dem Aufholverstärker lässt sich die Lautstärke (der Ausgangspegel) des Bandgerätes anheben (verstärken), so dass der (mittlere) Pegel am Tape-Eingang des Verstärkers gleich dem Pegel am CD-Eingang ist. Somit ist nach der Umschaltung von CD auf Tape keine Lautstärkeänderung mehr nötig.

DIN oder nicht?

Der AHV 100 weist einen nahezu linearen Frequenzgang (siehe Abbildung 2) auf, der auf jeden Fall deutlich über den Anforderungen der Hi-Fi-Norm bleibt.

Lassen Sie uns dazu einen kurzen Exkurs in die Hi-Fi-Technik machen. Diese im Heimbereich lange und zum Teil noch heute gültige Norm DIN 45500 erfordert als Minimal-Anforderung an einen Endverstärker einen Frequenzgang von 40 bis 16.000 Hz, ab diesen Frequenzen darf der Pegel schon um 1,5 dB abfallen, der Klirrfaktor darf bei 100 Hz nicht mehr als 0,7 % betragen. Für Geräte wie Vollverstärker, Bandgeräte, Plattenspieler und Tuner sind die Forderungen noch geringer, Letztere müssen nur 40 bis 12.500 Hz (-3 dB, $K < 1\%$) übertragen können. Dies gilt, vor allem auf Seiten der Geräteindustrie, bis heute. Diese bezieht sich noch jetzt meist auf diese völlig veraltete, aus den 1950er

Jahren stammende, 1973 eingeführte und erst Mitte der 90er Jahre zum Teil abgelöste Norm. Die aktuelle DIN EN 61035 geht hier nur in Teilbereichen weiter, sie wird von der Geräteindustrie in der Erwähnung weitgehend links liegen gelassen, denn DIN 45500 gilt für weite Teile der Industrie als nicht vollständig abgelöst. Dass heute tatsächlich jede gut dimensionierte NF-Schaltung weit besser funktioniert, als es DIN 45500 vorschreibt, ist nichts Ungewöhnliches – heute zählen allgemein 20 bis 20.000 Hz (-3 dB) und ein Klirrfaktor um 0,1 % zum guten Ton unter allen renommierten Hi-Fi-Herstellern – was besser ist, geht allmählich in Richtung High-end. Allerdings nutzen viele Hersteller auch das untere Preissegment, um mit DIN 45500 zu werben – und tatsächlich auch nicht mehr zu leisten! So kommen Billig-Anlagen und -Boxen zu Hi-Fi-(Werbe-)Ehren, die sie unter heutigen Gesichtspunkten eigentlich nicht verdient haben.

Nun fragt man sich, wozu dieser Aufwand von möglichst weit unter 20 Hz bis (bei Highend) nach oben quasi offen, wenn der normale Mensch doch nicht mehr als 30 bis max. 16.000 Hz erfasst? Der Musikliebhaber differenziert am Klang mehr als nur den reinen, technischen Frequenzgang. Hier spielen die Obertöne die erste Geige – sie machen ein Musikstück erst zum vollen Klangerlebnis. Erst, wenn auch diese, die durchaus Frequenzen bis 30 kHz und mehr erreichen, im vollen Umfang, vor allem nicht unterdrückt und unverzerrt, übertragen werden, kommt der volle Klangumfang zur Geltung, ohne dass man ein Katzen- oder Hundegehör haben muss. Auch nach unten heraus spielt die Erweiterung des abgestrahlten Frequenzganges eine nicht geringe, vor allem hörpsychologische Rolle. Real hören wir zwar über unser Hörorgan selten unter 30 Hz, aber das ringt Konzert-Bühnentechnikern, Auto- oder Heim-Hi-Fi-Fans nur ein müdes Lächeln ab. Herbert Grönemeyer hat es

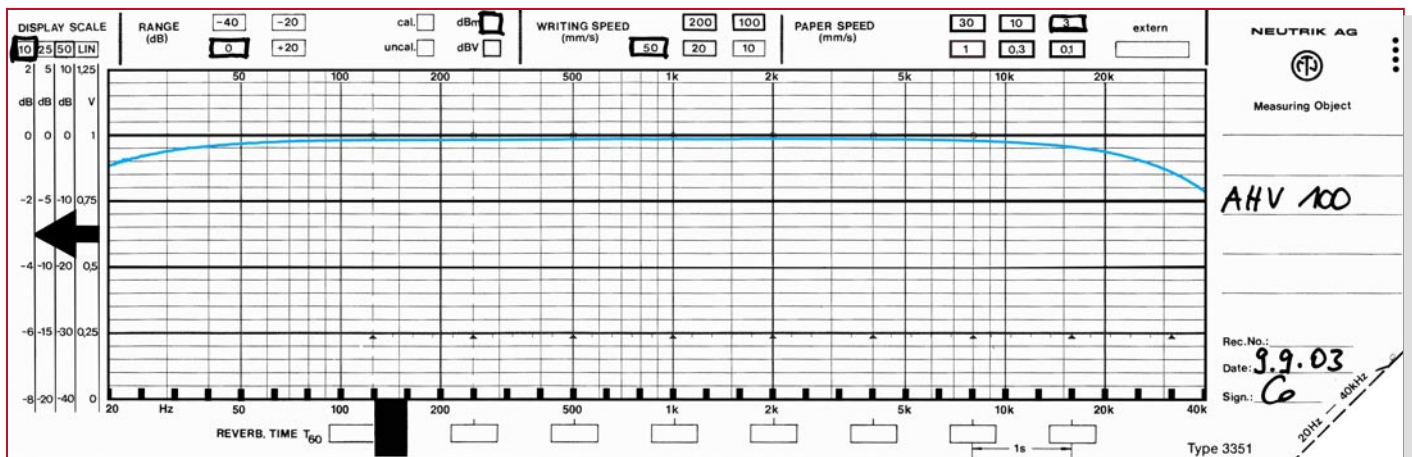


Bild 2: Der Frequenzgang des AHV 100

in seinem Liebeslied an eine Gehörlose: „Musik nur, wenn sie laut ist“, grandios auf den Punkt gebracht:

Zitat aus dem Text:

„sie mag Musik nur, wenn sie laut ist, wenn sie ihr in den Magen fährt ... wenn der Boden unter den Füßen bebt, dann vergisst sie, dass sie taub ist ...“

Sinngemäß gilt dies auch für den Hörenden – es sind die unhörbaren, aber spürbaren Schallwellen, die den Bereich unter der Hörschwelle so interessant und den Sound erst komplett machen. Stellen Sie sich eine moderne Hi-Fi-Anlage oder gar ein Konzert ohne Subwoofer-Einsatz vor!

Was hat dieser Exkurs mit unserem AHV 100 zu tun? Nun, er weist einen bemerkenswerten Frequenzgang auf, der ihn aus der Masse der normalen „Vorverstärker“ heraushebt:

Untere Grenzfrequenz:

$$f_u = \frac{1}{R_2 \cdot C_1 \cdot 2 \cdot \pi} = 7,2 \text{ Hz}$$

Obere Grenzfrequenz:

$$f_o = \frac{1}{(R_3 + R_{1\text{max}}) \cdot C_{10} \cdot 2 \cdot \pi} = 27,8 \text{ kHz}$$

Die Bauteilbezeichnungen entsprechen denen des Schaltbildes in Abbildung 3. Vergleicht man diese Berechnung mit der Messung der realisierten Schaltung (Abbildung 2), so sieht man, dass die praktische Ausführung den berechneten Werten weitgehend entspricht und letztendlich mit einem -3-dB-Frequenzgang von 8 bis 28.000 Hz aufwarten kann – das wird, wie auch der Klirrfaktor von max. 0,04 %, auch den Audiophilen zufrieden stellen.

Die Verstärkung des AHV 100 ist für jeden Kanal zwischen 0 und 15 dB einstellbar, so dass eine Anpassung des Verstärkereingangs an die verschiedensten Quellen möglich ist.

Das Ganze ist, versorgt durch ein externes Netzteil, in ein sehr kompaktes Gehäuse (optional erhältlich) verpackt, das – da im Normalbetrieb nicht mehr zu bedienen – noch in jeder Verkabelung seinen Platz findet.

Schaltung

In der Abbildung 3 ist das Schaltbild des Aufholverstärkers (AHV 100) dargestellt. Im unteren Drittel des Schaltplanes sieht man die Spannungsversorgung und -stabilisierung. Die Schaltung wird über BU 5 mit einer Gleichspannung zwischen 12 und

15 V versorgt, die z. B. ein (unstabiliertes) Steckernetzteil liefern kann. Dabei ist darauf zu achten, dass der Pluspol am Innenleiter des Niedervolt-Rundsteckers liegt. Der Elko C 4 dient zur Glättung der unstabilierten Spannung, bevor sie auf den Spannungsregler IC 2 gelangt. Dieser gibt an seinem Ausgang eine stabilisierte Spannung von 8 V aus. Diese Spannung dient als „eigentliche“ Betriebsspannung des Aufholverstärkers. Die Kondensatoren C 3 und C 8 dienen zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung.

Kommen wir nun zur Beschreibung der Signalverstärkung. Da die beiden Kanäle (L und R) identisch aufgebaut und funktionsgleich sind, wird im Folgenden nur ein Kanal (L) beschrieben. Das Audio-Signal wird dem AHV 100 über die Cinch-Buchse BU 3 zugeführt. Der Widerstand R 4 stellt in Verbindung mit R 2 den Eingangswiderstand der Verstärkerschaltung dar. Der Kondensator C 1 dient zur Gleichspannungsentkopplung und führt das eingespeiste Audio-Signal auf den Operationsverstärker (IC 1). Dieser Operationsverstärker ist als invertierender Verstärker beschaltet. Dies bedeutet, dass die Ausgangsspannung des AHV 100 um 180° phasenverschoben wird. Da die Audio-Signale beider Kanäle (L und R) gleicher-

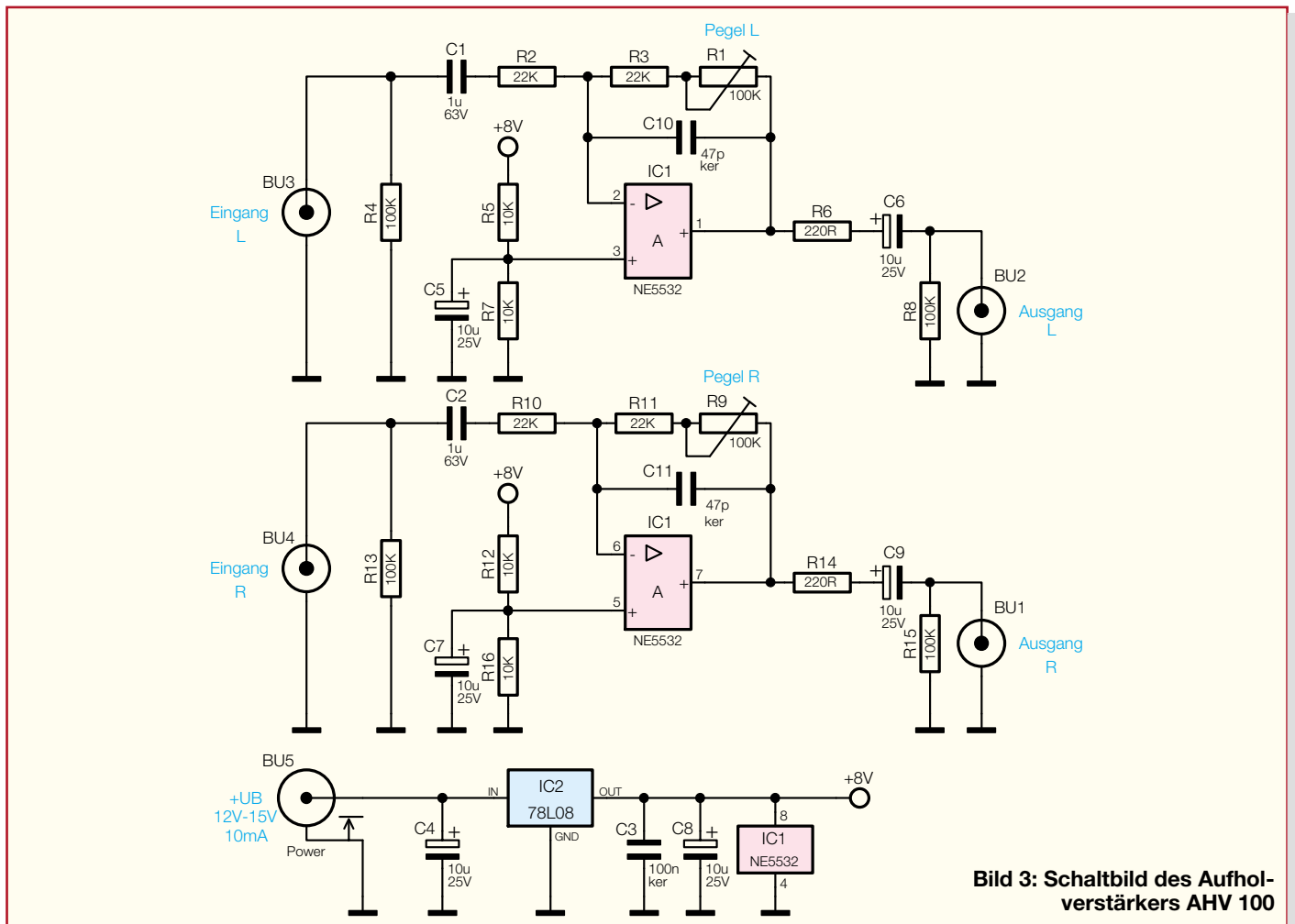
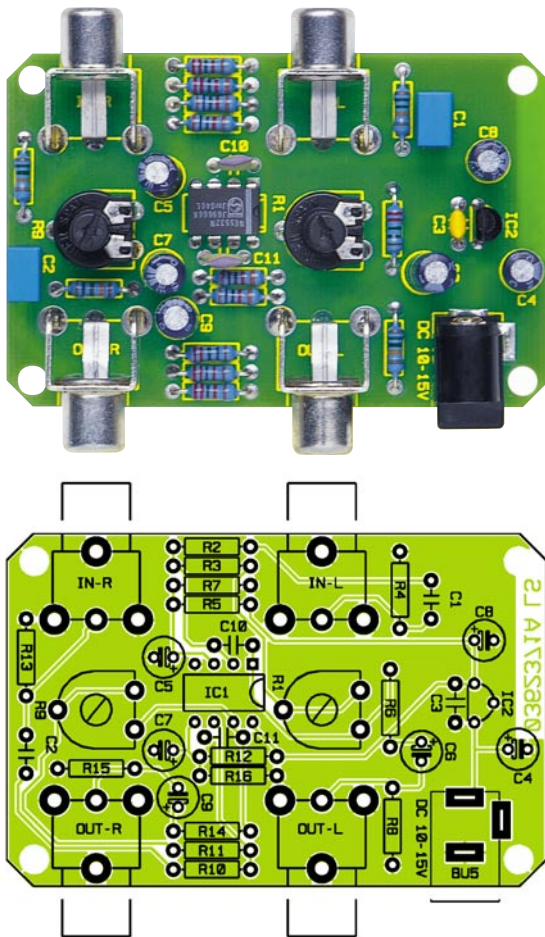


Bild 3: Schaltbild des Aufholverstärkers AHV 100



Ansicht der fertig bestückten Platine des Aufholverstärkers AHV 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

maßen um 180° phasenverschoben sind, macht sich dies klanglich nicht bemerkbar.

Das Verhältnis der Reihenschaltung von Poti R 1 und Widerstand R 3 zum Widerstand R 2 legt den Verstärkungsfaktor des Operationsverstärkers fest. Die Impedanzen der Kondensatoren C 1 und C 10 werden bei der Verstärkungsfaktor-Berechnung vernachlässigt, da C 1 innerhalb des Frequenzganges als sehr niederohmig und C 10 als hochohmig zu betrachten sind. Der maximale Verstärkungsfaktor dieser Schaltung errechnet sich wie folgt:

$$|V| = \frac{R_{1\max} + R_3}{R_2} = \frac{100k\Omega + 22k\Omega}{22k\Omega} = 5,5$$

$$V_{dB} = 20dB \cdot \lg(V) = 20dB \cdot \lg(5,5) = 14,8dB$$

Dadurch ergibt sich ein maximaler Verstärkungsfaktor von 5,5 oder etwa 15 dB.

Die Widerstände R 5 und R 7 legen den Arbeitspunkt des Operationsverstärkers fest. Dieser Arbeitspunkt ist auf 4 V gelegt, damit die Eingangsspannung sich um den Arbeitspunkt in positiver wie auch in negativer Richtung bewegen kann. Der Elko C 5 stabilisiert diesen Arbeitspunkt.

Der Elko C 6 am Ausgang dient zur

Entkopplung, damit die am Operationsverstärker-Ausgang anliegende Gleichspannung nicht auf den Signal-Ausgang gelangt. Der Widerstand R 6 stellt den Ausgangswiderstand des Aufholverstärkers dar.

Durch den Widerstand R 8 entstehen beim Anschluss oder Umschalten eines Gerätes an den Ausgang keine Knackgeräusche, da dieser Widerstand das Leerlauf-Potential der Signalleitung auf Masse „zieht“. Die verstärkte Eingangsspannung steht schließlich an der Cinch-Buchse BU 2 zur Verfügung.

Nachbau

Der Nachbau des Aufholverstärkers erfolgt auf einer einseitigen Platine mit bedrahteten Bauteilen, was den Aufbau auch für Löt-Einsteiger einfach macht.

Anhand der Stückliste, des Bestückungsplans und des Platinenfotos beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Kondensatoren usw.), gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteilanschlüsse abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen

Stückliste: Aufholverstärker AHV 100

Widerstände:

220 Ω	R6, R14
10 kΩ	R5, R7, R12, R16
22 kΩ	R2, R3, R10, R11
100 kΩ	R4, R8, R13, R15
PT10 für Sechskantachse, liegend, 100 kΩ	R1, R9

Kondensatoren:

47 pF/ker	C10, C11
100 nF/ker	C3
1 µF/63 V/MKT	C1, C2
10 µF/25 V	C4–C9

Halbleiter:

NE5532	IC1
78L08	IC2

Sonstiges:

Cinch-Einbaubuchse, print	BU1–BU4
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU5
2 Poti-Steckachsen	

zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Die Elkos sind üblicherweise am Minuspol markiert. Das IC wird so eingesetzt, dass die Gehäusekerbe mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck korrespondiert. Eine gute Hilfestellung gibt hier auch das Platinenfoto.

Als letzter Bestückungsvorgang erfolgt das Einsetzen der Cinch-Buchsen und der DC-Buchse. Hier ist besonders darauf zu achten, dass die Buchsenkörper plan auf der Platine aufliegen, bevor man ihre Anschlüsse mit reichlich Lötzinn verlötet. Denn diese Buchsen werden im späteren Betrieb mechanisch belastet. Die hier wirkenden Kräfte müssen weitgehend direkt vom Buchsenkörper auf die Platine übertragen werden, da sonst die Lötstellen beschädigt werden könnten. Die Poti-Achsen sind so in die Trimmer zu stecken, dass die Einstellmarkierung mit der Skala übereinstimmt. Die Einstellung der Trimmer ist später nach Einbau in das Gehäuse mit einem Schlitzschraubendreher vorzunehmen.

Zum Schluss erfolgt der Einbau der Platine in das Gehäuse, falls dieses mitbestellt wurde. Dazu ist diese in das Gehäuse einzulegen und mit dem Gehäusedeckel zu verschließen.



Entwicklungssystem für Philips LPC900-Controller

Für die neue Philips-Flash-Controller-Serie P89LPC9xx, die auf einem 8051-Kern basiert, hat der 8051-Compiler-Spezialist KEIL zwei neue Evaluierungsboards herausgebracht, die das Entwickeln, Testen, Simulieren und Programmieren mit diesem Controller ermöglichen. Während das MCB 900 vor allem für das Entwickeln und Testen von Programmen konzipiert ist, ist es mit dem EPM 900 möglich, die parallele Flash-Programmierung bzw. das In-Circuit-Debugging im Zielsystem auszuführen. Beide Boards kommen mit der Entwicklungsumgebung „µVision2 LPC Development Studio“ ins Haus, einer kundenspezifischen Version des bekannten „PK51 Professional Developers Kit“. Wir stellen das System und den P89LPC9xx-Controller im Überblick vor.

Im Kern ein 8051

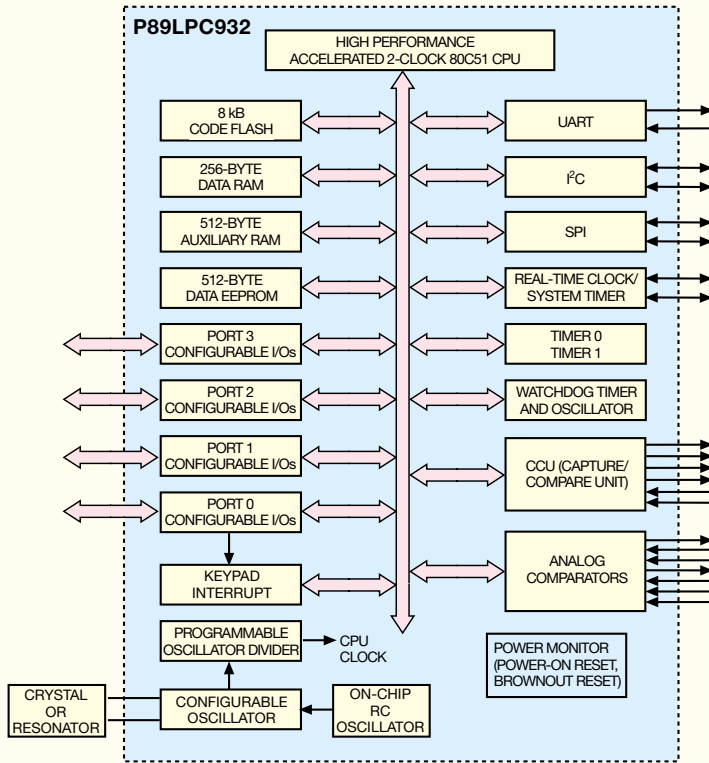
Die neue Controllerfamilie P89LPC9xx basiert auf einem verbesserten Kern des bekannten 80(C)51, der Instruktionen bis zu 6-mal schneller abarbeitet als eine herkömmliche 8051-CPU. Der Controller ar-

beitet mit einer Taktfrequenz von 12 MHz, kann aber bei gleicher Performance auch mit niedrigeren Taktraten betrieben werden und glänzt dann durch wesentlich verringerte Leistungsaufnahme und verringerte elektromagnetische Störstrahlung (EMI). Er wird mit 2,4 bis 3,6 V betrieben, besitzt 5-V-tolerante Ein- und Ausgänge

und sticht vor allem auch durch seine gute Speicher- und Schnittstellen-Ausstattung hervor. In Tabelle 1 sind die Eigenschaften, das Blockschaltbild, die Portbelegung, das Pinout und die lieferbaren Gehäuseformen aufgeführt.

Besonders interessant sind der integrierte Flash-Programmspeicher, der auch ein

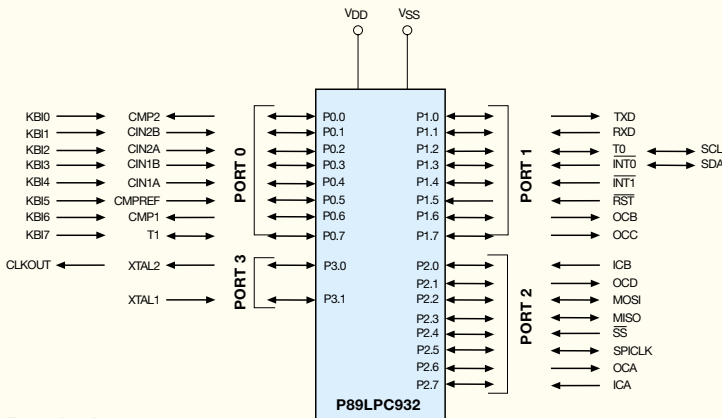
Tabelle 1: Der 89LPC932 im Überblick



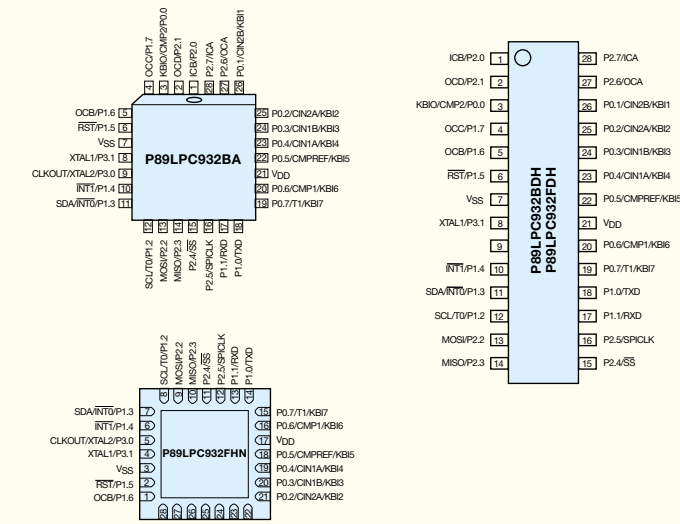
Features (Auszug):

- Betriebsspannungsbereich: 2,4 bis 3,6 V
- I/O-Pins sind 5-V-tolerant
- 8-kB-Flash-Speicher für Programmcode mit 1-kB-Sektoren und 64-Byte-Seiten (löschar)
- 256 Byte RAM Datenspeicher (indirekt), 512 Byte AUX-RAM
- 512 Byte Daten-EEPROM für Parameter, Setups, Seriennummern etc.
- Zwei 16-Bit-Zähler/Timer, jeweils konfigurierbar für Port-Signalisierung bei Timer-Überlauf oder zur Pulsweiten-Modulation (PWM)
- Echtzeituhr, auch als System-Zeitbasis nutzbar
- Capture/Compare Unit (CCU)
- Zwei analoge Komparatoren mit selektierbaren Eingängen und Referenzspannungsquelle
- Erweiterter UART (Sender/Empfänger für die asynchrone Kommunikation zwischen Controller und PC über eine serielle Schnittstelle) mit internem Baudratengenerator, Fehlererkennung und Möglichkeit zur Interruptauslösung (beispielsweise bei Datenempfang)
- I2C-Bus-Port, 400 kHz
- Schneller serieller Port (SPI), Voll-Duplex, bis 3 MBit/s, synchrone Datenübertragung, Master- oder Slave-Mode
- 8 Tastatur-Eingänge mit Interrupt-Funktion, zusätzlich 2 externe Interrupt-Eingänge
- 4 Interrupt-Level
- Watchdog-Timer mit eigenem Oszillator (400 kHz), Teiler mit 8 wählbaren Werten
- Aktive Low-Reset-Funktion, Power-ON-Reset ohne externe Bauelemente, zusätzlich Software-Reset möglich
- Low-Voltage-Reset-Funktion (Brownout Reset), fährt das System bei Spannungsabfall herunter. Kann auch als Interrupt konfiguriert werden
- Oszillator-Ausfall-Detektion (über Watchdog, verfügt über eigenen Oszillator)
- Konfigurierbarer On-Chip-Oszillator, per Software intern als RC-Oszillator (feinabstimmbar über 6-Bit-Trim-Register, werkseitig auf 7.373 MHz, ±2.5 % eingestellt, andere Frequenzen möglich, keine Außenbeschaltung erforderlich) oder als Quarz-/Resonator-Oszillator mit externer Beschaltung konfigurierbar. Oszillatorfrequenz: 20 kHz bis 12 MHz möglich
- Port-Ausgangsverhalten programmierbar: Quasi-bidirektional, Open Drain, Push-Pull, Nur-Eingang
- Bitmuster-Erkennung am Eingangsport. Port 0 kann so konfiguriert werden, dass bei Erkennung eines bestimmten Bitmusters ein Interrupt ausgelöst wird
- Zwei interne Datenpointer
- Port-Eingänge mit Schmitt-Trigger-Verhalten
- Alle Ports können LEDs mit max. 20 mA treiben (Max. I/O-Ströme für den gesamten Chip: 100 mA)
- Kontrollierte Anstiegsgeschwindigkeit an den Ausgängen (ca. min 10 ns) zur EMI-Reduzierung
- 28-poliges Gehäuse mit mind. 23 I/O-Pins. Bei Nutzung der internen Taktzeugungs- und Reset-Funktionen bis zu 26 I/O-Pins möglich
- Serielle Flash-Programmierung für einfache In-Circuit-Programmierung, mit Flash Security-Bit für Auslesesperre
- Flash-Programmierung in der Zielapplikation (IAP). Dadurch ist jederzeit eine Umprogrammierung im Zielsystem möglich
- Verschiedene Stromsparmodes (Leerlauf (IDLE) und 2 weitere Stromsparmodes), Aufwachfunktion durch verschiedene Interrupt-Eingaben. Typische Power-Down-Stromaufnahme nur 1 mA
- Unterstützt Emulator-Betrieb

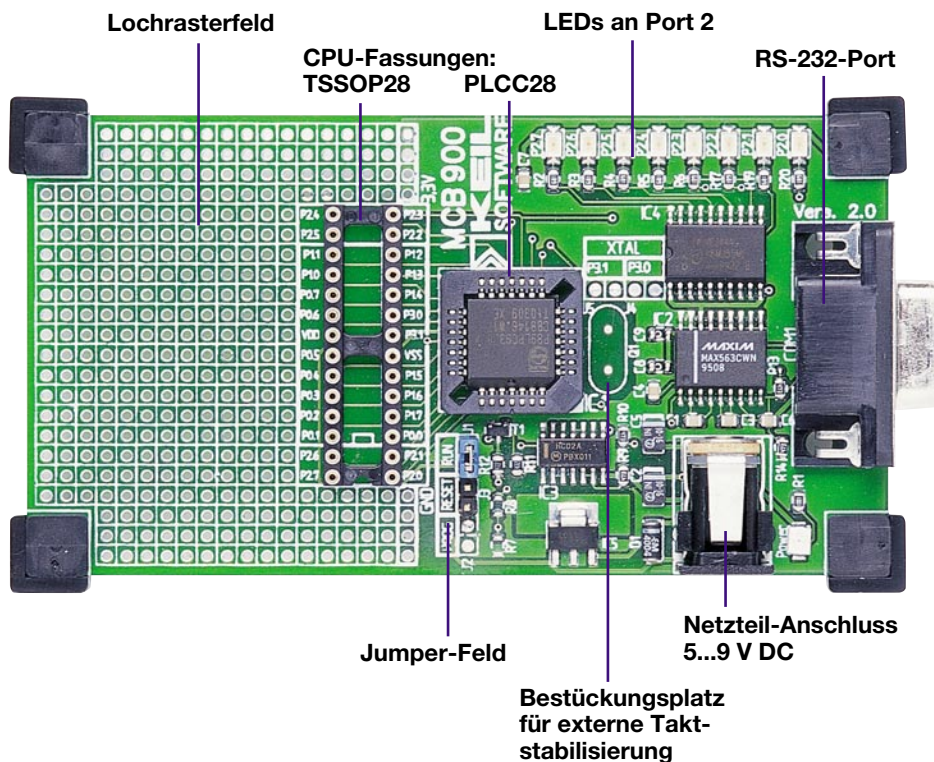
Blockschaltbild des P89LPC932



Portbelegung



Gehäuseformen und Pinbelegung



Jumperstellung für:	Flash Magic	µVision2/ISD51	Programmstart
J 1 (RUN):	OFF	OFF	ON
J 3 (RESET):	ON	ON	OFF

Bild 1: Das MCB 900 mit den Jumbereinstellungen für die einzelnen Zustände. Über die TSSOP28-Fassung sind sämtliche CPU-Pins zugänglich.

In-Circuit-Programmieren des Bausteins erlaubt, das interne EEPROM sowie der integrierte RAM. Eine ebenfalls integrierte Echtzeituhr (RTC) kann auch als Systemzeit-Lieferant dienen. Bis zu 26 der insgesamt 28 Pins sind als I/O-Pins nutzbar, alle Port-Pins können bis zu 20 mA treiben. Die Taktversorgung kann sowohl über einen internen RC-Oszillator als auch über eine externe Quarz-/Piezo-Resonator-Beschaltung erfolgen. Diese und weitere Eigenschaften sind ebenfalls in Tabelle 1 erläutert.

Basis der Controllerfamilie ist der P89LPC932, die weiteren Typen der 932-Familie (P89LPC920/921/922/930/931) sind in einigen Funktionen und der Speicherbestückung abweichende Derivate des so genannten Superset-Typs P89LPC932. Die wesentlichen Features der Prozessoren und ihre Unterschiede sind in Tabelle 2 zu sehen. Mit ihren universellen Eigen-

schaften, den ökonomisch handhabbaren und Platz sparenden Gehäuseformen und dem Aufsetzen auf die bewährte 8051-Software-Architektur ermöglicht diese Prozessorfamilie die Realisierung kostengünstiger, Strom sparender, aber dennoch leistungsfähiger Mikrocontroller-Applikationen.

Für ausführliche Informationen, Datenblätter, Applikationshinweise und die Beschreibung der Derivate sei hier auf die Webseite des Herstellers Philips

www.philips-semiconductors.com

verwiesen.

KEIL hat sich in bewährter Manier der Prozessorfamilie angenommen und bietet zwei Evaluierungs-Boards an, die zum Einen das Kennenlernen des Controllers bis hin zu ersten eigenen Applikationen auf dem Board ermöglichen, andererseits die

Programmierung sowie den Test von Programmen, auch im Zielsystem für den Controller und die Flash-Programmierung des Controllers, ermöglichen.

Beide Boards setzen auf eine Version des bekannten KEIL-Entwicklungs-Tools „PK51 Professional Developers Kit“ auf. Das „µVision2 LPC Development Studio“ unterscheidet sich im Wesentlichen vom PK51 durch die Limitierung auf 4-kB-Code. Wer den Emulator/Programmer EPM 900 kauft, erwirbt eine Option auf die kostengünstige Aufrüstung des Programms auf volle 8-kB-Code.

Wenden wir uns aber zunächst, bevor wir zur Software kommen, den beiden Boards zu.

Entwicklungssystem MCB 900

Die Prototypen-Baugruppe (siehe Abbildung 1) bildet eine Entwicklungs- und Testplattform für die LPC9xx-Controller. Sie ermöglicht zusammen mit dem „Development Studio“ die Software-Entwicklung, den On-Board-Test und die Flash-Programmierung (via „Flash Magic“, ebenfalls Bestandteil der Software) der Controller der LPC9xx-Familie. Ein 89LPC932 im PLCC28-Gehäuse befindet sich bereits auf dem Board. Über eine DIL-Fassung sind sowohl Controller der Familie im TSSOP28-Gehäuse aufsteckbar als auch alle Pins des Controllers zugänglich.

Für Experimentier- und Testzwecke sind 8 LEDs vorhanden, die an Port 2 angeschlossen sind. Desweiteren bietet ein großes Lochrasterfeld Raum für den Aufbau eigener Peripherieschaltungen.

Will man bereits hier eine externe Taktstabilisierung des Prozessortakts erreichen, ist dies durch Einlöten von Quarz und zugehörigen Kondensatoren möglich.

Ein kleines Jumperfeld gestattet die Vorwahl unterschiedlicher Betriebsarten, so das Schalten der Betriebsspannung an den Controller entweder vom PC aus oder (für den autarken Testbetrieb) das Starten des Controllers durch permanentes Zuschalten der Betriebsspannung. Ein weiterer Jumper dient der RESET-Steuerung.

Die Baugruppe ist über ein externes Netzteil mit 5 bis 9 V Gleichspannung zu versorgen, die intern auf 3,3 V gewandelt und stabilisiert wird.

Tabelle 2: Die Eigenschaften der P89LPC9xx-Prozessorfamilie

Prozessor	Speicher		Timer/Counter				I/O	Serielle	Sonstiges	Interrupts	Max Freq.	Gehäuse**
	Flash	EEPROM	RAM	Anzahl	PWM	CCU	WD	Pins	Interfaces	(Ext.)	(MHz)	
P89LPC921	4K	-	256	4	Y	-	Y	18	UART, I ² C	-	12	DH20, HN20
P89LPC922	8K	-	256	4	Y	-	Y	18	UART, I ² C	-	12	DH20, HN20
P89LPC930	4K	-	256	4	Y	-	Y	26	UART, I ² C, SPI	-	12	DH28
P89LPC931	8K	-	256	4	Y	-	Y	26	UART, I ² C, SPI	-	12	DH28
P89LPC932	8K	512	768	4	Y	Y	Y	26	UART, I ² C, SPI	*	15(3)	DH28, A28, HN28

* Low power, 3 V Flash, ±2.5% Feintuning int. Oszillator; ** DH - SOT 361-1 (TSSOP), HN - SOT 788-1 (HVQFN), A - SOT 261-1 (PLCC)

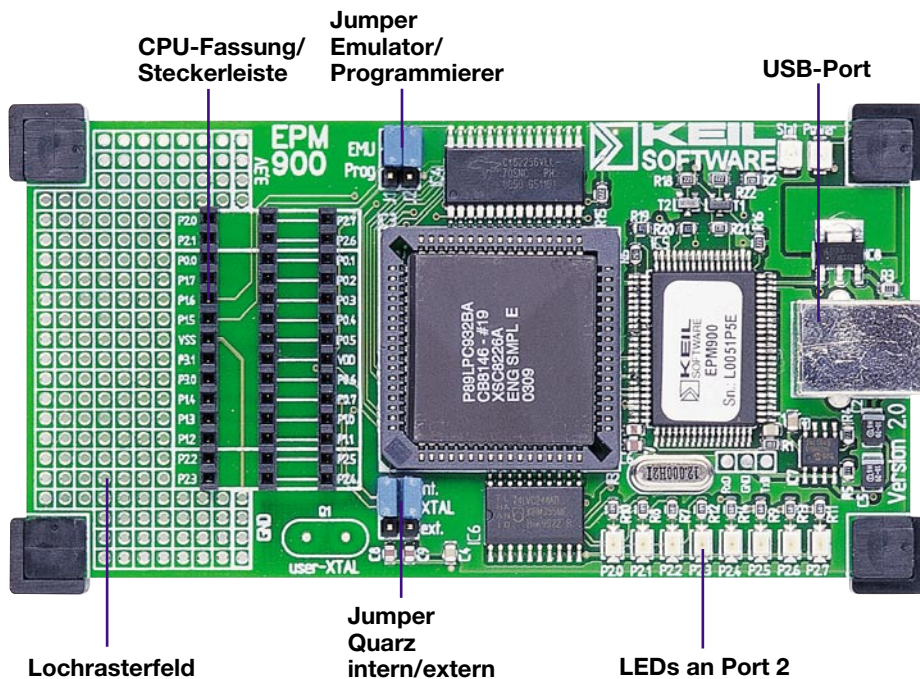


Bild 2: Das EPM 900. Man erkennt links gut die Steckerleisten für den Anschluss des Emulator/Programmierkabels zum Zielsystem.

Die Verbindung zum PC erfolgt über eine serielle RS-232-Schnittstelle. Diese ist aber nicht nur für die Programmierarbeit zwischen PC und Controller nutzbar, sondern, nachdem der programmierte Controller autark arbeitet, auch als dessen serielle Schnittstelle zu entsprechender Peripherie.

Im Lieferumfang der Entwicklungssoftware befinden sich auch mehrere kommentierte und erklärte Programmbeispiele als Quelltexte, die direkt auf die MCB900-Konfiguration abgestimmt sind.

Damit wird das erste Kennenlernen des Controllers sehr vereinfacht und man kann sehr schnell in die Programmierung einsteigen. Auch über die Webseite des Herstellers:

www.keil.com

sind Beispiele sowie Applikationshinweise verfügbar. Schließlich bietet auch Philips Semiconductors auf seinen entsprechenden Webseiten zahlreiche Applikations- und Programmierhinweise.

Emulator/Programmer EPM 900

Während der MCB900 ein eher einfaches Test- und Experimentiersystem darstellt, das auch die Flash-Programmierung des Controllers erlaubt, geht der EPM 900 (Abbildung 2) einen bedeutenden Schritt weiter. Auch hier findet man zunächst die Komponenten des Experimentiersystems wie LEDs für Port 2, ein Lochrasterfeld sowie die zusätzliche Möglichkeit der externen Taktstabilisierung mit einem eigenen Quarz. Mit der auf dem Bord befindli-

chen Spezialversion des LPC 932 kann man also auch hier Programme im Experimentiersystem testen sowie Controller im TSSOP28-Gehäuse direkt programmieren.

Mit dem mitgelieferten Adapterkabel mit 28-poligen Steckern ist hier jedoch eine parallele In-System-Programmierung (ISP) bzw. Emulierung des Controllers im Zielsystem möglich. Dieses muss jedoch mit einem zu diesem Stecker passenden Stecksockel ausgerüstet sein, etwa in der Art, wie auf der EPM900-Platine (falls man den Controller im TSSOP28-Gehäuse einsetzen will). So kann man die entwickelte Software ohne den Umweg über die Prozessor-Programmierung direkt in der Ziel-

system-Hardware testen und ggf. optimieren.

Die Auswahl zwischen Programmier- oder Emulatorbetrieb ist per Jumper zu treffen.

Die Verbindung zum PC erfolgt per USB-Verbindung (Ein USB-Kabel wird mitgeliefert). Hierüber erfolgt auch die Spannungsversorgung des Emulators/Programmers.

Das LPC900-Development-Studio

Beiden Boards liegt das „µVision2 LPC Development Studio“ bei, wie gesagt eine Version der als Industriestandard geltenden Programme „KEIL C 51 Compiler“ und „µVision2 Debugger“. Dazu kommt „Flash Magic“ zur Programmierung des Controllers auf dem MCB900-Board. Beim EPM 900 erfolgt die Programmierung direkt aus dem µVision2-Debugger heraus.

Dieses Softwarepaket erlaubt das bequeme Programmieren, Simulieren des Quellcodes, das Compilieren und schließlich Programmieren des Controllers in beiden Hardware-Entwicklungsumgebungen. Die Auswahl des angeschlossenen Boards erfolgt direkt aus der Software heraus.

Auf der CD befinden sich nicht nur die Programme selbst, hier sind auch alle Manuals ebenso vorhanden wie zahlreiche Datenblätter zu den unterstützten Prozessoren und vor allem nachvollziehbare und ausführlich erläuterte Beispiele. Eines davon werden wir noch kurz diskutieren.

Um die Software auf die Boards arbeiten zu lassen, müssen auf diesen zuvor die betreffenden Jumper gesteckt werden (siehe auch Abbildung 1/2). Für das Starten des Programms auf dem MCB 900 müssen die Jumper später wieder umgesteckt wer-

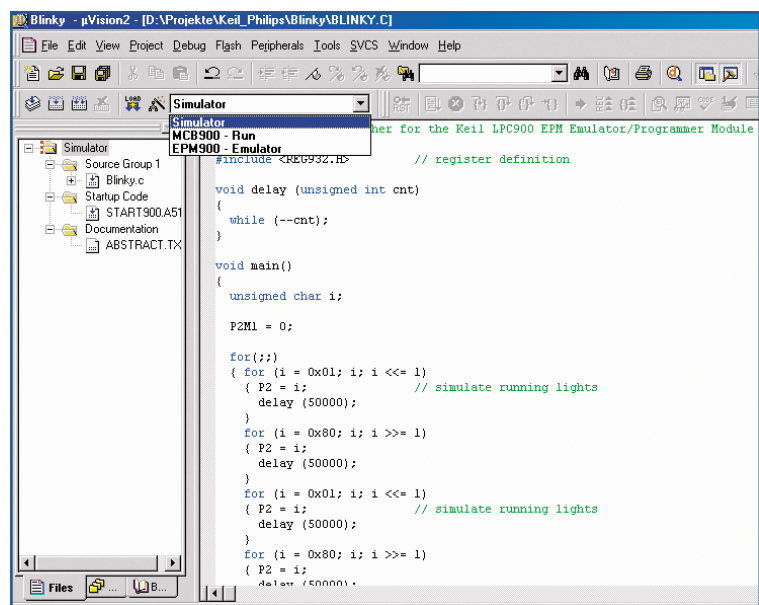


Bild 3: Die Oberfläche des „µVision2 LPC Development Studio“ mit geladenem und kommentiertem Beispielprogramm. Die Anwahl der angeschlossenen Hardware ist direkt aus dem Programm heraus möglich.

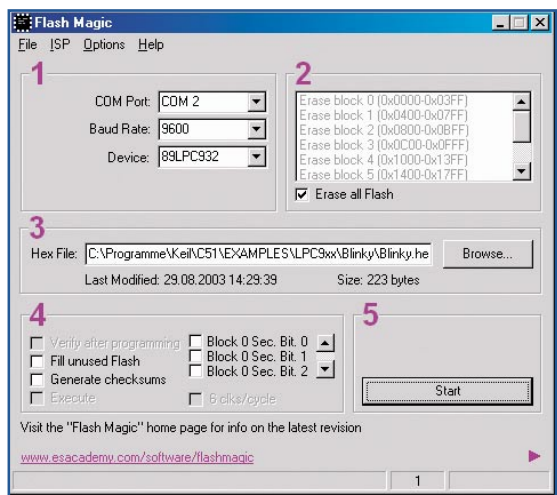


Bild 4: Das Flash Magic-Programm sorgt für die Hex-File-Übertragung des kompilierten Programms zum MBC 900.

den, damit das System autark laufen kann.

Zur Installation des „µVision2 LPC Development Studio“ ist die CD in das PC-Laufwerk einzulegen und nach dem Autostart der CD der Menüpunkt „Install LPC900 Studio“ anzuklicken. Ein Installationsmanager führt durch die Installation.

Für die Programmierung des Controllers auf dem MCB 900 ist die Installation des „Flash Magic“-Programms notwendig. Die Installation wird aus dem Autostart-Menü der CD durch anklicken „InstallFlashMagic“ gestartet. Auch hier führt ein Installationsmanager durch die Installation.

Anhand eines Beispielprojekts wollen wir nun kurz im Rahmen der Inbetriebnahmebeschreibung der Boards den prinzipiellen Umgang mit den Software-Bestandteilen erklären – ohne jedoch in die Programmierung selbst einzusteigen. Dies würde den Rahmen dieses Überblick-Beitrags sprengen – C51-Programmierkurse finden sich sowohl auf der CD im Manual-Teil wie auch in vielen Internet-Seiten und Büchern zum Thema.

MCB 900-Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme des MCB 900 ist das Board über ein 9-poliges Sub-D-Kabel mit einer seriellen Schnittstelle des PCs zu verbinden und die Versorgungsspannung (5 V bis 9 V) über ein Netzteil an das Board anzuschließen. Dabei ist hier die exakte Polarität der Gleichspannung zu beachten, sie erfordert (wie es auch die meisten Netzteile standardmäßig anbieten) Plus am Mittelleiter.

Nach dem Starten des „µVision2 LPC Development Studio“ lassen sich kleine Beispielprojekte von der beiliegenden CD starten, beispielsweise: ..\KEIL\C51\EXAMPLES\LPC9xx\BLINKY.UV2 (Abbildung 3). Dieses Projekt realisiert ein Ansteuern der LEDs an Port 2.

Nach dem Compilieren (Erstellung des blinky.hex Files) ist die blinky.hex-Datei zum MCB 900 zu übertragen. Hierfür ist

hier das „Flash Magic“-Programm einzusetzen. Nach dem Starten sind im Parameterfeld 1 (siehe Abbildung 4) die Schnittstellendaten, wie der verwendete COM-Port, die Datenrate (9600 Baud) und der verwendete Prozessortyp (hier P89LPC932) einzustellen.

In Feld 2 wird mit der Aktivierung von „Erase all Flash“ der gesamte Flashspeicher des Controllers vor dem Programmieren gelöscht.

In Feld 3 ist der Pfad zu der vorher erstellten blinky.hex-Datei zu wählen.

In Feld 4 können noch weitere Programmierungsbits, wie beispielsweise Füllen des unbenutzten Flash-Speicherraums, Checksummenbildung, usw. eingestellt werden.

Durch Betätigung der Taste „Start“ im Feld 5 wird die Programmierung gestartet. **Achtung!** Vorher ist der Jumper auf dem MCB 900 auf „Reset“ (J3) zu setzen. Nach erfolgreicher Programmierung ist dieser Jumper wieder auf „Run“ (J1) zu schalten. Der Mikrocontroller startet, und die LEDs an Port 2 schalten nacheinander ein und wieder aus.

Somit ist der programmiertechnische Anfang gemacht, und mit dem Board las-

sen sich nun unzählige weitere Anwendungen realisieren.

Inbetriebnahme des EPM 900

Voraussetzung zur Nutzung des EPM 900 ist natürlich ein USB-fähiges Betriebssystem, also MS Windows ab 98 (SE).

Zur Inbetriebnahme des EPM 900 ist dieses zunächst über das USB-Kabel mit einem USB-Port des Rechners oder Hubs zu verbinden. Die Versorgungsspannung bezieht das Controller-Board über den USB. Nach dem Anschließen erkennt der PC das Controller-Board automatisch und installiert selbstständig die notwendigen Treiber. Der Programmstart und das Laden und Starten des Blinky-Projekts erfolgt zunächst genauso wie beim MCB 900.

Ist das Projekt geladen, schaltet man das Programm auf den EPM 900 um (siehe Abbildung 5), nachdem die Jumper J1 und J2 auf dem EPM 900 auf „EMU“ (Emulator) gesteckt wurden. Nun ist der Debugger mit dem Button „Debugger“ zu starten. Das erstellte Programm lässt sich nun mit den Buttons „Run, Step into, Stop, Break ...“ steuern.

Ist das Programm fertig entwickelt, wird es kompiliert und kann dann direkt aus dem „µVision2“-Programm via EPM900 an den entweder auf dem Board steckenden oder via Kabel an das Board angeschlossenen Controller übertragen werden. Dazu sind auf dem EPM 900 die Jumper J1 und J2 auf „Prog“ zu stecken und dann ist die Programmierung über den Programm-Button „Load“ (Download to Flash Memory) zu starten.

Man sieht also, dass die beiden Evaluations-Boards einschließlich der zugehörigen Software recht einfach zu handhaben sind und dem Programmierer sehr universelle Möglichkeiten für die Entwicklung, den Test und das Programmieren eigener Applikationen für den 89LPC9xx bieten. **ELV**

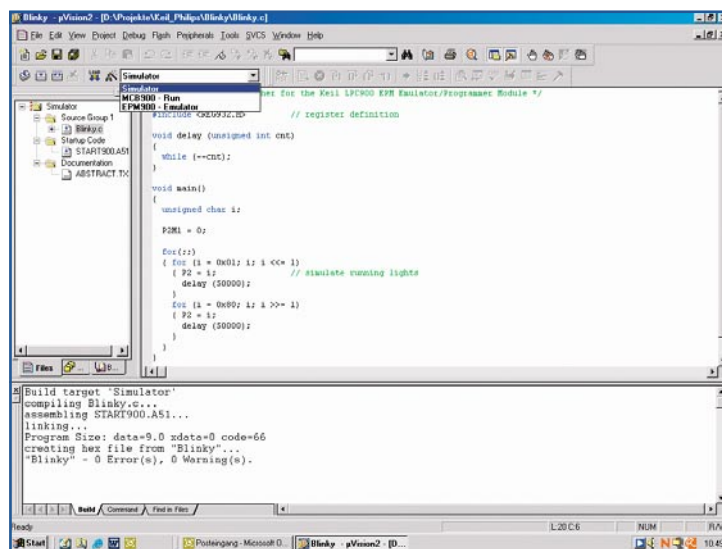


Bild 5: „µVision2“ in Aktion für das Compilieren und anschließende Übertragen des „Blinky-Programms“ auf den EPM 900.



GPS-Handnavigators GPN 100

GPS-Empfänger werden heute aufgrund der hohen Positionsgenauigkeit für viele Aufgaben eingesetzt. Anhand eines einfachen batteriebetriebenen GPS-Empfängers demonstrieren wir, wie man ein GPS-Empfangsmodul mit integrierter Antenne in eigene Applikationen einbindet. Auf seinem LC-Display zeigt der GPN 100 die aktuelle Position und Geschwindigkeit an. Außerdem kann er die Richtung und Entfernung zu zuvor gespeicherten Wegpunkten anzeigen. Obwohl ursprünglich als Experimentierschaltung konzipiert, leistet er dennoch gute Dienste, wenn es z. B. beim Wandern in unbekanntem Terrain gilt, das geparkte Kraftfahrzeug wiederzufinden.

Wo bin ich?

Diese Frage stellen sich vor allem Seefahrer seit vielen Jahrhunderten, später kamen Piloten hinzu – und heute? Heute ist die genaue Bestimmung eines Standortes auf der Erde quasi zur Alltagsbeschäftigung geworden – für Autofahrer, Extrem-

sportler bei Wanderungen in unbekanntem Terrain, für das Lokalisieren von Fahrzeugen, ja sogar für das Aufspüren gestohlener Wertgegenstände. Mittlerweile gibt es sogar eine Art neuen Volkssport, der sich vorwiegend mit der Navigation befasst – das Geocaching. Hier geht es darum, ein kleines Versteck nach genau bekannten Koordinaten zu finden. Hier sind

Technische Daten:

Spannungsversorgung:	3,3–5,1 V (3 Microzellen)
Ladespannung:	12 V
Stromaufnahme:	200 mA
Abmessungen:	
• Platine:	163 x 83 mm
• Gehäuse:	169 x 88 x 28 mm

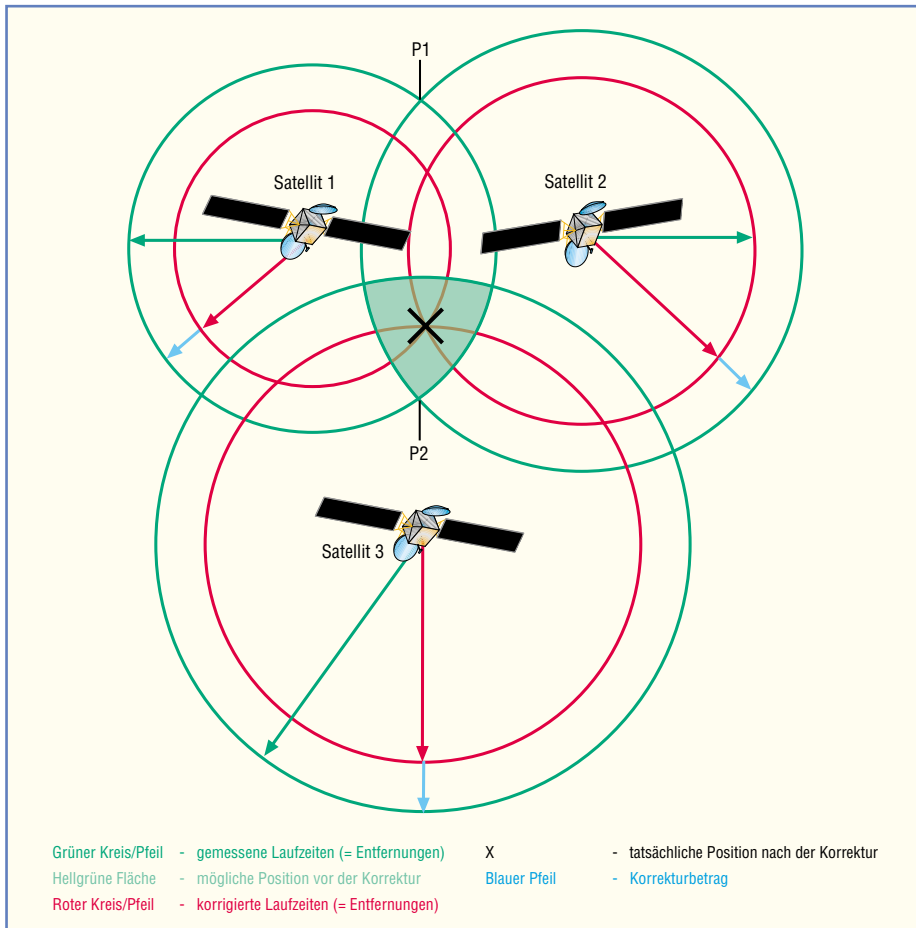


Bild 1: Der exakte Standpunkt wird aus der Berechnung der Laufzeiten von mindestens drei GPS-Satellitensignalen errechnet.

dann kleine Gegenstände deponiert – man nimmt sich einen mit oder begnügt sich damit, den Standort im Sinne eines Orientierungswettbewerbes gefunden zu haben, bzw. hinterlässt selbst einen kleinen Gegenstand als Nachweis.

Das alles wird möglich durch das ursprünglich für rein militärische Zwecke durch die USA installierte GPS-System (GPS – Global Positioning System, komplett heißt es NAVSTAR-GPS, wobei NAVSTAR für Navigation Satellite Timing and Ranging steht). Dieses satellitengestützte Navigationssystem ermöglichte es den Militärs, sich weltweit eindeutig orientieren zu können, unabhängig von Kartenmaterial und sonstigen herkömmlichen Orientierungshilfen. Auch für die Zielleitung von Raketen spielte (und spielt) das System eine wichtige Rolle, kann man doch erst hiermit punktgenau bestimmte Objekte treffen.

Das u. a. auf 1575,24 MHz sendende System besteht nominell aus 24 Satelliten, die die Erde auf unterschiedlichen Bahnen in 20.200 km Höhe umkreisen. Tatsächlich befinden sich z. Zt. 30 Satelliten im Orbit, damit auch bei Ausfall einiger Satelliten noch die nominelle Anzahl verfügbar ist.

Die Satellitenbahnen sind im Normalfall so ausgelegt, dass von jedem Punkt der

Erde vier Satelliten „sichtbar“ sind. Die Maßhaltigkeit der Satellitenbahnen wird rings um die Erde vom Boden aus an genau vermessenen Standorten überwacht. Über ein Kontrollzentrum werden bei Bahnabweichungen Korrekturdaten eingespeist bzw. Bahnkorrekturen durchgeführt.

Wenn z. B. im Kriegsfall an bestimmten Punkten der Erde eine größere Positionierungsgenauigkeit nötig wird, lassen sich vom Kontrollzentrum aus die Bahnen so verändern, dass von diesen Punkten aus zu jedem Zeitpunkt mehr als die nötigen vier Satelliten sichtbar sind. Das geht natürlich auf Kosten der Genauigkeit an anderen Punkten auf der Erde.

Die erreichbare Genauigkeit der Standortbestimmung auf der Erde beträgt seit dem Abschalten der „Selective Availability“ im Mai 2000 nominal etwa 20 m, in der Praxis kann man jedoch Genauigkeiten bis zu 5 m erreichen. „Selective Availability“ war eine künstliche Verfälschung der Zeitdaten im Satellitensignal, die dazu diente, allen, denen die militärischen Codes nicht zugänglich sind, ungenaue Positionsdaten zu übermitteln, etwa, um Angriffe mit Präzisionswaffen unter Nutzung des GPS zu verhindern.

So kam es (und kommt es heute bei kriegsrischen Konflikten immer noch) zu

erheblichen Ungenauigkeiten für die zivile Nutzung, so nutzt man auch heute noch in der zivilen Luftfahrt GPS nur als Ergänzung, denn Höhenangaben über der Erde sind mit verfälschten GPS-Daten nicht möglich. Erst mit der Abschaltung der Verfälschung wurde auch eine Höhenbestimmung per GPS möglich.

Moderne GPS-Empfänger können bis zu 12 dieser Satelliten gleichzeitig empfangen, für die genaue Positionsbestimmung genügen aber 3 bzw. 4 Satelliten.

Wie funktioniert's?

Die Bahndaten der Satelliten sind genau bekannt. Diese werden dem Empfänger über die Funkaussendungen der Satelliten ständig mitgeteilt. An Bord jedes Satelliten befindet sich eine hochgenaue Atomuhr. Der Empfänger hat eine eingebaute Uhr, die bis auf 1 µs mit den Atomuhren der Satelliten synchronisiert ist. Wie diese Synchronisation erreicht wird, werden wir später sehen. Die Satelliten senden synchronisiert durch die Atomzeit ein dem Empfänger bekanntes pseudo-zufälliges Datensignal (Pseudo-Random-Code) aus. Der Empfänger kann jetzt aus der Laufzeit der von den Satelliten gesendeten Signale die Entfernung zu den Satelliten und damit seine Position ermitteln.

Um zu verstehen, wie dies funktioniert, ist ein Ausflug in die Geometrie nötig. Stellen wir uns zunächst vor, es wird das Signal von nur einem Satelliten empfangen. Da die Position des Satelliten im Raum sowie seine Entfernung bekannt sind, weiß der Empfänger, dass seine eigene Position auf der Oberfläche einer Kugel im Raum liegt, in deren Mittelpunkt sich der Satellit befindet. Der Radius dieser Kugel ergibt sich durch Multiplikation der Signallaufzeit mit der Lichtgeschwindigkeit.

Jetzt nehmen wir einen zweiten Satelliten hinzu. Für diesen ergibt sich ebenfalls eine Kugel im Raum, auf deren Oberfläche sich der Empfänger befindet. Der Schnitt der beiden Kugeloberflächen bildet einen Kreis im Raum. Auf diesem Kreis befindet sich der Empfänger.

Schneiden wir jetzt den Kreis mit einer weiteren Kugel, die sich aus der Entfernungsmessung zu einem dritten Satelliten ergibt, so ist die Position des Empfängers auf zwei Punkte im Raum eingegrenzt. Es wird jetzt einfach angenommen, dass der erdnähere der beiden Punkte der richtige ist.

Diese Art der Positionsbestimmung hat noch einen kleinen Schönheitsfehler. Der Empfänger verfügt zunächst nicht über eine Uhr, die synchron mit den Atomuhren an Bord der Satelliten geht. Daher ist eine Messung zu einem vierten Satelliten nötig. Das funktioniert wie folgt:

Aus vier Entfernungsmessungen ergibt

sich bei synchronisierter Uhr des Empfängers ein eindeutiger Punkt im Raum. Eine falsch gehende Uhr im Empfänger führt jedoch dazu, dass keiner der beiden aus den ersten drei Messungen ermittelten Punkte auf der Oberfläche der sich aus der vierten Messung ergebenden Kugel liegt. Das nutzt der Empfänger aus, indem er die Zeitspanne berechnet, um die er seine Uhr verstellen muss, damit alle vier Messungen in einem Punkt konvergieren. Als Nebenprodukt ergibt sich für die Uhr des Empfängers nach dieser Korrektur eine extrem hohe Genauigkeit.

Wenn keine Höheninformation benötigt wird, kann man annehmen, dass sich der Empfänger auf der Erdoberfläche befindet. Unter dieser Annahme kann man auch mit nur drei sichtbaren Satelliten eine etwas weniger genaue Position ohne Höheninformation ermitteln.

Abbildung 1 verdeutlicht diese Zusammenhänge noch einmal in der Ebene. Die Ebene hat gegenüber dem Raum eine Dimension weniger, daher ist auch eine Messung weniger nötig. Die Verhältnisse sind ansonsten aber analog. Wir betrachten zunächst die grünen Kreise. Sie stellen die gemessenen Laufzeiten dar. Es ergeben sich aus den ersten beiden Entfernungsmessungen (Satellit 1 und Satellit 2) zwei mögliche Positionen (P1 und P2). Die Entfernungsmessung zu Satellit 3 muss bei korrekt gehender Uhr mit einem dieser Punkte zusammenfallen. Um das zu erreichen, werden jetzt alle drei Messungen um den gleichen Betrag korrigiert, und es ergeben sich die roten Kreise als korrigierte Laufzeiten.

Mit der Zahl der empfangenen Satelliten – wie gesagt, empfangen moderne GPS-Receiver bis zu 12 parallel – steigt die Positionsgenauigkeit natürlich an.

Jetzt kann man auch plausibel ersehen, weshalb die „Selective Availability“ es so einfach machte, die Daten zu verfälschen. Denn bei Absendung verschobener Zeitdaten wird dem Receiver automatisch eine andere Berechnungsgrundlage vermittelt und er kann den Standort nur noch „ungefähr“ ermitteln.

Für die Steigerung der Genauigkeit unter diesen Bedingungen ließen sich die Techniker bald etwas einfallen – das DGPS (Differential GPS). Hier wird am Boden von einem sehr genau vermessenen Standort aus über den Vergleich des GPS-Daten-Empfangs und des genau bekannten Standortes ein Korrekturdatensatz erstellt, der über verschiedene Wege, der gängigste ist der Zeitzeichensender, der ja auch das terrestrische Zeitsignal abstrahlt, verbreitet wird. DGPS war zwar zu Zeiten, als die Satellitendaten noch verfälscht wurden, genauer als normaler GPS-Empfang, dennoch machen hier Laufzeitdifferenzen über Kabel- und Funkwege einen Teil des sonst sehr guten Ergebnisses zunichte. Im Normalfall wird DGPS, außer für Berufssparten, wo es auf höchste Genauigkeit, etwa bei der Landvermessung, ankommt, nicht genutzt – dennoch halten die meisten GPS-Empfänger die Option bereit, schließlich kann das US-Militär als Betreiber des Systems jederzeit wieder im Konfliktfall die Daten verfälschen.

Alles nach Norm

Ein reiner GPS-Empfänger allein nützt dem Anwender nichts – er muss ein „Frontend“ haben, über das der Empfänger die ermittelten Positionsdaten ausgeben kann, das die ausgegebenen Daten auswertet und an eine wie immer geartete Anzeige ausgibt, und das die Bedienung ermöglicht.

Die Datenübergabe vom GPS-Empfänger aus erfolgt nach einem genormten Protokoll, dem NMEA (National Maritime Electronics Association – Verein der Hersteller von Schiffselektronik in den USA). Diese Vereinigung schreibt u. a. Kommunikationsnormen zwischen den verschiedenen Geräten der Schiffselektronik vor, damit diese einheitliche Positionsdaten anzeigen und verarbeiten können. Derartige Normen haben selbst bei Sportbooten inzwischen Einzug gehalten – alle, die sich auf See oder den großen Strömen bewegen, kennen die GMDSS-Funkgeräte, die bei Bedarf auch die über einen GPS-Emp-

fänger per NMEA-Schnittstelle an das Funkgerät übermittelte aktuelle Position übermitteln – sehr hilfreich im Seenotfall!

Die aktuelle Norm heißt NMEA 0183. Diese Norm legt die genaue Form des übermittelten Datenprotokolls fest. Das vom Empfänger ausgegebene Datenpaket selbst besteht aus verschiedenen Datensätzen, die von den verschiedenen GPS-Empfängern je nach Bedarf ausgewertet werden können. Da die Daten im in der Computerwelt weltweit gängigen ASCII-Code übermitteln werden, sind sie auch sehr leicht auswertbar, ob über einen kleinen Prozessor im Handheld-GPS-Empfänger oder über das Terminalprogramm eines PCs. Jeder, der sich schon einmal mit GPS-Geräten beschäftigt hat, kennt wohl die so genannte GPS-Maus, die allein die Empfangsantenne und den GPS-Empfänger selbst enthält. Als Stecker findet man meist einen 9-poligen Sub-D-Stecker vor, der direkt an die serielle Schnittstelle eines PCs anschließbar ist.

Wie ein konkreter Datensatz aussieht, werden wir noch später bei der Besprechung unseres GPS-Anzeigergerätes sehen. Nur eines vorab – es gibt eine große Anzahl von Datensatzformen, die vom Empfänger übermittelt werden; jeder Anwender kann sich die für ihn relevanten herausuchen. Benötigt er z. B. nur die minimalen Zeit-, Kurs- und Positionsdaten sowie die Geschwindigkeit, mit der man sich bewegt, wertet man nur den GPRMC-Datensatz (**G**lobal **P**ositioning **R**ecommended **M**inimum **S**entence **C**) aus.

Der GPGLA-Datensatz enthält beispielweise weitere Informationen wie die Höhe über dem Meeresspiegel, die Empfangsqualität (u. a., ob DGPS-Daten empfangen werden), die Anzahl der empfangenen Satelliten usw.

So viel zur Theorie, wenden wir uns nun unserem Selbstbauprojekt zu.

GPS selbst gebaut

Nein, nicht ganz, der eigentliche GPS-Empfänger kommt inklusive integrierter aktiver Antenne als Fertigbaugruppe ins Haus, bei uns ist es der Navilock EM-401 (Abbildung 2). Das mit Antenne nur ca. 41 x 41 x 14 mm messende Modul unterstützt das besprochene Standard-Protokoll NMEA 0183. Der Empfänger selbst ist ein schneller 12-Kanal-Parallelempfänger, der alle 100 ms eine neue Positionserfassung durchführt. Er unterstützt die NMEA-Datensätze GGA, GSA, GSV, RMC, GLL und VTG-2, wobei wir hier allein RMC nutzen werden. Der Hersteller gibt für das Modul eine Genauigkeit von 15 m, bei der möglichen DGPS-Korrektur sogar 1 bis



Bild 2: Das gesamte GPS-Modul inklusive Antenne ist nur 41 x 41 x 14 mm groß.



Bild 3: Die Hauptanzeige des GPN 100: oben links die zurückgelegte Wegstrecke, darunter die aktuelle Geschwindigkeit, rechts der Kompasspfeil. Unten der Richtungspfeil zum ausgewählten Wegpunkt sowie die Entfernung dorthin. Rechts unten die Anzeige, dass gültige GPS-Daten empfangen werden.

5 m an. Der Empfänger hat nicht nur schnelle Aquisitionszyklen (100 ms), sondern synchronisiert seine interne Uhr auch bis auf 1 µs mit der GPS-Zeit. Eine auf dem Modul integrierte Energiequelle sichert die Daten bei ausgeschaltetem Navigationsgerät für eine schnelle Wieder-Aquisition.

Der Empfänger arbeitet nach dem WGS-84-Kartendatum. Das heißt, dass er die Koordinaten, wie heute schon fast weltweit üblich, nach diesem Bezugssystem der Kartografierung der Erde liefert. Bei bestimmten Anwendungen, etwa Geocaching in der Schweiz, ist dies zu beachten. Bei diesem Sport sollte man, wie bei allen Positionsangaben überhaupt, immer auf dieses so genannte Kartendatum achten – zahlreiche kommerzielle Empfänger sind hier umschaltbar. Unsere relativ kleine Applikation verwendet direkt das vom GPS-Modul ausgegebene Kartendatum WGS 84. Dieses Kartendatum ist international genormt, weicht allerdings vom in Deutschland für topografische Karten verwendeten Potsdam-Kartendatum ab. Die Abweichungen reichen innerhalb der Grenzen der Bundesrepublik von wenigen Metern bis hin zu Kilometern. Für die Umrechnung zwischen verschiedenen Kartendaten gibt es spezielle Software.

Die Datenausgabe des Moduls erfolgt über eine serielle Schnittstelle, die folgendes Datenprotokoll bereitstellt: 4800 Baud, keine Parität, 8 Datenbits, 1 Stoppbit.

Erwähnenswert ist schließlich der so genannte „Trickle Power Mode“, der (ausreichenden Satellitenempfang vorausgesetzt) die relativ hohe Stromaufnahme des



Bild 4: Das Auswahlmenü des GPN 100



Bild 5: Die Wegpunkteingabe – bis zu 10 Zeichen sind im Klartext eingebbar.

Moduls (80 mA) auf 27 mA zurücksetzt und damit wesentlich zu einem sparsamen Batterieverbrauch beiträgt.

Dieses Fertigmodul werden wir, wie man bei der späteren Schaltungsbeschreibung sehen kann, in eine Anzeige-/Bedien-Applikation, die durch einen Mikrocontroller gesteuert wird, integrieren.

Als Anzeige der Applikation dient eine 4-zeilige, je 16-stellige, alphanumerische LC-Anzeige, die bei Bedarf beleuchtbar ist. Die Bedienung erfolgt über insgesamt 5 Tasten.

Die Schaltung wird von 3 Microzellen mit Spannung versorgt. Dabei empfehlen wir den Einsatz von NiMH Hochleistungs-Akkus. Diese Akkus erreichen eine Kapazität von derzeit bis zu 800 mAh. Die Betriebsspannung liegt damit je nach Ladezustand der Zellen zwischen 3,3 V und 5,1 V. Bei guten Empfangsbedingungen (und damit aktiviertem „Trickle Power Mode“) kann die Betriebsdauer mit einem Akkusatz bis zu 12 Stunden betragen. Die Akkus lassen sich im Gerät über ein einfaches 12-V-Steckernetzteil über Nacht nachladen.

Die Möglichkeiten, die schon in dieser kleinen Applikation stecken, wollen wir uns gleich ansehen, bevor wir zur eigentlichen Schaltungstechnik kommen.

Funktionen und Bedienung

Nach dem Einschalten zeigen die beiden oberen Zeilen des Displays (Abbildung 3) ein Tachometer mit Kompass an. Es werden die momentane Geschwindigkeit in km/h, die zurückgelegte Wegstrecke sowie mit einer Pfeilanzeige die Richtung zum geografischen Nordpol der Erde angezeigt.

Im unteren Bereich der Hauptanzeige werden Richtung (Pfeil) und Entfernung zu einem zuvor gespeicherten Wegpunkt sowie ein gültiger GPS-Empfang (G) angezeigt.

Es können bis zu 20 Wegpunkte gespeichert werden. Die Auswahl des aktuell zu suchenden Wegpunktes erfolgt mit den Tasten „↑“ und „↓“.

Wegpunkte nimmt das Gerät auf dem „Hinweg“ auf Knopfdruck auf, um problemlos einen Weg zurück, etwa in unbe-



Bild 6: Die Positionsanzeige mit Geschwindigkeit und Kompasspfeil

kanntem Gelände, zu finden, also z. B. den Waldparkplatz wiederzufinden, auf dem das Auto steht. Hat man einen Wegpunkt, den man individuell (bis zu 10 Zeichen) benennen kann, z. B. „Wasserfall“, ausgewählt, zeigt der Pfeil links unten die Richtung zu diesem Wegpunkt

Menü

Über die Taste „OK/Menü“ erreicht man das Auswahl-Menü (Abbildung 4) des Gerätes. Es können hier:

- Wegpunkte gespeichert
- Wegpunkte bearbeitet
- die Wegstrecke der Anzeige auf null zurückgesetzt sowie
- die empfangenen Positionsdaten direkt angezeigt werden.

Wegpunkt speichern/bearbeiten

Im Menü „Wegpunkt speichern“ (Abbildung 5) kann ein Name für den Wegpunkt angegeben werden. Mit den Tasten „↑“ und „↓“ erfolgt die Auswahl des Zeichens aus dem Alphabet (sowie der Zeichen 0...9). Mit den Tasten „Zurück“ und „OK/Menü“ wird zwischen den Zeichen navigiert.

Ein langes Drücken der Taste „Zurück“ bricht die Bearbeitung ab, und der Wegpunkt wird nicht gespeichert.

Ein langes Drücken der Taste „OK“ beendet die Namens eingabe und speichert den Wegpunkt.

Im Menü „Wegpunkt bearbeiten“ ist die Bedienung genauso. Das Editieren erfolgt wie bei „Wegpunkt speichern“.

Ein langes Drücken der Taste „Zurück“ löscht den Wegpunkt.

Ein langes Drücken der Taste „OK“ übernimmt die Namensänderungen.

Strecke löschen

Betätigt man nach Anwahl dieses Menüpunktes mit den Pfeiltasten die Taste „OK/Menü“, wird die zurückgelegte Strecke in der ersten Displayzeile der Hauptanzeige auf null zurückgesetzt.

Positionsanzeige

Öffnet man diesen Menüpunkt mit der Taste „OK“, so erfolgt hier die Anzeige der aktuellen Position sowie der aktuellen Geschwindigkeit (Abbildung 6).

Zur Positionserfassung sollte man folgende Hinweise beachten:

Der Empfänger muss so positioniert werden, dass die Oberseite (Anzeige- und Bedienplatte) zum Himmel zeigt. Die Empfangsantenne befindet sich rechts oben. Die Antenne sollte „freie Sicht“ zum Himmel haben, das heißt, es dürfen sich keine Hindernisse dazwischen befinden, die den Empfang beeinträchtigen. Deshalb ist auch in Gebäuden kein Empfang möglich, es sei denn, der Standort ist von einem großflächigen Glasdach bedeckt. Wird das Gerät im Auto benutzt, muss es so platziert werden, dass die Antenne durch Heck- oder Frontscheiben „sehen“ kann. Ausnahme: komplett metallisierte Scheiben. Auch ein dichtes Blätterdach im Wald kann unter bestimmten Umständen zur Empfangseinschränkung führen – hier wölbt sich quasi eine abschirmende „Wasserwand“ über der Antenne.

Kontrast/Beleuchtung

Die Anzeige ist auf Tastendruck (Taste „Ein/Aus/Licht“ ca. 2 s drücken) beleuchtbar, und der Kontrast ist an die jeweiligen Beleuchtungsverhältnisse anpassbar, indem man die Taste „Ein/Aus/Licht“ gedrückt hält und den gewünschten Kontrast mit den Pfeiltasten einstellt.

Hat man die Displaybeleuchtung eingeschaltet, erlischt diese automatisch wieder 10 s nach der letzten Tastenbetätigung.

Die Datenaufbereitung

Die vom GPS-Modul ausgegebenen NMEA-0183-Telegramme werden vom in der Schaltung enthaltenen Microcontroller aufbereitet und angezeigt. Wir werten nur den Datensatztyp RMC aus, weil dieser bereits alle für die Anzeigen unserer Applikation relevanten Informationen enthält. Wieder RMC-Datensatz aufgebaut ist, zeigt Tabelle 1. Jeder Datensatz ist durch eine Prüfsumme gesichert.

Die Geschwindigkeit wird durch Multiplikation mit 1,852 in km/h umgerechnet und angezeigt.

Die Berechnung der Anzeigerichtung des Kompasspfeils erfolgt aus der Bewegungsrichtung.

Die Breite und Länge werden in Festkommazahlen umgerechnet und gespeichert.

Aus zwei aufeinander folgenden Positionen ermittelt der Controller, wenn die Entfernung zwischen ihnen mindestens 20 m beträgt, den Betrag, der zur Wegstrecke hinzuaddiert werden muss.

Für einen Wegpunkt speichert das Gerät dessen Längen- und Breitengrad. Aus der aktuellen und der gespeicherten Position können dann für die Anzeige Richtung und Entfernung berechnet werden.

Schaltung

Die Stromversorgung der in Abbildung 7 gezeigten Schaltung erfolgt über die 3 Microzellen BAT1 bis BAT 3.

Über BU 1 können bei Akku-Einsatz die Zellen mit einem 12-V-Steckernetzteil geladen werden. Der Strombegrenzungswiderstand R 11 ist so dimensioniert, dass bei 700-mAh-Akkus ein Ladestrom von etwas mehr als 1/10 erreicht wird. Die Ladung dauert damit ca. 10 h. Um die Akkus nicht thermisch zu schädigen, sollte die Ladung nach 10 Stunden unterbrochen werden. D 7 verhindert, dass die Betriebsspannung des Gerätes an der Ladebuchse anliegt. D 8 begrenzt die während des Ladevorgangs an der Schaltung anliegende Spannung auf 5,6 V. Das ist notwendig, damit bei schlechtem Kontakt oder hohem Innenwiderstand der Akkus die Schaltung nicht durch Überspannung zerstört wird.

Der Microcontroller IC 1 steuert alle wesentlichen Funktionen der Schaltung. Es handelt sich um einen Controller mit internem Flash-Speicher. Das ermöglicht über den Programmieranschluss PRG 1 auch bei eingebautem Controller ein Firmware-Update. Der Widerstand R 12 sorgt für High-Pegel am Anschluss „Reset“ des Controllers nach dem Einschalten und damit für einen definierten Programmstart.

Der Keramikschringer Q 1 mit integrierten Kondensatoren bestimmt mit 4 MHz die Taktfrequenz des Controllers.

Die Taster TA 1 bis TA 5 werden vom Controller periodisch abgefragt. Die Kondensatoren C 9 bis C 13 dienen der Entprellung. Dem Ein-/Aus-Taster TA 5 kommt eine besondere Bedeutung zu. Er kann einen Interrupt auslösen und damit den Controller aus dem Energiesparmodus aufwecken, in dem der sich nach dem Abschalten der Anzeige (Gerät ausgeschaltet) befindet. Dadurch wird im „ausgeschalteten“ Zustand eine Stromaufnahme der Schaltung von weniger als 1 µA erreicht. Der Controller benötigt eine Betriebsspannung zwischen 2,7 V und 5,5 V. Diese Spannung wird direkt von den Microzellen bereitgestellt.

Das 4-zeilige Displaymodul LCD 1 benötigt drei verschiedene Spannungen für den Betrieb. Zwischen den Anschlüssen „GND“ und „+UB“ muss dabei eine Spannung von 2,7 V bis 5,5 V für den auf dem Display integrierten Controller anliegen. Dieser belastet die Spannungsquelle mit nur ca. 1 mA. Deshalb kann diese Spannung direkt einem Portausgang des Controllers entnommen werden. Durch diesen kleinen Trick ist es möglich, das Display per Software komplett abzuschalten.

Am Anschluss „Contrast“ von LCD1 benötigt das Display eine Spannung von ca. -4,6 V gegenüber „+UB“. Diese Spannung versorgt das eigentliche LC-Display. Sie muss in gewissen Grenzen einstellbar sein, damit die temperaturabhängige Kontraständerung des Displays mit dieser Spannung kompensiert werden kann. Zur Erzeugung dieser Spannung kommt eine Kaskade zum Einsatz. Diese zweistufige Kaskade besteht aus D 3 bis D 6 sowie C 4 bis C 7 mit der nachgeschalteten Spannungsstabilisierung D 2/R 6. Die Kaskadenschaltung wird vom Controller aus über das Signal „CORCT“ mit einer Rechteckspannung mit einer Frequenz von 5 kHz und einer Amplitude (Spitze-Spitze) versorgt, die etwa VCC entspricht. Hierzu verwenden wir ohne weitere Treiberstufe direkt den Portausgang des Controllers. Dieser Port kann bis zu 40 mA treiben. Nach der Stabilisierung beträgt „-Vcontrast“ dann ca. -6,8 V gegenüber VCC. Diese Spannung ist über den gesamten Betriebsspannungsbereich konstant. Das ist wichtig, weil sich sonst bei schwankender Versorgungsspannung der Kontrast des Displays ändern würde.

„-Vcontrast“ wird von T 4 und R 7 pulswertenmoduliert. Das vom Controller erzeugte Pulswertensignal „PWM“ mit einer Frequenz von ca. 3,9 kHz gelangt über den Basiswiderstand R 4 auf den Schalttransistor T 4. Das Puls/Pause-Verhältnis und damit der Kontrast des Displays ist

Tabelle 1: Der Aufbau des RMC-Datensatzes

\$GPRMC,161229.487,A,5314.6472,N,00731.4286,E,10.34,309.62,160903,*01

- \$ - hiermit beginnt jeder Datensatz
- GPRMC ist die Datensatz-Typenbezeichnung, hier GP für GPS und RMC für Recommended Minimum Sentence C (siehe Text)
- 161229.487 ist die Uhrzeit (GMT)
- A bedeutet, dass die Daten gültig sind
- 5314.6472 N ist die nördliche Breite (53°14,6472')
- 00731.4286 E ist die östliche Länge (7°31,4286')
- 10.34 ist die Geschwindigkeit über Grund in Knoten
- 309.62 ist die Bewegungsrichtung in Grad
- 160903 ist das Datum
- *01 ist die Prüfsumme, sie sichert, dass alle Daten ordnungsgemäß empfangen sind

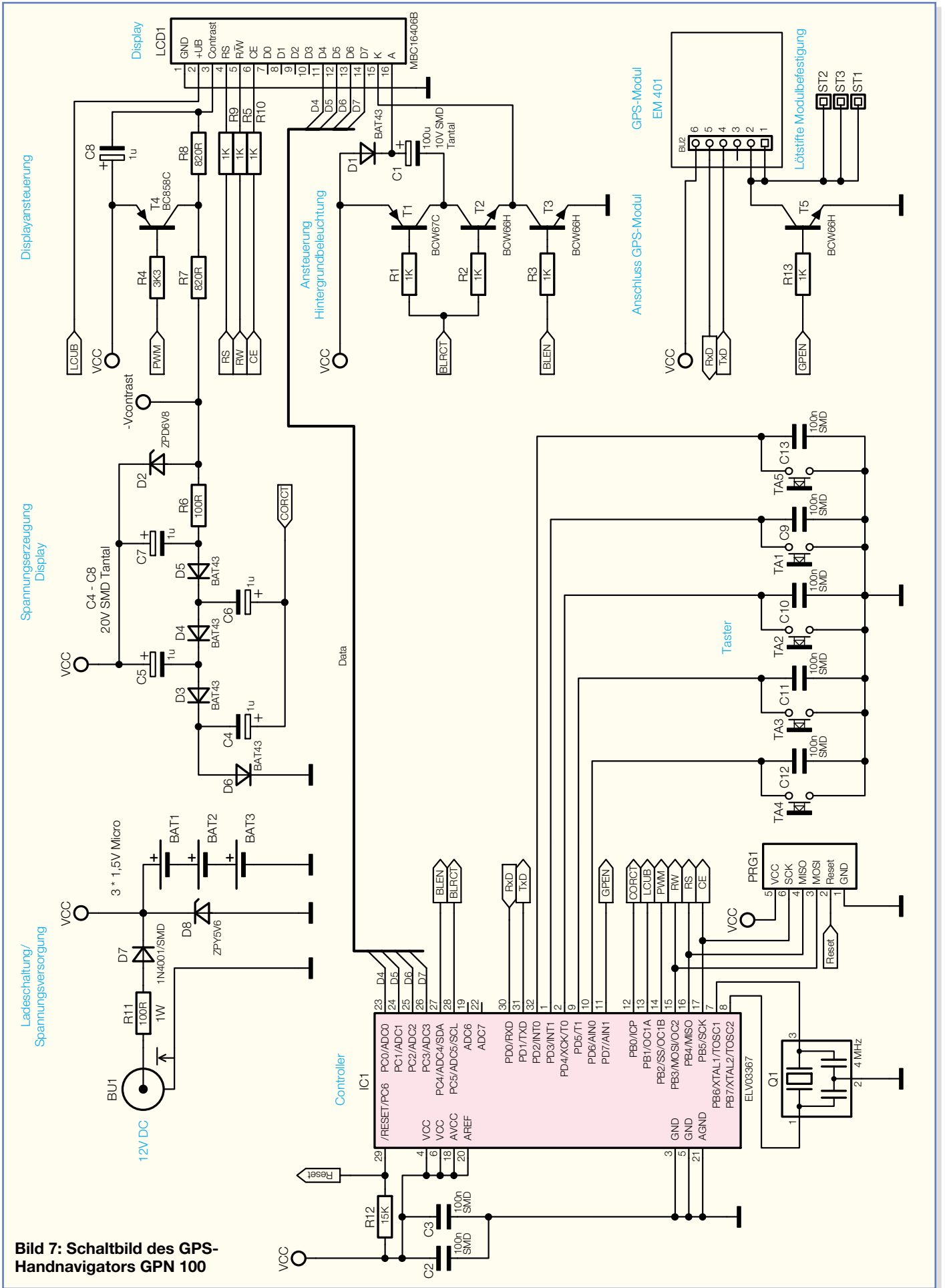
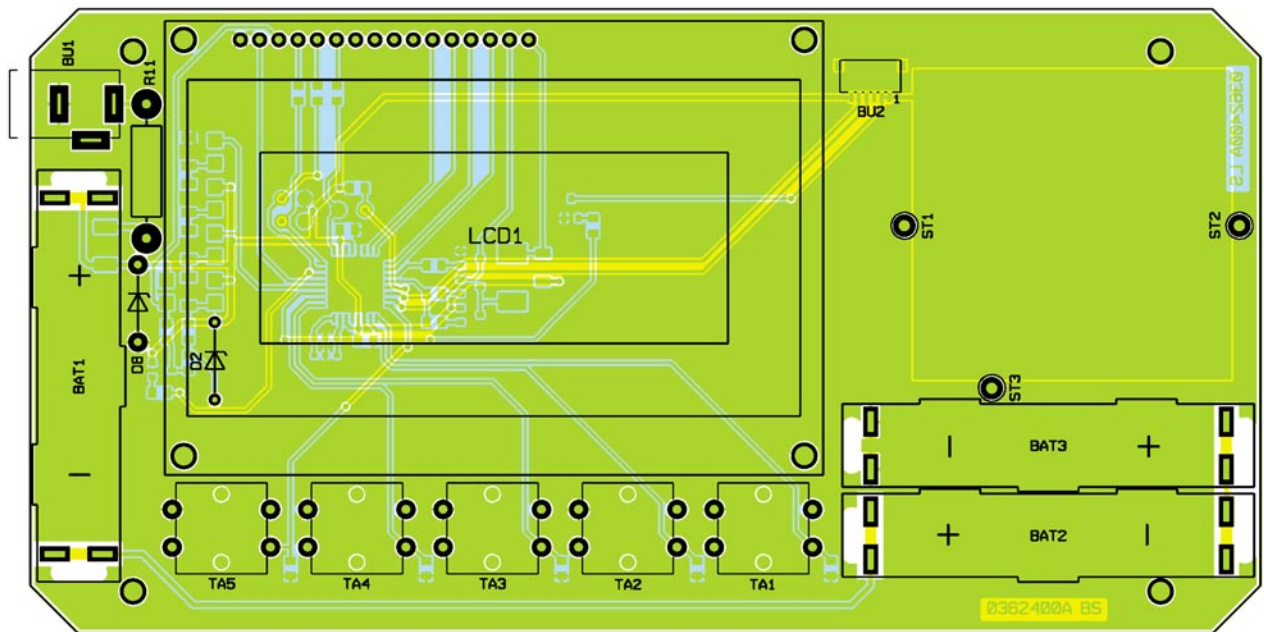
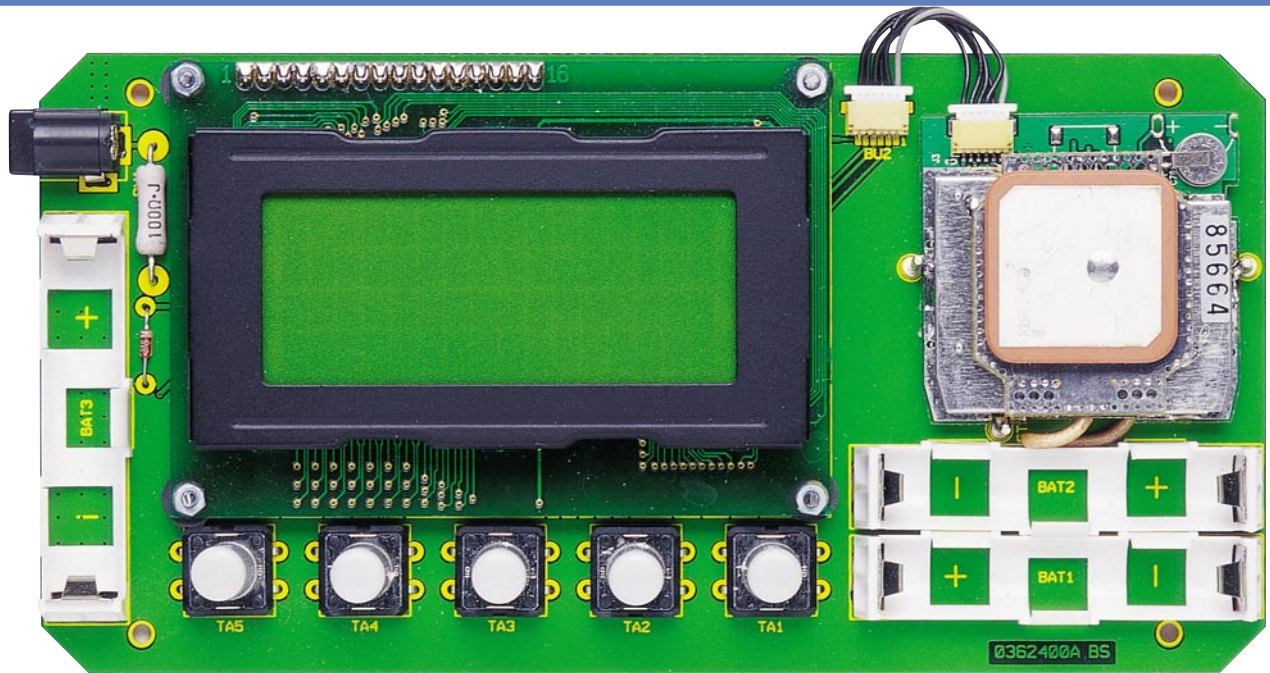


Bild 7: Schaltbild des GPS-Handnavigators GPN 100



Ansicht der fertig bestückten Platine des GPS-Handnavigators GPN 100 mit zugehörigem Bestückungsdruck von der Bestückungsseite

über die Taster vom Benutzer an die Umgebungsbedingungen anpassbar. Die pulsweitenmodulierte Spannung wird vom Tiefpass R 8/C 8 geglättet und auf das Displaymodul gegeben.

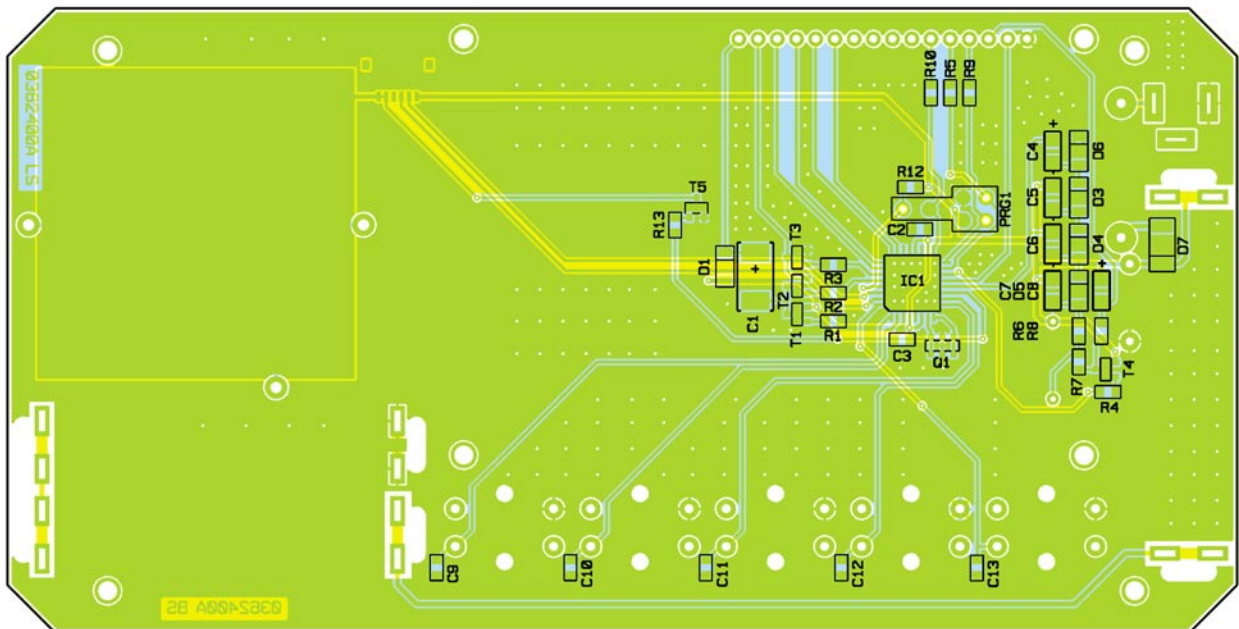
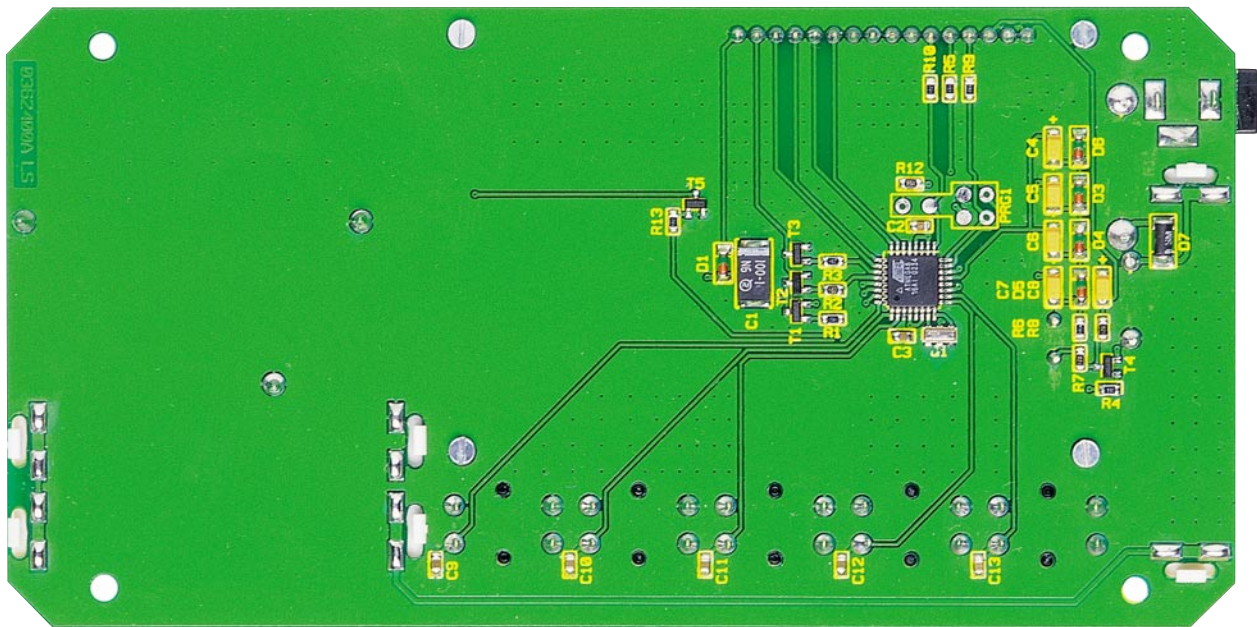
Die dritte vom Displaymodul benötigte Spannung für die Beleuchtung muss mindestens 4,5 V betragen und ist über die Anschlüsse „A“ und „K“ zuzuführen. Die Hinterleuchtung des Displays besteht aus mehreren Leuchtdioden. Die Leuchtdioden sind modulintern zu zweit in Reihe geschaltet. Alle Zweiergruppen sind parallel miteinander verbunden. Daher sind bereits ca. 4 V (der Spannungsabfall von zwei LEDs) zwischen „K“ und „A“ nötig, damit

das Display zu leuchten beginnt. Um eine ausreichende Helligkeit zu erreichen, ist ein Strom von ca. 100 mA nötig.

Der Controller kann über das Signal „BLEN“ T 3 ansteuern und damit die Displayhinterleuchtung ein- und ausschalten. T 1 und T 2 bilden eine Treiberstufe aus zwei Komplementärtransistoren. Das ist nötig, weil der Controller an seinen Portausgängen nicht genügend Strom bereitstellen kann, um die Hinterleuchtung anzusteuern. Das vom Controller über „BLRCT“ bereitgestellte Rechtecksignal gelangt verstärkt von T 1 und T 2 auf die „halbe“ Kaskade D 1/C 1. Dadurch erreicht man eine Spannungsverdopplung

von VCC. Auf die Spitzenwertgleichrichtung und Siebung einer vollständigen Kaskade wird hier verzichtet, weil der Siebkondensator bei den bereitzustellenden Strömen eine viel zu hohe Kapazität haben müsste. Die Hintergrundbeleuchtung wird durch diesen Trick zwar mit Impulsen angesteuert, das fällt dem menschlichen Auge aber nicht auf, wenn die Frequenz dieser Pulse bei mindestens 70 Hz liegt.

Diese impulsartige Ansteuerung der Beleuchtung eröffnet uns außerdem die Möglichkeit, über die Frequenz der Impulse die Helligkeit der Hinterleuchtung einzustellen. Die Spitzenspannung der Spannungs-



Ansicht der fertig bestückten Platine des GPS-Handnavigators GPN 100 mit zugehörigem Bestückungsdruck von der Lötseite

verdopplung hängt direkt von der Betriebsspannung der Schaltung ab. Daher hat ein einzelner Impuls bei vollen Batterien wesentlich mehr Energie als bei fast leeren Batterien. Der Controller passt die Frequenz des Rechtecksignals „BLRCT“ der Betriebsspannung an, so dass die Displaybeleuchtung unabhängig von der Betriebsspannung immer mit ca. 120 mA Effektivstrom getrieben wird. Dadurch wird eine gleich bleibende Helligkeit der Hinterleuchtung über den gesamten Betriebsspannungsbereich erreicht. Die Frequenz des Rechtecksignals liegt zwischen 130 Hz bei $VCC = 5,0\text{ V}$ und 10 kHz bei $VCC = 3,3\text{ V}$.
 Wenn „BLRCT“ fest auf VCC liegt und

„BLEN“ auf GND, dann sperren T 1 und T 3. Damit ist die Hinterleuchtung ausgeschaltet und die gesamte Ansteuerschaltung zieht keinen Strom.

Das Displaymodul wird über die Datenleitungen D 4 bis D 7 und die Handshakeleitungen RS, RW und CE vom Controller digital angesteuert. Die Widerstände R 5, R 9 und R 10 entkoppeln das Display vom Programmieranschluss PRG 1.

Der Minuspol der Spannung des GPS-Moduls GPS 1 wird über T 5 geschaltet. Dadurch kann der Controller das Modul über das Signal „GPEN“ aus- bzw. in den Ruhezustand schalten. Auf der Leitung RxD empfängt der Controller die vom

Modul gelieferten NMEA-0183-Daten. Diese werden vom Controller weiter verarbeitet und für die Anzeige aufbereitet. Auf der Leitung TxD kann der Controller dem Modul Befehle erteilen. Darüber werden die zu sendenden NMEA-0183-Datensätze ausgewählt und bei Bedarf das Modul in den Trickle-Power-Modus geschaltet.

Nachbau

Bis auf die wenigen mechanischen und bedrahteten Bauteile und die beiden Fertigmodule GPS-Empfänger und Display kommen ausschließlich SMD-Bauteile

zum Einsatz. Deshalb ist es erforderlich, für die Bestückung spezielles SMD-Werkzeug wie SMD-Lötspitze, SMD-Pinzette, SMD-Lötzinn und ggf. feine Entlötlitze sowie eine gute Lupe einzusetzen. Peinliche Ordnung am Arbeitsplatz gehört ebenso dazu. Die SMD-Bauteile, insbesondere die (nicht beschrifteten) Kondensatoren, sollte man einzeln aus den Bausatztüten nehmen und sofort verarbeiten, anderenfalls sind schnell Bauteile falsch bestückt.

Bei der Bestückung helfen die Stückliste, der Bestückungsplan, der Bestückungsdruck der Platine und auch die Platinenfotos.

Wir beginnen auf der Lötseite mit den SMD-Bauteilen und hier mit dem Controller IC 1. Dieser ist an Pin 1 mit einer abgeflachten Ecke sowie einer runden Gehäusevertiefung gekennzeichnet. Das Löt-pad für Pin 1 ist mit wenig Löt-zinn zu benetzen, und dann setzt man den Controller lagerichtig (Markierung von Pin 1 muss mit der Markierung auf der Platine übereinstimmen) auf die Löt-pads auf. Jetzt ist Pin 1 zu verlöten, und nach nochmaliger Kontrolle lötet man die restlichen Pins, beginnend mit dem Pin 1 diagonal gegenüberliegenden, an.

Auch der Keramikresonator Q 1 erfordert sehr viel Sorgfalt bei der Verarbeitung. Hier empfiehlt es sich, zunächst das mittlere Löt-pad auf der Platine zu verzinnen. Jetzt wird der Resonator mit der Pinzette aufgesetzt und mit dem mittleren Pad verlötet. Es ist bei der Positionierung zu beachten, dass an einer Seite die Pads weit genug unter dem Bauteil hervorragen, damit hinterher die beiden äußeren Pads unter sparsamer Zugabe von Lot und Ausnutzung des Kapillareffektes verlötet werden können.

Nun folgen die restlichen SMD-Bauteile, wobei hier ebenfalls so zu verfahren ist, dass man erst einen Bauteilanschluss verlötet und nach der Lagekontrolle die restlichen. Bei den gepolten Bauteilen ist auf polrichtige Bestückung zu achten (Dioden: Katodenring muss mit Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren, Elkos: weiße/braune Strichmarkierung ist der Pluspol). Die Einbaulage der Transistoren ergibt sich von selbst aus der Lage der Löt-pads.

Danach wenden wir uns der Bestückungsseite zu.

Hier sind die bedrahteten Bauteile R 11, D 8 und D 2 (Polarität beachten, Katodenring an Markierung auf der Platine) zu bestücken. R 11 ist so zu bestücken, dass er einen Abstand von ca. 3 mm zur Platine besitzt, da er sich bei Ladebetrieb erwärmt.

Nun folgt zunächst das Verlöten der SMD-Buchse BU 2, die im Lieferumfang des SMD-Moduls enthalten ist.

Bevor das Display montiert wird, ist es

mit der einreihigen Stiftleiste zu bestücken. Diese ist dann in die zugehörigen Bohrungen der Platine einzusetzen, aber noch nicht zu verlöten. Denn zuerst ist das Display mit 4 5 mm langen Distanzrollchen und 4 Schrauben M2.5 x 12 mm sowie Fächerscheiben auf der Bestückungsseite zu befestigen. Erst dann verlötet man die Kontakte der Stiftleiste auf der Bestückungsseite.

Als nächste Baugruppe folgt jetzt das GPS-Modul. Dazu sind zunächst die 3 Lötstifte ST 1 bis ST 3 einzusetzen und jeweils mit reichlich Löt-zinn auf Bestückungs- und Lötseite zu verlöten.

Schließlich ist das GPS-Modul, mit dem Stecker in Richtung Platinenhinterseite (siehe Platinenfoto) weisend, einzulegen und mit reichlich Löt-zinn mit den 3 Lötstiften zu verlöten. Dabei ist darauf zu achten, dass das Modul plan auf der Platine aufliegt, um die mechanischen Belastungen beim späteren Betrieb an den Lötstellen gering zu halten. Die Antennenleitung des Moduls ist vorsichtig an das Modul heranzubiegen, damit genügend Platz für die Bestückung der Batteriehalter bleibt.

Das zum GPS-Modul gehörige Kabel wird mit beiden Steckverbindern verbunden. Dabei ist vorsichtig vorzugehen – die Stecker lassen sich nur in eine Richtung stecken!

Als Letztes folgt nun die Bestückung der Taster, der 3 Batteriehalter und von BU 1. Bei all diesen Bauteilen ist ebenfalls auf plane Lage auf der Platine zu achten, bevor sie verlötet werden. Auf die Taster sind die zugehörigen Tastkappen aufzusetzen.

Damit ist die Bestückung abgeschlossen. Nach dem (polrichtigen) Einlegen der Batterien bzw. Akkus erfolgt jetzt ein kurzer Funktionstest. Denn nach dem Einlegen der Batterien muss nach wenigen Sekunden die Displayanzeige erscheinen.

Nun erfolgt der Einbau in das optional erhältliche Gehäuse. Dazu wird die fertig montierte Platine in die Gehäuseunterseite eingelegt und mit 4 Schrauben (2,2 x 6,5 mm) verschraubt. Dabei muss BU 1 in den zugehörigen Ausschnitt des Gehäuses fassen. Nach dem Auflegen der bearbeiteten und beschrifteten Gehäuseoberseite sind beide Gehäusenhälften durch die zugehörigen 4 Schrauben zu verbinden.

Damit ist der Aufbau beendet und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.

Dabei sollten folgende Hinweise beachtet werden: Das Gerät trägt Experimentalcharakter, darf also nicht im kommerziellen Betrieb, vor allem nicht in der Luft- und Seefahrt oder in sicherheitsrelevanten Bereichen eingesetzt werden. Es ist nicht für harten Betrieb vorgesehen und nicht unter Einwirkung von Niederschlag,

Stückliste: GPS-Handnavigator

Widerstände:

100 Ω/SMD	R6
100 Ω/1W	R11
820 Ω/SMD	R7, R8
1kΩ /SMD R1–R3, R5, R9, R10, R13	
3,3 kΩ/SMD	R4
15 kΩ/SMD	R12

Kondensatoren:

100 nF/SMD	C2, C3, C9–C13
1 µF/20 V/tantal/SMD	C4–C8
100 µF/10 V/tantal/SMD	C1

Halbleiter:


ELV03367/SMD	IC1
BCW67C/SMD	T1
BCW66H/Infineon	T2, T3, T5
BC858C	T4
BAT43/SMD	D1, D3–D6
ZPD6,8 V/0,4 W	D2
1N4001/SMD	D7
ZPY5,6 V/1,3 W	D8
LCD MBC16406B, 4-zeilig	LCD1

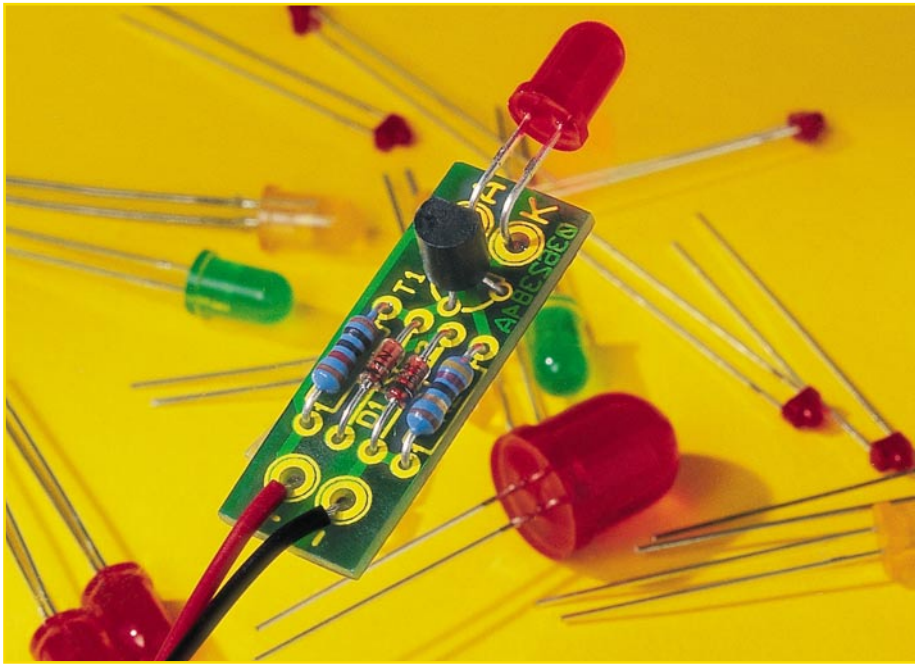
Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD	Q1
1 Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
3 Mikro-Batterie- Kontaktrahmen	BAT1–BAT3
5 Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1–TA5
1 GPS-Empfangsmodul EM401, komplett	
5 Tastknöpfe, 18 mm für TA1–TA5	
1 Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade für LCD1	
3 Lötstifte, 1,3 mm	
6 Mikro-Batteriekontakte, print	
4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm	
4 Knippingschrauben, 2,2 x 6,5 mm	
4 Muttern, M2,5	
4 Fächerscheiben, M2,5	
4 Distanzrollen, M3 x 5 mm	

Wasser etc. einzusetzen – es ist nicht wasserdicht.

Für längere Unternehmungen mit dem Gerät sollte man stets zur Sicherheit mindestens einen zweiten Akkusatz dabei haben. Denn bei schlechten Empfangsbedingungen, z. B. im dichten Laubwald, nimmt der Empfänger mehr Strom auf als bei guten Bedingungen.

Aufgezeichnete Wegpunkte gehen bei einem Batteriewechsel nicht verloren, so dass Routen trotz Batteriewechsel wieder zurückverfolgt werden können. 



LED-Konstantstromquelle

Die Konstantstromquelle dient zum Betrieb von Standard-LEDs oder Low-Current-LEDs an einer Betriebsspannung von ca. 3 V bis 25 V (Gleichspannung) ohne zusätzlichen Vorwiderstand. Eine angeschlossene LED kann somit an einer veränderbaren Spannung bei weitgehend gleichbleibender Helligkeit betrieben werden, ohne die LED zu zerstören (z. B. bei plötzlichem Betriebsspannungsanstieg o. Ä.). Ebenso ist eine einfache Reihenschaltung von mehreren LEDs möglich.

Konstantes Licht

LEDs werden allgemein über einen Vorwiderstand betrieben, der in seinem Wert an den Flussstrom und die Flussspannung der LED angepasst ist. Schwankt die Betriebsspannung, folgt auch die Helligkeit der Leuchtdiode dieser Schwankung. Eine zu hohe Versorgungsspannung führt zu einer verminderten Lebensdauer oder zerstört die LED.

Dabei gibt es unendlich viele Anwen-

dungsfälle, bei denen eine oder mehrere LEDs an einer sich verändernden Betriebsspannung betrieben werden müssen. Dies betrifft mit Batterien oder Akkus betriebene Geräte ebenso wie andere Anwendungen, bei denen nicht immer eine konstante Betriebsspannung benötigt wird. Solche Anwendungen gibt es z. B. im Modellbau, etwa bei der Beleuchtung von Modellfahrzeugen, oder z. B. bei Displaybeleuchtungen mobiler Geräte. Denkbar wäre auch die Anwendung in kleinen Solarleuchten, wie man sie heute in vielfältiger Form etwa als Gartenleuchte oder Hausnummernbeleuchtung findet. Hier schwankt die Akkuspannung in einem relativ weiten Bereich, was bei den hell strahlenden LEDs starke Helligkeitsschwankungen zur Folge hat. Auch LED-Taschenlampen sind eine solche Anwendung. Hier wünscht man sich immer wieder eine bes-

sere Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Akkukapazität.

Abhilfe schafft hier die so genannte Konstantstromquelle. Sie stellt der LED in einem weiten Betriebsspannungsbereich einen stets konstanten Flussstrom zur Verfügung – somit leuchtet die LED einerseits konstant hell und ist andererseits vor Überspannungen geschützt. Letztere sorgen im Normalfall zumindest für eine temporäre Überlastung der LED, was eine verminderte Lebensdauer zur Folge haben kann. Oder aber die LED wird sehr schnell zerstört. Mit einer Konstantstromquelle geht man auch diesem Problem aus dem Wege.

Die hier vorgestellte einfache Konstantstromquelle regelt den Strom durch die LED exakt auf den benötigten Wert und kann in einem extrem weiten Betriebsspannungsbereich zwischen 3 V und 25 V arbeiten. Dies bringt auch den Vorteil, dass mit dieser Konstantstromquelle sogar mehrere LEDs – in Reihe geschaltet – bei gleich bleibender Helligkeit betrieben werden können. Deren Anzahl ist im Wesentlichen von der zur Verfügung stehenden Mindest-Betriebsspannung abhängig, die genaue Berechnung werden wir noch besprechen. Mit der maximal für die hier vorgestellte Konstantstromquelle zugelassenen Betriebsspannung von 25 V können bis zu 10 grüne LEDs betrieben werden, bei anderen Farben sind es je nach deren Flussspannung mehr oder weniger LEDs. In Tabelle 1 sind einige Standard-LED-Ausführungen mit ihren Flussspannungen zusammengestellt.

Eine solche kleine Schaltung gehört eigentlich auf jeden Elektroniker-Arbeits-tisch, denn sie eignet sich auch hervorragend für Experimente mit LEDs, etwa zum Austesten auf gleichmäßige Leuchtstärken für den Einsatz in einer LED-Kette oder zum subjektiven Ermitteln der besten Leuchtdiode für Beleuchtungszwecke. Damit muss man nicht mehr für jede zu testende LED einen individuellen Vorwiderstand berechnen und verlöten und ist auch nicht auf ein spezielles, einstellbares Konstantstrom-Netzteil angewiesen. Außerdem kann man so sehr einfach mehrere LEDs parallel testen.

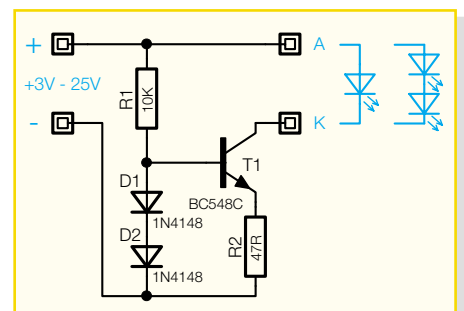


Bild 1: Schaltbild der LED-Konstantstromquelle

Technische Daten: LK 1

Eingangsspannung: 3–25 V
 Stromaufnahme: max. 20 mA
 Anschlüsse: Löt pads
 Abm. (B x T): 36 x 12 mm
 Max. Anzahl LED: 10 x grün @ 25V

Tabelle 1: Halbleitermaterialien und Flussspannungen von LEDs

Typ	Standard	Standard	Standard	Standard	Superhell	Ultrahell
Farbe	Rot	Orange	Gelb	Grün	Blau	Weiß
Halbleitermaterial	GaAsP	GaAsP/GaP	GaAsP/GaP	GaP	GaN	GaInNP
Nennstrom I_N	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA
Flussspannung	1,7 V	2,0 V	2,1 V	2,2 V	3,5 V	3,5 V

Schaltung

Die Schaltung der LED-Konstantstromquelle (LK 1) ist in Abbildung 1 dargestellt. Die hier verwendete „einfache“ Konstantstromquelle arbeitet mit einem Transistor und zwei Dioden. An den beiden Dioden D1 und D2 fallen weitgehend belastungsunabhängig je 0,6 V ab. Dies ergibt an der Basis des Transistors eine Spannung von etwa 1,2 V. Über die Basis-Emitter-Strecke des Transistors, die ja ebenfalls wie eine Diode wirkt, fallen 0,6 V ab. Demzufolge stellt sich am Emitterwiderstand (R 2) ebenfalls ein Spannungsabfall von 0,6 V ein. Somit lässt sich der konstante Strom durch R 2, der gleichzeitig der Emitterstrom ist, wie folgt berechnen:

$$I_E = \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{0,6V}{47\Omega} = 12,8mA$$

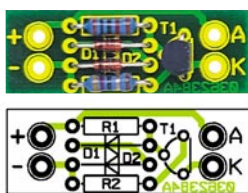
Der Strom durch die LED stellt den Kollektorstrom des Transistors dar. Dieser ergibt sich durch Subtraktion des Emitterstromes mit dem Basisstrom:

$$I_C = I_E - I_B$$

Bedingt durch den hohen Verstärkungsfaktor des Transistors ist der Basisstrom so klein (μA -Bereich), dass dieser vernachlässigbar ist. Somit lässt sich vereinfacht sagen, dass der Kollektorstrom gleich dem Emitterstrom ist:

$$I_C \approx I_E = 12,8 mA$$

Dieser konstante Strom fließt durch die LED und den Kollektor-Emitter-Zweig des Transistors. Die an den Punkten „A(node)“ und „K(atode)“ angeschlossene LED beginnt zu leuchten.



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

Die Betriebsspannung ist mindestens so hoch einzustellen, dass sie der Summe des Spannungsabfalls über der LED, dem Transistor und R 2 entspricht. Die minimal einzustellende Betriebsspannung lässt sich somit wie folgt berechnen:

$$U = U_{LED} + U_{CE(SAT)} + U_{R2}$$

Die Betriebsspannung setzt sich aus der Flussspannung der verwendeten LED, aus der Sättigungsspannung des Transistors und aus dem Spannungsabfall an R 2 zusammen. Die Sättigungsspannung des verwendeten Transistors beläuft sich auf etwa 0,3 V und der Spannungsabfall an R 2 beträgt, wie bereits beschrieben, 0,6 V.

Im folgenden Beispiel sollen 4 rote LEDs an der LED-Konstantstromquelle (LK 1) betrieben werden. Die Flussspannung einer roten Standard-LED ist in Tabelle 1 angegeben und beträgt 1,7 V. So ergibt sich die minimale Betriebsspannung aus:

$$U = 4 \cdot 1,7V + 0,3V + 0,6V = 7,7V$$

Dies besagt, dass eine minimale Betriebsspannung von 7,7 V anzulegen ist, um die LEDs zum Leuchten zu bringen. Ist die eingestellte Betriebsspannung größer, so fällt die „überschüssige“ Spannung an der Kollektor-Emitter-Strecke ab.

Bei der Reihenschaltung von mehreren LEDs ist darauf zu achten, dass die Betriebsspannung dementsprechend erhöht wird.

Nachbau

Der Nachbau der LED-Konstantstromquelle (LK 1) gestaltet sich aufgrund der ausschließlichen Verwendung von nur wenigen bedrahteten Bauelementen sehr einfach. Damit eignet sich das kleine Pro-

jekt auch für Elektronik-Einsteiger.

Der Aufbau erfolgt auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 36 x 12 mm. Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der Widerstände, die zuvor entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln sind. Nach dem Verlöten der Anschlussdrähte auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden vorsichtig mit einem Seitenschneider abgeschnitten. Darauf folgend sind die Dioden zu bestücken. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Ring-Markierungen der Dioden mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen. Dioden tragen üblicherweise

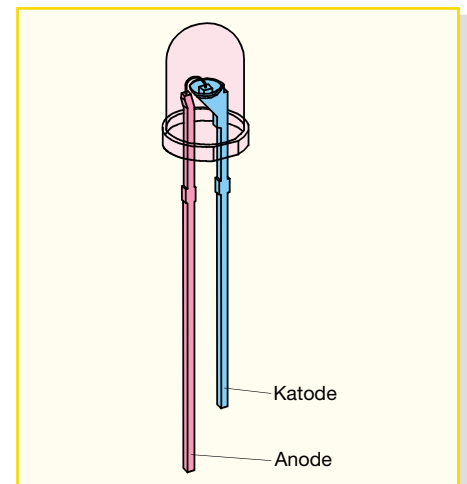


Bild 2: Detailansicht einer LED

einen Katodenring. Schließlich ist der Transistor zu bestücken, hierbei ist ebenfalls auf die richtige Polung zu achten, die sich aber automatisch aus der Pinkonfiguration ergibt.

Der Anschluss der Betriebsspannung erfolgt ebenso wie der der LEDs über Löt-pads: An die Pads „+“ und „-“ wird die Betriebsspannung und an „A“ (Anode) sowie „K“ (Katode) die LED(s) angeschlossen. In der Abbildung 2 ist zu erkennen, dass der Kontakt „Anode“ der längere Anschlusspin einer LED ist.

Aufgrund der geringen Abmessungen kann man die Platine auch sehr einfach in vorhandenen Geräten nachrüsten oder aber z. B. auch gut in 1:87-Fahrmodelle integrieren. Dabei ist sorgfältig auf die isolierte Unterbringung zu achten, um Kurzschlüsse zu vermeiden.



Elektrisch ausfahrbare Markisen sind ein immer beliebter werdender Sonnenschutz. Bei auftretenden Niederschlägen oder starkem Wind sind die teuren Anschaffungen jedoch gefährdet, wenn man nicht schnell genug reagiert. Die wetterabhängige Markisensteuerung MS 300 WR sorgt für das rechtzeitige Einfahren der Markise beim Überschreiten von Grenzwerten für Wind und Regen. Die Steuerung wertet die Daten des Wetterstations-Kombisensors KS 300 aus, der u. a. Winddaten und beginnenden Regen registriert und per Funk übermittelt.

Gegen Wind und Wetter

Die Sommerterrasse oder der Wintergarten sind beliebte Zufluchtsorte, um Entspannung nach einem arbeitsreichen Tag zu suchen. An diesen Orten stellt oftmals eine Markise einen wirksamen Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung dar, jedoch kann eine solche Markise durch zu starken Wind schnell zerstört werden. Außerdem sollte sie nie im feuchten Zustand aufgewickelt werden und muss also bei beginnendem Regen sofort eingefahren werden.

Oft wird jedoch das Einfahren der Mar-

kise vergessen, so dass man zu starken Wind erst am nächsten Morgen durch eine defekte Markise (zu spät) erkennt.

Abhilfe bietet hier die neue wetterab-

hängige Markisensteuerung von ELV. Sie empfängt die Messwerte für Wind und Regen per Funk, wertet sie aus und sorgt bei Überschreitung der Grenzwerte durch

Technische Daten:

Zugehöriger Sensor:	KS 300
Wind-Grenzwerte:	5 km/h, 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h, 25 km/h
Spannungsversorgung:	230 V AC
Schaltkontakt:	
• Max. Schaltspannung:	30 V DC
• Max. Schaltstrom:	1 A
Gehäuse-Abmessungen:	115 x 65 x 55 mm



Kombisensor KS 300

Schalten der jeweils vorhandenen Markisensteuerung für das Einfahren der Markise. Die MS 300 WR ist also eine Erweiterung einer bereits vorhandenen Markisensteuerung und kompatibel zu fast allen vorhandenen Systemen, die an ihrem bisherigen Platz verbleiben können.

Als Sensor wird der neue ELV Wetter-Kombisensor KS 300 verwendet, der für den Einsatz mit der Wetterstation WS 300 (siehe Artikel „WS 300“ in diesem „ELV-Journal“) entwickelt wurde.

Funktion und Bedienung

Der Schließkontakt des Relais der MS 300 WR wird parallel zum „Einfahr-“ Taster der vorhandenen Markisensteuerung geschaltet, so dass die wetterabhängige Steuerung zum Einfahren einen Tastendruck „simulieren“ kann, sobald die Grenzwerte für Wind und Regen überschritten werden. Das Ausfahren der Markise kann nur manuell über einen Tastendruck an der vorhandenen Markisensteuerung erfolgen.

Der Kombi-Wettersensor sendet alle 155 s die entsprechenden Wetterdaten aus, doch zunächst muss sich die Markisensteuerung mit dem Wetter-Kombisensor synchronisieren. Dieses geschieht direkt nach dem Anlegen der Betriebsspannung oder indem die Taste „PROG“ so lange gedrückt gehalten wird (ca. 2 Sekunden), bis die beiden äußeren LEDs zu blinken beginnen. Die Markisensteuerung befindet sich jetzt für maximal 10 Minuten im Synchronisationsmodus, der jedoch automatisch abgebrochen wird, sobald der Sensor empfangen wurde. Konnte der Sensor nicht empfangen werden, leuchten alle LEDs dauerhaft, und der integrierte Signalgeber gibt im Abstand von 20 Sekunden einen Warnton aus.

Empfängt die Markisensteuerung im nor-

malen Betrieb für 10 Min. keine Wetterdaten, so wird die genannte Fehlermeldung ebenfalls ausgegeben und die Markise zur Sicherheit automatisch eingefahren. Dies kann durch eine länger dauernde Störung der Funkübertragung oder durch leere Batterien im Sensor bedingt sein.

Zur Programmierung der Zeit, die die Markise zum Einfahren benötigen soll, wird die Taste „PROG“ so lange gedrückt gehalten (ca. 10 Sekunden), bis alle LEDs zu blinken beginnen. Die Zeit nach dem Loslassen der Taste bis zum nächsten kurzen Tastendruck wird gemessen und gespei-

chert. Für diese Zeit wird das Relais angesteuert, falls im normalen Betrieb die Markise eingefahren werden muss.

Für den Windgeschwindigkeits-Grenzwert sind fünf unterschiedliche Werte einstellbar: 5 km/h, 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h, 25 km/h. Die Auswahl erfolgt über kurze Tastenbetätigungen und wird mittels der entsprechenden LED angezeigt.

Beim Regen ist keine Einstellung notwendig, da hier beginnender Regen über die Regen-Sofort-Erkennung des Kombisensors KS 300 erkannt wird. Sobald ein Tropfen durch den Trichter des Regensen-

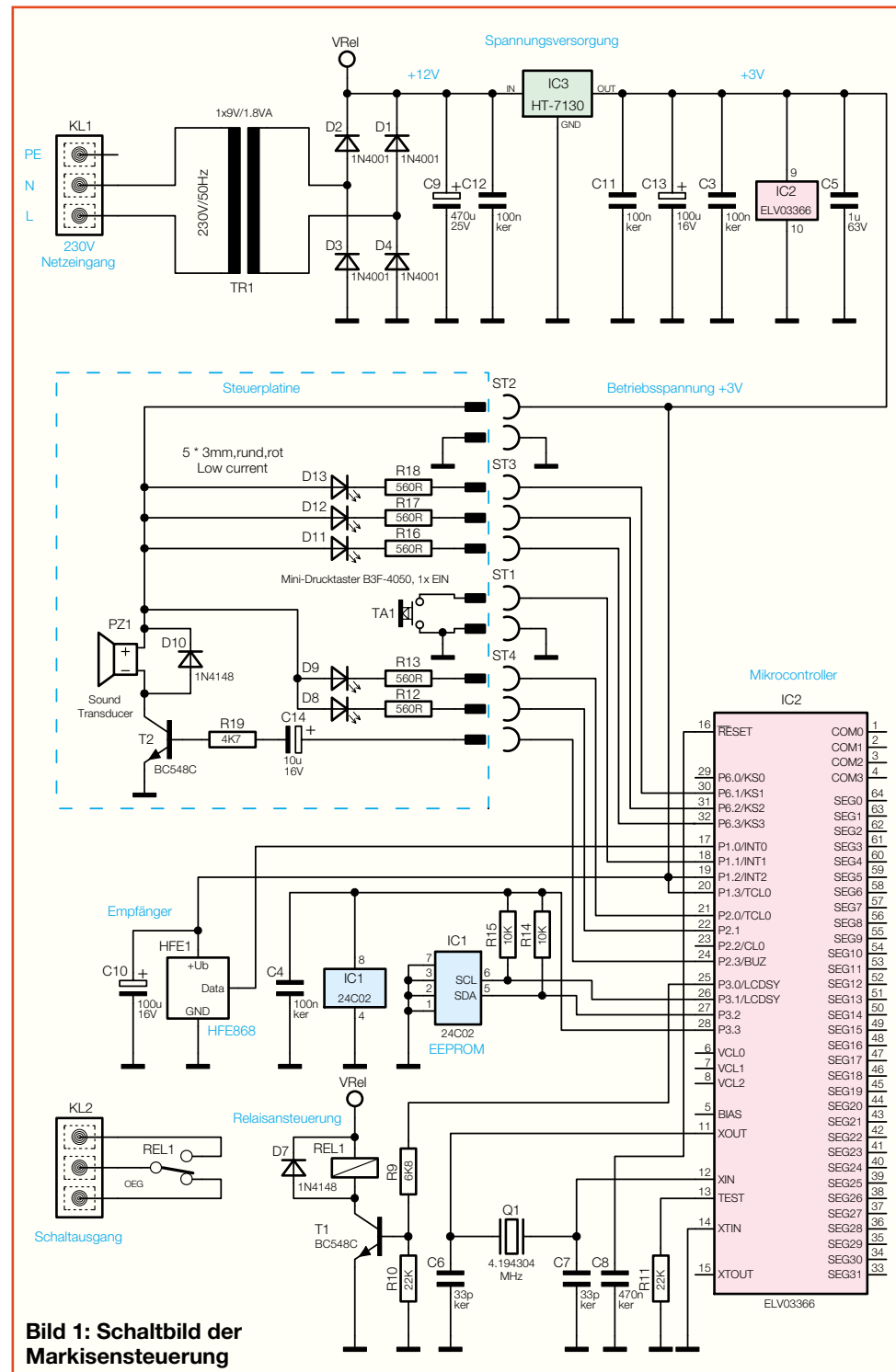


Bild 1: Schaltbild der Markisensteuerung

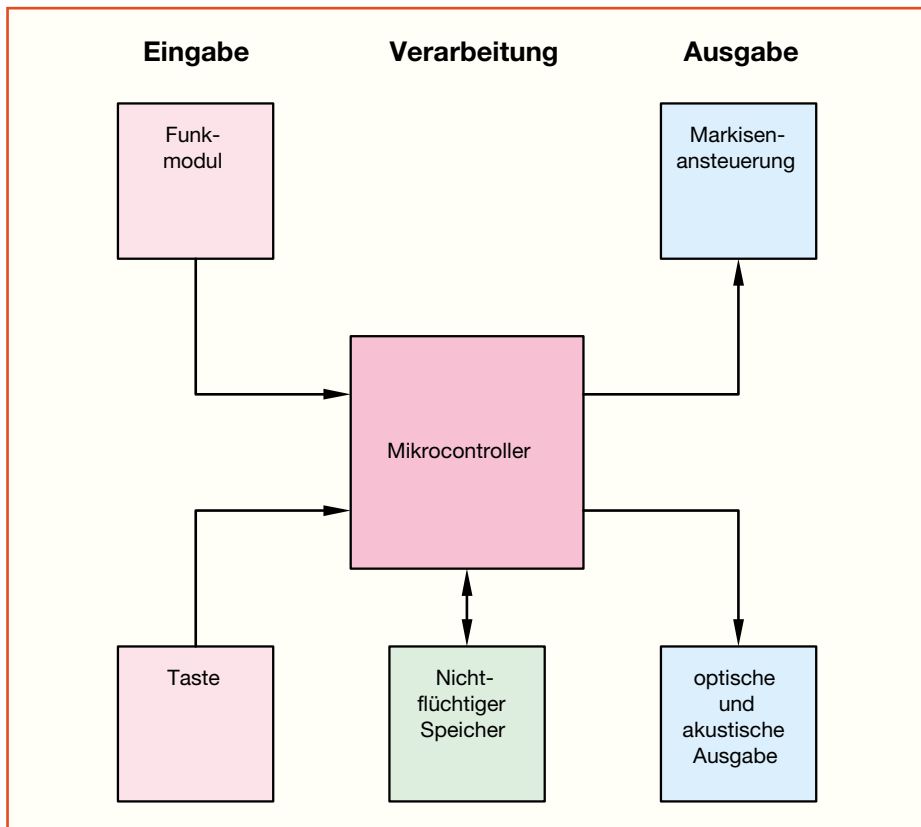


Bild 2: Blockschaltbild

sors gefallen ist, wird bei der nächsten Datenübertragung der Zustand „beginnen- den Regen“ übertragen.

Die Zeiteinstellung und die programmierten Grenzwerte werden in einem EEPROM gespeichert, so dass selbst nach einem Stromausfall keine erneute Programmierung notwendig ist.

Schaltung

Das komplette Schaltbild der wetterabhängigen Markisensteuerung ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die 230-V-Netzspannung wird der Schaltung über die Netzanschlussklemme KL 1 zugeführt, wobei mit „L“ die Phase und „N“ der Nullleiter bezeichnet sind. Der Trafo TR 1 transformiert diese Spannung auf eine 12-V-Wechselspannung hinunter, die durch den Brückengleichrichter (D 1–D 4) gleichgerichtet wird. Der Elektrolytkondensator C 9 glättet diese Spannung, der anschließende Spannungsregler IC 3 vom Typ HT-7130 erzeugt die stabilisierte Versorgungsspannung von 3 V. Die Beschaltung von IC 3 mit zusätzlichen Kondensatoren (C 3, C 11–C 13) dient zur weiteren Stabilisierung der Betriebsspannung.

Die restliche Schaltung gliedert sich in einige übersichtliche Blöcke, die jeweils bestimmte Aufgaben erfüllen (siehe dazu das Blockschaltbild in Abbildung 2).

Das „Herzstück“ der Schaltung bildet

der Mikrocontroller (MCU) IC 2 vom Typ ELV03366, der den direkten Zugriff auf alle weiteren Funktionsblöcke besitzt und das gesamte Gerät steuert. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb von IC 2 ist eine entsprechende Beschaltung notwendig. Zur Stabilisierung des internen Oszillators des Mikrocontrollers auf eine Taktfrequenz von 4,194304 MHz dient der Quarz Q 1 mit den zugehörigen Kondensatoren C 6 und C 7. Für einen optimalen Anlauf der MCU nach Zuschalten der Betriebsspannung wird der „RESET“-Pin mit dem Kondensator C 8 beschaltet.

Die mit dem HF-Empfänger HFE868 per Funk auf 868,35 MHz empfangenen Messdaten für Wind und Regen werden an den Mikrocontroller zur Signalauswertung übergeben. Direkt am Funkmodul stabilisiert der Elko C 10 die Betriebsspannung für einen ordnungsgemäßen Empfangsbetrieb nochmals.

Die Eingabetaste TA 1 ist direkt mit dem Mikrocontroller (P1.1) verbunden. Der Port verfügt bereits intern über einen Pull-up-Widerstand, so dass eine entsprechende externe Beschaltung nicht notwendig ist.

Die LEDs D 8, D 9, D 11–D 13 zur optischen Ausgabe des Wind-Grenzwertes werden über die entsprechenden Vorwiderstände R 12, R 13, R 16–R 18, vom Mikrocontroller ein- bzw. ausgeschaltet. Die akustische Ausgabe erfolgt über den Sound-Transducer PZ 1, der über den Tran-

Stückliste: Wetterabhängige Markisensteuerung

Widerstände:

560Ω	R12, R13, R16-R18
4,7kΩ	R19
6,8kΩ	R9
10kΩ	R14, R15
22kΩ	R10, R11

Kondensatoren:

33pF/ker	C6, C7
100nF/ker	C3, C4, C11, C12
470nF/ker	C8
1µF/63V/MKT	C5
10µF/16V	C14
100µF/16V	C10, C13
470µF/25V	C9

Halbleiter:

24C02/SMD	IC1
ELV03366/SMD	IC2
HT7130	IC3
BC548C	T1, T2
1N4001	D1–D4
1N4148	D7, D10
LED, 3 mm, rot, low current	D8, D9, D11–D13

Sonstiges:

Quarz, 4,194304MHz, HC49U4 ...	Q1
Schraubklemmleiste ohne Beschriftung, 3-polig	KL1, KL2
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um, 16A	REL1
Trafo, 1 x 9 V/1,8 VA	TR1
Sound-Transducer ST2, print	PZ1
HF-Empfangsmodul HFE868-T	HFE1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade	ST3, ST4
Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade	ST1, ST2
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1
1 Tastkappe, 10 mm, Grau	
3 Kunststoffschrauben, M3 x 40 mm	
3 Distanzrollen M3 x 25 mm	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse, komplett, bearbeitet	
1 Plexiglasscheibe, bearbeitet und bedruckt	

sistor T 2 von der MCU mit einem Signal von ca. 2 kHz versorgt wird. Damit der Sound-Transducer nicht durch eine Gleichspannung zerstört wird, ist C 14 vor den Basiswiderstand R 19 von T 2 geschaltet, womit T 2 nicht dauerhaft durchgeschaltet werden kann. Die Diode D 10 wird hier als Freilaufdiode eingesetzt.

Zum Einfahren der Markise verfügt die MS 300 WR über einen potentialfreien

Schaltausgang, der mit dem Relais REL 1 realisiert ist. Dieses Relais wird über eine Transistorstufe, bestehend aus T 1, R 9 und R 10, vom Mikrocontroller angesteuert. Die Diode D 7 wird hier wieder als Freilaufdiode genutzt. Der Schaltausgang des Relais ist über die Klemme KL 2 zugänglich.

Für die nichtflüchtige Speicherung der Einstellungen verfügt die Markisensteuerung über das EEPROM IC 1.

Nachbau

Der Nachbau der wetterabhängigen Markisensteuerung gestaltet sich relativ einfach, da fast ausschließlich bedrahtete Bauelemente verwendet werden. Ausnahmen bilden hier nur der Mikrocontroller und das EEPROM, für die auch entsprechend feine Werkzeuge wie ein LötKolben mit besonders schlanker Spitze, SMD-Löt-zinn und ggf. eine Lupe erforderlich sind. Die Schaltung besteht aus zwei Leiterplatten, der Ein-/Ausgabeplatine und der Steuerplatine.

Eine gute Hilfe beim Aufbau der Schaltung bilden die Stückliste und der Bestückungsdruck.

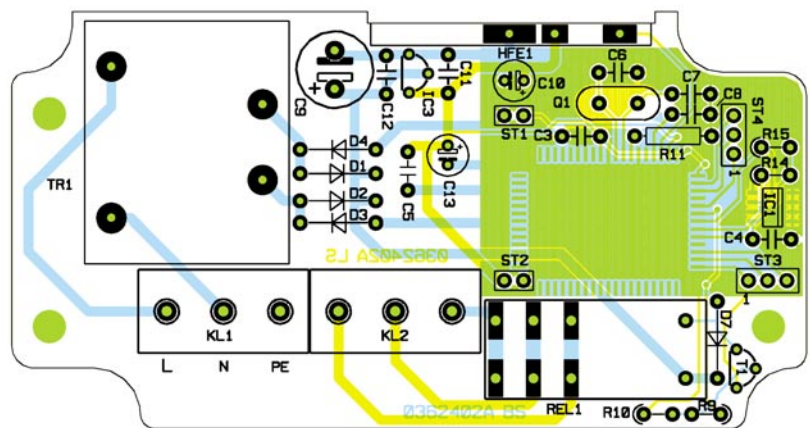
Der Aufbau beginnt mit der 42 x 26 mm großen, einseitigen Ein-/Ausgabeplatine. Zunächst werden alle Widerstände bestückt, deren Anschlussdrähte auf Rastermaß abzuwinkeln sind, bevor diese durch die entsprechenden Bohrungen geführt und dann von der Rückseite mit reichlich Löt-zinn verlötet werden. Im Anschluss daran erfolgt die Bestückung der Diode in gleicher Weise, jedoch ist hierbei auf die richtige Polung zu achten. Der Katodenring am Gehäuse muss mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen. Jetzt sind der Transistor T 2 und der Elko C 14 zu bestücken. Beim Elko muss unbedingt auf richtige Polung geachtet werden, da verpolte Elkos im schlimmsten Fall sogar explodieren können. Bei diesen Bauelementen ist der Minuspol durch eine entsprechende Markierung am Gehäuse gekennzeichnet. Die Einbaulage des Transistors ergibt sich automatisch aus der Lage der Lötäugen.

Nachfolgend sind die LEDs in einem

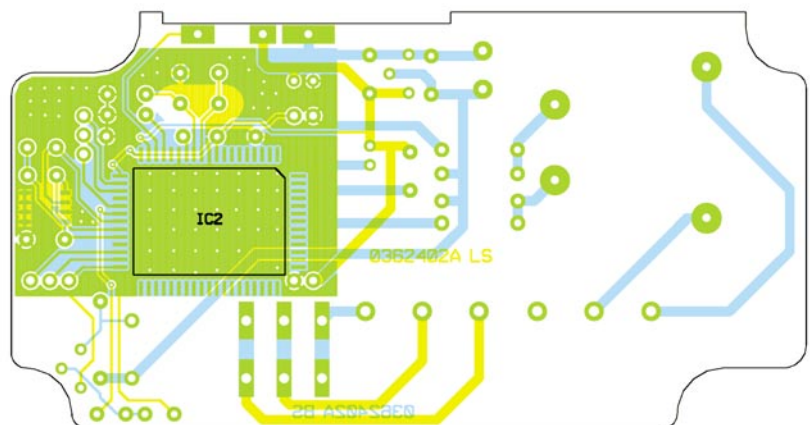
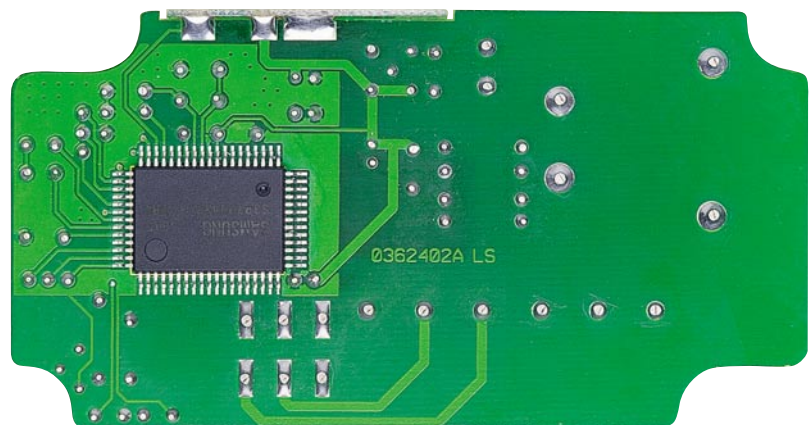


Achtung!

Nachbau und Installation dürfen nur von Elektrofachkräften ausgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.



Ansicht der fertig bestückten Steuerplatine der Markisensteuerung MS 300 WR mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



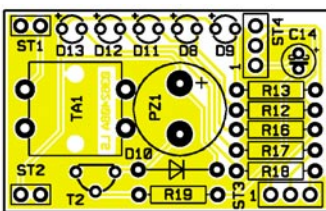
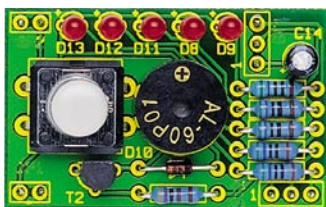
Abstand von 8 mm zwischen LED-Spitze und Leiterplatte zu montieren. Die eingesetzten LEDs haben zwei unterschiedlich lange Anschlussdrähte, wobei der längere die Anode (+) kennzeichnet.

Im Anschluss daran erfolgt die Bestückung des Sound-Transducers und des Tasters.

Den Abschluss der Bestückung bilden die Stiftleisten (2 x 2-polig, 2 x 3-polig), die von der Lötseite der Platine so durch die entsprechenden Bohrungen zu führen sind, dass die Enden der Stifte mit der Bestückungsseite der Leiterplatte abschließen. Die Stifte sind dann auf der Lötseite der Platine mit reichlich Lötzinn zu verlöten.

Im nächsten Schritt wird die 105 x 55 mm große doppelseitige Steuerplatine bestückt, wobei wiederum mit den niedrigsten Bauteilen begonnen wird. Diese werden hier durch die beiden SMD-ICs IC 1 und IC 2 repräsentiert und erfordern eine besondere Sorgfalt und genaues Arbeiten bei der Bestückung. Zunächst wird IC 2 so an der vorgesehenen Stelle platziert, dass die tiefe runde Markierung auf der IC-Oberseite mit der im Bestückungsdruck übereinstimmt. Jetzt werden Pin 1 und ein Pin auf der gegenüberliegenden Seite des ICs mit wenig Lötzinn verlötet. Bevor alle weiteren Pins festgelötet werden, muss nochmals die korrekte Position des ICs kontrolliert werden, da ein späterer Tausch nur sehr schwer möglich ist. IC 2 wird in gleicher Weise verlötet, jedoch ist die Pin 1 zugeordnete Seite durch eine Gehäuseabflachung gekennzeichnet.

Im nächsten Schritt erfolgt die Bestückung der Dioden D 1–D 4 und D 7, deren Katodenring mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss. Dann sind die Widerstände zu bestücken, wobei R 11 in liegender, alle anderen in



Ansicht der fertig bestückten Ein-/Ausgabeplatine der Markisensteuerung MS 300 WR mit zugehörigem Bestückungsplan

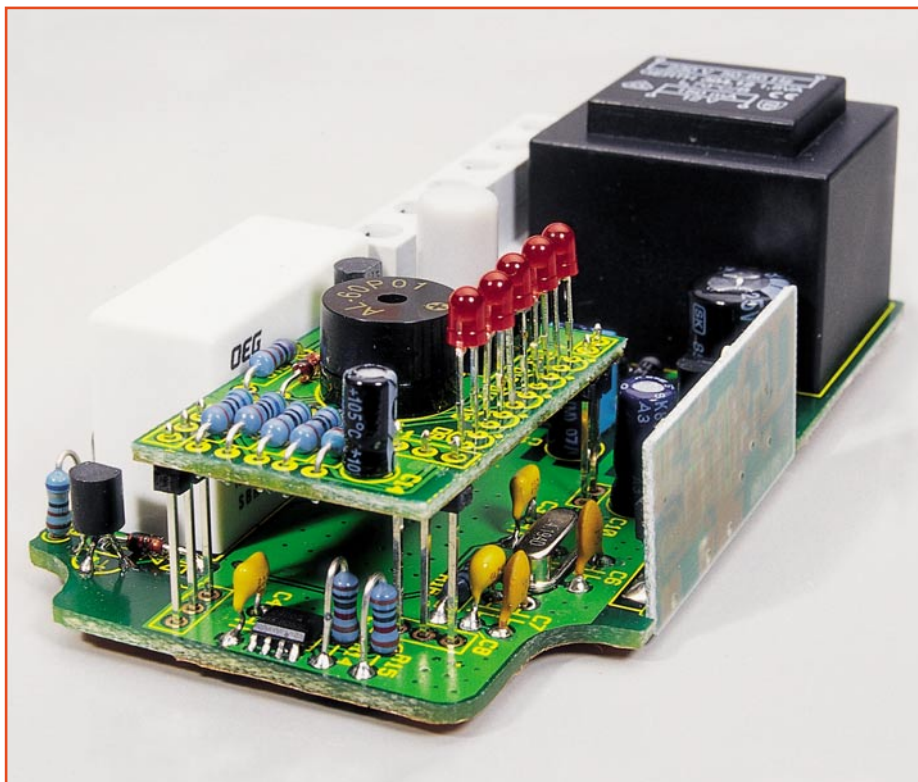


Bild 3: Komplett aufgebaute Schaltung mit montiertem Funkmodul und der Ein-/Ausgabeplatine

stehender Position mit der Leiterplatte zu verlöten sind.

Danach werden der Quarz Q 1, die Kondensatoren (noch nicht die Elkos C 9, C 10, C 13) sowie die Transistoren bestückt. Bei der Montage der Elkos ist wiederum auf die richtige Polung zu achten, bevor die Anschlussdrähte durch die vorgesehenen Bohrungen zu führen und von der Lötseite aus zu verlöten sind.

Das Funkmodul HFE868 wird, in einem 90°-Winkel zur Leiterplatte, seitlich in die zugehörige Fräsung angelegt und auf der Rückseite der Platine mit reichlich Lötzinn verlötet.

Jetzt sind die Anschlussklemmen KL 1 und KL 2 so zu montieren, dass deren Öffnungen zur Platinen-Außenseite zeigen. Bevor die Klemmen verlötet werden, ist die direkte, plane Lage auf der Leiterplatte sicherzustellen. Im Anschluss daran ist das Relais einzusetzen und seine Anschlüsse zu verlöten. Beim Trafo ist besonders auf eine plane Lage zu achten, um die mechanische Belastung der Lötstellen gering zu halten.

Bevor die beiden Leiterplatten verbunden werden, sind diese nochmals auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken zu kontrollieren. Insbesondere beim Mikrocontroller können sich schnell Lötzinnbrücken einschleichen, die mit feiner Entlötlitze einfach zu beseitigen sind.

Danach wird im letzten Schritt die Ein-/Ausgabe-Platine über die Stiftleisten mit der Steuerplatine verlötet, wobei der

Abstand der beiden Leiterplatten-Oberseiten 20 mm betragen muss (siehe Abbildung 3).

Abschließend legt man die gesamte Konstruktion in die Gehäuse-Unterschale ein.

Installation

Zur Installation wird das Gehäuse zunächst an der entsprechenden Stelle einer Wand montiert, etwa in der Nähe der vorhandenen Markisensteuerung. Jetzt werden die Schließerkontakte an Klemme KL 2 parallel zum „Einfahr“-Taster der vorhandenen Markisensteuerung mittels passender Installationsleitung angeschlossen.

Die 230-V-Netzspannung wird an Klemme KL 1 angeschlossen, jedoch muss zuvor sichergestellt sein, dass die Zuleitungen während der Montage spannungsfrei sind (entsprechende Sicherung im Sicherungskasten abschalten).

Bevor die Versorgungsspannung zugeschaltet und die Konfiguration der Markisensteuerung vorgenommen werden darf, ist die Isolierplatte über der Elektronik zu befestigen, sie dient dem Berührungsschutz. Jetzt wird der Deckel auf das Gehäuse aufgesetzt und verschraubt.

Nach der Synchronisation mit dem Wetter-Kombisensor kann das Gerät getestet werden, indem etwas Wasser durch den Trichter des Sensors gegossen wird. Nach spätestens 3 Min. sollte sich die zuvor geöffnete Markise schließen. **ELV**



Schöner computern – Modding

Der Computer zieht langsam um „in die gute Stube“. Die Zeiten, in denen er allein als Werkzeug diente und auch so aussah, sind für viele Anwender vorbei. Case-Modding und sonstige Veredelung sowie die Aufwertung der „inneren Werte“ spielen eine immer größere Rolle für viele Anwender und Computer-Enthusiasten. Wir unternehmen einen kurzen Streifzug durch das Thema, stellen Komponenten vor und zeigen die verschiedenen Richtungen des Moddings auf.

Hauptsache individuell

Das Thema (Case-) Modding ist bei den Computerfans hart umstritten – schaut man in die einschlägigen Foren, geht es hier ganz schön zur Sache. Die einen verteufeln das noch relativ junge Hobby als „Manta-Aufguss mit Prozessorsteuerung“ oder „Sankt-Pauli-Leuchtreklame im Wohnzimmer“, die anderen sehen dem Trend der zunehmenden „EMV-Vermüllung“ durch aufgeschnittene Gehäuse mit gemischten Gefühlen entgegen, und die harte Modding-Fraktion schließlich ist durch nichts zu bremsen in ihrer Kreativität. Und damit sind wir beim Thema. Der Ursprung des Moddings, das es eigentlich als Wort nicht offiziell gibt, liegt schon weit zurück. Schon zu den Zeiten der kleinen Heimcomputer

à la Sinclair ZX Spectrum griffen die ersten Fans zur Sprühdose und modifizierten ihre Computer wenigstens von außen individuell. Daher stammt dann auch wohl der Wortstamm – vom englischen „Modify“ (verändern, umbauen, modellieren...). Das Kunstwort „Mod“ hat seinen Ursprung höchst wahrscheinlich auch aus Endzeit-Filmen wie „Mad Max“, wo die Akteure sich in extrem verfremdeten Gefährten bewegten, die wohl in ihrem ersten Leben mal Motorräder, LKW, Buggies oder Flugzeuge waren – diese wurden „Mods“ genannt. Dieser Begriff ist auch jedem kreativen Computerspieler geläufig – er bezeichnet modifizierte Spielfiguren, -szenen oder -landschaften.

Wurden diejenigen, denen ihre grauen Kisten – genannt Computer – schon in den 90er Jahren nicht gefielen und die sie des-

halb schwarz umspritzten, zunächst belächelt, entsteht heute eine vielfältige Szene zu diesem Thema, die verschiedene Richtungen geht. Die eine ist die der Case-Modder, die alles daran setzen, ihren PC optisch möglichst auffällig zu verpacken (hier gibt es sogar eine Deutsche Meisterschaft, siehe www.wwcl.de, eine tatsächlich sehenswerte Seite zu diesem Thema). Die andere Richtung versteht darunter eher dezentes Tuning der Optik, der Geräuschentwicklung oder der Funktionalität. Natürlich gibt es hier Vermischungen beider Interessenrichtungen. Die dritte Gruppe, die sich allerdings eher weniger als Case-Modder bezeichnet, aber trotzdem zur Thematik passt, ist die, die sich bemüht, ihren Rechner so zu verpacken und zu tunen, dass er als vollwertige Heimkino-Zentrale im Hi-Fi-Geräte-Look dienen kann – die



Bild 1: Zwischen verbesserter Optik und Nutzwertsteigerung des Rechners – Funktionseinschübe für die Laufwerksschächte

HTPC-Fans (HTPC – Home Theater PC). Die Grenzen beim Case-Modding sind wohl fließend zwischen Kitsch, Kunst und High-Tech, zwischen Auffallen um jeden Preis und wirklicher Kreativität – betrach-

mit dem Auftauchen der schicken Computergehäuse von Apple, Cray oder SGI vielen Computerbesitzern aufgefallen ist, dass ihr grauer PC wohl kein echter Blickfang ist. Nun, früher war das auch kein Thema,



Bild 2: Steigern die Funktionalität des Rechners – Einschübe für die Laufwerksauswahl

tet man es als eine Art Kunst, ist wohl jede Diskussion über Sinn und Unsinn sowie Geschmack vom Tisch und der Spaß an Optik und Funktionalität obsiegt. Deshalb kann man das Thema ruhig auch mit einem kleinen Augenzwinkern betrachten ...

Inzwischen hat auch die Industrie den Zug der Zeit erkannt und versorgt die früher im Ursprung des Moddings eher auf Eigenbau angewiesenen Computerfans mit allem, was das Herz begehrt.

Weg von der grauen Maus

Ob nun Eigenbau und kreative Lösung oder einfach ins Händlerregal gegriffen und alles installiert, was der Markt hergibt – das ist eine Frage der eigenen Philosophie zum Thema. Fakt ist, dass spätestens

der PC war wie der schäbige Hammer im Werkzeugkasten – eben allein ein Mittel zum Zweck. Aber auf einmal rückte der Rechner mehr in den Mittelpunkt – er wurde multimediafähig, rückte damit immer



Bild 3: Praktisch gegen Lüfterkrach – Lüftersteuerungen mit Temperaturüberwachung

weiter unter dem Tisch hervor und erweckte bald den Wunsch, als nun zentrales Element des Wohn-/Arbeitszimmers vieler Computerfans auch optisch hervorzustechen. Spätestens mit Apples i-Design gab es kein Halten mehr, denn es gab nun Computer in schicken, farbigen Kunststoffgehäusen, die sich sogar ohne Werkzeug öffnen ließen ...

Wollen wir uns einmal den verschiedenen genannten Strömungen zuwenden.

Am Anfang war die LED ...

Nicht jeder wagt sich gleich ans komplette Gehäuse (Case), wenn er seinen Computer veredeln möchte. Vielen Nutzern geht es ja vor allem um die Verbesserung der Funktionalität, weniger um das auffällige Design, das die reinen Case-Modder anstreben. Das geht von der besseren Kontrolle über Funktionen wie denen des Netzteils, von diversen Temperaturen im PC-Inneren bis hin zur Verlegung von oft benötigten Anschlüssen auf die Frontseite oder der intensiven Bekämpfung des wachsenden Lärms im Computerinneren.

So beschränkt sich diese Fraktion auch auf die „reduce to the max“-Methode. Hier ziehen dann beim Puristen drei, vier absolut sauber montierte, hell strahlende und vielleicht die Farbe wechselnde Leuchtdioden auf der Frontplatte ein, die verschiedene Zustände signalisieren. Die eigentliche Elektronik dazu bleibt „unter der Haube“. Wer es genauer wissen will, montiert eine selbst gebaute oder gekaufte Display-Einheit statt einer der trostlos grauen Laufwerksblenden und bekommt hier je nach Wunsch die verschiedensten Informationen geliefert. Derartige Einschübe gibt es in großer Zahl. Sie liefern z. B. Informationen über Temperaturen, etwa an der CPU, im Netzteil, an den Festplatten oder im Gehäuse. Oder man kann schon komplexere Informationen, z. B. über Systemzustände, im Hintergrund abgespielte Musik oder über die ankommenden E-Mails anzeigen lassen. Zusätzlich bieten diese Einheiten oft weitere Einstellmöglichkeiten, wie der Wiedergabelautstärke oder für Lüfterdrehzahlen, sowie bequem erreich-



Bild 4: Eine Wasserkühlung arbeitet leise und effizient – sie schafft den CPU-Lüfterkrach ab.

bare Anschlüsse, etwa für USB, Firewire, Soundkarte u. a. In Abbildung 1 sind einige aktuelle Beispiele für derartige funktionelle Einschübe zu sehen. Hier machen etwa PLED-Displays oder farbige Displays einen hervorragenden optischen Eindruck. Es gibt sogar Hersteller, die sich allein diesen speziellen Anzeigen, ihrer Ansteuerung und den Programmen dazu verschrieben haben und damit äußerst individuelle Lösungen erlauben. Ein Beispiel hierfür ist



Bild 5: Auch so kann eine Wasserkühlung aussehen – im 5,25"-Einschub integriert.

im Internet unter www.liquidmods.de zu finden.

Noch pragmatischer geht es zur Sache, wenn man allein die Funktionalität des Rechners verbessern möchte. So gibt es, um nur ein Beispiel zu nennen, äußerst praktische Umschaltkomponenten, um z. B. verschiedene Betriebssysteme auf getrennten Festplatten laufen zu lassen oder Platten vor unbefugtem Zugriff, etwa aus dem Internet, zu schützen. Abbildung 2 zeigt zwei Beispiele dafür.

Leiser, leiser!

Einen großen Raum bei der technischen Veredelung nimmt auch die Dämpfung der Lüfter- und Festplattengeräusche ein – bildet doch schon heute so mancher Compu-

ter den Mittelpunkt der heimischen Hi-Fi- bzw. Videoanlage. Da stören sirrende Festplatten und vor allem lärmende Lüfter den Film- oder Musikgenuss erheblich. Hier lohnen sich Investitionen in besonders leise laufende spezielle Lüfter und deren Temperaturregelungen. Dazu gehören auch die eben genannten Anzeige-Einschübe zur Überwachung (Abbildung 3).

Wer insbesondere die Geräusche des lauten Netzteil-Lüfters eliminieren möchte, kann heute schon auf völlig lüfterlose Netzteile zurückgreifen, die entweder mit Peltier-Elementen oder voluminösen Kühlkörpern und speziellen „Heat-Pipes“ bestückt sind, um die Abwärme abzuführen.

Besonders störend sind aber auch die relativ kleinen, schnell laufenden und damit besonders lauten CPU- und Grafikkarten-Lüfter. Hierfür bietet sich der Einsatz einer Wasserkühlung an. Diese besteht, wie in Abbildung 4 gezeigt, aus den Hauptkomponenten Wasser-Kühlkörper für den Chip, dem außerhalb des Rechners befindlichen Wärmetauscher, einer extrem leise laufenden Umwälzpumpe und bei Bedarf einem großen, leise laufenden Lüfter für den Wärmetauscher. Das Ganze wird mit fest sitzenden Schläuchen verbunden und so kann die CPU oder der Grafikkartenchip sehr effizient und leise gekühlt werden. Gelingt es, die Wassertemperatur dauerhaft möglichst niedrig zu halten, kann man auch mit besonders stabiler CPU-Leistung rechnen – sehr wichtig z. B. bei der Audio- und Video-Verarbeitung.

Wer eine Wasserkühlung einfacher installieren will, dem steht diese auch komplett als 5,25"-Einschub (Abbildung 5) zur Verfügung. Hier muss man nur noch den CPU-Kühler aufsetzen, Wasser in den im Einschub integrierten Wärmetauscher füllen, und dann kann es losgehen mit der Wasserkühlung. Der Einschub erlaubt sogar die ständige Kontrolle des Wasserstandes im System durch ein „Schauglas“.

Schließlich gehört auch die technische Aufrüstung mit modernsten und schnellen Komponenten zum Thema dazu. Aktuelles Beispiel



Bild 6: Man kann es auch fertig kaufen – komplett „gemoddetes“ Gehäuse mit Innen- und Außenbeleuchtung mittels Kaltlicht-Katoden-Lampen sowie beleuchtetem Lüfter. Da das Gehäuse Platz für bis zu 8 Gehäuselüfter hat, kann man durch den Einsatz mehrerer, dann langsamer laufender Lüfter den Lärmpegel deutlich senken.

ist der allmähliche Umstieg auf S-ATA als derzeit schnellste Datentransferstechnologie für Laufwerke. Hier verschwinden dann auch die dicken, unansehnlichen und sowieso die Gehäuselüftung behindernden Flachbandkabel – schmale Kabel mit weniger Adern übernehmen deren Funktion.

Und wer seinen PC zur Medienzentrale umrüsten möchte, der kann heute bereits über zahlreiche Infrarot-Fernbedienkomponenten verfügen, die spezielle Programme, etwa zur Nutzung des PCs als Videorecorder, so bequem ansteuern wie einen Fernseher. Dies sollen nur zwei Beispiele zum Hardware-Tuning sein.

Ran an die Optik

Hat man erst derartig tolle Hardware

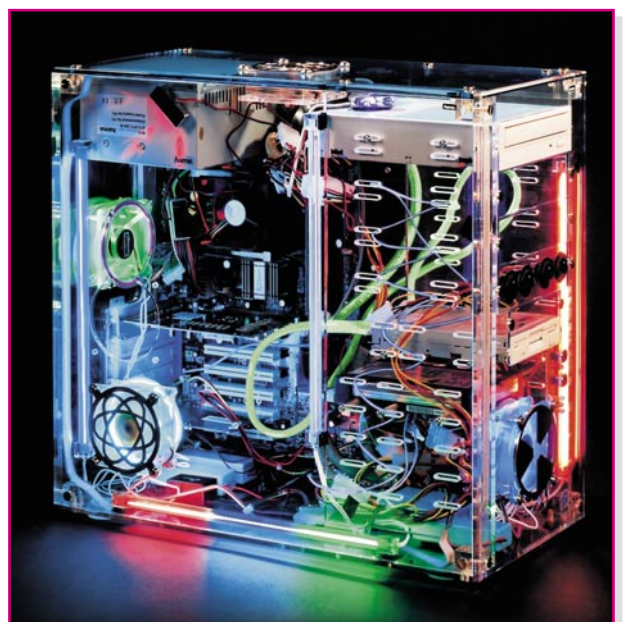


Bild 7: Hingucker pur – PC im Voll-Acryl-(Show-)Gehäuse

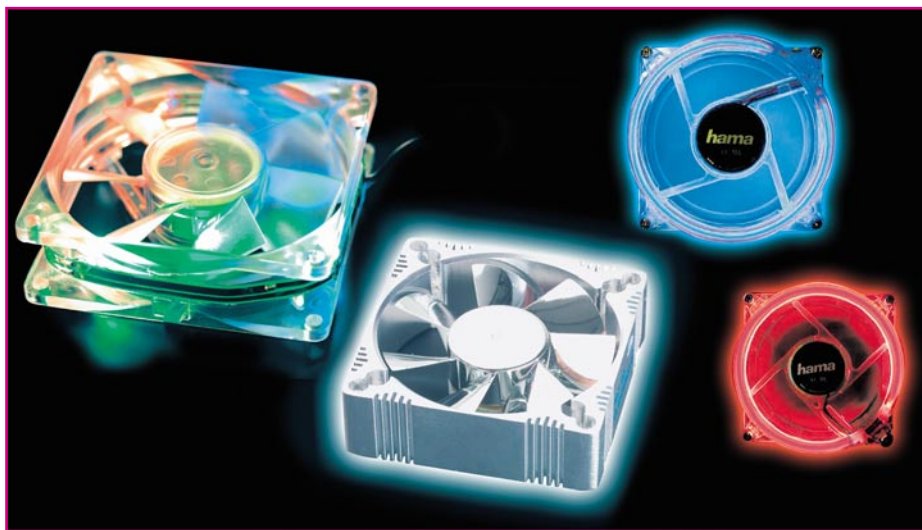


Bild 8: Kühlen und leuchten – Mit LEDs oder Kaltkathoden-Lampen bestückte Gehäuselüfter

(sauber) installiert, geht es vielen Computerbesitzern bald so wie beim Umgang der wohl meisten Autofahrer mit ihrem Gefährt: Es fährt gut, ist toll ausgestattet, es soll aber auch optisch und von außen gut ausschauen.

Die Bewertungsskala geht dabei von Eitelkeit und Renommiergehabe über die Freude an technischer Ästhetik bis hin zum blitzblanken Motorraum, der manchmal sogar komplett verchromt wird.

Also haben sich die Case-Modder gesagt: Man muss zeigen, was drin ist! Und so kam es, dass Gehäuse aufgeschnitten sowie mit Plexiglasscheiben und Innenbeleuchtungen versehen wurden. Abbildung 6 zeigt ein solches (handelsübliches) Gehäuse in zwei Farbvarianten. Echte Case-Modder erledigen das Aufschneiden und Modifizieren des Gehäuses noch heute mit hoher handwerklicher Präzision selbst und

schauen mit der Gelassenheit der Pioniere auf die User herab, die ihre Gehäuse heute einfach beim Händler kaufen. Zunehmend halten sogar die eigentlich einmal zu reinen Showzwecken kreierten Voll-Acryl-Gehäuse (Abbildung 7) Einzug in Wohn- und Hobbyzimmer.

Vorsicht – Störer!

Spätestens hier sträuben sich allerdings vielen Technikern und besonders den Funkamateuren unter ihnen alle Haare. Denn die Abstrahlung der sonst von einer recht dichten Abschirmung umgebenen PC-Komponenten bis in den Gigahertz-Bereich hinein macht diesen Sorgen. Denn jeder, der z. B. eine Funkuhr oder einen Datenempfänger (etwa für Wetterdaten) in der Nähe eines nicht ganz sorgfältig geschirmten Rechners betreibt, kennt es – solange der Rechner läuft, gibt es keinen

Empfang. Nicht umsonst betreiben Markenfirmen wie Compaq, HP, Dell oder Apple einen enormen Aufwand zur möglichst dichten Abschirmung ihrer Rechner. Denn hinter den schicken Apple-Acrylgehäusen verbergen sich detailliert ausgetüftelte Abschirmbleche, Kontaktschaumstoff-Streifen an allen Scharnieren und Gehäusekanten, sorgfältig layoutete Platinen usw.

Dieser Kritikpunkt darf also keinesfalls unerwähnt bleiben, jeder muss sich über die Folgen im Klaren sein, etwa, dass sowohl der Computer durch das DECT-Telefon gestört werden kann wie umgekehrt der Tuner der Hi-Fi-Anlage durch den Computer. Dazu werden übrigens in allen einschlägigen Foren heiße Diskussionen geführt, besonders von den von der RegTP besonders gebeutelten Funkamateuren. Denn während der Funkamateur über die kleinste HF-Abstrahlung schriftlich Rechenschaft ablegen (und dafür bezahlen) muss, ist die Zulassung der offenen PC-Gehäuse offenbar eine Grauzone – mit Inhalt verstoßen sie gegen das EMVG.

Besonders kritisch wird es aber, wenn sogar das Netzteil im Acrylgehäuse daherkommt. Hier muss man sehr sorgfältig darauf achten, dass der Hersteller bei der sonstigen Konstruktion alles getan hat, um unerwünschte Abstrahlungen zu verhindern – dokumentiert mit dem CE-Zeichen auf dem Gerät. Denn technisch ist die Aufgabe lösbar, ein Schaltnetzteil im Kunststoffgehäuse zu betreiben.

Übrigens – der Hersteller des offenen PC-Gehäuses kann im Falle des Falles nicht für Störabstrahlungen verantwortlich gemacht werden – er liefert eine Komponente. Sein CE-Zeichen, sofern überhaupt vorhanden, steht hier für andere Parameter, etwa für abgerundete Kanten, normgerechte

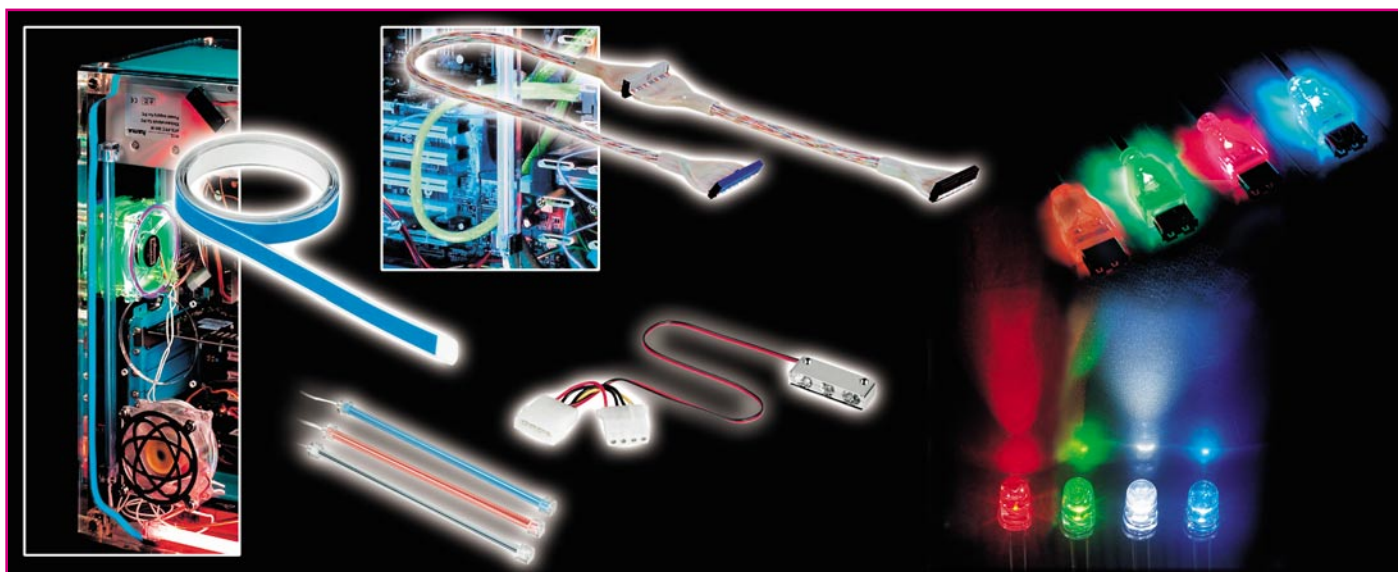


Bild 9: Alles, was leuchtet, muss mit hinein – von der Kaltlicht-Kathoden-Lampe über die High-Tech-LED bis zum selbstleuchtenden Datenkabel.



Bild 10: Schützender Design-Abschluss – Fan-Grills

Ausschnitte für die Anschlüsse und Ähnliches. Die Verantwortung für die Störabstrahlung trägt nach dem Gerätesicherheitsgesetz und dem EMVG der Modder als Hersteller des Gesamtgerätes!

Solange man nur in der eigenen Wohnung stört, mag das noch angehen, aber sobald der Nachbar vielleicht nicht mehr fernsehen kann und den Entstörungsdienst anruft, hat man ein Problem ...

Schön beleuchtet

Echte Case-Modder ficht das nicht an, solange die Kabel bei der LAN-Party nur gut genug abgeschirmt sind. Denn gerade hier ist oft die Bühne, wo man zeigen kann, was man hat, Gleichgesinnte trifft, gemeinsam neue Gimmicks austüfelt.

Denn allein das Gehäuse öffnen reicht nicht, das sorgfältig aufgeräumte Innere muss auch effektiv in Szene gesetzt werden. Dazu dienen beleuchtete Gehäuselüfter (Abbildung 8) ebenso wie geschickt platzierte Kaltlicht-Katoden-Lampen, selbstleuchtende Leuchtstreifen, farbige, superhelle LEDs und sogar fluoreszierende Datenkabel. Einige dieser Accessoires sind in Abbildung 9 zusammengestellt.

Hier kann man also seinem Geschmack freien Lauf lassen, das Ganze dezent (wie in Abbildung 6 zu sehen) oder knallbunt (Abbildung 7) ausfallen lassen. Manchmal erreicht man übrigens auch mit ein paar



Bild 11: Zum beleuchteten PC gehören die richtigen Accessoires – hier eine elegant blau beleuchtete Tastatur.

geschickt in Aussparungen oder Gehäuse-ritzten platzierten blauen Leuchtdioden bereits tolle Effekte, ohne gleich das Gehäuse aufzuschneiden – hier darf jeder nach seiner Fassung glücklich werden.

Ach ja – natürlich gehört auf einen solch toll leuchtenden Gehäuselüfter kein schnöder Ring-Grill, sondern ein angesagter „Fan-Grill“. Den gibt es in allen erdenklichen Formen und Motiven, in Abbildung 10 sind einige Beispiele gezeigt.

Mit all diesen Accessoires kann man sich also eine sehr individuelle Erscheinung seines PCs bauen, der Fantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt, wie man z. B. auf den im Anhang genannten Internetseiten sehen kann. Das geht bis hin zum selbst gebauten LED-Lauflicht.

Und natürlich gehört eine passende Peripherie dazu, etwa die in edlem Blau beleuchtete Tastatur (Abbildung 11) oder das im i-Design gehaltene externe Laufwerk mit farbig-transparentem Kunststoffgehäuse, „unter der Haut“ ebenfalls mit Leuchtdioden illuminiert.

Rein in die gute Stube!

Sobald der PC aber nun wirklich den Mittelpunkt des Heimkinos bilden soll, könnte es sein, dass die bessere Hälfte den Einzug des entweder grauen oder bunten Computers in das Wohnzimmer verweigert. Jetzt schlägt die Stunde der edlen Gehäuse. Die gibt es mittlerweile auch für den PC-Selbstbau. Abbildung 12 zeigt ein Beispiel, das nicht nur durch die schicke Außenhaut hervorsteht, sondern auch durch zahlreiche innovative Detaillösungen wie die Peripherieanschlüsse an der Vorderseite hinter einer Klappe oder die schraubenlose Montage von Laufwerken und Einbaukarten.

Für den Transport zur LAN-Party ist sogar ein ausklappbarer Tragegriff vorhanden. Noch besser an das Wohnambiente angepasst sind freilich HTPC-Gehäuse, die sich nahtlos in die Hi-Fi-Anlage einreihen lassen (etwa das im Harman-Kardon-Stil daher kommende Dign HV5 von Uneed), oder die schicken kleinen Barebone-Gehäuse, von denen es eine große Vielzahl gibt. Derartige Gehäuse verbergen geschickt, dass sich überhaupt ein PC in ihnen befindet – aber tut das ein moderner Sat-Receiver mit Festplattenrecorder nicht auch?

Was bleibt nach unserem kurzen Exkurs durch die Modding-Szene als Fazit? Der PC zieht aus seinem grauen Einheitskleid aus, jeder kann ihn heute individuell



Frontpanel mit Klappblende



Schraubenlose Montage von Laufwerken und Einbaukarten

Bild 12: Edel und praktisch – Mod-Design-Gehäuse

„einkleiden“, ja, er wird sogar wohnzimmer-tauglich, einschließlich der entsprechend geringen Geräuschentwicklung. (Case-) Modding ist also nicht nur eine Hype, sondern durchaus ein Weg, ein vormals rein technisches Arbeitsgerät breiter nutzbar zu machen und dabei auch noch individuell und kreativ zu gestalten. **ELV**

Interessante Links zum Thema:

- www.moddingfaq.de
- www.modding-center.de
- www.moddingtech.de
- www.case-modder.de
- www.liquidmods.de
- www.wwcl.de

Kleiner Aufpasser –



Bewegungsmeldermodul PIR 13

Das Bewegungsmeldermodul PIR 13 ist durch seine winzigen Abmessungen, den weiten Versorgungsspannungsbereich und die extrem geringe Stromaufnahme besonders universell einsetzbar. Bereits eine 13-mm-Bohrung für die kleine Linse genügt, um das kleine Modul recht unauffällig z. B. in einer abgehängten Decke unterzubringen.

Das PIR-13-Modul verfügt über einen Open-Collector-Schaltausgang und ist damit sehr einfach an eigene Schaltungen anzubinden.

Neben der Beschreibung des eigentlichen Moduls widmet sich dieser Artikel auch einigen Grundlagen zur Pyrosensorik.

Komfort und Sicherheit

Bewegungsmelder sind gemeinhin vor allem in der Sicherheitstechnik verbreitet und dienen dort vorrangig zur Registrierung und Alarmauslösung beim Betreten von Arealen und Räumen durch unberechtigte Personen oder – wohl im Privatbereich am meisten verbreitet – zum Einschalten der Außenbeleuchtung bei Betreten oder Befahren des Grundstücks.

Dass diese Melder aber auch den Wohn-

und Lebenskomfort im Haus erheblich steigern können, ist eigentlich weniger bekannt. Warum soll ein solcher Melder nicht auch automatisch das Licht in einem Raum einschalten, sobald dieser betreten wird? Dies kann sich auf Dauer, sogar rechnen, denn wie oft bleibt das Licht im Flur, im Keller, der Garage, im Bad oder dem Hauswirtschaftsraum stunden-, ja tagelang eingeschaltet, nur weil vergessen wurde, beim Verlassen des Raums wieder zum Lichtschalter zu greifen. Und oft wäre man sicher froh, wenn das Licht automatisch

eingeschaltet würde, sobald man die Tür zu einem dunklen Raum öffnet, etwa, wenn man die Hände voll hat oder diese schmutzig sind. Und bereits nach kurzer Zeit wird man den unwillkürlichen Griff zum Lichtschalter einfach lassen und die Annehmlichkeit des automatischen Lichtschalters fortan als selbstverständlich empfinden.

Derartige Bewegungsmelder gibt es in sehr großer Zahl, etwa für den Deckenaufbau mit 360-Grad-Überwachungsbereich, als Ersatz für einen Wandschalter usw. Abbildung 1 zeigt zwei Exemplare dieser Art.

Allerdings sind die oft recht großen Bewegungsmelder aus der Sicherheitstechnik gerade im Wohnbereich von der Optik her nicht jedermanns Sache. Vielmehr ist hier dezent unterzubringende Technik gefragt, die unauffällig ihren Dienst versieht. Dezent heißt hier, einen Bewegungsmelder ähnlich gut versteckt anzubringen wie den am Waschbecken moderner Toilettenanlagen, wie man sie etwa in Raststätten oder anderen öffentlichen Anlagen antrifft. Derartige Technik ist auch schon für den



Bild 1: Handelsübliche Ausführungen von PIR-Meldern für Decken- und UP-Montage

privaten Bereich verfügbar, allerdings hier noch recht teuer.

Mit diesen Gedanken im Lastenheft haben wir ein besonders kompaktes Bewegungsmeldermodul entwickelt, dessen Sektorenlinsen nur eine Einbauöffnung von 13 mm Durchmesser erfordert und das damit sehr dezent, etwa in Zwischendecken, unterzubringen ist. Der nächste Vorteil dieses Moduls ist die äußerst geringe Stromaufnahme, die sogar Batteriebetrieb zulässt. Koppelt man einen solchen Bewegungsmelder mit einem Funksendemodul, etwa unserem 2-/4-Kanal-Sendemodul für den 868-MHz-Bereich (Abbildung 2) aus dem FS20-Funkschaltsystem, das ja eben-

Technische Daten: PIR 13

Betriebsspannung: 5 V–24 V DC
 Ruhe-Stromaufnahme: 0,04 mA
 Linsen-Durchmesser: 13 mm
 Erfassungswinkel: 90°
 Reichweite: bis 4 m
 Schaltausgang: Open-Collector,
 30 V, 100 mA



Bild 2: Mögliche Ergänzung zum PIR 13 – 2-/4-Kanal-Sendemodul des FS20-Funkschaltsystems.

falls batteriebetrieben arbeitet, kann man solch eine Kombination quasi an beliebigen Orten unterbringen und gleichzeitig ohne eine Kabelverbindung Lampen schalten oder andere Schaltvorgänge auslösen lassen. Voraussetzung für eine solche Kopplung ist jedoch, dass zuvor aus dem Ausgangssignal des PIR 13 Schaltimpulse mit einer Länge zwischen 100 ms und 300 ms erzeugt werden.



Bild 3: Ein typischer Pyrosensor in der Frontalansicht

Funktionsweise

Jedes Objekt strahlt durch seine Eigenwärme ständig Energie in Form von Infrarot-Strahlung an seine Umgebung ab. Der Mensch ist hierbei eine besonders leistungsfähige natürliche Wärmequelle, er gibt ca. 1 W je Kilogramm Körpergewicht ab. Ein Sensor muss, soll er eine derartige Wärmequelle erfassen, mehrere Aufgaben lösen. Zum einen sollte er so dimensioniert sein, dass sein Empfindlichkeitsmaximum in dem Wellenbereich liegt, der der Wärmestrahlung des menschlichen Körpers entspricht. Dann muss er gut zwischen normaler Wärmestrahlung umgebender Gegenstände und der des Menschen unterscheiden können, also eine sichere Differenz erfassen können. Schließlich darf er sich nicht von Umgebungslicht, das ja je nach Lichtquelle auch erhebliche Infrarot-Strahlungsanteile enthält, täuschen lassen, und er muss erfassen können, ob sich die Wärmequelle bewegt.

All diesen Kriterien entspricht am besten der so genannte Pyrosensor, üblicherweise Passiv-Infrarot-Sensor (PIR) genannt. Aus

dem Wortbestandteil „Passiv“ geht hervor, dass es sich hier nicht um einen Sensor handelt, der aktiv Energie absendet, um aus deren Reflexion abzulesen, dass sich ein Hindernis im Erfassungsbereich befindet (wie z. B. Ultraschall- oder Radarsensoren). Der Pyrosensor (Abbildung 3) empfängt also lediglich abgestrahlte Energie.

Die Arbeitsweise dieses Sensors ist etwa vergleichbar mit der eines Kondensators. Auch hier finden wir zwei Folien, die (durch den Produktionsprozess vorgegeben) verschiedene elektrische Ladungen an ihrer Oberfläche enthalten. Trifft Wärmestrahlung auf diese Folien, wird deren Polarisation verschoben (siehe auch Abbildung 4) und somit eine von der normalen (stabilen) elektrischen Ladung differierende elektrische Spannung erzeugt, die über Elektroden auf den Folien abgegriffen und über die nachfolgende Verstärkerelektronik ausgewertet wird.

Wie ein solcher Sensor im Prinzip aufgebaut ist, zeigt Abbildung 5 anhand des von uns eingesetzten 2-Element-Sensors. Jedes Element entspricht der besprochenen kondensatorartigen Sensor-Anordnung. Jetzt kann man bereits erkennen, warum sich dieser 2-Element-Sensor so gut für die Bewegungserfassung eignet. Denn beide Sensorelemente befinden sich

nicht am gleichen Platz, sondern nebeneinander. Damit ist eine besonders gute Differenzierung zwischen Hintergrund und vorbeilaufendem Menschen möglich. Denn erst dann, wenn die Sensor-Elemente abweichende Wärmestrahlung empfangen, entsteht auch eine genügend hohe Änderung der erzeugten Spannung zur Auswertung durch die nachfolgende Verstärkerelektronik.

Eine Filteranordnung vor den Sensorelementen eliminiert den Einfluss von störendem Fremdlicht.

Dies alles ermöglicht jedoch noch keine effektive optische Richtungs-differenzierung. Durch die Anordnung im Gehäuse des Sensors und die spektrale Empfindlichkeit der Folienoberfläche je nach Einfallswinkel der Wärmestrahlung ist der Erfassungsbereich des reinen Sensors relativ schmal. Größer wird dieser erst durch eine vorgeschaltete, in Abbildung 5 bereits angedeutete Linsen-anordnung. Diese teilt den Erfassungsbereich in viele verschiedene Zonen auf. Bei der hier eingesetzten Linsen-anordnung mit 17 Einzel-Linsen wird der 360-Grad-Erfassungsbereich rund um die Linse in 34 Zonen aufgeteilt. Würde man hier einen Vier-Element-Sensor einsetzen, würden sogar 68 Zonen differenziert. Jede Linse „sieht“ nun einen genau abgegrenzten Bereich ihrer Umgebung und lenkt die dort auftretende Wärmestrahlung

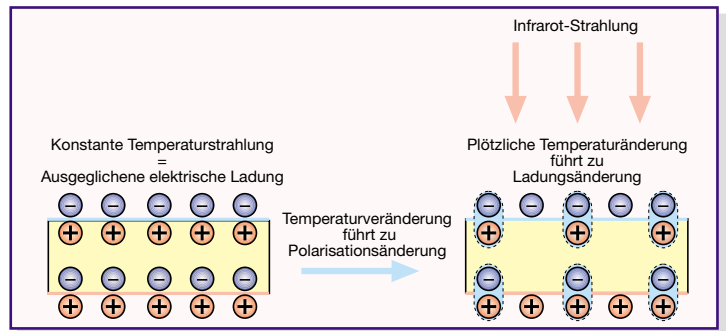


Bild 4: So erfolgt die Erzeugung der Signalspannung des Pyrosensors – ein Temperaturwechsel im IR-Bereich ruft eine Polarisationsänderung der polarisierten Sensorfolien hervor.

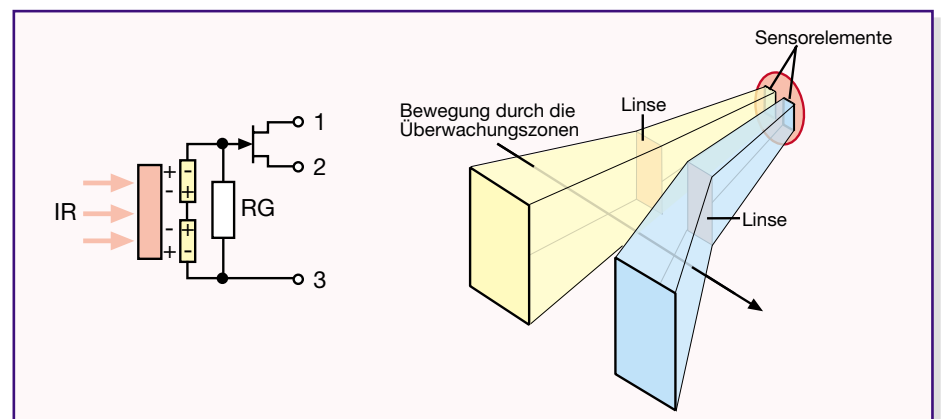


Bild 5: Der Aufbau eines 2-Element-Pyrosensors und die Wirkung der vorgeschalteten Linsen

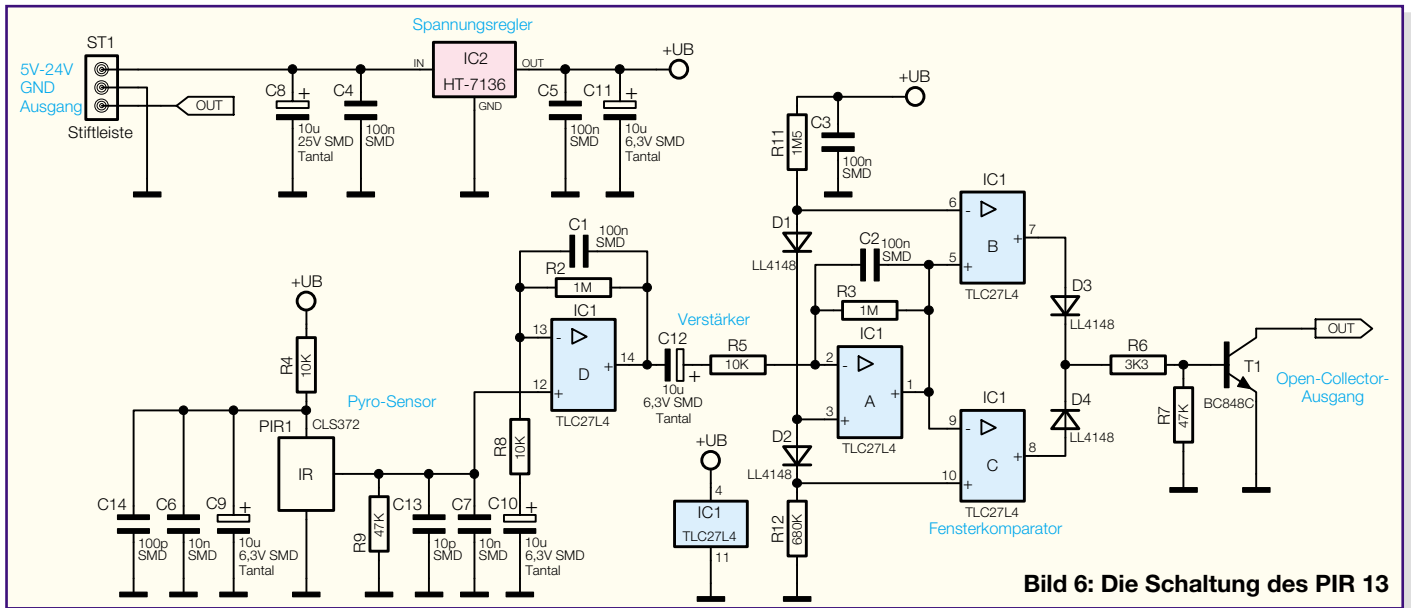


Bild 6: Die Schaltung des PIR 13

lung direkt auf eines der beiden Sensorelemente. Bewegt sich jetzt die Wärmequelle Mensch durch die einzelnen Zonen, werden also ganz unterschiedliche Ladungsdifferenzen auf den beiden Sensorelementen erzeugt, und man kann eine Bewegung über einen großen Bereich und in relativ großer Entfernung (hier typisch bis 4 m) registrieren. Durch die vielen Zonen erfolgt die Erfassung auch recht schnell bei nur geringen Bewegungen. Je mehr Elemente der Sensor besitzt, desto dichter wird das Überwachungsrastrer.

Die folgende Auswerteelektronik hat nun die Aufgabe, die geringen Spannungsdifferenzen zu verstärken und die gewünschte Reaktion darauf zu erzeugen.

Schaltung

Nicht nur die Abmessungen des Moduls sind winzig, auch die Schaltung selber (Abbildung 6) besteht nur aus wenigen Bauteilen. Die an ST 1 zugeführte Betriebsspannung des Moduls darf im Bereich von 5 V bis 24 V DC liegen. Aus dieser erzeugt der Spannungsregler IC 2 eine stabile Spannung von 3,6 V, mit der

die ganze Schaltung arbeitet. Der Tiefpass, bestehend aus R 4, C 6, C 9 und C 14, sorgt für eine entörstörte Betriebsspannung des Pyrosensors. Detektiert der Sensor eine Bewegung, ändert sich die Ansteuerspannung des Ausgangstransistors im Sensor. Dadurch entsteht die beschriebene Spannungsänderung am Sensorausgang, die mit IC 1 D verstärkt wird. Der Frequenzgang des Verstärkers ist durch die beiden Kondensatoren C 1 und C 10 stark eingegrenzt, um Störsignale so gut wie möglich zu unterdrücken. In Abbildung 7 ist der Frequenzgang des Verstärkers dargestellt. Die maximale Verstärkung findet zwischen 1 Hz und 3 Hz statt.

Mit IC 1 A folgt nochmals eine fast identische Verstärkerstufe, die zusätzlich dafür sorgt, dass das Ausgangssignal mittig im Arbeitsbereich des Operationsverstärkers liegt. Dazu ist mit den Widerständen R 11, R 12 und den Dioden D 1 und D 2 ein Spannungsteiler aufgebaut, der zum einen zwischen D 1 und D 2 die Spannung für die optimale Arbeitspunkteinstellung an IC 1 A bereitstellt. Zusätzlich werden über diese beiden Dioden auch die Referenzspannungen für den nachfolgenden

Fensterkomparator, bestehend aus IC 1 B und C, erzeugt. Liegt die Ausgangsspannung der letzten Verstärkerstufe IC 1 A zwischen diesen beiden Referenzspannungen, befinden sich beide Ausgänge der Komparatoren IC 1 B und C auf Low-Pegel. Wird hingegen vom Sensor Bewegung detektiert, so verlässt das verstärkte Signal den „Fensterbereich“, wodurch einer der beiden Komparatoren High-Pegel am Ausgang führt, je nachdem, ob der Bereich nach oben oder unten verlassen wurde. Über die beiden Dioden D 3 und D 4 sowie R 6 gelangen diese High-Pegel an den Ausgangstransistor des PIR-Moduls, der seinen Open-Collector-Ausgang daraufhin nach Masse durchschaltet. Über diesen Ausgang können Ströme bis zu 100 mA und Spannungen bis zu 30 V geschaltet werden. Beim Schalten von Relais ist unbedingt darauf zu achten, dass diese eine Freilaufdiode erhalten, damit der Ausgangstransistor nicht zerstört wird. Ein Anschlussbeispiel ist in Abbildung 8 zu sehen.

Will man den relativ kurzen Ausgangsimpuls verlängern, um z. B. eine Leuchte direkt länger einzuschalten, ist die Nachschaltung eines Zeitschalters (z. B. monostabilen Multivibrators) möglich, der durch das Sensorsignal ausgelöst wird.

Nachbau

Der Aufbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine mit den Abmaßen 25 x 37 mm und natürlich wegen der geringen Größe ausschließlich (bis auf den Sensor) in SMD-Technik.

Deshalb gehört hier das entsprechende Equipment für die Verarbeitung von SMD-Bauelementen, wie ein Elektronik-LötKolben mit sehr schlanker Spitze, SMD-Lötzinn, SMD-Entlötlitze, eine spitze Pinzette, ggf. eine starke Standlupe und natürlich

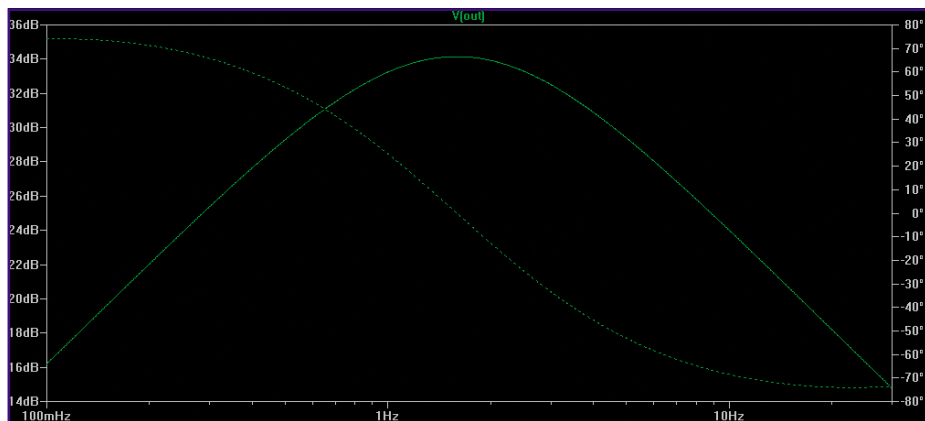


Bild 7: Der Frequenzgang des Verstärkers IC 1D – Störungen werden wirkungsvoll ausgeblendet.

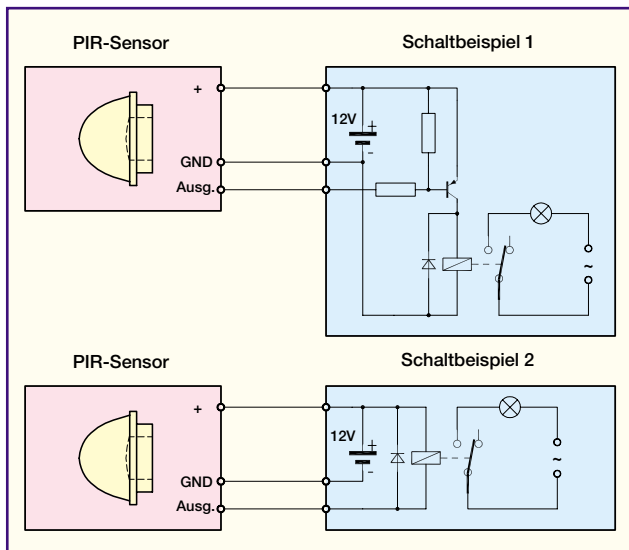


Bild 8: Anschlussbeispiel für den PIR 13

ein penibel aufgeräumter Arbeitsplatz dazu. Um die Übersicht über die kleinen Bauteile zu behalten, sollte man sie einzeln aus den Tüten des Bausatzes nehmen und sofort verarbeiten. Dies gilt besonders für die Kondensatoren, die keinerlei Werteaufdruck tragen und später nur durch Einzelmessung identifizierbar sind.

Die Bestückung erfolgt laut Stückliste, Bestückungsplan, Bestückungsaufdruck auf der Platine und ggf. Platinenfoto und beginnt mit IC 1. Dessen Pin 1 ist durch die abgeschrägte Seite zu identifizieren, die

mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss. Nach Benetzung des Pads für Pin 1 mit Lötzinn wird der Schaltkreis lagerichtig aufgelegt und an Pin 1 verlötet. Nach nochmaliger Kontrolle der richtigen Einbaulage werden die restlichen Pins verlötet, beginnend mit dem Pin 1 diagonal gegenüberliegenden Pin 8. Sollten hierbei versehentlich zwei Pins mit Lötzinn kurzgeschlossen worden sein, kann man dieses überschüssige Lötzinn mit Entlötlitze entfernen.

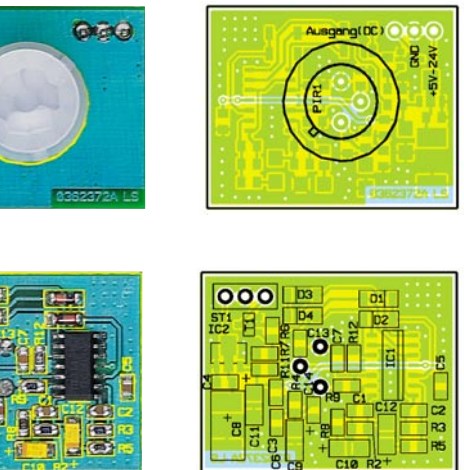
Nun wird die Bestückung mit den restlichen SMD-Bauteilen fortgesetzt. Auch hier ist jeweils ein Pad zu verzinnen, das Bauteil aufzusetzen, an diesem Pad zu verlöten, worauf die restlichen Bauteilanschlüsse folgen. Dabei ist auf die richtige Einbaulage der gepolten Bauteile zu achten: Die Dioden sind katodenseitig mit einem Ring gekennzeichnet, die Tantal-Elkos auf der Plus-Seite durch eine Strichmarkierung. Die Einbaulage von IC 2 und T 1 ergibt sich automatisch aus der Lage der zugehörigen Löt pads.

Nach der Bestückung aller SMD-Bauteile ist schließlich noch die Stiftleiste ST 1 ebenfalls von der Lötseite her zu bestücken. Ihre Anschlüsse werden auf der Bestückungsseite verlötet.

Als letztes Bauteil ist der Pyrosensor zu bestücken. Dazu ist dieser zunächst mit dem Unterteil der fingerhutförmigen, aus zwei Teilen bestehenden Linse vorzumontieren. Dabei ist unbedingt zu vermeiden, dass die Fensterfläche des Sensors mit den Fingern berührt wird. Fettablagerungen der Haut führen zu einer eingeschränkten Empfindlichkeit des Sensors!

Der Sensor ist so in das Unterteil einzuführen, dass die Gehäusenase des Sensors in die passende Nut des Unterteils fasst.

Diese Einheit wird nun vorsichtig von der Bestückungsseite her in die vorgesehenen Bohrungen eingeführt und von der



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

Lötseite verlötet, wobei darauf zu achten ist, dass die Einheit plan auf der Platine aufliegt. Abschließend erfolgt das Aufsetzen der Linsenkappe, wobei die breitere Nase in die breitere Kerbe des Unterteils greifen muss (Abbildung 9).

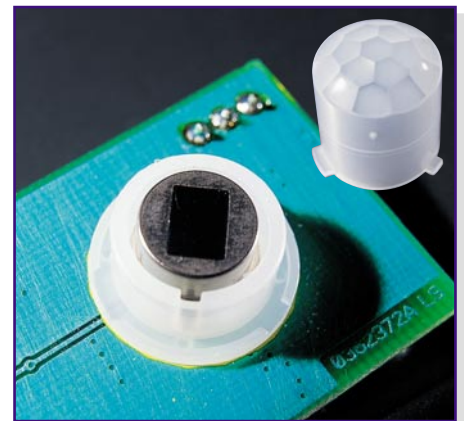


Bild 9: Pyrosensor und zweiteilige Linse

Montage

Für die Montage genügt es, eine Bohrung von 13 mm Durchmesser anzufertigen und das Modul mit der Linse voran in diese einzusetzen. Bei der Verkabelung mit der Peripherie sollte darauf geachtet werden, dass aus Gründen der Störsicherheit möglichst kurze Kabel an die Stiftleiste ST 1 angeschlossen werden. Für die Spannungsversorgung ist eine Gleichspannung zwischen 5 V und 24 V geeignet, die man sicher meist der „anhängenden“ Applikationsschaltung entnehmen kann, so dass eine Batterie bzw. Spannungsquelle für die gesamte Anordnung ausreicht. Im Ruhezustand hat die Schaltung des PIR 13 lediglich eine typische Stromaufnahme von nur 40 µA, was Batteriebetrieb auch über lange Zeiträume zulässt.



Stückliste: Bewegungsmelder PIR 13

Widerstände:

3,3 kΩ/SMD	R6
10 kΩ/SMD	R4, R5, R8
47 kΩ/SMD	R7, R9
680 kΩ/SMD	R12
1 MΩ/SMD	R2, R3
1,5 MΩ/SMD	R11

Kondensatoren:

10 pF/SMD	C13
100 pF/SMD	C14
10 nF/SMD	C6, C7
100 nF/SMD	C1–C5
10 µF/6,3 V/tantal/SMD	C9–C12
10 µF/25 V/tantal/SMD	C8

Halbleiter:

TLC27L4	IC1
HT7136/SMD	IC2
BC848C	T1
LL4148	D1–D4

Sonstiges:

PIR Sensor, passiv	PIR1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade	ST1
1 PIR-Multilinse PF17CL, 2-teilig	



Akku-Lade-Center ALC 9000

Das ALC 9000 ist ein absolutes Spitzengerät im Bereich der Ladetechnik und bietet Leistungsmerkmale, die bisher bei keinem Ladegerät zu finden sind. 6 Kanäle, ein großes hinterleuchtetes Grafikdisplay, eine optionale Akku-Identifizierung über Transponder und natürlich zur umfassenden Akkupflege komfortable Funktionen und Programmabläufe.

Allgemeines

Konzipiert für den professionellen Bereich bietet das ALC 9000 unübertroffene Leistungsmerkmale, eine ausgesprochen komfortable Bedienung mit Drehimpulsgeber und Menüführung, die Möglichkeit einer automatischen Akku-Erkennung über Passiv-Transponder, eine USB-Schnittstelle zur Kommunikation mit einem externen PC und natürlich viele unterschiedliche Programme zur umfassenden Akkupflege.

Ein großes hinterleuchtetes Grafikdisplay mit den Abmessungen 78 mm x 45 mm zeigt alle wichtigen Akkudaten und er-

möglicht eine sehr komfortable Menüführung. Selbstkomplette Lade-/Entladekurven sind auf dem Display mit 30.720 Pixel (240 x 128) direkt darstellbar, ohne dass dazu ein externer PC benötigt wird.

Akkus, und insbesondere auch Akkupacks, sind die Grundvoraussetzung für mobile Geräte und somit in nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens zu finden. Ohne geeignete wieder aufladbare Energiespeicher wäre die heute selbstverständliche Mobilität im Consumer- und Kommunikationsbereich undenkbar, da Primärzellen (Batterien) teuer und somit für viele Anwendungen nicht akzeptabel sind. Als weitere Bereiche, wo ohne wieder aufladbare Akkusysteme nichts „läuft“, sind der

Modellbaubereich und viele Elektrowerkzeuge zu nennen.

Nickel-Cadmium(NC)- und Nickel-Metall-Hydrid(NiMH)-Akkus spielen dabei nach wie vor eine dominierende Rolle, insbesondere dann, wenn hohe Entladeströme benötigt werden. Im „Hochstrombereich“ kommen dabei nach wie vor die Stärken des altbekannten Nickel-Cadmium-Akkus zum Tragen. Der geringe Innenwiderstand, die flache Entladecharakteristik und die Schnellladefähigkeit sind dabei besonders zu nennen.

Nickel-Metall-Hydrid(NiMH)-Akkus verfügen bei gleicher Baugröße über erheblich höhere Kapazitäten und sind wesentlich umweltfreundlicher, da nicht das gifti-



Bild 1: Passiv-Transponder ohne Gehäuse

ge Schwermetall Cadmium enthalten ist. Durch eine ständige Verbesserung aller technischen Daten werden NiMH-Akkus zukünftig den NC-Akku mehr und mehr vom Markt verdrängen.

Die volle Leistungsfähigkeit eines Akkus bzw. eines Akkupacks bleibt jedoch nur bei entsprechender Pflege erhalten. Überladung und Tiefentladung haben einen besonders schädigenden Einfluss auf die Lebensdauer der Energiespeicher.

Ladegeräte, die zum Lieferumfang vieler Geräte gehören, sind häufig aus Kostengründen ohne jegliche „Intelligenz“ und tragen somit nicht zur langen Lebensdauer der zugehörigen Akkus bei. Aber auch im Modellbaubereich wird oft die Lebensdauer der zum Teil recht teuren Akkupacks durch ungeeignete Lademethoden stark reduziert. Dadurch wird meistens nur ein Bruchteil der maximal möglichen Lade-/Entladezyklen eines Akkus erreicht. Wenn man diese Aspekte bedenkt, macht sich die Anschaffung eines guten Ladegerätes meistens schnell bezahlt.

Unterstützt werden vom ALC 9000 alle wichtigen Akku-Technologien wie Nickel-Cadmium (NC), Nickel-Metall-Hydrid (NiMH), Blei-Gel, Blei-Säure und Lithium-Ionen (LI).

Dank Flash-Speicher und zukunftsweisender Technologie kann beim ALC 9000 ein Firmware-Update erfolgen. Dadurch ist jederzeit eine Software-Erweiterung möglich, oder neue Akku-Technologien können angepasst bzw. implementiert werden.

Das ALC 9000 verfügt über 6 getrennte Ladeausgänge, an denen die Akkus bzw. Akkupacks gleichzeitig anschließbar sind

und dank eines großzügig dimensionierten Netzteils auch gleichzeitig geladen werden können. Je Kanal stehen Ströme bis max. 3,5 A zur Verfügung, wobei zur Verringerung der Verlustleistung sekundär getaktete Schaltregler zum Einsatz kommen. Ladbar sind Akkupacks mit bis zu 20 in Reihe geschalteten Zellen.

Für bestmögliche Ladeergebnisse erfolgt eine ständige Überwachung der zum jeweiligen Akkutyp gehörenden Ladekurve mit 14-Bit-Genauigkeit.

Besonders wichtig ist die sichere Ladenderkennung, die nach der zuverlässigen Methode der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve erfolgt. Wenn über mehrere Messzyklen am Akku eine Spannungsdifferenz von wenigen mV nach unten registriert wird, schaltet der entsprechende Kanal auf Erhaltungsladung um.

Damit Übergangswiderstände an den Anschlussklemmen das Messergebnis nicht negativ beeinflussen, erfolgt die Messung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Eine Frühabschaltung bei überlagerten oder tiefentladenen Akkus wird durch eine zusätzliche Pre-Peak-Erkennung sicher verhindert.

Sehr empfindlich reagieren die meistens mit höherer Kapazität angebotenen Nickel-Metall-Hydrid-Akkus auf Überladung. Dafür kommt es bei diesem Akkutyp nicht zu dem bei NC-Akkus häufig auftretenden Memory-Effekt. Lange Benutzungspausen mit direkt anschließender Aufladung (ohne Vorentladung) und Teilentladungen mit ständiger Nachladung sind die Ursachen für den Memory-Effekt bei NC-Zellen. Der Elektrolyt kristallisiert dann an den Elektroden aus und behindert so den Elektronenfluss in der Zelle. Durch mehrmaliges Entladen/Laden kann häufig die volle Kapazität des Akkus bzw. Akkupacks zurückgewonnen werden.

Ein Ladegerät, das nur über eine einfache Ladefunktion verfügt, ist daher zur optimalen Akkupflege nicht ausreichend. Für eine lange Akku-Lebensdauer stehen beim ALC 9000 unterschiedliche Programme zur umfangreichen Akkupflege zur Verfügung. Natürlich kann dabei jeder Ladekanal unterschiedliche Programme gleichzeitig ausführen.

Zur Abfuhr der Verlustwärme im Entladebetrieb ist das ALC 9000 mit einem innen liegenden Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, und eine ständige Temperatur-Überwachung an den Endstufen schützt das Ladegerät in jeder Situation vor Überlastung.

Gesamtübersicht:

1:	🔌	🔌	Q _L : 2300mAh	⌚: ~ 1:30h
2:	🔌	🔌	Q _E : 5640mAh	⌚: ~ 8:40h
3:	🔌	🔌	Q _E : 4850mAh	⌚: ~ 0:20h
4:	🔌	🔌	Q _L : 3060mAh	⌚: ?
5:	🔌	🔌	Q _E : 4950mAh	⌚: ?
6:	🔌	🔌	Q _E : 15,4 Ah	⌚: ~ 4:20h

Bild 2: Gesamtübersicht der Kanäle

🔌	Entladen
🔌	Laden
🔌	Entladen, Laden
🔌	Auffrischen
🔌	Zyklen
🔌	Formieren
🔌	gesperrt, mit Transponder entriegeln
⌚	Restzeit/Zeit
🔌	Laden, Akku leer
🔌	Laden, Akku 1/3 geladen
🔌	Laden, Akku 2/3 geladen
🔌	Laden, Akku fast voll
🔌	Entladen, Akku fast leer
🔌	Entladen, Akku noch 1/3 voll
🔌	Entladen, Akku noch 2/3 voll
🔌	Entladen, Akku noch voll

Tabelle 1: Symbole des ALC 9000

Der Funktionsumfang des ALC 9000 wurde gegenüber den bewährten Funktionen des ALC 7000 Expert und den Geräten aus der ELV-ALM-Serie wesentlich erweitert. Besonders vorteilhaft ist dabei das große Grafikdisplay, das neben den üblichen Akkudaten, wie Ladestrom, Entladestrom, Akkuspannung, eingeladene Kapazität und entnommene Kapazität, auch komplette Ladekurvenverläufe darstellen kann.

Grafische Symbole und eine komfortable Menüführung machen im Grunde genommen eine Bedienungsanleitung überflüssig. Die Auswahl der einzelnen Menüpunkte erfolgt mit einem Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) und einer darunter angeordneten Taste (Menü/OK) zur Bestätigung.

Der besondere „Clou“ beim ALC 9000 ist aber die optionale Akkudaten-Erfassung über Passiv-Transponder, so dass die Daten der zu bearbeitenden Akkus nur ein einziges Mal einzugeben sind und nur von demjenigen geändert werden können, der entweder über einen Master-Transponder oder den mit Transponder ausgestatteten Akku verfügt.

Passiv-Transponder sind hybride Bauelemente zur kontaktlosen Identifikation, bestehend aus einem Chip (Mikrocontroller mit Speicher), einer Antennenspule und einem Kondensator. Dank Miniaturbauweise sind Passiv-Transponder sehr flach und relativ einfach an einem Akkupack zu befestigen (z. B. mit Schrumpfschlauch). Abbildung 1 zeigt die Baugröße von Passiv-Transpondern im Vergleich zu einem Streichholz.

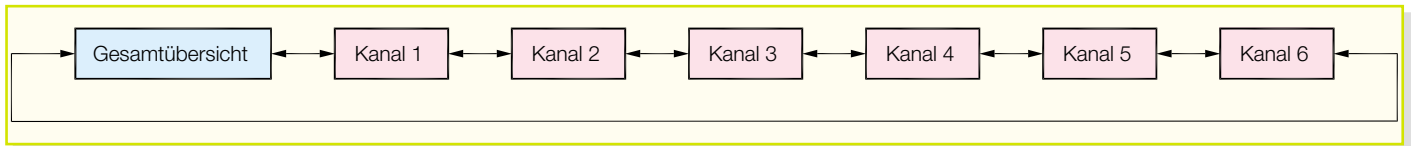


Bild 3: Die Auswahl der Gesamtübersicht oder eines Kanalfensters erfolgt mit dem Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber).

Passiv-Transponder nutzen ausschließlich die elektrische Energie aus dem elektrischen Feld der Lesespule, so dass keine Spannungsversorgung oder Batterie erforderlich ist. Die Lebensdauer ist somit nahezu unendlich.

Nach der Konfiguration eines mit Passiv-Transponder ausgestatteten Akkus kann der Akku an einen beliebigen Kanal angeschlossen werden. Sobald der Transponder erfasst wurde, erfolgt automatisch die Einstellung der konfigurierten Akkudaten, die Aktivierung der gewählten Funktion und der Start des entsprechenden Bearbeitungsvorgangs.

Für den Akku-Nutzer ist die Sache sehr einfach, da er nicht einmal die Bedienung des ALC 9000 kennen muss. Einfach den Akku bzw. Akkupack an einen beliebigen freien Ladekanal anschließen, den Transponder erfassen und fertig. Alle Funktionen und Abläufe erfolgen dann automatisch.

Natürlich kann mit dem ALC 9000 auch jeder beliebige Akku ohne Passiv-Transponder bearbeitet werden. Ohne Transponder ist die komfortable Verwaltung des Akkus in der Akku-Datenbank möglich. Die Identifizierung erfolgt dann anhand des vergebenen Akku-Namens (max. 12 Zeichen), der mit dem Drehimpulsgeber aus einer alphabetisch sortierten Datenbank zu selektieren ist. Darüber hinaus können auch Akkus geladen werden, die nicht in der Datenbank enthalten sind. Die Nenndaten dieser einmaligen Vorgänge werden nicht abgespeichert.

Bedienung und Funktion

Zur Bedienung des ALC 9000 sind dank der Menüführung und Auswahl der Menüpunkte mit dem Drehimpulsgeber, abgesehen vom Netzschalter, nur noch 3 zusätzliche Tasten erforderlich.

Für jeden Ladekanal steht auf der Frontseite des Gerätes ein Buchsenpaar zum Anschluss der zu ladenden Akkus bzw. des Akkupacks zur Verfügung.

Die Ladekanäle sind für eine Ladepannung bis zu 30 V und maximale Ausgangsströme bis zu 3,5 A ausgelegt.

Der zur Verfügung stehende Ausgangsstrom richtet sich dabei nach der Zellenzahl des angeschlossenen Akkus. So steht der Ausgangsstrom von 3,5 A bis zu einer Akku-Nennspannung von 7,2 V zur Verfügung.

Bei 12 V Akku-Nennspannung beträgt der Maximalstrom noch 2,4 A, während bei einem 20-zelligen Akku mit 24 V Nennspannung max. 1,2 A Ausgangsstrom zur Verfügung stehen. Die Endstufen arbeiten mit einem PWM-Schaltregler.

Jeweils im Bereich der Ausgangsbuchsen zeigt eine Leuchtdiode an, ob der zugehörige Kanal aktiv arbeitet oder nicht.

Grundeinstellung

Mit dem links unten angeordneten Schalter wird das ALC 9000 eingeschaltet, worauf zunächst eine kurze Initialisierungsphase erfolgt, in der auch die aktuelle Software-Version angezeigt wird. Danach wird die zuletzt genutzte und abgespeicherte Gerätekonfiguration wieder übernommen. Bei einer Spannungsunterbrechung, z. B. Netzausfall, wird bei jedem Kanal die zuletzt ausgeführte Funktion wieder neu gestartet und auf dem Display die Gesamtübersicht der Kanäle dargestellt (Abbildung 2).

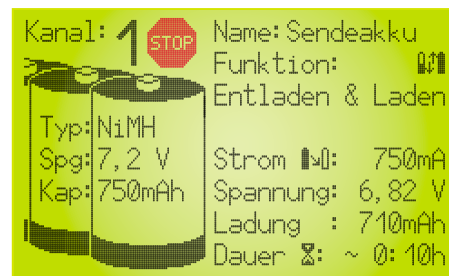


Bild 4: Kanalfenster für Kanal 1, Funktion aktiv

bolisch dargestellt. Bei der laufenden Aktion wird der Ladevorgang durch einen Pfeil in Richtung des Akkusymbols und der Entladevorgang durch einen Pfeil, der vom Akkusymbol weg weist, gekennzeichnet. Der Füllstand des Akkus ist proportional zum Lade- bzw. Entladefortschritt.

Danach folgt die Anzeige der Lade- bzw. Entladekapazität, gekennzeichnet durch Q_L = Ladekapazität und Q_E = Entladekapazität.

Eine ungefähre Zeitabschätzung, wie lange die ausgewählte Funktion noch benötigt, ist rechts im Display zu sehen, sofern bei der gewählten Funktion eine Zeitprognose möglich ist. Bei der Funktion Zyklen z. B. ist keine Zeitprognose möglich, da nicht vorhergesagt werden kann, wie viele Lade-/Entladezyklen durchlaufen werden müssen oder wann der Akku die maximale Kapazität erreicht hat.

Kanalfenster

Neben der Gesamtübersicht steht für je-



Bild 5: Kanalfenster für Kanal 1, Funktion gestoppt

Auf einen Blick sind in dieser Gesamtübersicht die wichtigsten Akkudaten der einzelnen Ladekanäle zu sehen, wobei die Funktionen durch Symbole dargestellt werden. Tabelle 1 zeigt die Bedeutung der beim ALC 9000 verwendeten Symbole.

Gesamtübersicht

Doch nun zurück zur Gesamtübersicht in Abbildung 2. Hinter der Kanalnummer wird zuerst die ausgewählte Funktion, gefolgt von der gerade laufenden Aktion sym-

den Kanal ein detailliertes Anzeigefenster mit allen Akku-Informationen und den eingestellten Parametern zur Verfügung. Ausgehend von der Gesamtübersicht erfolgt die Auswahl der Kanalfenster mit dem Drehimpulsgeber, wie in Abbildung 3 dargestellt.

Je nach ausgeführter Funktion werden in den Kanalfenstern unterschiedliche Daten angezeigt. Das Beispiel in Abbildung 4 zeigt den Kanal 1, wo gerade bei einem 7,2-V-NiMH-Akku mit einer Nennkapazität

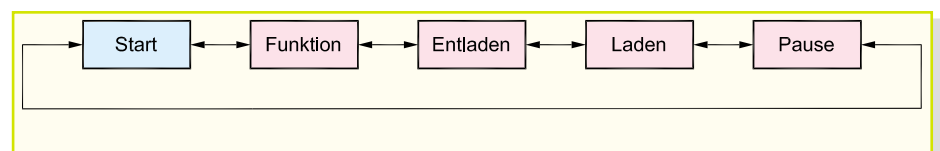


Bild 6: Auswahl der einzustellenden Funktion mit dem Inkrementalgeber



Bild 7: Akku von Hand editieren

azität von 750 mAh die Entlade- und Lade-funktion durchgeführt wird.

Im symbolisch dargestellten Akkupack wird die Akku-Technologie (in unserem Beispiel NiMH), die Nennspannung und die Nennkapazität angezeigt. Je nach Nennspannung des Akkus wird dabei eine Einzelzelle, zwei Zellen oder bei Akkupacks ab drei Zellen eine dritte Zelle, die symbolisch aus dem Fenster des Displays läuft, dargestellt.

Der Cursor befindet sich an der Position der Kanalnummer, wo beliebig mit dem Drehimpulsgeber zum nächsten oder vor-

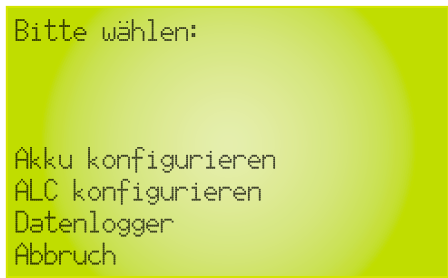


Bild 8: Hauptmenü des ALC 9000

hergehenden Kanal gewechselt werden kann.

Neben der Funktion werden der aktuell fließende Strom, die Akkuspannung, die entnommene oder eingeladene Ladung und die noch ungefähr erforderliche Restzeit angezeigt (sofern vorhersagbar).

Wird in unserem Beispiel für Kanal 1 die „Menü/OK“-Taste betätigt (Abbildung 4), wechselt der Cursor zur Position des Stopp-Symbols, wo mit einer weiteren Betätigung der „Menü/OK“-Taste die aktuell laufende Funktion angehalten werden kann. Daraufhin erhalten wir das in Abbildung 5

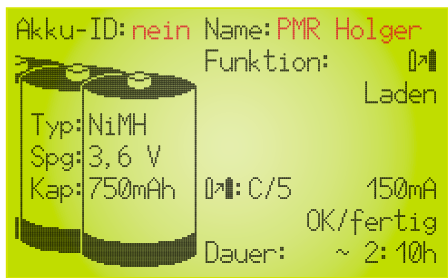


Bild 9: Akku konfigurieren

dargestellte Displayfenster. Der Cursor springt zum Namen, wo mit Hilfe des Drehimpulsgebers ein bereits abgespeicherter Akku aus der Datenbank ausgewählt werden kann. Mit einer kurzen Betätigung der „Menü/OK“-Taste werden die Akkudaten automatisch im Akkusymbol eingetragen und die bei diesem Akku zuletzt genutzten Lade- und Entladestromwerte sowie die zuletzt genutzte Funktion übernommen. Der Cursor springt dann auf Start.

Sofern keine Veränderungen vorgenommen werden sollen, ist einfach mit der „Menü/OK“-Taste die Bearbeitungsfunktion zu starten. Andernfalls wird zuerst mit dem Inkrementalgeber die zu verändernde Position (z. B. Funktion), wie in Abbildung 6 dargestellt, angefahren. Bei den Stromwerten kann mit den Pfeiltasten zusätzlich die zu verändernde Stelle ausgewählt werden.

Natürlich können auch nicht in der Datenbank vorhandene Akkus bearbeitet werden. Anstelle des Akku-Namens erscheint dann ein Fragezeichen. Die Akkunenn-daten und alle weiteren Einstellungen sind dann von Hand zu editieren. Abbildung 7 zeigt das zugehörige Kanalfenster.



Bild 10: Editierfunktionen gesperrt (Schlüsselsymbol)

Menü

Das in Abbildung 8 dargestellte Menü erhalten wir, wenn während der Gesamtübersicht die Taste „Menü/OK“ betätigt wird. Hier stehen dann die Menüpunkte Akku konfigurieren, ALC konfigurieren und Datenlogger zur Verfügung. Zum Verlassen dieses Menüs, ohne dass Änderungen vorgenommen werden, ist einfach mit dem Drehimpulsgeber Abbruch auszuwählen und die Taste „Menü/OK“ erneut zu betätigen.

Akku konfigurieren

In diesem Menü können Akkus, die noch nicht in der Datenbank enthalten sind, neu angelegt werden, oder bei bereits in der Datenbank vorhandenen Akkus sind Einstellungen zu verändern.

Nach dem Aufruf des Menüs erscheint das in Abbildung 9 dargestellte Fenster. Der Cursor befindet sich hinter Akku-ID, wo zwischen „nein“ und einem Fragezeichen gewechselt werden kann.



Bild 11: Funktion „Laden“

„Nein“ bedeutet, dass der zu erfassende Akku über keinen Transponder verfügt, und bei Darstellung des Fragezeichens ist im nächsten Schritt der Transponder zu erfassen. Eine erfolgreiche Identifizierung des Transponders wird vom ALC 9000 dann mit „ja“ bestätigt, und die weitere Editierung des Akkus kann erfolgen.

Bereits in der Datenbank vorhandene Akkus können auch über den Namen gesucht und dann editiert werden.

Die Nutzung des Transpondersystems bringt beim ALC 9000 erhebliche Vorteile, da dadurch auch eine Sperrfunktion realisiert werden kann.

Nur derjenige, der im Besitz des Transponders und somit des Akkus bzw. Akkupacks ist, kann Veränderungen vornehmen. So lange bei der Akkukonfiguration der zugehörige Transponder nicht erfasst wurde, sind alle Editierfunktionen gesperrt (symbolisiert durch das Schlüsselsymbol in Abbildung 10).

Die Editierung beginnt mit der Vergabe eines beliebigen Namens mit max. 12 Zeichen. Danach werden der Akkutyp, die Nennspannung und die Nennkapazität eingetragen. Alsdann kann das gewünschte Bearbeitungsprogramm ausgewählt werden, wobei folgende Funktionen zur Verfügung stehen:

Laden (Abbildung 11)

In dieser Funktion führt das Gerät eine Ladung des angeschlossenen Akkus gemäß der eingestellten Werte durch. Vor Ladebeginn ist keine Entladung erforderlich, trotzdem wird der Akku unabhängig von einer eventuell vorhandenen Restladung auf 100 % seiner tatsächlichen Kapazität aufgeladen. Neue Akkus können dabei zum Teil mehr als die angegebene



Bild 12: Funktion „Entladen“



Bild 13: Funktion „Entladen & Laden“

Nennkapazität speichern, während ältere Akkus diese nicht mehr erreichen.

Nach Eingabe der Akkudaten und Auswahl der Funktion „Laden“ wird der Ladevorgang über „Start“ aktiviert. Solange der angeschlossene Akku geladen wird, leuchtet die zum jeweiligen Kanal gehörende Kontroll-LED. Wenn der Akku bzw. das Akkupack seine maximal speicherbare Kapazität erreicht hat, zeigt das Display „VOLL“, und die grüne Kontroll-LED über den zugehörigen Anschlussbuchsen erlischt.

Nun erfolgt eine zeitlich unbegrenzte Impuls-Erhaltungsladung, um durch Selbstentladung entstehende Ladeverluste wieder auszugleichen. So darf der Akku für unbegrenzte Zeit am eingeschalteten Ladegerät angeschlossen bleiben.

Entladen (Abbildung 12)

In dieser Funktion erfolgt eine Entladung des angeschlossenen Akkus bis zur jeweils zugehörigen Entladeschlussspannung, und die aus dem Akku entnommene Kapazität wird auf dem Grafikdisplay angezeigt.

Entladen/Laden (Abbildung 13)

Zuerst beginnt der Entladevorgang zur Vorentladung des angeschlossenen Akkus. Wenn der Akku die zugehörige Entladeschlussspannung erreicht hat, startet automatisch der Ladevorgang mit dem programmierten Ladestrom. Eine regelmäßige Vorentladung ist bei NC-Akkus zu empfehlen, da dadurch zuverlässig der Memory-Effekt verhindert werden kann.

Den Abschluss des Ladevorganges bildet wieder die Funktion der Impuls-Erhaltungsladung.



Bild 14: Funktion „Kapazitäts-Test“

Kapazitäts-Test (Abbildung 14)

Die Funktion „Kapazitäts-Test“ dient zur Messung der Akkukapazität. Üblicherweise wird die Messung der Akkukapazität unter Nennbedingungen durchgeführt, da die aus einem Akku entnehmbare Energiemenge unter anderem auch vom jeweiligen Entladestrom abhängt. Oft gilt bei NC-Zellen die Kapazitätsangabe bei einem Entladestrom, der 20 % der Nennkapazitätsangabe (C/5) entspricht. Ein 1-Ah-Akku wäre dann z. B. mit einem Strom von 200 mA zu entladen.

Um die Kapazität zu ermitteln, wird der Akku zuerst vollständig aufgeladen. Danach schließt sich die Entladung unter den zuvor eingestellten Nennbedingungen an, bei fortlaufender Messung bis zur Entladeschlussspannung.

Den Abschluss dieser Funktion bildet das Aufladen des Akkus mit automatischem Übergang auf Impuls-Erhaltungsladung.

Auffrischen (Abbildung 15)

Diese Funktion des ALC 9000 ist in erster Linie für schadhafte Akkus vorgesehen.

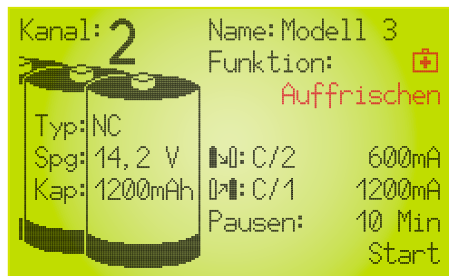


Bild 15: Funktion „Auffrischen“

hen, die nach Durchlaufen dieses Programmes meistens wieder für eine weitere Verwendung zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für tiefentladene und überlagerte Akkus, aber auch Akkus, die einen Zellschluss aufweisen, sind danach häufig wieder zu nutzen.

Zuerst überprüft das Programm, ob eine Akku-Spannung vorhanden ist oder nicht, und beaufschlagt den Akku zuerst mit starken Stromimpulsen. Danach führt das ALC 9000 automatisch drei Lade-/Entladezyklen durch.

Der erste Zyklus wird dabei mit einem Strom durchgeführt, der 10 % der Nennkapazitätsvorgabe entspricht. Da die Ladekurve eines derart vorgeschädigten Akkus oft nicht mehr den typischen Verlauf aufweist, ist beim ersten Ladezyklus die ΔU -Erkennung abgeschaltet. Da nun eine timergesteuerte Ladung erfolgt, ist die richtige Nennkapazitätsvorgabe wichtig.

Die beiden danach folgenden Ladezyklen werden mit den programmierten Lade-/Entladeströmen durchgeführt, wobei die

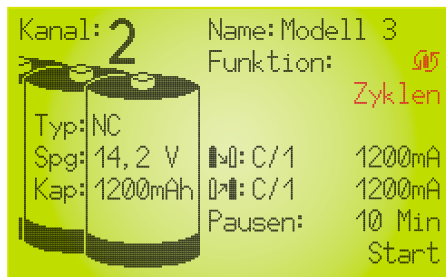


Bild 16: Funktion „Zyklen“

ΔU -Erkennung wieder aktiviert ist.

Nach Beendigung des letzten Ladevorgangs wird der Akku mit der Impuls-Erhaltungsladung ständig im vollgeladenen Zustand gehalten.

Zyklen/Regenerieren (Abbildung 16)

Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, sind meistens nicht in der Lage, die volle Kapazität zur Verfügung zu stellen. Die Funktion „Zyklen“ dient nun in erster Linie zur Behebung von derartigen Akkus. Das Programm führt automatisch so lange den Lade-/Entladezyklus mit dem vorgegebenen Lade- und Entladestrom durch, bis keine Kapazitätssteigerung mehr festzustellen ist. Nach Ablauf des Programms wird die maximale Kapazität auf dem Display angezeigt, und die danach automatisch startende Impuls-Erhaltungsladung gleicht Ladeverluste durch Selbstentladung wieder automatisch aus.

Formieren (Abbildung 17)

Neue Akkus erreichen nicht sofort mit dem ersten Ladezyklus die volle Leistungsfähigkeit.

Daher führt das ALC 9000 eine konfigurierbare Anzahl von Lade-/Entladezyklen durch, um den Akku auf die maximale Kapazität zu bringen. Beim ersten Ladezyklus wird grundsätzlich mit C/2,5 geladen, während die übrigen Zyklen mit dem programmierten Ladestrom durchgeführt werden. Die Entladung erfolgt bei der Formierung immer mit dem programmierten Entladestrom.

Automatik (Abbildung 18)

In der Funktion Automatik kann zur programmierten Funktion in regelmäßi-

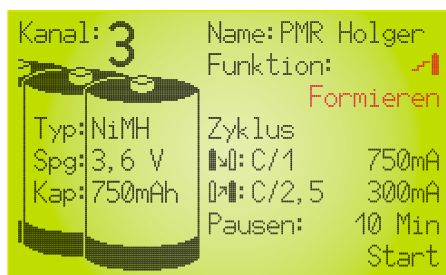


Bild 17: Funktion „Formieren“

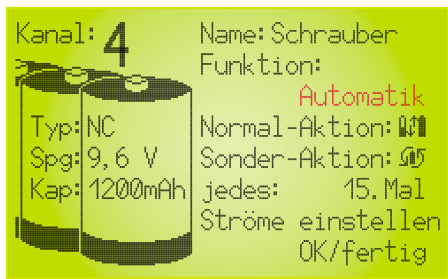


Bild 18: Funktion „Automatik“

gen Abständen (z. B. bei jedem 10. Bearbeitungsvorgang) eine Sonderaktion eingefügt werden. Ist z. B. bei NC-Akkus die Funktion „Laden“ programmiert, kann es sinnvoll sein, in beliebigen Abständen eine zusätzliche Entladung oder die Funktion „Zyklen“ einzufügen.

Stromvorgabe

Die Programmierung des Lade- und Entladestromes erfolgt beim ALC 9000 voneinander unabhängig. Die Vorgabe kann in einem festen Raster in Abhängigkeit von der Akku-Nennkapazität oder manuell erfolgen. Bei der Vorgabe im festen Raster wird mit dem Drehimpulsgeber von C/20 nach C/10 usw. bis zur manuellen Stromvorgabe gewechselt. Während bei den fest vorgegebenen Stromeinstellungen der zugehörige Wert entsprechend der Nennkapazitätsvorgabe angezeigt wird, ist im manuellen Mode eine individuelle Einstellung möglich.

Bei der manuellen Stromvorgabe befindet sich der Cursor an der letzten (rechten) Stelle des Vorgabewertes und mit dem Drehimpulsgeber kann der gewünschte Stromwert eingestellt werden. Zur schnelleren Einstellung besteht zusätzlich mit den Pfeiltasten die Möglichkeit, die zu verändernde Stelle auszuwählen.

Da die Kapazität eines Akkus keine konstante Größe ist, sondern u. a. von der Entladestromstärke abhängt, sind besonders bei der Akku-Kapazitätsmessung definierte Entladeströme erforderlich. Je nach Akkutyp liegen den Kapazitätsangaben unterschiedliche Entladeströme zugrunde. Ein besonders gängiger Wert ist bei der Kapazitätsermittlung eines Blei-Akkus die Entladung mit einem 20-stündigen Entladestrom nach DIN72311.

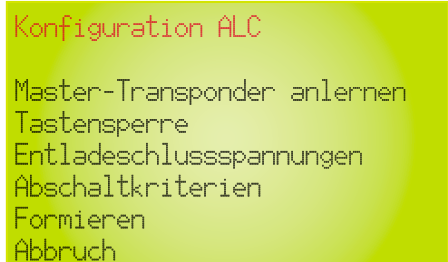


Bild 19: Konfiguration des ALC 9000

C/20: Hierbei wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen (je nach eingestellter Funktion), der, gemessen in Ampere, einem Zwanzigstel seiner Nennkapazität (gemessen in Amperestunden) entspricht. Ein Akku mit einer Kapazität von z. B. 2 Ah würde also mit 100 mA geladen bzw. entladen, ein solcher von 40 Ah mit 2 A. Aufgrund der langen Ladezeit von ca. 30 Std. ist dieser geringe Ladestrom nur bei Akkus mit sehr hoher Kapazität und im Testbetrieb sinnvoll.

C/10: In dieser Stellung wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Zehntel seiner Nennkapazität entspricht. Unter Berücksichtigung eines Ladefaktors von 1,4 ist ein angeschlossener und völlig entladener NC- oder NiMH-Akku dann 14 Std. mit diesem Strom zu laden (bei höheren Strömen geht der Ladefaktor runter, z. B. 1,2). Dieser Ladestrom wird von den meisten Akku-Herstellern auch angegeben, da selbst eine längere Überladung gefahrlos möglich ist, auch wenn dies keinesfalls zur langen Lebensdauer des Energiespeichers beiträgt. Einfache, nur mit einem Vorwiderstand aus-



Bild 20: Entladeschlussspannungen sind in einem sinnvollen Bereich konfigurierbar.

gestattete Ladegeräte liefern in der Regel ebenfalls einen Ladestrom von ca. C/10.

C/5: Ein angeschlossener Akku wird nun mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Fünftel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht. Dieser auch als beschleunigtes Laden bezeichnete Ladestrom verkürzt die Ladezeit eines völlig entladenen Akkus auf rund 7 Std.

C/1: In dieser Stellung, die auch als Schnellladung bezeichnet wird, erfolgt das Auf- oder Entladen des angeschlossenen Akkus in etwas mehr als nur einer Stunde auf ca. 90 bis 95 % der Nennkapazität. Der Akku wird hierbei mit einem Strom beaufschlagt, der dem Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht. Im Anschluss hieran erfolgt eine Übergangsladung bis auf 100 % Akkukapazität. Nahezu alle handelsüblichen NC- und NiMH-Akkus sind heute schnellladefähig.

Super-schnell: Im Super-schnell-Lademodus wird ein angeschlossener Akku

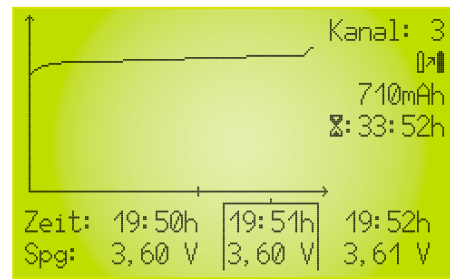


Bild 21: Ladekurve eines Akkus mit 3 Zellen auf dem Grafikdisplay

maximal mit einem Strom beaufschlagt, der dem 4fachen Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht. In diesem Betriebsmode dürfen nur schnellladefähige Akkus eingesetzt werden. Die Ladung eines 500-mAh-NC-Akkus erfolgt im Super-schnell-Lademodus mit einem Ladestrom von 2 A. Nach ca. 15 Minuten hat der Akku bereits den größten Teil der zugeführten Energie gespeichert. Durch eine anschließende Übergangsladung wird der Akku dann auf 100 % Kapazität gebracht.

Aus Sicherheitsgründen ist der Super-schnell-Lademodus nur mit externem angeschlossenen Temperatursensor aktivierbar. Ein guter thermischer Kontakt zwischen Akku-Gehäuse und Sensor ist unbedingt sicherzustellen.

ALC konfigurieren

Im Konfigurationsmenü des ALC 9000 sind verschiedene, seltener benötigte Einstellungen veränderbar (Abbildung 19). Des Weiteren kann ein Master-Transponder angelegt werden, mit dem im Notfall ein Zugriff auf alle Funktionen des ALC 9000 erfolgen kann. So können z. B. verloren gegangene Transponder aus der Datenbank gelöscht werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, eine Tastatursperre zu aktivieren, um beispielsweise zu verhindern, dass versehentlich Ladeparameter verändert werden.

Für die verschiedenen Akkutypen sind z. B. die Entladeschlussspannungen in einem sinnvollen Bereich einstellbar (Abbildung 20). Des Weiteren können die Abschaltkriterien für einzelne Akkus bzw. Akkupacks individuell vorgegeben werden.

Die Anzahl der Zyklen in der Funktion „Formieren“ ist hier ebenfalls einstellbar.

Datenlogger

Ein besonderes Feature des ALC 9000 ist die Möglichkeit, Lade-/Entladekurvenverläufe direkt auf dem Grafikdisplay darzustellen (Abbildung 21).

Mit der Beschreibung der Datenlogger-Funktionen, der USB-Schnittstelle und der Schaltungstechnik wird der zweite Teil des Artikels im „ELVjournal“ 1/2004 fortgesetzt.



Schwerpunkt-Projekte

ALC 9000, Teil 2



Das Profi-Akkuladegerät ALC 9000 zeichnet sich durch 6 Ladekanäle, umfangreiche Funktionen und einfache Bedienung aus. Im zweiten Teil der Artikelserie widmen wir uns der Datenlogger-Funktion, mit der Lade- und Entladeverläufe von Akkus analysiert werden können, sowie der USB-Schnittstelle und dem Blockschaltbild dieses neuen Gerätes.

GameBoy-Datenlogger GBD 1

Der Nintendo GameBoy eignet sich nicht nur als Zeitvertreib für Kinder, sondern ist auch ein vielfältig nutzbares Mikrocontroller-Komplettsystem. Sein Grafikdisplay, der eingebaute Lautsprecher und die Tasten bilden eine sinnvolle Grundlage für den Einsatz als Messgerät. So lässt sich mit einem sehr geringen Hardwareaufwand ein Datenlogger realisieren, der wahlweise eine Spannung oder

eine Temperatur aufzeichnet und den Verlauf grafisch darstellt.

Digitaler Sound-Recorder

Mit Hilfe des als Experimentierplatine aufgebauten Recorders können Audiodaten über ein Mikrophon digital aufgezeichnet, dauerhaft in einem FLASH-Speicher gespeichert und beliebig oft wiedergegeben werden. Diese Schaltung kann einfach in eigene Anwendungen eingebunden werden.

Handy-Alarmmelder

Der Handy-Alarmmelder besitzt vier Eingangskreise, an die jeweils ein Öffner- oder Schließkontakt anschließbar sind. Beim Auslösen eines dieser Kontakte wird eine diesem zugeordnete SMS versendet. Dies kann über ein Siemens-Handy der 35er-, 42er-, 45er- oder 50er-Serien erfolgen, das mit einem Datenkabel an den Alarmmelder angeschlossen wird. Die Inhalte und Zielrufnummern der SMS sind vom Benutzer frei wählbar. Auf diese Weise lässt sich das Gerät sehr flexibel einsetzen, z. B. als Erweiterung zu einer bestehenden Alarmanlage oder zur Benachrichtigung beim Auslösen von Temperatur- oder Feuchtigkeitssensoren usw.

Modellbau-Telemetriesystem, Teil 2

Durch die Kontrolle von Flughöhe, verschiedener Temperaturen und einer Akkuspannung im Flugmodell gibt das neue Modellbau-Telemetriesystem jedem Flugmodell-Piloten eine zusätzliche Sicherheit beim Steuern seines Modells.

Nach dem Vorstellen von Funktionen und Bedienung im ersten Teil beschreibt der zweite Teil die Schaltungen und den Nachbau der beiden Geräte.



Mini-Schaltungen

Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5

Zur besseren Kontrolle von Flugmodellen bietet das MFB 5 die Möglichkeit, LEDs als Positionslichter fern anzusteuern. Neben 2 blinkenden LEDs als Positionslichter können eine LED als Blinklicht am Heck, ein rundum sichtbares, superhelles weißes Licht sowie Landeleuchten angesteuert werden. Außerdem sind über die Licht-Funktionen 2 Akkuspannungen überwachbar.

Regensensor FS20 SR

Der wettergeschützte Regensensor FS20 SR ist eine weitere Komponente der FS20-Serie. Er sendet bei detektierten Regen auf zwei unabhängigen Kanälen die eingestellten FS20-Befehle aus, um beispielsweise eine ausgefahrene Markise einzufahren. Weitere Anwendungsfälle wären das Schließen von Dachluken oder das Einschalten einer Lampe, die signalisiert, dass es draußen regnet. Zur schnelleren Abtrocknung der Sensorfläche und zur Unterdrückung von Fehlauflösungen, beispielsweise durch Nebel, ist

der FS20 SR mit einer Sensor-Heizung ausgestattet.

Lichtwellenleiter-Kabeltester

Die Übertragung großer Datenmengen per Lichtwellenleiter (LWL) ist im professionellen Bereich seit langer Zeit Standard. Aufgrund der immer schneller werdenden Datenetze und immer größeren Datenmengen wird diese Technik auch vermehrt im Home- und Small-Office-Bereich eingesetzt. Da in solchen Netzen die Leitungsüberprüfung mit einfacher, konventioneller Messtechnik nicht mehr durchführbar ist, kommt beim Test und bei der Fehlersuche ein spezieller LWL-Kabeltester wie der hier vorgestellte zum Einsatz.

4-Kanal-HF-Schaltsignalübertragung mit Sicherheitscode

Mit der hier vorgestellten Kombination aus Sender und Empfänger lassen sich bis zu vier digitale Schaltsignale per Funk im 868-MHz-Bereich über bis zu 100 m übertragen.

Info-Serien

So funktioniert's: Digitale Modellbahntechnik

Will man heute seine Modellbahn effizient und vorbildgetreu steuern, kommt man um digitale Steuerungssysteme nicht mehr herum. Wir besprechen die gängigen Digital-Systeme und stellen zahlreiche Einsatzbeispiele für Decoder, Schaltmodule, Weichensteuerungen usw. vor.

Oszi, Zähler, Analyzer in der Hand - mobile Messtechnik für Labor und Hobby

Ein modernes Handheld-Messgerät kann heute einen ganzen Messgerätepark ersetzen. Gleichzeitig kommen neue Generationen von vielfältig einsetzbaren Kompaktmessgeräten auf den Markt. Wir zeigen in einem Überblick die Möglichkeiten dieser Technik.

Kompakt und schick - PC-Barebones

PC-Kompaktsysteme - auch Mini-PCs und Barebones genannt - erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, passen sogar mit ihrer eleganten Optik ins Wohnzimmer und können dort Hi-Fi-Anlage, DVD-Player/-Recorder, Sat-Receiver und Videorecorder Konkurrenz machen. Wir betrachten das Thema anhand eines Beispielsystems, zeigen den kompletten Aufbau und die Nutzung als Multimedia-Plattform.



PC-Technik

Segmentanzeigen-Rechner

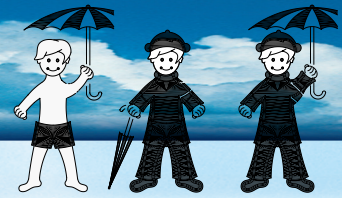
Bei der Verwendung von Segmentanzeigen, seien es 7-, 14- oder 16-Segmentanzeigen, tritt immer wieder das Problem auf, mit welchem Datenbyte das gewünschte Zeichen angezeigt wird. Der Segmentanzeigen-Rechner bietet sich als komfortable Hilfe zur Lösung dieses Problems an. Dieser gibt zu den eingestellten Segmenten das zugehörige Binär- oder Hex-Muster aus. Weiterhin lassen sich über ein Konfigurationsmenü der verwendete Segmentanzeigen-Typ auswählen und die Anschlussreihenfolge an den jeweiligen Mikrocontroller festlegen.

USB-DA-Wandler UDA 7

Mit dem in diesem Heft vorgestellten USB-AD-Wandler (UAD 8) lassen sich analoge Spannungen in digitale Werte umsetzen. Der USB-DA-Wandler UDA 7 stellt das Gegenstück hierzu dar.

Mit ihm werden vom PC eingestellte digitale Werte in analoge Spannungen umgesetzt. Die UDA-7-Hardware wird über eine USB-Schnittstelle mit dem PC verbunden. Weiterhin beinhaltet der DA-Wandler sieben DA-Wandler-Ausgänge, an denen sich analoge Spannungen im Bereich von 0 bis 5 V einstellen lassen.

WS 300 Funk-Wetterstation



Willi präsentiert Ihnen das Wetter

Wettervorhersage war gestern – jetzt kommt Willi. Edles Design, innovative Sensortechnik und die Wettervorhersage über das Wettermännchen „Willi“ sind nur einige Merkmale der neuen Funk-Wetterstation von ELV. Sie zeigt nicht nur die aktuellen Wetterdaten an, sie errechnet auch die Wettervorhersage für die nähere Umgebung und registriert Windgeschwindigkeiten sowie Regenmengen. Darüber hinaus informiert sie über weitere interessante Daten wie die aktuelle Mondphase, Sonnenauf- und -untergangszeiten, die Wettertendenz, das Raumklima usw. Wenn man aber ganz schnell wissen will, wie das Wetter denn nun wird, muss man sich nur den Bekleidungsstatus des Wettermännchens „Willi“ ansehen. Ob in Badeshorts oder mit Schal und Regenschirm, „Willi“ zeigt Ihnen in über 50 Variationen immer die korrekte Kleidung für das Wetter vor Ihrer Haustür. Sobald es regnet und der Sensor diesen Regen erfasst, zeigt es Ihnen Willi durch den geöffneten Regenschirm, ohne dass Sie nach draußen sehen müssen.

Der neuartige Kombi-Sensor mit Steckmast lässt sich, ohne Kabel zu verlegen und Löcher bohren zu müssen, an jedem beliebigen Ort in einer Entfernung von bis zu 100 m zur Basisstation aufstellen. An bis zu 8 weiteren Orten lassen sich die Temperaturen und relativen Luftfeuchten durch den Sensor ASH 2200 erfassen und kabellos per Funk durch störungsarme 868-MHz-Technik zur Wetterstation senden.

Einzigartiges Konzept – fantastischer Preis

WS 300

ab **149,95**

36-561-96
inkl. Funksensor KS 300
und Batterien

WETTER-WILLI



KS 300

Kombi-Sensor mit Q4-1 Technik
Profi-Sensor mit geschütztem Temperatur-Luftfeuchte-Sensor, kugelgelagertem Schalenkreuz-Anemometer und Regenmengen-Messsystem mit Sofort-Meldung bei den ersten Regentropfen. Anbringung auf 2-m-Steckmast mit Erdspitze. Werkzeugloser Batteriewechsel.

ASH 2200

Temperatur-/
Feuchte-Außen-
sensor

ab **24,95**
36-429-93



Wettervorhersage

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



www.willi.elv.de

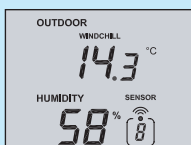
Die Features der WS 300 im Überblick

- Funkübertragung:** 868-MHz-Funkübertragung zur Ankopplung aller Sensoren
- Temperatur:** bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Temperaturwerte werden gleichzeitig angezeigt 1 x Innen- und 1 x wählbare Außentemperatur, Auflösung 0,1 °C, Genauigkeit ±0,8 °C, Anzeigeeinheit: °C, Taupunkt- (innen) bzw. Windchill-Anzeige (innen/außen), Komfortzonen-indikator für Innenanzeige
- Relative Luftfeuchte:** bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Feuchtwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 1 %, Genauigkeit ±5 %
- Luftdrucktendenz:** Anzeige durch fünf Pfeile, steigend, stark steigend, fallend, stark fallend, gleich bleibend
- Luftdruckentwicklung:** Anzeige durch Balkendiagramm, bis 24 h zurückverfolgbar
- Regenmenge:** Messbereich 0 bis 999 mm, Anzeige gesamt seit letztem Reset, letzte 24 h

- oder 1 h, Anzeige in mm, l/m², Auflösung <0,3 mm
- Windgeschwindigkeit:** Anzeige wahlweise in km/h, m/s, Auflösung 0,1 km/h, Windsack-Symbol für leichten, mäßigen und starken Wind
- Sonnenaufgang/-untergang:** Anzeige auf individuellen Standort einstellbar
- Mondphase:** Anzeige der aktuellen Mondphase in sechs Stufen
- Zeit/Datum:** Quarzuhr
- Wettervorhersage:** durch Wettersymbole: Sonne, heiter, bewölkt, Regen oder Bekleidungsstatus des Wetter-Willis
- Umfangreiche Speichermöglichkeiten:** Min./Max.-Werte mit Zeit und Datum
- Netzunabhängig:** Basisstation 4 Mignonzellen, Sensor 3 Mignonzellen, Batteriebensdauer >3 Jahre (Station und Sensor)
- Gehäuseabmessungen (B x H x T):** 160 x 220 x 35 mm (ohne Fuß)



Innen-Temperatur und Innen-Luftfeuchte



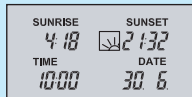
Außentemperatur und Außen-Luftfeuchte



Luftdruck-Verlauf, Luftdruck-Tendenz



Mondphasenanzeige



Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zeit & Datum



Regenmenge mit Anzeige beginnenden Regens



Windgeschwindigkeit

All-in-one-Handheld WENS 700 S

5 Messgeräte in einem handlichen Gehäuse:
Oszilloskop, True-RMS-Multimeter, Frequenzzähler, Funktionsgenerator und Logik-Analyzer.

Mit seinen kompakten Abmessungen und seiner Funktionalität schließt dieses Gerät die Lücke zwischen dem normalen Multimeter und einem tragbaren Multifunktionsoszilloskop.

Multimeter
 True-RMS-Multimeter mit automatischer Messbereichswahl, 3,75-stelliger Anzeige (4.000), zusätzlicher Bargraph-Anzeige sowie Min-/Max- und Durchschnittswertfassung inklusive den zugehörigen Ereigniszeiten. Die ermittelten Daten können als grafische Verlaufsanzeige dargestellt werden.

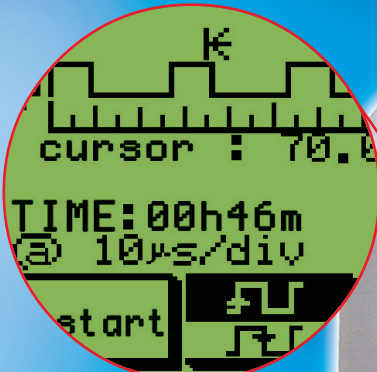
Oszilloskop
 Einkanal-Oszilloskop bis 5 MHz. Mittels einer Cursorsteuerung sind auf dem Messgerätedisplay umfangreiche Auswertungen mit direkter numerischer Anzeige möglich, so ΔV , ΔT , $\Delta T/1$.

Logik-Analyzer
 Der Logik-Analyzer erfasst auf einem Kanal ein Logiksignal, stellt es grafisch dar und dazu die Messwerte des Signals wie Spannungshöhe und Frequenz.

Frequenzzähler
 8-stelliger Frequenzzähler für den Bereich von 1 Hz bis 1,3 GHz. Neben dem eigentlichen Messwert werden alle relevanten Zusatzdaten der laufenden Messung sowie alle Einstellungen des Gerätes, wie z. B. Torzeit, gleichzeitig im Display angezeigt.

Funktionsgenerator
 Wahlweise Ausgabe von Sinus-, Dreieck- oder Rechtecksignalen im Frequenzbereich zwischen 2 Hz und 1 MHz. Die Signalamplitude ist wie das Tastverhältnis wählbar.

RS 232-Schnittstelle
 Für die externe Auswertung von Messergebnissen verfügt das Gerät über einen RS-232-Port. Hier kann die Datenausgabe entweder direkt auf einen Thermoprinter oder zu einem PC erfolgen.



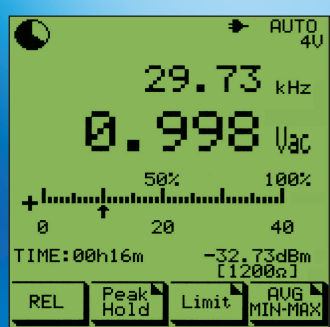
Logik-Analyzer

5 in 1

- 5-MHz-Oszilloskop
- True-RMS-Multimeter
- 1,3-GHz-Frequenzzähler
- 1-MHz-Funktionsgenerator
- Logik-Analyzer



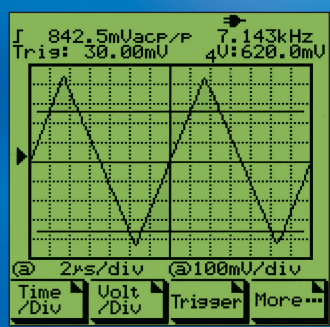
€449,-
 36-544-67



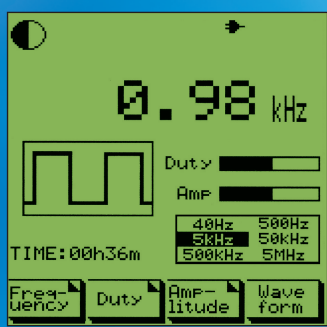
Multimeter



Frequenzzähler



Oszilloskop



Funktionsgenerator

- Lieferumfang:**
 WENS 700 S inkl. Lade-/Netzteil, Messleitungen, Holster und Handbuch.
- | | |
|---|--------------------------|
| WENS 700 S
36-544-67 | €449,- |
| Passender Akkupack
36-546-96 | €24,⁹⁵ |
| Temperaturadapter mit K-Type-Messfühler (-50 bis +250 °C)
36-546-97 | €24,⁹⁵ |
| Exklusive Ledertragetasche
36-546-98 | €24,⁹⁵ |
| Oszilloskop Probe 1:1 inkl. BNC-Adapter
36-546-99 | €24,⁹⁵ |



Auswertesoftware mit Schnittstellenkabel
 36-547-00 **€11,⁹⁵**

Technische Daten: WENS 700 S

<p>Oszilloskop</p> <ul style="list-style-type: none"> • Y-Ablenkung: 10 mV/DIV bis 200 V/DIV, 14 DIV • Bandbreite: DC-5 MHz (-3 dB) • Auflösung: 8 Bit • Signalkopplung: AC, DC • Eingangsimpedanz: 1 MΩ • Abtastrate: 25 MS/s • Anstiegszeit: <15 ns • X-Ablenkung: 125 ns/DIV bis 2 s/DIV • Triggerung: Auto/Normal • Cursors: ΔV, ΔT, $\Delta T/1$ • Darstellungslänge (Single Shot): 256 Punkte • Sonstiges: Autoset, 1:1-Tastkopf, Cursorsteuerung <p>Logikanalyser</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kanal • Logik: TTL • Messmethode: asynchron • Zeitbasis: 10 μs/DIV bis 2 s/DIV • Sonstiges: Triggerflanke wählbar, Cursorsteuerung <p>Digitalmultimeter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anzeige: 3 3/4-stellig, 40-Segment-Bargraph • Eingangswiderstand: 10 MΩ • Gleichspannung: 400 mV/4/40/400/1000 V; 0,3%* • Wechselspannung: 400 mV/4/40/400/700 V; 0,75%*, echteffektiv • Gleichstrom: 400 mA/20 A; 1,2%* • Wechselstrom: 400 mA/20 A; 1,2%*, echteffektiv • Widerstand: 400 Ω/4/40/400 kΩ/4/40 MΩ; 0,5% • Kapazität: 40/400 nF/4/40/100 μF; 2,0% • Frequenz: 1 Hz - 5 MHz; 0,1% • dBm bei variablem Bezug: 2/4/8/16/50/75/93/110/125/135/ 	<ul style="list-style-type: none"> 150/300/600/900/1000/1200 Ω • Sonstiges: Durchgangs- und Diodentest, Min-/Max- und Durchschnittswert mit Zeiterfassung, Temperaturmessung mit externem Adapter (-50 bis +250 °C). <p>Frequenzzähler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frequenzbereich: 1 Hz bis 1,3 GHz • Anzeigenumfang: max. 8 Digit • Periodenmessung: 5 Hz bis 100 MHz • Torzeit: 0,1/1/10 s • Empfindlichkeit: 100 mV_{ss} <p>Funktionsgenerator</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signalformen: Dreieck, Sinus, Rechteck • Frequenzbereich: 2 Hz bis 1 MHz • Ausgangsimpedanz: 600 Ω • Amplitude: 2 bis 10 V_{ss} (einstellbar) • Tastverhältnis: 25 bis 75% (einstellbar). <p>Allgemeine Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Holdfunktion • Kommunikation: RS-232-Schnittstelle • Display: LCD, grafisch, hintergrundbeleuchtet, 63 x 63 mm, 160 x 160 Pixel • Spannungsversorgung: 6 x AA-Batterien, 6 x NiCd-Akkus, Akkupack NiCd oder externes Netzteil • Abm. (B x H x T)/Gewicht: 107 x 220 x 55 mm, 800 g <p>* Grundgenauigkeit</p>
---	--