

**Schwerpunkt:  
Kommunikation**

G3078 E

Februar 2011

(D) € 7,40 • CHF 14,30 • (A, B, L) € 8,20

**+ High-Speed Morsetaste(n)**

# elektor



**TimeClick  
Programmierbare  
Kamerasteuerung**

**Navigieren  
ohne GPS  
Ortsbestimmung  
mit WLAN und ZigBee**



**Lichtwecker  
Programmierter Sonnenaufgang**

**+ Mini-Webserver mit BASCOM**  
Messen, Steuern, Regeln aus der Ferne

**+ Telefon/VoIP-Adapter**  
Mit PIC-Controller und Linux-Software

Personal Download for Altermatt I © Elektor



4 198630 307401



## LPC11C2x CAN MCU Series

Industry's first integrated CAN microcontroller and transceiver with CANOpen® Drivers.

- ▶ Features high-speed CAN transceiver and 32-bit LPC1100 MCU
- ▶ Higher code density powered by Cortex-M0
- ▶ Superior performance than 8/16-bit microcontrollers
- ▶ Enable development of a wide range of industrial networking applications

[www.nxp.com/microcontrollers](http://www.nxp.com/microcontrollers)

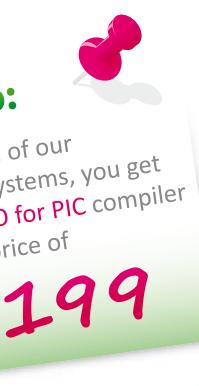


# Writing your project with mikroC PRO for PIC is a piece of cake

## Useful tip:

If you buy some of our development systems, you get the **mikroC PRO for PIC** compiler at a discount price of

**\$199**



**\$249**



```
sbit GLCD_D7 at RD15_bit ;  
sbit GLCD_D6 at RD14_bit ;  
sbit GLCD_D5 at RD13_bit ;  
sbit GLCD_D4 at RD12_bit ;  
sbit GLCD_D3 at RD11_bit ;  
sbit GLCD_D2 at RD10_bit ;  
sbit GLCD_D1 at RD9_bit ;  
sbit GLCD_D0 at RD8_bit ;  
sbit
```



## Ingredients:

- 1 x Intuitive IDE
  - 1 x Powerful ANSI C compiler
  - 11 x Software Tools
  - 28 x Hardware Libraries
  - 12 x Software Libraries
  - 1 x Comprehensive Help file
  - 139 x Ready To Use Examples

## Preparation:

Get **mikroC PRO for PIC**. Open existing example you wish to start your project with. Include additional libraries and add custom code. Use **Free Product Lifetime Tech Support** as much as you need. Compile the project. Pour the generated HEX file into the desired microcontroller on **EasyPIC6 board** and enjoy!



OLS | COMPILERS | BOOKS  
Personal Download for Altermatt | © Elektor  
...making it simple

**GET IT NOW**  
[www.mikroe.com](http://www.mikroe.com)

## Kommunikation

Wir haben ein Telefonnetz, Mobilfunknetze, Sendernetze für Rundfunk und Fernsehen und oben drüber noch TV- und Kommunikationssatelliten. Das alles ist historisch gewachsen und spiegelt die technische Entwicklung wieder, wobei so einiges wie zum Beispiel der AM- und FM-Rundfunk und das analoge Telefon technisch gesehen schon fast so überholt ist wie das Funken mit Morsezeichen (das in einem Artikel in dieser Ausgabe immerhin mit moderner Elektronik unterstützt wird). Das Nebeneinander von unterschiedlich alten Kommunikationstechnologien bietet zwar einige Vorteile, aber wir könnten auch mit nur zwei digitalen Netzwerken auskommen: Einem flächendeckenden digitalen Festnetz und einem ebensolchen Funknetz, und es gibt eigentlich keine Anwendung, die man damit nicht abdecken könnte – ausreichende Bandbreiten und Kapazitäten vorausgesetzt.

Ein gut ausgebautes Datennetz ist schon vorhanden – es ist die Voraussetzung für das Internet. Der Treppenwitz der (Technik-)Geschichte besteht aber darin, dass die meisten von uns ihren Zugang zu diesem phantastischen Netzwerk über zwei dünne Drähtchen erhalten, die vor vielen Jahren (oder Jahrzehnten) fürs analoge Telefon verlegt wurden. Es grenzt zwar an ein technisches Wunder, dass über diese ursprünglich für 4 kHz Bandbreite ausgelegten Zweidrahtleitungen mittlerweile bis zu 100 Mbit/s übertragen werden können, in der Praxis ist es aber immer noch die Schmalspur-Auffahrt auf die Datenautobahn, die „schnellere“ Anwendungen wie zum Beispiel HDTV häufig ausbremst. Es fehlt an moderner (Glasfaser-)Technik auf den letzten Metern – und an der Bereitschaft, dafür zu bezahlen.

Der Traum vom flächendeckenden WLAN (eigentlich WWAN = wireless wide area network) scheint noch weiter in der Zukunft zu liegen, auch wenn die Attraktivität eines „Überall-Internets“ stetig zunimmt und UMTS bereits an seine Grenzen stößt. Ein schöner Traum ist es trotzdem – damit könnte man wirklich alles und jedes vernetzen. Und wenn Sie dereinst keinen analogen Telefonanschluss mehr haben sollten, können Sie mit Ihren Analog-Telefonen auch über das Internet telefonieren – siehe Seite 38 in dieser Ausgabe.

Ernst Krempelsauer

### 6 Impressum

Who is who bei Elektor

### 8 Mailbox

Briefe, E-Mails und Ideen

### 10 News

Neuheiten, Nachrichten und Termine

### 14 TimeClick

Die programmierbare Verschlusssteuerung für digitale Spiegelreflexkameras.

### 19 Leserprojekt: Letter Shaking Device

Ein echter Hingucker ist das LSD (Letter Shaking Device). Eine LED-Zeile wird zeitlich so gesteuert, dass durch die Schüttelbewegung eine Laufschrift entsteht.

### 22 OSI von ISO

Für die Kommunikation zwischen Computern und anderen Geräten werden die Aufgaben entsprechend dem OSI-Schichtenmodell der ISO unterteilt.

### 24 Mini-Webserver mit BASCOM-AVR

Dieser Embedded Webserver kombiniert ein Ethernet-Interface-Modul mit dem Minimod18.

### 30 SMS-Automat mit Uralt-PC und Linux

Statt auf dem Schrott zu landen, bilden Handy und PC zusammen ein nützliches SMS-Gateway!

### 36 Die eigene USB-ID

Eine USB-ID kostet richtig Geld. Für Prototypen und Kleinserien gibt es aber IDs, die nichts oder fast nichts kosten.

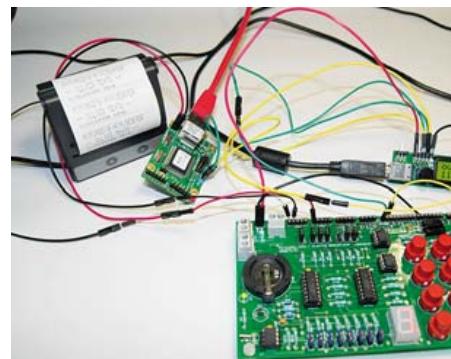
### 38 Telefon/VoIP-Adapter mit Linux

Bei diesem Projekt geht es um ein USB-Interface für die VoIP-Telefonie mit einem analogen Telefon.

### 43 Labcenter

Designtipps für Messverstärker

Hier kommt der Bus (2)



# INHALT

42. Jahrgang  
Februar 2011  
Nr. 482

## 14 TimeClick

### Programmierbare Kamerasteuerung

TimeClick steuert digitale Spiegelreflexkameras kabelgebunden nach programmierbarem Schema. Fotos können in festen oder zufälligen Intervallen geschossen werden, das Auslösen der Kamera ist auch über Sensoren möglich. Das Einsatzfeld reicht von der aktuellen HDR-Fotografie bis zu akustisch gesteuerten Aufnahmen für wissenschaftliche Zwecke. TimeClick bietet auch beliebig lange Belichtungszeiten, Spiegelverriegelung, Lichtwertanpassung und das Speichern von Voreinstellungen.

## 24 Mini-Webserver mit BASCOM-AVR

### Minimod18 zu Ihren Diensten!

Aus der Ferne drucken, ein Sieben-Segment-Display ansteuern, die Logikpegel diverser Eingänge abfragen, digitale Ausgänge ansteuern, analoge Werte messen, eine Einkaufsliste für den Supermarkt erstellen oder Ihrem Partner etwas Nettes schreiben. All diese Aktivitäten haben einen gemeinsamen Nenner: ein Ethernet/Seriell-Interface! In diesem Artikel wird das bekannte Minimod18 mit Hilfe eines solchen Moduls mit einem Netzwerkanschluss versehen, über den es von überall auf der Welt erreichbar ist.

## 38 Telefon/VoIP-Adapter mit Linux

### Kochrezept: Etwas PIC, SLIC, Asterisk, Linux, FXS = keine Telefonkosten!

Wie kann man mit einem analogen Telefon ohne analogen Telefonanschluss kostenlos telefonieren? Die Antwort lautet: Mit einem USB-Interface, das Ihr gutes altes Telefon mit dem PC oder dem Notebook verbindet. Die Hardware besteht aus einer kompakten Platine mit einem PIC-Mikrocontroller, und als Software auf dem PC kommt das bekannte Asterisk unter Linux für VoIP zum Einsatz.

## 48 Wecken mit Licht

### Der programmierte Sonnenaufgang

In der Natur steuert das Tageslicht unsere innere Uhr. Der mit einem Mikrocontroller bestückte Lichtwecker imitiert mit Hilfe eines Triac-Dimmers und einer bereits vorhandenen Lampe einen Sonnenaufgang, um uns auf natürliche Weise sanft mit Licht zu wecken. Das umfangreiche Programm dürfte die meisten Anwendungsfälle abdecken. Da der Quellcode zur Verfügung steht, können Sie die Software aber auch nach Herzenslust an Ihre besonderen Weckbedürfnisse anpassen.

## 48 Wecken mit Licht

Der programmierte Sonnenaufgang – mit DCF77-Modul, ATmega168, Triac-Dimmer und freier Software.

## 53 Workshop: Vakuumbelichtung

So verbessern Sie die Qualität Ihrer selbst gemachten Platinen.

## 56 Navigieren ohne GPS

GPS funktioniert nicht immer. Glücklicherweise gibt es Alternativen.

## 62 Mini-Projekt: GPS-Außenantenne

Schluss mit schlechtem Empfang im Auto. Abhilfe schafft eine aktive Außenantenne zusammen mit dieser kleinen Schaltung, die gleichzeitig als Akkulader dienen kann.

## 64 Ultimative Morsetaste(n)

Diese Schaltung sorgt für das richtige Timing der Morsezeichen und ist mit dem „Ultimatic-Mode“ kompatibel.

## 71 Entwicklungstipp

Vom Mikrofon- zum Lineeingang

## 72 MIAC-gesteuerte Fußbodenheizung

Der MIAC (Matrix Industrial Automotive Controller) zeichnet sich durch Industriequalität, viele Features und einfache Programmierung aus. Die vorgestellte Anwendung ist an beliebige Heizleistungen und andere Parameter adaptierbar.

## 74 Review: WiFi mit Rabbit RCM5600W

Wi-Fi-Entwicklungs-Kit mit einem Z80-basierten Mikrocontroller von Rabbit.

## 76 Retronik

Elektronik-Ingenieur & Rechenschieber

## 78 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

## 80 Elektor-Shop

Bücher, CDs, DVDs, Bausätze & Module

## 84 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

Eine multimediale und interaktive Plattform für jeden Elektroniker - das bietet Elektor International Media. Ob Anfänger oder Fortgeschritten, ob Student oder Professor, ob engagierter Profi oder leidenschaftlicher Hobbyist: Hier finden Sie wertvolle Informationen, Inspiration für die eigenen Entwicklungen, Unterstützung bei der Ausbildung und nicht zuletzt eine gute Portion Unterhaltung. Gedruckt und im Web. Analog und digital. In Theorie und Praxis.



The collage features several issues of Elektor magazine. One prominent cover on the left is for February 2011, with a yellow 'Schwerpunkt: Kommunikation' banner, a Canon camera, and text about TimeClick programmable camera control, navigating without GPS using WLAN and ZigBee, a solar-powered light, and a mini-webserver with BASCOM. Below this are three smaller magazine covers: one for the 50th anniversary, one for the Embedded Guide 2010, and one for a special issue on PCB prototyping. To the right of the magazines is a 3D rendering of a globe with the outlines of continents. Overlaid on the globe are the national flags of the United Kingdom, the Netherlands, Germany, France, the United States, and Spain.

ANALOG • DIGITAL  
EMBEDDED • MIKROCONTROLLER  
AUDIO • MESSTECHNIK

#### IMPRESSUM

42. Jahrgang, Nr. 482 Februar 2010

Erscheinungsweise: 11 x jährlich (inkl. Doppelheft Juli/August)

Elektor möchte Menschen anregen, sich die Elektronik zu Eigen zu machen – durch die Präsentation von Projekten und das Aufzeigen von Entwicklungen in der Elektronik und technischen Informatik.

Elektor erscheint auch in Englisch, Französisch, Niederländisch, Spanisch und weiteren Sprachen. ELEKTOR ist in über 50 Ländern erhältlich.

#### Verlag

Elektor-Verlag GmbH - Süsterfeldstraße 25, 52072 Aachen  
Tel. 02 41/88 909-0 - Fax 02 41/88 909-77

Technische Fragen bitten wir per E-Mail an [redaktion@elektor.de](mailto:redaktion@elektor.de) zu richten.

Internationale Chefredaktion **Wisse Hettinga**

Redaktion Elektor Deutschland

**Ernst Krempelsauer** (Chefredakteur, v.i.S.d.P.)  
**Jens Nickel**  
(E-Mail: [redaktion@elektor.de](mailto:redaktion@elektor.de))

#### Internationale Redaktion

**Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Eduardo Corral, Clemens Valens**

Redaktionssekretariat **Hedwig Hennekens**

Labor/Technische Redaktion  
**Christian Vossen (Ltg.), Ton Giesberts, Luc Lemmens, Jan Visser**

Grafische Gestaltung und Layout  
**Giel Dols, Mart Schrojen**

# 3-tägiges Fachseminar C-Programmierung für Mikrocontroller

 Von den Autoren/Entwicklern des Elektor-µC-Fernlehrgangs

NEU!

Die Beschäftigung mit Mikrocontrollern ist sehr reizvoll und vielseitig, teilt sie sich doch in zwei große Gebiete der Elektrotechnik auf: zum einen ist da die Hardware-Seite, die sich mit der Konzeption und der Entwicklung kompletter Systeme auseinandersetzt. Auf der anderen Seite ist die Hardware aber nicht funktionsfähig ohne die zugehörige Betriebsssoftware für den Controller. Beide Entwicklungsgebiete sind also aufs Engste und unzertrennbar miteinander verzahnt.

In diesem 3-tägigen Seminar lernen Sie nun verschiedene Facetten der Softwareerstellung für Mikrocontroller kennen.

Wir stützen uns dabei auf ein modernes Mikrocontroller-System mit dem leistungsfähigen AT89C51CC03 (8051er-Familie) der Firma Atmel ab und erläutern Schritt für Schritt, von Anfang an, die Softwareentwicklung in der international gebräuchlichen Programmiersprache C. Eine einfach zu handhabende integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) zur Erstellung und zum Austesten von C-Programmen bildet die Software-Basis des Seminars.

Praxisgerechte Beispiele, die von den Teilnehmern während des Seminars programmiert und ausgetestet werden, vertiefen sofort das Erlernte und bieten vielfältige Möglichkeiten für eigene Weiterentwicklungen. Da C weitgehend genormt ist, lässt sich ein Transfer unserer Ergebnisse auch sehr einfach auf andere Mikrocontroller-Familien und andere C-Entwicklungsumgebungen durchführen.

## Die Referenten:

Prof. Dr.-Ing. Bernd vom Berg und Dipl.-Ing. Peter Groppe von der Technischen Fachhochschule (TFH) Georg Agricola zu Bochum sind seit mehr als 15 Jahren auf dem Gebiet der „Mikrocontroller-Technik für Lehre und Ausbildung“ tätig. In mehr als 10 praxisnahen Lehr-, Lern- und Arbeitsbüchern und zahlreichen Applikationsveröffentlichungen haben sie den „Anfängern“ die Grundlagen und Anwendungen der Mikrocontroller-Technik näher gebracht. Sie sind ebenfalls die Autoren des sehr erfolgreichen Elektor-Mikrocontroller-Fernlehrgangs.

## Veranstaltungsort/-termin:

Seligenstadt 28.02. bis 02.03.2011

## Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

1240,00 Euro

Elektor-Abonnenten  
erhalten 5% Rabatt!



Im Preis sind sämtliche Dokumentation (Handouts/Seminarunterlagen), Aushändigung des Teilnahmezertifikats, Imbiss mit Getränken und Mittagessen inbegriffen.

Weitere Infos & Anmeldung unter  
**www.elektor.de/c-prog**

Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snakers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditgens  
ID Medienservice

Tel. 05 11/61 65 95-0 - Fax 05 11/61 65 95-55

E-Mail: service@id-medienservice.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 40 ab 01.01.2010

Vertriebsgesellschaft: IPS Pressevertrieb GmbH  
Postfach 12 11, 53334 Meckenheim  
Tel. 0 22 25/88 01-0 - Fax 0 22 25/88 01-199

E-Mail: elektor@ips-pressevertrieb.de  
Internet: www.ips-pressevertrieb.de

Vertrieb Österreich

Pressegroßvertrieb Salzburg/Anif - Niederalm 300  
Tel. +43/62 46/37 21-0

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Auch wird für diese Gegenstände keine Haftung übernommen. Nimmt der Herausgeber einen Beitrag zur Veröffentlichung an, so erwirbt er gleichzeitig das Nachdruckrecht für alle ausländischen Ausgaben inklusive Lizenzen. Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge, insbesondere alle Aufsätze und Artikel sowie alle Entwürfe, Pläne, Zeichnungen einschließlich Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Ihre auch teilweise Vervielfältigung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die veröffentlichten Schaltungen können unter Patent-

oder Gebrauchsmusterschutz stehen. Herstellen, Feilhalten, Inverkehrbringen und gewerblicher Gebrauch der Beiträge sind nur mit Zustimmung des Verlages und ggf. des Schutzrechtsinhabers zulässig. Nur der private Gebrauch ist frei. Bei den benutzten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichengemäß benutzt werden dürfen. Die geltenden gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich Bau, Erwerb und Betrieb von Sende- und Empfangseinrichtungen und der elektrischen Sicherheit sind unbedingt zu beachten. Eine Haftung des Herausgebers für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge ist ausgeschlossen.

© 2011 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468

### „Ingenieurmangel“

„Alle Räder stehen still“,

Editorial in Elektor 11/2010, S. 4

**Vielen Dank für Ihr Editorial zum Thema Ingenieurmangel.** Wir erleben das leider mittlerweile fast täglich und haben Schwierigkeiten, unsere offenen Stellen zu besetzen. In unserem Geschäftsmodell sind wir auf Kandidaten mit Erfahrung angewiesen, und es zeigt sich, dass aufgrund des anhaltenden Ingenieurmangels in der deutschen und europäischen Elektronik-Industrie solche Kandidaten schwer zu finden sind. In diesem Zusammenhang würde ich gerne mit zwei Mythen „abrechnen“:

Erstens, die sogenannte „Hire-and-Fire“-Mentalität, die amerikanischen Unternehmen nachgesagt wird, ist ein Relikt der Vergangenheit beziehungsweise hat bei uns eigentlich nie existiert. Abgesehen von den inakzeptablen Konsequenzen für die Motivation der anderen Mitarbeiter ist das auch mit dem deutschen Arbeitsrecht nicht vereinbar. Zweitens, wir stellen nicht nur junge, gutaussehende Ingenieure/innen ein - bei uns bekommen natürlich auch alle anderen, insbesondere auch ältere Ingenieure/innen, eine faire Chance. Entscheidend für uns ist, dass die Fachkompetenzen des Bewerbers auf das Anforderungsprofil passen, und dass die Kandidaten gut kommunizieren und vor allem etwas bewegen wollen.

Es ist schade, dass der Ingenieurs-Beruf an Attraktivität zu verlieren scheint, denn genau dieser Beruf hat sich gerade in den letzten zwei Jahren als äußerst krisenresistent erwiesen!

Alfred Hesener (Fairchild Semiconductor)

### Weiße LED der Astrolampe

Astrolampe, Elektor 7-8/2010, S. 22 (090550)

Mir ist aufgefallen, dass sich das weiße Licht nicht dimmen lässt. Im Programm fehlt ein Befehl, der die Langdrückphase erkennt.

Die Variable „messen“ wird nicht erhöht:  
ZEITMESS :

```
rcall TIME_10MS
> inc messen ; messen erhöhen
cpi messen,30 ;Wenn Taste länger
als 3sec gedrückt ist,
brsh WEISSLICHT ;dann Weisslicht
anschalten
sbis PINB,1 ;Ist die Taste noch
gedrückt
rjmp ZEITMESS
Dann klappts auch mit der weißen LED.
```

Sigi Netzer

*Vielen Dank für den Hinweis. Für die Anwendung als Astrolampe war allerdings nicht vorgesehen, die Helligkeit der weißen LED zu steuern. Zum Abbau des Teleskops brauche ich so viel Licht wie möglich. Nur das Rotlicht sollte dimmbar sein, um so wenig wie nötig einstellen zu können.*

*Ich habe im Weißlicht-Programm noch zwei verschiedene Blinkprogramme der roten LEDs mit eingebaut, um die Lampe auch zum Radeln mitzuverwenden. Dabei hat sich das Wechselblinken auf die Entfernung hin als ziemlich unauffällig herausgestellt. Das gleichzeitige Blinken beider roter LEDs ist auffälliger.*

*Natürlich sind auch andere Anwendungen denkbar und das Programm kann dementsprechend geändert werden.*

*Weiter viel Spaß bei den Experimenten.*

Martin Dümig

### MAC-Adressen

Labcenter, Elektor 12/2010, S. 38 (100719)

Da viele von uns mit der Einbindung von Ethernet in unsere Projekte zu tun haben, war Ihr Artikel über „MAC-Adressen“ sehr zeitgemäß. Allerdings hatte ich das Gefühl, dass der Ton des Artikels etwas einschüchternd war. Es ist zwar richtig, dass das IEEE die MAC-Adressen verwaltet und dass die teuer sein können, wenn man kein serielles EEPROM von Microchip oder Maxim im Projekt verwendet. Es gibt aber eine Alternative, die Sie nicht erwähnen. Das IEEE-MAC-Adressen-Format hat ein spezielles Bit, das als „Locally Administered“ (lokal verwaltet) bezeichnet wird. Wenn es nicht gesetzt ist, dann ist die MAC-Adresse eine weltweit einmalige Kennung, die als registrierte OUI (Organizationally Unique Identifier) bei der IEEE gekauft wurde. Wenn das Bit gesetzt ist, dann kann die MAC-Adresse so ziemlich alles sein, was man möchte, weil sie dann nur als Adresse eines internen lokalen Netzwerks gilt. Im MAC-Kontext ist es das Äquivalent zu internen privaten IP-Adressbereichen wie 192.168.X.X oder 10.X.X.X. Wenn man also keine direkt aus dem Internet adressierbare MAC-Adresse braucht, ist es wirklich nicht nötig, irgendetwas zu kaufen oder im Design zu ändern.

Die meisten nicht kommerziellen Projekte werden in diese Kategorie fallen, so dass man sich die Kosten für spezielle Hardware (Microchip, Maxim) oder eine OUI wirklich sparen kann. Es ist nur zu beachten, dass man auch eine lokal verwaltete MAC-Adresse im Interesse des eigenen Netzwerks nur ein Mal vergeben darf. Make them all unique!

David Goadby (UK)

*Das ist absolut richtig. Der Elektor-Beitrag bezieht sich eigentlich nur auf MAC-Adressen, die auch in einem WAN zulässig sind.*

Luc Lemens (Elektor-Labor)

### EleLa – die Elektronik-Lagerverwaltung

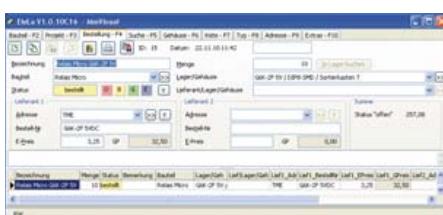
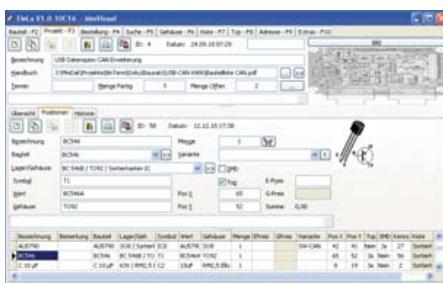
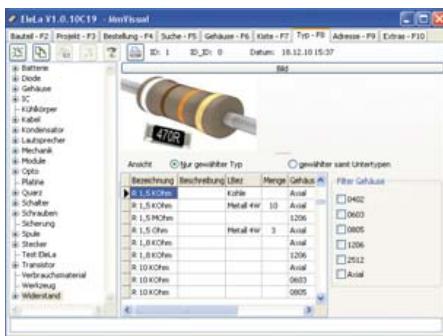
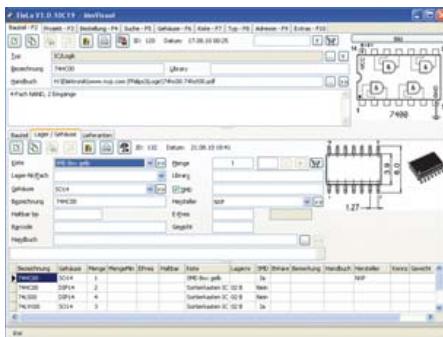
Kostenlose Software zum Verwalten von Elektronik-Bauteilen

Wer kennt das nicht: Das eigene Bauteil-Lager - viele Tüten, viele Kisten, Boxen, Schubladen im Heimlabor, Keller oder Arbeitszimmer...

Ich habe bei mir einmal gründlich aufgeräumt und bei dieser Gelegenheit eine Software geschrieben, die ich gerne auch anderen Elektor-Lesern zur Verfügung stellen möchte. EleLa ist eine Lagerverwaltung für elektronische Bauelemente. Das Programm ist Freeware und kann von meiner Website [www.mmvisual.de](http://www.mmvisual.de) kostenlos geladen werden.

Mit EleLa kann man seine Lagerbestände katalogisieren. Es ist eine datenbankbasierte Software, mit der man schnell jedes Bauteil findet und - wenn nicht vorhanden - zur Bestellung vormerken oder anhand der Typ-Kategorie ein Ersatzbauteil herausuchen kann. Die Bedienung des Programms ist sehr einfach und weitgehend selbsterklärend. Dank der übersichtlichen Gestaltungsweise und der Bilder, die überall hinterlegt werden können, macht es richtig Spaß, mit EleLa zu arbeiten. Die Software bietet eine Menge an Möglichkeiten:

- Bauteile und Gehäuse verwalten
- Mehrere Varianten und Gehäuse je Bauteil
- Typ-Kategorien mit Unterkategorien
- Etikettendruck-Funktion, auch mit Barcode
- Anlegen von Kisten/Regalen/Boxen
- Funktion „Kisten-Tausch“, um Artikel anderen „Kisten“ zuzuordnen
- Suchen in Bauteile, Historie und Wissens-Datenbank
- Bestellungen, mehrere Lieferanten/Bestell-Nummern
- Adressverwaltung
- Projektverwaltung/Stückliste
- Wissens-Datenbank
- Historien-Funktion, auch für Projekte
- Extra-Funktionen wie SMD-Code-Tabelle, Spannungsteiler, LM317-Rechner, usw.
- Bildchen für nahezu jede Funktion
- Memo-Textfelder für Zusatztexte



## Updates und Ergänzungen

### Transistor-Kennlinienschreiber

Elektor 02/2009, S. 20 (080068)

Der Wert von  $R_{51}$  ist mit  $10\text{ k}$  zu niedrig, er sollte  $470\text{ k}$  sein. Seine Funktion: Wenn die 5-V-Versorgung via USB (noch) nicht anliegt oder wegfällt, während die Spannungen vom Netzteil vorhanden sind, verhindert der Widerstand, dass der Eingang von IC10 floatet und in der Folge die Kollektor-Emitterspannung zu hoch wird.



Für dieses Projekt gibt es inzwischen zwei erweiterte Software-Versionen:

- In der Version 2.0 wurde ein Bug beseitigt und als neues Feature die Möglichkeit hinzugefügt, die Kennlinie von Dioden (Germanium, Silizium, Z-Dioden bis 10 V, Leuchtdioden) aufzuzeichnen (Anode an C/D, Kathode an E/S, Z-Dioden umgekehrt). Zur Installation ist lediglich das Programm „Setup.exe“ im Verzeichnis „Setup“ des Zip-Files „Curve\_tracer\_V20.zip“ auszuführen. Eine Hardwareänderung ist für die Version 2.0 nicht erforderlich.
- In der Version 3.0 wurde der Basisstrombereich auf Wunsch eines Lesers auf  $10\text{ mA}$  erweitert. Dazu sind allerdings auch die Widerstände  $R_{19}$  und  $R_{20}$  auf  $470\text{ }\Omega$ ,  $R_{21}$  auf  $9\text{ k}$ ,  $R_{22}$  auf  $330\text{ }\Omega$  und  $R_{23}$  auf  $9\text{ k}$  zu ändern.

Zur Installation ist hier neben der Installation des PC-Programms (wieder mit „Setup.exe“) auch ein Update der Firmware erforderlich. Dazu muss das Programm „Curve\_Tracer.mot“ im Debug-Ordner des R8C-Verzeichnisses so wie im Artikel beschrieben in den R8C geladen werden.

Die Downloads der beiden Software-Versionen stehen auf der Elektor-Webseite zum Projekt ([www.elektor.de/080068](http://www.elektor.de/080068)) zum Download zur Verfügung.

- Links auf Dateien oder Internet
- Hilfe-Funktion mit F1 aus allen Bereichen
- Sprache wählbar (Deutsch und Englisch)
- Geeignet für USB-Stick
- Freeware, unbegrenzt nutzbar, mehrbenutzer- und netzwerktauglich
- Datenbank SQLite, MySQL oder PostgreSQL, Datensicherung per SQL-Server
- Betriebssystem Windows (ab XP), Linux (mit wine), MAC OSX (mit Hilfe von CrossOver)

Mit dem Windows-Setup werden die Einstellungen der Konfigurationsdatei vorgenommen und die Dateien kopiert. Für den Anfang sollte die Datenbank SQLite verwendet werden, man kann aber jederzeit zu einem anderen Datenbanksystem wechseln..

In der Bauteileverwaltung wird zum Beispiel ein Bauteil „7400“ angelegt. Unter „Lager / Gehäuse“ werden alle verwandten Varianten angelegt, wie „74HC00“ oder „74LV00“ und die Gehäusevarianten. Damit hat man einen Überblick über alle Varianten. Mit dem Warenkorb-Symbol kann das Bauteil mit Mengenangabe in die Bestell-Vorschlagsliste übernommen werden. Über den Warenkorb-Export lassen sich die Bauteile dann schnell bei Bauteilversendern bestellen.

Auf [www.mmvisual.de](http://www.mmvisual.de) findet man auf der Startseite einen Link zur EleLa-Seite mit dem Download und der Online-Dokumentation mit der Beschreibung aller Funktionen und vielen Tipps.

Markus Müller

## MailBox

In dieser Rubrik veröffentlichen wir Kritik, Meinungen, Anregungen, Wünsche oder Fragen unserer Leser. Die Redaktion trifft die Auswahl und behält sich Kürzungen vor.

gen vor. Bitte geben Sie immer an, auf welchen Artikel und welche Ausgabe (Monat/Jahr) sich Ihr Schreiben oder Ihre Mail bezieht.  
Sie erreichen uns per E-Mail  
redaktion@elektor.de,

per Fax (02 41/88 909-77)  
oder unter der Anschrift:  
Redaktion Elektor  
Süsterfeldstr. 25 – 52072 Aachen

## iPad-App für Elektroniker

Das iPad von Apple hat eine ganz neue Rechnerklasse begründet. Den handlichen Tablet-Computer kann man überallhin mitnehmen, ein Touch-Screen sorgt für eine kinderleichte Bedienung und nicht zuletzt existieren Tausende speziell für das iPad entwickelte Programme („Apps“), die das mobile Leben leichter machen. Eine App, die ganz auf die Belange von Elektronikern zugeschnitten ist, wird jetzt von Elektor angeboten. Bei der „Elektor Electronic Toolbox“ handelt es sich genau genommen sogar um 28 Anwendungen, die über eine übersichtliche Oberfläche ausgewählt werden können.

Sehr hilfreich im Entwickleralltag sind die Datenbanken für die Bauteilgruppen Bipolar-Transistoren, FETs, Triacs, Thyristoren, Dioden und ICs. Im linken Teil des Displays kann man ein Bauteil anhand der Typbezeichnung aus einer Liste auswählen. Hierzu wird einfach mit dem Finger nach unten gescrollt, was iPad-typisch sehr flüssig vonstatten geht. Ein Fingertipp, und schon erscheinen auf der rechten Seite des Displays die Pinbelegung und wichtige elektrische Kennwerte – übrigens ist dazu keine Internetverbindung notwendig. Insgesamt sind über 45.000 Bauteile in den Datenbanken verzeichnet. Hinzu kommt eine Spezialdatenbank, in der die Belegung einer Vielzahl von Steckverbindern aus den Bereichen Audio & Video, Computertechnik und Telefon nachgeschlagen werden kann.



Nützlich sind auch die interaktiven Bauteilwert-Kalkulatoren. Von den dabei abgedeckten Grundschaltungen sollen hier nur Widerstandsschaltungen (Serie, parallel, Brücke), Hoch- und Tiefpässe (RC, RL und LC) und Transistorschaltungen (mit Basiswiderstand/mit Spannungsteiler) genannt werden. Dem NE555 als „Feld-, Wald- und Wiesen“-Bauteil und nicht zuletzt den verschiedenfarbigen Leuchtdioden wurden sogar eigene Berechnungs-Apps spendiert.

Die Elektronik-Toolbox bietet aber nicht nur Hilfestellung bei der Bauteil-Auswahl, sie kann dem Elektroniker auch gleich ein Stück Entwicklungsarbeit abnehmen. So zum Beispiel die immer wiederkehrende Aufgabe, für die eigene Schaltung eine geregelte Gleichspannungsversorgung zu stricken.

Nützliche Tools wie eine virtuelle Widerstandsuhren, ein Umrechner zwischen Maßeinheiten, eine Schaltsymboldatenbank und vieles mehr runden die iPad-App ab.

Die Elektor Electronic Toolbox kann vom Apple iTunes Store zum Preis von 4,99 Euro heruntergeladen werden. Mehr Infos gibt's auf der Elektor-Website.

<http://apps.elektor.com/Toolbox/home/?c=de&d=3&l=de>

## Kostengünstiger Linux-Rechner

Ledato bietet mit dem NanosG20 einen kostengünstigen Linux-Rechner (ab 99 Euro) im Format einer halben Europakarte (100 x 79,8 x 16 mm) an.



Ausgestattet ist der Single-Board-Computer (SBC) mit einem ARM9-Prozessorkern (Taktfrequenz 400 MHz), 128 MB Flash und 64 MB SDRAM. Für die Kommunikation können diverse Schnittstellen wie z. B. Ethernet, USB 2.0 (host und device), RS232- und RS485-Transceiver, MicroSD Card Slot, 2-Kanal-10-bit-ADC, TWI, SPI, USARTs und bis zu 20 digitale I/O-Ports genutzt werden. Auf dem SBC läuft ein vollwertiges Debian Linux, welches eine komfortable Umgebung und einen direkten Zugang zu bekannter Linux-Software wie Samba, Apache und anderen leistungsfähigen Netzwerkapplikationen herstellt. Der Linux Kernel unterstützt zudem viele USB-Endgeräte wie WLAN- und Bluetooth-Dongles, USB-Massenspeicher und vieles mehr. Anwendungen, die auf einem Desktop-PC laufen, sind generell auch auf dem Nanos lauffähig. Da

der Single-Board-Computer sogar seinen eigenen Compiler mit sich bringt, kann somit direkt auf dem Rechner entwickelt werden. Eine Installation von zusätzlicher Software ist nicht notwendig.

[www.ledato.de/shop\\_content.php?colID=14](http://www.ledato.de/shop_content.php?colID=14)

## Über 1000 Lumen bei 11 Watt

Das neue LED-Array von Cree (XLamp CXA20 LED Array) bietet dieselbe Lichtstärke wie eine herkömmliche 60-Watt-Glühbirne, verbraucht aber nur 11 Watt. Damit treibt der Hersteller die Entwicklung von energieeffizienten Beleuchtungssystemen auf Basis von LEDs weiter voran. Das mit Maßen von 22 mm x 22 mm äußerst

kompakte Array lässt sich mithilfe von nur zwei Schrauben befestigen. Dies vereinfacht das Design und die Produktion von Beleuchtungssystemen, die auf nur einer Lichtquelle beruhen. Ein weiterer Vorteil des neuen LED-Arrays ist die deutlich höhere Leistung. Bei Einbauleuchten, die nach unten abstrahlen, liefern die LED-Arrays eine um 38 Prozent höhere Lichtausbeute als eine Kompaktleuchtstoffröhre mit 26 Watt oder eine 100-Watt-Glühbirne (Herstellerangaben). Die Leistungsaufnahme des Arrays beträgt dabei ganze 14 Watt.

Das CXA20 LED-Array stellt bei 11 Watt einen Lichtstrom von 1050 Lumen bereit.

Bei 27 Watt sind es 2000 Lumen, jeweils bei einer warmweißen Farbtemperatur von 3000 Grad Kelvin. In Produktionsstückzah-

len wird das CXA20 voraussichtlich im ersten Quartal 2011 verfügbar sein, Muster sind bereits jetzt erhältlich.

[www.cree.com/buyxlamp](http://www.cree.com/buyxlamp)

tion, die von den meisten Betriebssystemen unterstützt wird. Damit erübrigt sich die Installation von Treibern sowie das Risiko inkompatibler und langwieriger Treiber-Updates.

Die CP21xx-Reihe basiert auf einer bewährten Architektur, die teure externe Quarze, internes oder externes EEPROM sowie andere diskrete Bauelemente erübrigt. Die Einchip-Bausteine enthalten einen USB 2.0 Full-Speed Controller, einen USB-Transceiver, einen On-Chip Halbleiter-Oszillator, ein One-Time Programmable (OTP) ROM und einen asynchronen seriellen Datenbus. Der Hersteller unterstützt die Entwicklungsarbeit mit einer Reihe günstiger Evaluierungskits.

[www.silabs.com/pr/USBbridge](http://www.silabs.com/pr/USBbridge)

- Anzeige

## Einfach zu USB und HID-USB

Silicon Laboratories stellt neue USB-Konverter-ICs (USB-Bridge-ICs) vor, mit denen Geräte einfach mit einer USB- oder Human-Interface-Device-(HID)-USB-Anbindung ausgestattet werden können. Die CP21xx-ICs erfordern bei der Integration keinerlei USB-Erfahrung, womit sich Entwickler auf die Kernkompetenzen ihrer Endanwendung konzentrieren können.

Die Reihe umfasst vier ICs, einschließlich der laut Hersteller ersten HID-USB-Bridges der Branche. Die Bausteine CP2110 und CP2112 (HID-USB-zu-UART und HID-USB-zu-SMBus/I<sub>2</sub>C) entsprechen der USB-HID-Spezifika-



Bei 27 Watt sind es 2000 Lumen, jeweils bei einer warmweißen Farbtemperatur von 3000 Grad Kelvin. In Produktionsstückzah-

ALLES EASY ☺

REFLOW-KIT®  
Beta LAYOUT

Löttechnik, Werkzeuge und Hilfsmittel für SMD- und THT-Bestückung

€129,00

www.reflow-kit.com

jetzt mit Bestückung!

PCB-POOL®  
Beta LAYOUT

NEU!  
gut bestückt!  
Schon ab einem Bauteil

NEU!  
cool!  
ALU-Kern Leiterplatten

NEU!  
dichter!  
5mil track / 8mil drill

NEU!  
knackiger!  
Ritztechnik

kostenlos!  
Free Stencil

www.beta-layout.com

I ❤ Stencil!!

LASER-STENCIL®  
Beta LAYOUT

1 Schablone im Pool

NEU!  
jetzt mit Bestückung!

NEU!  
cool!  
ALU-Kern Leiterplatten

NEU!  
dichter!  
5mil track / 8mil drill

NEU!  
knackiger!  
Ritztechnik

kostenlos!  
Free Stencil

www.schablone.com

Pimp my electronic device!

PANEL-POOL®  
Beta LAYOUT

FRONTPANEL  
NEXT GENERATION

DIGITALDRUCK-TECHNIK  
• abriebfest  
• UV-beständig  
• Lösungsmittelbeständig

www.panel-pool.com

Alle eingetragenen Warenmarken sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller.

**Beta LAYOUT**

[www.beta-layout.com](http://www.beta-layout.com)

EDWIN cädence GraphiCode PROTEUS NATIONAL INSTRUMENTS RS-274-X Easy-PC Sprint Layout PULSONIX

Von Phil Knurhahn

### Antiker Computer

Am 23.11.2010 wurde bei Christie's in London ein fast perfekt erhaltener funktionsfähiger „Apple-1“-Bausatz versteigert – zum



stolzen Preis von 133.250 £ - etwa 160.000 € (Bild: Christie's). Er trägt die laufende Produktionsnummer 68 aus einer Serie von 600 Stück, die zum Zusammenbau eines PCs ohne Gehäuse in einem Paket im Jahr 1976 ausgeliefert wurden. Der Arbeitsspeicher bestand aus ganzen 8 KB RAM, die Software war in PROMs gespeichert.

[www.christies.com/features/apple-1-personal-computer-1089-1.aspx](http://www.christies.com/features/apple-1-personal-computer-1089-1.aspx)

### Roboter läuft über 500 km

„Mr. Evolta“, ein von dem Ingenieur Tomotaka Takahashi (Panasonic) entwickelter Miniroboter, hat nach zwei Monaten Laufzeit die Strecke zwischen Tokyo und Kyoto (ca. 500 km) erfolgreich zurückgelegt. Der eigentliche Roboter ist etwa 17 cm lang und war für diese Aufgabe in eine Art Dreirad eingebaut. Das Dreirad mit rund 40 cm Länge war mit 12 Evolta-Batterien von Panasonic ausgerüstet (der Name setzt sich aus den Wortteilen „Evolution“ und „Voltage“ zusammen).



Die NiMH-Akkus mussten täglich aufgeladen werden, die durchschnittliche Fortbewegungs-Geschwindigkeit lag bei etwa 2,5 km pro Stunde. „Mr. Evolta“ hat schon ganz andere Dinge gemacht: So ist er zum Beispiel 2008 an einem Seil den Grand Canyon hinauf geklettert (Bild: Panasonic) – ausgerüstet mit nur zwei kleinen Alkali-Batterien (auf dem Rücken als „Rucksack“ erkennbar). Er brauchte für die knapp 600 Höhenmeter etwas weniger als sieben Stunden.

[http://news.panasonic.net/archives/2010/1127\\_2926.html](http://news.panasonic.net/archives/2010/1127_2926.html)  
[www.panasonic.com/evolta.html](http://www.panasonic.com/evolta.html)

Rein von der Platzersparnis her würde damit ein ExaFLOP-Supercomputer möglich (1 ExaFLOP sind 1 Million TeraFLOPs). Denn ein einziger On-Chip-Transceiverkanal zur optischen Datenkommunikation mit allen notwendigen elektrischen und optischen Komponenten findet auf nur 0,5 mm<sup>2</sup> Platz. Der vollständige Transceiver hätte dann eine Chipgröße von nur 4 x 4 mm<sup>2</sup> (Bild: IBM) und könnte Übertragungsraten von mehr als einem Terabit/Sekunde ermöglichen.

[www.zurich.ibm.com/news/10/nanophotonics.html](http://www.zurich.ibm.com/news/10/nanophotonics.html)

### Auf dem Weg zum Exaflop-Computer

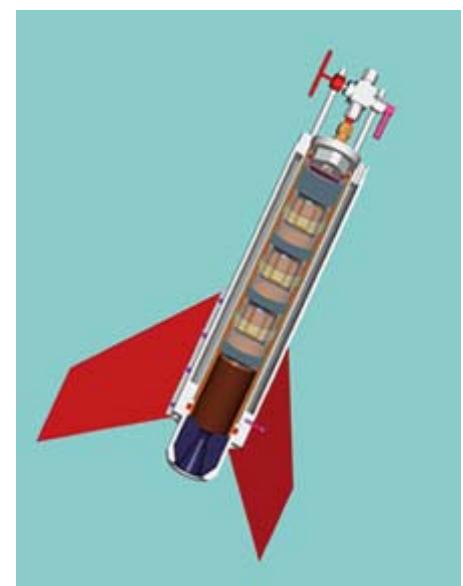


Bei IBM, dem Marktführer für Supercomputer, sieht man die Nominierung des chinesischen „Tianhe-1A“ am National Center of Supercomputing auf den Platz 1 der Weltrangliste eher gelassen. Mit einer Rechenleistung von 2,5 PetaFLOPs rechnet dieser etwa 15 % schneller als der bis dato führende Rechner in den USA – doch die abgeschlossenen Arbeiten der Amerikaner zielen auf erheblich höhere Rechenleistungen ab. IBM wird 2012 einen 20-PetaFLOPs-Rechner ausliefern (an das Lawrence Livermore National Laboratory). Und jetzt hat das Forschungslabor der IBM in New York und Rüschlikon bei Zürich eine Weiche in die ExaFLOP-Zukunft gestellt: Auf der SEMICON in Tokio zeigten die IBM Forscher eine neue Chiptechnologie, die elektrische und optische Bauelemente auf demselben Siliziumchip integriert. Die Chips ermöglichen so die Datenkommunikation zwischen Prozessoren mit Lichtpulsen (anstelle der heute üblichen elektrischen Signale). Diese „CMOS Integrated Silicon Nanophotonics“-Technik übertrifft die mit den heutigen Methoden machbare Integrationsdichte von elektrischen und optischen Komponenten um das 10-fache.

### Umweltfreundliche Rakete

Eine „Rakete für Jedermann“ hat das japanische HASTIC gemeinsam mit der Hokkaido Universität in Japan entwickelt: Die 3 m lange Hybrid-Rakete CAMUI wird seit 2002 entwickelt, wiegt rund 16 kg und hat erste Testphasen hinter sich (Bilder: HASTIC). Die Antriebsenergie stammt aus Abfallfeststoffen und flüssigem Sauerstoff und ist gegen Explosionen gesichert. Als „Abfallfeststoff“ wurden rund 500 Verschlusskappen von Plastikflaschen verwendet. Die CAMUI (Cascaded Multistage Impinging-Jet) erreichte eine Höhe von 200 m. Eines der Ziele ist, die Startkosten auf 1/10 der Kosten üblicher Festkörperraketen zu limitieren und das System darüber hinaus umweltfreundlich zu gestalten. Eingesetzt werden soll CAMUI für Kurzzeitmessungen in der Atmosphäre und Schwerkraft-Experimente.

[www.hastic.jp/camui/camui\\_e.htm](http://www.hastic.jp/camui/camui_e.htm)



## FEBRUAR 2011

### 2. Idstein (Hessen)

#### FTDI Vinculum II Workshop

In diesem Workshop zeigen die Experten des Distributors Glyn, wie sich USB mit dem Vinculum-II-Controller einfach implementieren lässt.

[www.glyn.de/academy](http://www.glyn.de/academy)

### 3. Holzwiede (bei Dortmund)

#### RFID Seminar

Auf dem kostenlosen Seminar des Distributors EBV wird es um die Near Field Communication gehen, mit der zum Beispiel das kontaktlose Bezahlen möglich wird.

[www.ebv.com/en/events.html?ct\\_ref=m-6](http://www.ebv.com/en/events.html?ct_ref=m-6)

### 3. Dortmund

#### Die LED als Lichtquelle der Zukunft

Distributor Arrow lädt zu diesem Tag mit Fachvorträgen von LED- und Controller-Herstellern und einer Ausstellung ein.

[www.arroweurope.com/de/news-events/arrow-events/detail/article/die-led-als-lichtquelle-der-zukunft.html](http://www.arroweurope.com/de/news-events/arrow-events/detail/article/die-led-als-lichtquelle-der-zukunft.html)

### 8. Stuttgart

#### Altera BeMicro SDK Seminar

Veranstaltet von Arrow. Die NIOS-basierte BeMicro-Hardware in Form eines USB-Sticks verfügt über ein Ethernet- und Micro-SD-Karten-Interface.

Plus weitere Termine, siehe Link! [www.arroweurope.com/de/news-events/arrow-events/detail/article/altera-bemicro-sdk-seminar.html](http://www.arroweurope.com/de/news-events/arrow-events/detail/article/altera-bemicro-sdk-seminar.html)

### 8. Düsseldorf

#### LabVIEW-Einsteigerseminar

Das kostenlose Seminar bietet eine Einführung in LabVIEW, die grafische Entwicklungsumgebung von National Instruments.

Plus weitere Termine in Deutschland, siehe Website!

[www.ni.com/german/veranstaltungen](http://www.ni.com/german/veranstaltungen)

### 8. - 9. Düsseldorf

#### Toshiba Linux-Symposium

Von Toshiba und Distributor Glyn. Themenbereiche sind unter anderem Embedded-Linux-Grundlagen und die ARM9-kompatible Controllerserie TMPA900.

[www.glyn.de/academy](http://www.glyn.de/academy)

Anzeige



## Zum sechsten Mal Produkt des Jahres\*

**Das bestätigt uns:**

**EAGLE bietet mehr als  
nur ein tolles  
Programm.**

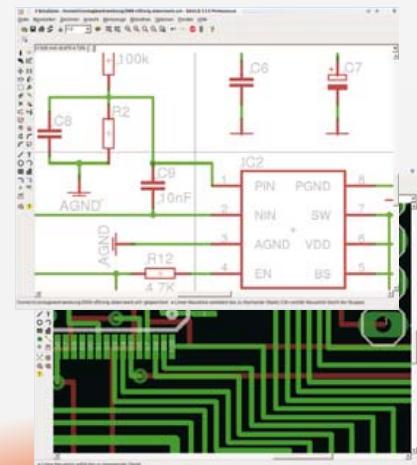


**EAGLE**

Version 5

Schaltplan - Layout - Autorouter

für Windows® Linux® Mac®



- Zum Beispiel vernünftige Preise ohne versteckte Kosten.
- Eine faire Update-Politik, ohne Wartungsverträge und ähnliche Knebelpraktiken.
- Eine kompetente Hotline, die jedem Kunden kostenlos zur Verfügung steht.
- Eine offene Diskussion mit den Anwendern als wesentliche Grundlage der Programm-Weiterentwicklung.
- Innovative Funktionen: Zum Beispiel der neue Follow-me-Router, der beim Manuellen Routen viel Zeit spart.

Anders ausgedrückt: EAGLE ist deshalb Deutschlands beliebteste Schaltplan- und Layout-Software, weil wir unsere Kunden seit über zwanzig Jahren so behandeln, wie wir selbst gerne behandelt werden möchten.

Preise	Light	Standard	Professional
Layout oder Schaltplan		249,90	499,80
Layout+ Schaltplan		499,80	999,60
Layout+ Autorouter		499,80	999,60
Layout+ Schaltplan+ Autorouter	49,00	749,70	1499,40

Alle Preise in € inkl. 19% MwSt.  
Upgrades zum Differenzpreis

### EAGLE Light ist Freeware!

Zum Testen und für nicht-kommerzielle Anwendungen dürfen Sie EAGLE Light kostenlos verwenden. Diese Version ist auf Platinen im halben Europaformat mit maximal zwei Signallayern und ein Schaltplanblatt beschränkt. Alle anderen Features entsprechen denen der Professional-Version. Sie steht zum Download im Internet bereit.

Unsere Standard-Version eignet sich für Platinen im Europaformat mit bis zu sechs Signallayern bzw. für Schaltpläne mit max. 99 Seiten. In der Professional-Version entfallen diese Einschränkungen.

### Neu! EAGLE Freemium

Testen Sie die zeitlich begrenzte Version für 60 Tage. Details finden Sie auf: [www.element-14.com/eagle-freemium](http://www.element-14.com/eagle-freemium)

**www.cadsoft.de**

08635 6989-10

CadSoft Computer GmbH, Pleidolfweg 15, 84568 Pleiskirchen  
Tel. 08635 6989-10, Fax -40 E-Mail: [info@cadsoft.de](mailto:info@cadsoft.de)



Windows / Linux / Mac sind eingetragene Warenzeichen von Microsoft Corporation / Linus Torvalds / Apple Computer, Inc.  
\* Dieser Preis der Zeitschrift Elektronik wird in elf Kategorien an die Produkte vergeben, die die meisten Leserstimmen erhalten

Anzeige

### 15. - 16. München

#### Batterien & Ladekonzepte

Die Zeitschrift „Design & Elektronik“ veranstaltet dieses jährliche Entwicklerforum.

[www.elektroniknet.de/termine](http://www.elektroniknet.de/termine)

### 21. - 23. Oldenburg

#### Modellierung von Schaltungen und Systemen

„Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen“ heißt der volle Titel dieses Workshops. Neue Ideen sind ausdrücklich erwünscht!

[www.vde.com/de/Veranstaltungen/Workshops/Seiten/Workshops.aspx](http://www.vde.com/de/Veranstaltungen/Workshops/Seiten/Workshops.aspx)

### 22. - 24. Bochum

#### Elektor-Workshop „Serielle (Geräte-)Bussysteme“

In dem 3-tägigen Workshop bekommt der engagierte Praktiker einen umfassenden Einblick in die Funktionsweise von SPI-, I²C(TWI)- und 1-Wire-Bus und baut sich sein eigenes vernetztes System auf.

[www.elektronik.de/bussysteme](http://www.elektronik.de/bussysteme)

### 28.2. - 2.3. Seligenstadt bei

Frankfurt am Main

#### Elektor-Seminar „C-Programmierung für Mikrocontroller“

Das aus dem Fernlehrgang bekannte Team Bernd vom Berg und Peter Groppe führt in Vorträgen

in die Mikrocontroller-Hardware und die Struktur der Programmiersprache C ein. Den Löwenanteil nehmen aber die praktischen Übungen ein, welche die Teilnehmer mit einem 8051er-Mikrocontrollerboard durchführen.

[www.elektronik.de/c-prog](http://www.elektronik.de/c-prog)

## MÄRZ 2011

### 1. - 3. Nürnberg

#### Embedded World

Diese Messe rund um Mikrocontroller und Co. ist das Elektronik-Highlight des Jahres.

[www.embedded-world.de](http://www.embedded-world.de)

# TimeClick

## Programmierbare Kamerasteuerung

Von Carlos Ladeira (P)

TimeClick steuert digitale Spiegelreflexkameras kabelgebunden nach programmierbarem Schema. Fotos können in festen oder zufälligen Intervallen geschossen werden, das Auslösen der Kamera ist auch über Sensoren möglich. Das Einsatzfeld reicht von der HDR-Fotografie bis zu akustisch gesteuerten Aufnahmen für wissenschaftliche Zwecke.



Die Idee zu diesem Projekt entstand aus den Erfahrungen, die der Autor im Umgang mit der Serienfotografie sammelte. Entworfen wurde eine Kamerasteuerung, die unter anderem folgende Möglichkeiten bietet:

- Auslösen in festen Zeitintervallen
- Auslösen in zufälligen Zeitintervallen
- Auslösen über einen Sensor-Eingang
- Fernbedienung der Kamera über Kabel

- Beliebig lange Belichtungszeiten (B-Einstellung)
- Spiegelverriegelung
- Lichtwertanpassung
- Speichern von 12 Voreinstellungen

Nachdem TimeClick konfiguriert ist, läuft die Steuerung vollautomatisch ab. Das System kann zusammen mit der Kamera auf ein Stativ montiert werden und an seinem Standort (abhängig von der Stromver-

sorgung) den Kurz- oder Langzeitbetrieb aufnehmen.

### Entwicklungswerkzeuge

Für die Entwicklung der Schaltung und der Platine wurde das Open-Source-CAD-Programm *Kicad* verwendet. Die Arbeit mit diesem CAD-Paket erfordert wenig Vorkenntnisse. Die für TimeClick entworfene Platine ist nicht durchkontaktiert, alle Verbindungen zwischen den Kupferebenen werden

### Elektor-Produkte & Downloads

- Platine EPS 100371-1
- Mikrocontroller ATtiny861 programmiert, EPS 100371-41

- Firmware (kostenloser Download), [100371-11.zip](#)
- Betriebsanleitung (kostenloser Download), [100371-W.pdf](#)

- Platinenlayout, [100371-1.pdf](#)

Weitere Informationen unter  
[www.elektor.de/100371](http://www.elektor.de/100371)

durch Bauelementeanschlüsse oder Drahtbrücken hergestellt.

Die Entwicklungsumgebung der Software war das AVR Studio 4 von Atmel. Der Mikrocontroller wurde mit Atmels AVR Dragon im ISP-Modus programmiert. Leider mussten einige Hürden genommen werden, bevor AVR Studio und AVR Dragon wie erwartet arbeiten. Ursache ist vermutlich ein Fehler im AVR Studio, der jedoch erst bei inkorrekt eingesetzten Einstellungen zum Blockieren führt. Die empfohlene Vorgehensweise beim Programmieren wird im Absatz „Aufbau und Programmierung“ beschrieben.

## Die Hardware

TimeClick kann wahlweise an einer 9-V-Batterie oder einem externen Netzteil betrieben werden. Wie aus Bild 1 hervorgeht, ist in der Stromversorgung auch ein Schalter vorgesehen. Wenn die Display-Hintergrundbeleuchtung ausgeschaltet ist, beträgt der Strombedarf der Schaltung ungefähr 10 mA, bei eingeschalteter Beleuchtung steigt er auf etwa 100 mA an. Die Hintergrundbeleuchtung verlischt, wenn länger als 10 s kein Taster bedient wird. Ein Druck auf einen beliebigen Taster schaltet die Beleuchtung ein.

Die 5-V-Betriebsspannung wurde zuerst mit einem Standard-Spannungsregler 7805 stabilisiert. Ein Nachteil ist aber der hohe Spannungsabfall an diesem Regler (Eingangsspannung minimal 7 V), durch den die Batterie nicht sehr effizient genutzt wird. Aus diesem Grund wurde der 7805 gegen einen LP2954 ausgetauscht. Dieser Typ zeichnet sich durch ein deutlich niedrigeres Spannungsgefälle und eine integrierte Verpolungssicherung aus. Der Mikrocontroller überwacht die Spannung der Batterie über die Widerstände R11, R12 und Portleitung ADC9.

Zentrale Schaltstelle des TimeClick ist ein Mikrocontroller ATtiny861 von Atmel, der für diesen Einsatzzweck wie maßgeschneidert ist. Ein weiterer wichtiger Grund für die Wahl war sein SOIC-20-Gehäuse, das sich trotz der geringen Abmessungen noch gut von Hand löten lässt. In der TimeClick-Schaltung kann der Mikrocontroller entweder mit einem 1-MHz-Quarz oder mit

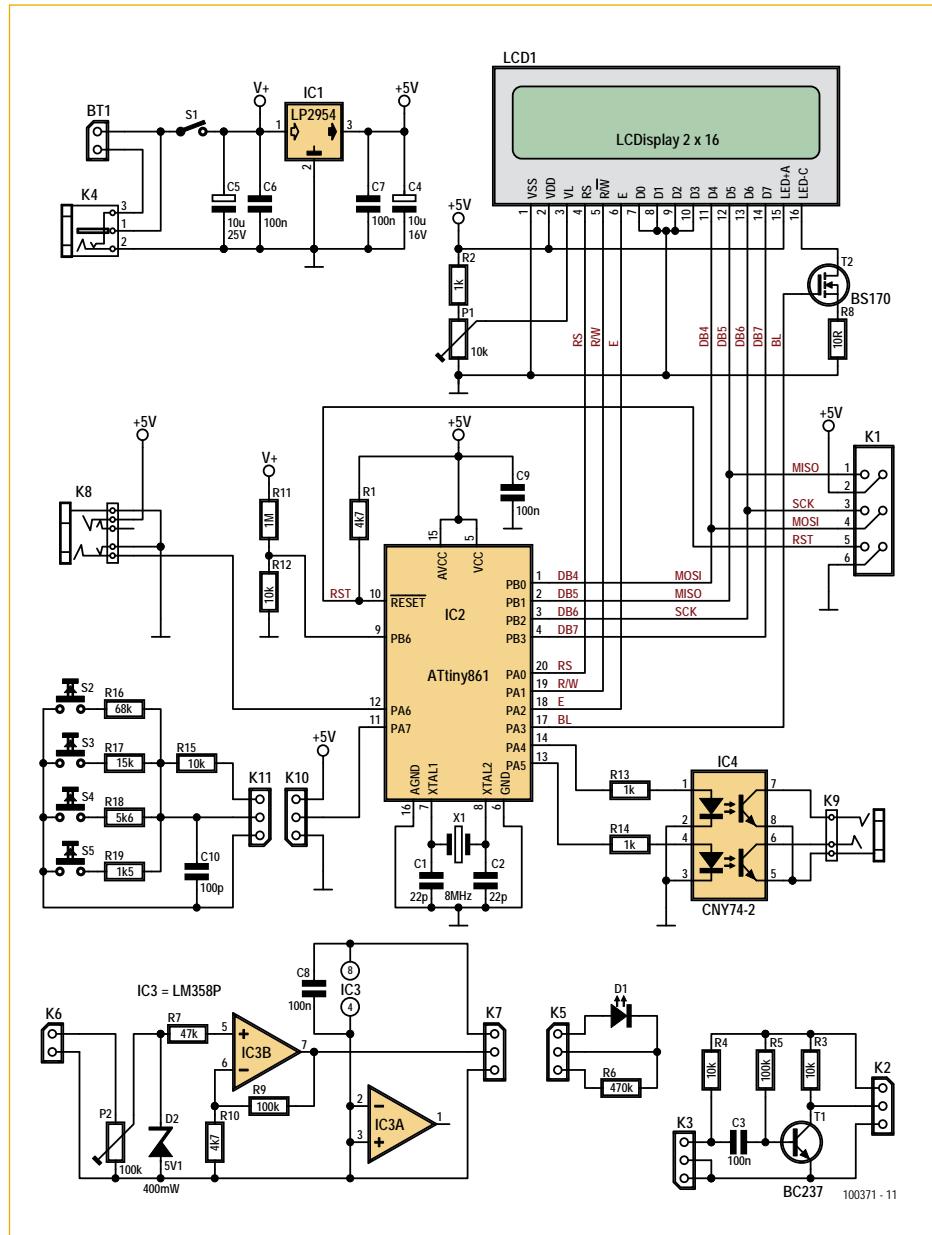


Bild 1. Die Schaltung von TimeClick.

8 MHz getaktet werden. Für Letzteres ist nicht nur ein 8-MHz-Quarz erforderlich, es muss beim Programmieren auch die Fuse CKDIV8 gesetzt werden.

Auf dem zweizeiligen LC-Display (2 · 16 Zeichen) erscheinen die für die Konfiguration notwendigen Informationen. Das LC-Display arbeitet hier im 4-bit-Modus, die Hintergrundbeleuchtung wird vom Mikrocontroller über FET T2 geschaltet.

Der Anschluss der Bedientaster wurde mit nur einem ADC-Eingang des Mikrocontrollers (ADC6) anstelle mehrerer digitaler I/O-Leitungen realisiert. Diese Methode, bei der

die Höhe der ADC-Eingangsspannung vom gedrückten Taster abhängt, reduziert die Anzahl der benötigten Eingangsleitungen. Solange kein Taster gedrückt ist, beträgt die Eingangsspannung ungefähr 5 V. Die ADCs des Mikrocontrollers arbeiten im 10-bit-Modus, so dass die übergebenen Werte im Bereich 0...1023 liegen. Die Spannung, die beim Drücken eines Tasters am ADC liegt, lässt sich wie folgt berechnen:

$$U_{ADC} = U_{CC} - (R15 \cdot U_{CC}) / (R15 + R_{SW})$$

Darin sind  $U_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $R15 = 10 \text{ k}\Omega$  und  $R_{SW} = 1\text{k}5, 5\text{k}6, 15 \text{ k}$  oder  $68 \text{ k}$ , abhängig vom gedrückten Taster. Die vier Taster haben die

## Stückliste

### Widerstände

R1, R10 = 4k7  
 R2, R13, R14 = 1 k  
 R3, R4, R12, R15 = 10 k  
 R5, R9 = 100 k  
 R6 = 470 k  
 R7 = 47 k  
 R8 = 1  $\Omega$   
 R11 = 1 M  
 R16 = 68 k  
 R17 = 15 k  
 R18 = 5k6  
 R19 = 1k5  
 P1 = 10 k Trimmnopoti  
 P2 = 100 k Trimmnopoti

### Kondensatoren

C1, C2 = 22 p  
 C3, C6, C7, C8, C9 = 100 n  
 C4, C5 = 10  $\mu$ /25 V stehend  
 C10 = 100 p

### Halbleiter

D1 = BPW16N Fototransistor  
 D2 = 5V1 400 mW Zenerdiode

T1 = BC547  
 T2 = BS170  
 IC1 = LP2954IT  
 IC2 = ATTINY861-20SU programmiert, EPS 100371-41  
 IC3 = LM358P  
 IC4 = CNY74-2

### Außerdem

K1 = Stiftleiste 2 · 3-polig, Raster 2,54 mm  
 K2, K3, K4, K5, K7, K10, K11 = Stiftleiste 3-polig, Raster 2,54 mm  
 K6, Bt1 = Stiftleiste 2-polig, Raster 2,54 mm  
 S1 = Schalter, SPST  
 S2, S3, S4, S5 = Drucktaster 6 mm, Typ MC32830  
 K8 = Klinkenbuchse 3,5 mm Stereo für Platinenmontage, z.B. Lumberg 1503 09  
 K9 = Klinkenbuchse 2,5 mm Stereo für Platinenmontage, z.B. Lumberg 1501 06  
 X1 = Quarz 8 MHz  
 LCD1 = LC-Display 2 · 16 Zeichen, Lumex LCM-SO1602DSF/A  
 Platine und programmiert Mirocontroller (Elektor-Shop und [www.elektor.de/100371](http://www.elektor.de/100371))

gungssensor (Piezo-Wandler) gezeichnet, weitere Sensor-Typen sind natürlich ebenfalls denkbar. Die Klinkenbuchsen des Sensor-Eingangs und des Schaltausgangs haben unterschiedliche Durchmesser, so dass die Buchsen nicht verwechselt werden können. Der Ausgang liegt an einer 2,5-mm-Klinkenbuchse, wie er an einigen Kameras von Canon zu finden ist. Wegen der elektrischen Sicherheit ist der Mikrocontroller mit dem Ausgang über Optokoppler verbunden. TimeClick ist kompatibel zu vielen Kamera-Typen, in der Textbox *Kamera-Kompatibilität* sind die Details zusammengefasst. Ein geeignetes Adapterkabel vorausgesetzt, arbeiten die dort aufgezählten Kamera-Typen mit dem in TimeClick implementierten Protokoll problemlos zusammen.

Die Kamera-Auslösung läuft wie folgt ab: Die Kamera ist über die Leitungen *Masse* (1), *Klinkenstecker-Ring* (2) und *Klinkenstecker-Spitze* (3) mit der TimeClick-Schaltung verbunden. Werden die Leitungen 1 und 2 kurzgeschlossen, verhält sich die Kamera, als ob der Auslöser halb gedrückt wird. Beim Kurzschließen der Leitungen 1 und 3 verhält sie sich wie beim vollständigen Durchdrücken des Auslösers.

### Sensor-Steuerung

Das Steuern der Kamera durch einen Sensor ist ebenfalls nicht kompliziert. Der Mikrocontroller prüft fortlaufend die Spannung am Sensor-Eingang. Er wartet unabhängig vom Sensor-Typ, bis sich die Spannung so ändert, dass ein bestimmter Schwellenwert über- oder unterschritten wird. Wenn dieser Fall eintritt, hängt die nächste Reaktion von der TimeClick-Konfiguration ab. Nach einer in Millisekunden programmierbaren Wartezeit wird über die Optokoppler der Kamera-Auslöser betätigt.

Wichtig: Vor jedem Anschließen oder Trennen eines Sensors muss unbedingt die Betriebsspannung abgeschaltet werden. Andernfalls können Kurzschlüsse an der Klinkenbuchse auftreten, die zu Komplikationen führen.

### Die Software

Der Quellcode, der ebenso wie das komplizierte Programm von der Elektor-Website [1] heruntergeladen werden kann, wurde

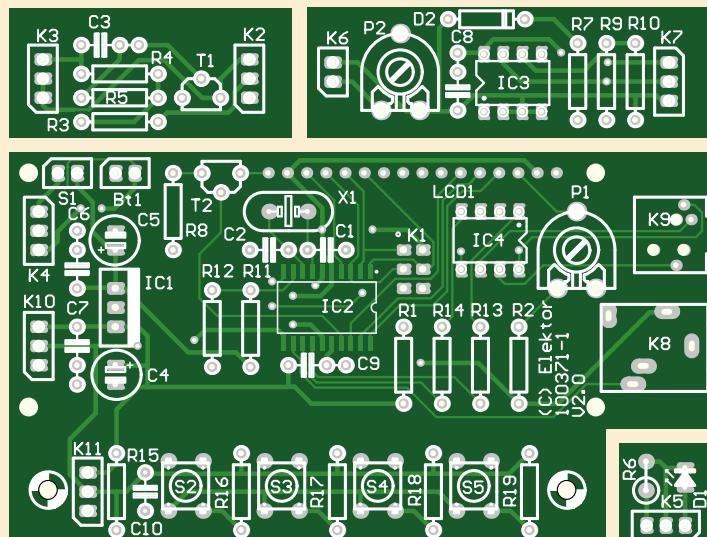


Bild 2. Bestückungsplan der Platine.

Funktionen MENU, MIN, PLUS und ENTER. Der optionale Sensor ist über eine 3,5-mm-Stereo-Klinkenbuchse mit Mikrocontroller-Eingang ADC5 verbunden. An einem der drei Buchsen-Anschlüsse liegt die Spannung 5 V, sie ist die Betriebsspannung des

Sensors. Das Sensor-Signal gelangt über den zweiten Buchsen-Anschluss zum Mikrocontroller, während die Abschirmung die gemeinsame Masse bildet. In der Schaltung sind als Sensoren ein Lichtsensor, ein Schallsensor und ein Schwin-



in C unter der sehr effizienten Umgebung AVR-GCC geschrieben. Die 8 KByte des Programmspeichers im Mikrocontroller werden zu 99 % genutzt. Es bedurfte mehrerer Code-Optimierungen, um die gesamte Funktionalität vollständig im Programmspeicher unterzubringen. Die Konfigurationsdaten werden permanent im EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert.

Der Quellcode ist ausführlich kommentiert. Das Programm beginnt mit der Initialisierung und mündet in eine Endlosschleife, in der alle Aktivitäten stattfinden. Zeitgeber ist TIMER0, er ist so konfiguriert, dass im Sekundenabstand ein Taktimpuls generiert wird. Aus diesem Takt wird das gesamte Timing als Vielfaches einer Sekunde abgeleitet.

TimeClick ist dadurch flexibel einsetzbar, dass 12 Profile mit unterschiedlichen Konfigurationen gespeichert werden können. Jedes Profil kann einen Namen erhalten, zum Beispiel „Blitz“ oder „Beliebig“. Zum Download auf [1] gehört auch eine Datei, die EEPROM-Daten mehrerer vorkonfigurierter Profile enthält.

## Kamera-Kompatibilität

TimeClick wurde erfolgreich mit einer Canon 500D getestet, die mit einer 2,5-mm-Buchse für eine Fernbedienung (Typ E3) ausgestattet ist, sowie mit einer Canon 7D, die für den gleichen Zweck einen Canon-N3-Anschluss besitzt. Höchstwahrscheinlich sind alle Kamera-Typen von Canon mit 2,5-mm-Klinkenbuchse zu TimeClick kompatibel. Dies sind die Modelle 1000D, 550D, 500D, 450D, 350D, 300D und 60D.

Die Canon-Kameras EOS 1D, 5D, 5D Mark 2, 7D, 10D, 20D, 30D, 40D und 50D hat der Hersteller mit dem N3-Anschluss ausgestattet. Auch hier ist eine hohe Wahrscheinlichkeit der Kompatibilität gegeben. Leider sind die zugehörigen Stecker nicht immer leicht erhältlich.

Die einfachste Lösung besteht darin, ein Spezialkabel zu verwenden oder den N3-Stecker einer preisgünstigen Fernbedienung abzutrennen. Spezialkabel sind beispielsweise bei [3] erhältlich, sie sind dort unter *Remote Accessories* auf der Seite *Remote Cords - Wireless - Infrared* zu finden.

Mit Kamera-Modellen anderer Hersteller konnte TimeClick bisher noch nicht getestet werden. Die Spurensuche auf Google hat jedoch ergeben, dass alle Kameras von Pentax die gleiche Anschlussbelegung wie die Kameras von Canon verwenden. Auch Pentax-Modelle sind wahrscheinlich zu TimeClick kompatibel.

Nikon verwendet für seine Kameras andere Steckverbindungen, sie haben jedoch die gleichen Grundfunktionen. Die Modelle D70, D70s und D80 sind

mit dem Anschluss MC-DC-1 ausgestattet, während an den Modellen D90, D3100, D5000 und D7000 der Anschluss MC-DC-2 vorzufinden ist. Zehnpolige Anschlüsse mit anderen Bezeichnungen (MC-20, MC-22, MC-30, MC-36) können die Nikon-Modelle D200, D300, D700, D3 und D3x... vorweisen. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass sie mit TimeClick kompatibel sind. Der Autor würde sich freuen, wenn Leser über Erfahrungen mit TimeClick zusammen mit der eigenen Kamera im Elektor-Forum berichten.

## Aufbau und Programmierung

Die Platine und der programmierte Mikrocontroller sind im Elektor-Shop erhältlich (siehe [1]). Nach bewährter Methode wird die Platine zuerst mit den niedrigen Bauteilen bestückt, dann folgt die Montage der hohen Komponenten. Der Bestückungsplan ist in Bild 2 wiedergegeben. Ebenso wie das LC-Display müssen auch die Bedientaster auf der Unterseite montiert werden. Nachdem die Platine aufgebaut und sichtgeprüft ist, kann der nächste Schritt folgen. Soll kein bereits programmiert Mikrocontroller zum Einsatz kommen, muss ein leeres Exemplar mit AVR Studio, AVR Dragon und dem AVR ISP-Programmer programmiert werden.

Wählen Sie zuerst den korrekten Typ im Menü *Project - Configuration options* aus, erst dann schließen Sie den Programmierer

und die TimeClick-Hardware an. Um die schon erwähnten, gelegentlich auftretenden Probleme zu umgehen, empfiehlt der Autor folgende Vorgehensweise:

1. Schalten Sie TimeClick und AVR Dragon/ISP aus und stellen Sie die Verbindung mit dem ISP-Kabel her.

2. Schließen Sie den AVR Dragon/ISP an einem USB-Port des PC an, der mit mindestens 300 mA belastbar ist.

3. Schalten Sie TimeClick ein.

Gehen Sie anschließend nach *Tools - Program AVR - Connect*, um den verwendeten Programmierer und den Port auszuwählen, und klicken Sie dann auf *Connect*. In Bild 3 ist das Programmfenster in dieser Phase der Programmierung wiedergegeben. Wichtig

## AUDIO & VIDEO

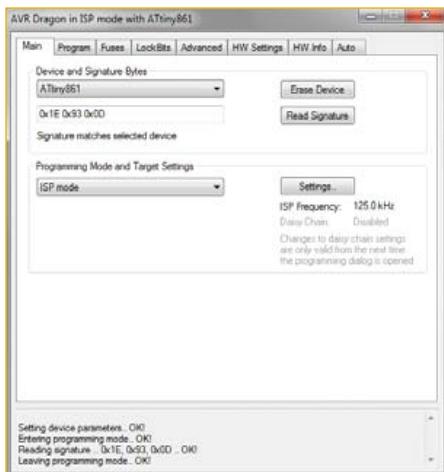


Bild 3. Konfiguration.

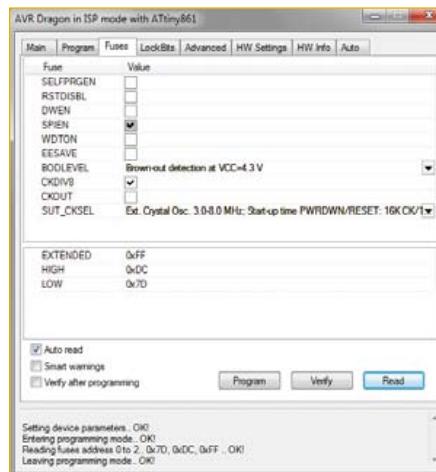


Bild 4. Fuse-Einstellungen.

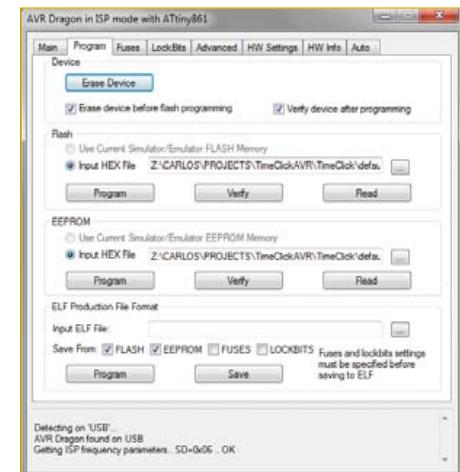


Bild 5. Mikrocontroller-Programmierung.

ist, dass der Programmier-Modus auf *ISP* und die ISP-Frequenz auf 125 kHz (< 1/4 der Taktfrequenz) eingestellt sind. Wenn alle Einstellungen korrekt durchgeführt wurden, muss ein Klick auf *Read Signature* ein OK zurückgeben.

Was nun folgt, ist das Einstellen der Fuses wie in **Bild 4** angegeben. Fuse SPIEN ist bereits im Lieferzustand des Mikrocontrollers aktiviert. Soll das Taktsignal mit einem 8-MHz-Quarz generiert werden, muss das Häkchen der Fuse CKDIV8 wie im Bild gesetzt sein. Die Taktsignalquelle ist unbedingt auf *External Crystal 3.0-8.0MHz* einzustellen. Ungewollten Änderungen des EEPROM-Inhalts infolge fast leerer Batterien wird vorgebeugt, wenn die *Brown-out*-Erkennung auf 4,3 V eingestellt ist.

Nach diesen Vorbereitungen steht der Programmierung nichts mehr im Weg. Alle benötigten Software-Komponenten sind im ZIP-Archiv 100371-11.zip zusammengefasst, das von der Projektseite [1] kostenlos heruntergeladen werden kann. Als Datei, die in den Mikrocontroller geladen werden soll, wird *TimeClick.hex* ausgewählt, anschließend wird der Programmervorgang durch einen Klick auf *Program* gestartet (**Bild 5**). Nach erfolgreicher Programmierung durchläuft der Mikrocontroller selbsttätig einen Neustart.

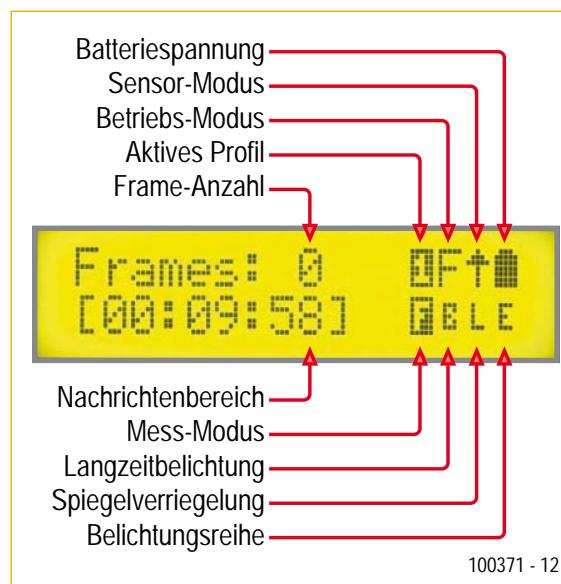
Die vorkonfigurierten EEPROM-Daten werden geladen, wenn im Feld *EEPROM* die Datei *TimeClick\_Configured\_eeprom.hex*

(ebenfalls im ZIP-Archiv) gewählt wird. Danach genügt ein Klick auf *Program*, um die Daten ins EEPROM zu schreiben.

### Betriebsanleitung

Nach der Mikrocontroller-Programmierung ist TimeClick betriebsbereit. Wenn beim Einschalten die ENTER-Taster gedrückt gehalten wird, stellt TimeClick die Standard-Einstellungen wieder her.

- Batteriekapazität in Stufen zu 25 %
- Sensor-Modus
- Betriebsmodus
- Aktives Profil
- Anzahl der geschossenen Aufnahmen
- Einstellung der Belichtung
- B-Einstellung (für lange Belichtungszeiten)
- Einstellung der Spiegelverriegelung
- Einstellung der Lichtwertanpassung



Informationen auf dem Display.

Einige Informationen werden durch Sonderzeichen dargestellt, die in der Software definiert sind.

Wenn das Display die vorstehenden Informationen anzeigt, führt ein Druck auf Taster MENU zum Konfigurationsmenü. Dieses Menü bedarf eigentlich keiner weiteren Erläuterung. Mit PLUS und MIN ist das Navigieren im Menü möglich, ein Druck auf ENTER aktiviert die gewählte Funktion. Nach nochmaligem Drücken von MENU kehrt das Display zum Ausgangszustand zurück.

Eine detaillierte Anleitung für TimeClick ist auf der Projektseite [1] oder auf der Website des Autors [2] zu finden.

(100371)gd

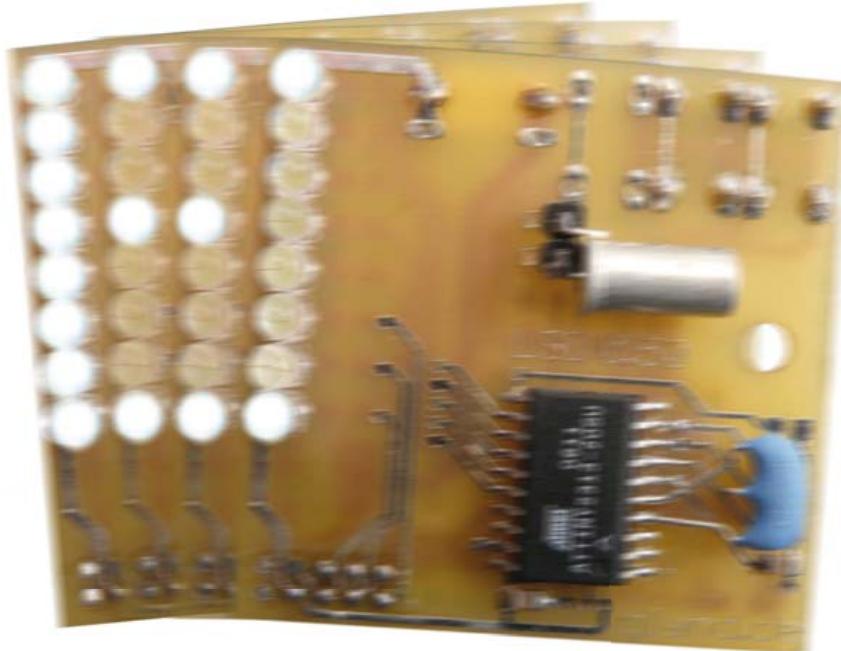
Alle Daten einschließlich der vorkonfigurierten Einstellungen im EEPROM werden überschrieben.  
Das Display gibt folgende Informationen aus:

### Weblinks

- [1] [www.elektor.de/100371](http://www.elektor.de/100371)
- [2] <http://timeclick.no.sapo.pt>
- [3] [www.enjoyyourcamera.com](http://www.enjoyyourcamera.com)

# Letter Shaking Device

## Eine Buchstaben-Schüttel-Platine



Von Kurt Schuster (D)

Eine Platine schütteln, und unten fallen Buchstaben raus? Nicht ganz, aber besser: Wenn Sie das LSD (Letter Shaking Device) schütteln, erscheinen auf geheimnisvolle Weise kurze Textbotschaften in der Luft.

Das Prinzip an sich ist bekannt. Eine bewegte LED-Zeile wird zeitlich so gesteuert, dass dem trägen menschlichen Sehsinn zusammenhängende Buchstaben, Symbole oder kleine Grafiken vorgegaukelt werden. Eine neue Spielart dieses Prinzips wurde mit dem hier vorgestellten Leserprojekt verwirklicht: Die Platine mit der LED-Zeile wird von Hand bewegt. Dabei sorgt eine raffinierte Bewegungserkennung dafür, dass Texte synchron zur Schüttelbewegung gescrollt werden und somit länger sein dürfen. Als Zugabe können bis zu vier kurze Texte On-the-fly auf dem „Schüttel-Display“ editiert werden.

### Von Sinn und Unsinn

Ein befreundeter Ergotherapeut, ein Werbegrafiker und eine Kinderschar haben die Schüttelplatine schon mal vorab getestet. Die Urteile fielen durchweg positiv aus. Der Ergotherapeut konnte besonders bei seinen jüngeren Patienten im wahrsten Sinne des Wortes „gesteigerte Motivation“ feststellen. Vor allem in der Koordination der größeren Schüttelbewegung mit der nötigen Feinmotorik zum Texteingeben mittels Zweitasten System sah der Therapeut ein „gewisses Potential“. Dass damit bei Vorschul- und Schulkindern auch das Alphabet

spielerisch erlernt, also quasi aus dem Ärmel geschüttelt werden kann, hält er zumindest für sein Fachgebiet nur für einen Nebeneffekt. Freude hatte auch der Werbegrafiker an der Platine – und die pfiffige Idee, die Platine in einen Cocktailshaker zu integrieren und so für Werbezwecke zu nutzen.

Die Kinder, vor allem die etwas älteren, die schon lesen konnten, hatten den Bogen bei der doch etwas kniffligen Tasten-Schüttel-Logik zur Texteingabe schnell heraus und tauschten damit lebhaft bewegte Nachrichten aus. Unter anderem die Lesbarkeit der Texte aus größeren Abständen wurde positiv bewertet und angeregt, die Platine in bunte Phantasie- oder Tierfiguren einzubauen und damit ein Spiel zu kreieren. Professionelle und nicht professionelle Spiele-Erfinder unter den Elektor-Lesern sind hier gefordert ...

### Sensor und Software

Eigentlich sollte es ein Jo-Jo werden, das Texte nach dem LED-Zeilen-Prinzip abrollt. Dafür ist die Jo-Jo Bewegung aber zu langsam, das Auge erkennt keine zusammenhängenden Buchstaben. So entstand die Idee für das LSD.

Die Zutaten für das Letter-Shaking-Device – ein paar LEDs und ein Mikrocontroller –

waren schnell gefunden und zusammengelötet. Weniger schnell wurde das Problem der Schüttelbewegungserkennung ohne einen richtigen Beschleunigungssensor gelöst. Zwei Selbstbau-Schüttelschalter – einer mit einer Stahlkugel und ein zweiter mit einem Magneten in einem Röhrchen mit Schaltern an den Enden (mechanische und Reed-Kontakte) erfüllten den Zweck nicht ganz. Also wurden verschiedene Neigungsschalter ausprobiert, wobei sich der leicht erhältliche (Farnell, Conrad) Sensor CW1300-1 von Assemtech als geeignet erwies. Im Inneren des Sensors findet man überraschenderweise zwei golden glänzende Kugeln, eine kleine und eine größere. Die kleinere überbrückt die Schließkontakte, die größere scheint für den nötigen Druck auf die Kontakte zu sorgen.

Die Software wurde in AVR-Assembler geschrieben und war anfangs noch sehr einfach gehalten. Eine fest einprogrammierte Textgrafik wurde aus dem Speicher ausgelesen und sequenziell auf die LEDs ausgegeben, wenn die Kugel im Selbstbau-Sensor gegen einen der beiden Schalter prallte. Die Trägheit des Sensors erfordert dabei eine Kompensation durch eine variable Verzögerung im Programm, um die LED-Ansteuerung so zu synchronisieren, dass ein

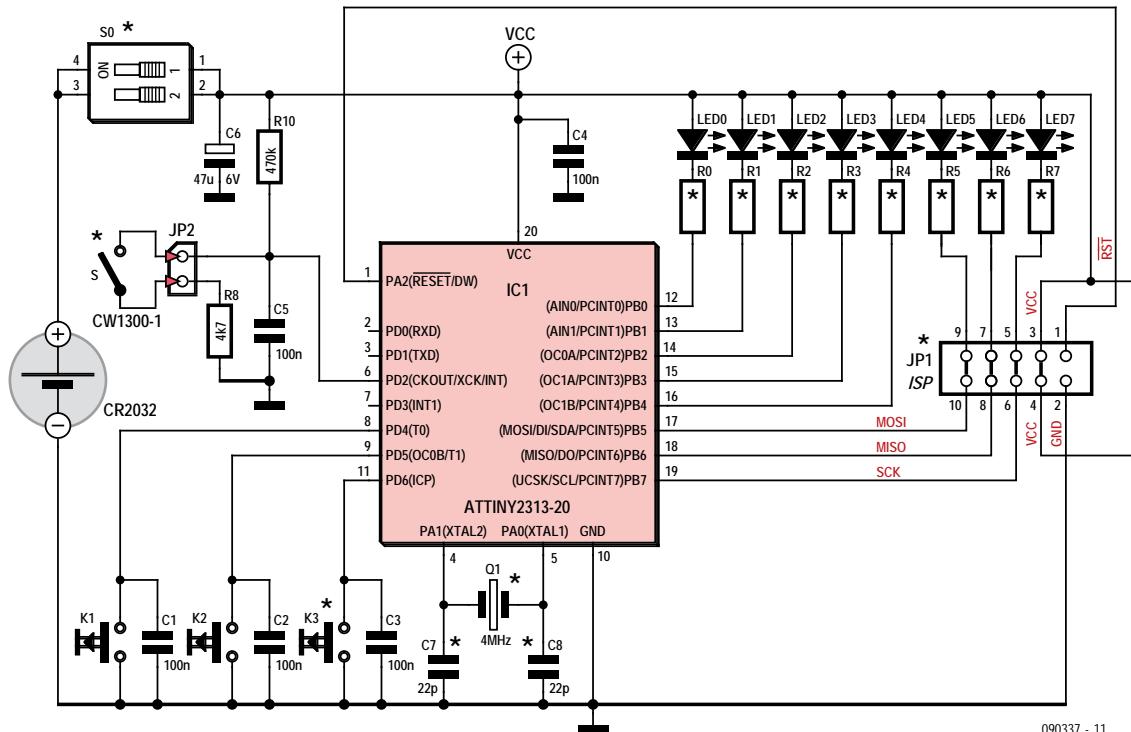


Bild 1. Ein Neigungsschalter steuert über einen ATtiny eine LED-Zeile. Das Geheimnis der Schaltung steckt in der Software.

lesbarer Text entsteht. Richtig knifflig war es, den Text in beiden Bewegungsrichtungen, also vorwärts und rückwärts auszugeben, um die Schrift heller erscheinen zu lassen. Im Laufe der Entwicklung des Steuerprogramms kamen immer weitere Funktionen hinzu. Der größte Teil des (gut kommentierten) Codes [1] ist für Userinterface, Bedienlogik, Zeichensatz-Darstellung, Text-Scrolling, LED-Steuerung und Tastenabfrage erforderlich. Die interruptgesteuerte Schüttel-Detektion und die Kompensation der Sensor-Trägheit besteht aus vergleichsweise wenigen Programmzeilen, in denen aber viel Know-how steckt, das unter anderem durch die Analyse der Schüttelbewegung mit Hilfe eines Beschleunigungssensors ADXL320 gewonnen wurde. Dadurch war es auch möglich, in der endgültigen Version einen Neigungsschalter zu verwenden.

## Schaltung und Aufbau

Der Neigungsschalter ist in der Schaltung (Bild 1) an die Pins von JP2 angeschlossen, er wird mit R8, R10 und C5 entprellt und über PD2 des ATtiny-Mikrocontrollers ausgewertet. An PD5 und PD8 sind zwei Mikrotaster (K1 und K2) zur Bedienung (Texteingabe) angeschlossen, während K3 in der aktuellen Software nicht verwendet und daher auch

nicht bestückt wird. Als Ein-Aus-Schalter dient ein DIP-Schalter (S0), auf die Platine (Bild 2) passt auch die zweipolare Variante. Die Stromversorgung übernimmt eine 3-V-Knopfzelle CR2032, beim Einlöten des Batteriehalters (SMTU-2032-1) muss man die Polarität beachten. Als LEDs an den Mikrocontroller-Ausgängen (PB0...PB7) eignen sich vor allem superhelle 3-mm-Typen mit möglichst großem Abstrahlwinkel. Um ein homogenes Schriftbild zu erhalten, stehen sie auf der Platine sehr eng zusammen, so dass man runde LEDs per Zange und Feile etwas abflachen muss – oder rechteckige Bauformen verwenden. Die Werte der Vorwiderstände hängen von der LED-Farbe ab:

47  $\Omega$  (rot), 27  $\Omega$  (grün), 22  $\Omega$  (weiß) oder 10  $\Omega$  (blau). Da vor allem blaue LEDs bei 3 V mit Unterspannung betrieben werden, empfiehlt sich eine Selektion nach gleicher Helligkeit. Auch grüne und weiße LEDs sortiert man besser vor, die roten sind weniger kritisch. Der Neigungsschalter wird liegend an die Pins von JP2 gelötet (siehe Bild 3). Der ISP-Sockel der Platine (JP1) kann unbestückt bleiben, die maßgeblichen Leitungen sind überbrückt. Soll der ATTiny2313 erst nach dem Einlöten programmiert werden, müssen die vier Leiterbahnbrücken am Sockel unterbrochen und eine passende Steckerleiste im 2-mm-Raster eingelötet werden. Nach dem Programmieren müssen

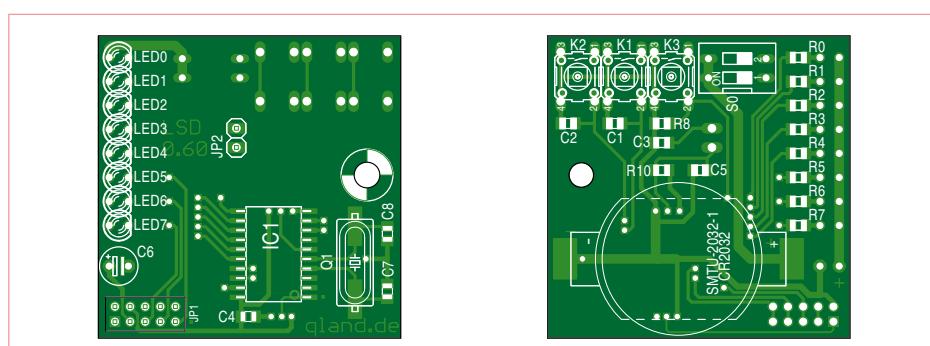


Bild 2. Die doppelseitige Platine wird hauptsächlich mit von Hand lötbaren SMDs bestückt.

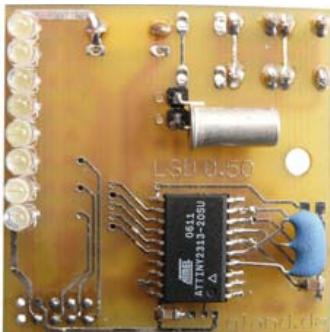


Bild 3. Platinenoberseite mit liegendem montiertem Neigungsschalter und 4-MHz-Keramikresonator.



Bild 4. Platinenunterseite mit Knopfzelle, Entkoppel-Elko, Einschalter und zwei Tastern zur Bedienung, über die auch eine Texteingabe möglich ist.

die vorher unterbrochenen Leitungen mit einer aufgesteckten Buchsenleiste wieder gebrückt werden.

Alle Widerstände sind SMD (0805), ebenso die Kondensatoren mit Ausnahme von C6 (Elko 47  $\mu$ /6 V, stehend, 2,5-mm-Raster). Das Einlöten des Mikrocontrollers im SOIC-SMD-Gehäuse erfordert eine feine Lötpitze und etwas SMD-Löterfahrung. Pin 1 des Controllers ist auf der Platine mit einem klei-

nen Punkt gekennzeichnet. Anstelle eines SMD-Quarzes kann man mit etwas Geschick auch einen bedrahteten Quarz oder einen Keramikresonator auflöten. Im Falle eines Resonators lässt man die Kondensatoren C7 und C8 einfach weg und führt seinen mittleren Anschluss auf die masseführende Durchkontaktierung in der Nähe von C7 und C8 (siehe Bild 3). Wird der Quarz schon vor dem Controller bestückt, ist der Platz zum Löten eventuell etwas eng.

## LSD-Bedienung

### Einschalten

- So auf ON

### Text anzeigen

- Platine so halten, dass LED 0 oben ist. Dann schnell und gleichmäßig hin- und herbewegen

### Text auswählen LED blinkt einfach

- Platine ruhig halten, LED7 blinkt fortlaufend einfach
- Taste K2 lang drücken bis LED7 flackert - dann Taste loslassen
- Ergebnis: LED6 blinkt fortlaufend einfach, Text 2 steht zur Anzeige bereit
- Taste K2 lang gedrückt halten bis LED6 flackert, schaltet einen Text weiter
- Ergebnis: LED5 blinkt fortlaufend einfach, Text 3 steht zur Anzeige bereit
- Taste K2 lang gedrückt halten bis LED5 flackert, schaltet wieder einen Text weiter
- Ergebnis: LED4 blinkt fortlaufend einfach, Text 4 steht zur Anzeige bereit

**Info:** Es stehen vier Texte zur Verfügung. Text 1 ist fest einprogrammiert, die Texte 2 bis 4 sind für den Anwender frei programmierbar. Ist der

betreffende Textspeicher leer, wird ein „E“ für „empty“ angezeigt.

### Text programmieren

#### LED blinkt doppelt

- Text 2, 3 oder 4 auswählen -> siehe Text auswählen
- Tasten K1 und K2 zusammen lang drücken bis LED flackert - dann Tasten loslassen
- Ergebnis: LED7 blinkt fortlaufend doppelt = Programmiermodus für Großbuchstaben
- Platine schütteln, aktuell ausgewählter Großbuchstabe A wird angezeigt
- Tasten K1 oder K2 wiederholt kurz drücken
- Ergebnis: Buchstaben A-B-C...Z werden vorwärts oder rückwärts durchgeschaltet

### Ausgewählten Buchstaben programmieren:

- Taste K1 lang drücken bis LED flackert

### Umschalten innerhalb des Programmiermodus:

- Taste K2 lang drücken bis LED flackert

## Programmierung und Bedienung

Eine Übersicht zur Bedienung ist im Textkasten zusammengefasst. Von den vier gespeicherten Texten sind die Texte 2, 3 und 4 mit Hilfe der Tasten änderbar, Text 1 hingegen ist fest einprogrammiert und kann normalerweise nicht geändert oder gelöscht werden. Um diesen Text trotzdem zu ändern, gibt es ein kleines Hintertürchen. Drückt man in schneller Reihenfolge die Tasten K2-K2-K2-K1-K1-K2, so flackert LED7 kurz als Bestätigung, und anschließend lässt sich auch Text 1 ändern. Um den Text wieder zu schützen, werden die Tasten ein weiteres Mal in der angegebenen Reihenfolge gedrückt. Texte können natürlich auch per Programmer direkt ins EEPROM des ATtiny geschrieben werden.

(090337)

[1] [www.elektor.de/090337](http://www.elektor.de/090337)  
(Software-Download)

### Der Autor

Kurt Schuster ist als selbständiger Elektronik- und Software-Entwickler freiberuflich tätig.

# OSI von ISO

## „Über sieben Schichten musst du geh'n“

Manches davon ist näher bei den Niederungen der Hardware angesiedelt, manches weiter oben im Olymp der Anwendungs-Entwickler ;). Da obenstehende Programmteile dabei auf die Dienste untenstehender

zugreifen, entsteht eine Art gesellschaftliche Schichtung der verschiedenen Komponenten (was wir mit unserer redaktionseigenen Torte symbolisiert haben).

Nun kommt die Internationale Organisation

für Normung (ISO) ins Spiel, die in technischen Dingen immer ein Wörtchen mitzureden hat: Anfang der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde das OSI-Schichtenmodell (Open Systems Interconnection

### Bitübertragung

Ob drahtgebunden oder über Funk, ob optisch oder elektrisch: Hier wird festgelegt, wie eine 0 oder eine 1 aussehen muss, damit sich Sender und Empfänger verstehen.

1

### Datensicherung

Wenn mal ein Bit kippt oder verloren geht, wird das in dieser Schicht bemerkt. Auch wenn zwei Sender gleichzeitig senden (oder einer der Sender zu schnell spricht), wird innerhalb dieser Schicht eingegriffen. Helfen können dabei zum Beispiel Header mit Prüfsummen. Meist werden lange Bitströme dazu in kleinere Pakete zerhackt.

2

### Vermittlung

Diese Schicht sorgt dafür, dass die Bitpakete auch beim richtigen Empfänger ankommen. In größeren Netzen gibt es hierzu eine Hierarchie von Netzknoten, welche die Pakete weiterleiten. Ähnlich wie bei Postleitzahlen besteht eine Adresse, die einen Empfänger eindeutig kennzeichnet, dann auch aus mehreren Teilen, z.B. verschiedenen Ziffern oder Ziffernfolgen.

3

Wenn Computer und andere Geräte miteinander sprechen, sollte dies zuverlässig, effizient und (abhör-)sicher geschehen. So etwas ist natürlich zu komplex, um es mal schnell an einem Wochenende zu programmieren. Am besten teilt man die Aufgabe in verschiedene Teile ein, wie zum Beispiel die Fehlerkontrolle, die Adressierung und mehr.

Model) veröffentlicht. Überlegung: Wenn sich alle an diese Referenz halten (also die Schichten-Einteilung und die Schnittstellen dazwischen überall die gleichen sind), kann man Protokolle innerhalb einer Schicht

gegen andere austauschen. So kommt man zu einem flexiblen Baukastensystem. Ein ähnliches System hat das Internet in unserer heutigen Form erst möglich gemacht, wobei dort gleich auf zwei der Schichten

verzichtet wird (was wir Redakteure natürlich auf keinen Fall wollten...).

(100781)JN

## Transport

Hier wird kontrolliert, ob alle Bitpakete angekommen sind - es könnte ja einer der Netzknoten ausgefallen oder überlastet sein. Wenn ein Bitpaket verloren gegangen ist, kann es unter Umständen nachgefordert werden. Grundbedingung ist, dass eine Kommunikation in beiden Richtungen ablaufen kann; Protokolle wie TCP bauen hierzu eine logische Verbindung zwischen Sender und Empfänger auf.

## Sitzung

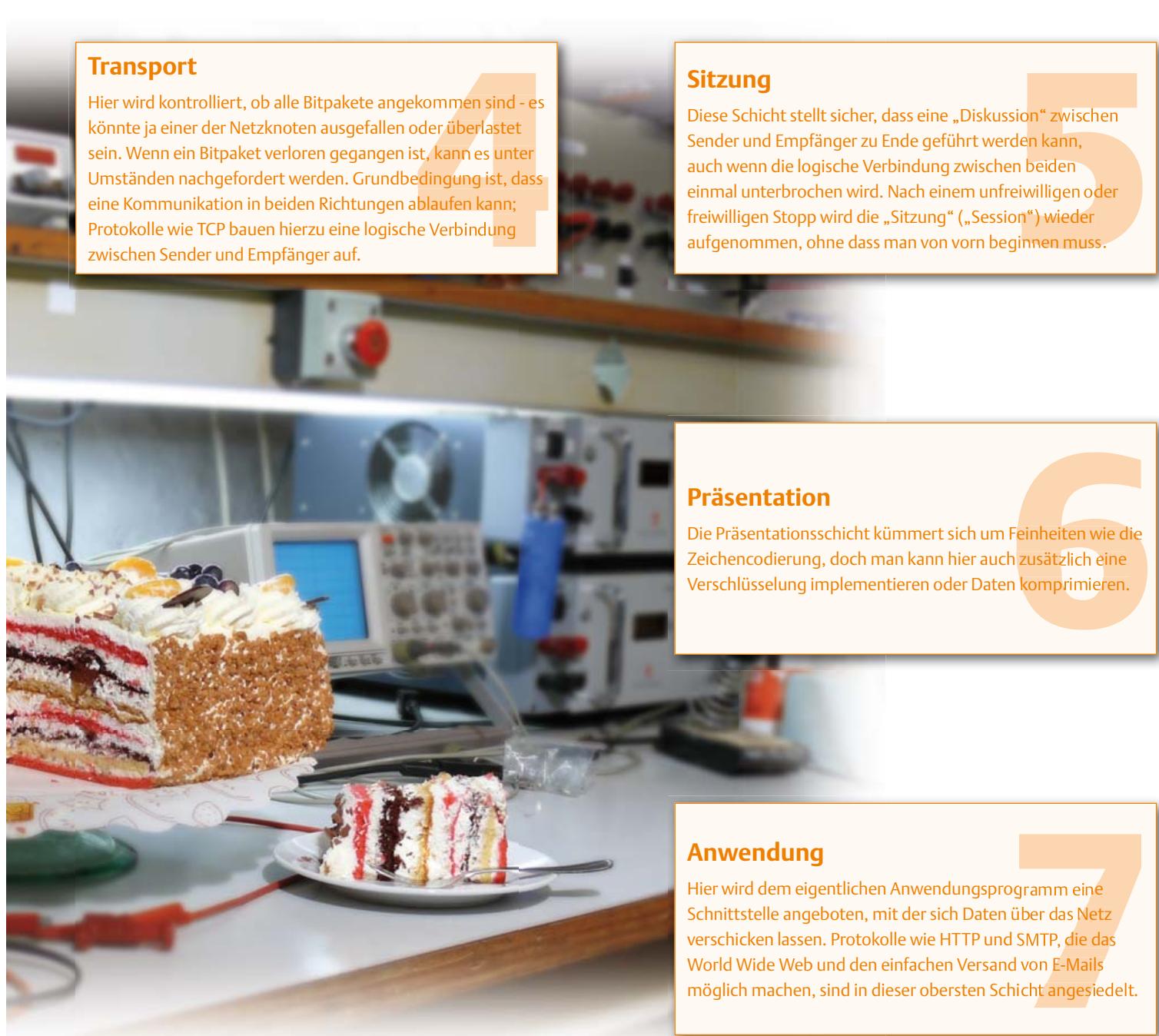
Diese Schicht stellt sicher, dass eine „Diskussion“ zwischen Sender und Empfänger zu Ende geführt werden kann, auch wenn die logische Verbindung zwischen beiden einmal unterbrochen wird. Nach einem unfreiwilligen oder freiwilligen Stopp wird die „Sitzung“ („Session“) wieder aufgenommen, ohne dass man von vorn beginnen muss.

## Präsentation

Die Präsentationsschicht kümmert sich um Feinheiten wie die Zeichencodierung, doch man kann hier auch zusätzlich eine Verschlüsselung implementieren oder Daten komprimieren.

## Anwendung

Hier wird dem eigentlichen Anwendungsprogramm eine Schnittstelle angeboten, mit der sich Daten über das Netz verschicken lassen. Protokolle wie HTTP und SMTP, die das World Wide Web und den einfachen Versand von E-Mails möglich machen, sind in dieser obersten Schicht angesiedelt.



# Mini-Webserver mit BASCOM-AVR

Minimod18 zu  
Ihren Diensten!

Von Grégory Ester (F)

**MTH-2513**

**CSW-M83/EZL-70**

**MINIMOD18**

**100742-1**

Die Besetzung der wichtigsten Rollen in diesem Stück: Minimod18 als Server, Firefox als Client. Die Regie führt ein EZL-70-Modul. Der Browser ist für die fehlerfreie Darstellung von HTML verantwortlich, der Regisseur sorgt für den reibungslosen Ablauf. Sind Sie bereit? Dann Vorhang auf für den ersten Akt...

Aus der Ferne drucken, ein Sieben-Segment-Display ansteuern, die Logikpegel diverser Eingänge abfragen, digitale Ausgänge ansteuern, analoge Werte messen, eine Einkaufsliste für den Supermarkt erstellen oder Ihrem Partner etwas Nettes schreiben. All diese Aktivitäten haben einen gemeinsamen Nenner: ein Ethernet/Seriell-Interface! In diesem Artikel geht es darum, mit Hilfe eines solchen Moduls einen Embedded Webserver aufzubauen. Das bekannte Minimod18 wird dazu mit einem Netzwerkanschluss versehen, über den es von überall auf der Welt erreichbar ist.

## Konfiguration des Internet-Interfaces

Das Modul EZL-70 (siehe Bild 1), das EZL-70A mit geringerem Energieverbrauch oder das CSW-M83 als Variante mit WLAN, sind Ethernet/Seriell-Konverter, die von der koreanischen Firma Sollae Systems [1] produziert und vom Elektronikladen [2] in Deutschland vertrieben werden. In diesem Projekt wird eines dieser Module im T2S-Modus (TCP/Seriell-Konversion) betrieben, wodurch Daten zwischen einer seriellen Schnittstelle und einem TCP/IP-Netzwerk ausgetauscht werden können.

Voraussetzung für den Transport von Daten via TCP/IP-Protokoll ist, dass jeder Netzwerkanschluss über eine eigene IP-Adresse verfügt. Diese Adressen müssen im adressierbaren Bereich des jeweiligen

LANs liegen. Typischerweise erlaubt die Subnetzmaske in der letzten Stelle der Klasse-C-IPv4-Adresse beliebige Werte zwischen 0 und 255. Diese Adresse muss für unser Modul statisch vergeben werden. Für eine erfolgreiche Kommunikation muss eine AND-Verknüpfung von PC-Adresse und Maske den gleichen Wert wie die AND-Verknüpfung von Modul-Adresse und Maske ergeben. Damit wird also das logische Subnetz festgelegt.

Wenn das Modul beispielsweise die Adresse 192.168.1.55 erhält und der PC die Adresse 192.168.1.60 hat, muss die Subnetz-Maske 255.255.255.0 sein. Die Netzwerk-Teilnehmer befinden sich dann im Subnetz 192.168.1.x und können somit kommunizieren.

Falls im häuslichen LAN der DHCP-Dienst eines Routers aktiv ist und automatisch Adressen zuweist, sollte die Adressenvergabe ebenfalls in diesem Subnetz, aber außerhalb der statischen Adresse des Moduls erfolgen. Passen würde beispielsweise der DHCP-Bereich 192.168.1.60...192.168.1.199, wobei der PC seine Adresse vom DHCP-Server zugewiesen bekommt und der Router selbst typischerweise die Adresse 192.168.1.1 hat.

Unter diesen Bedingungen klappt der Datentransport problemlos. Unsichtbar für den Anwender wird dabei durch TCP/IP vor jedem Transportversuch überprüft, ob der Host unter seiner Adresse erreichbar und bereit für den Datenempfang ist. Eine fehlerlose

## Minimod18

Dieser Artikel dreht sich um das Projekt Minimod18 (Elektor-Service 090773-91) aus der Elektor-Ausgabe Januar 2010.

Minimod18 ist ein universell einsetzbares, kompaktes Mikrocontroller-Modul, das über häufig benötigte Peripherie wie Tasten, Display, USB, I<sup>2</sup>C und ISP/SPI-Interfaces verfügt.

[www.elektor.de/090773](http://www.elektor.de/090773)

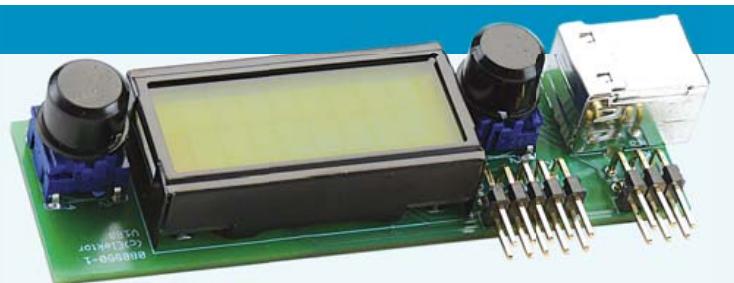




Bild 1. Das Ethernet-Interface-Modul EZL-70.

Datenübertragung wird durch einen Quittungs-Mechanismus garantiert, wodurch ein fehlerhaft empfangenes Datenpaket ein weiteres Mal verschickt wird. Tatsächlich muss für eine Datenverbindung auch noch der sogenannte Port (ein 16-bit-Wert, bei dem einige Werte für spezielle Zwecke reserviert sind) spezifiziert sein. Für unsere Zwecke wird die Port-Nummer 49500 gewählt. Die Socket-Adresse (virtuelle Datenverbindung) des Moduls ist dann 192.168.1.55:49500.

**Bild 2** zeigt, was bei der Konfiguration des Moduls EZL-70 mit Hilfe der Software „ezConfig“ [1] eingetragen werden muss. Wichtig ist ein passender Timeout-Wert. Der Wert „0“ deaktiviert die Timeout-Überwachung. In Bild 2 sind 5 s eingetragen. Wenn der Client die Verbindung nicht beendet, dann wird das vom Modul nach 5 s erledigt, wonach es für eine neue Verbindung bereit ist. Mit einem simplen „ping 192.168.1.55“ (via Befehlszeile des PCs) kann man kontrollieren, ob das Modul erreichbar ist.

## HTML: Kommunikation via HTTP

Nun sind alle Zutaten für den Zugriff mit Firefox (oder anderen Browsern) auf das T2S-Modul bereit. Unter der Modul-Adresse liefert dieses dann eine Webseite: <http://192.168.1.55:49500/texto.html> (oder eine andere Seite, siehe **Tabelle 1**). Das Präfix „http://“ indiziert die Kommunikation via HTTP-Protokoll. Die angeforderten Daten werden nun im so genannten HTML-Format erwartet, in dem Webseiten codiert sind.

Via Browser wird ein HTTP-Request an den HTTP-Server via EZL-70-Modul geschickt, den dieser in HTML (mit einer Datei oder einem Frame) beantwortet. Auf der seriellen Seite des Moduls kann man den Request zum Beispiel mit Hyperterminal betrachten. Als Erstes sollte man die folgende Zeile sehen können:

```
GET /texto.html HTTP/1.1
```

Die erste Anfrage wird also mit „GET“ eingeleitet, und dabei wird um die Datei „texto.html“ gebeten und darüber informiert, dass Version 1.1 des HTTP-Protokolls verwendet wird. Es sind auch noch weitere Informationen verfügbar wie die vom Browser gewünschte Sprache (Accept-Language) und der Zeichensatz (Accept-Charset), doch in unserem Fall interpretiert das in BASCOM-AVR geschriebene Programm lediglich die erste Zeile:

```
Char = Inkey(#2)
---- if first chars = ,GET' then get File name
If Char = „G“ Then
  Do
    Index1 = Index1 + 1
    Get #2 , Request(index1)
  Loop Until Request(index1) = Chr(13)
  Length = Index1 - 10
  If Request(1) = „E“ And Request(2) = „T“ Then
    File_name = Request(5) + Request(6) +
    Request(7) + Request(8) + Request(9)
  End If
End If
```

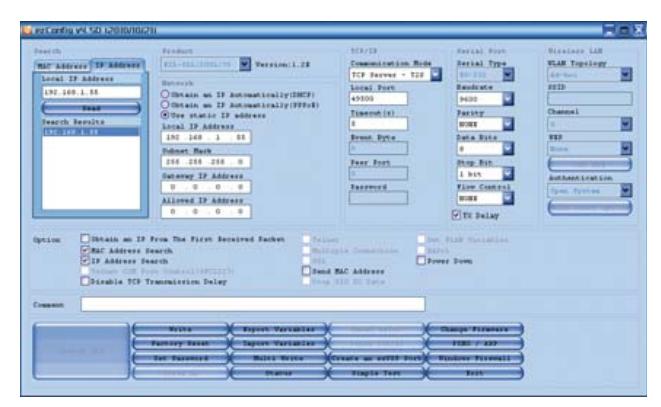


Bild 2. Das Tool „ezConfig“ erleichtert die Konfiguration der Module von Sollae.

```
...
If File_name = „texto“ Then
  <versende Header + Seiteninhalt>
End if
...
```

Mit einem erkannten GET-Request und dem extrahierten Parameter „texto“ als Name der gewünschten Datei wird dem Browser zuerst ein Header mit der Anzahl an Zeichen der zu sendenden Webseite (Content-Length) und dem Eintrag „Connection: Close“ geschickt, wobei Letzteres dem Browser mitteilt, dass er die Verbindung beenden möge, wenn er alle Zeichen empfangen hat. Nach dem Header kommt der Inhalt der Seite, die aus Zeichen im HTML-Format besteht. Die enthaltenen HTML-Befehle werden dann vom Browser interpretiert und das Resultat in einem Fenster dargestellt (siehe **Bild 3**).

Das ist relativ einfach, da der Webserver lediglich statische HTML-Seiten anzubieten hat. Er muss diese lediglich aus seinem Speicher holen und abschicken. Soll ein Server aber differenziert auf Befehle reagieren, dann wird es deutlich schwieriger. Das gilt insbesondere für dynamisch erzeugte Webseiteninhalte. Nachfolgend soll ein Text nach Klick auf die Schaltfläche „ILLICO TEXTO“ gedruckt werden:

```
GET /texto.html?mth_mess=Hello+world HTTP/1.1
```

Wieder kommt der Befehl „GET“ und auch die bekannte Datei



Bild 3. Eine vom Mini-Server gelieferte Webseite.

„texto“. Dann kommt der Text, der an einen seriell angeschlossenen Drucker übergeben werden soll (siehe unten): „Hello+world“. Auch Sonderzeichen wie „&[()’~#@|%,;:<...“ werden korrekt interpretiert und richtig auf dem Thermodrucker ausgegeben. Der Server antwortet mit einer aktualisierten und somit dynamisch erzeugten Webseite. Bei jedem Datentransfer ändert sich der Hintergrund des Textes von blau nach rosa und umgekehrt (zum Zeichen, dass die Nachricht empfangen wurde):

```
Toggle Flag4
If Flag4 = 1 Then Background = „bg1“
If Flag4 = 0 Then Background = „bg2“
...
Print #1, „<style text=“; Chr(&H22); „text/
css“; Chr(&H22); „>“
Print #1, „.bg1{BACKGROUND-COLOR:#a9eeec; }“
Print #1, „.bg2{BACKGROUND-COLOR:#ffcbec; }“
Print #1, „</style>“
```

Das Code-Fragment verschickt den folgenden HTML-Frame (bei Flag4 = 1):

```
<style text="text/css">.
```



Bild 4. Der erste Ausdruck – der Drucker funktioniert!

```
bg1{BACKGROUND-COLOR:#a9eeec; }</style>
```

Um das Eingabefeld der Webseite zu erstellen, sorgt der folgende HTML-Befehl für einen blauen Hintergrund (der Parameter „class“ wird deshalb abwechselnd die Werte „bg1“ und „bg2“ annehmen):

```
<input type="text" name="mth_
mess" size="40" maxlength="40" class="bg1">
```

In BASCOM-AVR liest sich das so:

```
Print #1, „<input type="; Chr(&H22); „text“;
Chr(&H22); „ name="; Chr(&H22); „mth_
mess“; Chr(&H22); „ size="; Chr(&H22); „40“;
Chr(&H22); „ maxlength="; Chr(&H22); „40“;
Chr(&H22); „ class="; Chr(&H22); Background;
Chr(&H22); „>“
```

Die Anweisung „Chr(&H22)“ in diesem Code macht den Text etwas schwer lesbar und dient lediglich dazu, das Zeichen „“ für den Print-Befehl so zu verpacken, dass es als Steuerzeichen interpretiert und nicht etwa gesendet wird.

Der Seitentitel „MINISERVER: TEXTO“ zwischen den HTML-Markups <title> und </title> wird auf analoge Weise zusammengebaut und verschickt:

```
Print #1, „<title>MINISERVER: TEXTO</title>“
```

## Thermodrucker seriell anschließen

Thermodrucker arbeiten mit speziellem temperaturempfindlichen Papier. Ein kammförmiger Thermokopf erwärmt beim Überstreichen einer Zeile einzelne Punkte und setzt so das Druckbild zusammen. Kleine Thermodrucker mit serieller Schnittstelle findet man recht preiswert via Internet. Wir haben das Modell MTH2513 von Megatron [3] eingesetzt, aber es spricht nichts gegen ein anderes Fabrikat und die Anpassung an die Befehle, die dieser Drucker versteht. Der komplette Drucker samt Kopf und Schnittstelle ist nicht viel größer als eine Streichholzschachtel und macht einen guten Eindruck. Er verfügt über einen sehr großen Befehlssatz, den zu beschreiben ein Heft mit 40 Seiten erfordert.

Zuerst muss man den Anschluss K1(7) des Minimod18 mit RXD des Druckers verbinden und dann das Netzteil einschalten. Anschließend muss man lediglich noch den Deckel öffnen, eine Papierrolle einlegen, den Deckel wieder schließen und das Programm „ELEKTOR\_LOGO\_CODE39\_MTH2513.hex“ in den Flash-Speicher des ATmega328 laden. Wenn man das Programm startet, sollte ein kleiner Papiersteifen mit aufgedrucktem Barcode plus Elektor-Logo ausgespuckt werden (siehe Bild 4). Dies ist der Beleg dafür, dass alles wie gewünscht funktioniert.

Nun zum Programm „The Dot Factory“ [4][5], das unser Logo in Bytes umsetzt. Nachdem diese Bytes mit Hilfe der Software in einer Tabelle abgelegt sind, müssen diese Daten nur noch in der richtigen Reihenfolge und Zeile für Zeile an den Drucker geschickt werden. Im folgenden Beispiel sind dies vier Byte pro Zeile mit Hilfe des Befehls:

```
<Esc> K n byte[1] ... byte[n]
```

In BASCOM-AVR:

```
For X = 0 To 255 Step 4
  Print #3, Chr(27); "K"; Chr(4);
  Chr(logo(x+1)); Chr(logo(x+2)); Chr(logo(x+3));
  Chr(logo(x+4));
Next X
```

Der Barcode (im Format „Code 39“) wird auf die folgende Weise erzeugt:

```
Print #3, Chr(27); Chr(&H22); Chr(&H32);
Chr(&H31) ,Vergrößerungsfaktor des Barcodes
van de barcode = 1 (heel groot)
Print #3, Chr(27); Chr(&H22); Chr(&H31);
Chr(&H04) ,Code 39
Print #3, „CODE 39“
Print #3, Chr(27); Chr(&H22); Chr(&H30); „E“;
„L“; „E“; „K“; „T“; „O“; „R“; Chr(255)
```

Nun ist der Drucker bereit zur Integration in das System.

## Mikroprogramme

Die Beispiel-Programme (Download bei [6]) wurden mit BASCOM-AVR geschrieben. Sie müssen vor Verwendung erst noch kompiliert werden, der erzeugte Maschinen-Code ist dann in den Flash-Speicher des Controllers im Minimod18 zu laden. Das Modul ist ja an das eigene Netzwerk angeschlossen, und daher sorgen dann diese Programme dafür, dass Minimod18 auf Anfragen eines Web-Browsers vernünftig antwortet – also als HTTP-Server fungiert. Der Browser stellt die vom Modul geschickte Webseite dar, wenn das Ganze so wie in **Tabelle 1** angeschlossen ist.

- 8574\_INPUT\_AND\_ADC: Auslesen der GPIO-Eingänge JP8...JP15 der ATM18-Experimentierplatine ([www.elektor.de/100742](http://www.elektor.de/100742)). Außerdem wird der Wert der an ADC6 anliegenden Spannung gemessen. Die Webseite wird alle 4 s automatisch aktualisiert. Oberhalb von 2 V wird die gemessene Spannung mit rotem Hintergrund dargestellt.
- 8574\_OUTPUT: Ansteuerung der sieben Segmente und des Punkts der Anzeige der Experimentierplatine. Die acht Bits entsprechen den sieben Segmenten plus Punkt. Auf der Webseite wird der Logikpegel jedes Ausgangs angezeigt. Dieser 8-bit-Wert wird auch in der zweiten Zeile des Minimod18-LCDs angezeigt.
- ILLICO\_TEXTO: Man kann mit dem Browser einen Text von maximal 40 Zeichen Länge an das Modul schicken. Ein Klick auf den Kopf „ILLICO TEXTO“ sorgt dafür, dass dieser Text via Netzwerk über Minimod18 an den Thermodrucker übertragen wird.

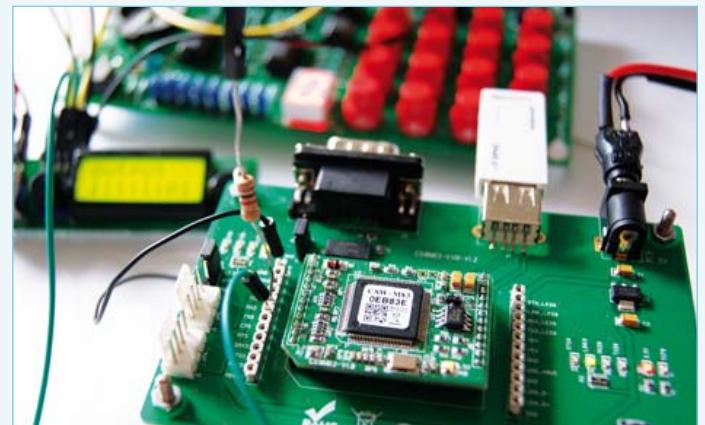
**Tabelle 1. Zusammenhang von HTML-Seiten, Programmen und den Verbindungen zwischen den Modulen. Alle Programme sind erfolgreich sowohl mit Firefox 3.6.12 als auch mit dem Internet Explorer 8.0.6001.18702 getestet worden.**

Adresse	Programm	Minimod18	EZL-70 CSW-M183	Experimentier- Platine	MTH-2513	Buzzer
input.html	8574_INPUT_AND_ADC.bas	K1(5) K1(6)	TXD RXD	-	-	-
output.html	8574_OUTPUT.bas	K1(7) K1(8)	- -	SDA SCL	-	-
texto.html	ILLICO_TEXTO.bas	K1(5) K1(6) K1(7) K1(8)	TXD RXD - -	- - - -	- - RXD -	- - - (+)
shopping.html	SHOPPING_xx.bas	K1(5) K1(6) K1(7)	TXD RXD -	- - -	- - RXD	- - -
-	ELEKTOR_LOGO_CODE39_MTH2513.bas	K1(7)	-	-	RXD	-

## Modul CSW-M83

Ein WLAN-USB-Stick, eine Test/Support-Karte für das Modul, das Modul CSW-M83 selbst und ein Widerstand von  $1\text{ k}\Omega$  sorgen für kabellosen Betrieb [1]. Die Konfiguration ist ähnlich der des Moduls EZL-70, welche mit Hilfe von „ezTCP Manager“ (und Jumper JP3 auf „ON“) via serieller Schnittstelle der Support-Karte vorgenommen wird. Diese Karte muss ähnlich wie ein Laptop mit WLAN entweder automatisch oder manuell (aber statisch) beim Router angemeldet werden.

Der Jumper ISP# ist via Jumper JP2 permanent mit  $+3,3\text{ V}$  verbunden. Das ist wichtig, da die serielle Kommunikation mit dem Modul CSW-M83 mit  $3,3\text{-V}$ -Pegel stattfindet. Aus diesem Grund muss auch der  $1\text{-k}\Omega$ -Widerstand zwischen K1(6) des Minimod18 und Rx des Moduls CSW-M83 eingefügt werden.



- SHOPPING\_xx (wobei xx entweder „FR“ oder „UK“ sein kann): Man kann via Internet von überall auf der Welt auf den eigenen Minimod18-Server zugreifen. Erstellt man so eine Einkaufsliste und hat Glück, dann hat der Partner sie gefunden und schon eingekauft, bevor man zu Hause angekommen ist.

### Wie funktioniert Port Forwarding?

Die Module von Sollae sind so konfiguriert, dass sie mit einer eigenen lokalen IP-Adresse ausgestattet sind. Normalerweise geht man über einen DSL-Router oder ein äquivalentes Gerät ins Internet. Wenn die Adresse des Moduls wie zuvor beschrieben statisch eingerichtet und im zum Router passenden Adressraum liegt, kann man prinzipiell auch vom WAN (Wide Area Network = Internet)

aus auf das Modul zugreifen. Die von außen (WAN) ansprechbare Adresse wird vom Internet-Provider vergeben und vielfach ändert sich diese mindestens täglich, bei jeder neuen Einwahl ins Internet. Die WAN-Adresse kann man üblicherweise auf der Konfigurations-Webseite des Routers oder aber über Seiten wie „[www.monip.org](http://www.monip.org)“ ablesen.

Angenommen die WAN-Adresse lautet  $80.197.119.229$ , dann sollte man damit auch Zugang zum Minimod18 bekommen, um aus der Ferne irgendetwas zu Hause zu steuern. Zum Hinterlassen einer Einkaufsliste tippt man also in das Adressfeld des Browsers „<http://83.197.119.229:49500/shopping.html>“ ein.

Wenn der Router nun wie in Bild 5 konfiguriert ist, dann wird die öffentliche IP-Adresse automatisch vom WAN unter Beibehaltung des Parameters nach dem „/“ an die lokale Adresse des Moduls durchgeroutet und genau das nennt sich Port Forwarding.

Will man nicht zu Hause anrufen und nachfragen, wie die aktuelle WAN-Adresse des Routers gerade lautet, kann man die kostenlosen Dienste eines so genannten dynamischen Domain-Servers wie „[www.dyndns.com](http://www.dyndns.com)“ in Anspruch nehmen. Hier erhält man eine Sub-Domain nach dem Schema „ $xxx.dyndns.com$ “, wobei „ $xxx$ “ für ein selbstgewähltes Präfix steht. Über diese Sub-Domain kann man den eigenen Mini-Server ansprechen. Die meisten modernen Router haben nämlich schon einen DynDNS-Client eingebaut, über den der DynDNS-Dienst nach der Einwahl ins Internet über die eigene WAN-Adresse in Kenntnis gesetzt wird. Man muss sich nach einmaliger Konfiguration um nichts weiter kümmern und hat statt einer wechselnden, schwer merkbaren IP-Adresse eine leicht zu merkende, stabile Sub-Domain in Textform zur Verfügung.

(100815)

Nom	Activé	Protocole	Du port	Au port	Adresse IP locale	Action
serveur_thonon	Oui	TCP	80	80	192.168.1.54	
serveur_thonon	Oui	UDP	80	80	192.168.1.54	
minimod18	Oui	UDP	49500	49500	192.168.1.55	
minimod18	Oui	TCP	49500	49500	192.168.1.55	
Neuer Eintrag						

Bild 5. Port Forwarding am Beispiel eines Routers von Sagem.

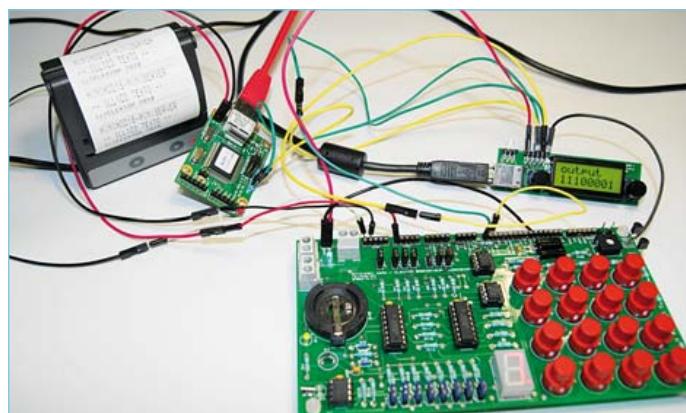
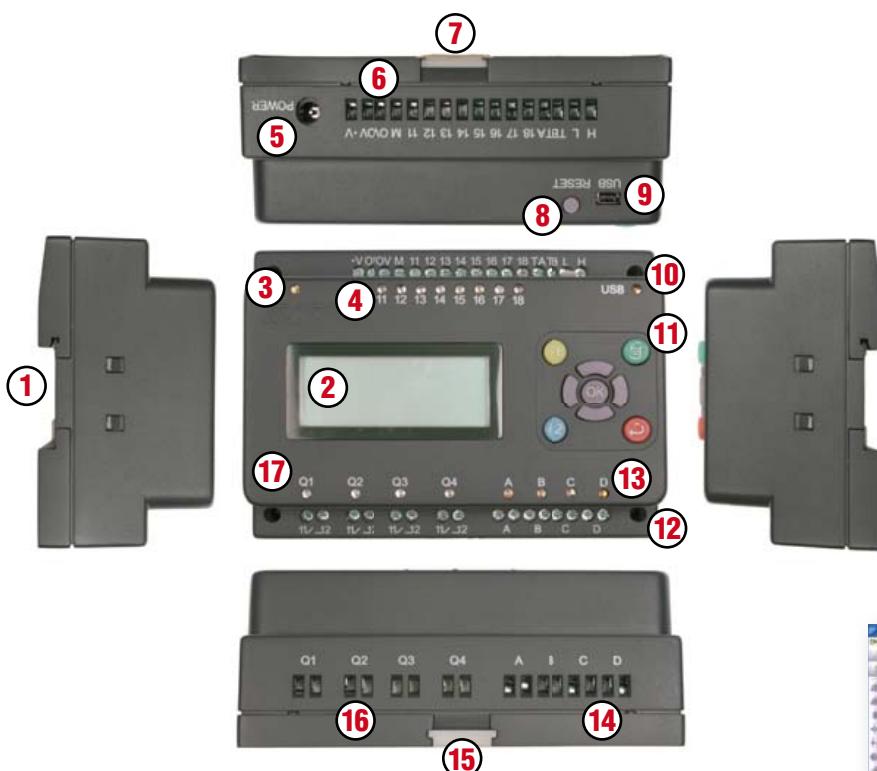


Bild 6. Ein paar Module und Kabel - mehr braucht es nicht zum Aufbau eines multifunktionalen Webservers.

### Weblinks

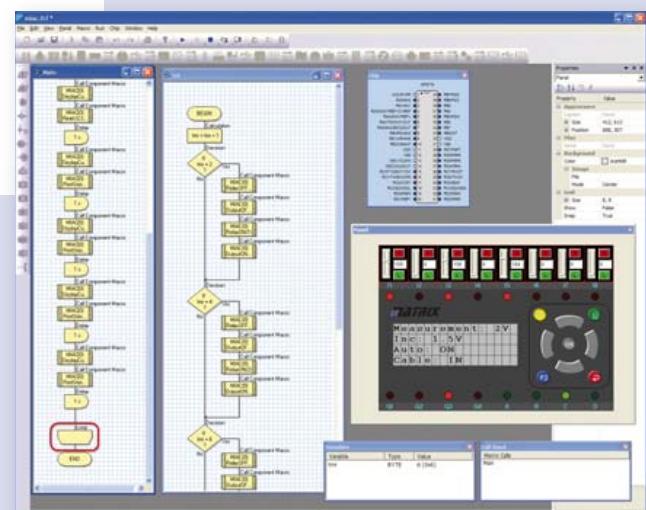
- [1] [www.eztcp.com/en/home/](http://www.eztcp.com/en/home/)
- [2] [www.elektronikladen.de](http://www.elektronikladen.de)
- [3] [www.megatron.fr/imprimantes/mpanel/mth2500\\_f.php](http://www.megatron.fr/imprimantes/mpanel/mth2500_f.php)
- [4] [www.pavius.net](http://www.pavius.net)
- [5] [www.elektor.de/100256](http://www.elektor.de/100256)
- [6] [www.elektor.de/100815](http://www.elektor.de/100815)

# MIAC – ein PIC für alle Fälle



## Ausstattung/Anschlüsse

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1. Hutschienenmontage              | 10. USB-Transfer-LED                   |
| 2. LCD (4x16 Zeichen)              | 11. Tastenbedienfeld                   |
| 3. Power-LED                       | 12. M3-Montagelöcher                   |
| 4. Status-LEDs für Eingänge        | 13. Status-LEDs für Motoren            |
| 5. Stromversorgungsbuchse (2,1 mm) | 14. Schraubklemmen für Motoren         |
| 6. Schraubklemmen für Eingänge     | 15. Hutschienen-Arretierung unten      |
| 7. Hutschienen-Arretierung oben    | 16. Schraubklemmen für Relais-Ausgänge |
| 8. Reset-/Start-Taste              | 17. Status-LEDs für Relais-Ausgänge    |
| 9. USB-Buchse                      |  |



**Flowcode** – die grafische Programmiersprache  
(gehört zum Lieferumfang von MIAC)



MIAC ermöglicht mit dem optional erhältlichen FlowKit-Modul (Art.-Nr. HP299) volles In-Circuit Debugging in Flowcode

Personal Download for Atematt! © Elektor

## Vorteile

- Flexibel und erweiterbar
- Mit Flowcode, C oder Assembler leicht programmierbar
- Mechanisch und elektrisch sehr robust

## Features

- Programmierbar via USB
- Basierend auf PIC18F4455
- Programmiersoftware Flowcode (im Wert von 180 €) im Lieferumfang inbegriffen
- Kompatibel mit C-Compilern von Drittherstellern
- 8 digitale oder analoge Eingänge
- 4 Relais-Ausgänge mit je 10 A Belastbarkeit
- 4 gesteuerte Motor-Ausgänge (500 mA)
- LCD mit 4 Zeilen à 16 Zeichen
- 9 Steuertasten im Bedienfeld

Realisieren Sie jetzt Ihr  
PIC-Projekt mit dem vorteil-  
haften MIAC-Bundle – bestehend  
aus einem MIAC-Modul sowie  
der prämierten Programmier-  
software „Flowcode 3 für PIC“  
(Professional-Version)!



### Bundle-Preis:

Nur 185,00 Euro (251,60 CHF)

Jetzt bestellen unter  
[www.elektor.de/miac-bundle](http://www.elektor.de/miac-bundle)

# SMS-Automat! aus PC-Schrott

## Ein recycelter PC als SMS-Gateway unter Linux für € 0,-

Von Hans Henrik Skovgaard (Dänemark)

Dieses Projekt erweckt einen ausrangierten PC und ein ausgedientes Handy zu neuem, sinnvollem Leben. Mit DSL (steht hier für „Damn-Small-Linux“) wird die Reaktivierung eines Schrott-PCs samt Einbindung eines Alt-Handys als Basis für ein kostenloses SMS-Gateway demonstriert.

Wenn es Ihnen so wie mir schwer fällt, noch funktionierende, aber nicht mehr so moderne Elektronik einfach weg zu werfen, dann stellt sich Ihnen vermutlich ebenfalls immer wieder die Frage: Wohin mit dem ganzen Plunder?

Nach etlichen Jahren des Hütens von immer mehr Raum beanspruchenden technischen Schätzen war ich schließlich fast so weit, den ganzen Krempe beim nächsten Recycling-Hof (auch Elektronikhimmel genannt) abzuladen. Doch glücklicherweise erspähte mein nach Auswegen suchendes Auge den Artikel „GSM-Fernschalter“ aus Elektor November 2008. Hier wurde ein Handy in andere Hardware eingebunden. Da ich mich gerade ausgiebig mit der Programmierung unter DSL beschäftigte, sprang mich sofort die Idee an, einen alten PC und ein altes Handy mit Linux zu etwas Neuem zu kombinieren. Urteilen Sie selbst, ob das klug, listig oder schräg ist. Auf jeden Fall brachte ich DSL auf einem alten PC zum Laufen und die Verbindung mit dem Handy war auch nicht so schwierig. Schon war die Grundlage für ein eigenes SMS-Gateway geschaffen. Das sollte auch Ihnen gelingen...

### DSL installieren

Wer sich mit Linux oder gar DSL auskennt, wird die Details dieses Artikels nur überfliegen. Die Beschreibung ist nämlich so gehalten, dass man das System auch ohne Linux-Erfahrung aufsetzen kann.

**Tabelle 1** listet die eingesetzte Hardware-Ausstattung auf. Ich hatte noch einen älteren PC (Dimension XPS T600r) von Dell, doch das Teil aus meiner Altgerätesammlung hatte nicht viel mehr im Gehäuse als Motherboard und Netzteil. Ich möchte deshalb auch keine Empfehlungen aussprechen. Nehmen Sie einfach, was bei Ihnen besserer Tage harrt und probieren Sie aus, ob es tut.

Eine Voraussetzung ist allerdings, dass der PC entweder über USB oder RS232 verfügt und dass die PC-Schnittstelle zur Schnittstelle des Handys passt. Heute haben ausgediente Handys schon USB. Im Jahr 2008, als der GSM-Artikel in Elektor erschien, waren serielle Schnittstellen noch gebräuchlicher. Die Beschreibung der Linux-Konfiguration umfasst daher beide Fälle. Es gibt sogar noch eine dritte Variante der Verbindung von Handy und PC.

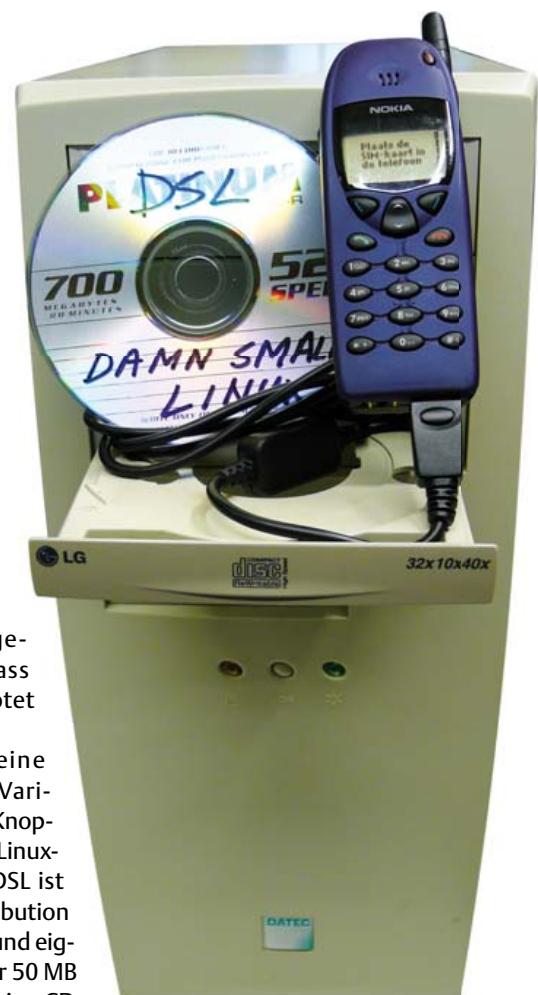
Vorweg: Das BIOS des PCs muss so eingestellt sein, dass von CD gebootet wird.

DSL [1] ist eine abgespeckte Variante der unter Knoppix bekannten Linux-Distribution. DSL ist eine freie Distribution für 86er-CPUs und eignet sich mit nur 50 MB prima für eine Live-CD.

Einer der Gründe für die Genügsamkeit von DSL ist, dass auf „große“ Desktops wie KDE oder GNOME zugunsten der beiden Leichtgewichte Fluxbox und JWM verzichtet wurde. Die geringe Größe macht DSL zum idealen OS für alte Hardware. Sie können natürlich auch ein anderes Linux verwenden. Mit den dann auftretenden kleinen Unterschieden kann man sicher fertig werden.

Zum Zeitpunkt der Arbeit an diesem Artikel gab es zwei aktuelle DSL-Versionen: Die ältere Version DSL-3.4.12 nutzt den Linux-Kernel 2.4.26. Die neuere Entwicklung DSL-4.4.10 hat schon den Linux-Kernel 2.4.31 implementiert. Und man kann auch noch neuere Versionen finden, doch hier geht es schließlich um alte Hardware und kleine, schnelle Systeme.

Für das Gateway genügt die Version DSL-3.4.12 vollkommen. Der Link zum Download der Datei „dsl-3.4.12.iso“ findet sich bei [2]. Der ältere Version gehört deshalb meine Präferenz, da ich unter dieser eigene Steuerungen nach diesem Buch [3] programmiere. Nach dem Download der Datei wird sie mit einem passenden Brennprogramm als bootfähige CD gebrannt. Aus diesem Grund wird die ISO-Datei verwendet, was für das Brennen wichtig ist.



Die gerade gebrannte CD ist eine so genannte Live-CD. Dies bedeutet, dass es sich um ein voll funktionsfähiges Linux handelt, das komplett im RAM läuft.

Wenn man so ein System „richtig“ installieren will, dann baut man eine alte Festplatte ein und installiert nach dem ersten erfolgreichen Booten der Live-CD darauf DSL. Die Festplatten-Installation per Menü geht so:

APPS->Tools->Install to Hard Drive.

Dieses Menü erscheint als Kontext-Menü bei Betätigung der rechten Maustaste irgendwo auf dem Desktop. Die Beschreibung am Ende dieses Artikels enthält noch weitere Infos zur Installation von DSL.

### Handy-Anschluss

Wie im Artikel von 2008 habe ich ein Handy von Siemens für das Gateway vorgesehen, denn ich hatte noch das Modell C65 „übrig“. Die passenden AT-Kommandos [4] samt Interface sind genau wie das Handy selbst altbekannt. Trotzdem müssen Sie jetzt keine Gebrauchtbörsen nach einem C65 abklappern. Die meisten alten Handys funktionieren, auch welche von Nokia beispielsweise.

**Bild 1** zeigt das zum C65 passende Interface-Kabel. Rechts ist die RS232-Kupplung, in der Mitte der Stecker zum Handy und links ein Steckernetzteil zu sehen. Die Stromversorgung ist also gewährleistet.

Wenn das Handy über RS232 an einen PC angeschlossen wird, kann dieser mit dem Telefon über das Device-Interface „/dev/ttyS0“ kommunizieren.

Mit etwas C-Erfahrung (notfalls gibt es hierzu ein gutes Buch von Elektor [7]) weiß man, wie man in einer Datei liest und schreibt. Genau darum geht es: Man kann beim Gerät „/dev/ttyS0“ lesen und schreiben.

Mit dem Programm „microcom“ kann man überprüfen, ob das Handy angeschlossen ist und funktioniert (siehe **Bild 2**).

Falls ihr PC noch nicht so alt ist und keine serielle Schnittstelle, sondern nur noch USB-Ports besitzt, kann man sich auch mit einem USB/RS232-Konverter behelfen. In diesem Fall verwendet man mit „/dev/ttyUSB0“ ein anderes Gerät. Wenn man das Programm „microcom“ verwenden will, muss man diesem zunächst mitteilen, welches Interface benutzt wird. **Bild 3** zeigt, wie das geht.

Wenn Handy und PC per USB verbunden werden, erhält man das Gerät „/dev/ACM0“. Die Überprüfung läuft dann gleich wie beim Einsatz eines USB/RS232-Konverters. Bei einer reinen USB-Verbindung muss das Handy in den so genannten Modem-Modus versetzt werden und nicht in andere Modi, in denen es sich als Massenspeicher oder sonst wie präsentiert. Eventuell muss man ein bisschen herumprobieren, bis es läuft. Alle drei Möglichkeiten sind in **Tabelle 2** aufgeführt.

Denkbar ist auch die Installation einer Verbindung via IrDA oder Bluetooth, doch das wäre Stoff für einen anderen Artikel. Auf jeden Fall sollten Sie nun über ein funktionsfähiges Linux-System mit funktionsfähig angeschlossenem Handy verfügen. Jetzt kommt die Installation der eigentlichen Software an die Reihe.

**Tabelle 1. Schrott-PC, Hardware-Ausstattung (Beispiel)**

CPU	Pentium III 600MHz
RAM:	384 MB
BIOS:	PhoenixBIOS 4.0 Release 6.0
Festplatte:	10 GB (Samsung)
Netzwerk:	Realtek 100Mb-Ethernet
Grafik:	-
Opt. Laufwerk:	NEC DVD-ROM



Bild 1. Kabel für das Siemens-Handy C65.

```
root@box:/# microcom
Try /dev/ttyS0
at&f
OK
Modem found on /dev/ttyS0
```

Bild 2. microcom w. /dev/ttyS0.

**Tabelle 2. Mögliche Device-Interfaces.**

Interface	Device
RS232	/dev/ttyS0
USB/RS232-Konv.	/dev/ttyUSB0
USB	/dev/ACM0

## DSL-Installation Schritt für Schritt

Achtung, PC-User: DSL meint hier *Damn Small Linux* und nicht etwa *Digital Subscriber Line*!

1. Rein mit der Live-CD in das optische Laufwerk und den PC einschalten. Im BIOS muss das optische Laufwerk zum Booten ausgewählt sein.
2. Spracheinstellung: „boot: dsl lang=xx“ (wobei xx = Länder-Code) dann die Return-Taste. Mit F2 kommt man an weitere Sprach-Definitionen. Schließlich landet man auf dem DSL-Desktop. DSL-Menüs erscheinen bei einem Rechtsklick außerhalb eines Programms, also beispielsweise auf dem Desktop. Nun zu folgendem Menü: „APPS->Tools->Install to Hard Drive“.
3. Jetzt kann DSL auf der Festplatte installiert werden. Man versichere sich, dass man alle wichtigen Infos vor der Installation griffbereit hat. Während der Installation bekommt man nämlich einige Fragen gestellt. Hier einige der wahrscheinlichsten Antworten dazu:

Enter the target partition: **hda2** (oder hda1)

Do you wish to support multiuser login: **n**

Use journalized ext3 filesystem: **n**

Continue: **y**

(Das war die letzte Warnung zur Sicherung der Festplatten-Daten.)

Proceed to install a boot loader: **y**

Use [G]rub MBR or [L]ilo Active Partition: **g**

(Wenn zuvor hda2 ausgewählt wurde, erscheint nun:)

Do you have windows installed: **no**

Reboot: **yes**

4. Jetzt sollte man die CD entfernen und der PC bootet zum ersten Mal unter DSL von der Festplatte. Zunächst sieht man das Startbild des Boot-Loaders Grub. Anschließend wird man gefragt, ob das System als „root“ gesetzt sein soll und man muss ein User-Passwort eingeben. Dann endlich erscheint der DSL-Desktop.



### Installation von Gnokii

Die für das SMS-Gateway geeignete Software stammt von der Gnokii-Webseite [5]. Zunächst muss mit etlichen Dateien jongliert werden. Das kann man entweder in einem Terminal-Fenster mit Linux-Befehlen erledigen oder man kann den eingebauten Datei-Manager „Emelfm“ verwenden. Es prangt sogar schon ein Icon zum Start von Emelfm auf dem Desktop.

Hardcore Linux-User laden natürlich nur den Source-Code aus dem Netz und kompilieren selbst. Das ist möglich, aber bequemer sind vorgefertigte Software-Pakete der DSL-Community.

Die direkt ausführbaren Software-Pakete können via „MyDSL“ (Extension-Tool, das Icon ist auf dem Desktop) gestartet werden. Nach dem Start hat man die Wahl aus einer Menge fertig kompilierter Installationsprogramme. Die für das Gateway wichtigen Installationen finden sich unter dem Tab „testing“!

Selbstverständlich braucht man eine Internet-Verbindung, um MyDSL verwenden zu können. Ohne eine solche kann man die diversen vorkompilierten Anwendungen weder sehen noch downloaden. Unter „testing“ findet sich auch das Paket „gnokii-0.6.25.uci“. Die Extension „uci“ steht für „Universal Compressed ISO Image“. Dateien in diesem Format werden als extra Datei-System geladen, um Speicherplatz zu sparen. Nach dem Mounten: siehe [6].

Zum Download selektiert man das Software-Paket, liest die Anleitung und klickt dann auf „download“. Die Datei sollte in einem Verzeichnis abgelegt werden, in dem man sie auch wiederfindet, da später ihr Pfad in eine Boot-Datei integriert wird. Standardmäßig wird sie unter „/tmp/“ abgelegt.

Wie in der DSL-Beschreibung für Gnokii zu lesen ist, benötigt man noch folgende Dateien:

- gtk+-2.12.9.uci
- bluez-utils.uci

Auch diese Software findet sich im Menü „testing“ von MyDSL. Die Dateien sollten ins gleiche Verzeichnis wie die Gnokii-Software. Nach dem Download wird die Software im Verzeichnis „/opt/“ installiert – oder gemountet, da sie nach dem nächsten Booten nicht mehr vorhanden ist.

Damit die frisch installierte Software auch noch nach einem Neustart verfügbar ist, muss folgender Text:

- mydsl-load /tmp/gnokii-0.6.25.uci
- mydsl-load /tmp/gtk+-2.12.9.uci
- mydsl-load /tmp/ bluez-utils.uci

am Ende der Datei „/opt/bootlocal.sh“ hinzugefügt werden. Wer sich auskennt, kann das auch mit „Beaver“ oder dem Editor „VI“ in der Datei „/opt/bootlocal.sh“ erledigen. Mit einem Rechtsklick auf MyDSL und der Auswahl von „UCI tool“ kann man überprüfen, ob alle Software-Pakete vollständig gemountet sind. Nun sieht man, welche UCI-Pakete geladen sind.

Der nächste Schritt ist die Einstellung von Gnokii. Hierzu wird die Datei:

/opt/gnokii-0.6.25/gnokiirc

in das Home-Directory für DSL – also „/home/dsl/“ – kopiert und dann in „.gnokiirc“ umbenannt (<Punkt>gnokiirc). Falls die Software als „root“ ausgeführt werden soll, muss die Datei auch noch

in das Root-Home-Directory „/root/“ kopiert werden. In der Konfigurationsdatei muss dann noch der richtige Port angegeben werden. Den sucht man sich aus Tabelle 2 heraus. Wenn es sich um einen USB/RS232-Konverter handelt, empfiehlt sich: `port=/dev/ttyUSBO` Außerdem muss noch angegeben werden, welches Modell verwendet wird. Hier hilft ein Blick in die Doku oder aber ein Besuch der Gnokii-Webseite. Bei mir steht:

```
model=AT
da ich den AT-Command-Mode verwenden wollte, der voll vom C65
unterstützt wird.
```

Zunächst sind keine weiteren Eingriffe in die Konfigurationsdatei notwendig. Die restlichen Parameter sind ebenfalls beschrieben, falls man damit experimentieren will. Man kann mit folgendem Kommando in einem Terminal-Fenster überprüfen, ob das System arbeitet:

```
gnokii --identify
```

Das Handy muss dazu natürlich eingeschaltet sein.

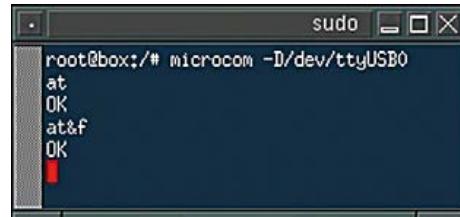


Bild 3. microcom w. /dev/ttyUSBO.

Nun wird man (hoffentlich) eine Menge AT-Befehle über den Bildschirm huschen sehen. Zum Schluss sollte die so genannte IMEI, der Hersteller, der Typ und die Produktbezeichnung des Handys zu lesen sein.

Falls nicht, ist eine Debug-Sitzung fällig. Einige Hinweise zur Fehler-suche finden sich in der Datei:

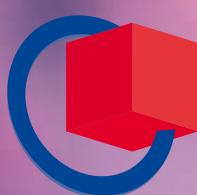
`/var/log/messages`

Gegebenenfalls kann man über die Konfigurationsdatei von Gnokii erweiterte Debug-Infos einschalten.

Nach der Installation sollten zwei neue Icons für Gnocky und Xgnokii auf dem Desktop zu sehen sein. Sie bilden den Eingang zu einer grafischen Benutzeroberfläche. Um diese zu nutzen, muss zuvor

Anzeige

Nürnberg, Germany  
1. – 3.3.2011



**embeddedworld 2011**  
Exhibition & Conference

... it's a smarter world

**Auf Erfolg  
programmiert.**

Mit über 730 Ausstellern ist die embedded world als weltweit wichtigste Fachmesse für Embedded-Technologien wegweisend. Merken Sie sich den Termin schon einmal vor.

Jetzt registrieren und kostenlose Eintrittskarte sichern:  
[www.embedded-world.de](http://www.embedded-world.de)

**Veranstalter Fachmesse**  
NürnbergMesse GmbH  
Tel +49 (0) 9 11.86 06-49 12  
besucherservice@nuernbergmesse.de

**Medienpartner**  
[elektronik.net.de](http://elektronik.net.de)

**DESIGN &  
ELEKTRONIK**  
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

**Elektronik  
automotive**  
Technikmagazin für Entwicklungen in der Kraftfahrttechnik und Fahrzeugelektronik

**Computer & AUTOMATION DE**

**Elektronik  
embedded**  
Fachmagazin für die Entwicklung von Embedded Systemen

**Markt & Technik**  
Die unabhängige Wochenzeitung für Elektronik

**Computer & AUTOMATION**  
Fachmagazin der Fertigung und Prozessstechnik

**NÜRNBERG MESSE**

noch die neue GTK-Library vor einem Neustart initialisiert werden. Nach dem Download und der Installation der Software wird nun zum ersten Mal neu gebootet.

Die Initialisierung wird im Menü von MyDSL durchgeführt. Hier finden sich nun zwei neue Einträge:

```
gnokii-0-6-25
GTK+-2.12.9-setup
```

Die Initialisierung der neuen GTK-Library führt man mit folgendem Befehl durch:

```
MyDSL->GTK+-2.12.9-setup->GTK+-2.12.9-setup
Nun muss man nur noch den Instruktionen folgen.
```

Nach der Initialisierung der GTK-Library kann man die beiden GUI-Interfaces (Gnocky und Xgnokii) entweder über ihre Icons oder via MyDSL-Menü starten.

Ein abschließender Tipp, bevor es weitergeht mit der Software: Wenn man die beiden Menü-Einträge in MyDSL behalten will, sollte man sich eine Kopie der Datei:

```
/home/dsl/.fluxbox/mydsl.menu
machen und nach einem Reboot die dann erzeugte Datei „myDSL.menu“ durch die Kopie ersetzen.
```

## Verwendung von Gnokii

Wenn alles bisher gut gelaufen ist, sollte man nun die erste SMS abschicken können. Doch zuvor noch diese Warnung: „**Abhängig von Ihrem Mobilfunk-Vertrag können durch exzessives Versenden von SMS-Nachrichten hohe Kosten entstehen!**“. Das musste einmal gesagt werden. Nun zur Praxis:

### SMS verschicken

Um eine SMS auf die Reise zu schicken, öffnet man ein Terminal-Fenster, damit man Befehle eingeben kann. Dann gibt man ein:

```
gnokii
```

Nun sieht man die Argumente, die bei Gnokii möglich sind. Das interessanteste Argument ist natürlich „-sendsms“. Eine SMS erstellt und schickt man so ab:

```
echo "hier steht Ihr Text" | gnokii --sendsms
+4912345678
```

Die Nummer +4912345678 steht für die gewünschte Rufnummer mit vorangestellter Länderkennung ohne führende Null bei der Vorwahl (+49 steht für Deutschland). Es ist kein Leerzeichen zwischen „--“ und „sendsms“.

Im Terminal-Fenster sollte man nun wieder viele AT-Befehle vorbeiflutschen sehen und zum Schluss sollte folgender Text vor dem Kommando-Prompt zu lesen sein:

```
Message sent (reference: 2)
Send succeeded!
Serial device: closing device.
```

Die Zahl nach „reference“ kann andere Werte annehmen.

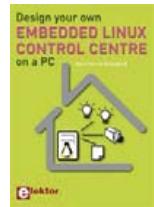
### SMS empfangen

Zum Empfang von SMS-Nachrichten braucht es ein anderes Argument beim Gnokii-Befehl:

```
--smsreader
```

Zum SMS-Empfang tippt man also folgenden Befehl in ein

Bild 4. Wenn Sie die Kombination alter PCs mit Linux spannend finden, dann ist dieses Buch etwas für Sie.



### Terminal-Fenster:

```
gnokii --smsreader
```

Dadurch wird Gnokii dazu angehalten, periodisch nach einlaufenden SMS-Nachrichten Ausschau zu halten und diese in der Mailbox bei: /tmp/sms/\* (die Dateinamen ändern sich) abzulegen.

Eine SMS-Datei hat die typische Bezeichnung:

```
/tmp/sms/sms_4512345678_1189_0
```

und enthält die Nachricht, die man für gewöhnlich im Display des Handys sehen kann. Weitere Informationen gibt es nicht.

Wenn alles wie erwartet funktioniert, werden einlaufende SMS-Nachrichten von da an nicht im Handy, sondern im Mailbox-Verzeichnis auf dem PC abgelegt.

Man beendet den SMS-Abruf von Gnokii durch die Tasten <ctrl>-<c>. Man kann nicht gleichzeitig SMS-Nachrichten senden und empfangen. Das liegt hier an der spezifischen Arbeitsweise von Linux. Beim Start von Gnokii verriegelt es das Gerät mit dem Port-Kommando der Konfigurationsdatei. Von daher kann kein zweites Programm und auch keine zweite Instanz mehr auf diesen Port zugreifen.

Das in diesem Beitrag Behandelte bildet die Grundlage für ein recht einfach aufzusetzendes und daher eher rudimentäres Text-Gateway. In einem weiteren Artikel wird aber gezeigt, wie man die Sache mit einem Apache-Server koppelt, empfangene SMS-Nachrichten veröffentlicht und ein eleganteres Interface zum Versenden von Text-Nachrichten einbaut. Man braucht dann kein Terminal mehr zur Bedienung.

Wenn Sie nun etwas tiefer an den Details eines eigenen Linux-Steuer-Rechners interessiert sind, dann werfen Sie einmal einen Blick in dieses Buch [3] (Bild 4).

(090939)

### Weblinks

- [1] DSL-Webseite: <http://damnsmalllinux.org/>
- [2] DSL-Download: <http://distro.ibiblio.org/pub/linux/distributions/damnsmall/current/dsl-3.x/>
- [3] Buch „Design your own Embedded Linux Control Centre on a PC“: [www.elektor.de/products/books/Computer/embedded-linux.529463.lynkx](http://www.elektor.de/products/books/Computer/embedded-linux.529463.lynkx)
- [4] AT-Befehle: <http://de.wikipedia.org/wiki/AT-Befehlssatz>
- [5] Gnokii-Webseite: [www.gnokii.org/](http://www.gnokii.org/)
- [6] Mounten von Datei-Systemen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Mounten>
- [7] Buch „C Programming for Embedded Mikrocontroller“: [www.elektor.de/products/books/Mikrocontroller/c-programming-for-embedded-Microcontroller.868705.lynkx](http://www.elektor.de/products/books/Mikrocontroller/c-programming-for-embedded-Microcontroller.868705.lynkx)



# Time to show us what's possible with *mbed*!



*Were you inspired by mbed's Robot Racing at ARM Techcon? Or enlightened by the mbed seminar at Elektor Live? Then it's time to take your design from concept to reality and enter for a chance to win share of \$10,000 in cash prizes. If you haven't registered yet, don't delay. You could have the next design that moves the industry forward!*

The mbed Challenge is on! We've challenged you to create an mbed project that is insightful and reusable. So if you've been constructing, compiling, tweaking and testing with the mbed NXP LPC1768 prototyping board then you're ready to answer the challenge and compete in the NXP mbed Design Challenge!

**Deadline for entries is  
February 28, 2011 at 1PM EST!  
Show us what you got!**

Register for the challenge at  
[www.circuitcellar.com/  
nxpmbeddesignchallenge](http://www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge)



# Die eigene USB-ID? Mal teuer, mal kostenfrei

Von Harry Baggen (Redaktion NL)

In Subsystemen mit USB-Schnittstellen müssen individuelle Kennungen implementiert sein, unter denen sich die Subsysteme bei ihren Hosts, beispielsweise bei einem PC anmelden. Die Kennung dient dem Host dazu, die für das Einbinden notwendigen Aktionen zu starten. Sind USB-Kennungen auch für Prototypen und Kleinserien erforderlich, und von wem werden sie vergeben? Hier sind die wichtigsten Antworten.

Das Angebot an Geräten und Zubehör mit USB-Anschluss ist unüberschaubar. USB-Geräte und USB-Zubehör müssen sich bei ihrem Host, meistens einem Computer, mit zwei Kennungen anmelden: Die VID (Vendor ID) und die PID (Product ID). Beide IDs sind 16 bit lang, sie können beispielsweise „0x0424 - 0x0531“ lauten. An diesen Daten erkennt der Host, um welche Geräte- oder Zubehörklasse es sich handelt, welcher Name der Komponente zugewiesen werden muss und über welche Treiber die Komponente in das System einzubinden ist.

Die Verwaltung der USB-IDs obliegt dem „USB Implementers Forum“ [1], abgekürzt „USB IF“, einer von Herstellern der Hardware-Branche ins Leben gerufenen Organisation. Sie wacht auch darüber, dass die USB-Standards korrekt eingehalten werden.

## VID kaufen

Jeder Hersteller, der eine Komponente mit USB-Schnittstelle auf den Markt bringen möchte, kann beim USB IF eine VID beantragen. Zur Auswahl [2] stehen folgende Alternativen:

- Die Mitgliedschaft im USB IF kostet jährlich 4000 US-Dollar, sie schließt die Zuweisung einer individuellen VID und die Lizenz zur Nutzung des USB-Logos auf eigenen Produkten für zwei Jahre mit ein.
- Ohne Mitgliedschaft schlägt die Zwei-Jahres-Lizenz für die Nutzung des USB-Logos mit 2000 US-Dollar zu Buche, diese Lizenz beinhaltet auch die Zuweisung einer individuellen VID.
- Der Erwerb einer VID kostet ebenfalls 2000 US-Dollar. Man verzichtet dabei aber auf die Lizenz für die Nutzung des Logos, das in diesem Fall nicht auf den Produkten erscheinen darf.

Zur individuellen VID gehört ein Vorrat von ungefähr 65000 PIDs, die den Produkten nach eigenem Belieben zugeordnet werden können. Damit dürften auch Hersteller mit umfangreichen Produktpaletten längere Zeit auskommen. Zu bedenken ist dabei, dass PIDs keine Seriennummern sind, auch für Geräteserien mit sehr hohen Stückzahlen wird nur eine einzige PID benötigt.

## Prototypen und Kleinserien

Wie kann man für einen einzelnen Prototyp oder für eine Kleinserie eine individuelle Kombination aus VID und PID bekommen? In der Vergangenheit gab es mehrere Unternehmen, die beim USB IF eine VID erwarben und Interessenten gegen einen geringen Obolus einen kürzeren oder längeren Block ihrer PIDs überließen. Leider hat das

USB IF dem Handel mit USB-IDs einen Riegel vorgeschoben, indem es eine Verbotsklausel in seine Geschäftsbedingungen aufnahm. Nur das durch die BASCOM-Basic-Compiler bekannte Unternehmen MCS Electronics [3] hält sich bisher nicht daran. MCS Electronics beruft sich darauf, dass die Klausel erst in die Geschäftsbedingungen aufgenommen wurde, als das Unternehmen seine VID bereits erworben hatte.

Anwenden von Atmel-Mikrocontrollern steht eine weitere interessante Alternative offen. Wer Atmels „V-USB-Driver“ [4] nutzt, erhält kostenlos eine VID-PID-Kombination, sofern die Neuentwicklung die Richtlinien der GNU General Public License (GPL) erfüllt. Auch das V-USB-Projekt gehört dieser quelloffenen Kategorie an. Soll die entwickelte Software nicht freigegeben werden, wie es die GNU GPL vorsieht, können eine oder mehrere VID-PID-Kombinationen käuflich erworben werden. Ein Exemplar für den privaten Gebrauch kostet 10 Euro.

Was ist zu tun, wenn ein System entwickelt wurde, zu dessen Hardware ein USB-Schnittstellen-Chip gehört? So gut wie immer besitzt der Chip-Hersteller eine VID, er gibt der Chip-Serie eine individuelle PID mit auf den Weg. Diese ID-Kombination ist für die Prototypen-Entwicklung nutzbar.

Für die Produktion von Kleinserien stehen zwei herstellergbundene Wege offen, die Microchip und FTDI geschaffen haben:

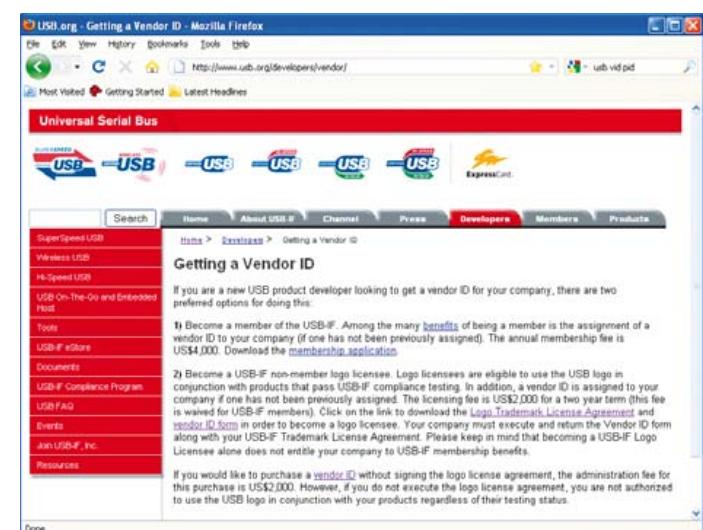
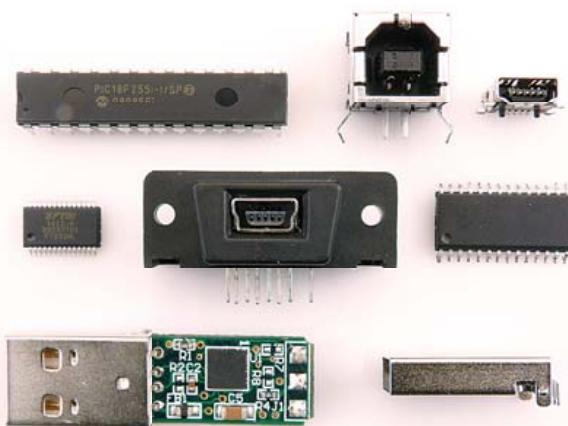


Bild 1. Das „USB Implementers Forum“ verwaltet die Vendor IDs.



Microchip, der Hersteller der bekannten „PICs“, gibt den Anwendern auf seiner Website ein Dokument [5] an die Hand, mit dem kostenlos eine Sublizenz angefordert werden kann. Der Kunde erhält außer der Microchip-VID eine eigene PID, die für die Kleinserie bestimmt ist. Die einzige Bedingung, die Microchip vorgibt, ist eine maximale Stückzahl von 10.000 Exemplaren. Soweit bekannt, sind mit diesem Verfahren tatsächlich absolut keine Kosten verbunden. Natürlich wirkt sich die unentgeltliche VID- und PID-Vergabe förderlich auf den Absatz von Microchip aus.

FTDI ist ein Halbleiterhersteller, der besonders durch seine USB-Schnittstellen-Bausteine bekannt wurde. Auf seiner Website hält FTDI ein PDF-Dokument [6] bereit, das über die verwendeten VIDs und PIDs genauen Aufschluss gibt. Außerdem wird ausführlich erklärt, welche Optionen dem Anwender offen stehen. Auch FTDI stellt seinen Kunden auf Anfrage individuelle PIDs für Prototypen und Kleinserien zur Verfügung, eine Begrenzung der Stückzahl gibt FTDI zurzeit nicht an.

Leider scheint es bei anderen Herstellern keine vergleichbaren Möglichkeiten zu geben. Die in den Chips integrierten VID-PID-Kombinationen können nur für das Entwickeln eines einzigen Gerätetyps genutzt werden. In den meisten Dokumentationen steht lediglich vermerkt, dass für jede Produktserie eine eigene VID-PID-Kombination beim USB IF erworben werden muss. Zu hoffen bleibt, dass das gute Beispiel von Microchip und FTDI noch Nachahmer findet und dass das USB IF auf weitere Restriktionen verzichtet.

Zahlreiche VIDs, die bereits an Hersteller vergeben wurden, sind mit zugehörigen PIDs auf der Website „Linux-USB-Project“ [7] aufgelistet.

(100718)gd

## Weblinks

- [1] [www.usb.org/home](http://www.usb.org/home)
- [2] [www.usb.org/developers/vendor](http://www.usb.org/developers/vendor)
- [3] [www.mcselec.com](http://www.mcselec.com) (im Shop unter Hardware, USB)
- [4] [www.obdev.at/products/vusb/license.html](http://www.obdev.at/products/vusb/license.html)
- [4] [www.microchip.com/downloads/en/AppNotes/Application%20for%20USB%20Vendor%20ID%20Sublicense.pdf](http://www.microchip.com/downloads/en/AppNotes/Application%20for%20USB%20Vendor%20ID%20Sublicense.pdf)
- [5] [www.ftdichip.com/Support/Documents/TechnicalNotes/TN\\_100\\_USB\\_VID-PID\\_Guidelines.pdf](http://www.ftdichip.com/Support/Documents/TechnicalNotes/TN_100_USB_VID-PID_Guidelines.pdf)
- [6] [www.linux-usb.org/usb.ids](http://www.linux-usb.org/usb.ids)

## EXPRESSLIEFERUNG AB 12 STUNDEN.

GARANTIERT PUNKTLICH ODER GARANTIERT KOSTENLOS.



**LEITON** 

RECHNEN SIE MIT BESTEM SERVICE

Leiterplatten • Flex • Alu • Schablonen  
Jederzeit **online** kalkulieren und bestellen.

[www.leiton.de](http://www.leiton.de) Info-Hotline +49 (0)30 701 73 49 0

## The Audio Collection 3

**NEU!**

 Mehr als 75 Audio-Selbstbauschaltungen

Diese DVD-ROM enthält mehr als 75 verschiedene Audio-Projekte aus den Erscheinungsjahren 2002-2008 der Elektronik-Zeitschrift Elektor – mit Artikeln über Mess- und Test-geräte, Verstärker, Röhren, Digital-Audio und Lautsprecher-technik.



ISBN 978-90-5381-263-1  
€ 21,50 • CHF 29,30

Einige der Highlights: ClariTy 2x300 W Klasse-T-Verstärker, Röhren-Endverstärker, High-End Poweramp, Drahtlose Audio-Übertragung, Paraphase-Klangeinsteller, Aktiver Subwoofer, Stereo-LED-VU für Autoradios, Hybrid-Audioverstärker, MP3-Adapter für TV-Geräte und HiFi-Röhrenendstufe.

Weitere Infos & Bestellung unter  
**[www.elektor.de/shop](http://www.elektor.de/shop)**

# Telefon/VoIP-Adapter mit Linux



Von Angelos Varvitsiotis (Griechenland)

Bei diesem Hardware- & Software-Projekt geht es um ein USB-Interface für die VoIP-Telefonie mit einem analogen Telefon. Eine kompakte Platine plus Asterisk unter Linux und schon kann man ein Telefon anschließen und via VoIP preiswert telefonieren.

Ein paar Akronyme gefällig? Ingenieure haben bekanntlich einen Hang zu dieser Art von Sprachverkürzung(hunz)ung. Und in der Telekommunikations-Branche gibt es Unmengen kryptischer Buchstabenkürzel. Beispiele: FXS-Interface (**F**oreign **e**Xchange **S**ubscriber) meint schlicht die althergebrachte Telefondose für das POTS (**P**lain **O**ld **T**elephone **S**ystem/**S**ervice)

ihres Telefon-Providers, wobei an dieses Interface „Subscriber Equipment“, also Telefone, Modems oder Faxgeräte angeschlossen werden können. Alles klar? Noch ein Nachschlag: Ein FXS-Interface bietet den „Subscriber Devices“ folgende Primärdienste: Wahl, Stromversorgung und Rufwechselspannung. Selbstverständlich werden alle drei Dienste in den unter-

schiedlichen Ländern der Erde gerne mit unterschiedlichen Werten und Parametern betrieben. Außerdem steht FXS gelegentlich auch für „Foreign eXchange System“.

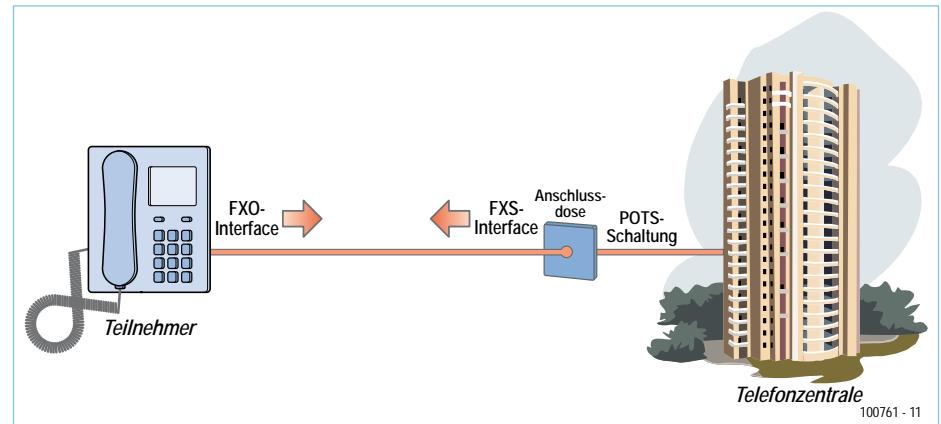
Demnach erhält ein FXO-Interface (**F**oreign **e**Xchange **O**ffice) = Telefonstecker sein POTS typischerweise vom CO (**C**entral **O**ffice) des PSTN (**P**ublic **S**witched **T**ele-

## Elektor Produkte & Service

- Platine, unbestückt: 100761-1
- Platinen-Layout: 100761-1.pdf

- PIC18F2550-I/SO, programmiert: 100761-41
- Source-Code: 100761-11.zip

Downloads unter  
[www.elektor.de/100761](http://www.elektor.de/100761)



phone Network). Mit anderen Worten: Ein FXO-Interface zeigt zum Provider-Office. Ein FXO-Interface stellt nur einen Primärdienst zur Verfügung, die so genannte Hook/Off-Hook-Anzeige (Schleifenschluss).

Wie in **Bild 1** gezeigt, muss ein FXO schon mit FXS verbunden sein, damit eine Telefonverbindung möglich ist. Natürlich muss es dafür auch umgekehrt eine Verbindung von FXS zu FXO geben, damit die Sache klappt. Wenn also der FXO Ihres analogen Telefons im FXS in der Wand steckt, gibt es endlich auch FXS-Dienste vom Provider. Wenn die Telefonrechnung immer brav bezahlt wurde, hört man das so genannte Freizeichen (englisch: Dial Tone), wenn der Hörer des Telefons abgenommen wird. Die dicken Pfeile in Bild 1 zeigen also was? Ja klar, die Richtung...

Wenn man versehentlich ein FXS mit einem anderen FXS verbindet, tut überhaupt gar nichts. Auch die Verbindung von zwei FXOs funktioniert nicht. Selbst wenn man zwei analoge Telefone direkt zusammenstöpseln könnte, wären damit keine Gespräche von einem zum anderen möglich.

Schön und gut, diese althergebrachte Telefonotechnik, aber mit dem Aufkommen von VoIP (Voice over Internet Protocol) braucht es eigentlich keine klassische Telefongesellschaft mehr, denn die Frage: „Kann man ein normales analoges Telefon irgendwie mit VoIP betreiben?“ ist entschieden mit „ja“ zu beantworten. Das klappt besonders gut mit einem speziellen USB-Konverter unter Linux.

## Die Schaltung

**Bild 2** zeigt das Innenleben des Adapters - zwei ICs plus Mikrocontroller und eine Ladung passiver Bauteile reichen aus. Das analoge Telefon kommt an J1 und das USB-Kabel vom PC an „USB“. Einfach einen PC unter Linux anschließen sowie Firmware auf den PIC aufspielen, und schon sind VOIP-Telefone möglich.

Wichtigstes Bauteil der Schaltung ist der Mikrocontroller Si3210 [1] von Silicon Labs in der Standard-Beschaltung. Dieser SLIC (Subscriber Line Integrated Circuit) genannte Chip enthält alle Funktionen für Telefonie:

Bild 1. Seit es VoIP gibt, ist das alles Geschichte. Dennoch ist es interessant zu wissen, wie Telefonie früher funktioniert hat und woher diese kryptischen Akronyme kommen.

- „Speisung“ der Telefonleitung mit einem DC/DC-Konverter,
- Betrieb und Steuerung der Telefonleitung sowie
- zugehörige A/D- und D/A-Umsetzung (mit PCM-Codec).

Der SLIC wird von einem analogen Leitungstreiber vom Typ Si3201 von SiLabs unterstützt. Der im SLIC integrierte DC/DC-Konverter benötigt mit D1, L1, Q7 und Q8 noch einige externe Bauteile. Der Konverter liefert am DCDRV-Ausgang ein PWM-Signal,

mit dem Q8 angesteuert wird. Neben dem analogen Telefonie-Interface bietet der Chip mit einem PCM- und einem SPI-Bus auch noch zwei digitale Kommunikationskanäle, die vom PIC18F2550 mit Hilfe seiner ausgetüftelten Firmware gesteuert werden.

Die Bauteile mit Stern (\*) sind für eine Leitungslänge von bis zu 700 m und eine Rufwechselspannung von  $45 \text{ V}_{\text{rms}}$  dimensioniert, was für häusliche Zwecke ausreichen dürfte. Der mit 20 MHz getaktete PIC ist für vieles zuständig: Die Umsetzung der 1 ms breiten PCM-Audio-Samples in USB-Pakete und

## Potentielle Fehler

Es gibt immer viele Gründe, warum eine eigentlich perfekt aussehende Platine nicht so will, wie sie soll. Der erste Schritt um der Platine Leben einzuhauen ist das Booten via Bootloader. Erläuterungen hierzu gibt es im Blog [5b].

Zunächst wird S1b (der DIP-Schalter nahe der USB-Buchse) geschlossen, damit der Bootloader gestartet und die Verwendung eines USB-Bootload-Utilities wie PICDEM oder „fsusb“ (letzteres unter Linux) zum Übertragen der Firmware aktiviert wird.

Dies gilt für einen schon programmierten PIC. Im Falle eines neuen und noch leeren PIC muss zuerst der Bootloader von hier:

<http://openusbfxs.googlecode.com/svn/trunk/PIC18FSource/Bootloader-FXSMOD/bootloader.hex>

geladen und mit einem PIC-Programmer via K1 übertragen werden. Nachdem der Bootloader im PIC gelandet ist, wird S1b umgelegt und die Platine via USB mit dem PC verbunden, damit der Bootloader gestartet wird.

Der letzte Schritt ist dann die Verwendung von PICDEM-FS oder „fsusb“ um die aktuellste Firmware von [8] in den PIC zu übertragen.

Die FXS-Firmware ohne Bootloader in den PIC zu brennen wird nicht funktionieren. Grund hierfür ist, dass nur der Bootloader nach einem Reset an die richtige Stelle zum Start der Firmware springt. Das kann ohne Bootloader natürlich nicht funktionieren.

Bei anderen Problemen lohnt sich ein Besuch des Blogs des Autors, denn hier gibt es noch mehr Rat und Hinweise auch für den seltenen Fall, dass der Adapter nicht auf Anhieb funktionieren sollte.

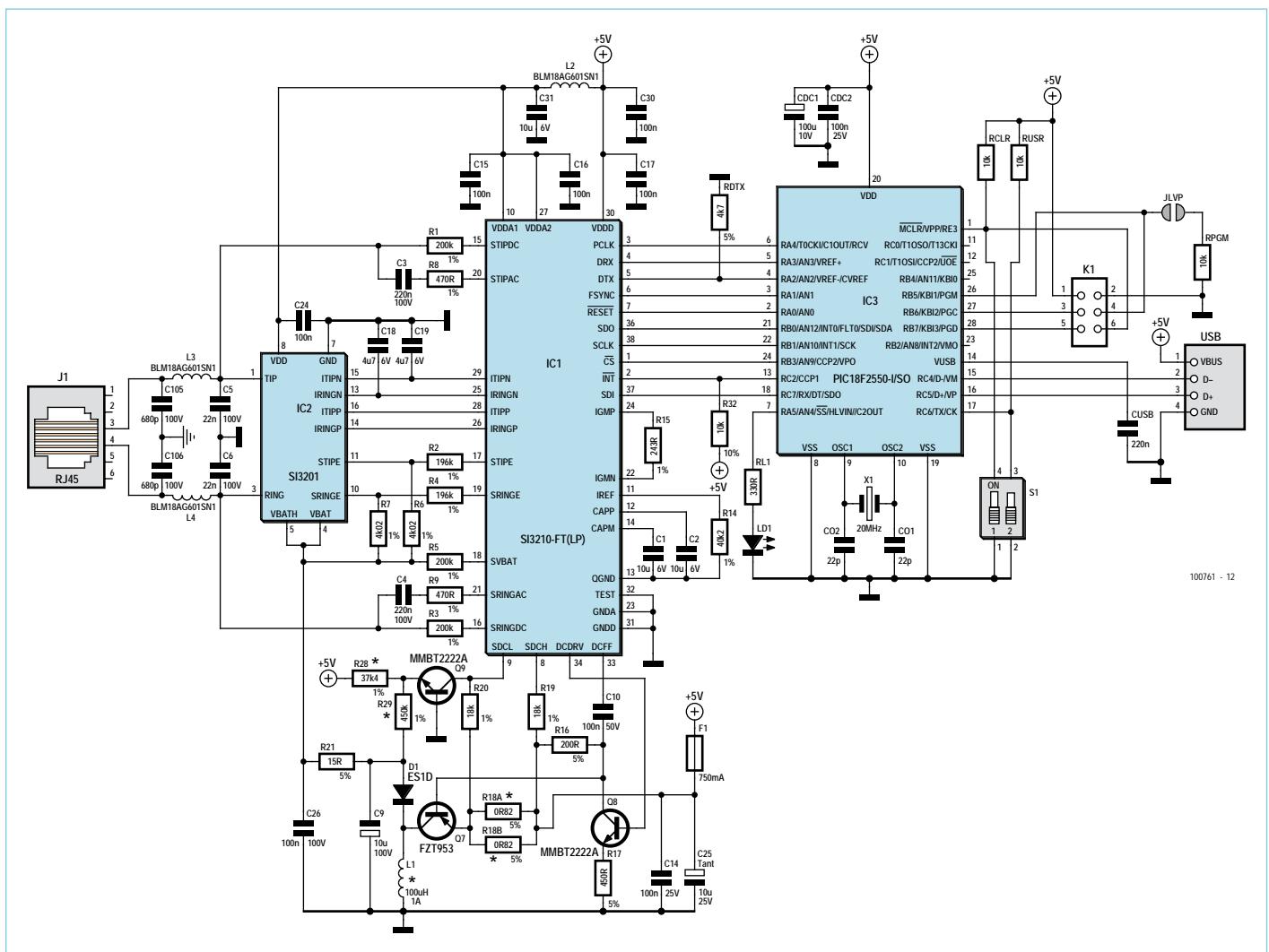


Bild 2. Das wichtigste Bauteil ist sicher das SLIC genannte IC von SiLabs. Die Intelligenz des Adapters steckt allerdings in einem PIC-Mikrocontroller.

umgekehrt, die Bereitstellung des PCM-Bus-Taktes, das Senden und Empfangen von isochronen Daten via USB, die Synchronisierung des PCM-Bus-Taktes mit dem USB-Bus und schließlich noch für alle restlichen (für USB notwendigen) Funktionen.

Während die ICs von SiLabs fast genau wie in der Referenzschaltung des Datenblatts betrieben werden, stecken die Besonderheiten des VoIP-Adapters in der Firmware des PIC, der alle beschriebenen Funktionen in Echtzeit zu erledigen hat und so trotz Kompaktheit der Schaltung ein sonst notwendiges extra FPGA überflüssig macht. K1 ist übrigens die Steckverbindung für die In-Circuit-Programmierung des PIC.

## Aufbau

Unter der Nummer 100761-1 wird von Elektor eine nur 60 x 30 mm messende Platine angeboten. Auch der Mikrocontroller ist

schon fertig programmiert unter der Nummer 100761-41 erhältlich. Bild 3 zeigt die Bestückungspläne für beide Seiten. Die Platine ist auf beiden Seiten mit SMD-Bauteilen vollgestopft. Auch die drei ICs sind SMD-Ausführungen, aber noch von Hand lötbar. Letzteres ist nur dann leicht, wenn man über Erfahrungen mit SMDs verfügt. Besonders heikel dürfte das IC Si3210 sein, da hier der Pin-Abstand sehr eng ausfällt. Hier muss man schon richtig präzise arbeiten. Der Prototyp wurde von Jan Visser im Elektor-Labor von Hand aufgebaut. Sein Trick bestand in der Verwendung von Entlötlitze zur elektrischen Trennung der Pins, nachdem er sie „brutal“ jeweils am Stück auf beiden Seiten auf die Pads gelötet hatte. Kleiner Hinweis: Jan hat eine Brille und wird demnächst 50... Bild 4 zeigt, wie das Ergebnis dieser Aktion aussieht. Die Spule L1 ist auf dieser Mini-Platine kaum zu übersehen. Hierfür sind

ordentlich große Lötpads vorgesehen. Hinweis: Es gibt einen Muster-Service von SiLabs. Unsere Exemplare kamen mit etwas Unterstützung unserer Schwester-Zeitschrift „Circuit Cellar“ regulär vom Distributor Mouser.

## Firmware

Die Firmware kann man wie immer kostenlos von der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [2] herunter laden. Über USB kann man sie mit dem Microchip-Tool PICDEM [3] in einen PIC brennen. Hierbei ist DIP-Schalter S1(b) hilfreich, da seine Stellung darüber entscheidet, ob der PIC mit Hilfe seines Bootloaders startet oder aber im normalen Modus. Firmware-Upgrades können so mit einem kleinen Hilfsprogramm vorgenommen werden. Mit S1(a) kann man den PIC resetten, weshalb dieser DIP-Schalter offen sein sollte.

## Stückliste

### Widerstände (ohne Angabe: SMD 0805):

R1,R3,R5 = 200 k  
 R2,R4 = 196 k  
 R6,R7 = 4k02  
 R8,R9 = 470  $\Omega$   
 R14 = 40k2  
 R15 = 243  $\Omega$   
 R16 = 200  $\Omega$   
 R17 = 453  $\Omega$ \*  
 R18A,R18B = 0 $\Omega$ 82\*, SMD 1206  
 R19,R20 = 18 k  
 R21 = 15  $\Omega$ , SMD 1206  
 R28 = 37k4  
 R29 = 453 k\*  
 R32,RCLR, RPGM, RUSR = 10k  
 RL1 = 330  $\Omega$ , SMD 1206

### Kondensatoren (ohne Angabe: SMD 1206):

C1,C2,C31 = 10  $\mu$ /6 V  
 C3,C4= 220 n/100 V, SMD 1812  
 C5,C6= 22 n/100 V, SMD 1812

C9 = 10  $\mu$ /100 V, radial  
 C10,C14,C26 = 100 n/100 V, SMD 1210  
 C15,C16,C17,C24,C30= 100 n, SMD 0603  
 C18,C19 = 4 $\mu$ 7/6 V  
 C25 = 10  $\mu$ /25V, Tantal  
 C105,C106 = 680 p/100 V  
 CDC1 = 100  $\mu$ /10 V, radial  
 CDC2 = 100 n/25 V  
 CO1,CO2 = 22 p  
 CUSB = 220 n

### Spulen:

L1 = 100  $\mu$ H/1 A, SMD  
 L2,L3,L4 = 150  $\mu$ H/1 A, SMD, Typ  
 BLM18AG601SN1, SMD 0603

### Halbleiter (alle SMD):

D1 = ES1D (SMB)  
 IC1 = Si3210-FT/GT (TSSOP38-LP), SiLabs,  
 Mouser 634-SI3210-GT  
 IC2 = Si3201-FS/GS (ESOIC-16T), SiLabs,

Mouser 634-SI3201-GS  
 IC3 = PIC18F2550-I/SO, programmiert, Elektor  
 100761-41, siehe [2]  
 LD1 = LED, grün (SMD 1206, Chip-LED)  
 Q7 = FZT953 (SOT230P700X160-4N)  
 Q8,Q9 = MMBT2222A (SOT95P280X13-3N)

### Außerdem:

F1 = Sicherung 0A75, SMD 1210  
 J1 = RJ-11/12-Sockel für Platinenmontage  
 JLP = Jumper (oder Drahtbrücke)  
 K1 = 6-pol. Stiftleiste (2x3), RM 0,1"  
 S1 = 2-pol. DIP-Schalter, SMD  
 U1 = USB-A-H-Sockel  
 X1 = 20 MHz Quarz  
 Platine Elektor 100761-1, siehe [2]

\* für Telefonleitungen bis 700 m und V(ring)  
 = 45 V<sub>rms</sub>



Bild 3. Bestückungsplan beider Seiten der Platine des VoIP-Adapters.

## Linux-Treiber und Asterisk

Der Zugriff auf die Platine erfolgt mittels eines Linux-Device-Drivers. Der Autor hat die Platine in die Device-Driver-Familie Dahdi [4] integriert. Auf diese Weise kann die Platine mit der Open-Source-Telefonie-Software Asterisk betrieben werden. Detaillierte Informationen darüber, wie man so einen Treiber baut und in das eigene Linux integriert, finden sich im Blog des Autors [5].

Wenn das Device-Driver-Modul „oufxs“ kompiliert und in den Linux-Kernel geladen ist, erkennt der PC die Platine als USB FXS sobald sie mit ihm verbunden ist. Der Umfang an Debug-Infos ist einstellbar: Voreingestellt sind knappe Meldungen. Mit dem Parameter „debuglevel“ = 4 werden während der Initialisierung alle Schritte angezeigt (siehe Bild 5). Anschließend steht ein neues Dahdi-Device zur Ver-

fügung, das mit Utilities wie „dahdi\_scan“ ansprechbar ist.

Der nächste Schritt ist die Device-Konfiguration der Signale. Hier wird eingestellt, wie dem „Subscriber“ mitgeteilt wird, dass eine Leitung frei ist oder aber dass das Gegenüber aufgelegt hat. Da das Telefon in Sachen Signalisierung keine große Hilfe ist, kümmert sich Dahdi um die Signale. Der Autor hat Signale nach „fxols“ eingestellt, was für



Bild 4. So kann die bestückte Platine aussehen. Vergleichen Sie Ihre Platine mit dieser!

„Schleifen-Start“ steht. Hierfür muss man die Datei „/etc/System/dahdi.conf“ editieren und gegebenenfalls erstellen. Am Ende der Datei muss die Zeile „fxols=1“ stehen. Hier kann man auch den Klingelton und die Wahltöne einstellen (man könnte auch „tonezone“ statt dem voreingestellten „us“ auswählen). Außerdem könnte man eine Echounterdrückung aktivieren, indem man die Zeile „echocanceller=oslec,1“ hinzufügt. Zum Abschluss muss das Utility „dahdi\_cfg“ einmal gestartet werden.

Jetzt ist alles für den Start von Asterisk bereit. Bei der Konfiguration von Asterisk kann man sich an der Anleitung [9] des Autors orientieren. Asterisk wird nun im Debug-Konsolen-Modus gestartet (asterisk -vvvvvc). Nimmt man jetzt das Telefon ab, dann erkennt Asterisk dieses Ereignis und man hört ein Freizeichen. Dann wählt man „600“ und wartet auf ein Inter-Digit-Timeout. Asterisk gibt dabei eine Konsolen-Meldung aus und startet eine Anwendung namens „echo“. Jetzt kann man in das Telefon sprechen. Die eigene Stimme wird dann aufgezeichnet und mit wenigen Sekundenbruchteilen Verzögerung wieder gegeben.

Mit dieser Art von Echo kann man zwar schön Fehler suchen, doch sonst ist es zu nichts zu gebrauchen.

## Weblinks

- [1] [www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/si3210.pdf](http://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/si3210.pdf)
  - [2] [www.elektor.de/100761](http://www.elektor.de/100761)
  - [3] Microchip PICDEM FS: [www.microchip.com/Microchip.WWW.SecureSoftwareList/secsoftwaredownload.aspx?device=en021940&lang=en&ReturnURL=http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodId=1406&dDocName=en021940&Teil=DM163025#](http://www.microchip.com/Microchip.WWW.SecureSoftwareList/secsoftwaredownload.aspx?device=en021940&lang=en&ReturnURL=http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodId=1406&dDocName=en021940&Teil=DM163025#)
  - [4] <http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-linux/releases/dahdi-linux-2.3.0.1.tar.gz>

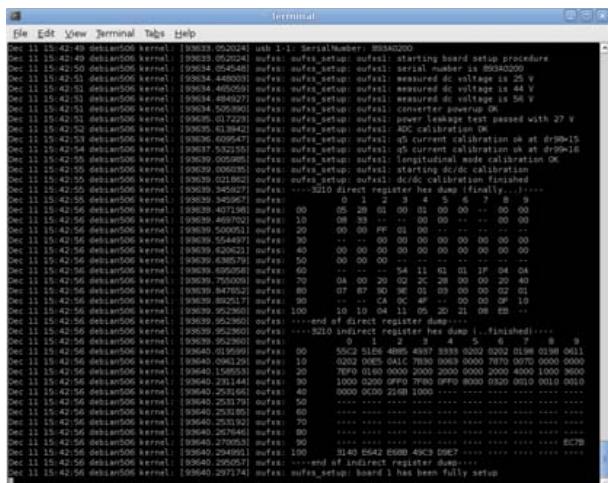


Bild 5. Der Linux-Treiber „oufxs“ erkennt den Adapter und beginnt mit der Arbeit.

Von daher wird es jetzt Zeit für den ersten preiswerten internationalen Anruf über VoIP mit Hilfe von IAX (Inter-Asterisk-eXchange Protocol). Danach legt man auf und wählt dann „500“. Dadurch wird der VoIP-Anruf zum Demo-IAX-Server von Digium (die Firma hinter Asterisk) in den USA geroutet (siehe **Bild 6**). Man hört das Rufsignal und dann beantwortet das Asterisk-System diesen Anruf. Doch Achtung: Das ist ein echtes Telefonie-System! Wählt man weitere Ziffern, dann landet man möglicherweise bei irgendeinem Digium-Mitarbeiter.

## Ein freies Projekt

Die Schaltung und die Layout-Dateien der Platine sind im Eagle-Format verfügbar [6]. Die Firmware [7] und die Linux-Treiber sind Open-Source und stehen unter der GNU Public License (Code) sowie der Creative Commons License (Platine, Dokumentation, etc.).

Der Source-Code ist auch unter [8] verfügbar. Alle Anwender sind herzlich eingeladen, die Software zu erweitern und zu verbessern. Das passende Kommunikationsmedium zum Austausch mit Mitstreitern ist sicher auch das Elektor-Forum.

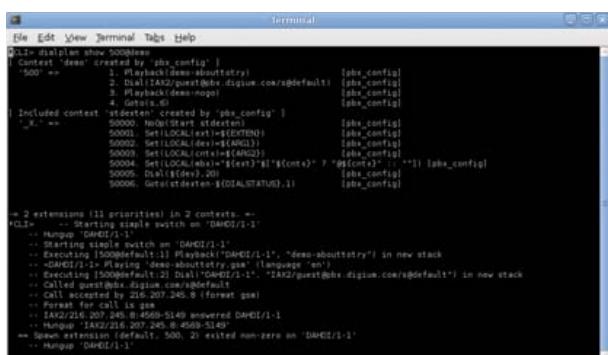


Bild 6. Der „Dialplan“ und ein geloggter Anruf in der Konsole von Asterisk.

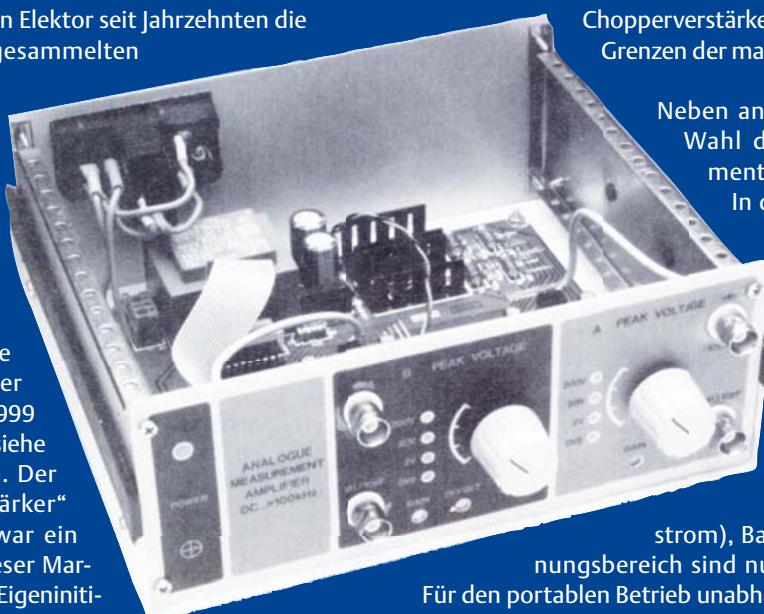
- [5a] <http://openusbfxs.wordpress.com>
  - [5b] <http://openusbfxs.wordpress.com/diy-setup-und-debugging-guide/>
  - [6] <http://code.google.com/p/openusbfxs/source/browse/#svn/trunk/Eagle-OPENUSBFXS-Dongle>
  - [7] <http://code.google.com/p/openusbfxs/source/browse/#svn/trunk/PIC18FSource/OPENUSBFXS-FMWR>
  - [8] <http://code.google.com/p/openusbfxs/source/browse/#svn/trunk/LinuxDahdiDriver>
  - [9] <http://openusbfxs.wordpress.com/getting-started-mit-asterisk>

# Designtipps für Messverstärker

Von Ton Giesberts (Elektor-Labor)

Nicht wenige Leser halten Elektor seit Jahrzehnten die Treue, oft werden die gesammelten Ausgaben gleich einem Schatz gehütet. Ein solcher Fundus lädt sowohl langjährige Leser als auch Newcomer zum Stöbern ein, nicht nur an langen Winterabenden. Interessantes wird wieder ausgetragen, beispielsweise anhand der DVD, auf der die Ausgaben 1990 bis 1999 zusammengefasst sind (siehe [www.elektor.de/90-99](http://www.elektor.de/90-99)). Der „Universelle Messverstärker“ vom Dezember 1991 war ein Projekt, das unserem Leser Marcus Fieseler Anstöße zur Eigeninitiative gab. Doch bevor er sich daran machte, auf dieser Grundlage Neues zu entwickeln, hatte er noch einige Fragen:

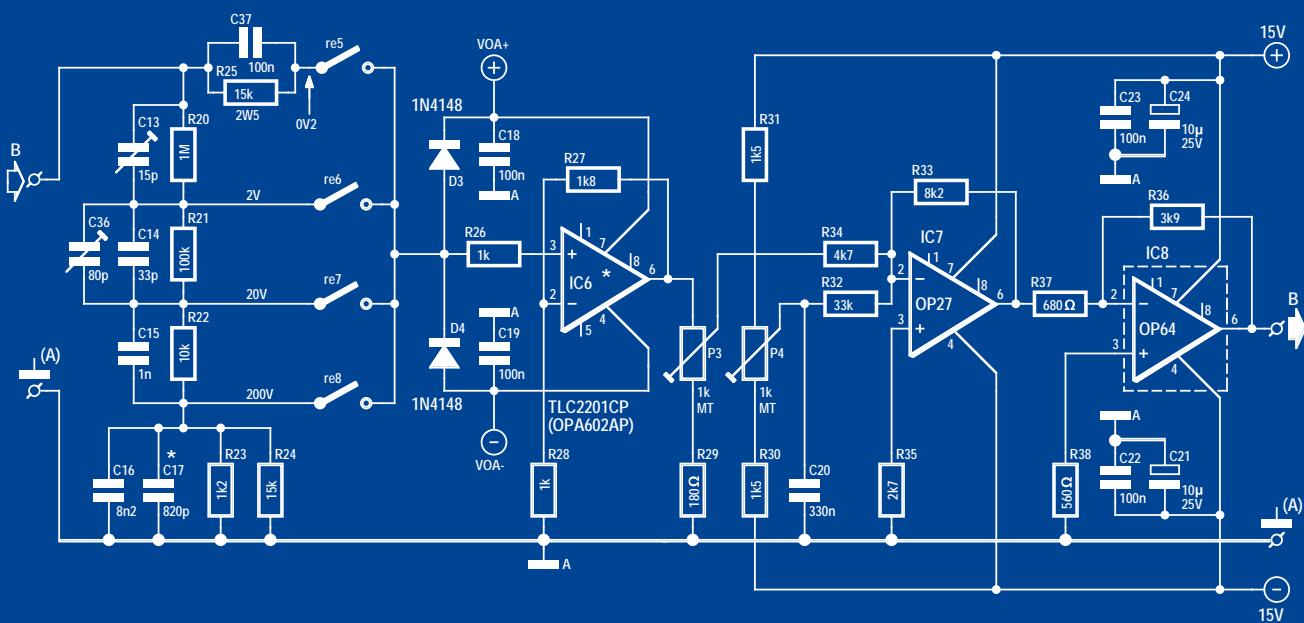
„Mich würde generell interessieren, wie man einen Messverstärker dimensioniert. Nach welchen Kriterien wähle ich den Opamp aus, und auf welche Kennwerte muss ich im Datenblatt achten? Muss man bei der Wahl des Opamps zwischen AC- und DC-Anwendungen unterscheiden? Wann macht es Sinn, einen



Choperverstärker einzusetzen? Wo liegen die Grenzen der machbaren Genauigkeit?“

Neben anderen Kriterien bedarf die Wahl des aktiven Verstärkerelements sorgfältiger Überlegung.

In der Regel kommen Operationsverstärker (Opamps) zum Einsatz, allerdings unterscheiden sich die Typen in vielen wichtigen Daten: Gleichtakteingangsspannung, Eingangsoffsetspannung, Temperaturdrift der Eingangsoffsetspannung, Vorspannungsstrom (Biasstrom), Bandbreite und Betriebsspannungsbereich sind nur einige wichtige Begriffe. Für den portablen Betrieb unabhängig vom Stromnetz bieten sich die Rail-to-Rail-Typen an. Viele Opamps dieser Kategorie ändern jedoch bestimmte Eigenschaften, sobald sich das Signal in unmittelbarer Nähe der Betriebsspannung bewegt. Beim Entwurf hochpräziser Messgeräte dürfen solche Phänomene nicht vernachlässigt werden. Häufig lassen sie sich durch den Einsatz invertierender Eingangsverstärker umgehen. Komplikationen infolge von Gleichtaktabhängigkeiten sind dann eher unwahrscheinlich.



Bei manchen Opamps, vornehmlich bei bipolaren Typen, hängt der Vorspannungsstrom von der Gleichtakteingangsspannung ab. Mit ihnen aufgebaute nicht invertierende Verstärker neigen dazu, dass die Ausgangsspannung abhängig von den Widerstandswerten vom zu erwartenden Wert abweicht. Dadurch werden wechselförmige Messsignale verzerrt, während beim Messen gleichförmiger Signale die Verstärkung mit der Höhe der Eingangsspannung variiert. In den meisten Datenblättern sind hierzu keine Angaben zu finden.

Das Datenblatt des OPA111 von Burr-Brown (heute Texas Instruments) ist eine Ausnahme, dort ist diese Information als Grafik „BIAS AND OFFSET CURRENT vs INPUT COMMON-MODE VOLTAGE“ dargestellt. Wegen des maximalen Vorspannungsstroms von nur 1 pA dürfte die beschriebene Eigenschaft für die meisten Applikationen nicht relevant sein. Anders verhält sich der OP27, dessen Vorspannungsstrom einige zehn nA (sowohl positiv als auch negativ) betragen kann. Wenn dieser Opamp hochohmig beschaltet wird, kann die Gleichspannungsstabilität nicht immer gewährleistet sein. Mit Blick auf das Rauschen sollen die Impedanzen niedrig gehalten werden, dadurch wird gleichzeitig die Gefahr von Instabilitäten infolge Änderungen des Vorspannungsstroms gemindert. Für hochpräzise Gleichspannungsmessungen sind hervorragende Opamp-Typen verfügbar, der OPA177 mit einer Offsetspannung von nur 25 µV (in der F-Ausführung) ist nur einer von ihnen.

Wenn Gleichspannungen mit hohen Genauigkeiten zu messen sind, kann der Einsatz so genannter Chopper-Opamps in Betracht gezogen werden. Die Offsets, beispielsweise der Typen TLC2654 oder ICL7650, liegen unter 5 µV. Mit ihnen verwandt sind andere Typen wie der AD8551 von Analog Devices, in denen Autokorrektur-Funktionen integriert sind. Der Offset des AD8551 beträgt lediglich 5 µV. Leider haben diese Typen den Nachteil, dass sie nicht zu den schnellsten Verstärkern gehören. Für Chopper-Opamps lautet die Empfehlung, dass die Signalfrequenz höchstens ein Zehntel der Chopper-Frequenz betragen darf. Möglicherweise sind deshalb nur vergleichsweise wenige Typen auf dem Markt. Nachdem Maxim seine Produkte MAX420 und ICL7650 vor einiger Zeit aus dem Programm genommen hat, sind gleichwertige Typen oder Typen mit noch besseren Eigenschaften erst in der Entwicklung.

Höhere Bandbreiten gehen meistens mit niedrigeren Gleichspannungsstabilitäten einher, diese beiden Größen müssen gegeneinander abgewogen werden. Moderne Opamps sind in der Lage, Bandbreiten von mehreren 100 MHz zu verarbeiten. Wenn hohe Verstärkung und gleichzeitig hohe Linearität gefordert sind, ist das Aufteilen der Gesamtverstärkung auf mehrere Stufen überlegenswert. In diesem Fall steigt die Gesamtbandbreite an, identische Verstärkung vorausgesetzt. Nachteilig ist hier, dass mit jeder Stufe die Genauigkeit der Gesamtverstärkung um ungefähr 2 % sinkt, sofern die Toleranzen der Widerstände 1 % betragen. Die Stufen müssen über Präzisionspotentiometer einzeln kalibriert werden. Ferner weisen mehrstufige Verstärker ein komplexeres Impulsverhalten auf. Die Suche nach einem Opamp-Typ mit dem gewünschten Impulsverhalten gestaltet sich nicht immer einfach. In der Regel muss in der Gegenkopplung (oder entsprechend einer anderen Methode) eine Frequenzgang-Kompensation vorgesehen werden. Die Frequenzgang-Kompensationen der Stufen müssen aufeinander abgestimmt sein. Wenn mehrere Eingangsbereiche zur Wahl

stehen sollen, sind Überlegungen zu den Eingangsspannungssteilern notwendig, auch hier ist eine Frequenzgang-Kompensation notwendig.

Falls der Messverstärker einem A/D-Wandler vorgeschaltet wird, ist das Rauschen maßgebend für die Auflösung des A/D-Wandlers. Das Anstreben möglichst hoher Bandbreiten stößt beim theoretischen Rauschen der Verstärkerstufen schnell an seine Grenzen, nicht zuletzt haben auch die Spannungsteiler der Messbereich-Umschaltung einen Einfluss. Für das Rauschen von Widerständen gilt bekanntlich die Beziehung  $\sqrt{4KTBR}$ . Angenommen am Eingang eines 8-bit-A/D-Wandlers bildet ein Widerstand eine Rauschquelle. Bei der Bezugsspannung 1 V und der geforderten Bandbreite 1 MHz darf der Widerstand bis 115 MΩ betragen, jenseits dieses Werts ist das Rauschen größer als 1 LSB. Bei dieser Rechnung wird vorausgesetzt, dass das Rauschen „sinusförmig“ ist, der Rauschwert der Auflösung wurde durch den Faktor  $2\sqrt{2}$  geteilt (Spitze-Spitze). Dass im Rauschen auch höhere Spitzen auftreten können, bleibt hier unberücksichtigt. Aus den genannten Gründen soll die Impedanz des Spannungsteilers höchstens die Hälfte des berechneten Werts betragen. Hinzu kommt, dass hier ein nicht frequenzgang-kompensierter Spannungsteiler betrachtet wird. Unter diesen Vereinfachungen gilt für den Widerstand:  $R = ((U_{ref} / 2^N) / 2\sqrt{2})^2 / (4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 1 \cdot 10^6)$

In vorstehender Beziehung sind  $T = 300$  K,  $K = \text{Boltzmann-Konstante} = 1,38 \cdot 10^{-23}$  und  $N$  ist die Anzahl der Bits. Bei  $N = 12$  darf der Widerstand noch 450 kΩ betragen, bei 16 bit sinkt der maximale Wert auf 1,76 kΩ, und für 24 bit ergeben sich 26,8 mΩ (für 1 kHz Bandbreite: 26,8 Ω). Daraus folgt, dass 24-bit-A/D-Wandler insbesondere für den Einsatz zusammen mit Shunt-Widerständen sinnvoll sind. Ferner lässt sich aus den Überlegungen schließen, dass auch bei der Auflösung 12 bit und noch höheren Bandbreiten, zum Beispiel bei digitalen Oszilloskopen mit 1:10-Tastkopf, ein Rauschanteil deutlich sichtbar ist. Der aktive Teil, insbesondere die erste Verstärkerstufe, trägt natürlich zusätzlich zum Rauschen bei.

In der Praxis liegt die Frequenzgang-Kompensation in der Nähe von 10 kHz, die Werte betragen beispielsweise 1 MΩ und 15 pF. Wenn nur das Rauschen des Spannungsteilers berücksichtigt wird, ergibt sich die Anzahl der Bits aus folgender Beziehung:  $U_{ref} / 2^N = 3,64 \cdot 10^{-5}$ . Das bedeutet, dass  $2^N = 27474$  oder  $N = (\log 27474) / \log 2 = 14,75$  bit ist. Das Verstärkerrauschen und die chaotischen Rauschanteile kommen natürlich hinzu. So erklärt sich, dass die Auflösung auch hochpreisiger digitaler Oszilloskope meistens „nur“ 12 bit beträgt.

Beim Einsatz von Mikrocontrollern für Messungen an Sensoren ist das Rauschen willkommen, um Auflösungen zu erzielen, die höher als die Auflösung der internen A/D-Wandler liegen. Dieses Ziel ist durch gehöriges Oversampling und anschließende Mittelwertbildung erreichbar. Außerdem lassen sich Nichtlinearitäten und andere Unzulänglichkeiten relativ leicht auf der Ebene der Software korrigieren. Doch das ist ein anderes Thema...

(100812)gd

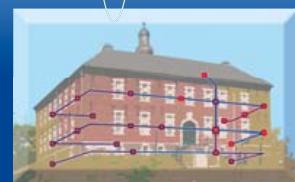
#### Weblinks

[www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-05/](http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-05/)

Web\_ChH\_final.pdf

<http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverstärker>

# Hier kommt der Bus! (2)



Von Jens Nickel

Sie erinnern sich? Im ersten Teil der Serie hatte sich unser kleines Team darauf geeinigt, dass unser *ElektorBus* elektrisch auf RS485-Gleisen (über Twisted-Pair-Kabel) fahren sollte. Alle unsere Busteilnehmer müssen sowohl Daten senden als auch empfangen können, sonst bekommt man keine zuverlässige Kommunikation hin. Wie so ein Bus beschaltet wird, sieht man in **Bild 1**, das auf einer Application Note von Maxim [1] basiert. Der Screenshot auf der nächsten Seite zeigt, wie man es nicht machen sollte. Wenn alle Teilnehmer am gleichen Leitungspaar hängen, drängt sich für alle Bus-Entwickler natürlich gleich die Frage aller Fragen auf: Wie erreicht man es, dass immer nur ein Teilnehmer spricht? RS485 sieht (im Gegensatz zum CAN-Bus) per se keine Kollisionserkennung vor, so dass hier schnell wichtige Daten verloren gehen könnten.

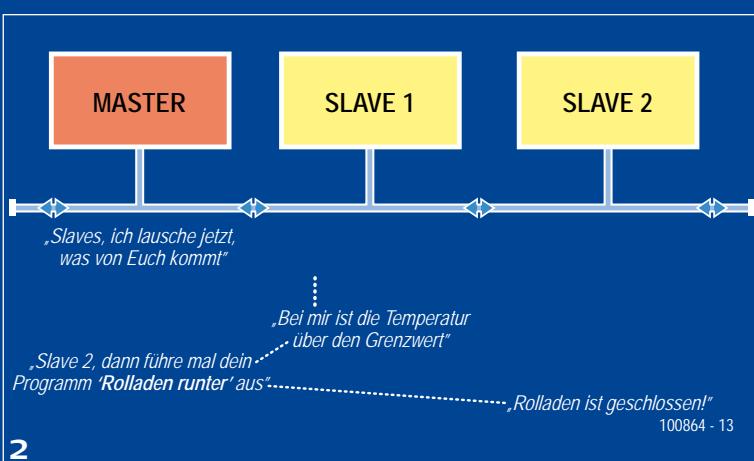
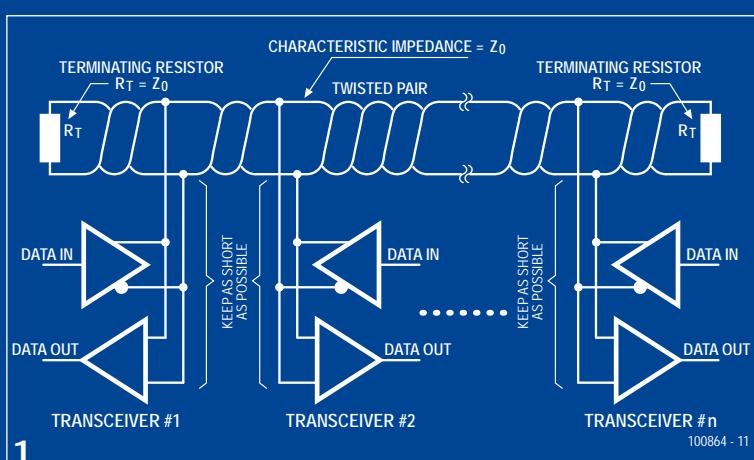
Sie ahnen es: Bei der Lösung dieses Problems ging es bei uns gleich los mit den Diskussionen, denn natürlich gibt es hierzu die unterschiedlichsten Wege.

Politisch nicht ganz korrekt, aber wohl die einfachste Möglichkeit: Einer der Knoten ist der Herr im Haus, die anderen reden nur, wenn sie gefragt werden. So eine Master-Slave-Konfiguration hätte den weiteren Vorteil, dass man die Knoten sehr dumm und überdies standardisiert auslegen könnte. Ein nicht allzu fleißiger Entwickler verpasst dazu allen Busteilnehmern den gleichen Controller, der überdies mit exakt der gleichen Firmware geflasht wird. Der Master gibt dann einfach Befehle wie „Portpin PB5 auf High“ oder „Lese mal den Wert an ADC1 ein und gib ihn mir“ usw. Die Software in den Slave-Controllern muss dann lediglich die Busbefehle, von denen es nicht allzu viele geben muss, in entsprechende Aktionen umsetzen. Dieser direkte Durchgriff des Masters auf die Portpins der Slaves hätte aber einige gravierende Nachteile (mal ganz abgesehen davon, dass die Serie dann viel zu früh zu Ende wäre). Der

gewichtigste davon ist der, dass der Master genau wissen muss, wie die anderen Busteilnehmer beschaltet sind. Falls ein Slave beispielsweise über einen Temperatursensor verfügt, müsste dem Master bekannt sein, wie man die Werte des A/D-Wandlers in eine Temperatur umrechnet, um etwas sinnvoll steuern zu können. Darüber hinaus wäre so ein Bus auch häufig „busy“. Um einen Rollladen hochzufahren, bis ein Endschalter betätigt wird, braucht es einen kleinen Dialog zwischen Master und Slave: „Leg mal Portpin PB5 auf High!“ „Mach ich.“ „Hey, ist Portpin PC1

inzwischen auf High?“ „Nee.“ „Und jetzt?“ „Ja.“ „Dann sofort Portpin PB5 wieder auf Low!“

Sie können sich denken, dass dieser Ansatz bei uns schnell vom Tisch war. So etwas wäre eigentlich gar kein richtiges Bussystem, eher so eine Art Controller-zu-Controller-Kommunikation mit einem bescheidenen Anwendungsspektrum. Und da ich vor meinem geistigen Auge stets ein Domotiksystem sehe, wenn das Wort Bus fällt (schließlich habe ich mal bei einer Hausbau-Zeitschrift gearbeitet), wollte ich unsere Slaves wenigstens mit einer bescheidenen Intelligenz ausstatten. So ein Knoten sollte zum Beispiel A/D-Wandler-Werte in physikalische Werte umrechnen können, womit man alle möglichen Sensoren, A/D-Wandler und Controller verwenden könnte, ohne dies dem



Busmaster mitteilen zu müssen. Eine kleine Regelschleife, die in den Slave-Controllern abläuft (Ausgang X=0 bis Eingang Y=1), wäre natürlich auch nicht schlecht, etwa für die angesprochene Rollladensteuerung.

Außerdem fand ich es auf den ersten Blick wenig praktikabel, wenn Slaves nur auf Anforderung sprechen dürfen. Wenn Werte überwacht werden sollen, müsste der Master die Knoten in regelmäßigen Abständen abfragen. Das verursacht aber lange Latenzzeiten (Alarmanlage!?) und schien mir darüber hinaus auch wenig elegant zu sein. Bei meiner Version des Bussystems

(Bild 2) kann der Master deshalb in einen „Listen-Mode“ gehen, um auf „Events“ zu lauschen wie: „Eingang 2 an Slave 1 ging auf Low“, „beim Temperatursensor Slave 3 ist der Temperaturwert jetzt größer als 100°C“ usw. Da solche Events nicht allzu oft auftreten sollten, war auch die Gefahr von Daten-Kollisionen minimiert.

„Für ein bescheidenes Domotiksystem mag das ausreichen“, meldete sich mein Kollege Clemens aus Frankreich zu Wort. „Aber was kannst du mit diesem Bus sonst noch machen?“

„Na ja“, entgegnete ich, „für eine schnelle Datenübertragung von Punkt zu Punkt sehen wir einfach noch einen ‚Fast Transmit Mode‘ vor“. So könnte man auch sich schnell ändernde Messwerte zum Master senden, zumindest von einem der Slaves aus.

Uns beiden war klar, dass der Bus dann für andere Aufgaben nicht zur Verfügung stand und unter Umständen wichtige Events anderer Busteilnehmer versäumte. „Wir brauchen eine Priorisierung auf dem Bus, wir brauchen Arbeiter-, Chef-, Direktoren- und Generaldirektoren-Knoten!“ so Clemens. Also so wie beim CAN-Bus im Auto, wo die im wahrsten Sinne des Wortes lebenswichtigen Daten immer noch durchkommen?

„Und was hältst Du davon, wenn mehr als ein Knoten Entscheidungen treffen kann?“, so mein ehrgeiziger Kollege weiter. „Bei deinem Bus sammelt nur der Master Daten“, erklärte er mir, „doch wenn wir allen Knoten Zugriff auf alle Daten geben, sind wir auf einen einzelnen Master gar nicht angewiesen“.

Mann-o-Mann, dachte ich im Stillen, dieser Bus nahm jetzt ganz schön Fahrt auf. Wenn unsere Knoten selbsttätig mit anderen Knoten kommunizieren könnten, wäre sogar ein kleines Netz in Reichweite, das etwa den Ausfall eines Knotens tolerieren würde. Doch wie wollten wir es erreichen, dass nicht alles auf dem Bus stetig durcheinanderplappert? „Wie wäre es mit festgelegten Zeitschlitzten auf dem Bus?“, sinnierte Clemens, „wobei wir dann natürlich gleich eine Obergrenze der Teilnehmerzahl bekommen...“

Es folgte ein gutes Stündchen wildes Googeln, zwischendurch schickten wir uns gegenseitig einige Links. So entdeckten wir zum Beispiel, dass Siemens ein Patent auf ein zeitschlitzt-gesteuertes, symmetrisch betriebenes Bussystem hielt, bei dem

Domotik-Kommandos parallel zu Multimedia-Datenströmen verschickt werden konnten [2]. Interessant war auch die Präsentation zu „Time Triggered CAN“ [3].

Die Vorteile des Zeitschlitzverfahrens waren zwar bestechend, doch es musste ein ganz schöner Synchronisations-Aufwand getrieben werden. Eigentlich konnte ich es mir nicht vorstellen, dass wir ein solches Bussystem in einer vertretbaren

Entwicklungs- und Debugging-Zeit zum Laufen bekommen könnten. Und wenn es bei uns endlich funktionierte, würden sich die Leser damit herumschlagen müssen...

„Wie wäre es“, so Clemens schließlich, „wenn wir eine Art Scheduler einsetzen?“. Dieser sollte dann den anderen Knoten „Sprechzeit“ zuteilen, je nachdem, wie wichtig

deren Aufgabe war. Danach käme der nächste Knoten an die Reihe und so fort. „Das würde dann wie beim präemptiven Multitasking funktionieren“, beschrieb Clemens seinen Ansatz. Ich musste zugeben, dass diese Idee zur Kollisionsvermeidung nicht schlecht war (auch wenn sie alles, was ich mir ausgedacht hatte, genau auf den Kopf stellte). Jedoch: Wie wollten wir es hinbekommen, dass der RS485-Scheduler einen RS485-Knoten beim Sprechen unterbrechen konnte, wenn etwas Wichtigeres auf dem Bus dazwischen kam?

Etwas später kam mir eine mögliche Lösung in den Sinn: Jeder Busteilnehmer sendet immer nur eine festgelegte Anzahl von Bytes, dann kommt der nächste an die Reihe (Bild 3). Falls ein Knoten ein Event mit hoher Priorität meldet, bekommt er vom Scheduler die Erlaubnis, weiterzusenden. Aber man müsste natürlich erst mal testen, ob so etwas wirklich praxistauglich ist...

(100864)

Was meinen Sie? Schreiben Sie uns unter [redaktion@elektor.de](mailto:redaktion@elektor.de)!

- [1] [www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/763](http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/763)
- [2] [www.patent-de.com/20030320/DE10126339A1.html](http://www.patent-de.com/20030320/DE10126339A1.html)
- [3] [www-lar.deis.unibo.it/people/crossi/files/SCD/An%20Introduction%20to%20TTCAN.pdf](http://www-lar.deis.unibo.it/people/crossi/files/SCD/An%20Introduction%20to%20TTCAN.pdf)

# Abonnieren Sie jetzt die führende US-amerikanische Fachzeitschrift für Mikrocontroller-Anwendungen und Embedded Systems!



Wählen Sie unter  
[www.elektor.de/cc-abo](http://www.elektor.de/cc-abo)  
Ihr gewünschtes  
Abonnement aus!

12 Original-Ausgaben jährlich für nur

Digital: 38 US-Dollar

Print: 63 US-Dollar

Digital + Print: 90 US-Dollar

**CIRCUIT  
CELLAR®**

THE MAGAZINE FOR COMPUTER APPLICATIONS

# Wecken mit Licht

## Der programmierte Sonnenaufgang

Von Aike Terjung (D)

In der Natur steuert das Tageslicht unsere innere Uhr. Der hier vorgestellte Lichtwecker imitiert einen Sonnenaufgang, um uns auf natürliche Weise sanft mit Licht zu wecken. **Licht macht wach - für einen besseren Start in den Tag.**

Jeder kennt das unangenehme Gefühl, wenn einen das Schnarren, Piepsen oder Klingeln des Weckers unsanft aus dem Schlaf reißt. Oft erwischst es uns mitten im Tiefschlaf, was nicht selten dazu führt, dass man sich den ganzen Tag nicht so richtig wach fühlt. Es geht aber auch anders. Wer im Sommer ohne Rollladen oder andere Verdunkelungen schläft, wacht oft von ganz alleine auf, wenn es draußen hell wird.

So natürlich und gemächlich geweckt, fühlt man sich auch gleich viel fitter, oft den ganzen Tag lang. Was liegt also näher, als den Tag mit einem simulierten Sonnenaufgang zu beginnen?

### Licht und Zeit

Der mit einem Mikrocontroller bestückte Lichtwecker kann vorhandene 230-V-Lampen schalten und dimmen, wenn diese mit Glühlampen (Halogen oder normal) bestückt sind. Auch wenn die Verwendung von Power-LEDs nahe liegt, gab es gute Gründe für diese Lösung. Abgesehen vom geringeren Aufwand und der Möglichkeit,

schon vorhandene Leuchten (zum Beispiel Nachttischlampen) zu verwenden, ist auch

anstrebt. Die mögliche Energieeinspa-

rung durch LEDs ist sehr begrenzt, da der Lichtwecker die Lampe nicht stundenlang leuchten lässt.

Weiterhin benötigt der Lichtwecker natürlich die aktuelle Uhrzeit. Ein DCF77-Modul ist hier eine gute Wahl, die es ermöglicht, eine recht simple, rein softwaregesteuerte Zeitbasis im Mikrocontroller zu nutzen. Auf ein RTC-Modul kann verzichtet werden, da der Mikrocontroller mit externem Quarz als Taktgeber ausreichend präzise arbeitet, um einige Stunden ohne korrektes DCF77-Signal auszukommen.

### Sensortaster und Dimmer

Der Wecker besteht nicht nur aus einem Mikrocontroller. Um den Wecker bedienen zu können, werden Display und Tasten benötigt. Im Schaltplan **Bild 1** sieht man auf den ersten Blick eines der ebenso unvermeidlichen wie preiswerten 2x16-Zeichen-LCD-Module (LCD1) und vier Taster (S1 bis S4), die über Steckverbinden (K7/K8) und gegebenenfalls 5-adi-

### Eigenschaften

- Anschluss für dimmbare 230-V-Lampen, max. 80 W
- DCF77-Synchronisation (Funkuhr)
- „Touch“-Sensor zur Abschaltung der Weckfunktion
- Atmel ATmega168-Mikrocontroller
- Platine und programmiert Mikrocontroller im Elektor-Shop erhältlich
- Firmware mit Sourcecode frei verfügbar
- Auch für 115-V-Netzspannung verwendbar

das Farbverhalten von Vorteil. Glühlampen verändern beim Dimmen stark die Lichtfarbe, die beim langsamen Aufdrehen von stark rötlich allmählich in Weiß übergeht. Dieses Verhalten ähnelt dem der aufgehenden Sonne und ist auf jeden Fall schöner anzusehen als das Aufblenden einer per PWM gedimmten LED. Wollte man diesen Effekt mit LEDs simulieren, müsste man entweder mit RGB-LEDs arbeiten oder verschiedenefarbige LEDs einsetzen. Noch komplizierter wird es, wenn man dabei auch noch eine kontinuierliche Änderung der Helligkeit



gem Kabel dazwischen mit der Hauptplatine (**Bild 2**) verbunden sind und jeweils einen Portpin des ATmega168 (IC3) nach Masse schalten. Pullup-Widerstände ( $R7 \dots R10$ ) sorgen für definierte High-Pegel in Ruhelage der Taster.

Zur Steuerung des Weckers gibt es aber insgesamt fünf Tastfunktionen. Der fünfte Taster ist ein kapazitiver Sensor-Taster, der auf einer in einem Mikrocontrollerforum veröffentlichten Idee basiert [1]. Der Sensor besteht aus einer metallischen Fläche, die mit dem Sensorseingang (bei R13) verbunden wird. Über R13 und eine kleine Schutzbeschaltung (D2/

**Tabelle 1. Funktionen des Sensor-Tasters**

Zustand	Berührdauer	Aktion
Displaybeleuchtung aus	< 1 Sek.	Displaybeleuchtung für 1 Minute einschalten
Licht aus, kein Wecken aktiv	> 3 Sekunden	Einschalten der Lampe mit 100%
Licht an (auch beim Wecken)	> 3 Sekunden	Lampe ausschalten
Weckalarm	< 1 Sekunden	Alarm abschalten (eventuell nachwecken)

D3/R15) liegt der Sensorstaster an einem fünften Portpin (PC5) des ATmega. Die mit WinAVR in C programmierte Firmware des Mikrocontrollers schaltet in kurzen Abständen den Portpin zwischen 1 und 0 um und fragt beim Wechsel auf 1 in noch kürzeren Abständen den Zustand des Ports ab. Der mit einer leitenden Sensorfläche verbundene Port wird über den Widerstand R15 aufgeladen und schaltet beim Erreichen der Schaltschwelle auf 1 um. Die Software kann nun an der Zeit, die bis zur Umschaltung vergangen ist, erkennen, wie groß die Kapazität am Pin ist. Berührt man die Sen-

sorfläche, vergrößert sich die Kapazität und damit auch die Zeit, die zum Laden benötigt wird.

Als Sensorfläche hat der Autor die Aluminium-Frontplatte seines Lichtweckers verwendet. Durch Berühren der Sensorfläche können so die in **Tabelle 1** angegebenen Funktionen aktiviert werden. Eine davon ist das Schalten der Displaybeleuchtung, die über PD6 des ATmega und T3 erfolgt. Die an K1 angeschlossene 230-V-Lampe (optional: 115 V) mit maximal 80 W wird wie bei einem handelsüblichen Triac-Licht-

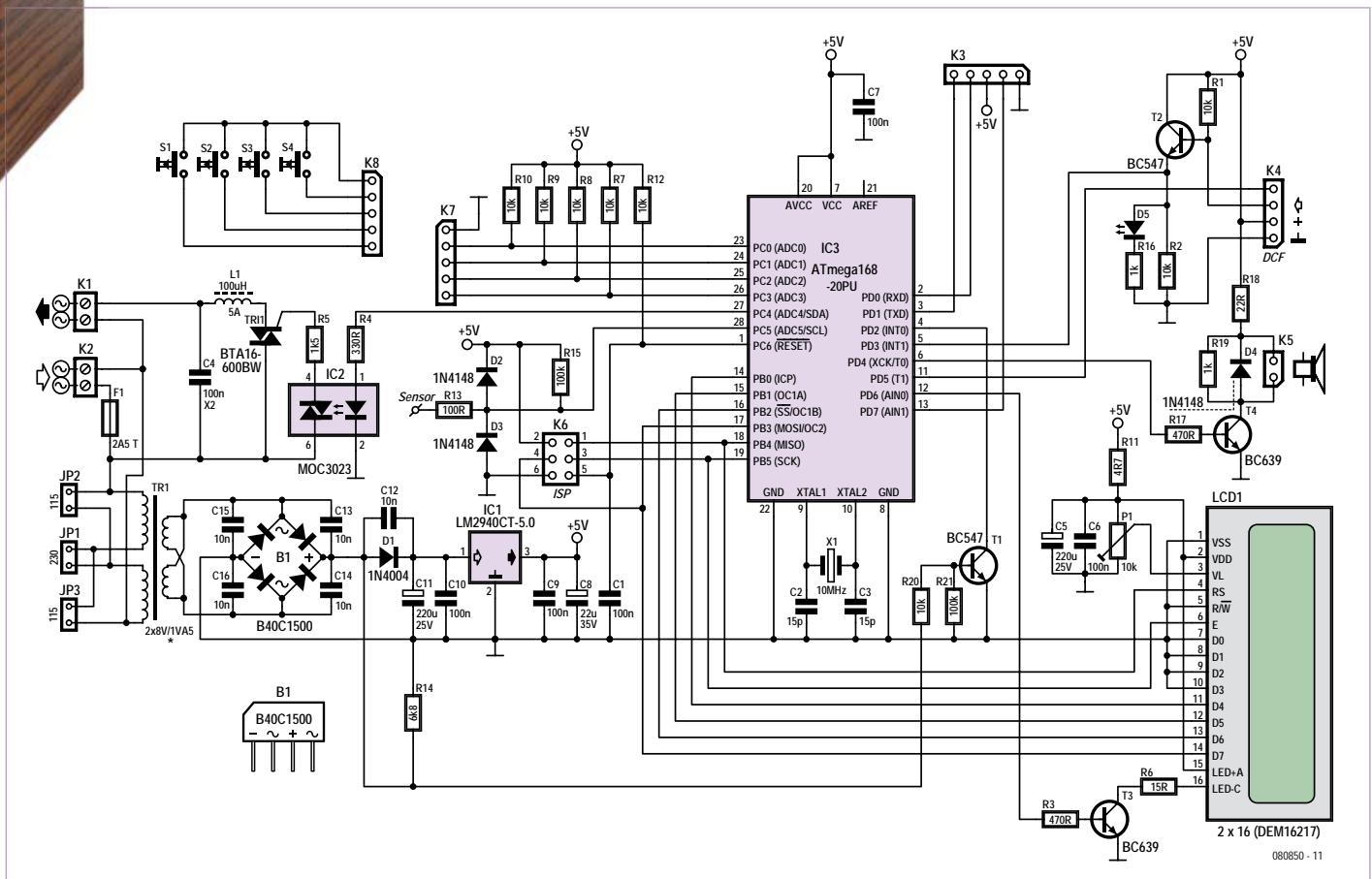


Bild 1. Die Schaltung des Lichtweckers ist eigentlich ein mit einem Mikrocontroller gesteuerter Dimmer in Kombination mit einer Zeitschaltuhr. Beide Funktionen sind natürlich per Controller-Software realisiert.

## Stückliste

### Widerstände:

R1,R2,R7,R8,R9,R10,R12,R20 = 10 k  
 R3,R17 = 470  $\Omega$   
 R4 = 330  $\Omega$   
 R5 = 1k5  
 R6 = 15  $\Omega$   
 R11 = 4 $\Omega$   
 R13 = 100  $\Omega$   
 R14 = 6k8  
 R15,R21 = 100 k  
 R16,R19 = 1k  
 R18 = 22  $\Omega$   
 P1 = 10-k-Trimmpoti

### Kondensatoren:

C1,C6,C7,C9,C10 = 100 n keramisch, 5 mm Rastermaß  
 C2,C3 = 15 p, 2 %, keramisch, 5 mm Rastermaß  
 C4 = 100 n, X2, 275 V Wechselspannung, 15 mm Rastermaß, 5 mm breit  
 C5,C11 = 220  $\mu$ 25 V, stehend, 3,5 mm Rastermaß  
 C8 = 22  $\mu$ 35 V, stehend, 2,5 mm Rastermaß  
 C12,C13,C14,C15,C16 = 10 n keramisch, 5 mm Rastermaß

### Induktivitäten:

L1 = Triac-Entstördrossel  
 100  $\mu$ H/5,4 A (z.B. Murata Power Solutions 1410454C)

### Halbleiter:

D1 = 1N4004  
 D2,D3,D4 = 1N4148  
 D5 = low current Led Ø 5 mm, Kingbright L-53LSRD  
 B1 = Brückengleichrichter 40 V/1,2 A, Semikron SKBB40C1500L5B  
 T1,T2 = BC547B

T3,T4 = BC639  
 TRI1 = BTA16-600BW (z.B. STMicroelectronics BTA16-600BWRG)  
 IC1 = LM2940CT-5.0 (National Semiconductor)  
 IC2 = MOC3023 (Fairchild)  
 IC3 = ATmega168-20PU (Atmel) programmiert: 080850-41\*

### Außerdem:

K1,K2 = Anschlussklemme für Platinenmontage, 7,5 mm Rastermaß  
 K3,K4 = 4-polige Stiftleiste, einreihig, 2,54 mm Rastermaß  
 K5 = 2-polige Stiftleiste, einreihig, 2,54 mm Rastermaß  
 K6 = 6-polige Stiftleiste, zweireihig, 2,54 mm Rastermaß  
 K7,K8,K9 = 5-polige Stiftleiste, einreihig, 2,54 mm Rastermaß  
 LCD1 = 16-polige Stiftleiste, einreihig,

2,54 mm Rastermaß  
 S1,S2,S3,S4 = Taster, 1-polig, Schließer (SPNO, z.B. Multicomp MCDTS6-5N)

X1 = 10-MHz-Quarz (HC-49/S, 50 ppm, 12 pF Bürdekapazität, z.B. AVX HC49SFWB10000HOPESZZ)

F1 = 2.5 A T Sicherung 5x20 (mm) mit Sicherungshalter für Platinenmontage und Abdeckung

TR1 = Printrafo 2x8 V sec. 2x115 V prim. 1VA5 (z.B. Block AVB 1.5/2/8) oder 1x9 V sec, 1x230 V prim., 1VA5 (z.B. Block VB 1.5/1/9, siehe Text)

LCD1 = 2 x 16 Zeichen (DEM16217), z.B. Elektor-Shop 030451-72

Piezo-Schallwandler, z.B. Kingstate KPEG827 oder 8- $\Omega$ -Lautsprecher (min. 0,1 W)

Platine 080850-1\*

\* Elektor-Shop, [www.elektor.de/080850](http://www.elektor.de/080850)

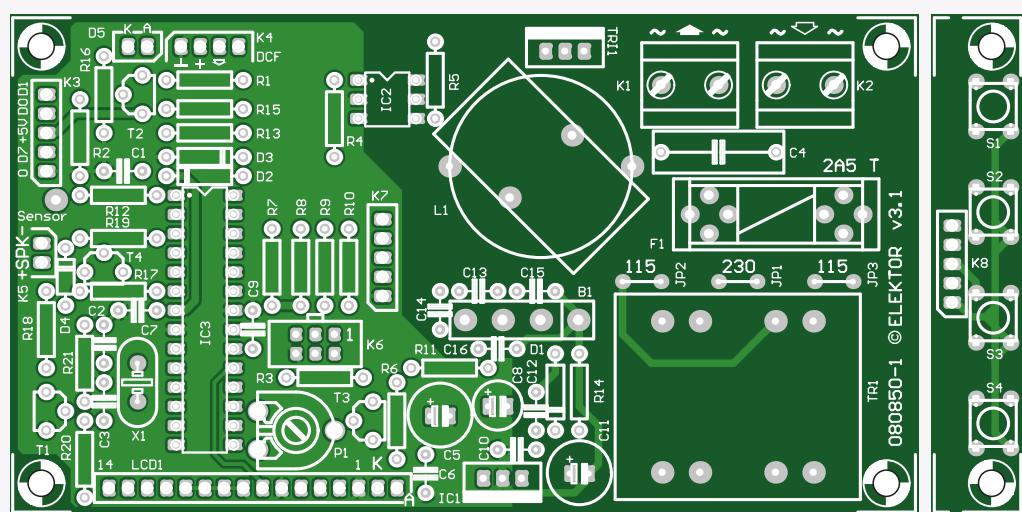


Bild 2. Die im Elektor-Shop erhältliche Platine mit abtrennbarem Platinenstreifen für die Montage der vier Taster.

dimmer per Phasenanschnitt gedimmt, wobei der Zündzeitpunkt des Triacs (TR1) aber nicht per Diac und Poti, sondern vom Mikrocontroller über einen Optokoppler (IC2, zur Netztrennung) gesteuert wird. Als Anregung diente hier das OpenSource Projekt Semitone Crystal [2]. Allerdings wurde beim Lichtwecker auf einen Optokoppler zur Erkennung des Nulldurchgangs verzichtet und stattdessen ein einfacher Transistor (T1) verwendet.

### Anschlüsse

Bis jetzt wurden erst der 230-V-Lampenanschluss an K1 und der Anschluss der Taster mit K7 und K8 beschrieben. Bleiben noch K2 bis K6.

K2 ist der Netzspannungsanschluss (115 V oder 230 V) des Lichtweckers. An diese

Klemmen wird ein zugentlastetes Netzkabel angeschlossen.

K3 ist ein serieller Anschluss zum Programmieren und Debuggen, der mit dem USB-TTL-Kabel [3] von FTDI kompatibel ist.

An K4 wird das DCF-Modul angeschlossen. Der Anschluss ist für das bekannte Conrad-DCF77-Empfängermodul BN 641138 (Bild 3) ausgelegt, zum Vergleich der Daten stehen auf der Conrad-Website Datenblatt und Schaltplan zur Verfügung. Es werden nur die Anschlüsse 1 bis 3 des DCF77-Empfängers mit Pin1 bis Pin3 von K4 verbunden, der Anschluss 4 des DCF-Moduls (invertierter Ausgang) wird nicht verwendet. Pin 4 von K4 ist mit PD5 des ATmega verbunden und liefert ein Enable-Signal (der Autor brauchte es für ein anderes Modul).

An K5 kann ein 8- $\Omega$ -Klein-Lautsprecher oder wahlweise auch ein Piezo-Schallwandler angeschlossen werden. Als „Fail-safe“ (für Augenbindenschläfer) kann der Lichtwecker damit auch (oder nur) einen akustischen Weckruf erzeugen. K6 ist ein 6-poliger ISP-Anschluss, der sich zum Beispiel in Verbindung mit dem Elektor-USB-AVRprog [4] zum Programmieren und Debuggen verwenden lässt.

### Stromversorgung

Über den 230/115-V-Anschluss K2 erhält auch der Netztrafo auf der Platine (TR1) Netzspannung. Dieser Trafo hat zwei 115-V-Primärwicklungen und lässt sich mit Hilfe der Jumper auch für 115-V-Netzspannung konfigurieren. Für 230-V-Betrieb muss JP1 geschlossen sein, JP2 und JP3 werden nicht gesetzt. Die beiden Primärwicklungen

lungen sind dann in Reihe geschaltet. Für 115-V-Betrieb bleibt JP1 offen und JP2 und JP3 werden geschlossen – die Wicklungen liegen jetzt parallel an der Netzspannung.

Die beiden 8-V-Sekundärwicklungen des Trafos sind parallel geschaltet. Mit Brückengleichrichter, Elko und 5-V-Regler folgt die übliche Konfiguration einer 5-V-Stromversorgung. Ungewöhnlich ist nur die Diode D1 zwischen Brückengleichrichter und Ladeelko C11. Damit wird erreicht, dass sich hinter dem Brückengleichrichter die noch nicht geglättete Halbwelspannung für die Nulldurchgangserkennung über T1 und PD2 des Mikrocontrollers abgreifen lässt. Ohne die Diode würde C11 das verhindern.

Das LCD-Modul wird ebenfalls mit 5 V versorgt, mit der davon abgeleiteten Spannung an P1 wird der Kontrast der Anzeige eingestellt.

### Bestückung

Der programmierte ATmega168 und die Platine für dieses Projekt sind im Elektor-Shop ab Lager erhältlich (siehe Stückliste). Den Controller kann man natürlich auch selbst programmieren, Source- und Hexcode kann man sich kostenlos von der Elektor-Website [5] saugen.

Die Platine besteht aus zwei Teilen. Neben der eigentlichen Lichtwecker-Platine gibt es noch einen kleinen Platinenstreifen, der nur mit den vier Tastern und der Anschlussleiste

bestückt wird (siehe Bild 2). Das ganze Projekt kommt ohne SMDs aus, man kann also Löten wie vor dreißig Jahren, und auf die Anschlussbelegung beziehungsweise Polarität der Bauteile muss man immer noch achten. Letzteres gilt besonders für den Brückengleichrichter, da es hier bei fast gleicher Bauform unterschiedliche Anschlussbelegungen gibt. Die richtige ist in Bild 1 angegeben.

Beim Netztrafo hat man die Möglichkeit, statt der „internationalen“ Version mit zwei Primär- und Sekundärwicklungen einen normalen 230-V-Printtrafo mit einfachen Wicklungen und passender Anschlussbelegung zu bestücken – und **keinen** der drei Jumper. Ein Beispiel für einen passenden 230-V-Trafo ist in der Stückliste angegeben, es passen auch alle ähnlichen EI 30-Printtrafos mit 1,5 VA oder 2 VA und 230 V an Pin 1-5 und 9 V an Pin 7-9.

### Inbetriebnahme

Da an der Platine und einigen Bauteilen 230-V-Netzspannung anliegen, darf der Lichtwecker nur dann mit Netzspannung verbunden und in Betrieb genommen werden, wenn er berührungsgeschützt und entsprechend den VDE-Bestimmungen (VDE 0100, VDE 0701) in ein Gehäuse eingebaut wurde. Hierzu sind die Sicherheitshinweise zu beachten, die mehrmals im Jahr auf der „Sicherheitsseite“ in Elektor und auf der Elektor-Website unter [www.elektor.de/Sicherheit](http://www.elektor.de/Sicherheit) zu finden sind.



Bild 3. Für die genaue Zeitsynchronisation wird ein DCF77-Empfängermodul verwendet, das auf dem bewährten Temic-DCF77-Empfänger-IC basiert.

Bei einwandfreiem Aufbau und korrekter Programmierung des Mikrocontrollers erscheint nach dem Einsticken des Netzteckers die Uhrzeit 00:00:00 im Display des Weckers. Wenn auf dem Display nichts zu sehen ist, kann es daran liegen, dass der Kontrast mit P1 nicht richtig eingestellt wurde.

Der Wecker versucht nun, die aktuelle Uhrzeit über das DCF77-Modul zu empfangen. Sobald ein korrekter Datensatz empfangen wurde, wird dies durch ein kleines Funkturm-Symbol neben der Uhrzeit angezeigt. Nach dem Erscheinen des Symbols kann es

- Anzeige

## PCB Spezialist für Prototypen & Kleinserien



PCB proto	spezieller Prototypen Service
STANDARD pool	große Auswahl 1-8 Lagen
Neu TECH pool	100µ Technologie
Neu IMS pool	aluminium Prototypen im Pooling
On demand	alle Optionen bis 16 Lagen

Rufen Sie uns an: +49 (2681) 4662 Email: [euro@eurocircuits.com](mailto:euro@eurocircuits.com)

Besuchen Sie uns auf der Embedded World 2011 – Halle 12 – Stand 255

### ALLE SERVICES

- Preise sofort online
- Online Bestellung
- Attraktive Pooling Preise
- Keine Einmalkosten
- Lieferung ab zwei Werktagen
- Schablonen Service

[www.eurocircuits.de](http://www.eurocircuits.de)

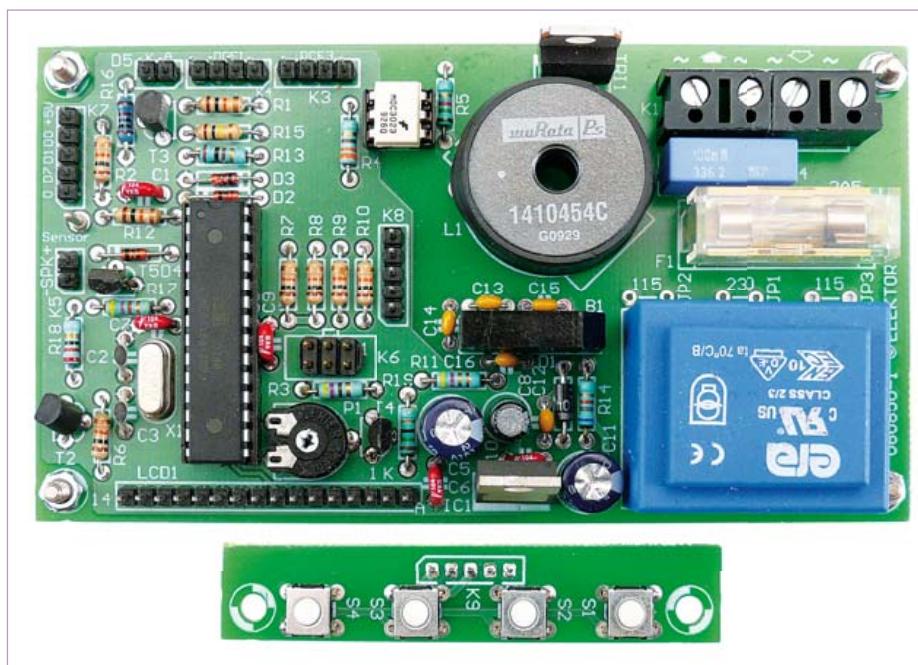


Bild 4. Die bestückte Elektor-Musterplatine.

aber noch einige Minuten dauern, bis auch die korrekte Uhrzeit angezeigt wird, da das Programm zur Sicherheit zwei aufeinander folgende Datensätze abwartet, bevor sie die Uhrzeit aktualisiert.

Berührt man nun kurz die Sensorfläche, wird die Hintergrundbeleuchtung des Displays etwa eine Minute lang eingeschaltet. Berührt man die Sensorfläche länger als etwa drei Sekunden, schaltet sich die an K1 angeschlossene Glühlampe ein. Auf gleiche Weise schaltet man die Glühlampe wieder ab. Beim Mustergerät des Autors (siehe Aufmacher-Foto) dient die Frontplatte auch als Sensorfläche, sie ist mit dem Sensoranschluss der Platine verbunden.

## Bedienungsmenü

Die Einstellungen im Menü erfolgen durch die vier Taster, denen die Funktionen entsprechend **Tabelle 2** zugeordnet sind.

Über einen Druck auf S2 gelangt man in das Menü des Weckers. Drückt man anschließend nochmals S2, kommt man in das Untermenü „Alarm“, drückt man hingegen S3, kommt man in das Untermenü „Settings“ (Einstellungen). Eine detaillierte Menü-Übersicht als Bedienungsanleitung steht als Download [5] zur Verfügung. Die Grobstruktur des Menüs sieht folgendermaßen aus:

### Alarm

Alarm aktiv (alarm active)  
Weckzeit (alarm time)

### Settings

- Wecken (set alarm)
  - mit Licht (with light)
  - mit Ton (with sound)
  - Lichtweckdauer (Dimmer advance)

### Debug

Im Menü **Alarm** wird die Weckfunktion eingeschaltet und die Weckzeit eingestellt. Bei der Weckzeit ist zu beachten, dass der simulierte Sonnenaufgang zum Weckzeitpunkt beendet ist, der Wecker fängt also entsprechend früher mit dem Wecken an. Ist die Zeit, die bis zum Erreichen der eingestellten Weckzeit verstreicht, kürzer als die Dauer des simulierten Sonnenaufgangs (Lichtweckdauer), geht daher das Licht gar nicht an!

Im Menü **Settings** werden grundlegende Einstellungen getroffen. Im Unterpunkt „Wecken“ (set alarm) kann ausgewählt werden, ob mit Licht geweckt werden soll, ob nach dem Aufblenden ein Alarmton zusätzlich wecken soll und wie lange die Lichtweckphase dauern soll. Diese Weckphase (Dimmer advance) lässt sich im Menü „Settings“ einstellen. Voreingestellt (default) sind 15 Minuten, man kann aber auch 30, 45 oder 60 Minuten wählen.

Der Menüpunkt **Debug** wird nur angezeigt, wenn der Wecker im Debug-Modus arbeitet. Der Debug-Modus zeigt unter ande-

**Tabelle 2. Funktionen der Taster für die Menüeinstellung**

Taster	Funktion
S1	Zurück (vorheriger Menüpunkt)
S2	OK (bestätigen)
S3	> (größer, aufwärts)
S4	< (kleiner, abwärts)

rem die Anzahl der erkannten Bits seit der letzten Startmarkierung im DCF77-Signal an sowie die letzten erkannten Bits aus diesem Signal. Zeigt der Debug-Modus keine Informationen, funktioniert der DCF77-Empfang nicht. Das kann am Empfangsort und der Ausrichtung der Antenne liegen oder an einem Fehler beim Anschluss des Moduls – oder an einem Defekt des Empfängermoduls.

### Eigene Ideen?

Da die Software zu diesem Projekt inklusive Quellcode auf der Elektor-Website zum Download bereitsteht und ein kostenloser C-Compiler (GCC) verwendet wird, kann man das Programm nach Belieben ändern und zum Beispiel das Bedienungsmenü umkrempeln und erweitern. Ganz schön wäre es zum Beispiel auch, den schnöden Weckton durch ein sanftes und mit der Helligkeit an Intensität zunehmendes Meerwasserauschen zu ersetzen. Für hartnäckige Schlafmützen könnte man das dann ja noch mit einem Menüpunkt „Max. Lautstärke“ in Richtung „Orkan“ oder „startender Düsenjäger“ ansteigen lassen...

(080850)

### Weblinks:

- [1] [www.mikrocontroller.net/topic/25045](http://www.mikrocontroller.net/topic/25045)
- [2] [www.engbedded.com/semitone](http://www.engbedded.com/semitone)
- [3] [www.elektor.de/080213](http://www.elektor.de/080213)
- [4] [www.elektor.de/080083](http://www.elektor.de/080083)
- [5] [www.elektor.de/080850](http://www.elektor.de/080850)

Von Yves Masquelier

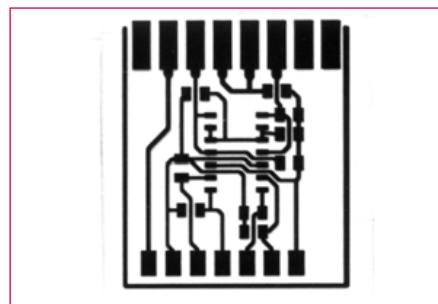


Bild 1. Ein einfaches Layout ohne schwierige Stellen.

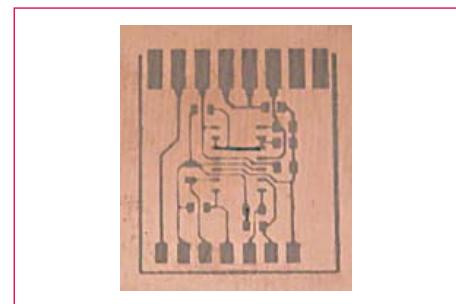


Bild 2. Die belichtete Platine mit Unsäuberkeiten.

# Vakuumbelichtung

## Die Qualität selbst gemachter Platinen verbessern

Wenn Sie schon einmal durch die Qualität selbst geätzter Platinen frustriert wurden und dabei an der Methode oder Ihren Fähigkeiten gezweifelt haben, dann entspricht der folgende Beitrag der Auskunftsnummer 11880, denn hier werden Sie geholfen...

Dem Autor ist es gelegentlich passiert, dass die Qualität seiner selbst gefertigten Platinen deutlich zu wünschen übrig ließ, obwohl das fotobeschichtete Basismaterial von einem verlässlichen Hersteller stammte. Dem Ausgangsmaterial war auch kein Fehler anzumerken - die fotoempfindliche Schicht war nicht unterschiedlich dick und überlagert beziehungsweise überaltert war das Material auch nicht. Die Belichtung erfolgte mit einem Belichter, einer speziellen Leuchte, die mit vier 8-W-UV-Röhren bestückt war. Und trotz der bescheidenen Andruckkraft des Schaumstoffs und des leicht gewölbten Deckels der Leuchte sollte man davon ausgehen, dass die Layout-Folie

gut an der Platine anlag und diese Art der Fixierung ausreichend war.

Bei größeren Platinen zeigten sich allerdings in der Mitte Defekte. Die Leiterbahnen waren dünner als beabsichtigt, und so kam es gelegentlich zu Unterbrechungen. Dieses Phänomen war auch unabhängig davon, wo genau die Platine mit Folie auf der Glasplatte im Belichtungsgerät platziert wurde. Die leichte Wölbung im Deckel war also unschuldig, und bei kleinen Platinen trat der Fehler nicht auf. Bei der Kombination mehrerer kleiner Platinen zu einer großen, die erst nach dem Ätzen in ihre Teile zersägt werden sollte, gab es allerdings

auch bei den Teilplatinen in der Mitte die gleichen Fehler wie bei einer großen Platine. **Bild 1** zeigt das Layout und **Bild 2** zeigt eine fehlerhaft belichtete Platine aus der Mitte einer solchen Kombination. Um diese Platine nicht wegwerfen zu müssen, wurde sie von Hand retuschiert.

Auch Versuche mit dem Fräsen von Platinen waren enttäuschend. Es zeigte sich ein ganz ähnliches Problem: Die Leiterbahnen in der Mitte der Platine wiesen ebenfalls Defekte auf, da in der Mitte weniger tief als am Rand gefräst wurde.

Schließlich brachte ein einfacher Test der Oberflächen mit einem stählernen Lineal

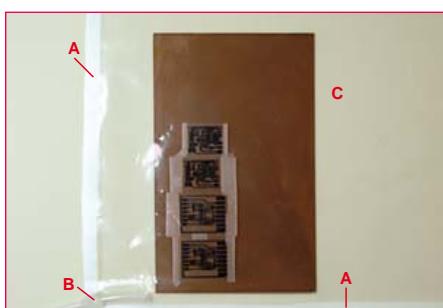


Bild 3. Alle Teile richtig angeordnet, noch ohne Vakuum. Man achte auf das Klebeband (A) und die Klebung des Schlauchs (B). Das andere Ende der Tasche (C) muss nach dem Einlegen der Platine nicht verklebt werden. Es dichtet sich bei Vakuum selbst ab.

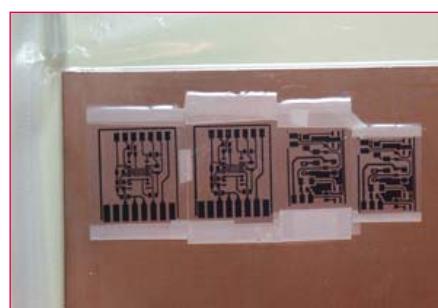


Bild 4. Die Pumpe erzeugt ein Vakuum und der atmosphärische Druck presst das Layout plan auf die Oberfläche der Platine. Dünne Leiterbahnen können auch dann nicht mehr durch Streulicht hinterleuchtet werden, wenn die Platine Wölbungen aufweist.

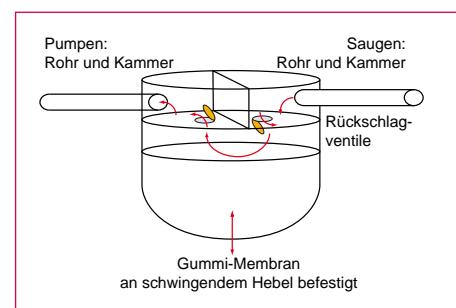


Bild 5. So arbeitet eine kleine Membranpumpe für Aquarien.

einen Anhaltspunkt: Das Platinenmaterial war auf der Kupferseite regelmäßig leicht konkav, möglicherweise herstellungsbedingt (Spannungen durch die Kaschierung mit Kupferfolie bei der Herstellung?). Als Folge dieser Wölbung wiederum liegt die Folie in der Mitte nicht völlig dicht auf der Platinenoberfläche auf, mit der weiteren Folge, dass Licht von den Seiten zwischen die geschwärzten Leiterbahnen der Folie und der fotoempfindlichen Schicht eindringen kann. Bei einem Abstand zwischen Folie und Platine von nur 0,5 mm „kriecht“ das ungewollte Licht schätzungsweise bis zu 2 mm unter die Leiterbahnen. Zwar nimmt die Lichtintensität mit der Eindringtiefe ab, doch reicht das Störlicht aus, um die Schärfe der Abbildung zu reduzieren und unter Umständen auch Leiterbahnunterbrechungen zu verursachen. Mit einer punktförmigen Lichtquelle wäre dies alles kein Problem, aber das Licht von Leuchtstoffröhren in Belichtern ist eben leider diffus.

Die Andruckkraft des Schaumstoffs reicht demnach also doch nicht aus, um gewölbte Expoxidharz-Platinen platt an die Glasscheibe zu drücken. Ein Bügeleisen wäre auch keine gute Idee und daher musste nach einer anderen Lösung gesucht werden.

Im Internet gibt es Anleitungen, wie man Platinen mit Layoutfolie in durchsichtige Kunststoffbeutel steckt und dann mit einem Staubsauger Unterdruck erzeugt [1]. Von dieser Lösung war der Autor sofort angetan. Das weibliche Wesen an seiner Seite war allerdings in Sachen Zweckentfremdung von Haushaltsgeräten leider nicht sehr tolerant. Letztlich war von einem Staubsauger aber auch nur ein begrenzter Unterdruck zu erwarten, was angesichts des Stromverbrauchs einem unökologisch schlechten Wirkungsgrad mit sich bringen würde. Also wurde auch eine Alternative zum Staubsauger gesucht. Als Kunststoffbeutel wurden im Internet handelsübliche Gefrierbeutel empfohlen. Saugt man hier die Luft raus, dann presst der atmosphärische Druck die Folie sehr stramm an das Platinenmaterial.

## Das optimierte System

Der Autor verwandte schließlich Klarsichthüllen für Aktenordner. An den Seiten sind diese Hüllen schlicht verschweißt. Um die Luftdichtheit zu verbessern, wurden die Ränder zusätzlich mit stabilem Klebeband abgedichtet.

An der so entstandenen Tasche wurde dann noch in einer Ecke ein Stückchen abge-

knipst, um einen dünnen Plastikschauch einführen zu können, wie man ihn von den Pumpen eines Aquariums oder eines Ätzbads kennt (Eureka, das ist auch schon die Lösung für die Vakuumpumpe! Doch zunächst weiter im Text.)

Der Schlauch muss natürlich lang genug sein, damit er ein Stückchen in die Tasche geschoben werden kann und immer noch weit genug heraus schaut. Und man muss gerade bei längeren Schläuchen aufpassen, dass man sie nicht knickt. Anschließend wurde innen an der Eintrittsstelle des Schlauchs etwa 1...2 cm mit Klebstoff abgedichtet. Dabei muss man darauf achten, die Tasche nicht innen an ungewünschten Stellen mit Klebstoff zu verkleben. Um zuverlässig abzudichten, kam nach Aushärten der inneren Klebung auch außen Klebstoff an die Eintrittsöffnung.

Eine andere Reihenfolge der Kleberei wird Schwierigkeiten machen. Dies gilt ganz besonders, wenn man mit Heißkleber arbeitet. Hier kann man sich schnell die Finger verbrennen...

In **Bild 3** sieht man das Resultat des Autors. Es sind natürlich auch andere Ausführungen denk- und andere Klebstoffe verwendbar. Die Platine muss bei der gezeigten Tasche dicht am Schlauchende platziert wird, damit die Luft nicht nur um das Schlauchende herum entfernt wird und die Platine ohne ausreichendes Vakuum verbleibt. Ist die Platine gut platziert, kann der Schlauch mit der Pumpe verbunden werden. Sollte sich die Platine nicht nahe genug am Schlauchende anordnen lassen, muss man mit einer Art Hilfsluftkanal nachhelfen. Hierzu legt man ein Stückchen Draht oder einen etwas dickeren Woll- oder Baumwollfaden mit 2...3 mm Stärke vom Schlauchende bis zum Platinenrand. Auf diese Weise entsteht an den Kanten der Platine ein dünner umlaufender Luftkanal, der dafür sorgt, dass sich die Luft gut und gleichmäßig absaugen lässt (siehe **Bild 4**). Der Hilfsluftkanal muss also nicht zwingend hohl sein, denn in den seitlichen Hohlräumen der nicht vollständig an einem Draht anliegenden Plastikfolie findet die Luft immer noch ihren Weg.

## Die Vakuumpumpe

Die Katze wurde ja schon aus dem Sack gelassen: Wo ein Schlauch für ein Aquarium oder ein Ätzbad ist, da ist auch eine dementsprechende Pumpe nicht weit. **Bild 5** zeigt die Arbeitsweise einer Membranluftpumpe, wie sie zur Sauerstoffanreicherung in Aquarien verwendet wird. Auf der einen Seite wird Luft angesaugt, und auf der

anderen Seite wieder hinaus befördert. Da die Ansaugfunktion normalerweise nicht genutzt wird, findet sich auf der Ansaugseite normalerweise kein Stutzen, sondern lediglich eine Öffnung.

Der Autor wollte beide Pumpfunktionen nutzen: Seine Pumpe sollte daher nicht nur das Ätzmittel belüften, sondern zuvor beim Belichten auch das Vakuum rund um die Platine erzeugen.

Der Autor setzte eine Membranpumpe ein, wie man sie in jeder Aquaristikabteilung findet. Wenn man noch keine Pumpe hat, sollte man nach einem Exemplar mit aufschraubbarem Gehäuse Ausschau zu halten. Ist dieses verklebt, gestalten sich die notwendigen Modifikationen schwieriger. Da die Pumpen in der Regel mit Netzspannung arbeiten, muss man den Netzstecker ziehen, bevor man daran herumschraubt! Beim verwendeten Modell wurde der Gehäusedeckel von vier Schrauben gehalten. Nach Abnahme des Deckels bietet sich ein Anblick wie in **Bild 6**: Deutlich erkennbar ist der Elektromagnet, dessen Metallarm mit der Netzfrequenz vibriert. Das andere Teil ist die eigentliche Pumpe, deren oberer Balg aus Gummi (die Membran) mit dem vibrierenden Arm verbunden ist.

Am Innenteil der Pumpe ist noch etwas Arbeit notwendig, weshalb er aus dem Kunststoffgehäuse entnommen werden muss. Nachdem der Gummibalg über den Rand des weißen Pumpenkörpers geschoben wurde, kam der Kopf der Schraube zum Vorschein, mit der sie am vibrierenden Arm befestigt war. Nach dem Lösen dieser Schraube konnte man den Rest entnehmen. Zur Abdichtung ist auf der Rückseite des weißen Pumpenkörpers noch eine Gummifläche angebracht, die im Gehäuse zurückbleibt.

Am offenen Pumpenkörper kann man sehr gut die beiden gegenüber liegenden Kammern für Ansaugen und Ausstoßen der Luft erkennen. Das Ventil der einen Kammer öffnet bei Zug und das der anderen Kammer bei Druck. In **Bild 7** und **Bild 8** erkennt man, wie die Pumpe innen beschaffen ist. Auf diesen Bildern ist schon die Modifikation in Form eines Ansaugstutzens zu sehen. Für die Modifikation wird zuerst die Ansaugöffnung mit Heißkleber geschlossen und der äußere Rand nach Aushärtung wieder abgeflacht. Anschließend wird an einer geeigneten Stelle der ansaugenden Kammer ein passendes Loch gebohrt, in das ein metallener Stutzen zum Aufstecken eines

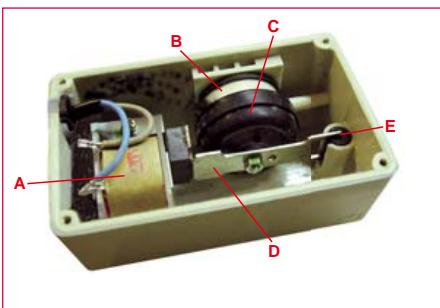


Bild 6. Das Innenleben einer Membranpumpe: Elektromagnet (A), Pumpenkörper (B), Gummibalg bzw. Membran (C), vibrierender Arm (D) und ein Gegenlager aus Gummi (E).



Bild 7. Der modifizierte Pumpenkörper von der Membranseite aus gesehen: Druckanschluss (A), Druckventil (B), Saugventil (C) und Sauganschluss (D).

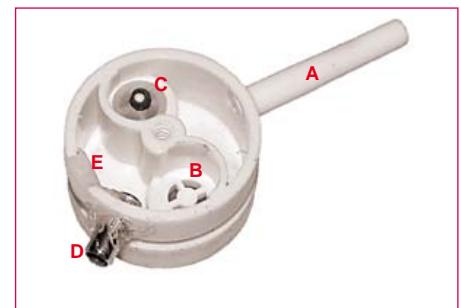


Bild 8. Der modifizierte Pumpenkörper von der Seite mit den Kammern aus gesehen: Druckanschluss (A), Druckventil (B), Saugventil (C), Sauganschluss (D) und die zugeklebte ehemalige Ansaugöffnung (E).

Schlauchs - selbstverständlich wieder mit Heißkleber - eingeklebt wird. Dieser Stutzen besteht aus einem Stückchen Metallrohr mit 4 mm Außendurchmesser. Beim Autor musste für diesen Zweck ein Stück einer alten Teleskopantenne herhalten. Falls Ihre Pumpe die Luft über ein kleines Loch ansaugen sollte, kann dieses unter Umständen für ein solches Röhrchen erweitert werden. Zum Schluss muss noch ein Loch im Gehäusedeckel vorgesehen werden, um den Schlauch durchzuführen.

Wie man gut sehen kann, hat der Autor das Röhrchen zur Sicherheit nicht nur im Pumpenkörper verklebt, sondern auch außerhalb. Auf diese Weise ist es nicht nur mechanisch fest, sondern auch dicht. Der ausreichend lange Schlauch wird dann in das Pumpengehäuse gesteckt und so durch das Gehäuse geführt, dass die Funktion der Pumpe nicht beeinträchtigt wird (siehe Bild 9).

Nach dem Zusammenbau der eigentlichen Pumpe und ihrem erfolgreichen Einbau in das Gehäuse kann der Schlauch innen auf den Stutzen gesteckt werden. Nach nochmaliger Kontrolle der Funktion wurde das Pumpengehäuse wieder zusammenge schraubt und das aus der Pumpe ragende

Stück Schlauch durch Rohrstückchen mit den gleichen 4 mm Außendurchmesser an den Schlauch gekoppelt, der aus der

## Materialliste

### Vakuumtasche:

- Klebeband
- 1 m Plastikschlauch für Aquarienpumpen (für die Pumpe genügen etwa 20 cm)
- 1 Klarsichthülle
- Heißkleber mit Pistole oder Zweikomponentenkleber

### Pumpe und Schlauchverbindung:

- Das restliche Stück Schlauch (eine Länge von 50 cm gibt ausreichend Bewegungsfreiheit)
- 2 Rohrstückchen mit etwas größerem Außendurchmesser als der Innendurchmesser des Schlauchs
- Heißkleber mit Pistole oder Zweikomponentenkleber

ner Pumpe gemessen und kam auf einen Wert von 120 g/cm<sup>2</sup>. Das entspricht etwa 12 % des atmosphärischen Luftdrucks und scheint daher auf den ersten Blick nicht viel zu sein. Doch berechnet man den Druck, mit dem die Layoutfolie dann auf die Platinen gepresst wird, so ergeben sich bei einer Eurokarte (160 mm x 100 mm) immerhin mehr als 19 kg Anpressdruck. Ein weiterer Vorteil der Methode ist, dass diese Kraft prinzipbedingt sehr gleichmäßig über die ganze Oberfläche verteilt ist.

Wer noch Zweifel hat oder wer gerne noch mehr Informationen hätte, der kann einen Blick auf die französischsprachige Webseite [2] des Autors werfen und dort die Ergebnisse unterschiedlicher Belichtungsmethoden vergleichen. Es werden dort die Resultate der gleichen Layouts gezeigt, die einmal mit Unterdruck und ein zweites Mal ohne Unterdruck belichtet wurden.

(081073)

## Weblinks

- [1] [www.abcelectronique.com/acquier/Insoleuse.html](http://www.abcelectronique.com/acquier/Insoleuse.html)
- [2] [www.ymasquelier.net](http://www.ymasquelier.net)



Bild 9. Die Pumpe mit montiertem Ansaugstutzen.



Bild 10. Die Belichtung kann nun mit Unterdruck stattfinden.



Bild 11. Hier wird der Schlauch für die Luftabsaugung durchgeführt.

# Navigieren ohne GPS

## Wo bin ich, und wohin gehe ich?

Von Clemens Valens (Redaktion F)

Wenn es um das Bestimmen geografischer Positionen geht, sind GPS-gestützte Navigationssysteme nicht weit. Die populären, umgangssprachlich „Navis“ genannten Geräte arbeiten weltweit präzise und zuverlässig, unabhängig vom geografischen Ort. Doch trotz seiner erstaunlichen Fähigkeiten ist GPS nicht immer die Lösung, die zum Ziel führt. Wo Satellitensignale nicht oder nur schlecht empfangen werden können, zum Beispiel in Gebäuden und engen Häuserschluchten, stoßen GPS-Navigationssysteme recht schnell an ihre Grenzen. Glücklicherweise gibt es Alternativen und Ausweichmöglichkeiten.

In TV-Sendungen wie „XY ungelöst“ wird es gelegentlich erwähnt: Das Mobiltelefon verrät den Aufenthaltsort eines Menschen und seine Bewegungsrichtung - solange es eingeschaltet ist. Der Schlüssel zur Ortsinformation ist die Funkzelle, in der sich das Mobiltelefon anmeldet. Wenn die Funkzelle technisch so eingerichtet ist, dass die Signalstärken oder Zeiten der vom Mobiltelefon gesendeten Signale gemessen werden können, ist sogar eine präzise Ortsbestimmung möglich. Die Methode lässt sich umkehren, sobald im Mobiltelefon die geografischen Koordinaten der Funkzellen gespeichert sind. Das Mobiltelefon kann dann aus den empfangenen Funksignalen seine geografische Position bestimmen. Dies wird zum Beispiel für portable elektronische Städteführer genutzt.

Immer wenn ein mobiles Gerät drahtlos mit einer ortsfesten Einrichtung kommuniziert, lassen sich Rückschlüsse auf die Standorte der beteiligten Geräte ziehen. Dieses Prinzip ist auch auf andere drahtlose Kommunikationsformen wie WLAN, ZigBee oder Bluetooth übertragbar. Das *Global Positioning System*, kurz **GPS** genannt, ist ein weltumspannendes System, sein Name bringt dies bereits zum Ausdruck. Analog dazu wird ein System, das sich auf ein lokales Netzwerk stützt, als *Local Positioning System* oder **LPS** bezeichnet. In diesem Beitrag sollen Systeme betrachtet werden, mit denen in *Real Time* Personen oder Objekte geortet werden können, unabhängig davon, wo sie sich in dem vom System erfassten Bereich befinden. Ein solches System heißt *Real Time Locating System*, abgekürzt **RTLS**, wobei der Zusatz „Real Time“ so viel wie „zu jeder Zeit“ bedeutet. Systeme, die mit RFID-Tags oder Barcodes arbeiten, um beweglichen Objekten zu folgen, sind hier nicht gemeint. Auch mobile Empfänger, die sich an Baken orientieren, um ihre Position zu bestimmen, gehören nicht dazu.

**Locating System**, abgekürzt **RTLS**, wobei der Zusatz „Real Time“ so viel wie „zu jeder Zeit“ bedeutet. Systeme, die mit RFID-Tags oder Barcodes arbeiten, um beweglichen Objekten zu folgen, sind hier nicht gemeint. Auch mobile Empfänger, die sich an Baken orientieren, um ihre Position zu bestimmen, gehören nicht dazu.

### Exkurs in die Vergangenheit

Die ersten Methoden der Navigation und Ortung haben Seefahrer vor langer Zeit ersonnen, denn sie mussten sich auf den Meeren zurechtfinden. Bis ungefähr zum 15. Jahrhundert wurden nur die Meeresregionen in Küstennähe von Schiffen befahren, Ozeanüberquerungen waren noch unbekannt. Damals gehörten zur Navigation das Beobachten der Gestirne, des Windes und der Wellen, und auch das Verhalten der Vögel und Meeressäugetiere wurde gedeutet. Die alten Araber richteten sich hauptsächlich nach den Sternen. Später war in der Region rund um das Mittelmeer der Windrosenkompass das Instrument, mit dem Ziel- und Heimathäfen angesteuert werden konnten.

Der Polarstern machte es möglich, in der nördlichen Hemisphäre nach den Regeln des konstanten Breitengrads zu navigieren. Die Seefahrer der südlichen Erdhalbkugel mussten sich mit anderen Sternbildern und Himmelserscheinungen behelfen. Schon bald wurden die ersten Instrumente erfunden, mit denen die Winkel der Sternbilder bezogen auf den Äquator gemessen werden konnten: Das *Kamal*, der *Jakobsstab*,

das *Astrolabium*, der *Quadrant*, der *Oktant* und schließlich der *Sextant*. Mit diesen Instrumenten konnte der Breitengrad einer Position einigermaßen genau bestimmt werden.

Ende des 12. Jahrhunderts hatte der Mensch den magnetischen Nordpol entdeckt, der Kurs war nun mit dem Kompass steuerbar. Für die Schifffahrt wurde der Windrosenkompass erfunden, von dem sich der Kurs unmittelbar ablesen ließ. Nach Einführung des *Schiffslog* war es möglich, die Geschwindigkeiten der Schiffe zu messen. Der Kurs und die Geschwindigkeit waren die Größen, aus denen die Position ungefähr abgeschätzt werden konnte. Auf die Dauer waren diese Methoden jedoch zu ungenau.

Im Jahr 1759 erfand der Brite John Harrison die *Längenuhr*, die auch auf hoher See ihren Gang nicht änderte. Die Kurse konnten nun präziser eingehalten werden, gleichzeitig sank die Gefahr, dass Schiffe aufliefen oder strandeten. Die Längenuhr versetzte die Seeleute in die Lage, Längengrade aus Zeitdifferenzen zu berechnen. Während der Folgezeit wurden die Navigationsgeräte weiterentwickelt und die mathematischen Methoden verfeinert.

Im Ersten Weltkrieg trat der *Gyroskopische Kompass* seinen Siegeszug an. Das hatte zur Folge, dass Unregelmäßigkeiten des Erdmagnetismus und magnetisierte Metallmassen an Bord der Schiffe ohne Einfluss blieben. Der Zweite Weltkrieg war geprägt von neuen Verfahren und Geräten, die die Eigenschaften elektromagnetischer Wellen nutzten. Als Beispiele seien das *Radar* sowie



hyperbolische Ortsbestimmungsverfahren wie *GEE*, *LORAN* und *DECCA* genannt. Mit ihnen waren Genauigkeiten von mehreren Kilometern bis zu einigen Metern möglich. Inzwischen wurden diese Systeme von den noch präziseren Ortungssystemen abgelöst, die sich auf die modernen Navigationssatelliten im Weltraum stützen.

Der erste *GPS*-Satellit wurde im Jahr 1978 von den USA auf seine Bahn gebracht. Inzwischen gehören 30 Satelliten zur *GPS*-Familie, sie umrunden die Erde in 20200 km Höhe. Das russische System, *GLONASS* genannt, besteht aus 26 Satelliten, gegenwärtig sind jedoch nur 20 Satelliten in Betrieb. Die russischen Satelliten umkreisen die Erde in 19130 km Höhe. Die Europäer arbeiten an einem System mit dem Namen *Galileo*, das im Jahr 2014 in Betrieb gehen soll. Bis heute wurde jedoch noch kein Satellit in Umlauf gebracht. Ein gemeinsames Merkmal satellitengestützter Ortungs- und Navigationsysteme ist ihre sehr hohe Genauigkeit, sie liegt bei 1 m oder noch darunter.

### Triangulation, Trilateration, Multilateration?

Ebenso wie globale Systeme arbeiten LPS-Systeme mit mehreren Sendern, die Funksignale aus unterschiedlichen Richtungen abstrahlen. Bekannt sind mehrere Verfahren, sie haben ihre spezifischen Vorteile und Nachteile. Allen Verfahren gemeinsam ist das Prinzip des direkten Wegs zwischen Sender und Empfänger (*Line of Sight, LoS*). Wenn das Funksignal den Empfänger nicht auf direktem Weg erreicht, kann die Berech-

nung des Wegs nicht korrekt sein. Der Empfänger hat keine Information darüber, welchen Umweg das Signal genommen hat, wenn es beispielsweise reflektiert wurde. Um die Position des Empfängers aus den Funksignalen mehrerer räumlich verteilter Sender herzuleiten, sind drei mathematische

Astronomen *Thales von Milet* angewendet. Ein Betrachter kann seine Position bestimmen, indem er die Winkel bezogen auf zwei Fixpunkte misst. Da die Koordinaten der Fixpunkte bekannt sind, ist ein Dreieck mit einer bekannten Seite und zwei bekannten Winkeln konstruierbar. Die Position des

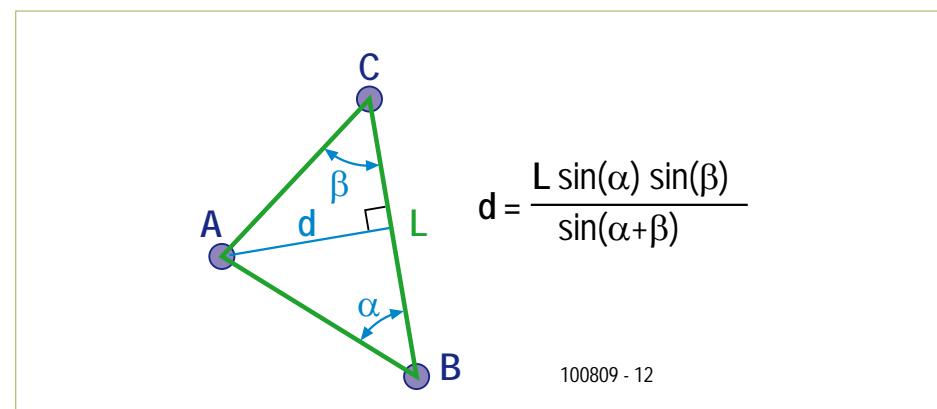


Bild 1. Triangulation: Beobachter A hat Sicht auf B und C. Wenn die Koordinaten von B und C bekannt sind, kann A mit einem Kompass seine Position bestimmen.

Methoden gebräuchlich: *Triangulation*, *Trilateration* und *Multilateration*. Die beiden zuletzt genannten Methoden sind eng verwandt, trotzdem müssen sie unterschieden werden.

#### Triangulation

Diese Methode, in **Bild 1** skizziert, ist mehr als 2500 Jahre alt. Schon damals wurde sie von dem griechischen Philosophen und

Betrachters ist identisch mit dem dritten Punkt des Dreiecks.

Für die Anwendung der Triangulation auf die Signale von Funksendern müssen die Einfallswinkel der Funksignale (*Angel of Arrival, AoA*) gemessen werden. Das ist durchführbar, indem mehrere Antennen in nahen Abständen angeordnet werden (Antennen-Netzwerk, **Bild 2**). Die Phasendiffe-

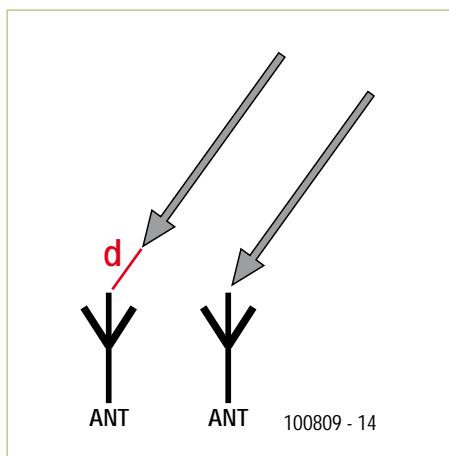


Bild 2. Mit einem Antennennetzwerk sind die Einfallswinkel von Funksignalen messbar.

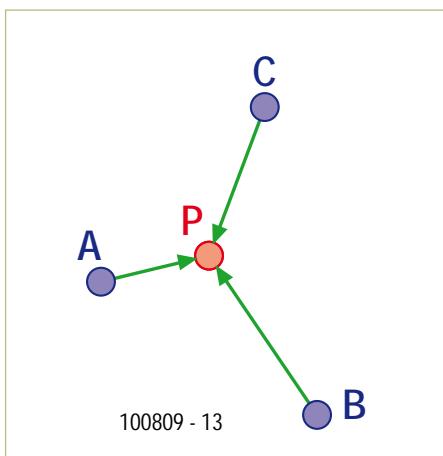


Bild 3. Die Pfeillängen sind proportional zu den Ankunftszeiten der Funksignale, die A, B und C in Richtung P senden. Daraus lassen sich die Entferungen zwischen dem Empfänger und den Sendern berechnen.

renz eines empfangenen Signals bezogen auf die Signale der anderen Antennen gibt Aufschluss über den Einfallswinkel. Wenn die gegenseitigen Abstände der Antennen klein sind, ist die Annahme zulässig, dass die Einfallswinkel der ankommenden Signale übereinstimmen. Der Einfallswinkel eines Funksignals ist auch mit einer Richtantenne bestimmbar. Der Sender liegt in der Richtung, aus der die Antenne das Signal am stärksten empfängt.

Die Methode der Triangulation hat den Vorteil, dass die Einfallswinkel von nur zwei Sendern gemessen werden müssen, um die Empfängerposition berechnen zu können.

## Trilateration

Die Trilateration beruht auf dem Bestimmen der Entfernung zwischen Sender und

Empfänger. Geschehen kann dies zum Beispiel durch Messen der Empfangsfeldstärke mit einem geeigneten Messgerät (*Received Signal Strength Indicator, RSSI*). Auch die Ankunftszeit des gesendeten Signals (*Time of Arrival, ToA* oder *Time of Flight, ToF*; Bild 3) ist eine auswertbare Größe, allerdings setzt dies die Synchronisation von Sender und Empfänger voraus (beispielsweise durch ein GPS).

Wenn in einer (zweidimensionalen) Ebene das Signal nur eines Senders empfangen wird, liegt die zu bestimmende Position auf einem Kreis mit dem Sender im Mittelpunkt. Werden zwei Sender gemessen, existieren nur noch zwei mögliche Positionen. Dies sind die Schnittpunkte der Kreise um die Sender. Eine eindeutige Positionsbestimmung in der Ebene ist, wie Bild 4 zeigt,

erst durch Messen der Signale von mindestens drei Sendern möglich.

Wird die Methode der Trilateration auf den dreidimensionalen Raum ausgedehnt, treten Kugelflächen an die Stelle der Kreise. In diesem Fall muss noch ein vierter Sender empfangen werden, weil die gemeinsamen Punkte von sich schneidenden Kugelflächen eine Fläche, nämlich einen Kreis bilden. Von dem Sonderfall, dass sich die Kugeln lediglich berühren, sei hier abgesehen. Diese Überlegungen erklären, weshalb GPS-Empfänger zu mindestens vier Satelliten „Sichtkontakt“ haben müssen, um eine Position bestimmen zu können.

## Multilateration

Die Zeitdifferenz bei der Ankunft der Signale (*Time Difference of Arrival, TDOfA*) von zwei miteinander synchronisierten Sendern ist mit nur einem Empfänger messbar. Die Signale können beispielsweise impulsförmig sein. Im Übrigen ist diese Methode mit der Trilateration identisch, allerdings liegt die gesuchte Position nicht auf Kreisen oder Kugelflächen, sondern auf Hyperbeln (zweidimensionale Ebene) oder Hyperboloiden (dreidimensionaler Raum). Auch die Multilateration erfordert das Messen von mindestens vier Sendern, um eine Position im Raum eindeutig zu bestimmen.

Ein wesentlicher Vorteil der Multilateration besteht darin, dass eine Synchronisation zwischen Sender und Empfänger nicht erforderlich ist. Die Signale können ebenso wie die messende und auswertende Elektronik einfacher als bei anderen Methoden aufgebaut sein. Beispiele für die Anwendung sind die Navigationssysteme LORAN und DECCA.

## LPS mit WLAN und RSSI

Der Siegeszug des WLAN (*Wireless Local Area Network*, auch *WiFi* genannt) hat dazu geführt, dass drahtlose Netzwerke den Menschen fast auf Schritt und Tritt begleiten. Es liegt nahe, diese Netzwerke auch für ein LPS (*Local Positioning System*) zu nutzen. Der Begriff „lokal“ bedeutet hier, dass sich der Erfassungsbereich auf ein einzelnes Gebäude oder einen Gebäudeteil beschränkt. Meistens wenden solche Systeme das Prinzip der Entfernungsbestimmung durch Messen der Feldstärke

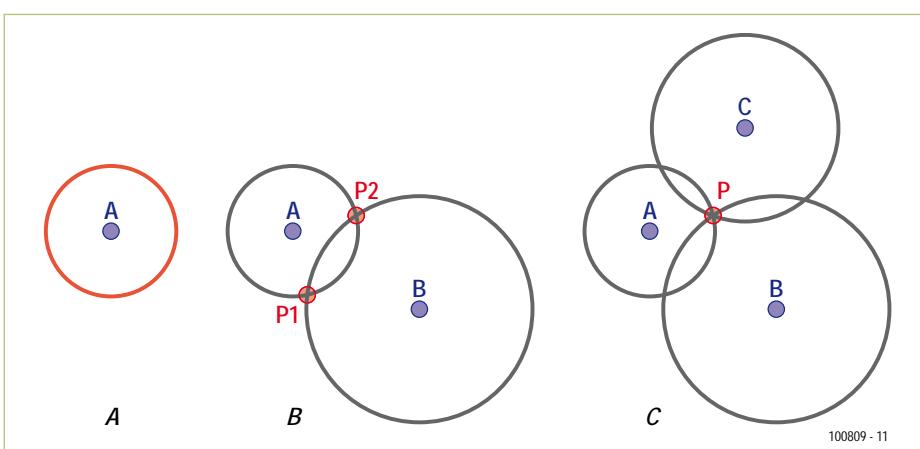


Bild 4. Triangulation in der Ebene. Im dreidimensionalen Raum ist für die Positionsbestimmung ein weiterer Sender notwendig.

an (RSSI). Die Feldstärke eines homogenen elektromagnetischen Signals, das von einem (theoretischen) Punktstrahler ausgeht, ist umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands vom Sender. Das bedeutet, dass das RSSI-Signal von der Entfernung zwischen Sender und Empfänger abhängt, es ist folglich eine für die Trilateration geeignete Größe.

Die Realisierung der Trilateration mit RSSI-Signalen ist relativ schwierig, denn RSSI-Signale sind vergleichsweise ungenau. Auch Hindernisse wie Wände und Decken haben Einfluss auf RSSI-Signale, sie können die Ergebnisse verfälschen. Dem lässt sich entgegenwirken, indem das RSSI-Signal über die gesamte zu erfassende Fläche präzise definiert wird. Nach diesem Prinzip arbeitet zum Beispiel das Projekt RADAR von

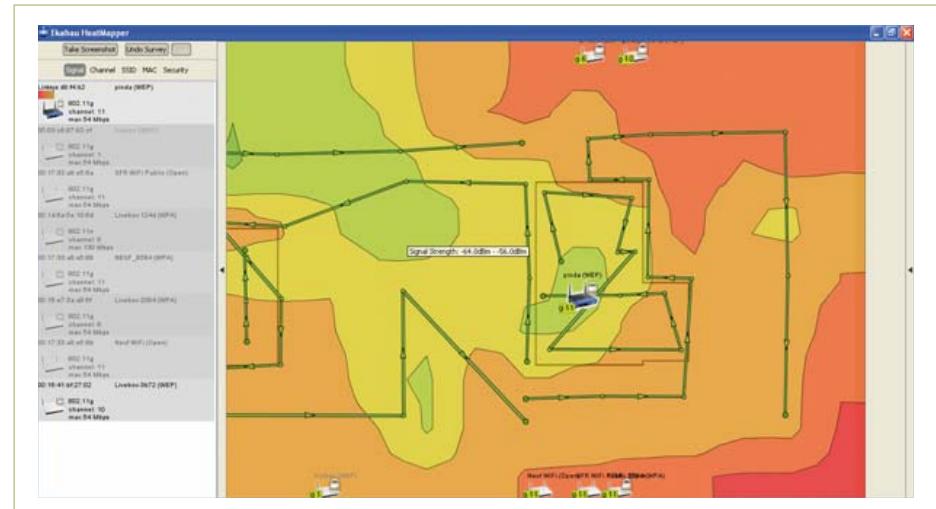


Bild 5. WiFi-Abdeckung rund um das Haus des Autors, erstellt mit dem Programm HeatMapper. „Hidden“ bedeutet, dass der WLAN-Name (SSID) unsichtbar ist.

Microsoft. Der Empfänger misst das RSSI-Signal, anschließend sucht er in einer Karte oder Tabelle die Position, die dem gemessenen Wert am nächsten kommt. Die Tref-

ferquoten werden erhöht, indem sich das System an den Ergebnissen vorangegangener Messungen orientiert und auch andere Parameter berücksichtigt, beispielsweise

Anzeige

## 3-tägiger Workshop

# Serielle (Geräte-)Bussysteme

### → Einführung in die Welt der Bussysteme

SPI-, I<sup>2</sup>C(TWI)- und 1-Wire-Bus sind mittlerweile sehr bekannte und weit verbreitete Datenübertragungssysteme, die auch optimal im nicht-industriellen Umfeld eingesetzt werden können. Wenn es darum geht, eine Vielzahl unterschiedlicher Peripherie-Bausteine (Sensoren, Aktoren, Displays, Speicher, RTCs, A/D-D/A-Wandler, etc.) an einen einzelnen Master-Mikrocontroller anzuschließen, bilden diese Bussysteme sicherlich eine optimale Lösung erster Wahl. Sowohl der Hardware- als auch der Software-Aufwand bei diesen Verfahren der seriellen Datenkommunikation sind überschaubar und mit einfachen Mitteln realisierbar. Auch gibt es bereits eine Vielzahl moderner Mikrocontroller, die solche Übertragungsbaugruppen bereits mit auf dem Chip integriert haben (ON-Chip-Peripherie-Einheit).

In diesem 3-tägigen Workshop bekommt der engagierte Praktiker einen umfassenden Einblick in die praktische Funktionsweise dieser Bussysteme.

**Veranstaltungsort/-termin:**

Bochum, 22.02. bis 24.02.2011

**Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):**

1240,00 Euro

**Elektor-Abonnenten erhalten 5% Rabatt!**



Im Preis sind sämtliche Dokumentation (Handouts/ Seminarunterlagen), Aushändigung des Teilnahmezertifikats, Imbiss mit Getränken und Mittagessen inbegriffen.

Weitere Infos & Anmeldung unter [www.elektron.de/bussysteme](http://www.elektron.de/bussysteme)

## WPS

Das Bostoner Unternehmen Skyhook [6] hat sich die Installation einer weltumspannenden Geolokalisierung zum Ziel gesetzt, die auf den Standorten von WiFi Access Points (AP) basiert. Ähnlich wie die Kamerawagen von Google Street View, schickt Skyhook Wagen mit WLAN-Empfängern durch Städte, die Access Points aufspüren sollen. Die geografischen Koordinaten der APs und ihre SSIDs werden in einer Datenbank gespeichert, die schon jetzt mehr als 250 Millionen Einträge enthält! Das geplante System hat folgerichtig den Namen WiFi Positioning System (WPS) erhalten. Zum näherungsweisen Bestimmen einer Position genügt es, die Daten der vor Ort empfangbaren APs an das WPS zu senden, zurückgegeben wird die Antwort aus der Datenbank. Die Systemleistung wird dadurch gesteigert, dass auch die Koordinaten aller festen Mobilfunkstationen in die Datenbank aufgenommen werden. Nach Angaben von Skyhook liegt die Genauigkeit des WPS bei 10...20 m.



die Raumtemperatur und die Anzahl der anwesenden Personen. Wie RADAR arbeitet, demonstriert Microsoft im Internet an einer Animation [1]. Zum Durchführen der Animation, die übrigens auf realen Messungen beruht, muss sichergestellt sein, dass der Empfänger ununterbrochen mit mindestens vier WLAN-Sendern (Access Points) Kontakt hat.

Den Namen *Ekahau* gab sich ein Unternehmen, das aus einem Forschungsprojekt an der Universität Helsinki hervorging. Von seiner Website [2] kann ein kostenloses Programm heruntergeladen werden, das die WLAN-Abdeckung eines Areals als RSSI-Landkarte darstellt. Wenn das Programm auf einem mobilen Computer läuft, wird die bunt gestaltete Karte erstellt (**Bild 5**), während der Computer auf dem Areal umhergetragen wird. Anschließend können die Daten zum Beispiel einem Roboter mit WLAN-Empfänger die Orientierung an Access-Points ermöglichen.

### Kommerzielle LPS-Systeme

LPS- oder RTLS-Systeme, die mit drahtlosen Netzwerken arbeiten, wurden bereits von diversen Unternehmen auf den Markt gebracht. Inzwischen wird das nach ISO/IEC 24730 standardisierte RTLS-Verfahren weltweit zum Verfolgen von Objekten oder Personen eingesetzt. Der Empfänger ermittelt seine Position nicht zum Zweck des Navigierens, sondern er gibt die Positionsdaten an eine zentrale Auswerteeinheit weiter. Anwender solcher Systeme sind beispielsweise Justizvollzugsanstalten und psychiatrische Einrichtungen.

**Ekahau RTLS** [3] ist ein Produkt des bereits erwähnten, ursprünglich finnischen Unternehmens Ekahau. Ähnlich wie RADAR von Microsoft arbeitet das System mit einer RSSI-Landkarte, parallel dazu sind Kontroll-



Bild 6. Ein mit diesem „RTLS WiFi-Tag“ mechanisch verbundenes Objekt kann in Gebäuden auf 50 m und im freien Feld auf 150 m geortet werden.

mechanismen und Plausibilitätsprüfungen eingebaut. Ein Objekt kann sich zum Beispiel nicht durch eine geschlossene Mauer bewegen, es kann auch nicht an zwei Orten gleichzeitig sein. Die Kontrollfunktionen senken die erforderliche Systemleistung, so dass die Anzahl der verfolgbaren Personen oder Objekte steigt. Die „WiFi-Tags“ (**Bild 6**) werden den Personen oder Objekten einfach mit auf den Weg gegeben.

**Zebra Technologies** [4] ist der Stammvater von WhereNet, das sein Produkt *RTLS WhereLAN* nennt. Dieses System ist WiFi-kompatibel, es nutzt zusätzlich eigenständige Access Points. Diese APs arbeiten nicht mit RSSI-Signalen, sondern werten die Laufzeitdifferenzen der Funksignale aus. WhereLAN ist konform zum Standard ISO/IEC 24730-2.

Zebra hat auch ein Ortungssystem in Ultrawideband-Technik (UWB) entwickelt, das den Namen *Dart UWB* erhielt. Das Prinzip gleicht einem mit Transpondern arbei-

tenden Radarsystem. Ein Sendernetzwerk generiert über UWB kurze impulsförmige Signale, um die RFID-Tags zu aktivieren, anschließend können die Daten der RFID-Tags gelesen werden. Die Genauigkeit der Ortung beträgt 30 cm, die Reichweite liegt bei 100 m.

**Awarepoint** [5] hat ein RTLS-System auf den Markt gebracht, das auf ZigBee basiert. Hier werden im Gebäude Empfänger installiert, die Positionen sind in einem elektronischen Lageplan eingetragen. An den zu überwachenden Objekten sind Bakensender angebracht, die in regelmäßigen Zeitintervallen Signale senden. Die Länge der Intervalle hängt davon ab, ob sich das Objekt bewegt oder in Ruhe ist. Die Positionen der Objekte werden aus den empfangenen Signalen berechnet und an die zentrale Auswerteeinheit übertragen, in der die Daten der Objekte gespeichert sind. Das System, zu dem eine Vielzahl von Empfängern gehört, überwacht auch die Ausbreitungsbedingungen der Funksignale. Eventuellen Veränderungen passt sich das System selbstständig an.

(100809)gd

### Weblinks

- [1] [http://research.microsoft.com/en-us/um/people/bahl/MS\\_Projects/RadarDemo/demo.htm](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/bahl/MS_Projects/RadarDemo/demo.htm)
- [2] [www.ekahau.com/products/heatmapper/overview.html](http://www.ekahau.com/products/heatmapper/overview.html)
- [3] [www.ekahau.com](http://www.ekahau.com)
- [4] <http://zes.zebra.com/technologies/location/index.jsp>
- [5] [www.awarepoint.com](http://www.awarepoint.com)
- [6] [www.skyhookwireless.com](http://www.skyhookwireless.com)

**„Elektor ist Wissen  
für Profis und für die,  
die es werden wollen.  
Der perfekte Einstieg  
in mein Studium!“**

– Christian, 19 Jahre, Abiturient –



**30%**  
Preis-  
Vorteil

**Elektor ist Wissen für Profis.**

**Sichern Sie sich jetzt Ihren  
Wissensvorsprung durch ein Abo!**

**Ihre Vorteile im Abo:**



- Preisvorteil: Schüler und Studenten sparen **30%** gegenüber dem Einzelkauf
- Abonnenten erhalten exklusiv auf spezielle Elektor-Produkte bis zu **40% Rabatt**
- Keine Ausgabe verpassen: Elektor kommt pünktlich, bequem und zuverlässig frei Haus
- Immer up-to-date: Lesen Sie jede Elektor-Ausgabe vor allen anderen

**[www.elektor.de/studentenabo](http://www.elektor.de/studentenabo) • Tel. 02 41/88 909-0**

Personal Download for Altermatt I © Elektor

**Elektor**

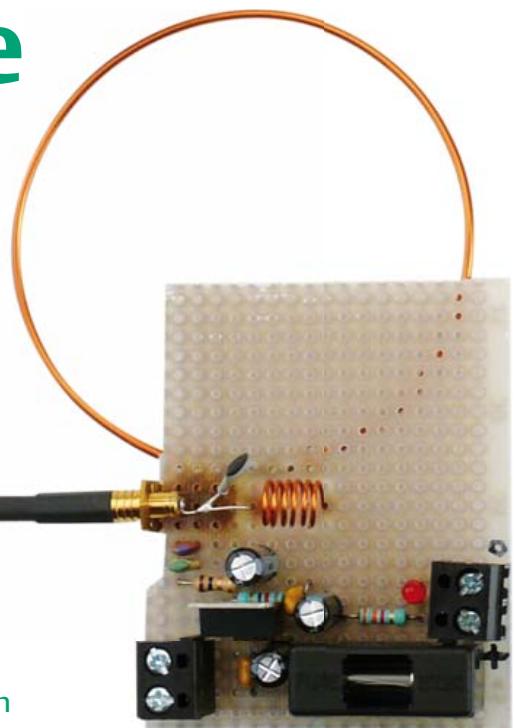
# GPS-Außenantenne

## Schluss mit schlechtem Empfang im Auto

Von Ton Giesberts (Elektor-Labor)



Im Innenraum geschlossener Fahrzeuge kommen die Signale der GPS-Satelliten oft nur stark geschwächt an. Abhilfe schafft eine aktive Außenantenne zusammen mit dieser kleinen Schaltung, die gleichzeitig als Akkulader dienen kann.



Der Empfang der GPS-Satelliten mit den Antennen, die in kompakten Navigationssystemen integriert sind, lässt häufig Wünsche offen. Schuld ist fast immer die metallische Beschichtung moderner Windschutzscheiben, sie dämpft die schwachen hochfrequenten Satellitensignale. Aus der Welt schaffen lässt sich das Problem durch eine GPS-Dachantenne, wie sie vom Fachhandel in diversen Varianten angeboten wird. Damit wäre das Problem eigentlich schon gelöst, wenn es nicht ein zweites gäbe: Bei den meisten Navigationssystemen der Kompaktklasse fehlt ein Antennenanschluss, für Smartphones, PDAs und Pocket PCs mit eingebauten GPS-Empfängern gilt leider das Gleiche.

Auch ohne Antennenbuchse kann einem Navigationssystem zu mehr Performance verholfen werden, wenn außer der Dachantenne eine zweite Antenne zum Einsatz kommt. Nahe dem Navigationssystem wird eine „Re-radiation“-Antenne installiert, die das Signal ein zweites Mal abstrahlt. Über diese Antenne wird das Signal hochfrequent in das Navigationssystem eingekoppelt. Das Signal, das über diesen Umweg zum Navigationssystem gelangt, ist dem Signal der Dachantenne gleichwertig.

Hochfrequenztechnisch ist die zweite Antenne nichts weiter als ein abgestimmter Schwingkreis, er wird mit dem Signal gespeist, das die Dachantenne über ihr Kabel liefert. Die Dachantenne arbeitet

mit aktiven Komponenten, die eine stabilisierte Betriebsspannung erfordern. Diese Spannung kann bei Bedarf zum Betrieb des Navigationssystems oder zum Akkuladen mitbenutzt werden. Die wenigen Bauelemente passen bequem auf eine kleine Löt punktrasterplatine.

Aus der Schaltung in **Bild 1** ist ersichtlich, dass ein Spannungsregler LM337 die Betriebsspannung stabilisiert (C3 reduziert das Rauschen und mindert überlagerte Störungen), während eine Draht schleife das von der Dachantenne kommende GPS-Signal auf das Navigationssystem überträgt. Die Draht schleife besteht aus einem massi-

ven, isolierten Kupferdraht, der mit der Löt punktrasterplatine fest verbunden ist. Die Drahtlänge von 19 cm entspricht der halben Wellenlänge, auch wenn Achtel- oder Viertelwellenstrahler wegen ihrer geringeren Resonanzneigung gebräuchlicher sind. Eine lange Antenne lässt sich jedoch bequemer an das Navigationssystem anpassen. Die Antenne muss auf der Seite des Navigationssystems angebracht werden, an der im Gerät die interne Antenne eingebaut ist. Bevor die Betriebsspannung zur Dachantenne gelangt, wird sie von R4, C5 und C6 hochfrequent entkoppelt. R4 ist ein niedriger Widerstand mit Anschlussdräh-

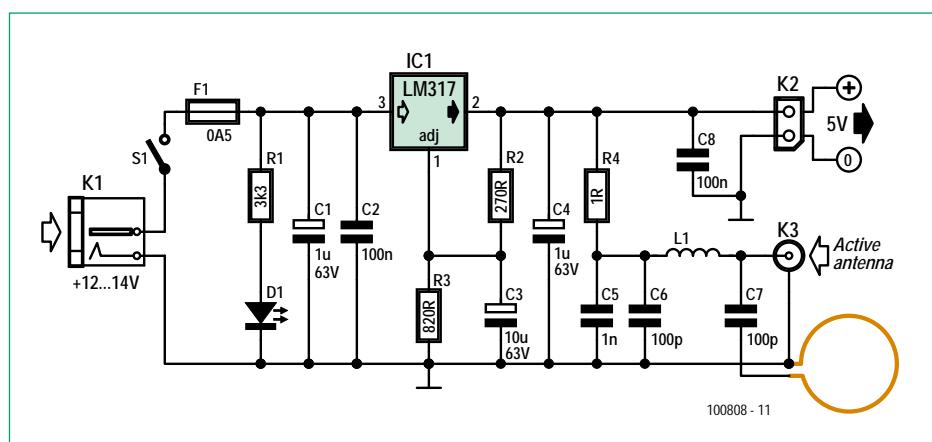


Bild 1. Die  $\lambda/2$ -Schleifenantenne überträgt das Signal der GPS-Außenantenne zur internen GPS-Antenne des Navigationssystems.

# Event-Kalender

Workshops • Seminare • Masterclasses

Top-Fachleute aus der Branche  
referieren über  
ein faszinierendes Thema!



**NEU!** Eagle PCB und Design

Dortmund	26.01.2011
Hamburg	29.03.2011
Luzern (CH)	29.06.2011
Hannover	29.09.2011
Seligenstadt	06.10.2011

[www.elektor.de/eagle-seminar](http://www.elektor.de/eagle-seminar)

**Serielle (Geräte-)Bussysteme**

Bochum	22.02. bis 24.02.2011
<a href="http://www.elektor.de/bussysteme">www.elektor.de/bussysteme</a>	

**C-Programmierung für Mikrocontroller**

Seligenstadt	28.02. bis 02.03.2011
<a href="http://www.elektor.de/c-prog">www.elektor.de/c-prog</a>	

**NEU! PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C**

München	11.05. + 12.05.2011
<a href="http://www.elektor.de/pic-prog">www.elektor.de/pic-prog</a>	

**NEU! Grafische AVR-Programmierung mit Flowcode**

München	20.05.2011
Hamburg	22.09.2011
Berlin	30.09.2011
<a href="http://www.elektor.de/avr-prog">www.elektor.de/avr-prog</a>	

**NEU! AVR-Mikrocontroller (für Einsteiger)**

Dortmund	09.04.2011
München	21.05.2011
Hamburg	21.09.2011
Hannover	01.10.2011
<a href="http://www.elektor.de/avr-workshop">www.elektor.de/avr-workshop</a>	



Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter

[www.elektor.de/events](http://www.elektor.de/events)



ten, hauptsächlich ist hier seine Induktivität wirksam. Das hochfrequente Signal gelangt über C7 zur Antenne, während L1 dafür sorgt, dass dieses Signal von der Spannungsstabilisierung ferngehalten wird. Zuwickeln ist L1 als Luftspule mit einem Innendurchmesser von 5 mm, 3...5 Windungen Kupferlackdraht (0,5 mm) genügen. Die Windungen werden so auseinandergezogen, dass der Windungsabstand mindestens gleich dem Drahtdurchmesser ist. Durch diese Maßnahme wird die Windungskapazität herabgesetzt. An Koppelkondensator C7 werden keine besonderen Anforderungen gestellt, und auch die übrigen Komponenten sind weitgehend unkritisch.

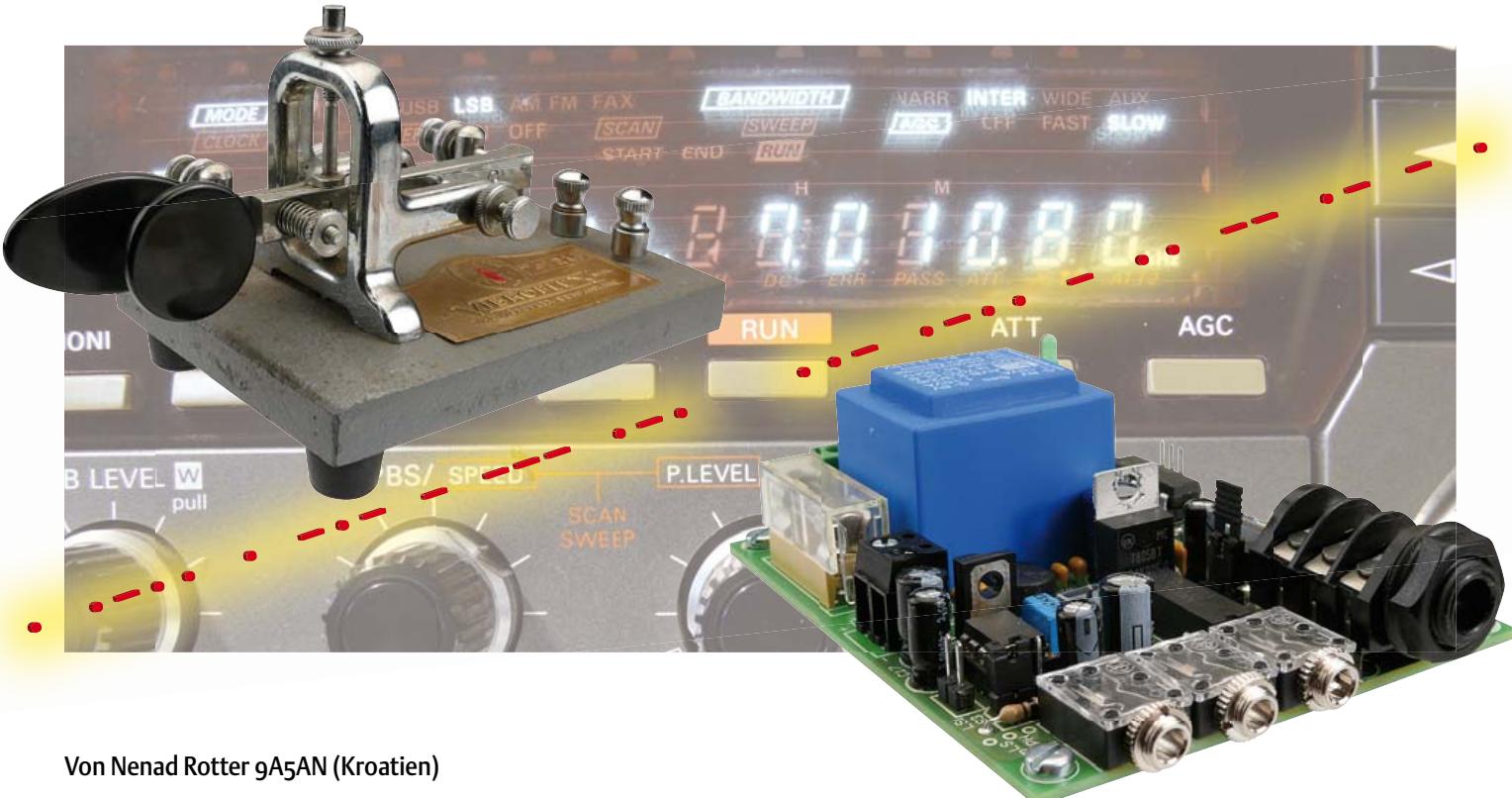
Das Foto zeigt den Musteraufbau, der seine Tauglichkeit bereits in diversen Tests unter Beweis gestellt hat. In den massiven Mauern des Elektor-Gebäudes haben wir ihn an einem Pocket-PC Mio P350 erprobt. Normalerweise ist im Elektor-Gebäude kein Satellitenempfang möglich, doch in der Nähe der Schleifenantenne fand der Pocket-PC in kurzer Zeit sechs GPS-Satelliten. Bei diesem Test hatten wir die Außenantenne mit Klebeband an einem Fensterrahmen befestigt. Die 5-V-Spannung an K2 kann den Pocket-PC oder ein anderes Gerät mit GPS-Funktion versorgen. An vielen GPS-Geräten ist eine Mini-USB-Buchse vorhanden, die auch zum Laden des internen Akkus dient. Sicherung F1 wurde hinzugefügt, damit die zugehörige Bordsicherung bei eventuellen Kurzschlüssen intakt bleibt. Die Stromaufnahme betrug beim Musteraufbau (ohne Last an K2) etwas weniger als 28 mA.

Für die Stecker an den Kabeln aktiver GPS-Antennen ist uns kein verbindlicher Standard bekannt. Nicht selten wird der gleiche Antennen-typ mit unterschiedlichen Steckern ausgeliefert. Unsere Tests haben wir mit der GPS-Außenantenne 39265-50 von Trimble durchgeführt, das Kabel mit einem MCX-Steckverbinder war 5 m lang. Weil andere aktive GPS-Antennen mit anderen Steckern ausgestattet sein können, ist es sicher nicht falsch, schon vor dem Antennenkauf Ausschau nach der dazu passenden Anschlussbuchse zu halten.

(100808)gd

# Ultimative Morsetaste(n)

## Für besonders schnellen CW-Betrieb



Von Nenad Rotter 9A5AN (Kroatien)

Es gibt (immer noch) viele Funkamateure, die ihre Finger nicht von CW lassen können, und CW ist nicht ganz dasselbe wie „Morse“. Geübte Zeitgenossen erreichen damit unglaubliche Geschwindigkeiten und bevorzugen für ihr Hobby Konstruktionen mit eigenem Paddel für Punkt und Pause, die mit Daumen und Zeigefinger bedient werden. Die hier vorgestellte Schaltung ist sowohl dafür als auch für Einhebeltasten verwendbar und sorgt für das richtige Timing rund um Punkt, Strich und Pause sowie um Kompatibilität mit dem renommierten „Ultimatic-Mode“. Auf der Platine ist außerdem noch ein kleiner Monitorverstärker vorhanden.

Die Idee zur Entwicklung dieser Elektronik für CW (Continuous Wave) entstand während einiger Diskussionen mit befreundeten QRQs (QR-Quick = Hochgeschwindigkeits-CW). Kommerzielle Keyer (Tastenelektronik) fanden sie unbefriedigend, da diese normalerweise lediglich den Iambic-Mode (mit zwei Paddeln) unterstützen. Richtig CW-Fans sind scharf auf einen so genannten „Ultimatic Keyer“! Unter Ultimatic wird dabei verstanden, dass die so genannte Squeeze-Technik voll ausgereizt wird.

Nachdem der Autor genug Bedenkenswertes und Wünschenswertes gesammelt hatte, kompilierte er eine Auflistung der wichtigsten Kriterien eines solchen Keyers:

- Ultimatic-Algorithmus für die Squeeze-Technik,
- Geschwindigkeiten von 5...100 wpm (Worte pro Minute),
- hochqualitativer CW-Monitor,
- Offenheit für Verbesserungen und
- individuelle Einstellungen.

Selbstverständlich sollte solch ein Ultimatic Keyer trotzdem einfach zu benutzen sein - ganz ohne Schnickschnack also, der bei Hochgeschwindigkeits-CW nur stören würde. Von daher sollten alle CW-Code-Parameter einem Standard entsprechen und nicht veränderlich sein. Es sollen keine Funktionen für CW-Wettbewerbe eingebaut sein, denn für diese Zwecke nutzen Funk-

amateure heutzutage PCs. Der neue Keyer soll sich für die tägliche Praxis eignen und für korrekte Pausen zwischen Zeichen und Worten sorgen. Er sollte außerdem einen Anreiz zum Einsatz der Squeeze-Technik bieten.

### Ultimative Algorithmen

Der im Folgenden mit UA abgekürzte „Ultimatic Algorithm“ gehört nicht unbedingt zum Basiswissen eines Funkamateurs. Von daher ein paar Erläuterungen: Der UA und der später entwickelte IA (Iambic Algorithm) basieren beide auf einem Keyer mit zwei horizontal bedienbaren Tasten beziehungsweise Paddles anstelle der konventionellen Lösung mit einer einzigen senk-

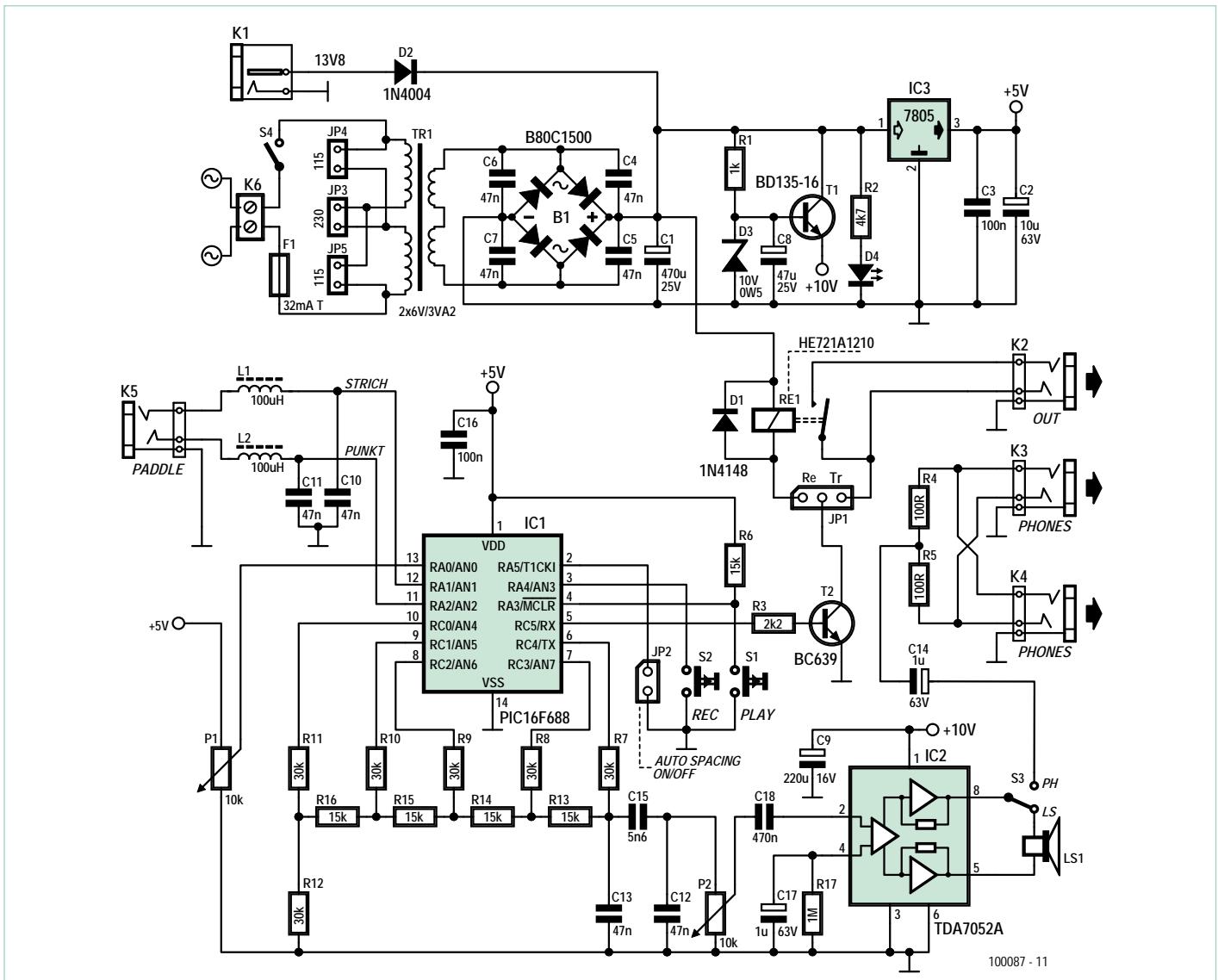


Bild 1. Die ultimative Morsetaste enthält eine Menge Entwicklungsenergie, eingedampft in den Code eines kleinen Mikrocontrollers. Deswegen fällt die Elektronik auch so kompakt aus. Man vergleiche die Schaltung mit der Röhrenvariante von W6SRY aus dem Jahre 1955...

## Eigenschaften

- Betriebsarten: Standard oder Ultimatic bei der Squeeze-Technik
- Geschwindigkeit: 5...100 wpm, einstellbar mit Poti in Stufen von 1 wpm im Bereich 5...36 wpm und 2 wpm im Bereich 37...100 wpm
- Punkt/Strich-Verhältnis: 1:3
- Pause zwischen zwei Elementen: 1 Punkt
- Automatische Pausenerzeugung zwischen Zeichen und Wörtern; Auto-Spacing kann deaktiviert werden
- Automatische Pausen zwischen Zeichen: 3 Punkte
- Automatische Pausen zwischen Wörtern: 7 Punkte
- Frequenz des Monitor-Signals: 600...2.000 Hz, einstellbar in Schritten zu 5%
- Kurvenform des Monitor-Signals: Sinus, amplitudenmoduliert
- Audio, maximale Ausgangsleistung: 0,15 W (optional: 0,5 W) an 8 Ω, stufenlose Lautstärkeeinstellung
- Kopfhöreranschluss: Zwei Buchsen; eine zur Verbindung mit Transceiver-Ausgang
- Speicher: Kapazität etwa 16 Worte
- CW-Ausgang: Transistor oder Reed-Relais (potentialfrei)
- Minimale Impulsdauer am Punkt- und Strich-Eingang: 3 µs
- Stromversorgung: Netz (230/115 V) oder 13,8 V Gleichspannung
- Leistungsaufnahme: typisch 0,3 W; maximal 2 W

## UA-Vorteile

Um die Vorteile des UA voll herauszustellen, inspiert man am besten alle Zeichen. „E H I M O S T“ und „0 5“ können mit nur einer Taste eingegeben werden und sind deshalb nicht weiter schwierig.

Ein einziger Squeeze (gleichzeitiges Drücken und Loslassen beider Tasten) genügt für „A B D J N W“ sowie „1 6“. Mit einem IA würde das nur bei „A C N“ sowie bei „; +“ klappen.

Alle anderen Zeichen können bei UA erzeugt werden, indem die Taste des Startelements weiter gehalten wird. Beim IA funktioniert das nur für „F G K L Q R U V Y“ sowie „4 9“.

Mehr als zwei Tastendrücke sind bei „C ()“ sowie „; / +“ notwendig.

Bezogen auf die Anzahl notwendiger Tastendrücke ist UA insgesamt effektiver als IA. Die Ausnahme bilden die Zeichen „C. ; +“. Zudem erlaubt UA die Bildung aller Zeichen mit der Squeeze-Technik, während die Zeichen „B D J P W X Z 1 2 3 6 7 8 a - ? ! ( ) = / ,“ bei IA nicht mit der Squeeze-Technik erzeugt werden können, da während dieser Zeichen die gegensätzliche Taste losgelassen werden muss. Aus diesem Grund müssen diese Zeichen umständlich mit der Standard-Eintasten-Methode generiert werden.

A	• -	N	- - •	0	- - - - -
B	- - - -	O	- - - -	1	• - - - -
C	- - - -	P	• - - - •	2	• - - - -
D	- - - -	Q	- - - - • -	3	• - - - -
E	•	R	• - - •	4	• - - - -
F	• - - - •	S	• - - -	5	• - - - -
G	- - - - •	T	-	6	• - - - -
H	• - - -	U	• - - -	7	- - - - -
I	• - -	V	• - - - -	8	- - - - -
J	- - - - -	W	• - - -	9	- - - - -
K	- - - -	X	- - - - • -	.	• - - - - -
L	- - - - •	Y	- - - - -	,	- - - - - • -
M	- - -	Z	- - - - - •	?	• - - - - - •

100087 - 12

recht zu bedienenden Taste. Die hinter der Squeeze-Technik stehende Idee ist die Möglichkeit, beide Tasten **zugleich** zu betätigen. Damit können automatisch Tastendrücke generiert werden, welche die Anzahl der sonst notwendigen Betätigungen von Tasten reduzieren. Weniger manuelle Tastendrücke ermöglichen ein höheres CW-Tempo. Dies alles selbstverständlich im Vergleich zu konventionellen Morsetasten. Die Squeeze-Technik und der zugehörige UA wurden ursprünglich durch John Kaye (W6SRY) entwickelt. 1955 veröffentlichte er den Artikel „The All-Electronic “Ultimatic” Keyer“ im QST-Magazin. Sein mit Röhren realisierter Keyer verfügte schon über ein Zweiwege-Paddle und war damit in der Lage, CW-Code nach der Philosophie des UA zu generieren. Die Akzeptanz war zunächst nicht besonders groß und von daher waren bis 1964 kaum Keyer mit Zweiwege-Paddles erhältlich.

Der fast jedem Funkamateuren bekannte IA wurde von John Curtis (K6KU) entwickelt. 1968 entwickelte er einen passenden, TK-38 genannten Keyer mit Halbleiterbestückung. Später entwickelte Curtis einige integrierte Schaltungen für den iambischen Algorithmus. Dies dürfte der Grund dafür sein, dass der IA so bekannt wurde und dass viele moderne Transceiver elektronische IA-Keyer schon eingebaut haben. Das dürfte auch der Grund sein, warum viele CW-Fans keine Squeeze-Technik einsetzen, denn der

IA ermöglicht nicht die Erzeugung aller CW-Zeichen mit Squeeze-Techniken.

Der IA generiert einfach abwechselnd Punkte und Striche, wenn beide Paddles betätigt werden. Im Unterschied dazu generiert der UA entweder einen Punkt und eine Folge von Strichen oder umgekehrt. Wenn man sich die möglichen Kombinationen der beiden Paddles anschaut, ergibt das beim UA:

- Bei gleichzeitiger Betätigung beider Tasten wird zuerst das Element erzeugt, dessen Taste zuerst betätigt wurde. Anschließend wird kontinuierlich so lange das andere Element erzeugt, wie dessen Taste gehalten wird. Dann wird wieder das erste Element erzeugt, wenn seine Taste solange festgehalten wurde.
- Solange eine Taste kontinuierlich betätigt wird, ist es also möglich, mit der anderen Taste jederzeit das andere Element in den Strom an Elementen einzufügen.
- Wenn beide Tasten „gleichzeitig“ losgelassen werden, dann ist das letzte Element das, dessen Taste zuletzt noch betätigt war.

Einfacher verständlich wird die Sache, wenn man sich ein paar der per UA erzeugten CW-Codes näher anschaut:

? (---) Erst die Punkt-Taste betätigen und die Genese von Punkten startet. Wenn der zweite Punkt beginnt auch noch die Strich-Taste betätigen und Striche werden erzeugt.

Jetzt sind beide Tasten betätigt! Wenn der zweite Strich beginnt, die Strich-Taste loslassen und es werden wieder Punkte generiert. Während des zweiten Punkts dann noch die Punkt-Taste loslassen, fertig.

1 (----) Die Punkt-Taste kurz vor der Strich-Taste betätigen, dann sind beide Tasten betätigt. Der Keyer generiert einen Punkt, gefolgt von Strichen. Nun kann man entweder beide Tasten bis zum Beginn des vierten Strichs festhalten oder aber die Punkt-Taste jederzeit loslassen und die Strichtaste bis zum Beginn des vierten Strichs festhalten.

Q (---) Zuerst die Strich-Taste betätigen und der Keyer produziert Striche. Während des zweiten Strichs betätigt man kurz die Punkt-Taste. Somit wird nach Ende des zweiten Strichs ein Punkt in den Strom aus Strichen eingefügt. Nach der Punkt-Taste kann man die Strich-Taste ebenfalls loslassen.

Da für das Erzeugen des jeweilig anderen Elements zunächst keine Taste losgelassen werden muss, gestaltet sich die Tastendrückerei sehr entspannt und alle möglichen Arten an Überlappungen sind kaum zeitkritisch. Es gibt lediglich die Anforderung, beide Tasten korrekt zu drücken, um sauberen CW-Code für alle möglichen Zeichen zu erzeugen.

### Elektronik

Die Schaltung der ultimativen Morsetaste in **Bild 1** ist nur scheinbar komplex. Das liegt

vor allem an den passiven Bauteilen zum Abhören der CW-Signale. Der Kern des Keyers ist ein Microchip-Mikrocontroller des Typs PIC16F688. Er verfügt über einen internen 8-MHz-Takt, einen 10-bit-A/D-Konverter, ein 14-poliges Gehäuse und zwölf I/O-Leitungen. Letztere können als Ein- und Ausgänge geschaltet werden und steuern auch ein R2R-Netzwerk für die D/A-Konversion von Audio-Signalen.

Die mechanische Doppel-Paddle-Taste wird über die 6,3-mm-Stereobuchse K5 eingeschleift. Punkt- und Strich-Kontakt sind über die LC-Filter L1/C10 und L2/C11 mit den Mikrocontroller-Eingängen verbunden. Auf diese Weise bleiben HF und sonstige Störungen draußen. Die CW-Geschwindigkeit ist mit P1 einstellbar. Die mit P1 einstellbare Spannung wird nämlich mit dem analogen Eingang AN0 erfasst. Es sind 64 Spannungsstufen möglich, was in 64 möglichen Geschwindigkeiten im Bereich 5...100 wpm resultiert. Die Widerstände R7...R16 (1%) bilden zusammen ein 5-bit-R2R-Netzwerk zur Erzeugung von sinusförmigen Audiosignalen. C12 und C13 sind Teil eines Tiefpasses zur Unterdrückung der Samplefrequenz von  $32 \times f$ . C15 und C13 bilden einen Spannungsteiler zur Abschwächung der Audiosignale.

P2 dient der Einstellung der Lautstärke. Der Monitorverstärker basiert auf dem IC TDA7052A, das nur wenige externe Bauteile benötigt. Die Ausgangsleistung beträgt hier etwa 0,15 W. Bei Schwerhörigkeit oder wenn man ein größeres Publikum beschallen will, kann man bis zu 0,5 W durch größere Werte für C15 oder durch Einfügen eines 100-k-Widerstands zwischen Pin 4 und +5 V erreichen. 500 mW strapazieren allerdings die 10-V-Stabilisierung mit T1 ordentlich und die Versorgung von IC2 wird daher bei voller Leistung auf etwa 6 V einbrechen.

Mit S3 kann man den internen Lautsprecher abschalten. Das erzeugte Audiosignal wird dann an die Buchsen K3 und K4 geleitet. Sie sind parallel geschaltet, damit man den Audio-Ausgang eines Transceivers mit einer Buchse verbinden und in die andere einen Kopfhörer einstöpseln kann. In diesem Fall kann man sowohl die eigenen CW-Zeichen beim Senden als auch die mit dem Transceiver empfangenen hören. Viele Transceiver

verfügen nämlich über recht schwache Monitorverstärker – besonders bei höheren Geschwindigkeiten wird das problematisch. Der Key-Eingang des Transceivers kann sowohl von einem Transistor als auch von einem Reed-Relais (abhängig von JP1) angesteuert werden. Auch wenn das angegebene Relais schon über eine eingebaute Schutzdiode verfügt, wurde doch D1 vorgesehen, damit man beliebige pinkompatible andere Relais ohne Diode einsetzen kann. Bei den meisten Transceichern reicht es aus, wenn die Steuerleitung zum Senden auf Masse gezogen wird. Mit dem Reed-Relais erhält man eine potentialgetrennte Alternative für Spezialfälle. Das verwendete Relais muss natürlich sehr schnell sein. Öffnungs- und Schließzeiten sollten maximal 1 ms betragen.

Die Netzeilelektronik erlaubt den Betrieb des Keyers sowohl direkt am Netz als auch mit Niederspannung. Oft kann man die typischen 13,8 V vom Transceiver beziehen. JP3...JP5 dienen der Einstellung der Netzzspannung. Es darf nur **entweder JP3 oder** JP4 + JP5 gesteckt sein. T1 dient zur einfachen Stabilisierung der Betriebsspannung des Audioverstärkers. Der Mikrocontroller erhält einen eigenen 5-V-Spannungsregler, der nur mit wenigen mA belastet wird. Die grüne LED D4 leuchtet, wenn die Elektronik eingeschaltet ist.

Die Elektronik verfügt über zwei Taster: S1 (Play) und S2 (Rec). Ihre Funktion und die von JP2 werden nachfolgend erläutert.

## Software und Betrieb

Die Software für dieses Projekt gibt es wie immer als kostenlosen Download von der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [1]. Der Source Code ist reichlich komplex und in mehrere Abschnitte unterteilt. Auf zwei davon wird nachfolgend kurz eingegangen. Eine ausführlichere Beschreibung kann von der Webseite [1] zum Artikel kostenlos heruntergeladen werden. Die hier abgedruckte **Kurzanleitung** sollte man anfangs immer griffbereit haben, zum Beispiel in Form einer auf Karton aufgeklebten Kopie.

Der Zweck der **Auto-Spacing-Routine** ist es, Pausen korrekter Länge zwischen Zeichen und Worten einzufügen. Die Routine wird in der Hauptschleife aufgerufen und

kann mit Hilfe von Jumper J2 deaktiviert werden. Bei nicht gestecktem J2 ist die Routine aktiv. Auto-Spacing kann die Qualität der eigenen CW-Signale deutlich verbessern und hilft außerdem dabei, ein gutes Gefühl für die festgelegten Pausen zu entwickeln. Saubere IZPs (Inter-Zeichen-Pausen) und IWPs (Inter-Wort-Pausen) sind bekannter-

### Ultimatic CW Keyer Operator's Chart

#### CW

[REC]  $\downarrow 1s$   $\rightarrow \blacktriangleleft S$   
EE  $\rightarrow$  RAM: [PLAY]  $\rightarrow \blacktriangleright R$   
■ : [REC]  $\rightarrow \blacktriangleleft R$

#### CW

[PLAY]  $\rightarrow \blacktriangleleft \dots \dots \dots$   
■ : [ · ] or [ - ]

#### $f \approx$

[REC] + [PLAY]  $\rightarrow \blacktriangleleft \approx$   
 $f \uparrow : [ \cdot ]$   $f \downarrow : [ - ]$   
■ : [REC]

#### WPM info

[REC] + [ - ]  $\downarrow$   $\rightarrow \blacktriangleleft n . n .$

#### RAM $\rightarrow$ EE

[REC] + [ · ]  $\downarrow 5s$   $\rightarrow \blacktriangleleft SETUP$   
[REC]  $\rightarrow \blacktriangleleft MSG \dots \rightarrow \blacktriangleleft R$

maßen die größte Schwierigkeit bei hohen Geschwindigkeiten.

Selbstverständlich gibt es auch eine **Setup-Routine**. In dieser wird beim Einschalten der EEPROM-Inhalt in das RAM kopiert. Auf diese Weise kann eine oft benötigte Zeichenkette permanent gespeichert sein. Außerdem kann man das RAM auch für eine vorübergehende Aufzeichnung verwenden, denn der RAM-Inhalt geht beim Ausschalten ja verloren. In der SETUP-Routine wird auch die im EEPROM abgelegte Tonfre-

## Stückliste

### Widerstände:

R1 = 1k  
 R2 = 4k7  
 R3 = 2k2  
 R4,R5 = 100  $\Omega$   
 R6,R13...R16 = 15 k 1%  
 R7..R12 = 30 k 1%  
 R17 = 1 M  
 P1 = 10-k-Poti, mono, linear (nicht für Platinenmontage)  
 P2 = 10-k-Poti, mono, logarithmisch (nicht für Platinenmontage)

### Kondensatoren:

C1 = 470  $\mu$ /25 V Elko, radial, RM 5 mm  
 C2 = 10  $\mu$ /63 V Elko, radial, RM 2,5 mm  
 C3 = 100 n/50 V, keramisch, RM 5 mm  
 C4..C7 = 47 n/50 V, keramisch, RM 5 mm  
 C8 = 47  $\mu$ /25 V Elko, radial, RM 2,5 mm  
 C9 = 220  $\mu$ /16 V Elko, radial, RM 2,5 mm  
 C10..C13 = 47 n, keramisch oder MKT, RM 5 mm oder 7,5 mm  
 C14,C17 = 1  $\mu$ /63 V Elko, radial, RM 2,5 mm  
 C15 = 5n6 5%, Polyester/MKT, RM 5 mm oder 7,5 mm  
 C16 = 100 n/50 V, keramisch, RM 5 mm  
 C18 = 470 n/63 V, Polyester, RM 5 mm

### Spulen:

L1,L2 = 100  $\mu$ , axial (Bourns Typ 79F101K-TR-RC)

### Halbleiter:

D1 = 1N4148  
 D2 = 1N4004  
 D3 = 10 V/0,5 W Z-Diode  
 D4 = LED, grün, 3 mm  
 T1 = BD135-16  
 T2 = BC639  
 IC1 = PIC16F688-I/P, programmiert, 100087-41, siehe [1]  
 IC2 = TDA7052A/N2 (unbedingt mit Suffix „A“)  
 IC3 = 7805  
 B1 = 100 V/1,5 A Brückengleichrichter (Vishay Typ W01G)

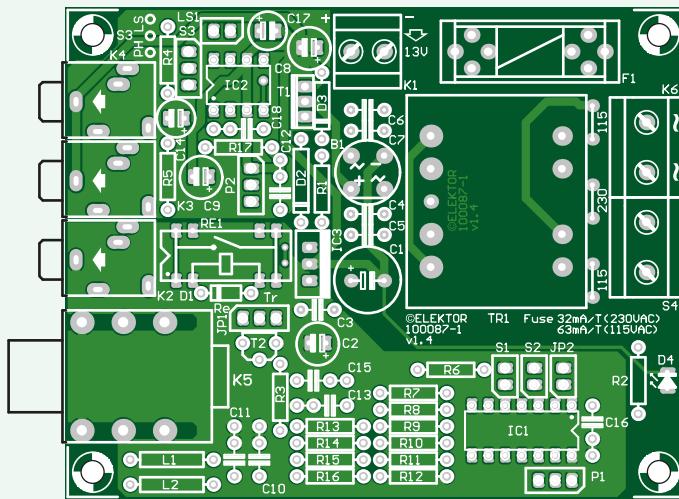


Bild 2. Die besonders kompakte Platine wurde im Elektor-Labor entwickelt und vereinfacht den Aufbau dieses Keyers ungemein. Taster und Potis werden extern an die Platine angeschlossen. Die Layout-Dateien können kostenlos bei [1] herunter geladen werden.

### Außerdem:

F1 = Sicherung 32 mA für 230 V (63 mA für 115 V), träge, mit Platinenhalterung  
 D4,S1,S2,JP2 = 2-pol. Pin-Header, RM 0,1" (2,54 mm)  
 D4,S1,S2 = 2-pol. Steckbuchse SIL, gerade, RM 0,1" (2,54 mm)  
 JP1 = 3-pol. Pin-Header mit Jumper, RM 0,1" (2,54 mm)  
 JP2 = 2-pol. Pin-Header mit Jumper, RM 0,1" (2,54 mm)  
 K1 = 2-pol. Schraubklemme für Platinenmontage, RM 5 mm  
 K2,K3,K4 = Klinkenbuchse 3,5 mm, stereo, für Platinenmontage (z.B. Lumberg 1503 09)  
 K5 = Klinkenbuchse 6,3 mm (1/4"), stereo, für Platinenmontage (z.B. Cliff Typ S2BBBPCA)  
 K6,S4 = 2-pol. Schraubklemme für Platinenmontage, RM 7,5 mm (z.B. Camden CTB0110/2)

LS1 = 1W/8 $\Omega$ -Miniatur-Lautsprecher, (nicht für Platinenmontage)

RE1 = Reed-Relais, 12 V, Schließer (z.B. Hamlin Typ HE721A1210)

S1,S2 = Taster, 1 Schließer (z.B. APEM Typ 9633NVD mit schwarzem Knopf Typ U482; nicht für Platinenmontage)

S3 = Schalter, 1 Umschaltkontakt (nicht für Platinenmontage)

S3,P1,P2 = 3-pol. Stiftleiste, RM 2,54 mm

S3,P1,P2 = 3-pol. Buchsenleiste, gerade, RM 2,54 mm

TR1 = Netztrafo für Platinenmontage, primär 2x115 V, sekundär 2x6 V, 2,3 VA (z.B. AVB2.3/2/6)

Netzbuchse 230 V

Platine 100087-1, siehe [1]

quenz wieder ins RAM kopiert. Der Aufruf der Routine dauert 5 s und die Routine ist dann für 3 s aktiv. Diese Zeiten verhindern einen versehentlichen Start der Routine. Die Setup-Routine wird auch durch das gleichzeitige Betätigen von Rec und Punkt-Paddle gestartet. Rec kann gleich wieder losgelassen werden, aber das Punkt-Paddle muss für mindestens 5 s gehalten werden, damit die Setup-Routine gestartet wird und den Text „SETUP“ ausgibt. Anschließend muss innerhalb von 3 s kurz Rec betätigt werden. Nun wird „MSG“ ausgegeben und der EEPROM-Inhalt wird ins RAM kopiert. Zum Schluss wird „R“ ausgegeben und die Elektronik schaltet wieder in den normalen Modus. Die im EEPROM befindliche Aufzeichnung kann

natürlich jederzeit durch eine neue Aufzeichnung überschrieben werden. Microchip garantiert 1.000.000 Schreibzyklen für das EEPROM im PIC.

Zum Abgleich der internen **Oszillatorkfrequenz**: Wie viele neue Mikrocontroller verfügt auch ein PIC 16F688 über einen internen Oszillator, in diesem Fall mit einer Frequenz von 8 MHz. Der Einsatz eines Quarzes ist optional. Die Frequenz des internen Oszillators kann mit Hilfe eines Software-Tools in Stufen zu 60 kHz getrimmt werden. Nach dem Abgleich dürfte der Frequenzfehler bei etwa  $\pm 0,5\%$  liegen. Der Abgleich ist nicht allzu kompliziert und wird in im genannten Download-Dokument [1] beschrieben.

## Aufbau und Test

Die Elektronik wird am besten auf der Platine aufgebaut, deren Bestückungsplan in **Bild 2** zu sehen ist. Es werden lediglich bedrahtete Bauteile eingesetzt, weshalb die Bestückung nicht allzu große Probleme machen sollte, auch wenn es auf dieser Platine recht eng zugeht. Bei der Zusammenstellung der Bauteile sollte man speziell bei den Buchsen K2, K3, K4 (3,5 mm) und K5 (6,3 mm) auf die Pin-Anordnung achten. Wichtig sind auch die Abmessungen und das Rastermaß bei C18, für den gerade mal 3,5 mm Platz auf der Platine gelassen wurden. Der programmierte PIC kommt besser in einen IC-Sockel und wird nicht direkt eingelötet.

Die fertig bestückte und getestete Platine sollte in ein Metallgehäuse eingebaut werden. **Bild 3** gibt einen Eindruck vom Aussehen des Musteraufbaus des Autors. Alle Buchsen sitzen an einer Seite der Platine, sodass man sie so einbauen kann, dass sie auf der Gehäuse-Rückseite angeordnet sind. Die beiden Potis und die beiden Taster werden über passende Stecker mit Kabeln oder über kurze Litzenstücke mit den entsprechenden Pins auf der Platine verbunden. Aufpassen muss man selbstverständlich immer beim Netzanschluss. Die Verdrahtung zwischen Platine und Netzbuchse muss sicher ausgeführt und ebenso wie S4 für Netzspannung geeignet sein. Alle Vorschriften bezüglich Isolation und Sicherheitsabständen müssen eingehalten werden.

Da weder der 7805 noch der BD135 stark belastet werden, erübrigen sich Kühlkörper. Fertig programmierte PICs sind auch via Elektor-Service erhältlich [1]. Der 13,8-V-Eingang der Platine kann mit einer beliebigen und für das eigene Equipment passenden Niedervolt-Buchse verbunden werden.

Die Stückliste enthält Bezugsquellen für alle zweipoligen und dreipoligen 0,1-Zoll-Steckverbinder zum Anschluss der Bedienelemente. Ein Poti benötigt beispielsweise eine dreipolige Stiftleiste und die passende Buchsenleiste mit Litzen.

Vor dem Einbau ins Gehäuse sollte die bestückte Platine (**Bild 4**) einem Test unterzogen werden. Man probiert dabei die einzelnen Routinen und deren Funktion aus. Hierzu muss man die Bedienelemente wie



Bild 3. So wurde der Prototyp des Autors ins Gehäuse eingebaut.

Potis und Taster provisorisch anschließen.

#### Anschluss ans Funkgerät

Der fertige Keyer kann je nach Bedarf und Transceiver unterschiedlich angeschlossen

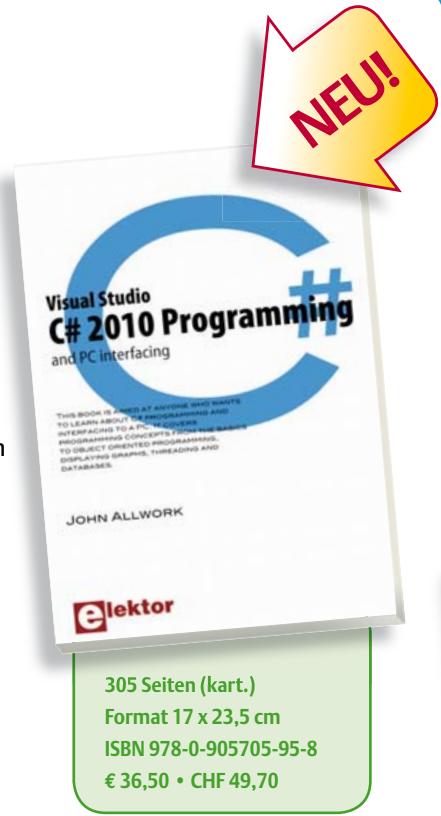
Anzeige

## C# 2010 Programming and PC interfacing

### Neues Elektor-Buch in englischer Originalsprache!

Mit diesem (englischsprachigen) Buch lernt man schnell, wie man einen PC mit der verbreiteten höheren Programmiersprache C# programmiert. Es geht los mit Datentypen sowie dem Programmablauf und erstreckt sich auf fortgeschrittene Konzepte wie objektorientierte Programmierung, Threads, Internet-Kommunikation und Datenbanken. Alle Code-Beispiele sind auf der Elektor-Website kostenlos verfügbar. Diese Beispiele können ganz einfach für eigene Zwecke eingesetzt und modifiziert werden, was den Lerneffekt vertieft.

Für die Steuerung von Hardware mit einem PC gibt es ausführliche Anleitungen. In eigenen Interface-Kapiteln wird neben seriellen und parallelen Schnittstellen erläutert, wie man mit Hilfe der Soundkarte unter Verwendung von Microsofts DirectX-Treibern analoge Signale behandelt. Auf die Einbindung von USB wird besonders ausführlich eingegangen, wobei sogar die Software zum Anschluss von auf PIC-Mikrocontrollern basierender Hardware vorgestellt wird.



Weitere Infos & Bestellung unter [www.elektor.de/shop](http://www.elektor.de/shop)

werden.

Naheliegend ist es, den Keyer mit zwei Kabeln an den Transceivern anzuschließen. Das „Steuerkabel“ verbindet dabei den CW-Ausgang des Keyers mit dem Eingang für die Morsetaste (Key) des Transceivers. Das „Audiotrunk“ verbindet den Kopfhörerausgang des Transceivers mit einem der beiden Kopfhörerbuchsen am Keyer, damit man sowohl die empfangenen Signale als auch die eigenen Monitor-Signale per Kopfhörer abhören kann. Diese Verkabelung verbindet die Masse von Transceiver und Keyer. Das ist in Ordnung, da so der Keyer über den Transceiver geerdet und das Netz beim Keyer durch den Trafo galvanisch getrennt ist.

Wenn der Transceiver über einen 13,8-V-Ausgang verfügt, dann kann man damit den Keyer mit seiner geringen Stromaufnahme mitversorgen. Das hat den Vorteil, dass der Keyer immer zusammen mit dem Transceiver ein- und ausgeschaltet wird.

Wenn die Massen beider Geräte verbunden sind, erübrigt sich auch die Verwendung des potentialgetrennten Relais-Ausgangs, denn ein Transistor schaltet schneller und sauberer. Bei Verwendung des Transistor-Ausgangs sind Steuer- und Audio-Kabel identisch, denn sie haben dann 3,5-mm-Klinkestecker an beiden Enden. Solche Kabel sind fertig sehr preiswert und gut erhältlich. Vor dem praktischen Einsatz des neuen Ultimatic-Keyers sollten beim Transceiver natürlich der interne Keyer und der interne Monitor-Lautsprecher deaktiviert werden.

Man kann den Keyer für spezielle Fälle auch voll galvanisch isoliert anschließen. In diesem Fall wird der Relais-Ausgang des Keyers verwendet und keine Audioverbindung zwischen Keyer und Transceiver vorgenommen. Zur sicheren Isolation der Kontakte des Reed-Relais sind sie mit der Spitze und dem mittleren Ring der Stereo-3,5-mm-Buchse verbunden. Das zugehörige Kabel macht man selbst und verbindet den hinteren Masseanschluss des Steckers auf der Keyer-Seite nicht. So bleibt nur die Masse am Transceiver zwecks Abschirmung angeschlossen. Also hier kein fertiges Kabel verwenden! Die dritte Anschlussmethode eignet sich dann, wenn nicht unbedingt eine volle gal-

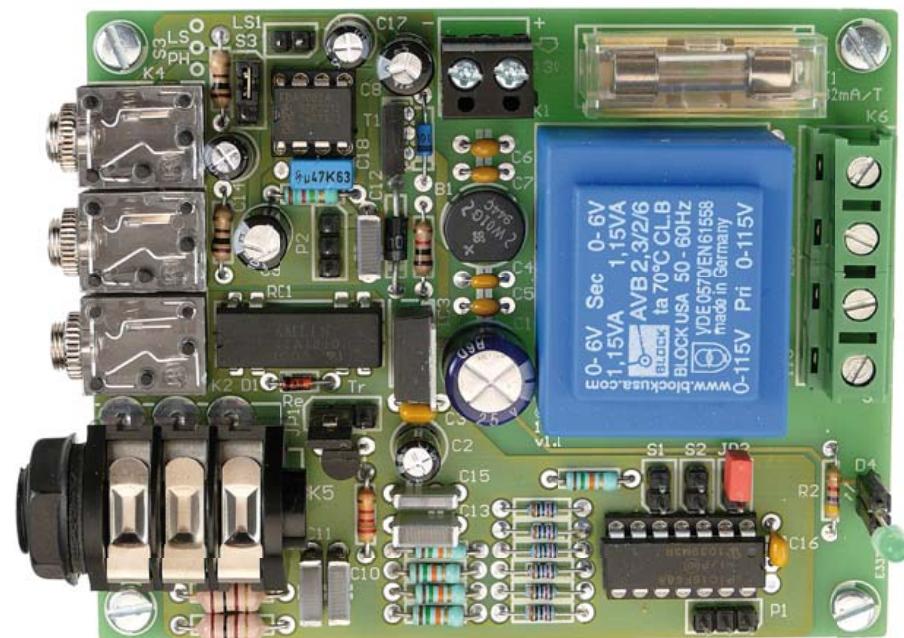


Bild 4. Der fertige Prototyp des Elektor-Labors. So könnte auch Ihr Keyer aussehen.

vanische Trennung erforderlich ist, sondern lediglich der CW-Eingang bei (älteren) Transceivern ohne internem elektronischen Keyer potentialfrei sein soll. In diesem Fall wird zwar der Relais-Ausgang über ein Stereo-Kabel mit dem CW-Ausgang des Transceivers verbunden, aber es kann durchaus ein fertig konfektioniertes Kabel sein, da die Massen beider Geräte verbunden werden können. Auch eine Audioverbindung wie beim ersten Verbindungsverschlag ist dann kein Problem.

(100087)

Hinweis: Die abgebildete und zum Testen verwendete Paddel-Taste stammt von Anton Klok (PA3AQV).

## Link

[1] [www.elektor.de/100087](http://www.elektor.de/100087)

## Elektor-Produkte & Service

- PIC16F688-I/P, programmiert: Best.-Nr. 100087-41
- Sourcecode: Download 100087-11.zip
- Zusatzdokument: Download 100087-W Infos und Downloads unter [www.elektor.com/100087](http://www.elektor.com/100087)



Bild 4. Ein Sammlerstück und eine Augenweide für CW-Fans: Dieser alte Vibroplex Paddle-Keyer kann sehr einfach an die persönlichen Vorlieben angepasst werden und ist ultrastabil.

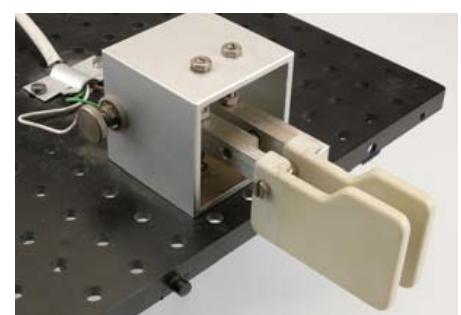
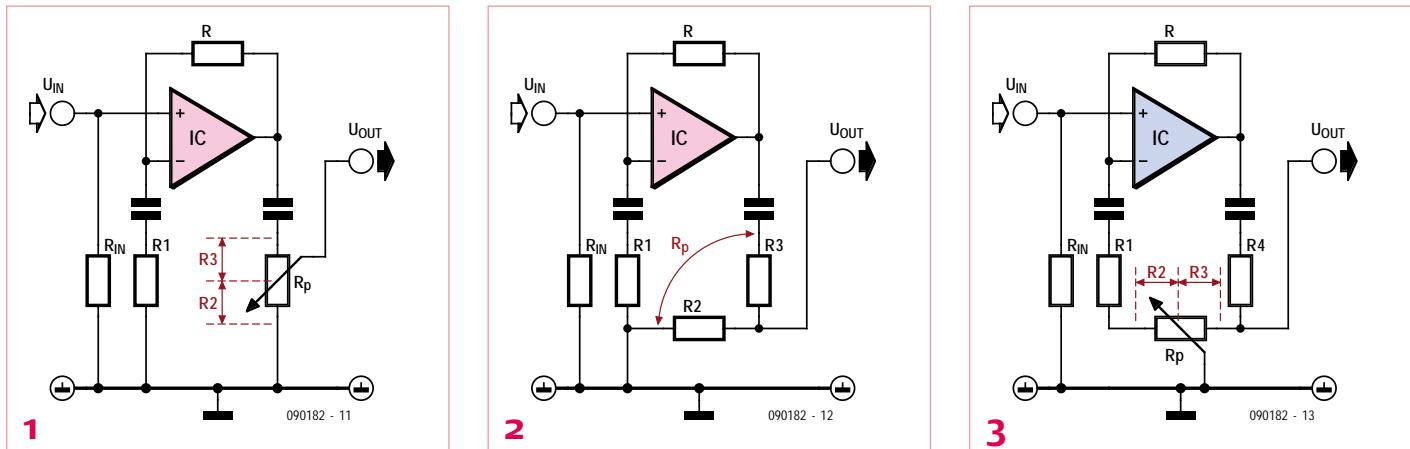


Bild 5. Ein preiswerter Paddle-Keyer auf einer Kunststoff-Platte. Funktioniert in der Praxis prima und eignet sich auch für hohes Tempo.

# Vom Mikrofon- zum Lineeingang



Von A.J. Ribbink (NL)

Die Anforderungen, die an einen Mikrofonvorverstärker gestellt werden, unterscheiden sich sehr von denen, die ein Lineverstärker erfüllen muss. Beim Erstgenannten ist vor allem ein hoher Verstärkungsfaktor bei niedrigem Rauschen wichtig, während ein Lineverstärker ein viel größeres Signal ohne Verzerrung übertragen muss. So hat ein Mikrofoneingang eine Empfindlichkeit von einigen Millivolt, während ein Lineeingang mehrere Volt vertragen sollte. Meist werden daher für die beiden unterschiedlichen Eingänge auch unterschiedliche Schaltungen verwendet. Der hier vorgestellte Entwurf wird jedoch beiden Anforderungen gerecht. Mit einem Potentiometer kann sowohl der Verstärkungsfaktor als auch die Lautstärke eingestellt werden.

Einen häufig verwendeten (nichtinvertierenden) Verstärker zeigt **Bild 1**. Bei dieser Schaltung bestimmen die Werte der Gegenkopplungswiderstände  $R$  und  $R1$  den Verstärkungsfaktor:

$$V = (R+R1)/R1.$$

Der Lautstärkesteller  $R_p$  ist eigentlich nichts anderes als ein aus  $R3$  und  $R2$  bestehender Spannungsteiler mit  $R2 + R3 = R_p$ . Anders dargestellt sieht man das im Schaltplan **Bild 2**. Für die Spannungsteilung (Abschwächung) gilt:

$$T = R2/(R2+R3).$$

Verstärkungsfaktor  $V$  und Teilungsfaktor  $T$  bestimmen zusammen die Verstärkung der Schaltung:

$$U_{aus} = V \times T \times U_{ein}.$$

Die Ausgangsspannung ist also durch Verändern von  $R1$  und/oder  $R2$  einstellbar.

Wegen des gegenläufigen Verhaltens von  $R1$  und  $R2$  – ein größerer Wert für  $R1$  verkleinert die Ausgangsspannung, ein größerer Wert von  $R2$  vergrößert sie dagegen – können diese, wie in **Bild 3** gezeigt, kombiniert werden. Somit lässt sich mit nur einem Potentiometer sowohl die Verstärkung als auch die Lautstärke einstellen.

In **Bild 3** ist  $R1$  noch vorhanden, um die maximale Verstärkung zu begrenzen. Der zusätzliche Widerstand  $R4$  hat eine Doppelfunktion: Er verhindert eventuelle Kurzschlüsse des Verstärkerausgangs und bildet zusammen mit Potentiometerteil  $R3$  den Spannungsteiler für die Lautstärkeinstellung.

Diese Art der kombinierten Lautstärke- und Verstärkungseinstellung ist sowohl mit Opamps als auch mit diskret aufgebauten Verstärkern realisierbar. Die Werte von  $R4$  können an die gewünschte Ausgangsimpedanz und Lautstärkekurve angepasst werden. Wenn  $U_{aus}$  nicht ganz bis auf Null einstellbar sein muss, kann  $U_{aus}$  auch direkt am Ausgang der Verstärkerschaltung abgenommen werden. Damit ein schlechter Schleiferkontakt des Potentiometers nicht zu viel Störgeräusche produziert, sind  $R1+R_p+R4$  parallel zum Gegenkopplungswiderstand  $R$  geschaltet. Im Falle eines schlechten Kontaktes des Potentiometers wird die Verstärkung dann kleiner und damit das Störgeräusch begrenzt.

In den meisten Schaltungen hat  $R1$  wesentlich kleinere Werte als  $R2$ . Für einen gleichmäßigen Verlauf sollte sich  $R1$  dann auch langsamer verändern als  $R2$ . Daher sollte ein (umgekehrt) logarithmisches Potentiometer verwendet werden. Bei einem normalen logarithmischen Potentiometer nimmt die Lautstärke durch Rechtsdrehen des Potis ab! Ein umgekehrt logarithmisches Poti oder ein verkehrt herum eingebautes Schiebepoti ergibt daher den üblichen Verlauf der Einstellung.

Gut geeignete Werte für die Widerstände sind zum Beispiel 50 k für  $R_p$ , 22 k für  $R$ , 56 Ω für  $R1$  und 220 Ω für  $R4$ . Dies ergibt eine maximale Verstärkung von etwa 360-fach und eine minimale von etwa 1,5-fach.

Die Kondensatoren müssen bei der niedrigsten wiederzugebenden Frequenz eine (deutlich) kleinere Impedanz als  $R1$  und  $R4$  aufweisen. Die Eingangsimpedanz wird hauptsächlich von Widerstand  $R_{in}$  bestimmt. Dieser sollte an die jeweiligen Signalquellen angepasst werden. Entstörungsfilter und andere frequenzabhängige Netzwerke können hier vorgeschaltet werden. Eine frequenzabhängige Gegenkopplung ist mit dieser Schaltung wegen der Veränderung der RC-Komponente bei Lautstärke- und Verstärkungsänderungen allerdings nicht möglich.

(090182)

# MIAC-gesteuerte Fußbodenheizung

## Voll programmierbar in Flowcode

Von Ben Rowland (UK)

Das in diesem Artikel skizzierte System sorgt mit Hilfe von Flowcode im Winter für warme Füße. Die Software ist an beliebige Heizleistungen und andere Parameter adaptierbar.

Beim von Elektor erhältlichen MIAC (Matrix Industrial Automotive Controller) handelt es sich um einen Controller in Industriequalität, ähnlich einer SPS/PLC (Programmable Logic Controller) aber mit viel mehr Features und viel leichter zu programmieren, ganz ohne Rückgriff auf Dinge wie „Kontaktplan“ oder „Ladder Logic“ (SPS-Programmier-Methoden). MIAC basiert auf dem PIC-Mikrocontroller 18F4455 und kann direkt via USB an einen PC angeschlossen werden, was die Programmierung in Flowcode, C oder Assembler sehr vereinfacht. MIAC ist mit LCD, Tasten, vier Relais-Ausgängen und acht Eingängen ausgestattet, bei denen man zwischen analogem oder digitalem Modus wählen kann. Außerdem ist noch eine CAN-Schnittstelle vorhanden. Auch wenn MIAC eher für industrielle Anwendungen gedacht ist und daher auch mit 12 V betrieben wird, ist der Controller auch prima für private Anwendungen geeignet.

### Praktischer Einsatz...

In diesem Beitrag wird beschrieben, wie ein MIAC eine moderne Fußbodenheizung steuern kann; und das zu einem Bruchteil der üblichen Kosten. Die Heizungsanlage besteht dabei aus folgenden Teilen:

- Heizkessel
- Magnetventile
- thermostatisches Mischventil
- zentrale Wasserpumpe
- Entlüftungsventil
- PE-X-Rohrleitungen für Fußböden
- Fehlerstromschutzschalter
- Temperatursensoren
- MIAC
- Fittings für Mehrfachverteiler.

### ...und Implementierung

**Bild 1** zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Heizung mit zwei Rohrschleifen im Fußbo-

den. Der MIAC wertet mit Hilfe einer Lookup-Tabelle die Temperaturen der Heißleiter t1 und t2 aus, welche im Fußboden in Kontakt mit den PE-X-Rohren (aus vernetztem Polyethylen) der beiden Heizschleifen verbaut sind. Die Daten für die Lookup-Tabelle werden mit Hilfe einer Excel-Tabelle generiert, in der die passenden Werte der Heißleiter eingetragen sind (im kostenlosen Download 100871-11.zip von der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [1] enthalten). Wenn die Temperatur der Heißleiter unter einen Schwellwert sinkt, wird geprüft, ob die beiden Schleifen aktiv sind (das kann vom Anwender für jede Schleife gesondert festgelegt werden). Falls ja, werden die zugehörigen Magnetventile geöffnet. Dann werden Pumpe und Heizkessel eingeschaltet. Das Beispielprogramm *Heating\_System.fcf* ist ebenfalls im Download-Archiv enthalten. Wenn sich das Wasser am Ausgang des Heizkessels erwärmt, mischt das Mischventil selbstständig kühleres Wasser aus dem Rücklauf der Heizschleifen mit dem heißen Vorlauf. Die Temperatur des Heizschleifen-Rücklaufs kann mit Hilfe des Heißleiters t3 überwacht werden. Wenn diese den erwünschten Wert erreicht hat, kann sowohl der Heizkessel als auch die Pumpe abgeschaltet werden. Um diese Temperatur genau zu erfassen, kann man in bestimmten Abständen die Pumpe kurz einschalten. Der Fehlerstromschutzschalter FSS ist essentiell für die Sicherheit der Heizungsanlage und darf nicht eingespart werden. Man muss natürlich die Eigenschaften des Heizkessels und die existierende Thermostat-Verdrahtung einkalkulieren, damit die Regelung der Heizung auch dann funktioniert, wenn die Fußbodenheizung nicht aktiv ist. Das Beispiel-Programm ist eher einfach und überprüft einfach den Wert von t3. Wenn dieser unter einen Schwellwert fällt, werden die Temperaturen von t1 und t2 eingelesen.

Davon abhängig werden dann die jeweiligen Magnetventile der beiden Schleifen geöffnet und dann Heizkessel und Pumpe aktiviert. Wenn die Temperatur von t3 eine obere Schwelle erreicht, werden Pumpe und Heizkessel wieder ausgeschaltet.

### Verbesserungen

Das Programm lässt sich erweitern, indem die beiden Schleifen unabhängig voneinander gesteuert werden, damit zwei getrennte Heizzonen möglich sind. Eine Schleife kann dann bei Bedarf deaktiviert werden. Eine andere Erweiterung besteht im Einbau einer Uhr, damit Nachabsenkungen und ähnliche Feinheiten möglich sind.

Das im Download enthaltene Programm *MIAC\_Underfloor\_v1.1.fcf* enthält die neueste Version der vom Autor eingesetzten MIAC-Software. Es hat etliche Zusatzfunktionen und erlaubt die Programmierung von bis zu 40 Ereignissen sowie direkten Eingriff in das System. Es verfügt über Füll- und Ablass-Modi, hat Temperatureinstellungen für jede Zone, Not-Einstellungen der Temperatur und vieles mehr. Über den grünen Menü-Taster am MIAC erreicht man das Haupt-Menü.

Der Autor hat sich für die Verwendung von Heißleitern anstelle eines CAN-Netzwerks von Temperatur-Sensoren entschieden, da der Winter bei Projektbeginn schon nahte und die Einbindung von Heißleitern recht einfach ist. Die verwendeten Exemplare vom Typ Rapid 61-0410 werden einfach zwischen 12 V und die MIAC-Eingänge geschaltet. Die Lookup-Tabelle setzt deren Werte dann in °C um.

Das System ist nicht nur auf Warmwasser-Anlagen beschränkt. Man kann damit auch direkt elektrische Fußbodenheizungen steuern, denn die 8-A-Relais-Kontakte sind für Lasten bis knapp unter 2 kW an 230 V gut

## Elektor-Produkte & Zubehör

- MIAC, Fertigmodul\*
- MIAC + Flowcode 4, Paket\*

- 3x MIAC + Flowcode 4, Paket\*

- USB-A/mini-B-Kabel\*

- Flowcode-Programm: 100871-11.zip \*\*

\* [www.elektor.de/miac](http://www.elektor.de/miac)

\*\* [www.elektor.de/100871](http://www.elektor.de/100871)

geeignet. Man schließt hierzu den Neutral- und den Schutzleiter direkt ans Stromnetz an und führt die Phase für die elektrischen Heizungen über die Relais-Kontakte des MIAC.

Wenn man die Elektroheizungen bei Nichtaktivität voll stromlos schalten will, benötigt man einen zweiten Relais-Kontakt zum Schalten der Neutralleiter. Bei vier Relais-Ausgängen eines MIAC kann man dann allerdings nur noch zwei statt vier elektrische Heizschleifen steuern. An dieser Stelle sei nochmals auf die Notwendigkeit eines Fehlerstromschutzschalters hingewiesen. Heizmatten und Heizschlangen sollten auf alle Fälle auf einer thermisch isolierenden Schicht aufgebracht werden, damit nicht größere Teile der Energie unnötig andere Gebäudeteile erwärmen.

### Noch eine Warnung...

Eine solche Elektroinstallation ist nichts für „Bastler“. Wenn man nicht selbst über entsprechendes Fachwissen verfügt, sollte man die Elektroinstallation von einem kompetenten Handwerker erledigen lassen. Hierbei gibt es länderspezifische gesetzliche Vorschriften zu beachten. Auch die maximalen Anschlusswerte der Relais-Ausgänge sind zu berücksichtigen (siehe technische Daten in der PDF-Datei unter [3]). Bei 230 V und 8 A sind maximal 1,84 kW pro Ausgang möglich (bei einem 115-V-Netz entsprechend die Hälfte). Da der Autor weder ausgebildeter Installateur noch Elektriker ist, ließ er sich von erfahrenen Handwerkern bei der Installation beraten, die seine Anlage dann auch „abgenommen“ haben. Seien also auch Sie nicht zu stolz um sich helfen zu lassen, denn mit Elektroinstallationen ist nicht zu spaßen und spätere Lecks bei Heizungsanlagen können teuer werden. Unter [2] finden sich einige Bilder der Heizung des Autors. Dort gibt es auch noch weitere Informationen und Tipps zu MIAC und Flowcode.

(100871)

### Weblinks

- [1] [www.elektor.com/100871](http://www.elektor.com/100871)
- [2] [www.matrixmultimedia.com/mmforums](http://www.matrixmultimedia.com/mmforums)
- [3] [www.matrixmultimedia.com/datasheets/MIAC-60-1.pdf](http://www.matrixmultimedia.com/datasheets/MIAC-60-1.pdf)

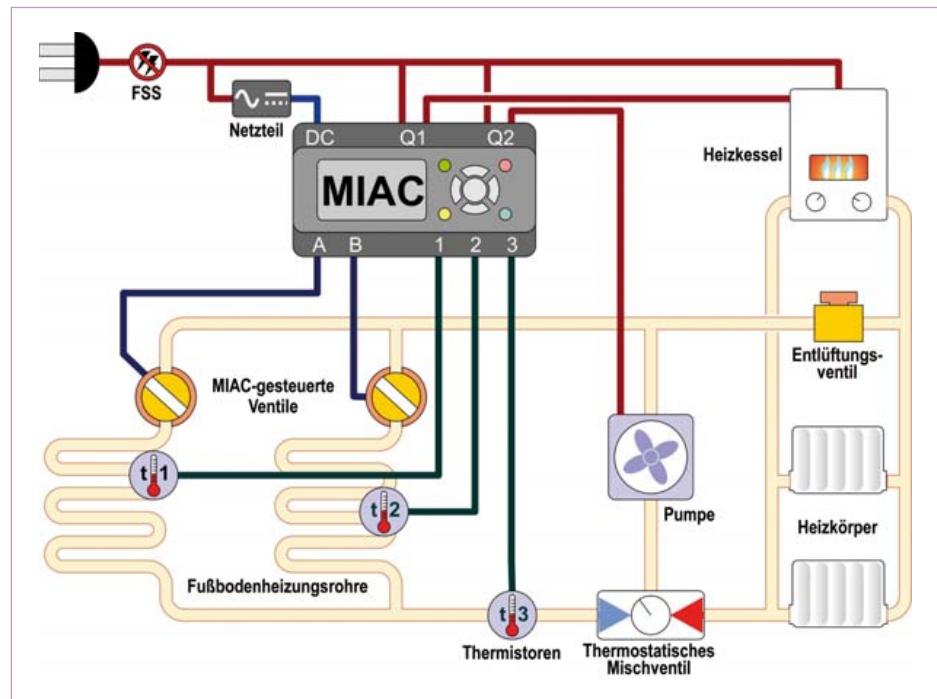


Bild 1. Prinzip einer Heizungsanlage auf Basis einer MIAC-Steuerung.

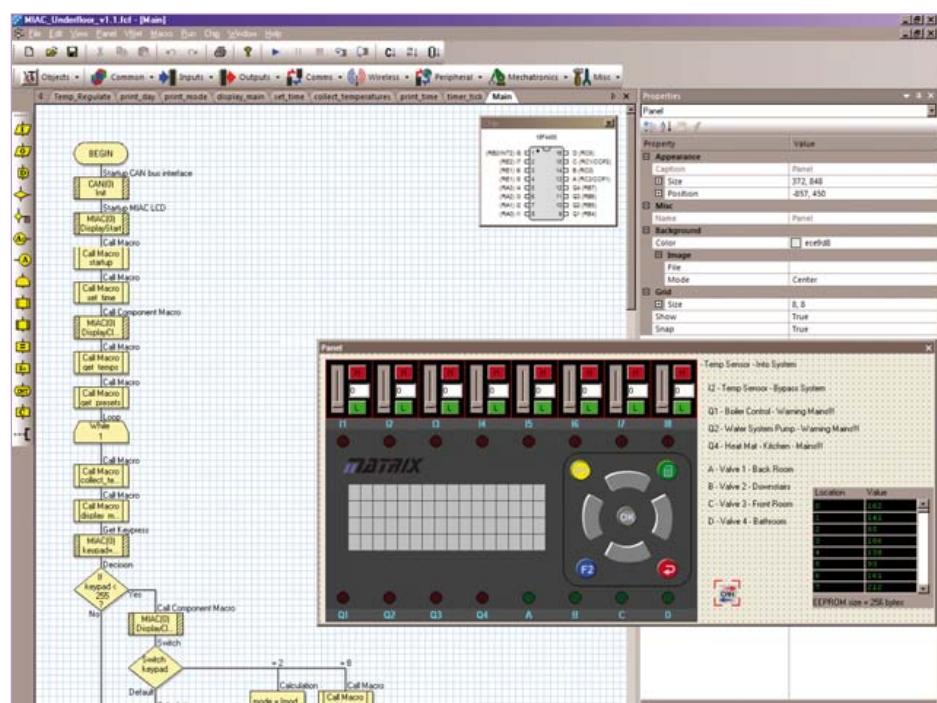


Bild 2. Flowcode ist ideal zur Programmierung eines MIAC-Controllers.

# Rabbit RCM5600W

## Wi-Fi- Entwicklungs-Kit

Von Clemens Valens (Elektor Frankreich)

Zahlreich sind die Hersteller von Mikrocontrollern. Nicht alle haben ihren eigenen Controller entwickelt, manche verlassen sich auf die Entwürfe anderer. Besonders häufig findet man neuere Varianten des MCS-51 von Intel. Rabbit (seit einigen Jahren unter dem Dach von Digi International) vertreibt seit 1999 mehrere µC-Familien, die auf einem anderen 8-bit-Klassiker basieren: dem Z80.

Der Z80-Kern wurde modernisiert, neue Befehle wurden hinzugefügt, andere (die man offenbar für verzichtbar hielt) weggelassen und die Taktfrequenz nach oben geschraubt. Eine Besonderheit ist das *root memory* für *root code* und *root data*, ein Speicherbereich, der sehr schnell angesprochen werden kann. Da es sich um Mikrocontroller handelt, sind auch Peripherie und Speicher integriert. Das neueste und leistungsfähigste Familienmitglied, der Rabbit 6000, wird mit 200 MHz getaktet und besitzt 1 MB RAM sowie ein WiFi-Modul!

Die verschiedenen Rabbit-Mikrocontroller unterscheiden sich durch ihre Kommunikationsmöglichkeiten. Alle neueren Versionen verfügen über sechs serielle Ports, während der ältere Rabbit 2000 nur vier hat. Der Rabbit 5000 im Testboard des Autors besitzt ein Ethernet-MAC (*Media Access Control*) und ein mit den Standards 802.11 b & g (WiFi) kompatibles Funkmodul.

Bereits früh hatte Rabbit verstanden, dass Mikrocontroller besser zu verkaufen sind, wenn man die potentiellen Kunden so weit wie möglich entlastet. Die Controller werden daher mit Flash-Memory und RAM zu kleinen Modulen von der Größe einer Streichholzschachtel montiert, *RabbitCore* genannt. Diese sind praktischerweise mit einem Ethernet-Port komplett mit RJ45-Buchse ausgestattet. Damit war Rabbit einer der ersten Hersteller mit einer einfachen und preiswerten Lösung für die Netzwerkanbindung von Embedded-Systemen. Über eine simple serielle Schnittstelle sind diese Module sehr einfach vor Ort zu programmieren.

Ein Prozessor ohne Programm ist wenig nützlich. Der Hersteller hat deshalb alle nötigen Werkzeuge bereitgestellt, um seine µC und Module komfortabel in C programmieren zu können. Die Entwicklungsumgebung (IDE) *Dynamic C* ist kostenlos und bringt eine beeindruckende Sammlung von Bibliotheken, darunter TCP/IP, inklusive Quellcode mit. *Dynamic C* ist ein unter anderem mit Multitasking-Funktionen erweiterter C-Dialekt. Die IDE beinhaltet einen Debugger und einen Programmer. Es wurde alles getan, um es dem Entwickler möglichst einfach zu machen.



Der Autor hat in der Vergangenheit bereits mit Rabbit 2000- und 3000-Modulen gearbeitet und war natürlich an dem neuen Modul mit integriertem WiFi interessiert, das schon vor zweieinhalb Jahren vorgestellt wurde. Leider dauerte es bis Ende 2010, bis er ein Evaluation Kit erhielt. Zum Glück gibt es noch immer nicht so ganz viele Mikrocontroller mit WiFi...

Die lange Wartezeit wurde von Rabbit mit einem Entwicklungs-Kit RCM5600W Deluxe belohnt. Dieses Kit beinhaltet unter anderem ein Modul MiniCore RCM5600W mit 2,4-GHz-Antenne, ein Motherboard, drei Erweiterungskarten, eine CD-ROM mit Dynamic C 10.64 und eine Schnellstart-Anleitung. Nur wenig teurer ist das Modul MiniCore RCM5650W mit 4 MB statt 1 MB, das noch besser zu einem Deluxe-Kit passen würde...

Die MiniCore-Module sind mit einem PCI-Express-Stecker ausgestattet, welcher einem nicht alle Tage begegnet. Das Motherboard ist also sehr praktisch. Rabbit bietet ähnliche RabbitCore-Module (RCM5400W & RCM4550W) auch mit üblicheren Anschlüssen (2 x 25 Pins – aber im 1,27 mm-Raster!) an.

Am Motherboard befestigt man die Antenne, und es stellt auch die Stromversorgung sowie einen USB-Port (FTDI) bereit. Auf dieser Karte findet sich auch ein Anschluss mit 2 x 25 Pins (hier mit 2,54-mm-Raster) für Erweiterungskarten, die man wie bei PC/104 übereinander stapeln kann, auf jede Karte eine weitere - wie bei Lego.

Die Erweiterungskarten im Kit sind nur teilweise bestückt. Auf der RS232-Karte sind nur zwei serielle Ports montiert, es ist noch Platz für zwei weitere und einen RS485-Port. Bei der Digital-IO-Karte kann man noch vier Taster und Jumper selbst hinzufügen. Die Experimentierkarte besitzt ein Lochraster und Lötpunkte für SMD-Bauteile auf beiden Seiten. Alle Karten haben eine Spannungsanzeige-LED.

Die Schnellstart-Anleitung zeigt, wie man das MiniCore-Modul in den PCI-Express-Konnektor des Motherboards einsetzt und wie man die Antenne befestigt. Auch die Treiber-Installation für den USB-Port

## Was beinhaltet das Kit ?

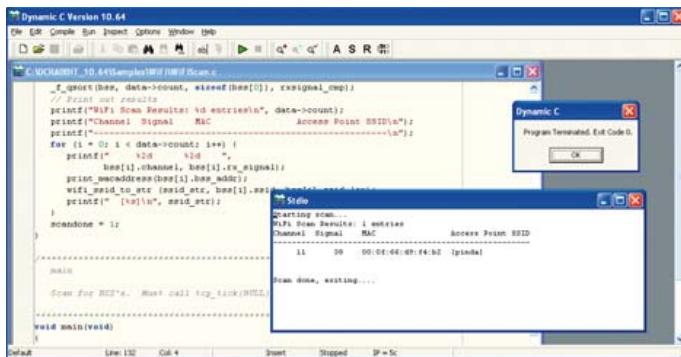
- Modul MiniCore RCM5600W
  - Motherboard mit Stromversorgung und USB-Port
  - Experimentierkarte
  - RS232-Erweiterungskarte \*
  - digitale IO-Erweiterungskarte \*
  - Antenne, Kabel und Halter
  - USB-Kabel
  - RS232-Kabel (DB9 auf HE10) \*
  - 5-V-Netzteil \*
  - Stecker und Abstandshalter
  - CD-ROM mit Dynamic C 10.64
  - Dokumentation
  - Referenz-Poster \*
- \* nur im Deluxe-Kit

Preis des beschriebenen Kits (Deluxe) : 184 € \*

Preis Modul RCM5600W : 50 € \*

\* ohne Gewähr (aktuelle Preise siehe [www.rabbitstoreeurope.com](http://www.rabbitstoreeurope.com))

Weitere Informationen : [www.rabbit.com](http://www.rabbit.com)



Die IDE Dynamic C nach der Ausführung von wifiscan.c

wird beschrieben, es wird aber nicht erklärt, wie man die IDE installiert. Glücklicherweise ist Dynamic C recht einfach zu installieren. Während der Installation kann die Nachricht „Serial/USB ports not found.“ erscheinen, was nicht wirklich stört, weil man später immer noch in der IDE den seriellen Port auswählen kann, über den das Programm in das Modul geladen werden soll.

Sobald die Treiber installiert sind und MiniCore am Rechner über das Motherboard angeschlossen ist, kann man Dynamic C starten. Es erscheint möglicherweise ein Fenster mit einer wenig verständlichen Nachricht, aber auch diese kann man durch Klick auf „Yes“ ignorieren. Bevor man ein Beispielprogramm ausprobiert, muss man Dynamic C noch ein wenig einstellen und zum Beispiel den seriellen Port angeben, der benutzt werden soll. Die Schnellstart-Anleitung zeigt das im Detail und empfiehlt, als Beispiel wifiscan.c zu laden, das sich im Ordner samples\wifi befindet. Dieses Beispielprogramm sucht nach „sichtbaren“ WiFi-Netzen. Nach Druck

auf Taste F9 oder Klick auf den Button mit dem kleinen grünen Dreieck wird das Beispiel kompiliert, in das RAM des Moduls geladen und ausgeführt. Während des Kompilierens erschien ein Hinweis auf die Definition von IFC\_WIFI\_SSID, aber das scheint keinen Einfluss auf die korrekte Funktion des Programms zu haben: es endete normal.

Falls alles geklappt hat, öffnet sich ein Fenster `Studio`, in welchem die Suchergebnisse angezeigt werden. Beim Test durch den Autor waren die Resultate unleserlich, es waren lediglich kleine Kästchen und Rechtecke zu sehen. Die Lösung findet sich im Menü Options -> Environment Options -> Debug Windows, wo man den Font ändern muss: man wähle „Courier New“ und die Ergebnisse werden lesbar - das MiniCore-Modul hat das WLAN des Autors erkannt!

(100806)

Anzeige

## INSERENTENVERZEICHNIS FEBRUAR 2010

Beta Layout .....	<a href="http://www.beta-layout.com">www.beta-layout.com</a> .....	11
Cadsoft Computer .....	<a href="http://www.cadsoft.de">www.cadsoft.de</a> .....	13
Eurocircuits .....	<a href="http://www.eurocircuits.de">www.eurocircuits.de</a> .....	51
LeitOn .....	<a href="http://www.leiton.de">www.leiton.de</a> .....	37
Markt .....	79	
Messe Nürnberg .....	<a href="http://www.embedded-world.de">www.embedded-world.de</a> .....	33
mikroElektronika .....	<a href="http://www.mikroe.com">www.mikroe.com</a> .....	3
NXP Contest .....	<a href="http://www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge">www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge</a> .....	35
NXP Product .....	<a href="http://www.nxp.com/microcontrollers">www.nxp.com/microcontrollers</a> .....	2
Reichelt .....	<a href="http://www.reichelt.de">www.reichelt.de</a> .....	88

# Elektronik-Ingenieur & Rechenschieber

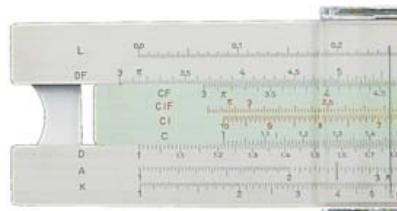
Von Reginald W. Neale (USA)

Ingenieure übersetzen Ideen in Produkte. Dabei haben die Werkzeuge für diese Übersetzung durchaus Grenzen. Im Laufe meines Berufslebens als Ingenieur haben sich diese „Tools“ dramatisch verändert. Und ich hoffe, Sie sind mit mir der Meinung, dass die Geschichte dieser Veränderungen einen Retronik-Artikel wert ist. Schließlich beginnt dieses Wissen aus erster Hand schon selten zu werden. Das Web immerhin wird das große Vergessen verhindern – hoffentlich!

## Nichts Neues, bloß schneller!

Die Technologie für die Konstruktion von Radios, Raketen, Brücken und Autos vor 60 Jahren zeigt, dass damals noch viele der heutigen Tools erst erfunden werden mussten. Bei PCs, Taschenrechnern und Software-Paketen zeigt sich, dass diese nichts fundamental neu machen, sondern dass sie lediglich die alten Aufgaben einfacher und um Größenordnungen schneller erledigen. Für einen jungen Ingenieur wirkt das „Tempo“ der Produkt-Zyklen vergangener Jahrzehnte schon fast eiszeitlich. Entwicklungszeit und Aufwand pro Produkt wirken unglaublich mühsam. Und es gab früher Spezialdisziplinen wie das Design von Hochleistungsfilters, deren kommerzielles Potential nie ausgeschöpft wurde, da die notwendigen Berechnungen so nervtötend waren.

Offensichtlich wurde die (R)Evolution der Tools von den Fortschritten der Halbleiterindustrie angetrieben. Transistor -> IC -> Mikrocontroller. So landete schließlich Computer-Power in der Hand des Elektronik-Ingenieurs. Moore's Law besagt, dass sich die Komplexität von ICs etwa alle zwei Jahre verdoppelt. Der kumulative Effekt



dieses exponentiellen Wachstums ist mittlerweile enorm. T.J. Rodgers von Cypress Semiconductor meinte, dass, wenn die Auto-Industrie die gleiche Entwicklung wie die Computertechnik gemacht hätte, man heute einen Chevy (Chevrolet) für einen Penny kaufen könnte, der für 10.000 Meilen mit einer Gallone (3,785 l) Sprit auskommen sollte. Übertrieben? 1948 kostete 1 ENIAC 500 k\$ und leistete 0,002 MIPS. Aktuelle Controller für unter 1 € bringen locker 2 MIPS. Vergleicht man das mit dem Chevy von 1948 für 2 k\$, der 15 mpg (15,7 l/100km) verbrauchte, trifft Rodgers ganz gut.

## Tabellen und Bleistift

Verglichen mit dem, was Entwickler heute für selbstverständlich halten, war die Situation für Entwickler der Mitte des letzten Jahrhunderts recht unbequem und ineffizient. Alles, was man im eigenen Kopf speichern konnte, musste zuerst aus Tabellen und Datenblättern extrahiert werden. Neue Entwicklungen brauchten Monate, bis sie zu den Entwicklungslabors in Form von Fachzeitschriften durchsickerten – manchmal sogar Jahre. Und die Welt der Entwickler war eindeutig männlich. Ingenieurinnen waren (im Westen) exotisch.

Wie schwer selbst eine einfache Berechnung war, zeigt sich, wenn man sie ohne moderne Hilfsmittel durchführt: Gesucht ist der exakte Wert des Blindwiderstands (Reaktanz) für einen Kondensator von 220 pF bei 6,085 MHz. Nehmen Sie Bleistift und Papier. Notieren Sie:  $X_C = 1/(2\pi fC)$ . Jetzt holen Sie das Buch mit den Logarithmentafeln, suchen den Logarithmus der Faktoren und legen los. Das

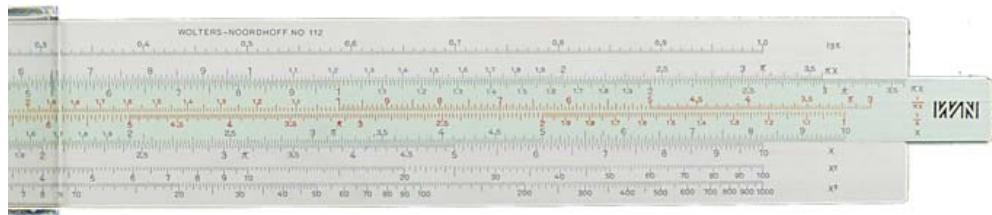
COMMON LOGARITHMS OF NUMBERS										Proportional part	
550 — 600											
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proportional part
550	74	036	044	052	060	068	076	084	092	099	107
551	115	123	131	139	147	155	162	170	178	186	
552	194	202	210	218	225	233	241	249	257	265	
553	273	280	288	296	304	312	320	327	335	343	
554	351	359	367	374	382	390	398	406	414	421	
555	429	437	445	453	461	468	476	484	492	500	
556	507	515	523	531	539	547	554	562	570	578	
557	586	593	601	609	617	624	632	640	648	656	
558	663	671	679	687	695	702	710	718	726	733	
559	741	749	757	764	772	780	788	796	803	811	
560	819	827	834	842	850	858	865	873	881	889	
561	896	904	912	920	927	935	943	950	958	966	
562	974	981	989	997	*005	*012	*020	*028	*035	*043	
563	75	051	059	066	074	082	089	097	105	113	120
564	128	136	143	151	159	166	174	182	189	197	
565	205	213	220	228	235	243	251	259	266	274	
566	282	289	297	305	312	320	328	335	343	351	
567	336	345	353	361	369	377	385	393	401	409	
568	435	442	450	458	465	473	481	489	496	504	
569	511	519	526	534	542	549	557	565	572	580	
570	587	595	603	610	618	626	633	641	648	656	
571	664	671	679	686	694	702	709	717	724	732	
572	740	747	755	762	770	778	785	793	800	808	
573	815	823	831	838	846	853	861	868	876	884	
574	891	899	906	914	921	929	937	944	952	959	
575	967	974	982	989	997	*005	*012	*020	*027	*035	
576	76	042	050	057	065	072	080	087	095	103	110
577	118	125	133	140	148	155	163	170	178	185	
578	193	200	208	215	223	230	238	245	253	260	
579	268	273	281	289	296	305	313	320	328	335	
580	343	350	358	365	373	380	388	395	403	410	
581	418	425	433	440	448	455	462	470	477	485	
582	592	590	597	615	622	530	537	545	552	559	
583	567	574	582	589	597	604	612	619	626	634	
584	641	649	656	664	671	678	686	693	701	708	
585	716	723	730	738	745	753	760	768	775	782	
586	790	797	805	812	819	827	834	842	849	856	
587	864	871	879	886	893	901	908	916	923	930	
588	938	945	953	960	967	975	982	989	997	*004	
589	77	012	019	026	034	041	048	056	063	070	078
590	985	993	100	107	115	122	129	137	144	151	
591	159	165	173	181	189	195	203	210	217	225	
592	232	240	247	254	262	269	276	283	290	298	
593	305	313	320	327	335	342	349	357	364	371	
594	379	386	393	401	408	415	422	430	437	444	
595	452	459	466	474	481	488	495	503	510	517	
596	525	532	539	546	554	561	568	576	583	590	
597	597	605	612	619	627	634	641	648	656	663	
598	670	677	685	692	699	706	714	721	728	735	
599	743	750	757	764	772	779	786	793	801	808	
600	—	815	822	830	837	844	851	859	866	873	880
	N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1 .74 036 — .77 880



Ergebnis sollte 2,07514 sein.

Bild 1 zeigt als den nächsten Wert in der Tabelle: 0,07518. Bei der



Tafel mit dem Proportionalteil rechts bestimmt man den Anti-Log mit näherungsweise 1189. Nun noch die 2 vor dem Komma berücksichtigen und man kommt auf die Lösung  $X_c = 118,9 \Omega$ . Heureka! Und dabei muss man bangen, dass man keine dummen Rechen- oder Ablesefehler gemacht hat. Kein Wunder, dass damals Reaktanztafeln so beliebt waren. Normalerweise waren die so gefundenen Werte genau genug für einen Prototypen, und bei dem konnte man immer noch etwas mit den Werten herumprobieren...

### Wer rechnet, schiebt

Wenn keine hohe Genauigkeit erforderlich war, wurde in der Vortaschenrechnerzeit nicht mit Papier und Bleistift, sondern mit dem Rechenschieber gearbeitet. Rechenschieber sind fast so alt wie die Logarithmen selbst. Im Prinzip handelt es sich dabei um eine Art analogen Computer, der Logarithmen als Distanzen addieren und subtrahieren kann. Viel ungenauer als Logarithmentafeln, aber oft genau genug und immer sehr viel schneller. Rechenschieber haben keine Kommastellen. Von daher musste der Rechenschieber-Schieber diese im Kopf mitführen. Das klingt anachronistisch, aber wäre auch heute noch mehr als nur eine rein mentale Übung. Es hilft grobe Fehler zu vermeiden.

**Bild 2** zeigt eine kleine Auswahl an Rechenschiebern: Eine miniaturisierte Kombination von Rechenschieber und Schieblehre, die in eine Hülle für die Hosentasche passt. Dann zwei Standard-10-Zoll-Exemplare mit Anleitun-

gen. Es gab auch kreisförmige Rechenhilfen und sogar spezielle Exemplare, die dank Spiralförm auf bis zu 3 m nutzbarer Länge kamen. Die Genauigkeit hing immer ein Stück vom Geschick des Nutzers und auch etwas von der Fertigungspräzision des guten Stücks ab. Was für ein Unterschied zu den Rechenfähigkeiten – immerhin zwölf signifikante Stellen - meines mit drei Jahren schon fast steinalten PDAs!

### Von Burroughs & Co. zu HP und TI

Wenn ein Student des Jahrgangs 2011 das Wort „Rechenschieber“ hört, dann assoziiert er spontan irgendetwas zwischen Pferdekutsche und Federkiel.

In den frühen 1970ern, als Taschenrechner mit den vier Grundrechenarten begannen bezahlbar zu werden, kosteten wissenschaftliche Taschenrechner immer noch ein Vermögen und waren für Schüler und Studenten sowie etliche Ingenieure unerschwinglich. Doch schnell bildete sich eine Community, die clevere Algorithmen entwickelte, mit denen man selbst mit simplen Taschenrechnern von Burroughs etc. transzentrale Funktionen rechnen konnte (**Bild 3**). Gerade als diese Tricks ihre Blüte erlebten, kamen die ersten preiswerten wissenschaftlichen Rechner auf den Markt: Die Modelle HP-35 von Hewlett-Packard und SR-50 von Texas Instruments (**Bild 4**). Eine Dekade später waren dann richtige PCs allgemein verfügbar, doch die Taschenrechner machten immerhin Logarithmentafeln und Rechenschieber überflüssig.

(100802)

**F TRIGONOMETRIC FUNCTIONS**

**(I) -  $\sin(\theta)$  and  $\cos(\theta)$**

If  $0^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$   
and if  $x = \theta/100$   
then:

(6)  $\sin(\theta) = 1.7453293x[1 + 0.50758x^2(1 - 0.149x^2)]$

(7)  $\cos(\theta) = 1 - 1.523087x^2[1 - 0.25382x^2(1 - 0.1x^2)]$

If  $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$

use the identity

(8)  $\sin(\theta) = \cos(90^\circ - \theta)$

and use equation (7) above to calculate  $\sin(\theta)$ .

Use the identity

(9)  $\cos(\theta) = \sin(90^\circ - \theta)$

and equation (6) above to calculate  $\cos(\theta)$ .

**STEP-BY-STEP PROCEDURE FOR CALCULATING  $\sin(\theta)$  USING EQUATION (6)**

STEP	OPERATION	STEP	OPERATION
1	enter $x$	6	multiply by $x$
2	square $x$	7	multiply by $-0.50758$
3	multiply by $-0.149$	8	add 1
4	add 1	9	multiply by $x$
5	multiply by $x$	10	multiply by 1.7453293

The maximum error in calculating  $\sin(\theta)$  or  $\cos(\theta)$  from equations (6) and (7) is approximately 0.0002% (two parts per million).

**(II) -  $\tan(\theta)$**

If  $0^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$   
and if  $x = \theta/100$   
then:

(10)  $\tan(\theta) = 1.2453293x[1 + 1.007796x^2(1 + 1.46465x^2)]$

3



4

# Hexadoku

## Sudoku für Elektroniker

Auch wenn das hexadezimale Rechnen nicht zu Ihren Talenten gehört: Mit diesem Rätsel kommen Sie trotzdem klar. Sie müssen nämlich nur von 0 bis F zählen und ein wenig logisch schlussfolgern können, und schon füllen sich die Felder wie von selbst aus. Wer uns die Ziffern in den grauen Kästchen einschickt, kann einen von vier schönen Elektor-Gutscheinen gewinnen!

Die Regeln dieses Rätsels sind ganz einfach zu verstehen: Bei einem Hexadoku werden die Hexadezimalzahlen 0 bis F verwendet, was für Elektroniker und Programmierer ja durchaus passend ist.

Füllen Sie das Diagramm mit seinen 16 x 16 Kästchen so aus, dass **alle** Hexadezimalzahlen von 0 bis F (also 0 bis 9 und A bis F) in jeder Reihe, jeder Spalte und in jedem Fach mit 4 x 4 Kästchen (markiert

durch die dickeren schwarzen Linien) **genau einmal** vorkommen. Einige Zahlen sind bereits eingetragen, was die Ausgangssituation des Rätsels bestimmt.

Wer das Rätsel löst - sprich die Zahlen in den grauen Kästchen herausfindet - kann wie jeden Monat einen Hauptpreis oder einen von drei Trostpreisen gewinnen!

### Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir einen **ELEKTOR-Gutschein** im Wert von 100 € und drei **ELEKTOR-Gutscheine** im Wert von je 50 €.

### Einsenden

Schicken Sie die Lösung (die Zahlen in den grauen Kästchen) per E-Mail, Fax oder Post an:

Elektor – Redaktion      Süsterfeldstr. 25      52072 Aachen  
Fax: 0241 / 88 909-77      E-Mail: hexadoku@elektor.de

Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!  
Einsendeschluss ist der 28. Februar 2011!

### Die Gewinner des Hexadokus aus dem Dezemberheft stehen fest!

Die richtige Lösung ist: 381F0.

Der Elektor-Gutschein über 100 € geht an: B. Horn aus Friedeburg.

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Christian Klems, Karin Menzel und Serge Sussel.

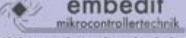
Herzlichen Glückwunsch!

	C	F	8		7		E								
1		B		A	6		7	0			5	3			F
			B		F	6		C	3	8		A			
	5		E					F	1		D		7		
4			C		0			A	D						1
	9		B		6		C	1	2		F				
7	1		E	8				5		0		2			
B	C	5		0	1		4	7	8		A				
	3		F	1	4		C	B		E	2		5		
5	A			6					E	F		D	0		
	1		7	5	9		D		F			8			
C		F	A		E		4						B		
F	7		O	E				C		B					
	3	4	C	2	D	1	A								
2	9	C		B	4		F	D		7			A		
				1		5			6	C	E				

2	8	E	3	D	C	7	1	A	4	9	0	B	F	5	6
B	5	D	9	0	6	8	F	C	7	3	1	E	A	4	2
6	A	0	1	9	4	E	5	2	8	F	B	3	C	7	D
C	4	7	F	B	3	2	A	5	6	D	E	8	9	1	0
9	3	6	C	E	0	A	B	4	2	1	5	7	D	F	8
0	F	8	7	4	2	1	D	3	E	6	A	C	B	9	5
D	2	5	4	6	7	F	3	9	C	B	8	A	0	E	1
E	1	A	B	C	8	5	9	D	F	0	7	6	3	2	4
3	B	C	A	2	E	4	8	7	9	5	6	0	1	D	F
8	6	4	2	A	1	B	0	F	D	E	C	9	5	3	7
5	7	1	E	F	9	D	6	0	3	A	2	4	8	C	B
F	0	9	D	7	5	3	C	B	1	8	4	2	E	6	A
1	E	F	6	5	A	C	4	8	0	7	9	D	2	B	3
4	9	3	8	1	F	0	2	6	B	C	D	5	7	A	E
A	D	2	0	3	B	9	7	E	5	4	F	1	6	8	C
7	C	B	5	8	D	6	E	1	A	2	3	F	4	0	9

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter der in der Unternehmensgruppe Elektor International Media B.V. zusammengeschlossenen Verlage und deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen.

Kontakt: Tel. 0511/61 65 95-0 – Fax 0511/61 65 95-55 – E-Mail: [service@id-medienservice.de](mailto:service@id-medienservice.de)

 <p>Entwicklung industrietauglicher Software und Hardware sowie Elektronik 03303/212166 oder <a href="http://www.jasys.de">www.jasys.de</a></p>	<p><b>Bausätze zu ELEKTOR</b> 1986 bis heute! Teilesätze, Platinen, programmierte Kontroller sowie Cds zu fast allen Elektor-Projekten vom Spezialist. Alle Elektor-Artikel zum Verlagspreis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leiterplattenfertigung (Onlinekalkulation)</li> <li>Bestückung SMD und konventionell</li> <li>Entwicklung/Layouterstellung</li> <li>LED-Anzeigensysteme</li> </ul>  <p><a href="http://www.thale-elektronik.de">www.thale-elektronik.de</a></p>	 <p><a href="http://www.antronic.de">www.antronic.de</a> ab 1 Stck. <b>ANT TRONIC</b> Leiterplatten zu TOP-Preisen!!</p>
 <p>Aktive, passive und mechanische Bauteile AVR Controller, Module und Prototype Boards. AT91SAM7 Controller, AT32UC3 Controller ATNGW100 nur 89,95€, AVRISP mkII nur 39,-€ Versand in Deutschland nur 3,95€, EU nur 8,90€ Embedit Mikrocontrollertechnik, Kleferweg 7, 36100 Petersberg Tel: 0561/2911047 Fax: 0661/2911048 <a href="http://shop.embedit.de">http://shop.embedit.de</a></p>	<p><b>Alles Spule!</b></p> <p>Wir liefern und fertigen: Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Spulenkörper, Isoliermaterial, Klebebander, Tränklacke, Übertrager, RFID-Spulen, Sensor- und Aktorspulen, Prototypen, Kleinserien, Serien, Ersatzteile und vieles mehr.</p>	<p><b>Geist Electronic- Versand GmbH</b> Tel.: 07720/36673 Fax: 07720/36905 Mail: <a href="mailto:info@geist-electronic.de">info@geist-electronic.de</a> <b>Shop:</b> <a href="http://www.geist-electronic.de">www.geist-electronic.de</a></p>	<p><b>VTS – ELEKTRONIK GbR</b> Preiswerter Leiterplatten Service <a href="mailto:info@vts-elektronik.de">info@vts-elektronik.de</a> <a href="http://www.vts-elektronik.de">www.vts-elektronik.de</a></p>
 <p><b>MM</b> Menting Mikroelektrik <a href="http://www.spulen.com">www.spulen.com</a></p>	<p><b>Laehn-Versand.de</b> schlanke Preise - fettes Angebot Schnellversand ohne Mindestumsatz Bauteile - Ersatzteile - Zubehör Fernbedienungen - Zeilenträfos HDTV DVB-T Sat Audio/Video Überwachungstechnik und vieles mehr. <a href="http://www.Laehn-Versand.de">www.Laehn-Versand.de</a></p>	<p><b>HEXWAX LTD</b> <a href="http://www.hexwax.com">www.hexwax.com</a> Treiberunabhängige USB-ICs von einem der Weltmarktführer  <ul style="list-style-type: none"> <li>USB-UART/SPI/I2C-Konverter • TEAleaf-USB</li> <li>Authentifizierungs-Dongles • expandIO-USB I/O-USB-Expander • USB-FileSys Flash-Drive mit SPI-Interface</li> <li>USB-DAQ Flash-basierter Datenlogger</li> </ul> </p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Oszilloskope <input checked="" type="checkbox"/> Netzgeräte <input checked="" type="checkbox"/> RF-Messtechnik <input checked="" type="checkbox"/> Systemgeräte</p> <p><b>Great Value in Test &amp; Measurement</b> <a href="http://www.hameg.com">www.hameg.com</a></p>
<p><b>EASYDAQ</b> </p> <p><a href="http://www.easydaq.biz">www.easydaq.biz</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stromversorgung via USB, 4 Relais + 4 Digital-I/O-Kanäle</li> <li>Schaltet 240 V AC @ 10 A</li> <li>LabVIEW, VB, VC, C#, Java</li> <li>Schraubanschlussklemmer</li> <li>Keine Versandkosten</li> </ul> <p>Entwicklung &amp; Lieferung von Relais-, Digital-I/O- und DAQ-Produkten für USB, Wireless, LAN, Internet &amp; Seriell <a href="http://info@easydaq.biz">info@easydaq.biz</a></p>	<p><b>Linear Audio</b> your tech audio resource 160 pages of tech audio articles Self, Linkwitz, Cordell, Pass a.o. <a href="http://www.linearaudio.net">www.linearaudio.net</a></p>	<p><b>mechapro</b> Unser Leistungsspektrum:  <ul style="list-style-type: none"> <li>Diverse Schrittmotoren</li> <li>ab Lager lieferbar</li> <li>Eigene Entwicklung von Schrittmotorenstufen in versch. Ausführungen</li> <li>Netzteile, Endschalter, geschirmte Kabel u.v.m.</li> </ul> <p>Kundenspezifische Lösungen entwickeln wir schnell und preiswert</p> <p>Fon: 0241/4091800 • Fax: 0241/4091803 <a href="http://www.mechapro.de">www.mechapro.de</a> • <a href="mailto:info@mechapro.de">info@mechapro.de</a></p> </p>	<p><b>Baugruppenbestückung</b> vom Prototypen bis zur Serie <b>FS-ELECTRONIC.de</b></p>
<p><b>H-TRONIC</b> Zukunftsweisende Ladetechnik, in Design, Qualität und Technologie <a href="http://www.h-tronic.de">www.h-tronic.de</a></p>	<p><b>ELCOMP Austria</b> Preisgünstige Bauteile zusätzlich über 3.500 Auslaufartikel zum Super-Sonderpreis <a href="http://www.elcomp.at">www.elcomp.at</a></p>	<p>Gravuren / Schilder / Frontblenden <a href="http://www.webgrav.de">www.webgrav.de</a></p>	<p>Die Buchung einer Anzeige beinhaltet einen kostenlosen Eintrag auf der Website von Elektor, inklusive eines Links zu Ihrer Seite.</p>
<p>Anzeigenschluss: 15. 02. 2011</p> <p>Erscheinungstermin: 16. 03. 2011</p>	<p><b>Kleiner Ingenieur</b> Bauelemente, Bücher &amp; Bastelideen für Kid's <a href="http://www.kleiner-ingenieur.com">www.kleiner-ingenieur.com</a></p>	<p><b>Roboter-Bausätze</b> mit AVR-Mikrocontrollern</p>  <p><b>NIBObee</b> + ATmega16 + ATtiny44</p> <p><b>NIBO 2</b> + ATmega128 + ATmega88</p> <p><a href="http://http://nibo.nicai-systems.de">http://nibo.nicai-systems.de</a></p>	<p>Reservieren Sie jetzt Ihre Jahresbuchung</p>

# www.elektor.de

# Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik  
in einem Shop!

Manfred Schwabl-Schmidt

## Systemprogrammierung II für AVR-Mikrocontroller

Callbacks, Fließkommafunktionen und BCD-Arithmetik



NEU!

Callbacks, Fließkommafunktionen und BCD-Arithmetik

### Systemprogrammierung II für AVR-Mikrocontroller

Mit jeder neuen Controllergeneration nimmt die Anzahl der bereitgestellten Interrupts zu. Eine Möglichkeit Interrupts zu organisieren, um dieser Zunahme Herr zu werden, nämlich der Einsatz von Callbacks und Callback Chains, wird im ersten Teil des Buches vorgestellt. Es folgt die Ergänzung und Erweiterung der Fließkommarithmetik aus dem ersten Buch der Reihe „Systemprogrammierung“ mit den wichtigsten mathematischen Funktionen. Die trigonometrischen Funktionen werden mit dem CORDIC-Verfahren berechnet, das bei dieser Gelegenheit ausführlich erläutert wird. Ein dritter großer Abschnitt ist der BCD-Arithmetik gewidmet. Es werden nicht nur alle Grundrechenarten implementiert, sondern auch alle Umwandlungen in das Binär- und das Dezimalsystem und zurück.

319 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-243-7 • € 42,00 • CHF 57,20



Topseller

Grundlagen – Reparatur – Modifikationen

### Gitarren-Röhrenverstärker

Obwohl subjektive Qualitätskriterien für „guten Sound“ rational kaum fassbar sind, sind die technischen Zusammenhänge eindeutig. Dieses Buch deckt diese Zusammenhänge in Theorie und Praxis auf. Es richtet sich an den technisch ambitionierten Musiker ebenso wie an denjenigen, der sich mit dieser außerordentlich interessanten Verstärkertechnik näher befassen möchte. Neben unverzichtbaren Funktionsbeschreibungen findet der Leser Anleitungen zur Fehlersuche und Instandsetzungstechnik.

253 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-241-3

€ 42,00 • CHF 57,20



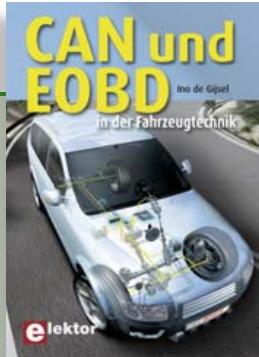
Statische Datenstrukturen –  
vom Bit zur mehrdimensionalen Tabelle

### AVR-Programmierung 2

Das zweite Buch der Reihe zur Programmierung von AVR-Mikrocontrollern ist den statischen Datenstrukturen gewidmet. Dazu zählen die ein- und zweidimensionalen Tabellen. Breiter Raum ist aber auch den Datenstrukturen mit Bits gegeben, die nicht nur auf klassische Weise zur Implementierung von Mengen, sondern sogar zur Realisierung von Methoden der Graphentheorie eingesetzt werden.

332 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-230-7

€ 46,00 • CHF 62,60



Professionelle Kfz-Fehlerdiagnose

## CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik

In diesem Buch werden Funktion und Aufbau des CAN-Protokolls sowohl im Hard- als auch im Software-Bereich ausführlich beschrieben. Dabei kommen die damit verbundenen Themen wie „Aufbau eines CAN-Berichtes“, „Prioritätsregelung“ und „physikalische Verbindung“ nicht zu kurz. Neben dem CAN-Bus ist EOBD-via-CAN ein vorherrschendes Thema. Wie funktioniert EOBD und welche diagnostischen Gegebenheiten sind mithilfe eines Diagnosetesters zugänglich?

275 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-242-0  
€ 39,00 • CHF 53,10



Konzeption – Realisation – Evaluation

## Der Entwurf von Röhrenverstärkern

Auch heute noch klingen Röhrenverstärker zweifellos phantastisch. Gegenwärtig verfügen wir über moderne Bauteile und Materialien, wie z.B. Ringkern-Ausgangsübertrager, hochwertige Widerstände, Kondensatoren und allerlei, die Übertragungseigenschaften nicht beeinflussende Drahtsorten. Dieses Buch behandelt nicht nur die Theorie, sondern richtet die Aufmerksamkeit auf die Entwurfsphase von Verstärkern, innerhalb derer die projektierten Eigenschaften und gestellten Anforderungen formuliert werden müssen.

187 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-237-6  
€ 38,00 • CHF 51,70

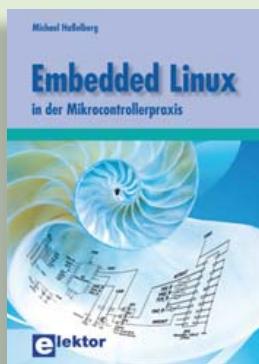


Schaltungsentwurf mit FPGA-Bausteinen

## Hardware-Design mit FPGA

Dieses Buch gibt eine kurze Einführung in die digitale Schaltungstechnik, mit dem Schwerpunkt auf den in FPGA-Bausteinen verwendeten Grundelementen. Danach werden die Randbedingungen und Effekte, die beim Entwurf digitaler Schaltungen auftreten können, beschrieben und schließlich die Grundelemente als HDL-Beschreibungen in den Sprachen VHDL und Verilog aufgeführt. Die Methodik zum Erstellen einer FPGA-Schaltung mit den Schritten Simulation, Verifikation und Implementierung werden ebenfalls erläutert.

274 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-209-3  
€ 42,00 • CHF 57,20



Linux goes Embedded

## Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik

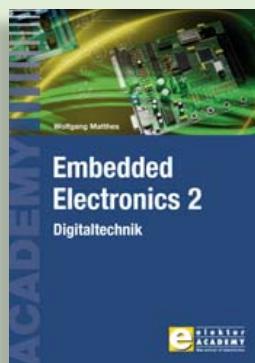
Linux auf dem Desktop – das ist heute leicht und einfach möglich. Embedded Linux ebenso, auch wenn es kompliziert erscheint. Dieses Buch gibt allen Interessierten Hilfestellung, die Linux auf einer Embedded-Plattform installieren und nutzen möchten. Das im Buch vorgestellte System arbeitet mit der Toshiba-ARM9-Familie.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-208-6  
€ 44,00 • CHF 59,90

Weitere Informationen  
zu unseren Produkten  
sowie das gesamte  
Verlagssortiment finden Sie  
auf der Elektor-Website:

**www.elektor.de**

**Elektor-Verlag GmbH**  
Süsterfeldstr. 25  
52072 Aachen  
Tel. +49 (0)241 88 909-0  
Fax +49 (0)241 88 909-77  
E-Mail: [bestellung@elektor.de](mailto:bestellung@elektor.de)



Der 2. Band der neuen Buchreihe

## Embedded Electronics 2

Die Bände dieser Reihe wenden sich an jene, die sich von A bis Z in die professionelle Schaltungs- und Systementwicklung einarbeiten wollen. Sie bieten, was Praktiker und Lernende brauchen: Eine Auffrischung und Vertiefung der Grundlagen, Anregungen zu eigenen Gedanken und Zugänge zu Einzelheiten, Querverbindungen und Spitzfindigkeiten. Dieser neue 2. Band befasst sich mit den theoretischen Grundlagen und den Grundschaltungen der Digitaltechnik.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-186-7  
€ 49,00 • CHF 66,70

**elektor**



NEU!

Mehr als 75 Stromversorgungs-Schaltungen

### The Power Supply Collection 1

Diese CD-ROM enthält mehr als 75 verschiedene Stromversorgungs-Selbstbauprojekte, die in den Jahren 2001-2005 in der Elektronik-Zeitschrift „Elektor“ erschienen sind. Aus dem Inhalt: „CuKonverter“ und andere Konverter, Hochspannungsnetzteil, digitales Netzgerät u. a.

ISBN 978-90-5381-265-5 • € 21,50 • CHF 29,30



Workshop als Live-DVD

### Hochfrequenztechnik

Veröffentlichungen zu HF-Technik in Fachzeitschriften setzen in vielen Fällen bereits Wissen voraus. Von daher wird erst durch die konkrete Kenntnis der Bedeutung der jeweiligen Begriffe die tatsächliche Beurteilung des Potenzials einer Antennenkonstruktion möglich. Man benötigt in der Funk- und Hochfrequenztechnik das Stehwellenverhältnis (SWR), die Welligkeit und eine Zahl weiterer Begriffe, welche mit diesen in einem mehr oder weniger engen Zusammenhang stehen. In diesem Workshop werden sie verständlich an praxisnahen Beispielen erklärt. Ganz nach dem Motto: Von der Praxis für die Praxis und trotzdem sachlich fundiert.

ISBN 978-3-89576-234-5 • € 29,80 • CHF 40,60



NEU!

### Netzer

(Elektor Dezember 2010)

Diese Schaltung ist rund um einen PIC 18-Controller aufgebaut, der mit einem integrierten Ethernet-Transceiver ausgestattet ist. Die frei erhältliche C-Softwarebibliothek zur Implementierung des TCP/IP-Stacks wurde noch um einige Funktionen erweitert. Außerdem gehört zu diesem Projekt noch ein µC-Webserver, der Zustände an den Pins signalisieren und ändern kann, womit sich über das Internet schalten und walten lässt. Darüber hinaus lässt sich das Modul aber auch als „Netzwerk-Modem“ für einen anderen Controller nutzen. Für fortgeschrittene User gibt's SPI-Kommunikation, PoE und mehr.

#### Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 100552-91 • € 59,95 • CHF 81,60



### Elektor-DSP-Radio

(Elektor Juli/August 2010)

Ein Weltempfänger ohne Abgleich? Digital Signal Processing (DSP) macht's möglich. Alle wesentlichen Funktionsgruppen befinden sich im DSP-Radiochip Si4735 auf einer Fläche von nur 3 mm x 3 mm. Dazu kommen ein Bedienteil mit LCD, ein Stereo-NF-Verstärker und die erforderlichen Schnittstellen, damit der Empfänger optional auch über den PC gesteuert werden kann.

#### Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 100126-91 • € 164,00 • CHF 223,10



### Digitales Multi-Effektgerät

(Elektor September 2010)

Mit dem richtigen Audioeffekt klingt jede Aufnahme einfach besser. Dass man Hall, Chorus, Flanger und vieles mehr digital erzeugen kann, ohne einen DSP auf dem Zahnfleisch programmieren zu müssen, beweisen wir mit diesem Gerät. Dieses Projekt ist rund um einen hochintegrierten Effekt-Chip aufgebaut und verfügt über ein intelligentes User-Interface mit LCD.

Bausatz mit allen Bauteilen, inkl. Platinen und progr. Controllern und EEPROM

Art.-Nr. 090835-71 • € 185,00 • CHF 251,60



### OBD2-Mini-Simulator für PWM/ISO/KWP2000

(Elektor Juni 2010)

Wer Hardware oder Software zur Kfz-Diagnose entwickeln oder testen möchte, benötigt eine OBD2-Signalquelle. Hier kommt unser OBD2-Mini-Simulator ins Spiel, der eine moderne Pkw-Motorsteuerung (ECU) emuliert und bis zu vier verschiedene OBD2-Protokolle bereitstellt. Der Simulator kann auch die Signale einer ausgelösten MIL mit Fehlerspeicher, Freeze-frame-Umgebung und einer einstellbaren Anzahl von Fehlercodes liefern.

Bausatz mit allen Bauteilen, inkl. Platine und progr. Controller

Art.-Nr. 080804-71 • € 99,95 • CHF 136,00

## Februar 2011 (Nr. 482)

+++ Das Lieferprogramm zu dieser Ausgabe finden Sie auf [www.elektor.de](http://www.elektor.de) +++

## Januar 2011 (Nr. 481)

Stimmenverzerrer	070859-41 ..... Progr. Controller	6,50
EKG drahtlos	080805-1 ..... Platine	9,95
Nixie-Thermometer	090784-1 ..... Platine	13,95
	090784-41 ..... Progr. Controller AT89C2051/24PU	9,95
Motherboard für Arduino Nano	100396-1 ..... Platine	19,95
Kopfhörerverstärker mit Standard-Bauteilen	100500-71 ..... Gehäuse „ProjectCase“	17,80
	100701-1 ..... Platine	9,95
ATM18-Lehrplatine	100742-1 ..... Platine	29,95
<b>Dezember 2010 (Nr. 480)</b>		
ARM-Fernbedienung	080632-91 ..... ECRM40-Modul (bestückt und getestet)	44,50
Heizungs-Wärmemesser	090328-41 ..... Progr. Controller ATmega328-20AU (TQFP32-08)	12,95
Fan-Flash	100127-1 ..... Platine	4,95
	100127-41 ..... Progr. Controller ATtiny2313	9,95
Netzer	100552-91 ..... Bestückte und getestete Platine	59,95
Drehzahlregler für kleinen Gleichstrommotor	100571-41 ..... Progr. Controller ATtiny44-20PU	9,95
Modulare LED-Laufschrift	100664-41 ..... Progr. Controller MC9S08SH32CWL	9,95
<b>November 2010 (Nr. 479)</b>		
O2-Messgerät mit Minimod18	090773-91 ..... SMD-bestückte Platine inkl. vorprogr. Controller mit Bootloader	62,95
Flugschreiber	071035-91 ..... SMD-bestückte Platine (ATM18-Controllermodul)	12,50
	090773-91 ..... SMD-bestückte Platine inkl. vorprogr. Controller mit Bootloader	62,95
	100653-1 ..... Platine	15,00
Der 5532-Power-OpAmplifier	100124-1 ..... Verstärkerplatine (ein Kanal)	24,95
	100124-2 ..... Stromversorgungsplatine	19,95
<b>Oktober 2010 (Nr. 478)</b>		
Intervalometer für Fotoapparate	081184-41 ..... Progr. Controller PIC16F886-I/SP (SPDIP28)	9,95
CL-3, das digitale Zahlenschloss	100026-41 ..... Progr. Controller ATtiny2313-20PU	9,95
Wheelie Geartooth-Sensor	100479-71 ..... Upgrade-Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Auswerteplatine und zwei Sensorplatinen	115,95
<b>September 2010 (Nr. 477)</b>		
AirControl – Bestimmung von Wolkenhöhen	090329-41 ..... Progr. Controller	15,00
	090329-91 ..... Bestückte Platine ohne Gehäuse (Produktlistung nur bei ausreichendem Interesse)	www.elektor.de
Bildverarbeitung mit kleinem Controller	090334-1 ..... Platine	24,95
	090334-41 ..... Progr. Controller PIC16F690-I/P	9,95
Digitales Multi-Effektgerät	090835-31 ..... Progr. EEPROM 24LC32	5,00
	090835-41 ..... Progr. Controller ATmega8-16PU	9,95
	090835-42 ..... Progr. Controller ATtiny2313-20PU	9,95
	090835-71 ..... Bausatz inkl. Platinen und progr. Controllern/EEPROM	185,00

# Bestseller

Bücher
1 <b>Gitarren-Röhrenverstärker</b> ISBN 978-3-89576-241-3 ..... € 42,00 ..... CHF 57,20
2 <b>Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik</b> ISBN 978-3-89576-208-6 ..... € 44,00 ..... CHF 59,90
3 <b>CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik</b> ISBN 978-3-89576-242-0 ..... € 39,00 ..... CHF 53,10
4 <b>AVR-Programmierung 2</b> ISBN 978-3-89576-230-7 ..... € 46,00 ..... CHF 62,60
5 <b>Embedded Electronics 2</b> ISBN 978-3-89576-186-7 ..... € 49,00 ..... CHF 66,70
CD- & DVD-ROMs
1 <b>The Power Supply Collection 1</b> ISBN 978-90-5381-265-5 ..... € 21,50 ..... CHF 29,30
2 <b>Workshop-DVD Röhren 2</b> ISBN 978-3-89576-235-2 ..... € 29,80 ..... CHF 40,60
3 <b>Elektor-DVD 2009</b> ISBN 978-90-5381-251-8 ..... € 27,50 ..... CHF 37,40
4 <b>The Audio Collection 3</b> ISBN 978-90-5381-263-1 ..... € 21,50 ..... CHF 29,30
5 <b>Workshop-DVD HF-Technik</b> ISBN 978-3-89576-234-5 ..... € 29,80 ..... CHF 40,60
Bausätze & Module
1 <b>Netzer</b> Art.-Nr. 100552-91 ..... € 59,95 ..... CHF 81,60
2 <b>Bluetooth für OBD-2-Analyser NG</b> Art.-Nr. 090918-71 ..... € 29,95 ..... CHF 40,80
3 <b>Geschaltetes Labornetzteil</b> Art.-Nr. 090786-71 ..... € 71,50 ..... CHF 97,30
4 <b>Elektor-DSP-Radio</b> Art.-Nr. 100126-91 ..... € 164,00 ... CHF 223,10
5 <b>Digitales Multi-Effektgerät</b> Art.-Nr. 090835-71 ..... € 185,00 ... CHF 251,60

Bestellen Sie jetzt einfach und bequem online unter [www.elektor.de/shop](http://www.elektor.de/shop) oder mit der portofreien Bestellkarte am Heftende!

# Elektor

Elektor-Verlag GmbH  
Süsterfeldstr. 25, 52072 Aachen  
Tel. +49 (0)241 88 909-0  
Fax +49 (0)241 88 909-77  
E-Mail: [bestellung@elektor.de](mailto:bestellung@elektor.de)



### GPS-basierter Sat-Finder

Wer regelmäßig eine Satellitenschüssel neu ausrichten muss (zum Beispiel, wenn ein Camper oder ein Boot damit ausgestattet ist), steht immer vor dem Problem, die jeweilige Satellitenposition zu ermitteln. Der GPS-basierte Sat-Finder verfügt über eine Datenbank mit den beliebtesten TV-Satelliten und ermittelt mit Hilfe der GPS-Standortdaten alles, was man zum Ausrichten der Antenne auf den Satelliten braucht: die Richtung (Azimut) und den Winkel (Elevation). Die Schaltung besteht aus wenig mehr als einem GPS-Empfänger-Modul, einem ATmega8-Mikrocontroller und einem LCD. Sehr praktisch für Ihren nächsten (Boots-/Wohnmobil-)Urlaub!



### RGB-Licht-Pendel mit Touch-Display

Sie haben sie im letzten Jahr zu Weihnachten bestimmt irgendwo gesehen: Lichtschlangen mit wandernden Lichtimpulsen, die sich auf ihrem Weg auch noch farblich verändern. Mit diesem Projekt können Sie nicht nur diesen Effekt erzeugen, sondern auch noch über einen kleinen Touchscreen perfekt steuern und zwischen verschiedenen Effektprogrammen wählen. Ein Farbsensor ermöglicht es sogar, die Schaltung mit farbigen Karten und Objekten zu beeinflussen. Alles in allem ein sehr buntes ATM8-Projekt!



### Drahtlose Telemetrie für den ElektorWheelie

Für den ElektorWheelie, den beliebten selbstbalancierenden einachsigen Elektroroller, wurde eine Telemetrieslösung entwickelt. Über Funkmodule werden während der Fahrt Sensordaten der Wheelie-Elektronik an einen PC oder Notebook übertragen (wie Batteriespannung, Drehzahl, Leistung pro Motor und Neigung). Die Daten lassen sich visualisieren und aufzeichnen, so dass Sie gute Anhaltspunkte dafür bekommen, wie sich Ihr Wheelie verhält und wie sie ihn noch tunen können.



Elektor März erscheint am 16.02.2011.

Elektor gibt es im Bahnhofsbuchhandel, Elektronik-Fachhandel, an ausgewählten Kiosken und garantiert beim Presse-Fachhändler. Ein Verzeichnis finden Sie unter [www.blauerglobus.de](http://www.blauerglobus.de). Sie können Elektor auch direkt bei [www.elektor.de](http://www.elektor.de) bestellen.

Änderungen vorbehalten!



**Abo-Service:** Marleen Brouwer  
E-Mail: [abo@elektor.de](mailto:abo@elektor.de)

**Bestellannahme und Bestellservice:** Peter Custers  
E-Mail: [bestellung@elektor.de](mailto:bestellung@elektor.de)  
Tel. +49 241 88 909-66

#### Geschäftszeiten

Montag – Donnerstag von 08:30 bis 17:00 Uhr

Freitag von 08:30 bis 12:30 Uhr

Tel. +49 241 88 909-0

Fax +49 241 88 909-77

Unser Kundenservice berät Sie bei allen Fragen zu Bestellungen, Lieferterminen und Abonnements. Änderungen, Reklamationen oder besondere Wünsche (wie z. B. Geschenkabonnement) richten Sie ebenfalls an den Kundenservice. Vergessen Sie bitte nicht, Ihre Kundennummer anzugeben – falls vorhanden.

#### Einzelheft

Deutschland  
Österreich, Belgien, Luxemburg  
Schweiz

€ 7,40  
€ 8,20  
CHF 14,30

#### Studentenabo-PLUS

Deutschland  
Österreich  
Schweiz

€ 79,50  
€ 85,10  
CHF 158,20

#### Jahresabonnement-Standard

Deutschland  
Österreich, Belgien, Luxemburg  
Schweiz  
Andere Länder

€ 77,50  
€ 84,50  
CHF 149,00  
€ 102,50

#### Upgrade zum Abo-PLUS

Alle Länder  
Schweiz

€ 17,50  
CHF 39,00

#### Jahresabonnement-PLUS

Deutschland  
Österreich, Belgien, Luxemburg  
Schweiz  
Andere Länder

€ 95,00  
€ 102,00  
CHF 188,00  
€ 120,00

Jahres- und Studentenabonnements (11 Hefte) dauern immer 1 Jahr und verlängern sich automatisch um weitere 12 Monate, wenn nicht spätestens 2 Monate vor Ablauf schriftlich gekündigt wird.

#### Probeabonnement

Deutschland  
Österreich, Belgien, Luxemburg  
Schweiz  
Andere Länder (zzgl. Porto)

€ 14,90  
€ 14,90  
CHF 25,75  
€ 14,90

#### Bankverbindungen

Commerzbank Aachen  
Konto 1 201 102 (BLZ 390 400 13)  
IBAN: DE89 3904 0013 0120 1102 00  
BIC: COBADEFFXXX

#### Postgiro Köln

Konto 229 744-507 (BLZ 370 100 50)  
IBAN: DE17 3701 0050 0229 7445 07  
BIC: PBNKDEFF

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

# Ja, ich möchte Elektor im Jahresabonnement

(11 Hefte / inkl. Doppelheft Juli/August) pünktlich und zuverlässig frei Haus beziehen\*. Im Vergleich zum Einzelheftkauf am Kiosk sparte ich beim Standard-Abonnement € 10,00 (bei der PLUS-Variante sogar € 25,00). Als Dankeschön erhalte ich das Elektor-Buch "Software Defined Radio" (sofort nach Zahlung der Abonnementsrechnung) gratis zugeschickt.

Bitte wählen Sie Ihr Jahresabonnement aus:

**Jahresabonnement-Standard für nur € 77,50**

**Jahresabonnement-PLUS (inkl. Jahrgangs-DVD 2010 \*\* + exklusiver Online-Zugang zu Elektor-Plus.de) für nur € 95,00**

**TIPP**

Zahlungsweise  Rechnung  Bankinzug (gilt nur für D)

Bank  Konto  BLZ

Datum, Unterschrift

## Ja, ich möchte Elektor kennenlernen!

Ich erhalte die nächsten 3 Ausgaben für nur € 14,90 pünktlich und zuverlässig frei Haus. \*

Wenn Sie innerhalb von 1 Woche nach Erhalt der dritten Ausgabe nichts von mir hören, möchte ich Elektor im Jahresabonnement für nur € 77,50 weiter beziehen.



02/2011

# Elektor-Bestellkarte 02/2011

Ich bestelle folgende Elektor-Produkte:

Bezeichnung	Preis	Anzahl	Gesamtpreis
Systemprogrammierung II für AVR-Mikrocontroller	NEU € 42,00		
Gitarren-Röhrenverstärker	NEU € 42,00		
The Power Supply Collection 1	NEU € 21,50		

CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik	€ 39,00
Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik	€ 44,00
AVR-Programmierung 2	€ 46,00
Der Entwurf von Röhrenverstärkern	€ 38,00

Elektor-Gesamtkatalog	zzgl. Porto- und Versandkosten	€ 5,00
	Gesamtbetrag	€

~~Personal Download for Alermatt I © Elektor~~

Zahlungsweise  Rechnung  Bankinzug (gilt nur für D)

Bank  Konto  BLZ

Datum:  Unterschrift:

Tragen Sie bitte Ihre Anschrift auf der Rückseite ein!

Datum, Unterschrift

\*Dieses Angebot gilt nur, wenn Sie während der letzten 12 Monate noch nicht Abonnent waren.



Diesen Streifen an den unteren Streifen kleben!

Diesen Streifen an den oberen Streifen kleben!





# Von den Machern von Elektor!

**Elektor** **SPECIAL PROJECT**

**ONLINE-SERVICE**

# Mikrocontroller 5

## Embedded Systems in der Praxis

11005  
(D) 16,90 €  
(A) 18,50 €  
CHF 28,90  
(L) 18,50 €  
(B) 18,50 €

**High-End Audioprojekt**  
CD-Player und D/A-Wandler  
für S/PDIF und USB

**Blockbuster**  
Grafisches Programmiersystem  
für PIC

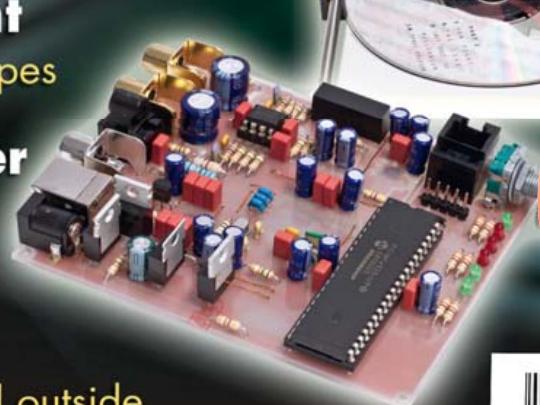
**Referenz-Design**  
Low Power Schaltung

**Marktübersicht**  
Mixed Signal Scopes

**Mikrocontroller im FPGA**  
NIOS im Cyclone

**Intels Neuer**  
Atom E6xx in- und outside

**ONLINE-SERVICE**  
Die Website zum Heft mit zusätzlichen Infos,  
Software, Videos und weiteren Applikationen



Oder frei Haus unter [www.elektor.de](http://www.elektor.de) bestellen!

## **Stromzange UT 202A AC**

**Preiswerte AC-Stromzange bis 600 A für den Einstiegsbereich mit manueller Bereichswahl.**

**Klemmdurchmesser: 28 mm**

**Display: 3½-stellig 1.999 (36 x 18 mm)**

- Spannung DC: 200-600 mV
- Spannung AC: 600 V
- Strom AC: 20-600 A
- Widerstand: 200 WΩ / 2/20/200 kΩ / 2/20 MΩ
- Temperatur: -40-1000°C



**UT 202A**

**19.95** **UNI-T**

## **Stromzange UT 203 DC/AC**

**AC/DC-Stromzange bis 400 A mit 28 mm Klemmen-Ø**

**3½-stelliges Display 3.999 (36 x 18 mm)**

**Umschaltbare Bereichswahl: manuell / Autorange**

**CAT. II 600 V, CAT III 300 V**

- Spannung DC: 400 mV-600 V
- Spannung AC: 4 - 600 V
- Strom DC: 40-400 A
- Strom AC: 40-400 A
- Widerstand: 400Ω / 4/40/400kΩ / 4/40MΩ
- Frequenz: 10Hz - 1MHz, FDuty Cycle: 0,1% - 99,9%

**UT 203**

**38.95** **UNI-T**



**Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!**

### **LSA-Plus-Anschlussleisten**

- LSA-Plus-Anschlussleisten
- 4-fach-Printausführung



**LSA-PCB 4**  
**LSA-PCB 8**

**4-pol**  
**8-pol**

**0.52**  
**0.95**

### **KRONE LSA-Einlegewerkzeug**

- Anlegewerkzeug zum Anschließen der Adern für Leiterdurchmesser 0,4 - 0,8 mm
- Mit integriertem Sensor für Aderendlage-Abtastung



**29.95**



**KRONE**

### **Mini-Patchpanel**

- Metallgehäuse, vollgeschirmte RJ45-Buchsen, 8 pol LSA Schneidklemm.
- Erfüllt alle Anforderungen der neuen Klasse E nach ISO/IEC 11801, EN50172



**PATCHPANEL 8-6SW** **14.95**

### **Cat.7-Verlegekabel S/FTP PiMF**

- S/FTP UC900 HS23 (AWG23), DRAKA
- Folienpaarschirm und Geflechtgesamtschirm
- PiMF: paarig in Metallfolie



**4x2 AWG23-50D**  
**4x2 AWG23-100D**  
**4x2 AWG23-250D** **40.95**  
**50 m-Ring**  
**100 m-Ring** **79.60**  
**250 m-Ring** **177.95**

### **LSA-Plus Profil-Verbindungsleiste 10DA**

- ADC Krone, Baireihe 2 LSA Profil®
- Befestigung über Montagebügel oder Rundstabauflnahmen
- L: 128 x B: 22 x T: 31 mm



**5.95**

**LSA VE10**  
**LSA VE10TR**  
**LSA VE-HUT**  
**LSA VE-SCHILD 10**  
**LSA VE-TR1 RT**

ohne Trennmöglichkeit  
mit Trennmöglichkeit  
Adapter für Hutschiene  
Klapbarer Schilderrahmen  
Trennstecker 1DA, rot

**7.85**  
**2.10**  
**2.15**  
**0.55**



**KRONE**

### **Miniverteilerkasten**

- Kunststoffgehäuse aus ABS zur Aufnahme von LSA-Profil-Leisten. (Baireihe 2) über die integrierte Rundstabaunahme.

**/// ADC**  
**KRONE**

**LSA MV 30DA**  
**LSA MV 100DA**

190 x 125 x 85 mm / max. 30 DA  
320 x 210 x 80 mm / max. 100 DA

**9.20**  
**15.95**



### **Cat.6-Patchpanel, vollgeschirmt**

- für RJ45 - Category 6, 250 MHz, geeignet für Gigabit Ethernet (1000 Base T) vollgeschirmtes Gehäuse mit LSA Schneid-Klemm-Technik
- 24-Port, einseitig 1 HE



**PATCHPANEL 6-24** **32.95**

### **Verbindungsmodul Cat.6-Verbinde**

- für geschirmte und ungeschirmte Installationskabel
- Kabelenden werden mittels LSA-Schneidklemmen angeschlossen
- Cat.7 bis 600 MHz
- 84 x 37 x 20 mm



**2.95**

### **Switching-Hub, 10/100 Mbit/s**

- Desktop Ausführung



**D-LINK DGS-1005D** **5 Ports** **26.95**  
**D-LINK DGS-1008D** **8 Ports** **40.00**  
**D-LINK DGS-1016D** **16 Ports (19")** **149.95**  
**D-LINK DGS-1024D** **24 Ports (19")** **210.50**



**D-Link**  
Building Networks For People

### **RJ45-Anschlussdosen, vollgeschirmt**

- 200 MHz, Cat.6 - 4 Paare nach ISO/IEC 11801
- 300 MHz-Übertragung auf den Paaren 1-2 / 7-8 möglich
- mit LSA-Schneid-Klemm-Leiste
- inkl. Aufputzrahmen



**4.90**

Grenzen überschreiten und neue Maßstäbe setzen – das gilt nicht nur für unser Produktpotential, sondern auch einmal mehr für unsere Logistik.

## **Mindestbestellwert gesenkt!**

Für Aufträge aus Deutschland, den EU-Ländern und der Schweiz beträgt der Mindestbestellwert jetzt nur noch 10,00 €.

Weitere Informationen unter:  
<http://versandkosten.reichelt.de>

### **Kabeltester- und prüfer**

- für alle verdrahteten Kabelstecker, einschließlich: Netzwerk, Koax, Telefon, Audio, Sicherheit.
- Testet auf Verdrahtungsfehler wie Verpolung, Split Pairs, Unterbrechungen und Kurzschlüsse
- Tongenerator zum Auffinden der Kabelführung
- Anschlüsse für Telefon (RJ11), Netzwerk (RJ45), Koax (F-Connector)
- bis zu 20 Kabelendstellen gleichzeitig können identifiziert und markiert werden
- Bruchsicheres Gehäuse



**TESTIFIER TP350**

**88.95**