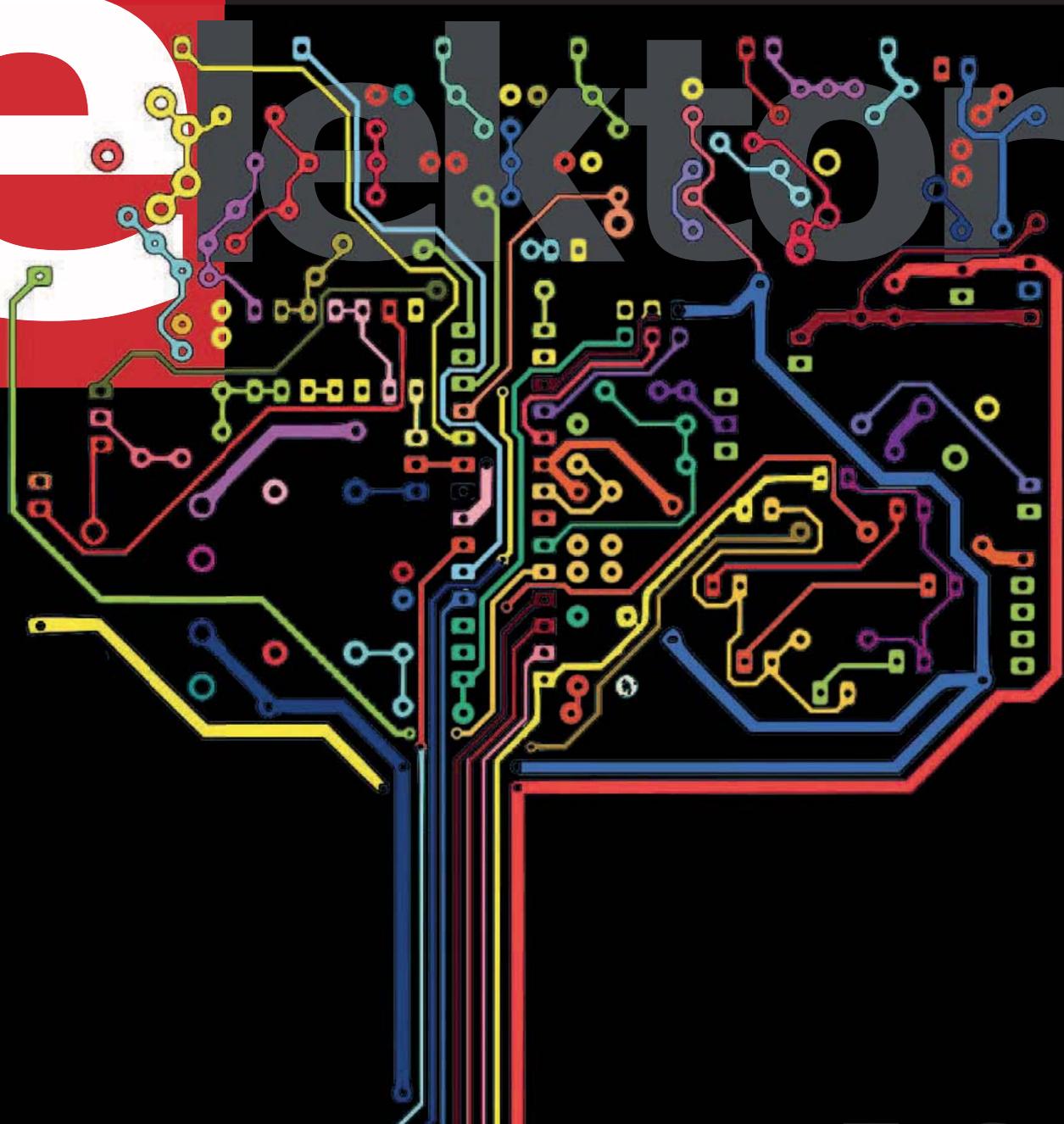


# Elektor



Messen  
Schaltungen

Entwürfe

Projekte

Testen Ideen

# ALLNET ALL5002 Serie

## Hardware-Entwickler aufgepasst !



Mit dem neuen CPU-Modul ALL5002 lassen sich eine Vielzahl von Lösungen realisieren, die Netzwerkzugriff (über Ethernet oder W-Lan) erfordern

### Lösungsbeispiele:

- Maschinensteuerungen
- Gebäude-automation
- autonome Meßeinrichtungen
- Sicherheitstechnik
- Robotik
- Fördertechnik
- Lichtsteuerung uvm.

### Features:

- CPU: Ralink 3352, 400 MHz (MIPS)
- FLASH: 32 MB
- RAM: 64 MB
- 300Mbit WLAN 2T2R
- 8x nutzbare GPIO-Pins
- 1x SPI
- 1x JTAG
- 1x I2C
- 1x USB-Host-Port
- 2x U.FL Buchse für externe WLAN Antennen
- 1x LAN-Anschluss 10/100 Mbit

### WEITERE TECHNISCHE DATEN

- Modul-Größe: 65 x 21 mm
- Stromversorgung 5 Volt
- Einbaulage: beliebig
- Pfostenstecker-Stiftabstand 1.27 mm einreihig
- 2x 20 Pins
- 1x serielle Schnittstelle (Console)



# 39€

Art. Nr.: 92551

Je nachdem, ob man gerade oder gewinkelte Stiftleisten einsetzt, kann man das Modul liegend oder stehend bestücken. Alle wichtigen Signale liegen auf der ersten Stiftleiste 1...20, das Modul kann auch nur mit dieser einen Stiftleiste betrieben werden.

ALL5002EVAL Evaluationboard  
incl. CPU-Modul & Zubehör

# 109€

Art. Nr.: 92765



### Sockel 1

- Pin 01: GND
- Pin 02: GND
- Pin 03: +5V
- Pin 04: +5V
- Pin 05: LAN  
(to Pin 1 of RJ45 connector)
- Pin 06: LAN  
(to Pin 2 of RJ45 connector)
- Pin 07: LAN  
(to Pin 3 of RJ45 connector)
- Pin 08: LAN  
(to Pin 6 of RJ45 connector)
- Pin 09: RS232 TX
- Pin 10: RS232 RX
- Pin 11: USB +
- Pin 12: USB -
- Pin 13: GPIO 0
- Pin 14: GPIO 1
- Pin 15: GPIO 2
- Pin 16: GPIO 3
- Pin 17: GPIO 4
- Pin 18: GPIO 5
- Pin 19: GPIO 6
- Pin 20: GPIO 7

### Sockel 2

- Pin 21: GND
- Pin 22: GND
- Pin 23: SPI MISO
- Pin 24: SPI MOSI
- Pin 25: SPI CLOCK
- Pin 26: SPI CS0
- Pin 27: SPI CS1
- Pin 28: GND
- Pin 29: I2C CLK
- Pin 30: I2C DATA
- Pin 31: GND
- Pin 32: 2nd UART TX
- Pin 33: 2nd UART RX
- Pin 34: GND
- Pin 35: JTAG /TRST
- Pin 36: JTAG TCLK
- Pin 37: JTAG TMS
- Pin 38: JTAG TDI
- Pin 39: JTAG TDO
- Pin 40: /RESET (Pad E13)



# 2012. Ein olympisches Jahr

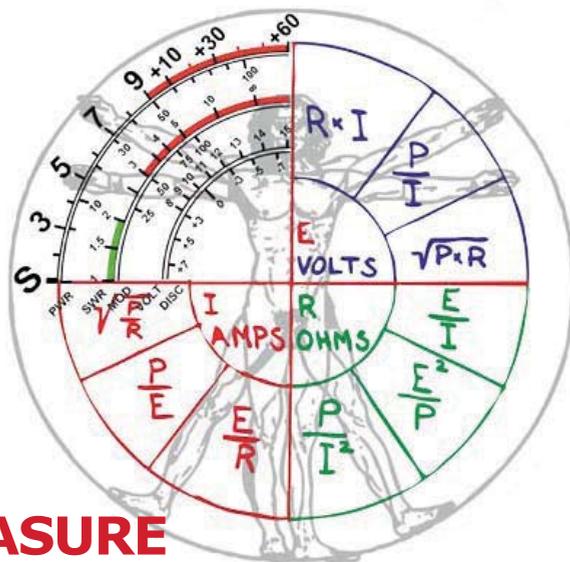


## Dabei sein ist alles!

Der Geist der Olympischen Spiele besteht in der Annäherung der Völker. Wir vereinigen schon jetzt alle Architekturen unter den Compilern für **mikroC™**, **mikroBasic™** und **mikroPascal™**. Trotz der unvermeidlichen Unterschiede erlaubt die Fortschrittlichkeit unserer Compiler-Philosophie eine einzige IDE und die gleichen Libraries.

## SHARE

- 126 Zwei-Transistor-Audion
- 128 Flipper-Zählwerk - zweite Folge!
- 130 Reiherschreck
- 132 Tiny-Kompass
- 134 Laserprojektion mit Arduino
- 136 Intelligenter LED-Dimmer
- 138 Mini-Stroboskop



## EXTRA

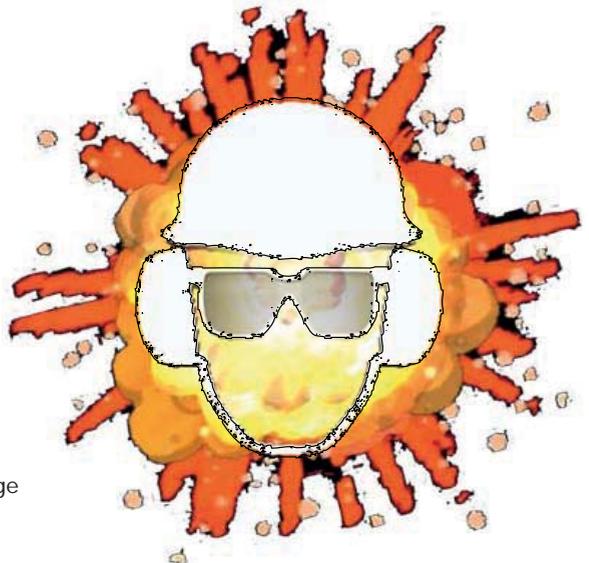
- 10 Mitmachen lohnt sich!
- 12 Das Renesas-RL78-Ökosystem
- 14 Schwimmstreckenmesser
- 60 Elektroniker im Labyrinth!
- 120 Arduino auf Kurs (1a)
- 140 Bauelemente-Tipp
- 142 GUM-Penta-Hexadoku
- 146 Vorschau

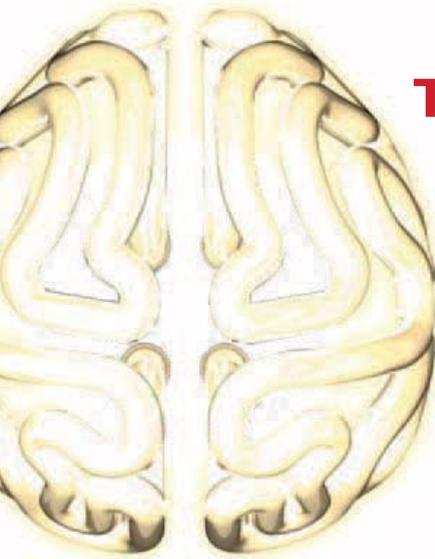
## MEASURE

- 92 Betriebsstundenzähler mit Ausleseinheit
- 96 USB-Strom-Monitor
- 98 Netzbetrieb für Rauchmelder
- 100 Pico-Amperemeter
- 102 Messverstärker mit Abschwächer
- 106 Pt100-Simulator
- 108 Schnell steuern über USB
- 112 E-Smog-Detektor

## TEST

- 76 Die Batterie genau im Blick
- 80 RJ45-Kabeltester
- 82 AVR-Multi-Tool
- 86 MOSFET-Schalter
- 87 Spannungsinverter mit 555
- 89 Sparsame 7-Segment-Anzeige



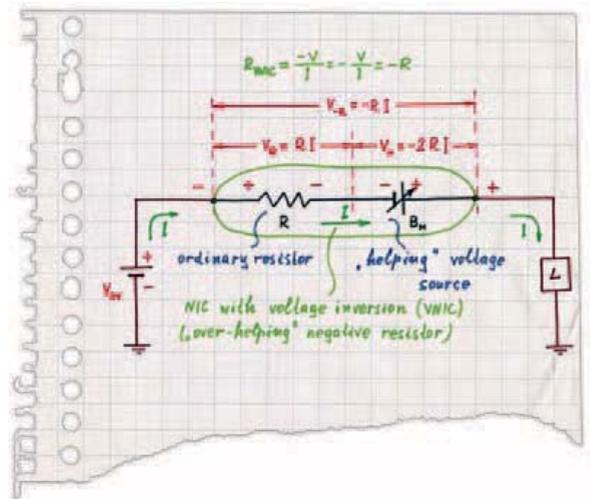


## THINK UP

- 24 LEDs statt Glühlampen!
- 26 OpAmp-Bastelplatine in SMD
- 28 Softstart
- 29 Strickreihenzähler
- 32 Mikrofon mit Phantomspeisung
- 36 Tönende LEDs
- 38 ATtiny wireless
- 40 GoldCap-Fahrradrücklicht
- 42 Goodbye Standby
- 46 Nullstromschalter für induktive Lasten
- 48 LED-LDR-Ringoszillator

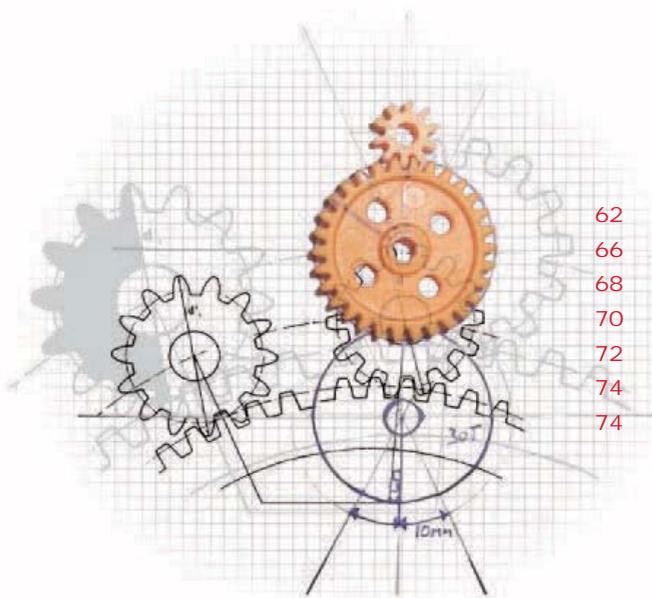
## DESIGN

- 50 Einer geht noch
- 51 LC-Oszillator mit Poti abstimmen
- 52 FET-Strahlungsmesser
- 54 USB-Audioverstärker
- 56 Grüne Solarlampe
- 56 Power-LED-Treiber
- 58 Kurzschluss-Schutz für Lautsprecher



## MAKE

- 62 Ein- und ausschalten in 16 Varianten
- 66 Flugzeugbeleuchtung
- 68 LCD @ Arduino
- 70 LED-Stripe-Controller
- 72 TV-Ton aus!
- 74 Akku-Erfrischer
- 74 1-Transistor-Spannungswandler



## T

Chefredakteur:	Jens Nickel (v.i.S.d.P.) (redaktion@elektor.de)
Ständige Mitarbeiter:	Dr. Thomas Scherer, Christopher Rausch
Internationale Redaktion:	Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Eduardo Corral, Wisse Hettinga, Denis Meyer, Clemens Valens
Elektor-Labor:	Thijs Beckers, Ton Giesberts, Luc Lemmens, Raymond Vermeulen, Jan Visser
Herausgeber:	Don Akkermans
Grafik & Layout:	Giel Dols, Mart Schroijen

## N



## I T

 **Großbritannien**  
Wisse Hettinga  
+31 46 4389428  
w.hettinga@elektor.com

 **USA**  
Hugo Vanhaecke  
+1 860-875-2199  
h.vanhaecke@elektor.com

 **Deutschland**  
Ferdinand te Walvaart  
+49 241 88 909-0  
f.tewalvaart@elektor.de

 **Frankreich**  
Denis Meyer  
+31 46 4389435  
d.meyer@elektor.fr

 **Niederlande**  
Harry Baggen  
+31 46 4389429  
h.baggen@elektor.nl

 **Spanien**  
Eduardo Corral  
+34 91 101 93 95  
e.corral@elektor.es

 **Italien**  
Maurizio del Corso  
+39 2 66504755  
m.delcorso@inware.it

 **Schweden**  
Wisse Hettinga  
+31 46 4389428  
w.hettinga@elektor.com

 **Brasilien**  
João Martins  
+55 11 4195 0363  
joao.martins@editorialbolina.com

 **Portugal**  
João Martins  
+351 21413-1600  
joao.martins@editorialbolina.com

 **Indien**  
Sunil D. Malekar  
+91 9833168815  
ts@elektor.in

 **Russland**  
Nataliya Melnikova  
+7 (965) 395 33 36  
Elektor.Russia@gmail.com

 **Türkei**  
Zeynep Köksal  
+90 532 277 48 26  
zkoksal@beti.com.tr

 **Südafrika**  
Johan Dijk  
+27 78 2330 694 / +31 6 109 31 926  
J.Dijk@elektor.com

 **China**  
Cees Baay  
+86 21 6445 2811  
CeesBaay@gmail.com

**IMPRESSUM**

43. Jahrgang, Nr. 499/500 Juli & August 2012  
Erscheinungsweise: 11 x jährlich (inkl. Doppelheft Juli/August)

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 zu richten.

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditzgen  
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. 42 ab 01.01.2012

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

274289

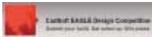
Mitglieder in

83

Ländern...

## Noch kein Mitglied?

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

	ALLNET <a href="http://www.allnet.de">www.allnet.de</a> . . . . . 2		MikroElektronika <a href="http://www.mikroe.com">www.mikroe.com</a> . . . . . 3, 9
	Beta Layout <a href="http://www.pcb-pool.com">www.pcb-pool.com</a> . . . . . 45		Peak <a href="http://www.peak-system.com">www.peak-system.com</a> . . . . . 101
	Cadsoft <a href="http://www.element14.com/eagle-competition">www.element14.com/eagle-competition</a> . . . . . 37		Pico <a href="http://www.picotech.com/PS153">www.picotech.com/PS153</a> . . . . . 13
	Eurocircuits <a href="http://www.elektorpcbsevice.com">www.elektorpcbsevice.com</a> . . . . . 105		Reichelt <a href="http://www.reichelt.de">www.reichelt.de</a> . . . . . 35
	Hameg <a href="http://www.hameg.com">www.hameg.com</a> . . . . . 85		Renesas Contest <a href="http://www.circuitcellar.com/RenesasRL78Challenge">www.circuitcellar.com/RenesasRL78Challenge</a> . . . . . 79
	Jackaltac <a href="http://www.jackaltac.com">www.jackaltac.com</a> . . . . . 125		Renesas Electronics <a href="http://www.renesas.eu">www.renesas.eu</a> . . . . . 53
	LeitOn <a href="http://www.leiton.de">www.leiton.de</a> . . . . . 85		Schaeffer AG <a href="http://www.schaeffer-ag.de">www.schaeffer-ag.de</a> . . . . . 107
	Linx Technologies <a href="http://www.linxtechnologies.com">www.linxtechnologies.com</a> . . . . . 148		Segor Electronics <a href="http://www.segor.de">www.segor.de</a> . . . . . 71
	Microchip <a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a> . . . . . 49		Würth Elektronik <a href="http://www.we-online.de/WE-LHMI">www.we-online.de/WE-LHMI</a> . . . . . 101

## Sie möchten Partner werden?

Kontaktieren Sie uns bitte unter  
[service@id-medienservice.de](mailto:service@id-medienservice.de) (Tel. 0511/616595-0).

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.



© 2012 elektor international media b.v.  
Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)  
ISSN 0932-5468



## IN AN

Die Juli/August-Doppelausgabe, die Sie gerade in den Händen halten, ist gleich im doppelten Sinne etwas ganz Besonderes. Wir – die Entwickler im Labor, die Redakteure und die Kollegen in der Grafik – haben diesmal besonders auf die Praxistauglichkeit der Projekte geachtet. Wohl noch nie gab es eine Elektor, die so viele Platinenentwürfe und Stücklisten enthielt! Etliche der kleineren Schaltungen wurden auf Elex-Experimentierplatinen aufgebaut, auch hier finden Sie Stücklisten und Bestückungspläne im Heft. Platinen, Elex-Boards und programmierte Mikrocontroller sind wie immer auf der jeweiligen Webseite zum Artikel bestellbar, was den Nachbau besonders einfach macht. Ein neues, frisches Layout mit vielen Fotos trägt ebenfalls zur Qualität dieser Ausgabe bei.

Darüber hinaus besitzt diese Doppelausgabe auch die stolze N 499 500! Zu diesem schönen Jubiläum haben wir uns ein paar spezielle Angebote in unserem Shop ausgedacht, mehr hierzu unter [www.elektor.de](http://www.elektor.de) und in unserem Newsletter „Elektor Weekly“!

*Jens Nickel*  
Chefredakteur Elektor Deutschland

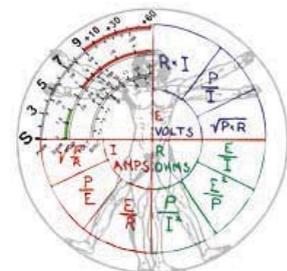
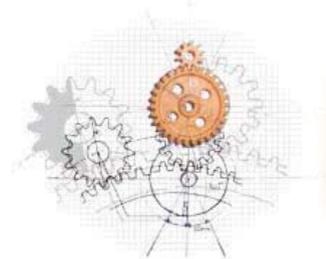
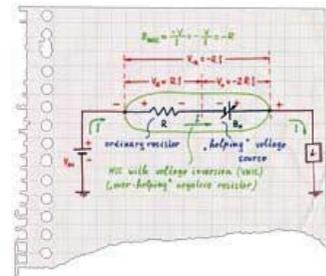
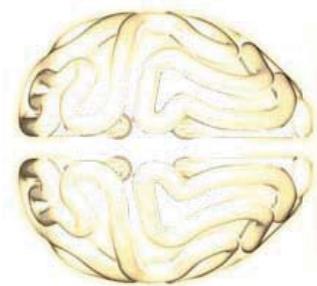
## ANN N IT N

So richtig unter Spannung stand ich zum ersten Mal, als ich an einem alten Fernseher herumschraubte. Jung und unbedarft hatte ich davon gehört, dass man einen Fernseher einfach in ein Oszilloskop umbauen könne, indem man die Ablenkspulen der Bildröhre ansteuert – das führte zu einem echt „schockierenden“ Erlebnis!

Auch danach habe ich noch etliche Male mit 230 V Bekanntschaft gemacht. Doch am meisten beeindruckte mich ein Ereignis, als ich (unabsichtlich) einen Kurzschluss verursachte, indem ich einen Schlüssel zwischen die Klemmen eines Akkus drückte. Der Schlüssel war zum größten Teil atomisiert und meine Hand kurzfristig vor Schreck gelähmt...

Dies kommt mir in den Sinn, da wir bei Elektor gerade mit spannenden Dingen zu tun haben. Kürzlich haben wir eine neue Webseite für unsere Leser gestartet – die Abo-Plus-Mitglieder der gerade entstehenden Elektor-Community können sich direkt mit ihren Login-Daten anmelden. Die englischsprachige Site ([www.elektor-projects.com](http://www.elektor-projects.com)) ist eine Art Live-Version der Zeitschrift. Auf dieser Seite kann man verfolgen, wie sich Projekte von der ersten Idee bis hin zum Prototypen entwickeln. Machen Sie mit! Starten Sie ein neues Projekt, testen Sie eine neue Technologie, arbeiten Sie zusammen mit Elektor ein Projekt aus! Mehr darüber finden Sie auf Seite 10.

*Wisse Hettinga*  
Internationale Elektor-Redaktion





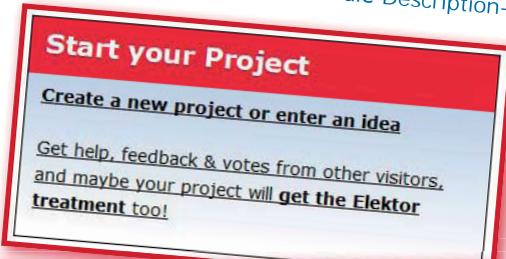
2012.

# Womit Sie auch spielen... ...wir sind dabei!

Unser kostenloser technischer Support ist Teil Ihres Teams. Wir sitzen nicht bloß rum und schauen zu - wir spielen mit. Welche Mikrocontroller-Architektur sie auch wählen: Wir haben für alle vollständige Beispiele, Libraries, Hilfe-Dateien und lebendige Community-Projekte. Ihr Erfolg ist auch unser Erfolg. Wir lassen niemanden im Regen stehen.



Um ein Projekt zu erstellen oder einen Vorschlag zu machen, muss man lediglich auf den roten Button Start-your-Project klicken, der auf jeder Seite verfügbar ist. Man wählt dann einen aussagekräftigen Titel, damit andere Leute sofort verstehen können, worum es geht. In die Description-Box sollte dann entweder eine kurze Beschreibung oder aber gleich eine komplette Projekt-Beschreibung hinein. Mehr Infos erhöhen das Interesse von potentiellen Mitstreitern. Nach einem Klick auf Submit wird Ihr Beitrag eingestellt und andere können dafür voten. Auf der neu erstellten Projektseite kann man das Projekt dann editieren.



**N**

Man kann in allen drei Projekt-Phasen mitmachen: Proposal, In Progress oder Finished. Man muss lediglich auf den Link Create Contribution unter der Projektseite klicken. Solche Zusatzbeiträge können auch kommentiert werden. Wenn Sie bei einem Projekt mitmachen, dann erhalten Sie bei jedem Update Benachrichtigungen. Selbstverständlich kann man sich auch wieder austragen.



**L**

Wenn ein Projekt den Status In Progress erreicht hat, sollte etwas geschehen. Sinnvoll ist, dass man ein gutes Startbild für das Projekt hochlädt. Auf diese Weise erscheint es auch in der Galerie auf der Startseite. Falls bei der Entwicklung Schwierigkeiten auftauchen, bekommt man bestimmt Unterstützung durch andere Mitglieder. Man kann sogar beim Elektor-Labor nach Support fragen. Wenn Ihr Projekt viele Follower anzieht, ist es wahrscheinlicher, dass Elektor bei der Fertigstellung des Projekts hilft.

Eine weitere Möglichkeit des Mitmachens bei Elektor Projects besteht in der Abgabe von Votings. Das kann man entweder über die Homepage oder auf der Seite mit den aufgelisteten Vorschlägen. Man kann einen Vorschlag auch „unvoten“, wenn man der Ansicht ist, dass er nicht viel Sinn macht. Jedes Mitglied kann pro Eintrag nur einmal voten oder unvoten. Es ist also nicht möglich, dass bestimmte Projekte durch mehrfache Stimmabgabe gepusht oder abgestraft werden. Natürlich bleibt es jedem unbenommen, z.B. über soziale Webseiten wie Twitter oder Facebook einen Hype für ein Projekt zu entfachen!



Elektor Projects bietet mehr als eine einfache Projekt-Plattform. Wenn Ihr Projekt gute Fortschritte macht, kann Ihnen ein Vertrag für die Veröffentlichung in Elektor angeboten werden. So werden Sie also für Ihre Projekt-Arbeit finanziell belohnt. Wenn das Projekt in ein Produkt für den Elektor-Shop mündet, gibt es ebenfalls ein Honorar. Ihr Interesse an Elektronik kann sich also lohnen. Außerdem ist Elektor immer an fähigen Leuten interessiert. Demonstrieren Sie Ihr Können und Ihr Wissen!



# L78

Die so genannte „Time to Market“ ist eine wichtige Größe. Praktisch jeder Mikrocontroller kann schließlich Bits verschieben und hat diverse Peripherie integriert. Anfragen in der Industrie zeigen aber, dass Ingenieuren neben den Chips auch Software und Support wichtig sind. Das ist der Grund, warum sich Renesas neben der Optimierung von Mikrocontrollern verstärkt um „Elektronik- Ökosysteme“ kümmert.

Von Rob Dautel ( SA)

Erinnern Sie sich an die 80er Jahre Viel Haare, Schulterpolster und elektronische Musik. Und wie entwickelte man damals mit Mikrocontrollern Man wälzte dicke Datenbücher aus Papier. Es gab nur kommandozeilenorientierte Tools.

KB Speicher waren Luxus und nur bei großen Projekten war DRAM möglich.

Vielleicht sind Sie zu jung für eigene Erfahrungen mit Controllern der 80er Jahre. In dieser Pionierzeit wurde noch jedes Byte persönlich begrüßt und man musste schon wissen, was jedes Bit bedeutete. Brauchte man eine bestimmte Funktion, musste man sich diese selbst schreiben. Abgesehen von den Bands dieser Zeit sind die 80er Jahre glücklicherweise lange vorbei - aber Musik ist ein anderes Thema...

Der moderne Elektroniker besteht auf fertigen Lösungen, Wiederverwendbarkeit und kurzen Entwicklungszeiten. Für Hersteller von Mikrocontrollern reicht es nicht mehr, zur Begleitung ihrer Chips ein paar Bücher zu drucken, den Entwicklern ein „viel Spaß“ zu wünschen und auf Bestellungen zu warten. Heute müssen für die angebotenen Mikrocontroller Ökosysteme zur Verfügung stehen, die durch Robustheit und Flexibilität glänzen, damit sie die unterschiedlichsten Bedürfnisse von Entwicklern abdecken. Und genau das machen wir bei Renesas.

Für die RL78-Serie wurde ein umfangreiches Ökosystem erstellt, das auch Training und den Support von Partnern beinhaltet. Nachfolgend werden zentrale Aspekte des Ökosystems von Renesas beschrieben (das mehr als nur die RL78-Serie umfasst).

Keine Niemand ist so masochistisch und wälzt sich freiwillig durch dicke Handbücher. Von daher bietet Renesas einige Optionen für den Einstieg. Zuerst gibt es mit [www.RenesasInteractive.com](http://www.RenesasInteractive.com) eine eLearning-Seite. Hier finden sich hunderte Kurse zur Technologie, zu Mikrocontrollern und den Tools. Man erwirbt sich so schnell einen Überblick und kann doch tief in einzelne Aspekte zu spezieller Peripherie eintauchen. Wer eher an praktischen Erfahrungen interessiert ist, dem bieten wir (und unsere Distributoren) lokale Trainingseinheiten. Diese persönlichen Einheiten können ganz auf die speziellen Bedürfnisse des jeweiligen Entwicklers zurechtgeschnitten werden. Darüber hinaus gibt es alle zwei Jahre eine Entwickler-Konferenz oder kurz „Dev-Con“. Die nächste findet im Oktober 2012 in Orange County in Kalifornien statt. Dieses dreieinhalb Tage währende Event bietet mehr als 120 Technik-Sessions und Vorträgen von Renesas und unseren Partnern sowie Experten-Runden, Diskussionen und Ausstellungen. Mehr zur DevCon 2012 auf [www.RenesasDevCon.com](http://www.RenesasDevCon.com).

Wenn Sie Support brauchen, bekommen sie ihn auch. Renesas bietet Support durch Factory FAs und Distribution FAs für Renesas-Produkte, ein Applications Center sowie globalen Support via E-Mail. Dazu kommen etliche Online-Dienste plus Community-Foren wie [www.RenesasRuiz.com](http://www.RenesasRuiz.com) mit tausenden Threads, Konversationen und Blogs. Besonders erwähnenswert ist der Blog von Dr. Micro, in dem regelmäßig technische Neuheiten besprochen werden. Nicht zuletzt gibt es noch unseren YouTube-Kanal [www.youtube.com/RenesasPresents](http://www.youtube.com/RenesasPresents), der dutzende Videos zu unterschiedlichen Themen bereithält.

Das beim RL78 reen Energy Challenge eingesetzte RL78/ 13-RDK ist das Produkt der Kooperation vieler Renesas-Alliance-Partner. Sie bieten viele Lösungen zur Erleichterung von Evaluation und Entwicklung, welche die Time-to-Market-Phase verkürzen. Die Alliance-Partner offerieren neben Produkten auch Software, Stacks, Design Services, Consulting und bis hin zur Produktion. Die Seite [www.renesas.com/alliance](http://www.renesas.com/alliance) bietet einen Überblick über die Alliance-Partner und ihre Angebote.

Einige unserer Alliance-Partner spielen eine aktive Rolle beim RL78 reen Energy Challenge. Durch ihre zusätzlichen Preise und wöchentlichen Präsente bereicherten sie diesen Wettbewerb. Wer mehr darüber wissen möchte, kann sich via [www.circuitcellar.com/contests/renesasRL78challenge/sponsors.html](http://www.circuitcellar.com/contests/renesasRL78challenge/sponsors.html) näher informieren.

Neben den hier beschriebenen gibt es noch etliche weitere Aspekte des Ökosystems für RL78 und andere Mikrocontroller. Dieser Service ist zur Unterstützung unserer Kunden gedacht und wir würden uns freuen, wenn wir auch Sie als Teilnehmer am RL78 reen Energy Challenge begrüßen dürften. Wir sind nämlich äußerst gespannt, welche Applikationen auf RL78-Basis entstehen.

Noch etwas zum Schluss Da der Beitrag mit den 80er Jahren anfang, soll er auch so enden. Nachfolgend finden Sie eine Lied-Zeile aus einem Stück meiner Lieblings-Band aus den 80ern. An die ersten fünf Leute, die mir die richtige Band und den Titel per E-Mail schicken, schicke ich ein kostenloses RL78/ 13-RDK!

Textzeile „How can I explain, when there are few words I can choose “

Mehr zum Elektor/Circuit Cellar/Renesas RL78 reen Energy Challenge auf [www.circuitcellar.com/contests/renesasRL78challenge](http://www.circuitcellar.com/contests/renesasRL78challenge)

(120295)



Rob Dautel, Senior Manager für „Kosysteme“ bei Renesas Electronics America, hat mehr als 20 Jahre Erfahrung in Hardware-, Software- und ASIC-Design. Er ist ein Experte für Digital-Audio, industrielle Steuerungen und Entwicklungs-Tools. Er „spricht“ 22 unterschiedliche Programmiersprachen ([rob.dautel@renesas.com](mailto:rob.dautel@renesas.com)).

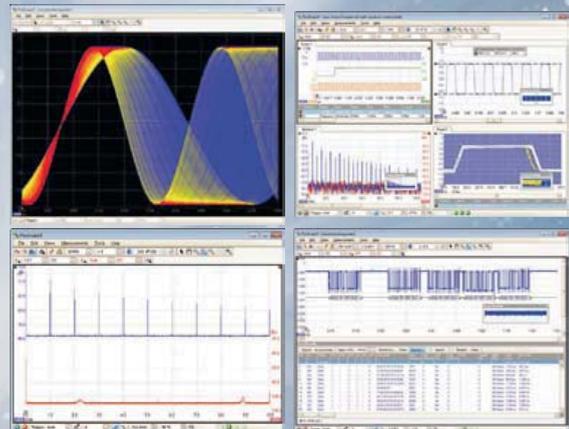


## DIE FÜHRENDEN OSZILLOSKOPE BIETEN MEHR PicoScope 6000 Serie

MEHR MODELLE • MEHR AUSWAHL MEHR FEATURES ALS STANDARD



Höchste Abtastrate und größter Speicher aller Oszilloskope dieser Preiskategorie



	6402A	6402B	6403A	6403B	6404A	6404B
Kanäle	4					
Bandbreite	250 MHz		350 MHz		500 MHz	
Sampling-Rate	5 Gs/s					
AWG oder Funktionsgenerator (FG)	FG	AWG	FG	AWG	FG	AWG
Speicher	128 Më	256 Më	256 Më	512 Më	512 Më	1 Ge
Prix (hors-TVA)	€2414	€3019	€3624	€4229	€4834	€5439

ALLE MODELLE WERDEN MIT TASTKÖPFEN, TRAGETASCHE, KOMPLETTER SOFTWARE UND 5 JAHRE GARANTIE DELIEFERT. DIE SOFTWARE ENTHÄLT: MESSUNGEN, SPEKTRUM-ANALYSER, KOMPLETTES SDK, ERWEITERTER TRIGGER, FARB-PERSISTENZ, SERIELLE DEKODIERUNG (CAN, LIN, RS232, I2C, SPI), MASKEN, MATHEM. KANÄLE - ALLES ALS STANDARD. KOSTENLOSE UPDATES.



[www.picotech.com/PS153](http://www.picotech.com/PS153)

# Schwimmstreckenmesser

Von Michel Kuenemann (F)

**Wasserfest und ohne Knöpfe,  
mit Sprachausgabe, Beschleunigungssensor  
und Magnetometer**

L

L

A

A

I

Dieses Projekt reifte größtenteils im Wasser heran, denn der Schwimmsport ist meine Leidenschaft. Ein Streckenmesser für das nasse Element, den hatte ich mir in den Kopf gesetzt. Das Gehäuse musste natürlich wasserfest und wasserdicht sein, Knöpfe, Displays und Lämpchen waren tabu. Mein Streckenmesser soll bei Trainingsbeginn von allein starten, er soll die Anzahl der geschwommenen Bahnen ansagen und auch unter Wasser zu verstehen sein. Das Gerät soll die zurückgelegte Wegstrecke in Metern berechnen, die Abweichungen von der tatsächlichen Strecke dürfen nicht übersteigen. Die Gerätegröße hatte ich auf 10 cm x 10 cm x 3 cm festgelegt. Der Klärung bedurften nun noch folgende Fragen

- Nach welchem physikalischen Prinzip, also mit welchem Sensor ist eine geschwommene Strecke zuverlässig messbar
- Wie wird ein Sprachsignal generiert und wie ist es auch unter Wasser ohne komplizierte Spezialteile hörbar
- Wie baue ich ein solches System möglichst kompakt und energiesparend auf, mit beschaffbaren Bauteilen zu moderaten Kosten

### Wende erkennen

Ein Schwimmer, der in einem Becken eine Wende vollführt, dreht sich koordiniert um die Längsachse seines Körpers. Es könnte genügen, die Körperdrehungen mit einem MEMS-Gyroskop festzustellen und die Anzahl zu speichern. Diese Zahl multipliziert mit der Beckenlänge ergibt die zurückgelegte Strecke. Weil ich die Idee gut fand, habe ich einen Prototyp gebaut. Ich habe ihn mit Gyroskopen des Typs ID-002 ausgestattet, der Raumwinkel über drei Achsen misst. Weil das schnell realisierbar war, wurde die schwimmend zurückgelegte Strecke, wie 1 illustriert, mit einem Beeper in Morsezeichen ausgegeben.

- Kompakte Box zum Festklemmen hinter dem Kopf, unter dem Band der Schwimmbrille
- Sprachausgabe der zurückgelegten Strecke ohne Unterwasserkopfhörer
- Messfehler
- Betrieb an zwei LR3-Batterien (AAA)
- Effektive Abmessungen 100 mm x 70 mm x 25 mm
- Quelloffenes System, einsetzbar für viele andere Aufgaben

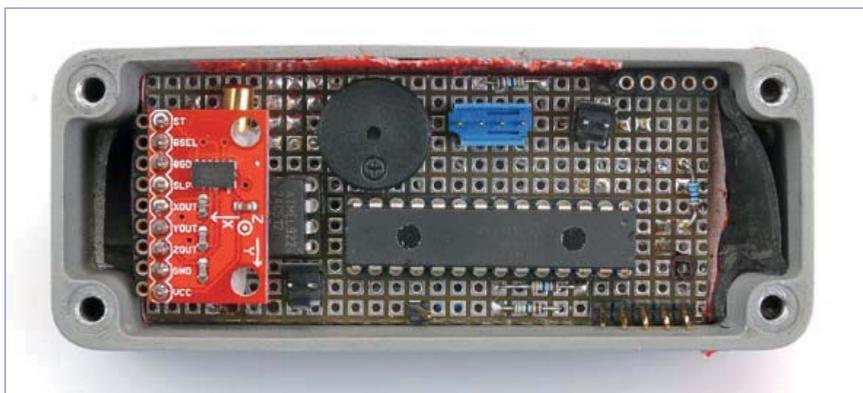


Bild 1. Erste Versuche fanden mit einem MEMS-Gyroskop und der Ausgabe in Morsezeichen statt. Die Genauigkeit war unzureichend, ebenso wie die Morsekenntnisse des Autors...

Nach einer Reihe von Anläufen waren zwar die Ergebnisse einigermaßen ermutigend, doch die Toleranzen der gemessenen Wegstrecken ließen sich nicht unter 1% drücken. Die Schwachstelle waren die Gyroskope. Wenn ich die Empfindlichkeit erhöhte, störten normale, aber etwas heftige Schwimmbewegungen die Rechnung. Bei gedrosselter Empfindlichkeit fehlten Wendebewegungen, wenn sie vorsichtig und behutsam ausgeführt wurden. Es musste ein anderes Kriterium geben, das die Wendepunkte zuverlässiger signalisiert. Ich dachte an das Abstoßen vom Beckenrand, gleich nach dem Richtungswechsel. Die damit einhergehende Beschleunigung müsste mindestens bei Wettkampfschwimmern messbar sein. Also baute ich einen zweiten Prototyp mit Beschleunigungssensoren auf (siehe Textrahmen). Die neue Idee war zwar nicht schlecht, aber auch dieses Prinzip erwies sich für normale

Schwimmbewegungen als zu empfindlich.

Ein Freund schlug vor, die Position des Schwimmers mit GPS zu orten. Bekanntlich arbeitet GPS in Gebäuden wie Schwimmhallen nur unzulänglich. Doch der Vorschlag, den Ort des Schwimmers auszuwerten, war einer Überlegung wert. Das System muss kontinuierlich die Richtung des Schwimmers verfolgen. Wenn eine Richtungsänderung um 180° eintritt, hat der Schwimmer eine Wende ausgeführt und die Länge einer Bahn zurückgelegt.

Der Kurs wird mit einem elektronischen Kompass bestimmt. Als Sensor bietet sich ein Magnetometer wie der Typ MA 3110 von Freescale an, der die Daten über eine I<sup>2</sup>C-Schnittstelle ausgibt. Ihm genügen zwei Batteriezellen als Energiequelle, und außerdem ist er in Einzelstückzahlen lieferbar. Fast ide-

Der erste Ansatz, den ich mit dem Oszilloskop unternahm, war ziemlich zeitaufwendig. Das lag vor allem daran, dass ich wenig zielgerichtet mit der Software experimentiert habe, ohne genau zu wissen, wie sich die Sensoren beim Schwimmen verhalten. Die Sensorsignale, die beim Schwimmen auftraten, habe ich unverarbeitet gespeichert, um sie später am Arbeitstisch analysieren zu können. Die Ergebnisse waren als Grundlage für die Optimierung der Software gedacht.

In der Folge wollte ich diesen Fehler nicht wiederholen, ich habe mich zu einem mehr strukturierten Ansatz entschlossen

- Ich baue einen Prototyp, der die Sensorsignale beim Schwimmen registriert und speichert.
- Ich schreibe ein Programm, mit dem ich die Daten auf dem PC visualisiere und analysiere.
- Aufsetzend auf diese Basis finde ich die effizienteste Messmethode heraus.
- Zuerst schreibe ich einen Erkennungsalgorithmus für die PC-Plattform.
- Den Erkennungsalgorithmus portiere ich auf die Plattform des Mikrocontrollers.
- Das Ergebnis teste ich vor Ort im Schwimmbad.

Der erste Prototyp arbeitete mit drei zentralen Komponenten: Beschleunigungssensor, 8-bit-Mikrocontroller und I<sup>2</sup>C-EEPROM. Der Sensor war der MMA7311L von Freescale, denn die Empfindlichkeit  $\pm 1,5$  g in jeder Achse erschien mir passend für die Signale, die ich erwartete. Die Daten wurden in einem EEPROM des Typs 24C12 abgelegt, das im 8-Pin DIP-Gehäuse 128 KB speichert. Die Samplefrequenz lag bei 100 Hz, damit ich die Schwimmbewegungen detailliert auswerten konnte. Zum PC wurden die Daten über einen einfachen seriellen Port übertragen. Auf dem PC fand die Softwareentwicklung unter LabVIEW 2009 von National Instruments statt. Dies ist ein Werkzeug für die Analyse von Daten und das Erstellen von Signalverarbeitungsalgorithmen, das eigentlich unentbehrlich ist.

Genauer betrachtet habe ich vier Programme entwickelt

- Datenakquisition während des Schwimmens,
- LabVIEW-Programm zum Lesen und Speichern der Messdaten,
- LabVIEW-Programm zur Datenanalyse und Datenverarbeitung,
- Finales Erkennungs- und Zählprogramm für den Einsatz im Schwimmbad.

al, wenn da nicht die Anschlüsse wären. In das nur 2 mm x 2 mm kleine SMD-Gehäuse führen zehn Leitungswege, das Löten von Hand ist hoffnungslos. Zum Glück fand ich im Internet eine kleine Platine mit Stiftkontakten, auf der das Magnetometer MA3110 bereits montiert ist. Nun stand dem Bau des dritten Prototypen nichts mehr im Weg.

Ein zuverlässiger Kompass entsteht leider nicht, indem die rohen Ausgangssignale des MA3110 lediglich skaliert werden. Um eine Richtung zu bestimmen, müssen goniometrische Berechnungen durchgeführt werden. Ich hatte außerdem mit dem magnetischen Streufeld zu kämpfen, das der Mini-

lautsprecher meines Systems erzeugte. Der Application Note entnahm ich, dass Kursmessungen mit dem Magnetometer zu starken Ungenauigkeiten neigen, wenn das Magnetometer nicht exakt waagrecht ausgerichtet ist. Diese Bedingung dürfte bei Systemen, die von Schwimmern im Wasser mitgeführt werden, nur selten erfüllt sein. Um den Messfehler zu eliminieren, muss der Raumwinkel des Magnetometers kompensiert werden. Der Raumwinkel lässt sich mit einem Beschleunigungssensor messen. Für mein Problem hielt die Application Note die Lösung bereit. Dort fand ich einen Algorithmus mit Quellcode, der die drei Ausgangssignale des Magnetometers

mit den drei Fallbeschleunigungssignalen des Beschleunigungssensors zusammenrechnet. Das Ergebnis sind die Winkel der vertikalen Achse, der Querachse und der Längsachse (analog zum Flugzeugroll-, Pitch und Yaw, siehe Abb. 2). Der Kurs entspricht dem Winkel der vertikalen Achse.

Den Beschleunigungssensor baute ich aus meinem zweiten Prototyp aus. Es gelang mir, zusammen mit dem gut dokumentierten Algorithmus von Freescale, innerhalb weniger Stunden einen präzisen elektronischen Kompass aufzubauen.

## Sprachausgabe

Die nächste Etappe war die Wiedergabe der Sprache im Wasser. Mit einigem Erfolg hatte ich schon einmal einen Kompressions- und Dekompressionsalgorithmus für Sprache erprobt, der die komplexe Bezeichnung adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM) trug. Die Methode wird ausführlich in der Application Note AN37 von Microchip erläutert. Ein 8-bit-Mikrocontroller ist für dieses Verfahren prädestiniert, die Wiedergabequalität genügt den hier gestellten Anforderungen.

Die vom Mikrocontroller erzeugten Sprachsignale müssen verstärkt werden, bevor ein Minilautsprecher sie wiedergeben kann. Das allein ist sicher nicht schwierig, doch was muss geschehen, damit ein Schwimmer die Sprache auch unter Wasser versteht? Ich habe den nächsten Prototyp gebaut, diesmal um die Sprachausgabe zu testen. Der Mikrocontroller war ein PIC18F27J13 von Microchip, der 128 KB Flash-Speicher für die Sprachsamples an Bord hat, er arbeitet noch bei Betriebsspannungen knapp unter 3 V. Die ersten Versuche mit wasserfesten Minilautsprechern verliefen enttäuschend, im Wasser war die Sprache absolut unverständlich. Wesentlich bessere Resultate ergaben Versuche

mit einem Minilautsprecher, Durchmesser 20 mm, den ich von innen gegen die Wand eines wasserdichten Kleingehäuses klebte. Ich musste jedoch einige hundert Milliwatt Leistung hineinstecken, damit die Sprache unter Wasser durchdrang. Die Leistung lieferte ein integrierter Klasse-D-Verstärker, ein SSM2301 von Analog Devices.

Im Funktionsschema 3 sind die zentralen Komponenten bereits versammelt. Der Beschleunigungssensor, das Magnetometer, der Audioverstärker und der Mikrocontroller. Die Signale des Beschleunigungssensors gelangen auf direkten Wegen zu den analogen Eingängen AN1, AN2 und AN des PIC18F27J13. m Energie zu sparen, kann dieser Sensor über Leitung RCO deaktiviert werden. Das Magnetometer ist mit RC und RC verbunden, es kommuniziert mit dem Mikrocontroller über I<sup>2</sup>C im so genannten Bit Banging ode. An Anschluss CCP10 gibt der Mikrocontroller das Sprachsignal aus. Ein passiver Tiefpass dämpft weitgehend das vom Sampling herrührende 1 -kHz-Störsignal. Der nachgeschaltete Klasse-D-Verstärker leistet 1, W, eine Filterung des Lautsprechersignals ist nicht erforderlich.

Nach außen kann der Mikrocontroller über seine integrierte I<sup>2</sup>C-Schnittstelle und Steckverbinder K kommunizieren. Davon wird in diesem Projekt nicht (oder nur selten) ebrauch gemacht, diese Verbindung eignet sich jedoch zum versuchsweisen Laden modifizierter Software. Die RUN-LED LD1 und der ART-Anschluss K3 leisten beim Debuggen des Mikrocontroller-Programms unverzichtbare Hilfe. An K2 wird der Programmer angeschlossen, der das Programm in den Mikrocontroller lädt. Jumper CNF gibt dem Programm die Beckenlänge des Schwimmbads vor. Ein fehlender Jum-

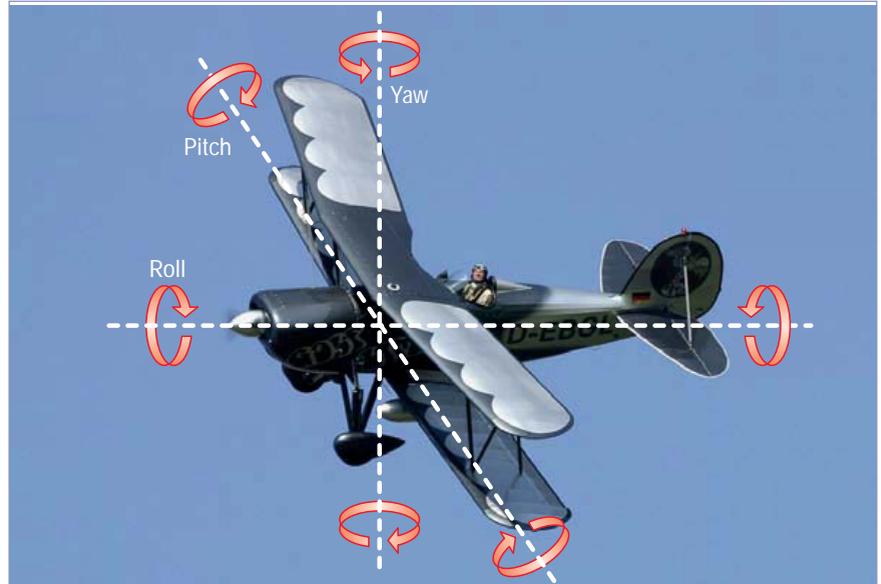


Bild 2. Die drei Achsen wie beim Flugzeug Vertikale Achse, Querachse und Längsachse.

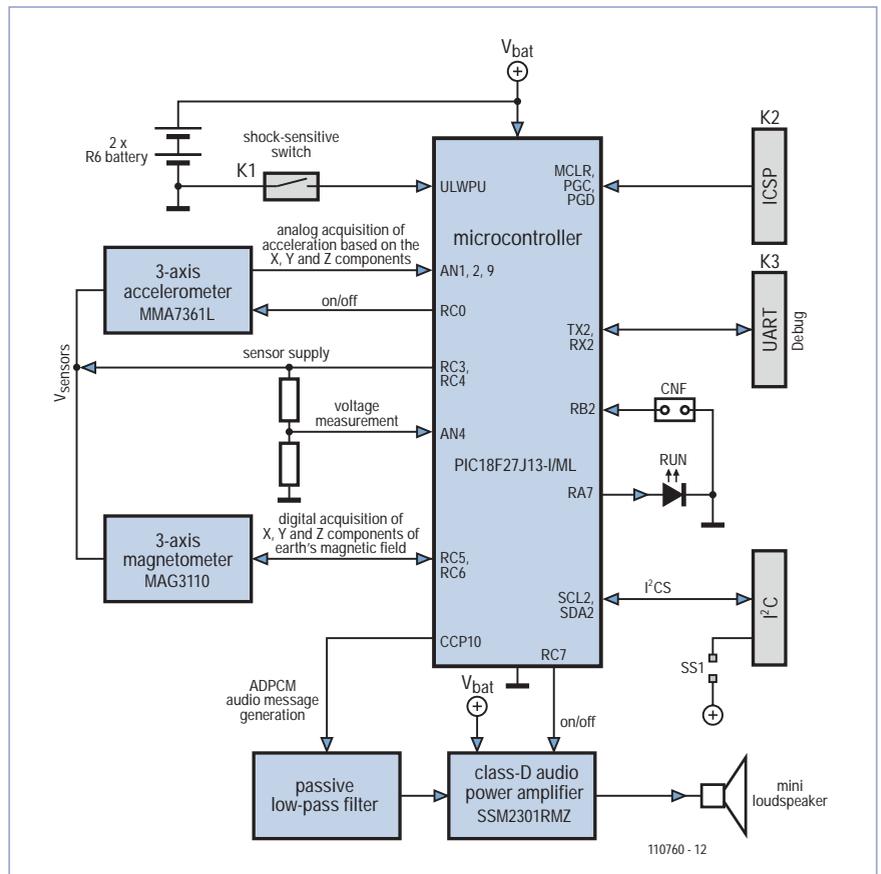


Bild 3. Blockschematische Darstellung der finalen Version.

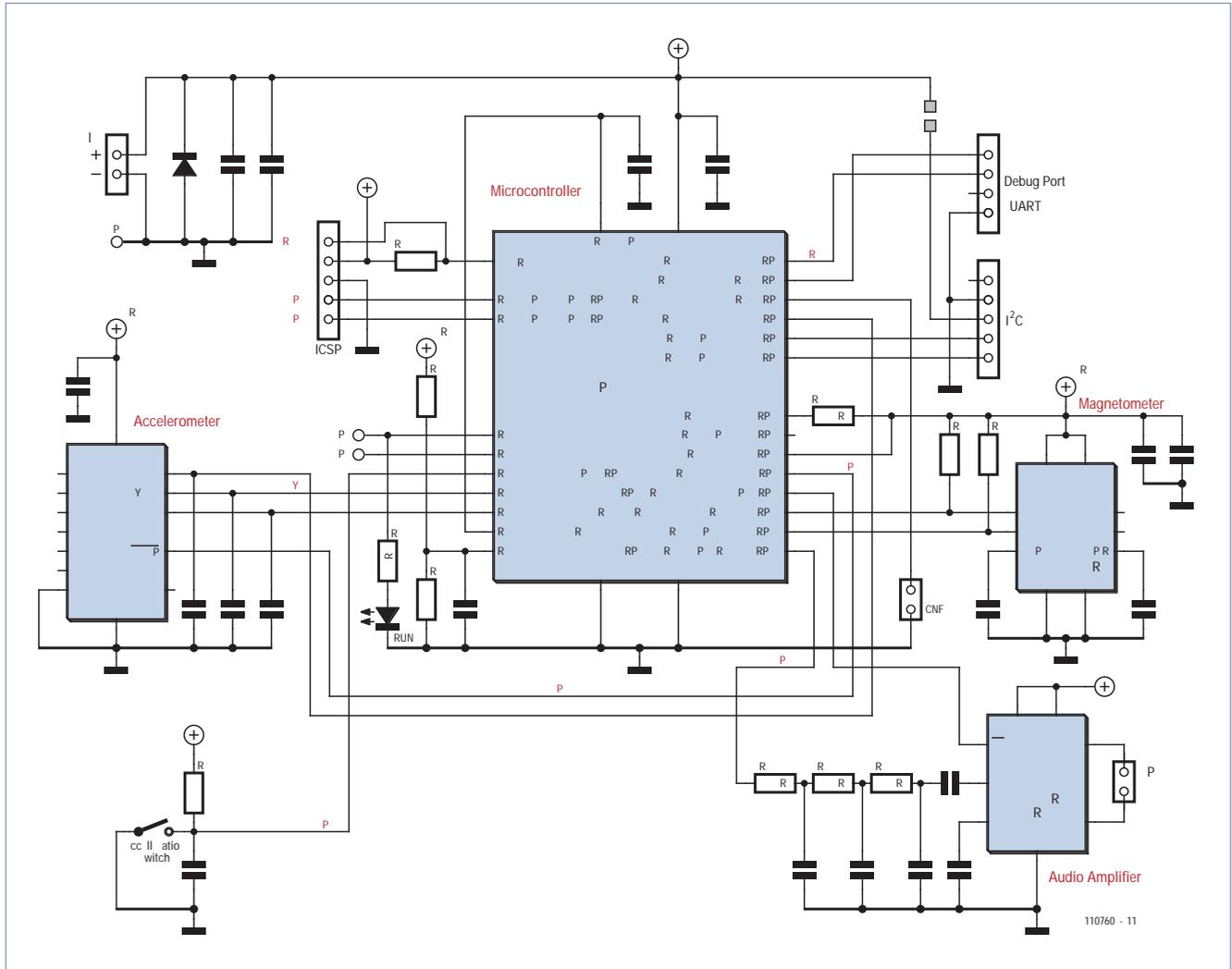


Bild 4. Hardware der finalen Version mit allen Komponenten.

per bedeutet, dass die Bahnen 2 m lang sind, bei gestecktem Jumper sind sie 0 m lang. Der erschütterungssensible Schalter K1 ist mit dem Eingang LPW (Itra o -Po er ake-up) verbunden. ber diesen Schalter wird der Mikrocontroller aus dem energiesparenden Schlaf geholt. Die Art des Schalters ist nicht zufällig Der Schalter stellt den Kontakt her, wenn das erät mehr oder weniger ruckartig bewegt wird. Damit entfällt ein klassischer Kipp- oder Schiebeschalter, bei dessen Montage

das ehäuse nicht mehr wasserdicht wäre. Alle Komponenten wurden so gewählt, dass sie jederzeit vollständig ausgeschaltet oder zumindest in einen Energiesparmodus versetzt werden können, sowohl beim aktiven Einsatz des eräts als auch in Bereitschaft. Der Mikrocontroller und der Audioverstärker beziehen ihre Betriebsspannungen auf direktem Weg von der Batterie ( $V_{bat}$ ), die Sensoren werden von den Mikrocontroller-Anschlüssen RC3 und RC mit Strom versorgt ( $V_{sensor}$ ). Anmerkungen zum sparsamen mgang

mit der Energie sind im Textrahmen **Energie-Ökonomie** zu lesen. Mit dem Spannungsteiler zwischen  $V_{sensor}$  und Masse überwacht der analoge Eingang AN die Spannung der Batterie.  $V_{sensor}$  stimmt nahezu mit  $V_{bat}$  überein, doch anders als  $V_{bat}$  kann  $V_{sensor}$  vom Mikrocontroller abgeschaltet werden. Dann ist auch der Spannungsteiler stromlos, was ebenfalls dazu beiträgt, die Batterielebensdauer zu steigern. Der Mikrocontroller vergleicht die Spannung an AN mit der internen Referenzspannung  $V_{ddcore}$ , sie

liegt knapp unter 2, V.

Der Schritt vom Funktionsschema zur vollständigen Schaltung in 4 ist nun nicht mehr weit. Die vier wichtigsten Komponenten habe ich schon weitgehend beschrieben. Diode D1 verhindert die Zerstörung wertvoller Bauelemente, falls die Batterie versehentlich falsch gepolt wird. Die Spannung an D1 liegt dann bei -1 V, die Bauteile werden normalerweise noch nicht beschädigt. Das Schweigen des Schwimmstreckenmessers kann ein Zeichen dafür sein, dass der Batteriesatz herausgenommen und korrekt wieder eingesetzt werden muss.

In der Schaltung sind Entkoppel- und Filterkondensatoren vergleichsweise zahlreich vertreten. Zu Kondensator C2 ist anzumerken, dass der etwas ungebräuchliche Wert 10 F auf einer Empfehlung von Microchip beruht. Die Spannung  $V_{ddcore}/V_{cap}$  liegt am internen 2, -V-Spannungsregler, der den Kern des Mikrocontrollers versorgt. Nach Angabe des Herstellers ist die Entkopplung zwingend notwendig, Kondensator C2 muss eine Ausführung mit niedrigem Innenwiderstand sein (0 ES).

Die drei analogen Ausgänge , und Z des Beschleunigungssensors sind mit den 10-F-Kondensatoren C8, C und C10 beschaltet. Zusammen mit den internen 32-k $\Omega$ -Ausgangswiderständen des Sensors bilden sie Tiefpässe erster Ordnung, die Eckfrequenz beträgt ungefähr 0, Hz. Nach dem Theorem von Shannon können Signale herunter bis 1 Hz abgetastet werden, ohne dass das Auftreten tiefer niederfrequenter Störsignale zu befürchten ist.

Dem Audioverstärker ist ein passiver Tiefpass dritter Ordnung vorgeschaltet. Der Simulator LTspice 8 gibt schnell darüber Auskunft, dass die Tiefpassdämpfung 2 dB bei 00 Hz und 38 dB bei 1 kHz (der Eckfrequenz) beträgt. Die Dämpfung im Durchlassbereich ist

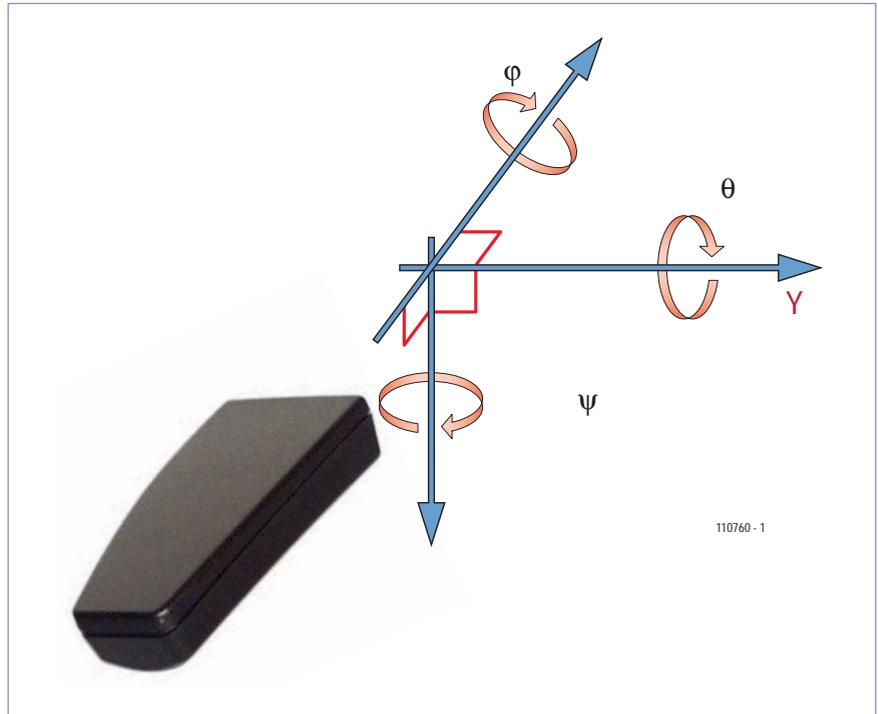


Bild . Die drei Achsen, an denen sich der Schwimmstreckenmesser orientiert.

ohne Bedeutung, denn die Amplitude des vom Mikrocontroller kommenden Signals beträgt  $3 V_{SS}$ , außerdem verstärkt der Audioverstärker das Signal um 12 dB.

### Zur Hardware

Nach den intensiven Vorarbeiten rückte die Realisierung meines Projekts in greifbare Nähe. Allerdings hatte ich mich noch nicht genügend mit der praktischen Seite des Vorhabens beschäf-

tigt. Die Liste der Komponenten war zwar geschrieben, doch die SMD-Bauformen hatte ich noch nicht festgelegt. Außerdem fehlte mir noch die Box für die Unterbringung der Platine und der LR3-Batterien. Schön wäre es, wenn sich die Box wasserdicht verschließen lässt und einen moderaten Preis kostet. Beim Gehäuse-Spezialisten OKW wurde ich fündig. Das Modell Smart Case schien für mein Vorhaben wie maßgeschneidert – abgesehen davon, dass es

Microchip gibt an, dass der Strombedarf des Mikrocontrollers im Deep Sleep Mode bei 10 nA liegt, Analog Devices propagiert für den Audioverstärker im Shutdown Mode 20 nA. Die Stromaufnahme dieser beiden Chips ist im inaktiven Zustand praktisch gleich Null. Das Magnetometer und der Beschleunigungssensor haben laut Freescale im Sleep Mode einen Strombedarf von 2 A und 3 A. Das ist zwar immer noch wenig, aber mehr als das 10-fache von dem, was Mikrocontroller und Audioverstärker gemeinsam im inaktiven Zustand aufnehmen. Wenn die Sensoren ihre Betriebsspannungen vom Mikrocontroller über eine Portleitung beziehen und die Portleitung auf 0 gesetzt wird, bevor der Mikrocontroller in den Deep Sleep Mode wechselt, ist auch dort der Strom gleich Null.

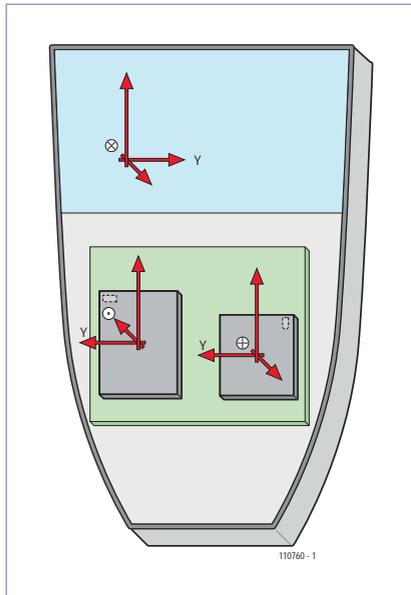


Bild 6. Positionierung der Sensoren auf der Platine. Die von der NED-Regel (oben) abweichenden Orientierungen werden in der Software korrigiert.

nicht wasserdicht ist. Meine Lösung für dieses Problem mag vielleicht nicht elegant sein, doch sie ist ebenso einfach wie wirkungsvoll. Ich habe Isolierband über die Nahtstelle zwischen Körper und Deckel um die Box gewickelt. Es hat sich gezeigt, dass die Box mit dem Isolierband mindestens so lange dicht ist, bis nach einigen Monaten die Batterien getauscht werden müssen. Bis dahin kann die Box geschlossen bleiben, vorausgesetzt natürlich, dass kein unerwarteter Defekt auftritt.

Noch etwas, das ich bedenken musste. Einige wichtige Komponenten werden nur in absolut winzigen Gehäusen gefertigt, das Löten von Hand ist praktisch unmöglich. Für den Mikrocontroller habe ich die Bauform QFN28 gewählt (2 mm x 2 mm), das Magnetometer hat die Bauform DFN10 (2 mm x 2 mm), die Bauform des Beschleunigungssensors nennt sich L A1 (3 mm x 2 mm) und der Audioverstärker ist eine Ausführung in der



Bild 7. Dies ist der Prototyp des Autors. Der Lautsprecher magnet beeinflusst die Messungen des Magnetometers. Der Effekt wird in der Software kompensiert.

Bauform MSOP8 (3,2 mm x 3,2 mm). Die drei zuerst genannten Chips haben keine „Beinchen“, damit ist das Löten von Hand so gut wie ausgeschlossen. Für die passiven Komponenten habe ich Ausführungen gewählt, die mindestens die Bauform 080 haben. Keramische Kondensatoren 10 nF/ 3 V in Bauform 080 sind inzwischen keine Mangelware mehr, die Preise sind bezahlbar. Beim Layouten der doppelseitigen Platine traten keine Probleme in Erscheinung, nur die engen Anschlussraster der ICs und die geringen Abmessungen der Durchkontaktierungen haben mir viel Finger-spitzengefühl abverlangt. Der Schwimmstreckenmesser braucht Informationen über seine Orientierung bezogen auf die Erdoberfläche und das erdmagnetische Feld. Die Algorithmen, mit denen die Sensorsignale ausgewertet werden, benutzen ein aus der Luftfahrt kommendes Koordinatensystem, das North East Down (NED) heißt, auf Deutsch also so viel wie Nord-Süd

Westen. Das Prinzip dieses Systems, das ich auch bei meinem Projekt angewendet habe, geht aus Bild 5 hervor. Die Anwendung dieses Koordinatensystems bedeutet, dass der Beschleunigungssensor und das Magnetometer mit der korrekten Orientierung in die Box eingebaut werden müssen. Die Skizze in Bild 6 zeigt oben die Gehäuseachsen, darunter sind die Achsen dargestellt, in deren Richtungen die Sensoren messen. Die Richtungen der X-Achsen stimmen mit der X-Achse des Gehäuses überein. Dagegen weisen die Y-Achsen verglichen mit den Gehäuseachsen in entgegengesetzte Richtungen. Wenn NED maßgeblich sein soll, müssen die zugehörigen Sensorsignale invertiert (mit -1 multipliziert) werden, was sicher nicht schwierig ist. Das Gleiche gilt für die Z-Achse des Beschleunigungssensors, auch dort ist das Invertieren des Signals notwendig.

## Der Aufbau

Wie schon erwähnt, ist die Montage bestimmter Komponenten von Hand eine Arbeit, die fast unmöglich sein dürfte. Falls Sie Interesse haben, eine bestückte und getestete Platine von Elektor zu beziehen, schreiben Sie bitte eine Email unter [redaktion@elektor.de](mailto:redaktion@elektor.de) an die Elektor-Redaktion. Bei ausreichender Nachfrage werden wir die Platine produzieren lassen und in den Elektor-Shop aufnehmen.

Wenn die Platine einsatzfähig ist, dauert der Bau des Schwimmstreckenmessers ( 7) nur noch wenige Minuten

- Verbinden Sie die beiden Batteriehalter miteinander.
- Verbinden Sie die Batteriehalter mit der Platine, beachten Sie die Polarität!
- Bringen Sie die vier Clips für die Batteriehalter mit einer flachen Pinzette

in Position.

- Löten Sie zwei Leitungen, etwa 10 cm lang, an den Lautsprecherausgang und verdrillen Sie die Leitungen.
- Schließen Sie an die Leitungen den Lautsprecher an.
- Befestigen Sie die Platine in der Box mit einer 2,7-mm-Schraube.
- Kleben Sie die Rückseite des Lautsprechers von innen in der Nähe der Schraube an den Deckel. Nehmen Sie eine Klebepistole oder doppelseitiges Klebeband.
- Setzen Sie die beiden LR3-Batterien ein, achten Sie auf korrekte Polaritäten!
- Aus dem Lautsprecher ertönt nun die Begrüßung "welcome", anschließend wird in englischer Sprache die mit dem Jumper eingestellte Bahnlänge angesagt.

- Legen Sie den Deckel auf den Boxkörper und schrauben Sie ihn fest.
- Kleben Sie zwei Lagen Isolierband über den gesamten Umfang der Fuge zwischen Boxdeckel und Boxkörper. Auf keinen Fall dürfen Sie vergessen, auch die Schraube sorgfältig abzudichten.

### Die Software

Die Funktionen der Software sind global in dem Flussdiagramm zusammengefasst, das 8 zeigt. Der interessanteste Teil ist die in der Mitte symbolhaft dargestellte Berechnung des Kurses. Der kompensierte Kurs und der Winkel in Vorwärtsrichtung werden von dem Algorithmus verarbeitet, der die Richtungswenden des Schwimmers erkennt und die zurückgelegte Strecke berechnet. Die Ergebnisse steuern

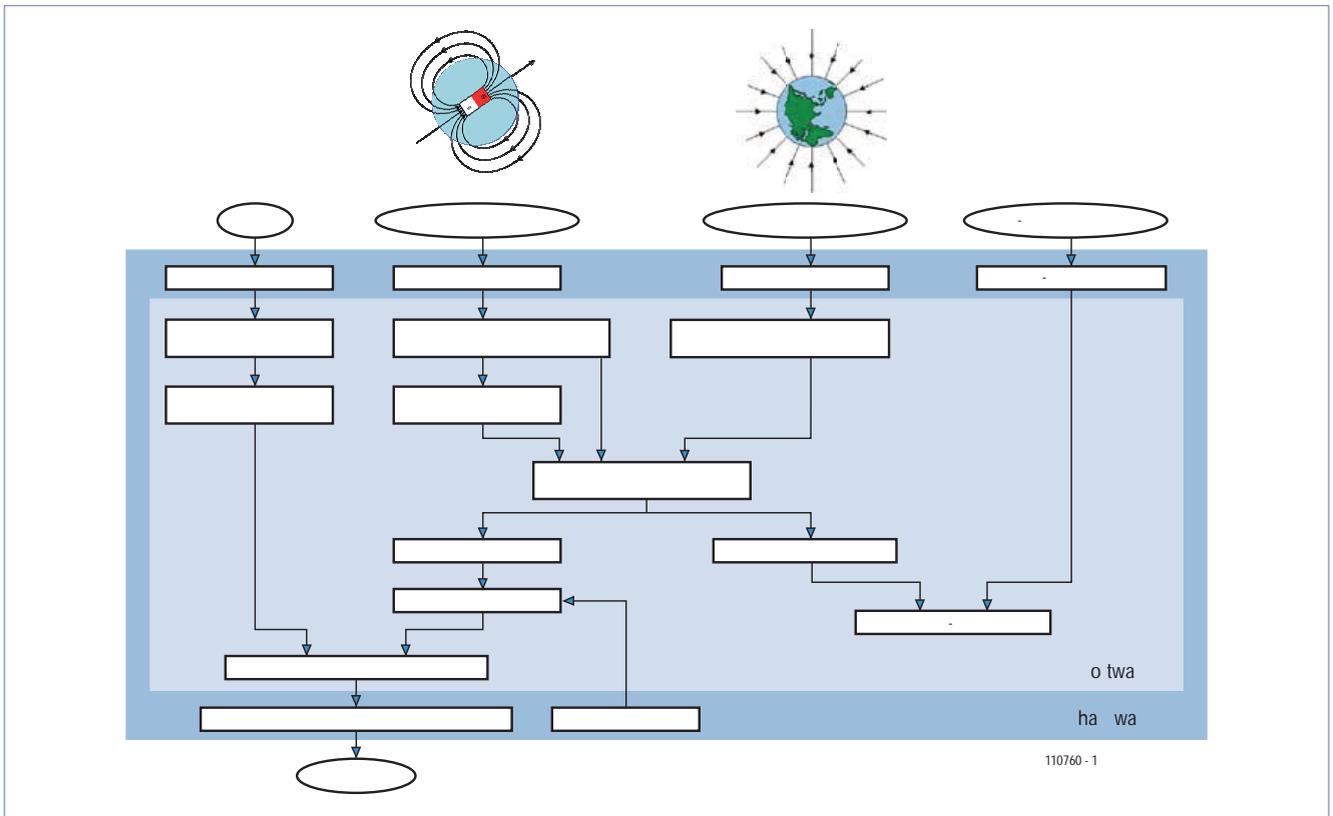


Bild 8. Flussdiagramm der Software, aus Sicht eines Betrachters von außen.

T 1 H	
<code>acquire_attitude</code>	Liest die Daten vom Magnetometer und Beschleunigungssensor, skaliert die Werte, kompensiert den Einfluss des erdmagnetischen Felds und berechnet die drei Winkel $\alpha$ , Pitch und Roll (siehe Text). Ausführungsintervall 100 ms.
<code>swimmer_position</code>	Wenn der Schwimmer länger als 10 s in vertikaler Position steht, tritt der Zustand Pause ein. Wenn er länger als 10 s in horizontale Position, wird der Zählbetrieb fortgesetzt. Ausführungsintervall 100 ms.
<code>count_turns</code>	Beträgt die Kursänderung mehr als 90° während mindestens 10 s, wird eine Bahnlänge gezählt. Ausführungsintervall 100 ms.
<code>manage_battery</code>	Sinkt die Spannung länger als 20 s unter den Mindestwert, folgt wiederholt im Abstand von 1 min die Ansage „Low Battery“. Ausführungsintervall 2000 ms.
<code>manage_sleep</code>	Das System schaltet in den Sleep-Mode, falls innerhalb von 10 min keine geschwommene Bahn erkannt wird.
<code>heart_beat</code>	Steuert das Blinken der LED.

den Sprachgenerator, der sie nach der Methode der DPC-Audio-Message-Generation in gesprochene Informationen umsetzt. Das Modul `akeSleepControl` speichert die physische Position des Schwimmers. Wenn der Schwimmer länger als zehn Minuten inaktiv ist, geht das gesamte System in den Ruhezustand (Sleep) über. Dieser Zustand wird durch Schütteln des Schwimmstreckenmessers (oder nach

Einsetzen neuer Batterien) verlassen. Die Batteriekontrolle ist eine unabhängige Routine, wenn die Batterien fast leer sind, gibt sie die Meldung `BatteryLow` aus.

Die Software enthält fünf asynchrone Hauptzweige (siehe T 1), die zur Signalverarbeitung dienen. Beim Bau der Prototypen, die der finalen Version des Schwimmstreckenmessers vorangingen, habe ich die Treiber

zum Steuern der Komponenten sowie die Algorithmen für die wichtigen Berechnungen möglichst universell geschrieben. Diese vorausschauende Vorgehensweise hat mir später viel Zeit erspart. Treiber für die Grundfunktionen (A/D-Wandlung, I<sup>2</sup>C-Bus, Serielle Übertragung, Dynamische Speicherwaltung) waren ebenso wie ein stabiler Multitasking-Core bereits vorhanden. Das erleichterte die Realisierung erheblich, trotzdem besteht die Projekt-Software, wie aus T 2 hervorgeht, aus insgesamt 11 Dateien mit Programmcode in C. Wie von Elektor gewohnt, können die Dateien frei von der Projektseite 1 heruntergeladen werden.

## Nasses Element

Immer wenn das System startet, wird der Schwimmer mit „Welcome“ begrüßt. Das bedeutet, dass der Schwimmstreckenmesser in Betrieb ist und die Batterien noch nicht leer sind. Anschließend wird die Beckenlänge angesagt (2 m oder 0 m), die mit dem Jumper eingestellt wurde.

Bevor Sie sich unter die Dusche begeben, sollten Sie die Box einschließlich Schraube einer Sichtprüfung auf Dichtigkeit unterziehen. Es hat sich bewährt, die Box mit der breiten Seite nach oben hinter dem Kopf unter das elastische Halteband der Schwimmbrille zu klemmen. So ausgestattet gehen Sie unter die Dusche. Nach einigen Sekunden hören Sie die Ansage „Pause“. Das System hat erkannt, dass Sie senkrecht stehen und keine Wegstrecken gemessen werden können. Während Sie duschen, führt das System selbsttätig eine Kalibrierung durch. Schwimmen Sie im Becken Ihre erste Bahn. Nach etwa fünf Sekunden hören Sie eine kurze Melodie, sie ist das Zeichen dafür, dass das Zählen der Bahnen startet. Noch einige Sekunden später ertönt ein kompaktes „Ping“, jetzt ist

T 2	
<code>COLO.c</code>	Hauptprogramm
<code>COLOutil.c</code>	Hilfsprogramme
<code>COLOspeech_samples.c</code>	Sprachsampling
<code>ASKpic.c</code>	Multitasking-Core
<code>CMPAdev.c</code>	Kompassfunktion mit Höhenkompensation
<code>M310dev.c</code>	Treiber für den MA 3110
<code>ADPp18.c</code>	Treiber für ADPCM-Sprachausgabe
<code>MFSp18.c</code>	Treiber für das Dateisystem
<code>MEMp18.c</code>	Treiber für dynamischen Speicher
<code>ADCp18.c</code>	Treiber für A/D-Wandlung
<code>I2Cp18_sw.c</code>	Treiber für I <sup>2</sup> C im Bit Banging-Mode
<code>TTp18.c</code>	Treiber für serielle Übertragung (UART)
<code>IOSp18.c</code>	Treiber für Input/Output
<code>SSp18.c</code>	Routine für Interrupts und Timer

die erste Bahn gezählt. Angekommen am Bahnende wenden Sie und schwimmen in die Gegenrichtung. Das wird vom nächsten „Ping“ initiiert, nach einigen Sekunden folgt die Ansage „Two Laps“, also „Zwei Bahnen“. Wenn Sie weitere zwei Bahnen schwimmen, hören Sie „Four Laps“, was „Vier Bahnen“ heißt. Das geht so weiter, bis Sie Ihr Training beenden. Der Schwimmstreckemesser kann 20 Bahnen zählen, im 25 m langen Becken entspricht dies einer 7,5 km langen Strecke.

Wenn Sie das Wasser verlassen, sollten Sie die Box mit Leitungswasser abspülen und abtrocknen, dann können Sie die Box in Ihrer Sporttasche verstauen. Falls der Schwimmstreckemesser zehn Minuten lang ohne Beschäftigung bleibt, sagt er von selbst „goodbye“, er wechselt dann in den fast energielosen Schlafmodus. Sie können diesen Zustand auch herbeiführen, indem sie der Box einen kurzen Ruck gegen die Seite geben. Auch dann hören Sie die Verabschiedung „goodbye“.

Vor dem nächsten Schwimmtraining schalten Sie den Schwimmstreckemesser mit einem Ruck wieder ein und klemmen ihn hinter das Halteband der Schwimmbrille. Sie werden wieder mit

Microchip PIC18F27J13-I Mikrocontroller  
8-bit, 128 KB Flash, 3 KB RAM (QFN28)  
Freescale MA 3110FCR1 3-achsiges  
Magnetometer mit I<sup>2</sup>C (DFN10)  
Freescale MMA73 1LCR1 3-achsiger  
Beschleunigungssensor, analoge  
Ausgänge (L A1 )  
Analog Devices SSM2301RMZ-R2  
Klasse-D Audioverstärker 1, W  
(MSOP8)  
Assemtch ASLS-2  
Beschleunigungssensor (2 )  
Projects nlimited ADS02008MR-R  
Minilautsprecher 8 Ω, Ø 20 mm  
OKW Smart Case M A 0 10 und  
A 1 001 Gehäuse und Deckel

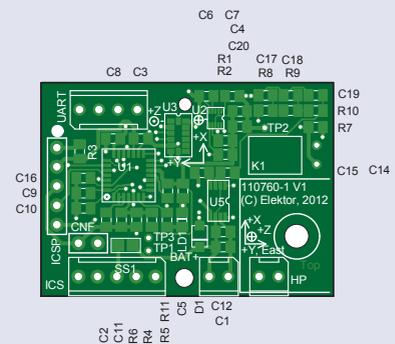


Bild 1. Layout der vom Autor entworfenen doppelseitigen Platine.

„Welcome“ begrüßt. Wenn Sie beim Schwimmen im Abstand von fünf Minuten die Meldung „Low Battery“ hören, ist es Zeit, die Batterien auszutauschen. Das System speichert die Box nicht die Gesamtlänge der zurückgelegten Bahnen, diese Ergänzung der Software können Sie selbst vornehmen.

Falls das Langstreckenschwimmen nicht zu Ihren Leidenschaften gehört, können Sie das System beispielsweise in der Robotik oder im Modellbau einsetzen. Die Platine mit ihrer Software

stellt eine hervorragende Basis für ein Navigationssystem mit sechs Freiheitsgraden dar. Jeder Steckverbinder K haben Sie Zugang zum I<sup>2</sup>C-Port des Mikrocontrollers, ein anderer Weg ist zurzeit noch nicht implementiert.

Werden wir in einer folgenden Elektor-Ausgabe auf den Schwimmstreckemesser zurückkommen. Das liegt an Ihnen. Die Redaktion freut sich, wenn Sie von Ihren alternativen Verwendungen erfährt!

(110760)gd

## Weblinks

- 1 [www.elektor.de/110760](http://www.elektor.de/110760)
- 2 [yroskop  
http://invensense.com/mems/gyro/idg00.html](http://yroskop.invensense.com/mems/gyro/idg00.html)
- 3 Beschleunigungssensor  
[www.freescale.com/](http://www.freescale.com/) - Suchbegriff MMA7311  
Magnetometer  
[www.freescale.com/](http://www.freescale.com/) - Suchbegriffe MA3110,  
AN2002, AN2007, AN2008, AN2002  
LabVIEW  
[www.ni.com/labview/d](http://www.ni.com/labview/d)

## MPFS File System

[www.microchip.com](http://www.microchip.com) – Suchen Sie über das Feld Search Microchip nach AN833 (die Suche führt zur TCP/IP Stack Application Note, in der auch MPFS beschrieben ist)

- 7 ADPCM-Verfahren  
[www.microchip.com](http://www.microchip.com) – Suchbegriff AN1033  
[www.elektor.de/110760/Downloads/Files/  
CreateOurOwnSoundFiles.pdf](http://www.elektor.de/110760/Downloads/Files/CreateOurOwnSoundFiles.pdf)
- 8 LTspice-Simulationssoftware  
[www.linear.com/designtools/software/](http://www.linear.com/designtools/software/)  
Sparkfun [www.sparkfun.com](http://www.sparkfun.com)

Danke an Antoine Luthier, Denis Meyer und Clemens Alens für ihren unermüdbaren Rat und ihre Unterstützung bei der Realisierung dieses Projekts. Außerdem möchte ich mich bei Kenneth Cox bedanken, der dem Schwimmstreckemesser seine Stimme lieh.



# L

Von Anders Gustafsson (Finnland)

Elektor-Leser findet man überall! Anders Gustafsson fährt auf den Åland-Inseln (N60 E20, Sie können das ja mal in Google Maps eingeben) jeden Tag im Dunkeln mit dem Fahrrad zur Arbeit. Dabei illuminiert eine batterie-gespeiste Glühlampe seinen Weg. Das klappt auch mit frischen Batterien ganz gut, aber schon nach ein paar Fahrten sind die Energiespender saft- und kraftlos und die Lampe funzelt nur noch. Da lässt sich doch, dachte unser Leser, sicher etwas mit LEDs verbessern! Er schreibt:

„Das originale Leuchtmittel, eine Osram PR2 2,4 V 0,5 A, erzeugt einen Lichtstrom von 10 lm. Eine LED vom Typ Cree XP-E dagegen ist mit 114 lm bei 350 mA deutlich überlegen. Zur Ansteuerung der LED habe ich einen speziellen Konstantstrom-Step-up-Konverter ausgesucht, der den Strom - ich habe einen etwas niedrigeren Strom von 320 mA gewählt - bei einer Batteriespannung von minimal 1,5V liefern kann.

Und um das Licht auch gebündelt an die richtige Stelle zu bekommen, habe

ich einen Reflektor Khatod KCLP 20CR mit einem Abstrahlwinkel von 6° vor die LED montiert. Unser Leser hat noch ein paar Fotos seines umgebauten Fahrradlichts beigelegt, die wir hier als Denkanstoß zeigen.

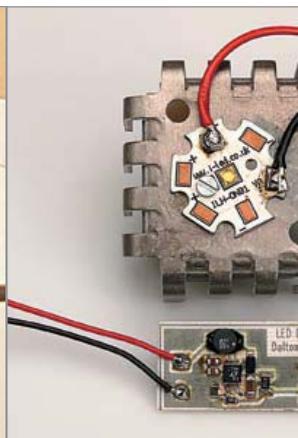
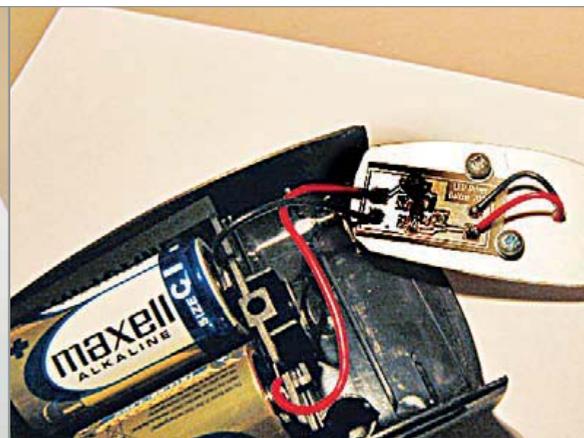
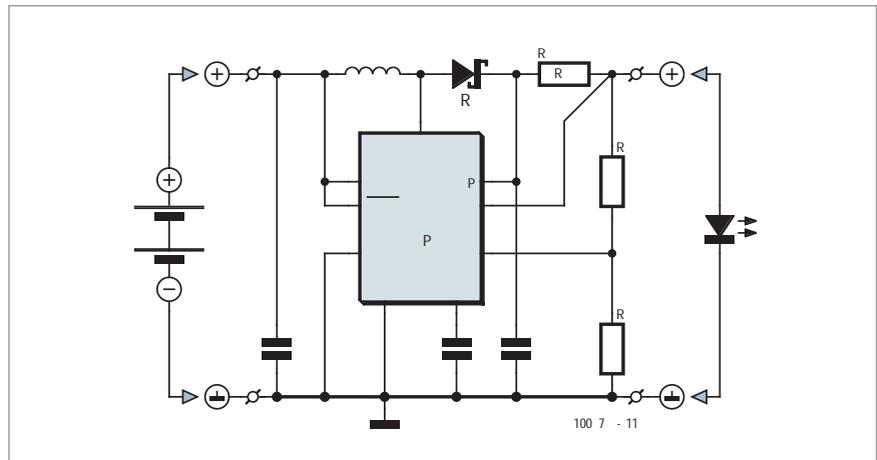
Die Schaltung ist eine Standard-Applikation des LT1618 von Linear Technology [1]. Eine sehr interessante Eigenschaft dieses „fixed-frequency current mode switcher“ LT1618 ist, dass der Chip sowohl einen konstanten Strom als auch eine konstante Spannung erzeugen kann. Er benötigt dazu eine

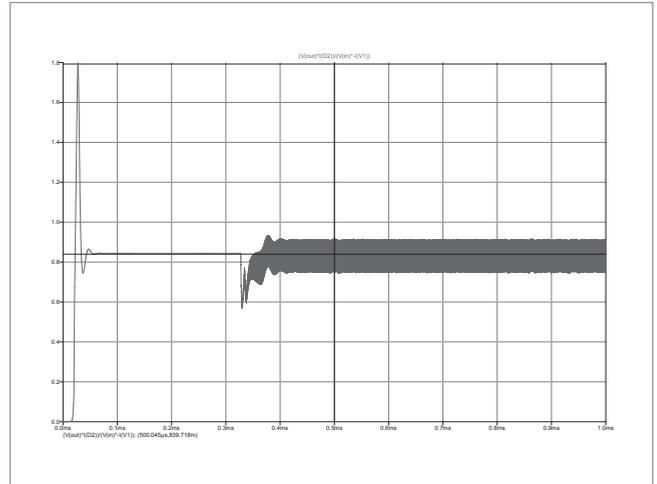
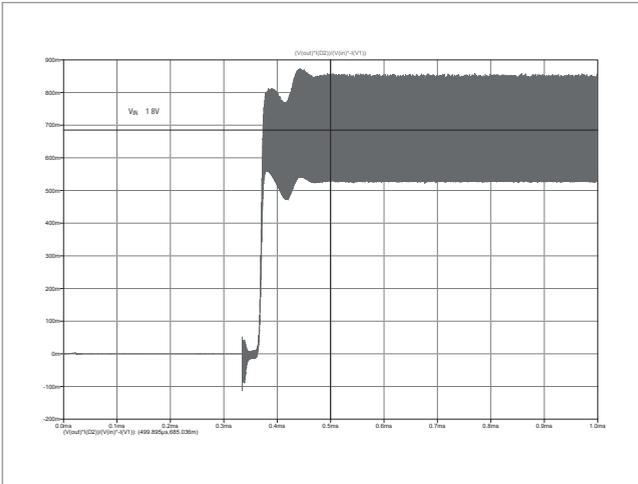
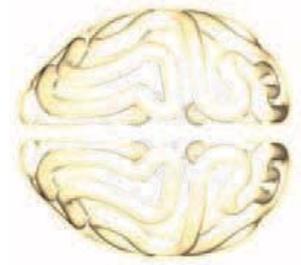
Eingangsspannung im Bereich von 1,6...18 V. Seine hohe Schaltfrequenz von 1,4°MHz erlaubt den Einsatz kleiner Induktivitäten und Kondensatoren.

Wir verwenden hier natürlich den Konstantstrom-Modus und versorgen den Konverter mit zwei 1,5-V-Batterien (Baby/Monozellen), um einen stetigen LED-Strom von 320mA zu gewährleisten. Die Werte von R2 und R3

$$R2 = R3 \left( \frac{V_{out}}{1,263} - 1 \right)$$

stellen  $I_{out}$  auf 4,64 V ein. Das ist ein





recht willkürlicher Wert, der aber eine maximale Ausgangs-Spannung (als zusätzliche Sicherheit) festlegt. Liegt der IADJ-Anschluss (Pin 4) des

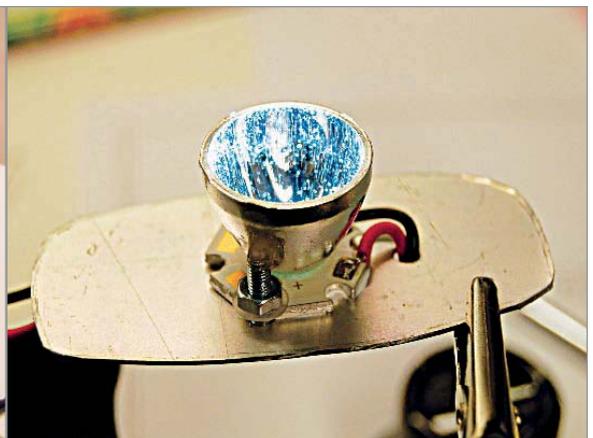
LT1618 auf Masse, beträgt die mit dem Strom korrespondierende Spannung über dem Shunt 50 mV (zwischen ISP und ISN). Mit einem Shunt von 0,15Ω erreichen wir einen Konstantstrom von

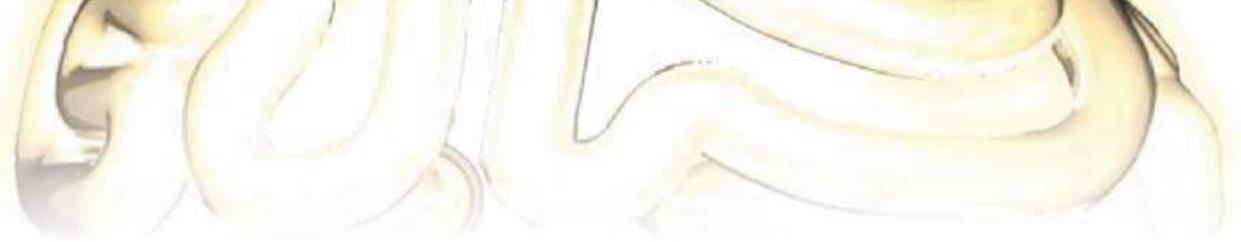
$$I = \frac{0,05V}{0,15\Omega} = 0,33A$$

was genau richtig ist, damit die Cree-LED einen sehr hellen Lichtstrahl auf den dunklen Åland-Inseln produzieren kann, auch wenn die Batterien schon recht ausgequetscht daherkommen.

Im Elektor-Labor haben wir den Wandler aufgebaut und seine Leistungsfähigkeit getestet. Das Ergebnis sehen Sie in der Tabelle: Die Schaltung ar-

	A	V	I	A	
1,3	0	1,3	-		
1,7	0,45	2,89	-		
1,8	0,71	2,95	329	75,9	
2,3	0,62	3,03	323	68,9	
2,8	0,45	3,03	320	76,9	
3,2	0,38	3,03	321	80,0	





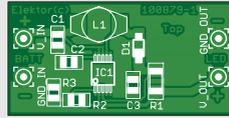
R1 = 0Ω15 (1206)  
 R2 = 332 k (0805)  
 R3 = 124 k (0805)

C1, C3 = 1 μ X5R (0805)  
 C2 = 100 n X5R (0805)

L1 = 10 μH, 7,3x5 mm, z.B. TT Electronics HM7610100LFJTR

H  
 D1 = MBR050  
 IC1 = LT1618EMS (Linear Technology)

A  
 Platine 100879-1 (www.elektor.de/100879)



halten beim Nominalwert ( $I_{in} = 3,0\text{ V}$ ) in einer LTSpice-Simulation verglichen (siehe Bilder).

Damit die Elektronik im „Frontscheinerwerfer“ Platz findet, kommen SMDs auf der sehr kleinen Platine zum Einsatz. Wenn Sie mit der Schaltung auf dem Labortisch experimentieren wollen, vergessen Sie keinesfalls, einen Kühlkörper (zum Beispiel U-förmig mit Lamellen für TO3) an der LED anzubringen, sonst dürfte diese schnell ihr Leben aushauchen.

(100879)

<http://cds.linear.com/docs/Datasheet/1618fas.pdf>

beitet hervorragend, unabhängig, ob sie mit zwei Trockenzellen (3,0V) oder zwei Akkus (2,4V) betrieben wird. Als nächstes haben wir das (oft

problematische) Startverhalten des 1,4-MHz-Oszillators bei einer Batteriespannung am unteren Ende der Skala ( $I_{in} = 1,8\text{ V}$ ) mit dem Startver-

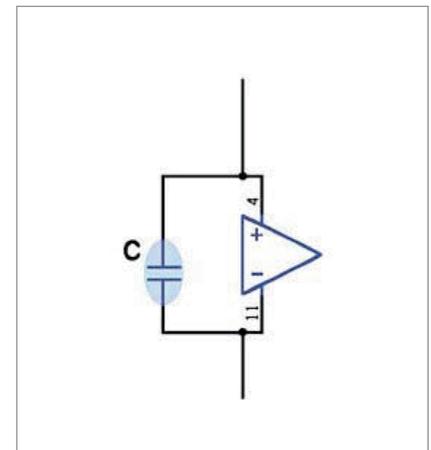
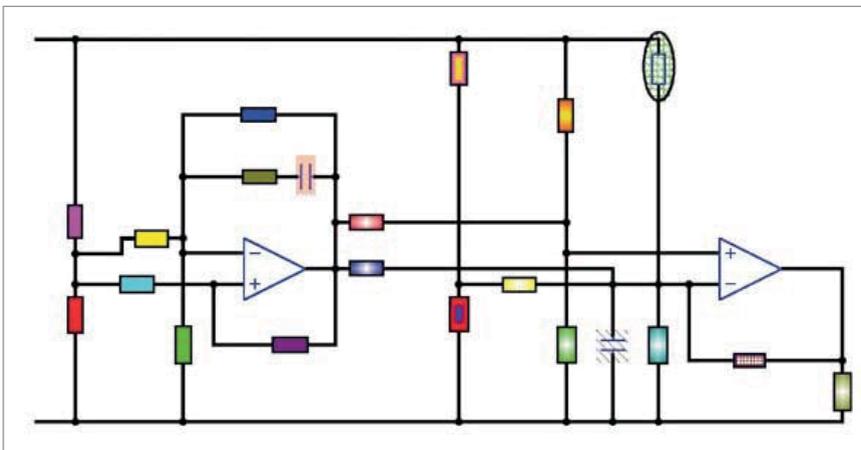
# A

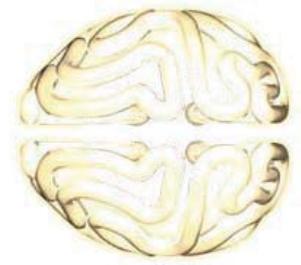
Von Dietmar Schröder (D)

Wenn man ein elektronisches Projekt mit einem oder mehreren OpAmps entwickelt, kommt es oft vor, dass man

damit Widerstände oder Kondensatoren austauschen muss, um die Schaltung abzustimmen oder zu optimieren. Dies ist bemerkenswert einfach zu erledigen, wenn man statt der guten alten

bedrahteten „Through hole“-Bauteile kleine SMDs (surface mount devices) verwendet. Besonders Mini-MELF-Bauteile sind bequem zu handhaben. Um schnell eine Schaltung mit einem



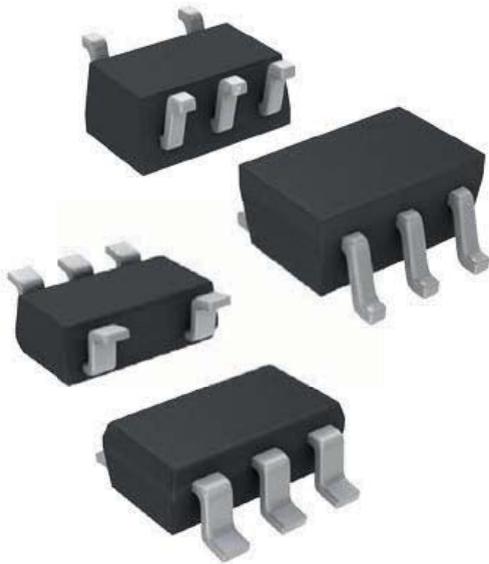


positive und negative Versorgung geschaltet, nicht nach Masse, weil dies Welligkeiten auf der Masseschiene zur Folge haben könnte.

und mit Bauteilwerten nach Wunsch versehen werden, so oft Sie wollen! Dies hilft bei der Dokumentation Ihres Projekts gewaltig.

In den Abbildungen des Schaltbilds und des Layouts wurden für die Bauteile jeweils die gleichen Farben verwendet,

Ein solches universelles „Prototyping Tool“ hat viele Vorteile. Testen Sie das Ganze mal und Sie werden sehen, dass



OpAmp aufbauen zu können, hat unser Leser eine vielseitige und universelle Platine für 1206er-SMDs entworfen. Sie wurde für einen SOIC-14-Quad-OpAmp wie den bekannten TL074 entwickelt. Die Platine ist einseitig ausgelegt und so klein, dass sie leicht auf einem Platinenrestchen geätzt werden kann, das sonst leicht im Abfall verschwinden könnte. Eine PDF-Datei, die kostenlos von der Elektor-Website heruntergeladen werden kann, zeigt das Layout der Leiterbahnen [1].

Die Platine ist so gestaltet, dass lediglich hier und da ein paar Anschlussdrähte nötig sind, um Ihren Schaltungsaufbau zu komplettieren. Es gibt ein paar zusätzliche Universalpads für besondere Fälle und ebenso einige „Jumper“, die bei Bedarf mit einem Tröpfchen Lötlötlötlötl geschlossen werden können.

Wenn man das Layout betrachtet, fällt auf, dass sich die linke Hälfte gespiegelt auf der rechten Seite (mit ein paar kleinen Änderungen) wiederfindet. Das Ergebnis ist ein beinahe symmetrischer Aufbau, abgesehen vom Entkoppelkondensator (mit C markiert). Dieser Kondensator wird zwischen die

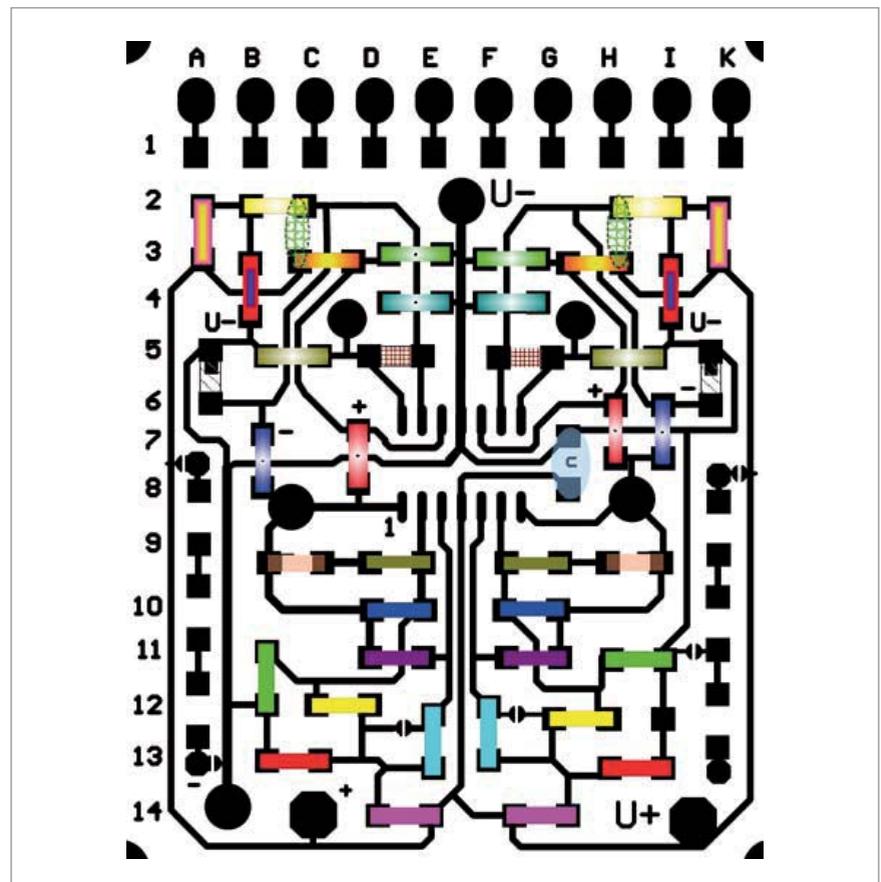
A

das macht die Zuordnung sehr einfach. Das Schaltbild zeigt allerdings nur zwei OpAmps, es handelt sich also nur um die Hälfte der Schaltung. Das Schema kann wie das Layout von der Elektor-Website [1] heruntergeladen, gedruckt

die Entwicklung von Schaltungen beinahe zum Kinderspiel wird.

(110737)

[1] [www.elektor.com/110737](http://www.elektor.com/110737)



Von Jürgen Krüger (D)

Diese Schaltung gehört eindeutig in die Kategorie „Warum bin ich da nicht schon früher drauf gekommen!“ Praktisch jeder Elektroniker stand schon vor dem Problem, den Einschaltstromstoß von größeren Verbrauchern begrenzen zu wollen oder zu müssen.

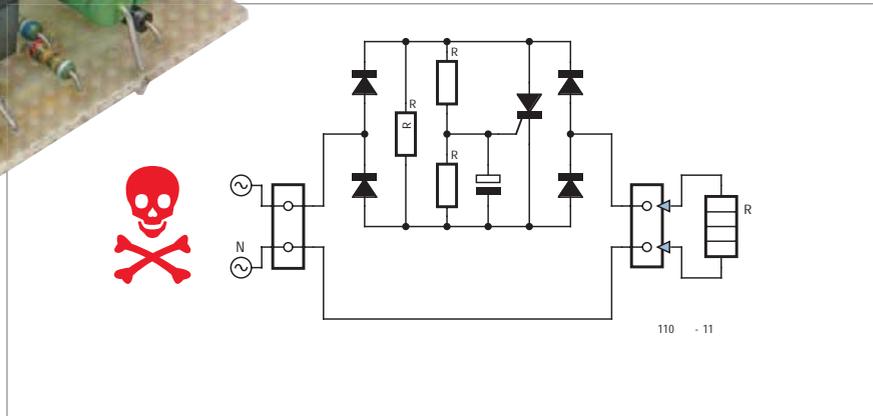
anz früher hat man so eine Aufgabe mit einem kräftigen Vorwiderstand gelöst, der einige zig Millisekunden nach dem Einschalten des Verbrauchers durch den Schließer-Kontakt eines Schütz (oder eines Relais, mit etwas Elektronik als Zutat) kurzgeschlossen

wird. Das funktioniert zwar, ist aber elektromechanisch und daher weder verschleißfrei noch schick oder klein. Heute könnte man auch eine Schaltung mit einem Mikrocontroller bauen, der per Analogeingang das Vorhandensein der Netzspannung misst und über einen internen Timer verzögert einen Triac triggert, der den Vorwiderstand kurzschließt. Das funktioniert ebenfalls, ist aber sicher schon etwas Overkill.

Herr Krüger ging logisch vor und hat eine minimalistische Elektronik konzipiert, die neben der Selbstverständlichkeit, dass auch sie funktioniert, durch ihre Einfachheit imponiert. Die simpelste Lösung wäre zwar ein Triac

gewesen, dessen ate verzögert über ein RC- lied mit vorgeschalteter Dio-

hochohmig ausgelegt werden. Diese Widerstände bestimmen zusammen mit C1 die Einschaltverzögerung, deren Wert von der Exemplarstreuung

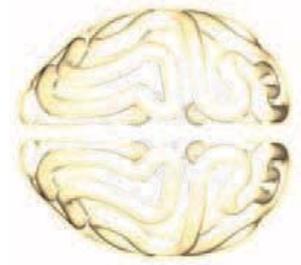


de durchgesteuert wird, doch leider ist ein Triac bei unipolarer Ansteuerung bezüglich positiver und negativer Halbwelle unterschiedlich empfindlich. Beim Einschalten kann es daher vorkommen, dass zunächst eine oder mehr negative Halbwellen fehlen, was für induktive Verbraucher wie Trafos nicht so lustig ist, da sie dann in die Sättigung kommen könnten und somit das verursachen, was man ja eigentlich vermeiden wollte die Sicherung fliegt raus.

Von daher baute sich der Autor die zweitsimpelste Variante, die machbar ist. Das Prinzip bleibt das leichte wie beim Triac, aber stattdessen wird ein Thyristor im leichspannungszweig eines Brückengleichrichters eingesetzt. Das war es dann auch schon. Ein Thyristor hat gegenüber einem Triac den weiteren Vorteil, dass der notwendige Steuerstrom deutlich niedriger ausfallen kann. Das vorgeschlagene Exemplar TIC10 triggert typischerweise schon bei einem ate-Strom von 0 A. R1 und R2 können also relativ

abhängt und gut einige hundert Millisekunden betragen kann. R3 sollte durchaus ein -W-Typ sein, da er in dieser Zeit doch einen beachtlichen Energieimpuls thermisch verkraften muss.

Der Autor setzte (Vor)Schaltungen dieser Art schon öfter als Sanftanlauf für Lühlampen ein, die ja bekanntlich einen niedrigen Kaltwiderstand aufweisen. erade wenn man beim Camping einen Spannungswandler von 12-V-leich- auf 230-V-Wechselspannung verwendet, können hohe Einschaltströme nämlich dazu führen, dass selbst ein 300-W-Konverter bei einer 100-W-lühlbirne nicht oder nur unzuverlässig startet oder sich beim Einschalten der Lampe ausklinkt. Auch größere Trafos können durchaus kräftige Stromspitzen beim Einschalten produzieren, wenn sie zufällig im Nulldurchgang eingeschaltet werden und aufgrund noch fehlender Magnetisierung in die Sättigung geraten. Die Schaltung kann mit den vorgegebenen Bauteilen



und deren Werten für Verbraucher bis 230 VA eingesetzt werden. rößere Ströme erfordern stärkere Dioden und einen leistungsfähigeren Thyristor, der dann auch gekühlt werden muss. Bei solchen Modifikationen sollte man beachten, dass Thyristoren für größere Ströme einen höheren Trigger-Strom benötigen, weswegen R1 und R2 nie-

derohmiger sowie C1 größer ausfallen müssen. Oder man verwendet eine spezielle Ansteuerlogik, was der eleganten Schlichtheit des Konzepts aber nicht mehr gerecht würde. R3 sollte man dem Anwendungszweck bzw. dem gewünschten Anlaufstrom anpassen.

(110339)

Die Schaltung ist zum direkten Anschluss an das 230-V-Netz gedacht – Lebensgefahr! Die Sicherheitsabstände müssen beachtet und die Isolierung muss fachgerecht ausgeführt werden. Beim Ausprobieren sollte man mit viel Vorsicht zu Werke gehen!

Von Marian van Hal (NL)



Wer die Kunst des Strickens pflegt, hat viel zu zählen Maschen und Reihen, zwei rechts, zwei links, und so weiter. Zum dauerhaften Speichern der Zahlen genügen eigentlich Bleistift und Papier. Mehr im Trend der Zeit liegt jedoch ein elektronischer, von einem

Mikrocontroller gesteuerter Zähler. Der hier vorgestellte Strickreihenzähler wird wie folgt bedient

- Drücken des Tasters S1 erhöht den Zählerstand um 1.
- Drücken des Tasters S2 hat zur Folge, dass der Zählerstand dauerhaft im EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert wird.

- Drücken des Tasters S3 setzt sowohl den aktuellen wie auch den gespeicherten Zählerstand auf Null zurück.

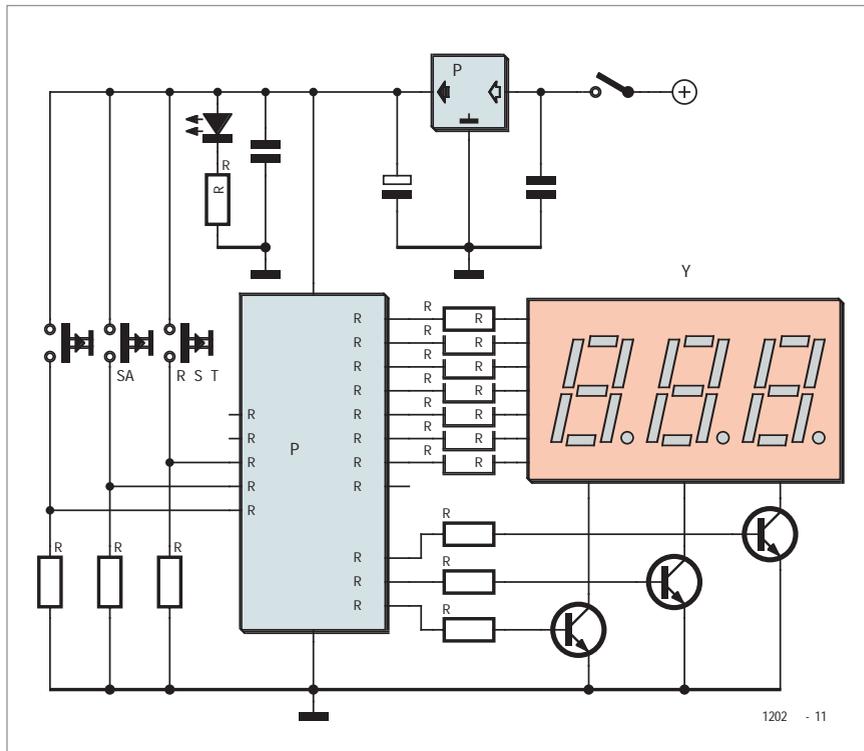
Wird der Strickreihenzähler mit S eingeschaltet, zeigt das Display den im EEPROM gespeicherten Zählerstand an. m die Batterie zu schonen, verlischt das Display nach fünf bis zehn Sekunden, die Zählfunktion wird de-



aktiviert. Ein Druck auf Taster S1 stellt die Anzeige und den aktiven Zustand wieder her. Eine LED signalisiert auch bei dunklem Display, dass der Strickreihenzähler eingeschaltet ist. Der Low-drop-Spannungsregler LP200 trägt zur effizienten Nutzung der Batteriekapazität bei.

Steuerzentrale ist ein Mikrocontroller des Typs PIC1 F 28A, er steuert das dreistellige Siebensegmentdisplay im Multiplexbetrieb. Die Firmware wurde in PICbasic von Proton geschrieben, bei Bedarf lässt sie sich leicht modifizieren. Von den Timern und Interrupts des Mikrocontrollers macht die Firmware keinen Gebrauch. Das Abschalten des Displays wurde durch Zeitschleifen realisiert.

Die Schaltung kann auf einem kleinen Stück einer Experimentierplatine aufgebaut werden. Für die optimale Positionierung der Bauelemente bietet sich das Programm LochMaster 1 von Abacom an. Der Quell- und Hexcode der Firmware stehen auf der Elektor-



Website 2 zum freien Download bereit, dort ist auch ein programmierter Controller bestellbar.

- 1 [www.abacom-online.de/uk/html/lochmaster.html](http://www.abacom-online.de/uk/html/lochmaster.html)
- 2 [www.elektor.de/1202\\_3](http://www.elektor.de/1202_3)

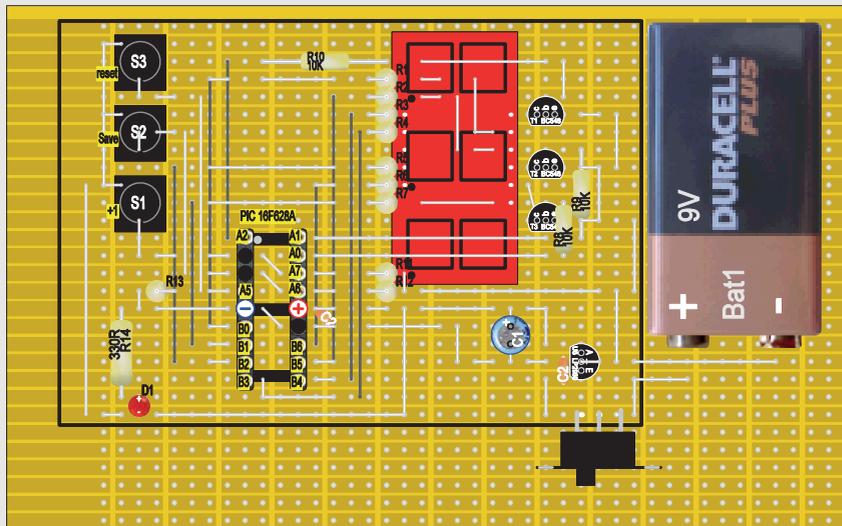
(120253)gd

R1...R7,R14 = 330 Ω  
R8...R13 10 k

C1 7 /1 V  
C2,C3 100 n

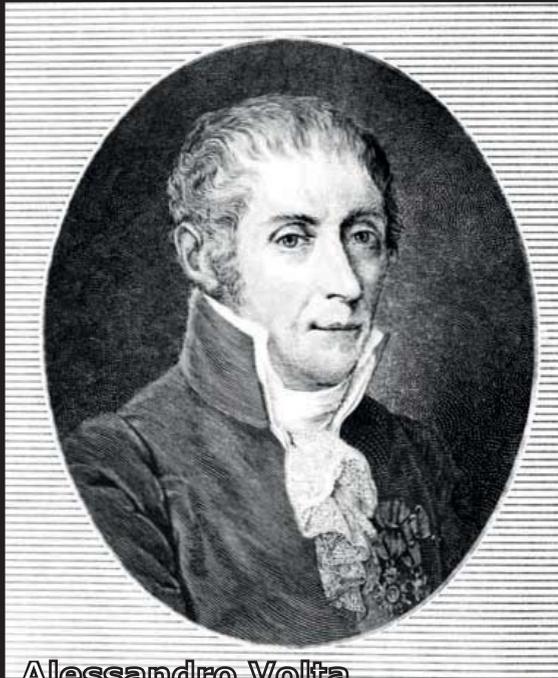
H  
D1 LED mm, rot  
Display KW3- 1-CSA (Lucky Light) oder drei einzelne Siebensegmentdisplays mit gemeinsamer Kathode  
T1...T3 BC 7  
IC1 PIC1 F 28A (programmiert erhältlich 1202 3- 1 2 )

A  
S1...S3 Drucktaster mit Arbeitskontakt  
S Schiebeschalter mit Arbeitskontakt  
Batterie V mit Anschlussclip  
Kleine Experimentierplatine

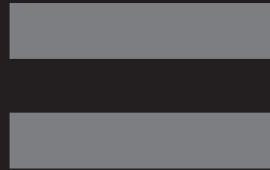


# A H H T

Drei berühmte Köpfe sind hier in einer Gleichung versammelt ... erkennen Sie irgendwelche Ähnlichkeiten



Alessandro Volta



André-Marie Ampère



Georg Simon Ohm





## T

Ein hochwertiges und trotzdem kostengünstiges Mikrofon mit Phantomspeisung ist auch im Selbstbau realisierbar. Als Zutaten genügen eine Elektret-Mikrofonkapsel, ein Stück Alurohr und nur wenig Elektronik. Das Ergebnis kann sich zwar nicht mit den High-End-Produkten der Industrie messen, doch es muss sich hinter den Elektret-Mikrofonen der 0-Euro-Klasse nicht verstecken.

Von Rob van Veldhuizen (NL)

Heute sind Kondensatormikrofone mit Phantomspeisung, die gehobenen Ansprüchen genügen, schon für rund 100 Euro erhältlich. Noch vor einem Jahrzehnt sah die Situation anders aus. Damals lagen die Preise einfacher Elektretmikrofone mit Phantomspeisung weit über 100 Euro, während



ten Vorteil einer Lösung ohne Überträger stellt zweifellos die geringere Empfindlichkeit des Mikrofons gegen magnetische Störfelder dar. Im Umfeld von Musikerbühnen sind solche Störfelder

---

50

---

Kondensatormikrofone für das mittlere Budget nahezu unerschwinglich waren.

Für seine musikalischen Ambitionen genügten dem Autor Mikrofone mittlerer Qualität, wichtig war ihm die Verfügbarkeit genügend vieler Exemplare. Nach dem hier beschriebenen Muster wurden insgesamt acht Mikrofone gebaut, der Selbstbau war auch finanziell lohnend. Allerhöchste Studioqualität erreicht das phantomgespeiste Selbstbaumikrofon zwar nicht, doch das war auch nicht das Ziel dieses Vorhabens.

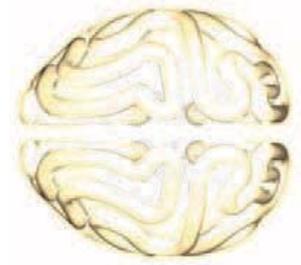
Die kostenträchtigen Komponenten symmetrischer phantomgespeister Mikrofone sind normalerweise die Mikrofonkapsel und der Mikrofonüberträger. Gute Elektret-Mikrofonkapseln kosten 10 bis 15 Euro, während magnetisch nicht abgeschirmte Mikrofonüberträger mit 20 Euro und mehr zu Buche schlagen. An der Kapsel sind kaum Einsparungen möglich, der Überträger ist jedoch durch andere Lösungen ersetzbar, die eventuell sogar Vorteile bringen. Den wichtigs-

wegen der Geräteaufbauten und der Verkabelung unvermeidbar.

Für Lösungen ohne Überträger bietet sich der Einsatz von OpAmps an, doch dann sind Maßnahmen für das Bereitstellen der Betriebsspannung und ihre Entkopplung nötig. Das ist nicht ganz einfach, weil an den Leitungen die Spannung 48 V liegt und im Mikrofongehäuse nur wenig Raum für viele Bauteile vorhanden ist. Natürlich kann die Schaltung auch in SMD-Technik aufgebaut werden, doch das erfordert spezielle Werkzeuge sowie ein gewisses Maß an SMD-Löterfahrung. Die diskret aufgebaute Variante, um die es hier geht, kann durchaus gleichwertig genannt werden. Wegen der wenigen Bauteile ist der Einbau in das Gehäuse eines Handmikrofons ohne Schwierigkeiten möglich.

### Mikrofonschaltung

Bei symmetrischer Signalübertragung mit Phantomspeisung legt das Mischpult die Gleichspannung 48 V über 6,8-k $\Omega$ -

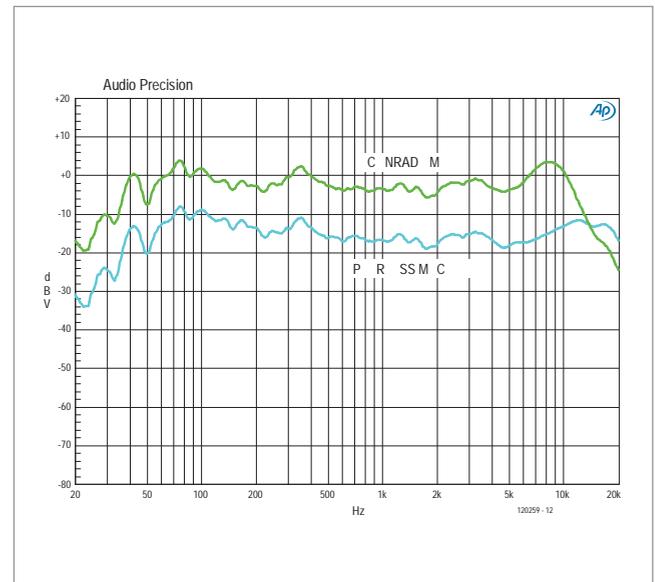
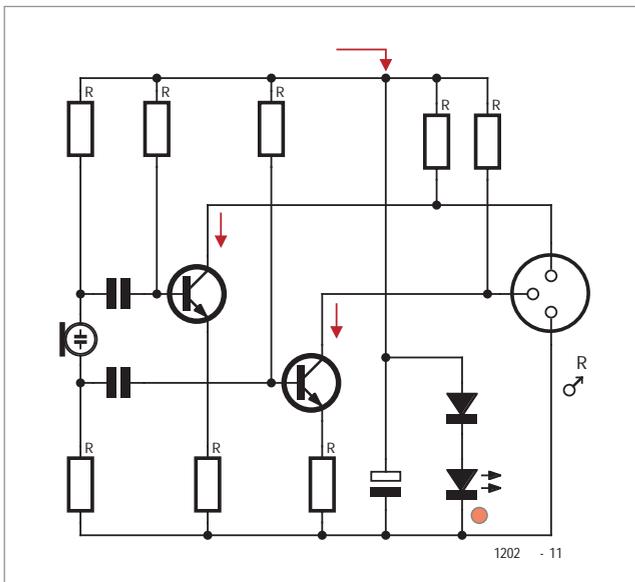


Widerstände an beide Signalleitungen. Diese Spannung muss im Mikrofon symmetrisch ausgekoppelt werden, auf beiden Leitungen ist die Spannung bis 10 mA belastbar.

In dieser Mikrofonschaltung wird die Betriebsspannung über R7 und R8 abgegriffen und von D1 und D2 auf ungefähr 2,3 V begrenzt. Die Spannung versorgt über R1 und R2 die Elektretkapsel, während die durch T1 und T2 fließenden Ströme über R5

BC 7 verwendbar. Die maximale Kollektorspannung des BC 7 beträgt V, am Kollektor des BC 7 dürfen höchstens V liegen (die Phantomspannung beträgt ja 8 V). Die Kollektoren von T1 und T2 sind mit den Ausgangsleitungen unmittelbar verbunden. Wegen der leichtromeinstellung auf ungefähr 1 mA können die Koppelkondensatoren entfallen. Die 6,8-kΩ-Widerstände im Mischpult haben die Funktion von Kollektorwiderständen, so dass die Schaltung das Signal um etwa 1 dB verstärkt.

Ein Handicap dieser übertragerlosen Lösung ist die begrenzte kapazitive Belastbarkeit. Sehr lange Anschlusskabel mit



und R auf etwa 1 mA eingestellt sind.

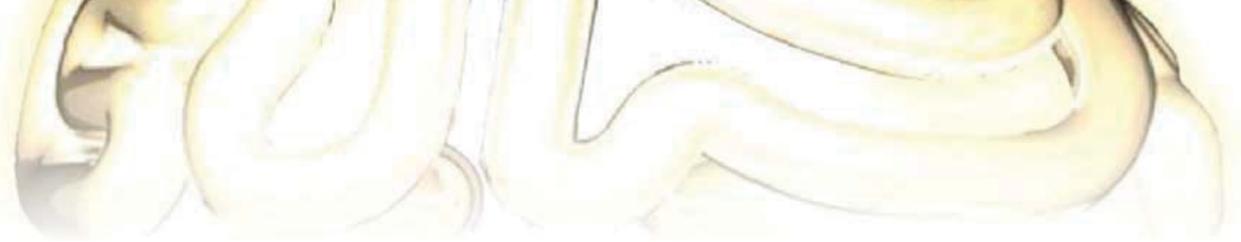
Die Elektretkapsel ist ein Typ mit zwei Anschlüssen. In der Kapsel befindet sich ein FET, der das Signal der Membrane in Stromänderungen umsetzt. Bei unsymmetrischem Anschluss wird die Signalleitung, die mit der Drain-Seite des FETs verbunden ist, über einen Widerstand an die Plusleitung gelegt. Die Source-Seite liegt zusammen mit der Signalmasse an der Masseleitung. Der symmetrische Anschluss der Elektretkapsel macht eine Phasendrehung des Signals um 180° notwendig. Die Funktion des Phasenschiebers übernimmt hier der interne FET zusammen mit den Widerständen R1 und R2.

Die gegenphasigen Signale gelangen zu den Transistoren T1 und T2, die als Impedanzwandler arbeiten. Wegen der hohen Eingangsimpedanz dieser Stufen können die Werte der Koppelkondensatoren niedrig sein. Für T1 und T2 ist hier nur der

hohen Kapazitäten führen dazu, dass hohe Frequenzen gedämpft werden. Die Stromsteuerung mit T1 und T2 reicht nicht aus, um die Kabelkapazitäten mit der notwendigen Geschwindigkeit umzuladen. Bei Kabellängen bis 10 m, die im nicht-professionellen Bühnenbetrieb nur selten überschritten werden, waren jedoch keine nennenswerten Einbußen hörbar.

### Mikrofongehäuse

Das Mikrofongehäuse wird aus Alurohr mit dem Außendurchmesser 20 mm angefertigt, solche Alurohre sind in Baumärkten erhältlich. Der Innendurchmesser dieser Rohre beträgt meistens 16 mm, was dem Durchmesser eines LR-Einbausteckers entspricht. Durch Bearbeiten mit Bohrer und Feile können die nötigen Durchbrüche und Aussparungen hergestellt werden. Dann wird der LR-Einbaustecker



im Rohr angeschraubt, die mechanische Verriegelung auf der Kabelseite wird im Rohr eingeklemmt. Die vom Autor angefertigten Mikrofongehäuse haben die Länge 1,2 cm.

Die Schaltung mit ihren wenigen Bauteilen kann zweckmäßigerweise auf einem kleinen Stück Experimentierplatine aufgebaut werden. Das Anfertigen einer individuellen Platine ist natürlich etwas aufwendiger. Als Platinenhalter und Isolierung im Mikrofongehäuse dient ein 1 mm langes, der Länge nach durchgesägtes Kunststoffrohr. Zur Fixierung der Elektretkapsel verwendete der Autor eine Kunststoffkappe, die normalerweise Sechskantschrauben schützt. Die untere Seite der Kappe wurde mit dem Kunststoffrohr verklebt. In die Kappenrückseite hat der Autor ein kleines Loch gebohrt, dort wurden die Leitungen von der Elektretkapsel zur Schaltung hindurchgeführt. Die Verbindungen müssen mit dünner, hochflexibler Litze hergestellt werden, anderenfalls werden mechanische Schwingungen vom Mikrofongehäuse zur Elektretkapsel übertragen. Der Raum zwischen Kapsel und Schaltung wird mit Gehörschutz-Knetmasse gefüllt, so dass die Kapsel gegen das übrige Gehäuse akustisch abgeschlossen ist. Diese Maßnahme bewirkt, dass Resonanzerscheinungen gedämpft werden.

Das Kunststoffrohr mit der Schaltung kann im Gehäuse mit einer M3-Senkkopfschraube befestigt werden, so dass die Demontage im Bedarfsfall leicht möglich ist.

In die Oberseite des Alurohrs werden drei Schlitze gesägt, die



einen Millimeter breit sind. Die Elektretkapsel muss so montiert werden, dass der erste Schlitz in Höhe der Kapselrückseite liegt. Die Schlitze erhöhen die Richtwirkung des Mikrofons.

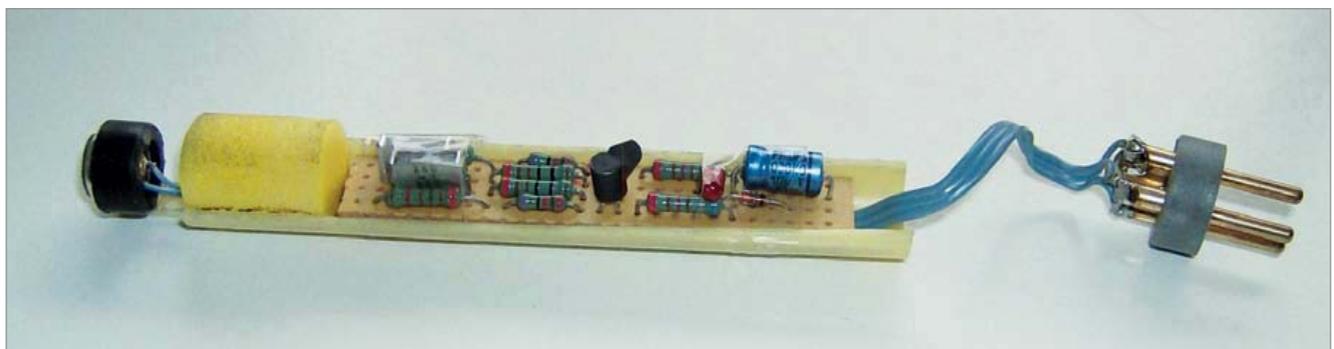
Ein Stück Metallgeflecht schützt die Frontseite der Elektretkapsel. Das Metallgeflecht stammt von einem Teesieb, wie es in jedem Kaufhaus erhältlich ist. Ein Stück eines Flammenverteilers für die Kochstellen von asherden ist ebenfalls

brauchbar. Das Geflecht wird vor der Elektretkapsel mit leitfähigem Kleber am Gehäuse befestigt, so dass es an Masse liegt und die Elektretkapsel elektrisch abschirmt.

### Messkurven

Im Elektor-Labor wurde das Selbstbau-Mikrofon mit einem Messmikrofon von Peerless verglichen. Aus den Messkurven geht hervor, dass sich beide Mikrofone bis etwa 1000 Hz mit guter Näherung identisch verhalten. Ober dieser Frequenz lässt das Selbstbau-Mikrofon bei 8000 Hz eine deutliche Spitze erkennen, anschließend fällt der Frequenzgang relativ schnell ab. Für ein Selbstbau-Mikrofon mit preiswerter Elektretkapsel ist dies ein recht akzeptables Ergebnis. Der Frequenzgang oberhalb 1000 Hz hängt in starkem Maß von der Gehäuseform und der Einbautiefe der Elektretkapsel ab. In der Praxis des nicht-professionellen Bühnenbetriebs hat das Selbstbau-Mikrofon seine Bewährungsprobe vielfältig bestanden.

(120259)gd





## Universal-Digital-Multimeter

Hohe Genauigkeit, beeindruckende Leistungsmerkmale, bedienungsfreundlich sowie sicher und zuverlässig.

- Echtheftmessung von Spannung und Strom
- 0,1 % Grundgenauigkeit
- 6.000 Digits Auflösung
- Manuelle und automatische Bereichswahl
- Display Hold und Auto Hold
- Frequenz- und Kapazitätsmessung
- Widerstandsmessung, Durchgangsprüfung und Diodentest
- Min/Max/Mittelwert-Aufzeichnung
- EN 61010-1 CAT III 1000 V / CAT IV 600 V

FLUKE 175

**199,00**

EN 61010-1  
CAT III 1000 V  
CAT IV 600 V

Lebenslange  
Gewährleistung  
Damit Ihr Fluke Messgerät  
immer einsatzbereit ist

## Spannungs- und Durchgangsprüfer

12 - 690V AC/DC

- Anzeige, 12 LEDs, 3 1/2-stellige LCD-Anzeige mit Hintergrundbeleuchtung
- Spannungsprüfung, und Widerstandsmessung
- Optischer und akustischer Durchgangstest
- Drehrichtungsanzeige
- Einpolprüfung zur Phasenermittlung ohne Gegenpotential
- Polaritätsanzeige, Taschenlampenfunktion, Zuschaltbare Last
- EN 61243-3 und VDE 0682

FLUKE T140

**124,00**



**FLUKE** Markenqualität • Top-Service • günstige Preise  
[www.reichelt.de](http://www.reichelt.de)

## Kompaktes Digital-Handmultimeter

- TRMS-Messung
- 6000 Counts, LCD Display
- 0,5 % Grundgenauigkeit
- Strom- und Spannungsmessung
- Frequenz- und Kapazitätsmessung
- Widerstandsmessung, Durchgangsprüfung und Diodentest
- Analoge Segmentanzeige
- MIN/MAX/Mittelwert-Speicher
- EN 61010-1 CAT III 600 V
- CSA-, TÜV-, sowie VDE- Zulassung



FLUKE 115 **189,00**

## Echtheftiv-Digitalmultimeter

mit abnehmbarem Anzeige-Modul

- Echtheftivmessung von Spannung und Strom
- 6000 Counts, LCD Display
- 0,25% Grundgenauigkeit
- Messung von Gleich- und Wechselspannung sowie Strom
- Kapazitäts- sowie Frequenzmessung
- Widerstandsmessung, Durchgangsprüfung und Diodentest
- Integriertes Thermometer
- Drahtlose Übertragung der Messwerte bis zu 10 Meter
- Min-/Max- und Mittelwert-Aufzeichnung
- EN 61010-1 CAT IV 600 V, CAT III 1000 V



FLUKE 233 **285,00**

## Professionelles IR-Thermometer



- Einpunkt-Laserstrahl-Zielhilfe
- Optik 12:1
- Temperaturbereich von -40 °C bis 550 °C
- Displayauflösung: 0,1°C des Messwertes
- Genauigkeit: ±1,0 % oder ±1 °C
- Ansprechzeit: 500ms
- Einstellbarer Emissionsgrad 0,3 bis 0,95
- Min./Max./DIF-Aufzeichnung
- inkl. Koffer, Batterien, Anleitung und Messfühler

FLUKE 561 **169,00**

Diese Kombination vereint zwei leistungsstarke Messgeräte für die produktive und wirkungsvolle Fehlersuche.

### Fluke 117 Digital-Multimeter

- TRMS-Messung • 6000 Counts, LCD-Display
- Berührungslose Spannungsprüfung mittels VoltAlert™
- 0,5 % Grundgenauigkeit
- Strom- und Spannungsmessung
- Frequenz- und Kapazitätsmessung
- Widerstandsmessung, Durchgangsprüfung und Diodentest
- MIN/MAX/Mittelwert-Speicher
- EN 61010-1 CAT III 600 V
- CSA-, TÜV-, sowie VDE- Zulassung

### Fluke 322 Wechselstrom-Zangenmessgerät

- TRMS • LCD-Display, 4000 Counts
- Wechselstrom bis 400 A
- Gleich- und Wechselspannung bis 600 V
- Auflösung bis zu 0,01 A und 0,1 V
- max. Leistungsdurchmesser 26 mm
- Grundgenauigkeit ± 1,8 %
- CAT III 600 V

FLUKE 117/322

**299,00**



inkl. TRANSPORT-TASCHE

## VDE-Prüfgerät DIN VDE 0701/0702

Robuster Gerätetester zur Sicherheitsprüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel.

- Großes Grafikdisplay mit Hintergrundbeleuchtung
- integrierte Tastatur für schnelle Dateneingabe
- Interne oder CF-Karten Speicherfunktion • RS-232-Schnittstelle
- Benutzerfreundlichkeit durch Automatik-Testsequenzen
- Schnellere Dateneingabe durch integrierte Codes für Standort, Messpunkt und Beschreibung
- Ansehen der gespeicherten Werte für mehr Kontrolle vor Ort
- inkl. Messleitung, Prüfspitze, Krokodilklemme, Netzkabel, Koffer, Anleitung



FLUKE 6500

**1479,00**

Katalog kostenlos!

Tagesaktuelle Preise:  
[www.reichelt.de](http://www.reichelt.de)



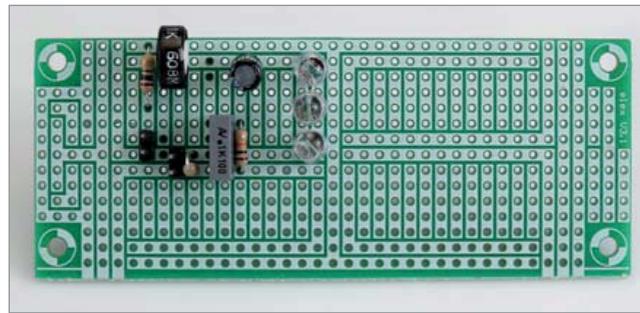
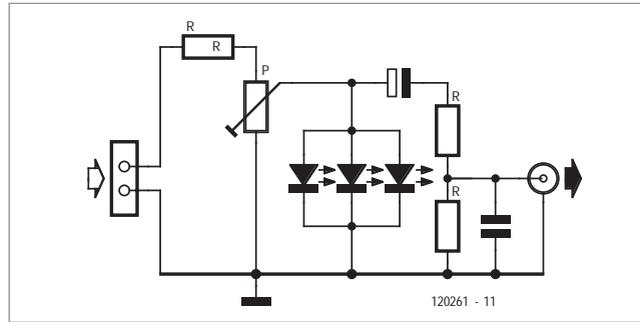


# T L

Von Ralph Willekes (B)

Das Angebot an so genannten Effekt-LEDs ist vielfältig. Solche LEDs können ohne externe Komponenten beispielsweise blinken, fließend oder sprunghaft ihre Farben ändern und vieles mehr. Insbesondere die LEDs, die fließende Farbübergänge produzieren, sind für alternative Anwendungen prädestiniert. Diese LEDs werden auch Rainbow- oder Regenbogen-LEDs genannt. Dass Regenbogen-LEDs nicht nur farbiges Licht, sondern auch komplexe Klänge erzeugen können, beweist die hier gezeigte Schaltung.

Der Spannungsteiler R1/P1 bestimmt den Strom, der durch die drei parallel geschalteten LEDs D1...D3 fließt. Mit dem Potentiometer P1 ist der LED-Strom in weiten Grenzen variierbar. Der Klanggenerator kommt auch ohne Potentiometer aus, in diesem Fall kann mit dem Wert von Widerstand R1 experimentiert werden. Bereits mit nur ei-



ner LED entstehen Klänge, die hörens-wert sind. Mehrere parallel geschaltete LEDs steigern den Klangeindruck, da sich die LEDs die Energie dynamisch teilen müssen.

Vor dem Ausgang bilden Widerstand R2 und Kondensator C2 einen Tiefpass. Wenn C2 den Wert 10 nF hat, passiert das Signal den Tiefpass fast ohne Ver-

änderung. Mit 1  $\mu$ F oder sogar 10  $\mu$ F für C2 erhalten die Klänge einen durchdringenderen Charakter. Der Kondensator C1 sorgt dafür, dass das Ausgangssignal gleichspannungsfrei ist. Die Betriebsspannung kann abhängig von R1 und dem Regenbogen-LED-Typ im Bereich ...10 V liegen.

Vor dem Anschluss an eine Stereo- oder Surround-Anlage empfiehlt es sich, die Lautstärke der Anlage auf Linksanschlag zu stellen. Anderenfalls lässt sich nicht ausschließen, dass entweder die Anlage oder das Trommelfell (oder beide!) bleibende Schäden davon-

tragen.

(120261)gd

Demonstration mit Hörprobe

[http://youtu.be/z\\_aOeCGBZIK](http://youtu.be/z_aOeCGBZIK)

Version mit anderen LEDs und C2 = 4,7  $\mu$ F:

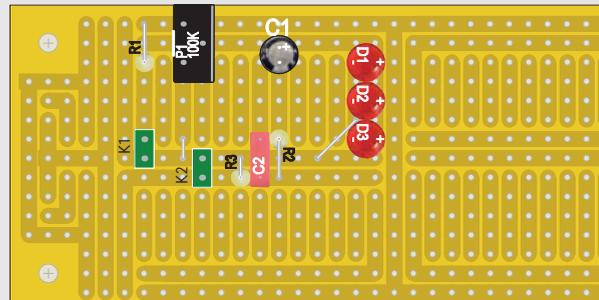
<http://youtu.be/vbITTveORRA>

R1 = 100  $\Omega$   
R2,R3 = 10 k  
P1 = 100 k

C1 = 22  $\mu$ /16 V  
C2 = siehe Text

H  
D1...D3 = Regenbogen-LED,  
möglichst drei verschiedene Typen

A  
Experimentierplatine  
ELE -1  
([www.elektor.de/120261](http://www.elektor.de/120261))



**EAGLE**

**V6**

THE NEXT GENERATION

# Sind Sie ein Gewinnertyp?

## EAGLE Design Challenge

1. Mai 2012 - 31. August 2012

### Sie haben eine tolle Design-Idee?

Sie wollen einen Dell Alienware M17x r3, eine EAGLE Pro Lizenz oder das DV164037 & DM163022-1 von Microchip gewinnen?

Dann nehmen Sie am EAGLE Design Wettbewerb teil.

Integrieren Sie eine Microchip MCU oder DSC in Ihr Design, das Sie mit EAGLE version 6 erstellt haben, beschreiben Sie Ihr Projekt und posten Sie einen Screenshot Ihres Layouts auf [www.element14.com/eagle-competition](http://www.element14.com/eagle-competition)

Reichen Sie jetzt Ihre Design-Idee ein, um so schnell wie möglich so viele Stimmen wie möglich von Community-Mitgliedern zu sammeln! Denn jede Stimme zählt und bringt Sie dem Siegertreppchen näher!

Die Teilnahmebedingungen finden Sie auf [www.element14.com/eagle-competition](http://www.element14.com/eagle-competition)

In Association with



[www.farnell.com](http://www.farnell.com)

element14

[www.element14.com/eagle](http://www.element14.com/eagle)

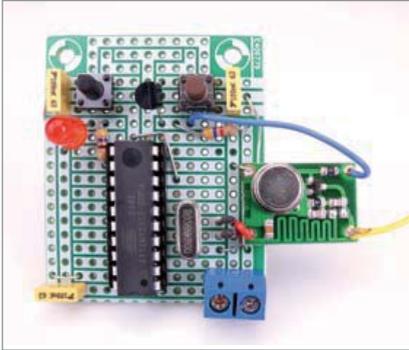
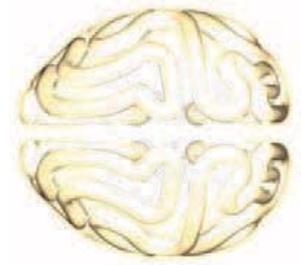


[www.microchip.com](http://www.microchip.com)



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





R1 k7  
R2 10 k  
R3 = 470 Ω

C1,C2 33 p  
C3,C ,C 100 n, MKT, mm

H

LED1 mm, rot  
T1 BC 7C, TO- 2  
IC1 ATtiny2313 DIP-20 (programmiert erhältlich 1102 - 1)

A

1 Quarz 3, 8 MHz HS /S  
S1,S2 Taster, zum Beispiel B3F-1000  
MOD 1 T Sender-Modul des Funk-Sender-/Empfänger-Sets 33 MHz AM, Conrad 130 28  
DIP-20-Sockel  
ELE -1 Platine (1/2)

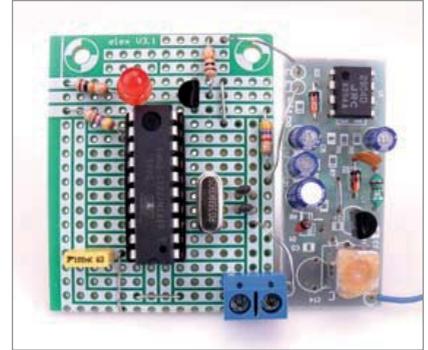
ten ständig sendet. Der Quarz 1 dient als Taktgeber für den Mikrocontroller und ermöglicht bei einer Frequenz von 3, 8 MHz eine Übertragungsrates von 00 bis 7 800 Baud. Hier arbeitet der Mikrocontroller mit 00 Baud, da auch die Funkmodule mit dieser Rate zuverlässig arbeiten können. Die LED D1 inklusive Vorwiderstand dient in der Schaltung lediglich der Kontrolle, ob der Mikrocontroller auf die Eingabe reagiert. Wird einer der beiden Taster gedrückt, leuchtet sie auf.

Auf der Empfängerseite (rechter Schaltplan) wird das Signal vom Empfangsmodul wieder an einen Mikrocontroller weitergeleitet, der die übertragene Information dann entsprechend verarbeitet. Da das Signal vor dem Senden invertiert wurde, muss der empfangsseitige Inverter T1 dies wieder rückgängig machen. Die Software des Mikrocontrollers liest das Signal am Eingang PD0 (R D) ein. Je nachdem ob die Schaltung ein „E“ oder ein „A“ empfängt, schaltet der Mikrocontroller die LED D1 ein oder aus. Auch hier erhält der Mikrocontroller seinen Takt von einem Quarz 1 mit einer Frequenz von 3, 8 MHz.

Als Sende- und Empfangsmodul kommt in diesem Projekt das 33-MHz-Funk-Sender- und Empfänger-Set von Conrad 1 zum Einsatz. Noch ein Tipp zum Aufbau Die Antennen am Sende- und Empfängermodul des Sets sind von Werk aus richtig dimensioniert und sollten nach Möglichkeit nicht mehr verändert werden. Ansonsten ist der Aufbau relativ unkompliziert, die Schaltungen passen bequem auf eine in der Mitte geteilte ELE -1-Platine (siehe Fotos und Schemata). Dem Autor gelang eine problemlose Übertragung der Signale über eine Distanz von 12 m über das Haus.

(110296)

1 [www.conrad.de/ce/de/product/130\\_28/](http://www.conrad.de/ce/de/product/130_28/)



R1 k7  
R2 10 k  
R3 10 k  
R4 = 470 Ω

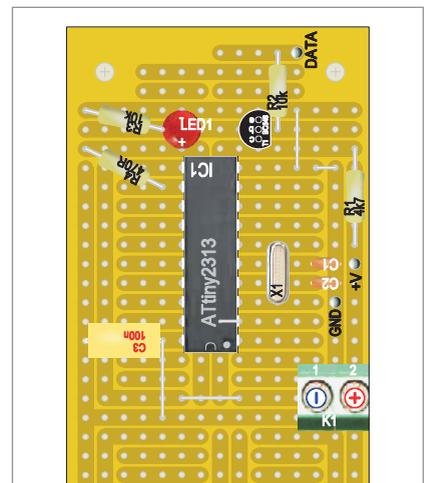
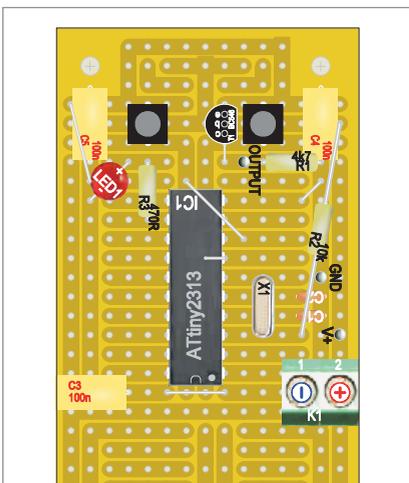
C1,C2 33 p  
C3 100 n, MKT, mm

H

LED1 mm, rot  
T1 BC 7C, TO- 2  
IC1 ATtiny2313 DIP-20 (programmiert erhältlich 1102 - 2)

A

1 Quarz 3, 8 MHz HS /S  
MOD 1 R Empfänger-Modul des Funk-Sender-/Empfänger-Sets 33 MHz AM, Conrad 130 28  
DIP-20-Sockel  
ELE -1 Platine (1/2)





# N H L

Von Henri Dutoit (F)

Ein Fahrrad mit einem fahrtunabhängigen Rücklicht auszurüsten ist gleichzeitig nützlich und interessant.

Besonders, wenn dies mit einer solch einfachen Schaltung geschieht!

Bei einem Wettbewerb um die einfachste

Schal- tung in diesem Heft hätte diese hier alle Chancen. Dies ist mit ein- rund, weshalb sie hier vorgestellt wird. Elektor hat bereits



Die Idee ist klar, das Ergebnis hell grob skizziert nutzen wir hier einen leichrichter, einen Pufferkondensator sehr hoher Kapazität und eine LED hoher Leuchtkraft.

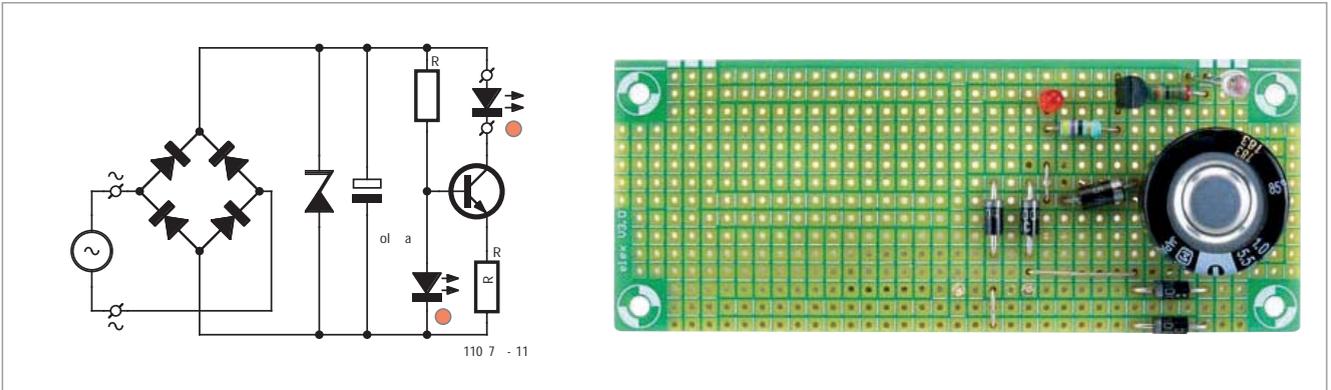
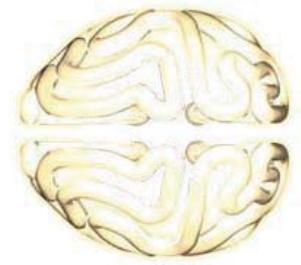
Die leichrichtung der Wechselfspannung vom Dynamo ( 1 im Schaltbild) übernehmen vier Dioden, diese sind preisgünstiger als ein fertiger leichrichter.

Ein einzelner oldCap-Kondensator von 1 Farad lässt – wenn einmal durch wenige Pedaltritte aufgeladen – die LED D3 für gut fünf Minuten leuchten. Bevor wir uns der Funktion dieser LED zuwenden, betrachten wir zunächst den oldCap und seine Anschlüsse. Hier darf die gleichgerichtete Spannung den vom Hersteller angegebenen Wert (z.B. , V) nicht überschreiten. Eine V -Zenerdiode begrenzt deshalb die nicht geglättete leichspannung. Es steht zwar nicht zu befürchten,

dass die Diode durch den Strom, der durch einen Fahrraddynamo geliefert wird, Schaden nimmt (eine Verlustleistung

mindestens zwei oder drei ausgefeiltere Rücklichter veröffentlicht. Diese Version kommt ohne Schnörkel daher, aber sie sorgt für gut fünfminütiges Leuchten. Sie liefert auch einen hervorragenden Aufhänger, um junge Leute für die Elektronik zu interessieren.

von 3 W ist möglich). Im Zweifelsfalle können Sie zu einem Kondensator mit größerer Spannungsfestigkeit greifen, z.B. dem Typ DK- R3D10 T von Elna America (gefunden bei Digi-Key). Hier wird ein Wert von ,3 V angegeben. Ein weiterer Vorteil dieses Typs ist sein geringerer Serienwiderstand



(30  $\Omega$  zu 50  $\Omega$ ) gegenüber dem von uns geprüften Exemplar von Panasonic, wodurch die Spannung bei Vollladung leicht erhöht ist. Bei Speisung mit Wechselspannung von  $\sqrt{2}$  V / 0 Hz haben wir am oldCap eine Gleichspannung von  $\sqrt{2}$ ,8 V mit einem Brummanteil von 0,7 V ermittelt.

	1
0	1 V
2 min	0, V
3, min	0,2 V
, min	0,1 V
min	0,0 V

T1 und die beiden begleitenden Bauteile, R2 und LED D1, bilden eine Konstantstromquelle. Wenn sich der oldCap entlädt stellen sie eine gleichbleibende Helligkeit der LED D3 sicher. Diese LED sollte für mindestens 20 mA ausgelegt

sein. Die Helligkeit wird durch den Wert von R1 festgelegt. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Spannungsverlauf an R1 während der Entladung nach dem Stoppen des Fahrrads. Nach sechs Minuten ist die Spannung zusammengebrochen.

Um den Aufbau einfach zu machen, empfehlen wir den Einsatz einer Experimentier-Platine, zum Beispiel der ELEX-1, die bei Elektor erhältlich ist ([www.elektor.de/11073](http://www.elektor.de/11073)).

Vergessen Sie dann nicht, die oberste Leiterbahn zu unterbrechen, denn sonst liegt Wechselspannung an T1 und D3!

(110473)

R1 = 47  $\Omega$   
R2 = 1k2

C1 = 1 F (  $\sqrt{2}$  V, z.B. Panasonic EECF R H10 )

H

D1 LED rot ( $V_f = 1,7$  V)

D2 Zener-Diode  $\sqrt{2}$  V / 3 W

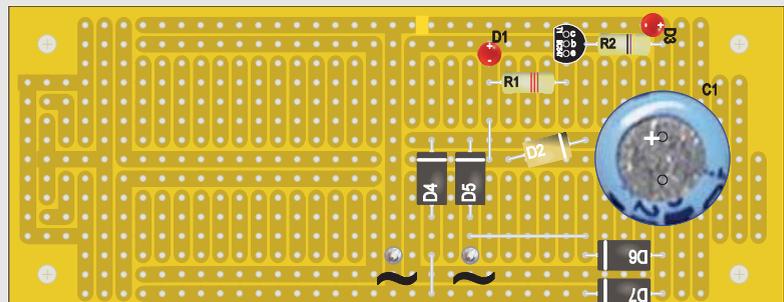
D3 LED rot, High-Power, z. B. MCL03 RC

( $I_{max} \geq 20$  mA)

D4..D7 1N 00

T1 BC 7B

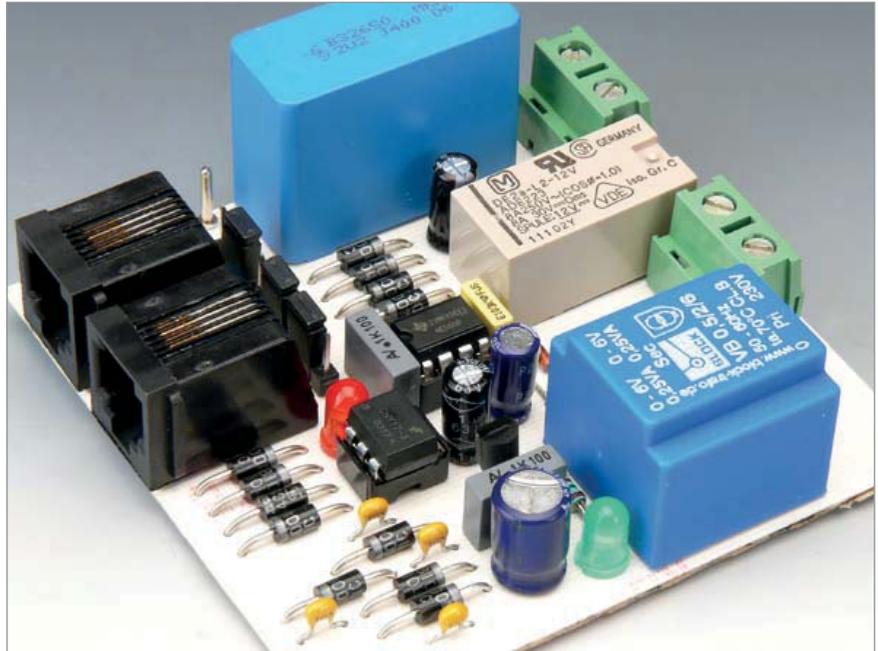
Experimentierplatine ELEX-1 ([www.elektor.de/110473](http://www.elektor.de/110473))





Von we Reiser (D)

Das Thema Energiesparen hat in den letzten 10 Jahren nichts von seiner Aktualität verloren. Nachdem zu Anfang die großen Verschwender im Zentrum der Aufmerksamkeit von Publikum, Politik und Fachwelt standen, hat sich der Fokus in den letzten Jahren auch stärker dem Kleinvieh zugewandt, das durch sein massenhaftes Vorhandensein nämlich ganz ordentlich viel Mist macht. Nach dem sukzessiven Verbot ordinärer Glühlampen und der Einführung von Energie-Ampeln für nahezu jede Geräteklasse hat sich die Energie schließlich vor nicht allzu langer Zeit dem Standby-Energieverbrauch zugewandt und hier Höchstgrenzen verordnet, die sogar kleine Steckernetzteile betreffen. In einem Verbrauchertyp aber, der nach wie vor millionenfach in fast allen Haushalten rund um die Uhr Strom vor sich hin verschwendet, hat man sich erstaunlicherweise noch keine richtigen Gedanken gemacht das gemeine Festnetztelefon.



Autors erreichen. Im Standby-Betrieb müsste die Stromaufnahme gleich 0 sein. Und auch die Energiesparschaltung sollte so sparsam wie möglich sein, sich also am besten auch gleich selbst mit abschalten.

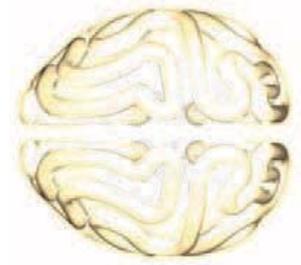
Nun zur Schaltung. Die Klingelspannung gelangt über C1 an den Brückengleichrichter aus D1...D und lässt (gepuffert von C2) das bistabile Relais RE1 anziehen. Die Netzspannung gelangt über dessen Kontakte zum Ste-

## T

Unserem Autor ist diese Art von sinnloser Energieverschwendung aber nicht entgangen, denn ihn wurmte schon eine Weile, dass auch modernste Festnetztelefone die meiste Zeit nichts tun als auf einen Anruf zu warten, aber dennoch rund um die Uhr Strom aus ihrem Steckernetzteile ziehen. Das gilt zumindest dann, wenn man nicht gerade eine Anti-Idiotie wie den „FeTap 1“ 1 oder den noch älteren „W 8“ 2 besitzt, die in Ruhe völlig stromlos sind. Genau dieses sollte eine Energiesparschaltung nach den Überlegungen des

Jetzt sind Sie bestimmt neugierig, wie der Autor das wohl gelöst hat. Die Frage wäre dann ja, wie eine stromlose Schaltung erkennen kann, dass ein Telefon benutzt wird. Das klappt tatsächlich und ist eigentlich gar nicht so kompliziert. Der Betreiber des Telefonnetzes schickt ja bekanntlich eine Wechselfrequenz von bis zu 10 V als Klingelsignal auf einer analogen Leitung, und auch wenn man selbst anruft oder spricht, liegt eine Gleichspannung an den Klemmen und es fließt ein Strom.

ckernetzteile des Telefons, dieses (und auch die Stromsparschaltung) beginnt zu arbeiten, es klingelt und alles geht den gewohnten Gang. Möchte man selbst telefonieren, dann betätigt man S1 und die an den Klemmen „a“ und „b“ anliegende Gleichspannung der Telefonleitung lässt ebenfalls RE1 anziehen. Jetzt kann man telefonieren. Zu klären ist noch, wie die Stromsparschaltung merkt, dass das Gespräch beendet ist oder gar nicht erst angenommen wurde. Zunächst ist da der Timer IC2 (den es schon fast eben



so lange wie den „FeTAp 1“ gibt) er ist hier als Monoflop beschaltet. Nach Ablauf der mit R1 und C3 auf 30 s eingestellten Zeit wird die zweite, gegenläufige Spule von RE1 angesteuert – das Relais fällt ab und Telefon wie Energiesparschaltung sind stromlos. Dieses Verhalten ist perfekt, wenn ein Anruf nicht angenommen wurde. Doch dauern Gespräche ja schon mal länger als eine halbe Minute und man möchte ja nicht dauernd mit S1 nachtriggern müssen.

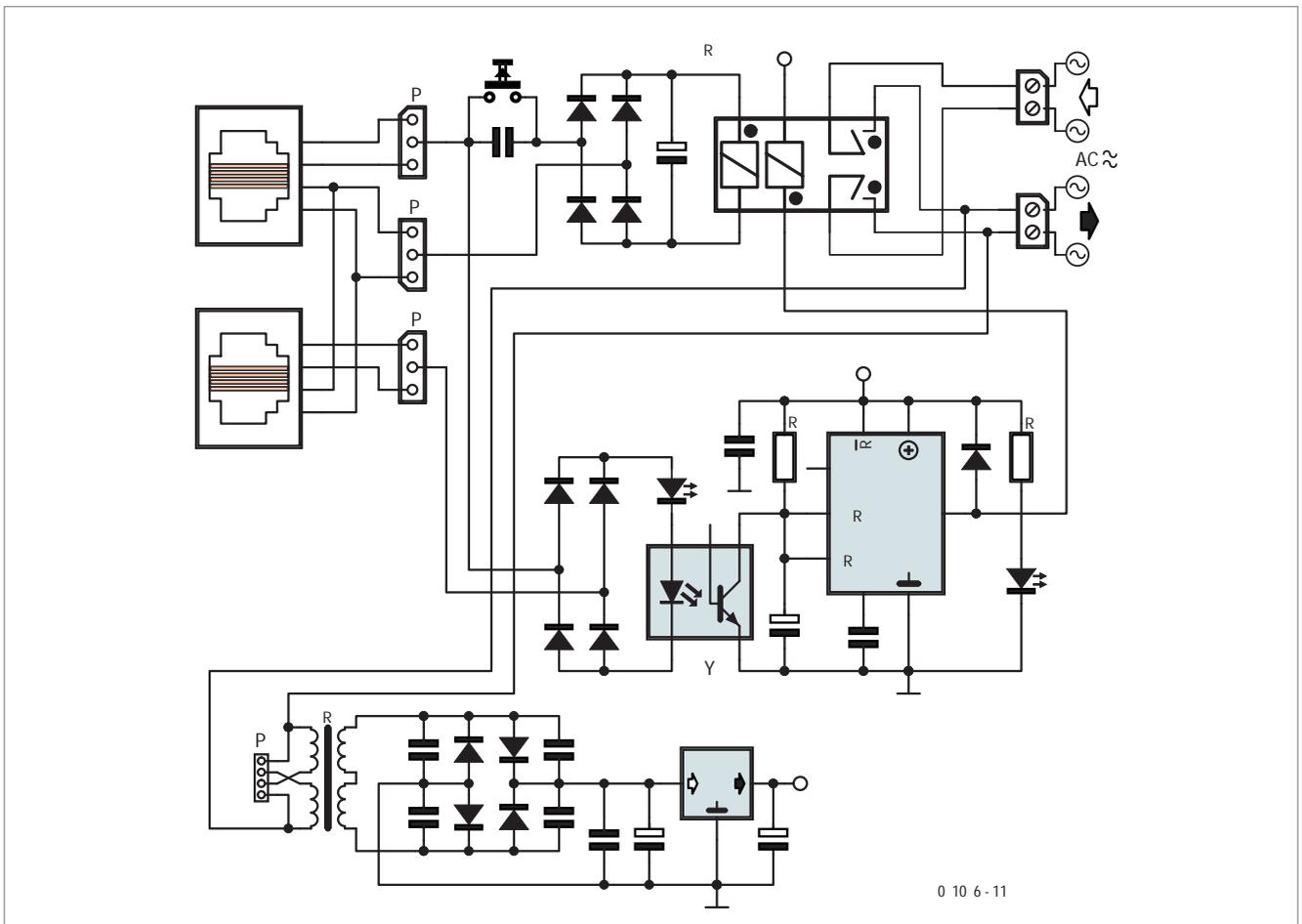
Jetzt kommt der Optokoppler IC1 ins Spiel, der zusammen mit einer Indikator-LED über den Brückengleichrichter aus D...D8 in die Leitung zum Telefon eingeschleift wurde. Der Schlei-

fenstrom fließt auch über diese LEDs, solange das Telefon nicht aufgelegt wird. Dadurch bleibt C3 während des Gesprächs auf Masse gezogen und der Ausgang von IC2 „high“. Erst ein Auflegen führt 30 s später zum Abschalten aller Verbraucher.

Das Relais und der Optokoppler sorgen für eine sichere Trennung der Nieder- bzw. Telefonnetz-Seite von der des Stromnetzes. Als bistabiles Relais kommt wirklich nur eines in Frage, wo beide Spulen getrennte Anschlüsse (also vier) haben. Das sollte aufgrund der geringeren Flussspannung eine rote Ausführung sein. Sie leuchtet, solange der Hörer abgenommen bleibt. Die Stromsparschaltung braucht natürlich

während eines Gesprächs zusätzliche Energie. Dank 0, -W-Ausführung des Trafos und simpler, recht sparsamer Elektronik, werden hier aber nur einige Milliwatt zusätzlich verbraten, was durch die Ersparnis in den Ruhezeiten sehr viel mehr als ausgeglichen wird.

Wie man am Foto des Prototypen und dem Bestückungsplan sieht, wurde für dieses kleine praktische Energiespar-Vorschaltgerät eine Elektor-Platine entwickelt [3]. Da keine SMDs vorkommen, dürfte die Bestückung ziemlich einfach sein. Für die beiden RJ11-Buchsen können vier- und sechspolige Typen eingesetzt werden. Die in ein Gehäuse eingebaute Platine wird dann einfach zwischen Telefon und Telefon-

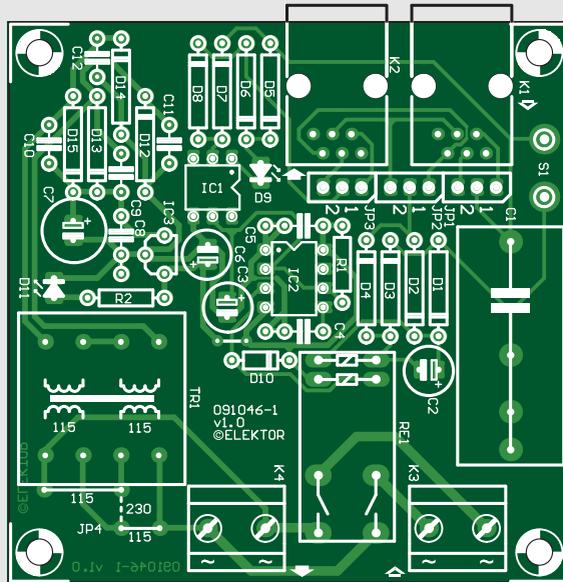




R1 1 M  
R2 1k

C1 1 / 00 V, MKT, RM  
1 /22, /27, mm  
C2 10 / 3 V, radial, RM  
2, mm, ,3 mm  
C3 22 / 0 V, radial, RM  
2, mm, ,3 mm  
C 10 n, RM /7, mm  
C ,C8 100 n, RM /7, mm  
C 1 / 3 V, radial, RM  
2, mm, ,3 mm  
C7 100 / 0 V, RM 2, mm,  
8, mm  
C ,C10,C11,C12 10 n, kera-  
misch, RM mm

H  
D1...D8,D12...D1 1N 00  
D LED, rot

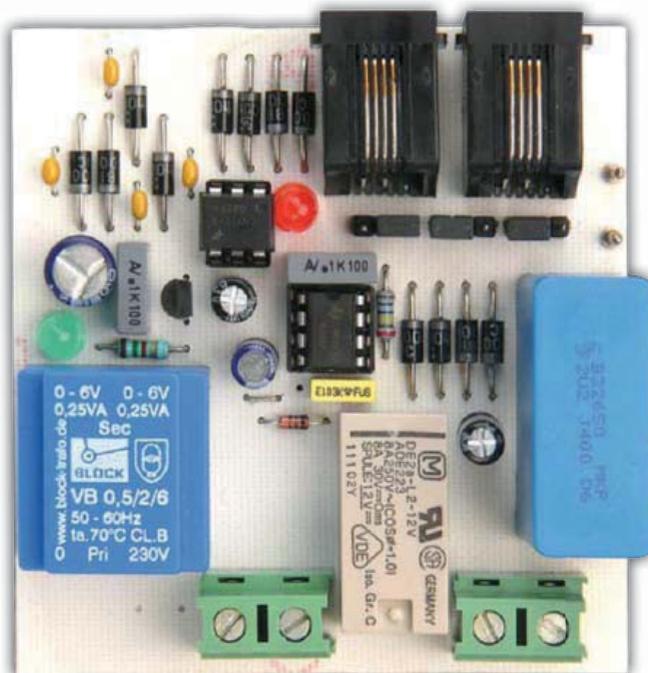


D10 1N 1 8  
D11 LED, grün  
IC1 CN 17 (DIP )  
IC2 NE (DIP8)  
IC3 LM78L12

A  
K1,K2 RJ-11, für Platinenmontage ( - oder -pol.)  
K3,K 2-pol. Schraubklemmen für Platinenmontage, RM 7, mm  
JP1...JP3 3-pol. Stiftheiste SIL, RM 2, mm, Jumper  
JP 1 Drahtbrücke für 230 V oder 2 Drahtbrücken für 11 V (siehe Text)  
RE1 DE2a-L2-12V Panasonic, 2 Schließer mit 8 A/2 0 VAC, 2 Spulen 720 Ω/12 V, bistabil  
S1 Taster, 1 Schließer, 1 A  
TR1 AVB0, /2/ , 2 x 11 V prim., 2 x V sek., 0, VA Platine 0 10 (siehe 3 )

dose eingeschleift. Mit den Jumpern J1...J3 kann man einstellen, ob die Schaltung auf die Leitung an den Pins 1 und oder aber 2 und 3 anspricht. Alle drei Jumper müssen die gleiche Stellung (Position 1 oder 2) aufweisen. Für den Trafo wurde ein Exemplar mit zwei 11 -V-Primärwicklungen vorgesehen. Auf diese Weise kann man mit J einen 11 -V- oder 230-V-Betrieb einstellen. Bei 11 V werden zwei Drahtbrücken in den äußeren Positionen verwendet. Bei 230 V kommt eine Drahtbrücke in die Mitte. Drei Brücken gleichzeitig ( Kurzschluss) sind prinzipiell nicht machbar. Der Einsatz eines Trafos mit nur einer passenden Primärwicklung macht Drahtbrücken überflüssig.

Noch ein Wort zu den Telefonen Es



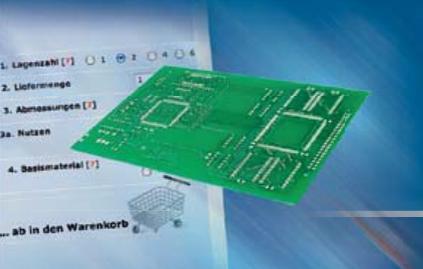
gibt langsame Exemplare, die erst etwa 10...1 s nach dem Einschalten betriebsbereit sind. Diese eignen sich nicht ganz so gut, da sonst das erste oder vielleicht sogar mehr Klingelzei-

chen verschluckt werden. Auch Telefone mit integriertem (nicht mit Kassetten operierendem) Anrufbeantworter sind hier suboptimal, denn die speicherbasierten Exemplare vergessen ohne Strom entweder die Nachrichten oder aber sie strapazieren die Stützbatterie so, dass die Energiespar-schaltung hier keinen Sinn macht.

(091046)

- 1 [http // de.wikipedia.org/wiki/ Fernsprechtischapparat](http://de.wikipedia.org/wiki/Fernsprechtischapparat)
- 2 [http //de.wikipedia. org/wiki/W 8](http://de.wikipedia.org/wiki/W_8)
- 3 [www.elektor. de/0 10 /](http://www.elektor.de/0_10/)

# Oft kopiert – doch nie erreicht:

	PCB-POOL <sup>®</sup> Beta LAYOUT	Basista	Euro-circuits	Leiton	WEdirekt	multi-cb
 Leiterplatten online kalkulieren	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 FREE STENCIL	✓	—	—	—	—	—
 Bestückung online	✓	—	—	—	—	—
 Kostenlose Layoutsoftware	✓	—	—	—	—	—
 Bewertungs-Rabattsystem	✓	—	—	—	—	—
 Akzeptierte Layoutformate	16	6	1	3	5	3
 Kollisionsprüfung zum Anfassen	✓	—	—	—	—	—
 Auftragsverfolgung mit Ansprechpartner	✓	—	—	—	—	—
 Watch"ur"PCB	✓	—	—	—	—	—
 Pünktlich oder kostenlos	✓	—	—	✓	—	—
 8h-Eilservice	✓	✓	—	—	—	—
 Online Daten-Restore Service	✓	—	—	—	—	—

Hi Michay  
 wenn du einfach nur  
 billig suchst probier mal:  
  
[www.jackaltac.com](http://www.jackaltac.com)

Das Original seit 1994!

[www.pcb-pool.com](http://www.pcb-pool.com)

# N

## L

Von Matthias Haselberger (D)

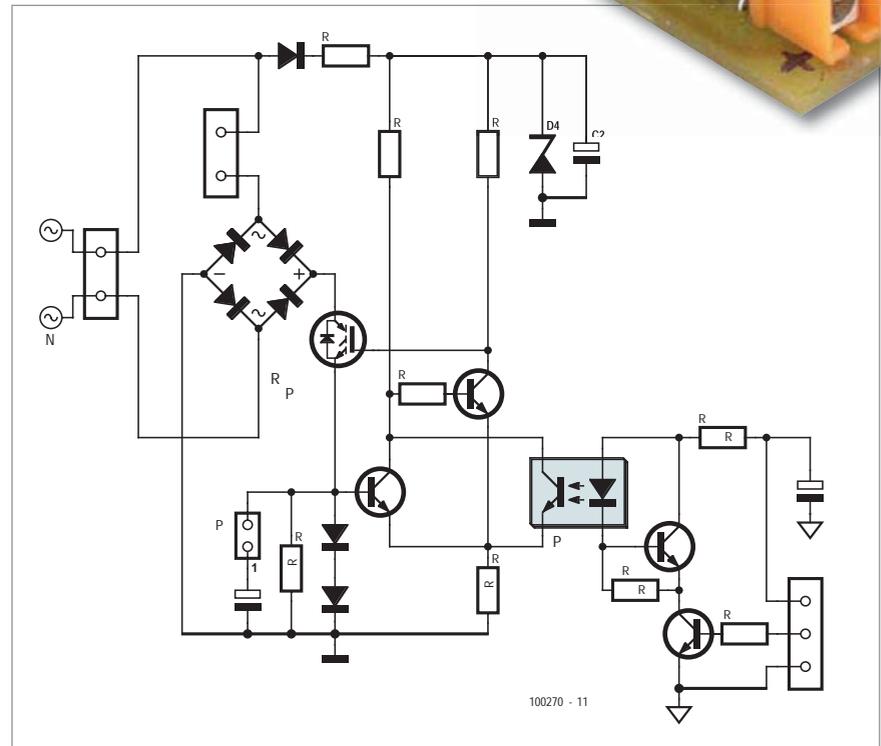
Zum Schalten von induktiven Lasten wie Motoren, Ventilen oder (Elektro-) Magneten am Netz werden vielfach Relais oder Schütze verwendet. Und wie das so ist bei Induktivitäten, entstehen beim Abschalten gerne Funken an den Kontakten, die deren Lebensdauer mindern, wenn man keine Gegenmaßnahmen trifft. Neben der Kontaktbelastung sind die hohen Spannungen mit hohen Frequenzanteilen auch bezüglich EMV bedenklich. Die typische Maßnahme gegen solchen Störeffekte sind so genannte Snubber, eine RC-Serienschaltung parallel zum Kontakt. Die in der Induktivität gespeicherte Energie wird dann durch Umwandlung in Wärme am Serienwiderstand unschädlich(er) gemacht. Gebräuchliche Werte sind  $R = 1 \dots 100 \Omega$  und  $C = 10 \dots 1000 \text{ nF}$ .

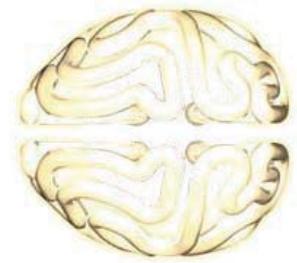
Kontakte schalten zu zufälligen Zeiten und daher nur gelegentlich beim maximalen Strom, bei der die störende Gegeninduktion besonders heftig ausfällt. Der moderne Kontaktersatz durch Thyristoren oder Triacs aber schaltet besonders bei induktiven Lasten mit hohem Blindleistungsanteil immer fast genau im Nulldurchgang der Spannung ab, also beim Strom-Maximum. Ein Snubber ist hier also obligatorisch.

Snubber sind allerdings nicht immer unproblematisch. Aber das RC-Glied fließt ja auch bei offenem Kontakt immer Strom, was nicht nur ökologisch störend ist. Bei kleinen Lasten wie Ventilen und großem C kann dieser Strom dazu ausreichen, die Last aktiv zu halten, was sicher nicht erwünscht ist. Erhöht man nun die Impedanz des RC-Glieds, ist es gerade bei großen In-

duktivitäten weniger effektiv bei der Unterdrückung von Transienten.

Es gibt aber durchaus Lösungen, mit denen die beschriebene Problematik bei induktiven Lasten von vorne herein zuverlässig verhindert wird. Im Prinzip ist der Trick ganz einfach: Induktive Lasten schaltet man dann ab, wenn der Strom minimal ist, also im Nulldurchgang des Stroms und nicht der Spannung. Ohne fließenden Strom gibt es keine in der Induktivität gespeicherte Energie, die man per Snubber bekämpfen müsste. Man kann das RC-Glied dann gänzlich weglassen. Genau das waren die Überlegungen des Autors und folglich entwickel-





te er ein elektronisches Relais, das im Nulldurchgang des Stroms abschaltet.

Die Schaltung funktioniert so Der Leistungsteil besteht aus dem Brückengleichrichter B1, dessen leichspannungsseite durch den I BT T1 über den Shunt aus D1 und D2 kurzgeschlossen werden kann.

Dieser Teil ersetzt den klassi-



schon TRIAC. Sein ate wird vom Kollektor von T3 angesteuert. T3 wiederum wird sowohl vom Optokoppler als auch vom Nulldurchgangsdetektor aus D1, D2 und T2 beeinflusst.

Bei ausgeschalteter Last fließt kein Strom durch sie und T2 sperrt, wodurch T3 durchgeschaltet ist und somit auch T1 sperrt. Ein „high“ am TTL-Eingang führt zum Durchschalten des Fototransistors in IC1. Damit wird die BE-Spannung von T3 kurzgeschlossen, T3

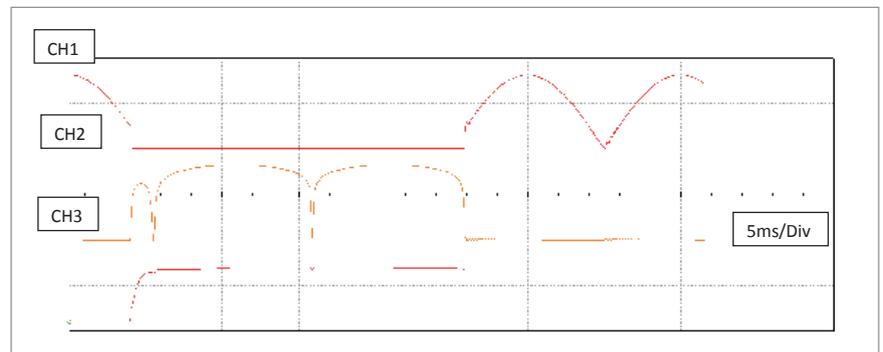
sperrt und T1 schaltet durch. Die Last wird also sofort eingeschaltet.

Das Abschalten der Last geht folgendermaßen vor sich Fällt der Pegel am TTL-Eingang auf „low“, dann sperrt der Fototransistor. T3 kann aber erst dann durchschalten, wenn T2 sperrt. T2 sperrt aber nur im kurzen Moment des Nulldurchgangs des Laststroms, da dann keine Spannung mehr über D1 und D2 abfällt. Die Last bleibt also auch nach einem „low“ am TTL-Eingang noch so lange eingeschaltet, bis

Multisim11 von National Instruments (NI) durch. Das so entstandene Diagramm bestätigt die korrekte Funktion der Schaltung bei induktiver Last. CH1 zeigt die Spannung am Kollektor von T1 und CH2 die Spannung am Emitter von T1, die ja der an der Basis von T2 entspricht und daher mit dem fließenden Strom korrespondiert. In CH3 ist die Steuerspannung am ate von T1 zu sehen. Die Phasenverschiebung des Stroms gegenüber der Spannung zeigte bei dieser Simulation einen Wert

der Laststrom tatsächlich auf (fast) null sinkt. anz wie gewollt. Der Autor führte auch eine Simulation der Schaltung mit der Software

von 20 . Die Simulation konnte durch reale Messungen des Autors bestätigt werden. Wer die Simulation nachvollziehen möchte, kann sich die zugehö-

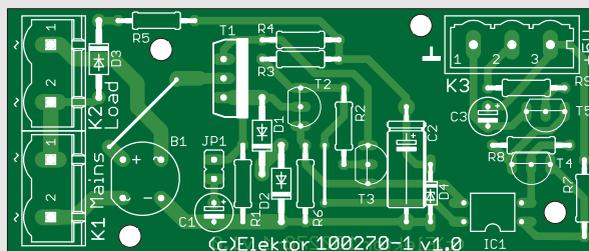


- R1 = 100 Ω
- R2 2k2
- R3,R 7 k
- R 82 k, 1 ,
- 0, W/3 0 V (Vishay MRS2 000C8202FCT00)
- R6 = 220 Ω
- R7 = 180 Ω
- R8 = 68 Ω
- R 22 k

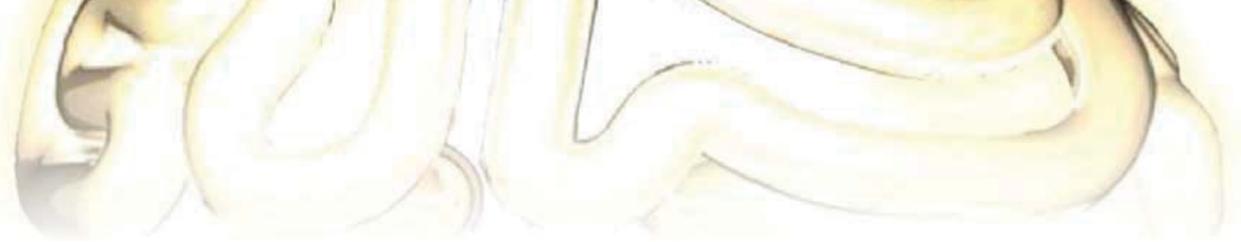
- C1,C3 10 /100 V, 20 , RM 2, mm, ,3 mm

- C2 10 / 3 V, axial, 10 x , mm
- H
- D1,D2 1N 00

- D3 1N 007
- D BZ 7 -C13 (13 V/0, W)
- B1 WO M, 00 V/1, A
- T1 IR BC30KDPbF
- T2..T BC A
- IC1 PC817 (siehe Text)



- A Platine 100270 (siehe 1 )
- JP1 2 x 1 Stiftleiste mit Jumper
- K1,K2 2 x 1 Schraubklemme (RM 7, mm)
- K3 3 x 1 Schraubklemme (RM mm)



rige Datei „Elektor3 10.ms11“ von der Elektor-Webseite 1 zu dieser Schaltung herunterladen. Die Software Multisim gibt es zum Ausprobieren auch als Evaluationsversion bei NI 2 . Noch ein paar Schaltungsdetails R1 sorgt dafür, dass die Spannung an der Basis von T2 beim Nulldurchgang des Stroms wirklich null wird. D<sub>CE</sub> begrenzt I<sub>CE</sub> für T2 und T3 sowie die I<sub>E</sub> von T1 auf ungefährliche Werte. C1 bzw. ein geschlossener JP1 kann bei Lasten mit geringem induktivem Anteil notwendig werden, um den Sperrzeitpunkt von T2 und somit T1 an den tatsächlichen Nulldurchgang des Stroms anzupassen. Für T1 eignet sich ein I BT aufgrund der höheren Schaltschwelle der

ate-Spannung in dieser Schaltung besser als übliche HochspannungsmosFETs. Für IC1 kann im Prinzip jeder Optokoppler eingesetzt werden, da es auf dessen Schaltgeschwindigkeit nicht ankommt. Für das Projekt wurde eine Platine entworfen, deren Bestückung dank anschließlicher Verwendung von bedrahteten Bauelementen kein Hexenwerk ist. Die Platine kann nicht nur über den Elektor-Service bezogen, sondern auch mit Hilfe der unter 1 kostenlosen verfügbaren PDF-Dateien selbst geätzt werden. Da es sich um eine Schaltung für Netzbetrieb handelt, müssen selbstverständlich alle notwendigen Sicherheitsrichtlinien beachtet wer-

den. Die Schaltung ist aufgrund des verwendeten Diodentyps 1N 00 nur für Ströme bis 1 A geeignet, was einem Anschlusswert von 230 VA entspricht. In diesem Leistungsbereich erübrigt sich auch ein Kühlkörper für T1. Für größere Ströme darf man nun aber nicht einfach „dickere“ Dioden einsetzen. In diesem Fall müssen die Leiterbahnen der Platine dem fließenden Strom ebenfalls gewachsen sein, B1 muss passend gewählt werden und T1 muss man gegebenenfalls kühlen. (100270)

**Weblinks**

- 1 [www.elektor.de/100270](http://www.elektor.de/100270)
- 2 [www.ni.com/multisim](http://www.ni.com/multisim)

# L L

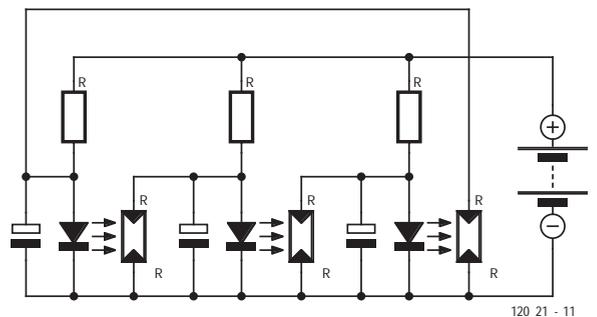
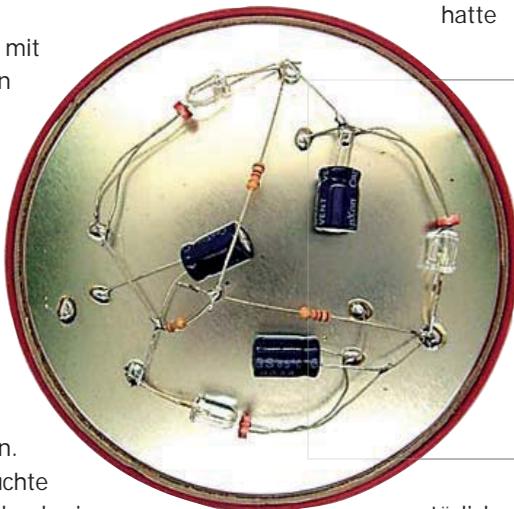
Von Burkhard Kainka (D)

Kann man mit hellen weißen LEDs und Fotowiderständen (LDR) einen Oszillator zum Schwingen bringen? Das wollte ich einmal probieren.

Zum Test suchte ich relativ niederohmige LDRs vom Typ P M 1 mit 5..10 kΩ bei 10 lx aus. Der Oszillator wurde als Ringoszillator aufgebaut. Jede LED muss genau auf den benachbarten LDR leuchten (siehe Schaltbild). Ein erster Test (ohne die Kondensato-

ren) war nicht erfolgreich. Ich hatte gedacht, die na-

beitet zwischen 3 V und V. Die Frequenz steigt mit der Spannung. Bei



türliche Trägheit der LDRs müsste ausreichen, damit die ganze Sache zu oszillieren beginnt. Doch ein Oszilloskop zeigte Alles blieb ruhig. Erst die Elkos mit 220 F führten zum gewünschten Erfolg. Der Oszillator ar-

3 V muss es schon sehr dunkel sein, dann hat man ein besonders sparsames Lauflicht. Die unterste Grenze liegt bei 2,7 V und 0 mA, doch dann stört schon das geringste Restlicht im Zimmer.

(120321)

# Eine Plattform für die 8-, 16- und 32-bit-Entwicklung - mit MPLAB® X IDE von Microchip

**MPLAB® X Common Integrated Development Environment**

**8-bit PIC® Microcontrollers**  
128K Flash  
16 MIPS  
250+ Options

**16-bit PIC® Microcontrollers & dsPIC® Digital Signal Controllers**  
256K Flash  
70 MIPS  
150+ Options

**32-bit PIC® Microcontrollers**  
512K Flash  
1.5 DMIPS/MHz  
80 MHz

500+ complementary Analog & Memory solutions

**MPLAB X** • Open-Source • Cross-Platform • Universal  
In Integrated Development Environment

MPLAB® X IDE ist der freie, integrierte Werkzeugsatz für die mehr als 900 zählenden 8-, 16- und 32-bit-PIC®-Mikrocontroller, dsPIC®-Digitalsignalcontroller und Speicher von Microchip. Basierend auf der offenen NetBeans-Plattform, läuft MPLAB X unter Windows®, MAC® und Linux, unterstützt viele Werkzeuge von Drittanbietern und ist mit vielen NetBeans-Erweiterungsmodulen kompatibel.

MPLAB XC-Compiler helfen, die Code-Geschwindigkeit der PIC®-Mikrocontroller oder dsPIC®-Digitalsignalcontroller um 30% zu erhöhen und gleichzeitig den Code-Umfang um 35% zu verringern. Diese neuen Compiler überlassen dem Designer die Wahl zwischen freier, Standard- oder Pro-Code-Optimierung in der 8-, 16- oder 32-bit-Entwicklung oder einer einzelnen C-Compiler-Suite zur Entwicklung mit allen Mikrocontrollern und Digitalsignalcontrollern von Microchip.

Microchips Serie kompatibler Compiler und Debugger/Programmer arbeitet nahtlos mit der universellen, plattformübergreifenden und offenen integrierten Entwicklungsumgebung MPLAB® X zusammen. Damit wird nicht nur die Lernphase verkürzt, sondern auch die Kosten für entsprechende Werkzeuge werden reduziert.



## NOCH HEUTE MIT DER ENTWICKLUNG STARTEN

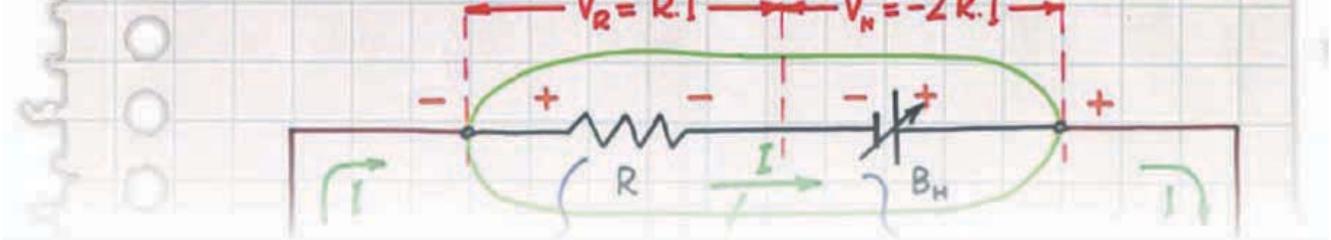
Laden Sie sich die freie MPLAB X Entwicklungsumgebung herunter und wählen Sie einen der neuen C-Compiler:

- MPLAB XC8 für 8-bit-MCUs
- MPLAB XC16 für 16-bit-MCUs und DSCs
- MPLAB XC32 für 32-bit-MCUs
- MPLAB XC-Suite für mehr als 900 PIC-MCUs und dsPIC-DSCs.

Steigen Sie um, auf MPLAB X! [www.microchip.com/get/eumplabx](http://www.microchip.com/get/eumplabx)



**Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless**



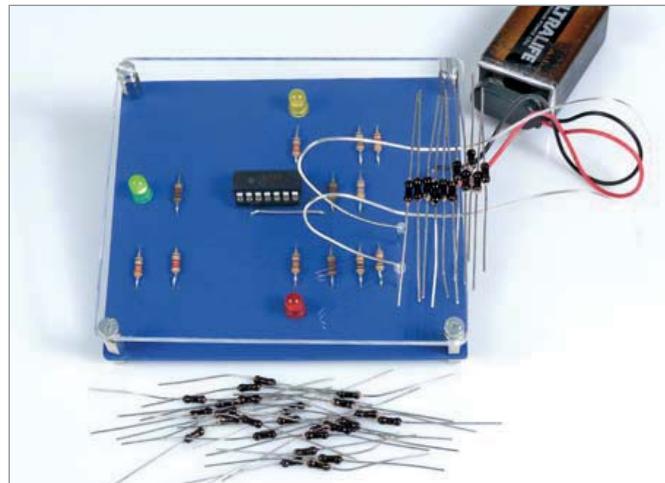
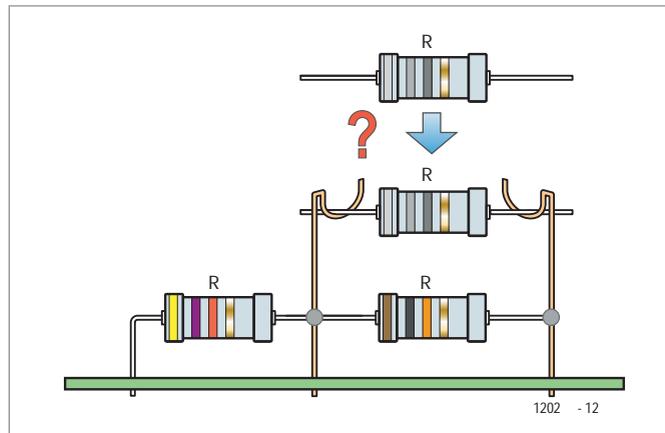
Von Stefan Hoffmann (D)

Dass Elektronik viel Spaß machen kann wird wahrscheinlich jeder Elektor-Leser wissen. Ein weiteres Mal beweist dies die hier vorgestellte Schaltung. Es handelt sich um ein kleines elektronisches Spiel für zwei oder mehr Spieler. Dabei wird eine Waage nachgebildet, deren ewichte durch Widerstände repräsentiert werden.

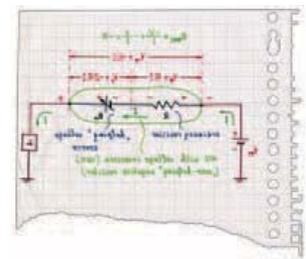


Die Spieler legen der Reihe nach Widerstände mit unbekanntem Wert in eine elektronische Waagschale, die durch zwei gebogene Drähte realisiert wird. Das „egen-gewicht“ ist dabei ein für die Spieler ebenfalls unbekannter Widerstandswert. Drei verschiedenfarbige LEDs zeigen den aktuellen Stand der Waage an. Die Waagschale kann dabei entweder zu wenig gefüllt (gelb), im leich-gewicht (grün) oder zu viel gefüllt (rot) sein. Ziel des Spiels ist es, möglichst viele Widerstände in die elektro-nische Waagschale zu legen bevor diese „zu schwer“ ist, also die rote LED leuchtet. Schafft es ein Spieler den rela-tiv kleinen leichgewichtsbereich zu treffen, erhält er Bonuspunkte.

Die Schaltung enthält im Wesentlichen einige Span-nungsteiler und drei Ope-rationsverstärker, die als

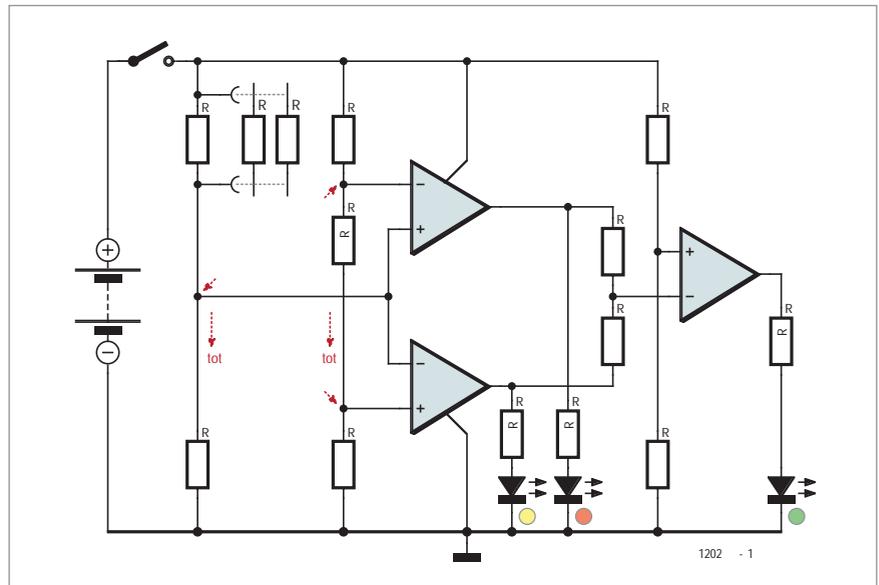


Komparatoren eingesetzt werden. ber den Schalter S1 werden die V Versorgungsspannung angelegt und das Spiel gestartet. Den ersten Spannungsteiler bilden die Widerstände R und R . ber dem Widerstand R4 befinden sich die beiden Drähte, die als elektro-nische Waagschale fungieren. Ohne die Widerstände R<sub>x</sub>, also bei Beginn des Spiels, beträgt die Spannung <sub>x</sub> 2,88 V. Werden nun während des Spiels mehr und mehr Widerstände R<sub>x</sub> zwischen die beiden Drähte gelegt, entspricht das einer Paral-lelschaltung von R mit den Widerständen R<sub>x</sub>. Je mehr Widerstände in der elektro-nischen Waagschale liegen, desto geringer wird also der esamtwiderstand zwischen den Klemmen von R und desto höher die Spannung <sub>x</sub>. Der Spannungsteiler aus R1, R2 und R3 stellt die Span-nungen ein, die als renzen für die nachgeschalteten Komparatoren und damit für die verschiedenen Zustände der Waage gelten. Bei den in der Schaltung gegebenen Werten ergibt sich für <sub>1</sub> ein Wert von , V und für <sub>2</sub> ein Wert von , V. Ist <sub>x</sub> kleiner als , V, dann liegt am Aus-gang von IC1.B die positive Versorgungsspannung an. Die somit leuchtende gelbe LED signalisiert, dass die Waagschale noch leer genug ist. Wird <sub>x</sub> größer als , V, liegt am Ausgang von IC1.A



die positive Versorgungsspannung an und die rote LED signalisiert, dass die Waagschale zu schwer ist. Liegt der Wert von  $x$  zwischen  $V_1$  und  $V_2$ , hat die Waage den Gleichgewichtszustand erreicht. Da in diesem Fall sowohl am Ausgang von IC1.A als auch am Ausgang IC1.B 0 V anliegen, ist die Spannung am invertierenden Eingang von IC1.C ebenfalls 0 V. Der Spannungsteiler aus R10 und R11 stellt die Spannung am nicht-invertierenden Eingang von IC1.C auf 2,81 V ein somit liegt für den Fall, dass die Waage im Gleichgewicht ist, am Ausgang von IC1.C die positive Versorgungsspannung an und die grüne LED leuchtet. Der Spannungsteiler aus R8 und R9 teilt die Spannung zwischen den Ausgängen von IC1.A und IC1.B auf die Hälfte herunter und versorgt damit den invertierenden Eingang von IC1.C.

Das hat zur Folge, dass die grüne LED nur leuchtet, wenn sich die Waage im Gleichgewichtszustand befindet. Hier ein Spielregel-Vorschlag des Autors. Zu Beginn erhält jeder Spieler 10 Widerstände, deren Farbringe zuvor mit einem schwarzen Filzschreiber unkenntlich gemacht wurden (siehe Foto). Anschließend legt jeder Spieler reihum einen seiner Widerstände in die elektronische Waagschale. Leuchtet weiterhin die gelbe LED, erhält



der Spieler 10 Punkte und der nächste Spieler ist an der Reihe. Leuchtet die rote LED, verliert der Spieler seine Punkte und die Runde ist beendet. Leuchtet die grüne LED, zählt der abgelegte Widerstand mit 10 Punkten und der Spieler darf seinen Punktestand verdoppeln. Die Runde ist auch in diesem Fall beendet. Möchte ein Spieler vorzeitig aussteigen, halbiert sich sein Punktestand und jeder der anderen Spieler darf noch genau einen Widerstand ablegen oder mit der Hälfte seiner Punkte ebenfalls aussteigen. Leuchtet beim nächsten Spieler weiterhin die gelbe LED, bekommt

dieser 10 Bonuspunkte, leuchtet die grüne LED, darf der Spieler zusätzlich seine Punkte verdoppeln. Wenn allerdings die rote LED aufleuchtet, verliert der Spieler seine Punkte. Am Ende jeder Runde notiert jeder Spieler seine Punkte. Damit jeder Spieler einmal anfangen darf, werden idealerweise so viele Runden gespielt wie es Mitspieler gibt. Als „Spielsteine“ empfiehlt der Autor 50 Stück 100 k $\Omega$ , 5 Stück 47 k $\Omega$ , 3 Stück 33 k $\Omega$  und 3 Stück 22 k $\Omega$ . Je mehr niederohmige Widerstände im Spiel sind, desto schneller ist eine Runde vorbei.

(120239)

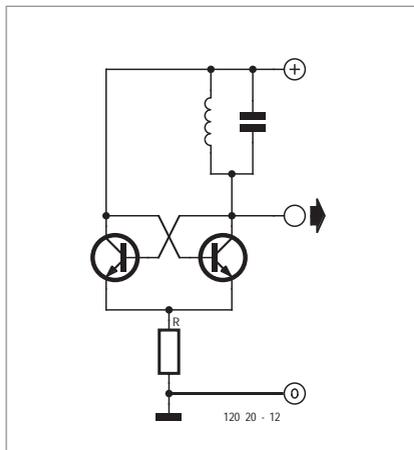
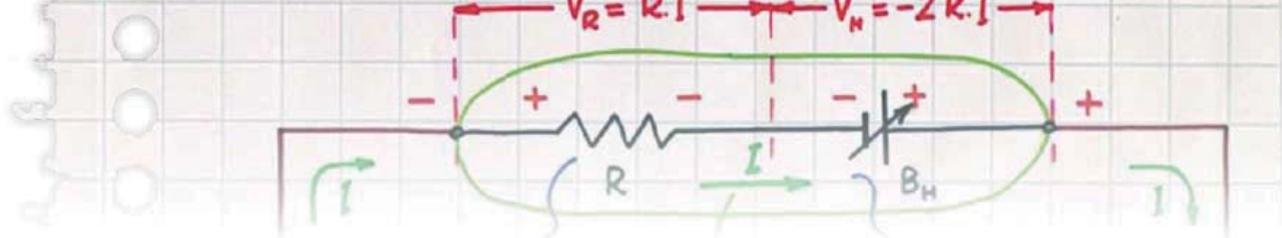
## L

Von Burkhard Kainka (D)

Um einen LC-Oszillator abzustimmen, braucht man einen Drehkondensator. Wenn es um tiefe Frequenzen unter 100 kHz geht, hätte man gerne Drehkos mit vielen Nanofarad, aber leider gibt es so etwas nicht. Doch in man-

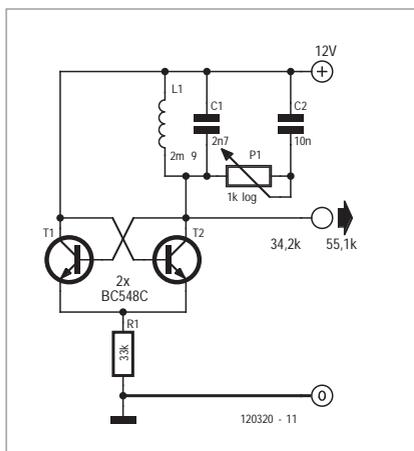
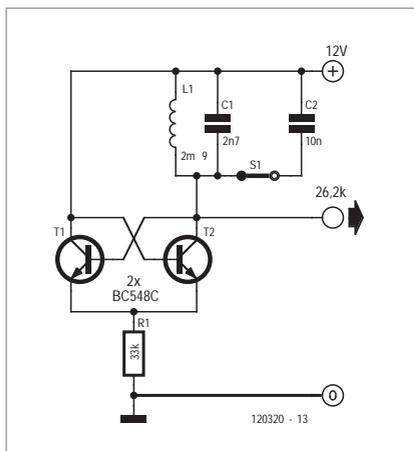
chen Fällen tut es auch ein Poti! Ausgangspunkt der Überlegungen war ein Oszillator mit 2,5 mH (ausgebaute Drossel aus einer Energiesparlampe) und 2,7 nF (oberes Bild). Daraus ergibt sich rechnerisch eine Resonanzfrequenz von 1,2 kHz. Die Schaltung läuft bereits ab einer

Betriebsspannung von 1 V, weil der Schwingkreis eine hohe Güte hat. Schaltet man dem Kondensator noch einmal 10 nF parallel, ergibt sich eine Resonanzfrequenz bei 2,2 kHz. Die Güte ist schon etwas geringer, deshalb muss die Verstärkung etwas erhöht werden. Als Betriebsspannung ist jetzt



ein Poti mit 1 k eingesetzt (unteres Bild). In dieser Form kann der Oszillator mit dem Poti stufenlos abgestimmt werden. Es ist schon fast so, als hätte man einen Drehko mit 10 nF. Es hat sich gezeigt, dass der Einsatz eines linearen Potis zu einer sehr nichtlinearen Frequenzverschiebung führt. Mit einem logarithmischen Poti liegt man besser. Ein anderes Problem ist die große Dämpfung. Die Energieverluste müssen mit mehr Verstärkung, also mit mehr Emittorstrom ausgeglichen werden. Man kann dazu entweder den

Emittorwiderstand verkleinern oder die Betriebsspannung erhöhen. Versuche haben gezeigt, dass man die Frequenz maximal etwa im Verhältnis 1:2 abstimmen kann. Bei einem größeren Abstand der beiden Kondensatorwerte wird die Dämpfung im mittleren Bereich zu groß, sodass die Schwingung abreißt. In der gezeigten Dimensionierung wurde ein Abstimmbereich von 3,2 kHz bis 1,1 kHz gemessen. (120320)



2 V oder mehr anzulegen. Mit einem zusätzlichen Schalter lässt sich dann zwischen zwei Frequenzen umschalten (mittlerer Schaltplan).  
 und jetzt kommt die entscheidende Änderung. Statt des Schalters wird

# T

Von Burkhard Kainka (D)

Das einfachste Strahlen-Messgerät besteht nur aus einem JFET BF2 und einem Ohmmeter. Von radioaktiver Strahlung erzeugte Ionen laden das Gate des FET auf und verändern dessen Widerstand. Der FET wurde in einer Blechdose untergebracht, um elektrische Störfelder abzuschirmen und eventuelle Ionen der Raumluft fernzuhalten. Nach einer reinen Leerlaufmessung wurden verschiedene Proben mit in die Dose gelegt.

Das Messprinzip habe ich mit einem Stückchen Uran-Pechblende und einem 21Am-Präparat aus einem Rauchmelder sowie mit einem Lampen- Glühstrumpf getestet, der noch in seiner Papierhülle steckte

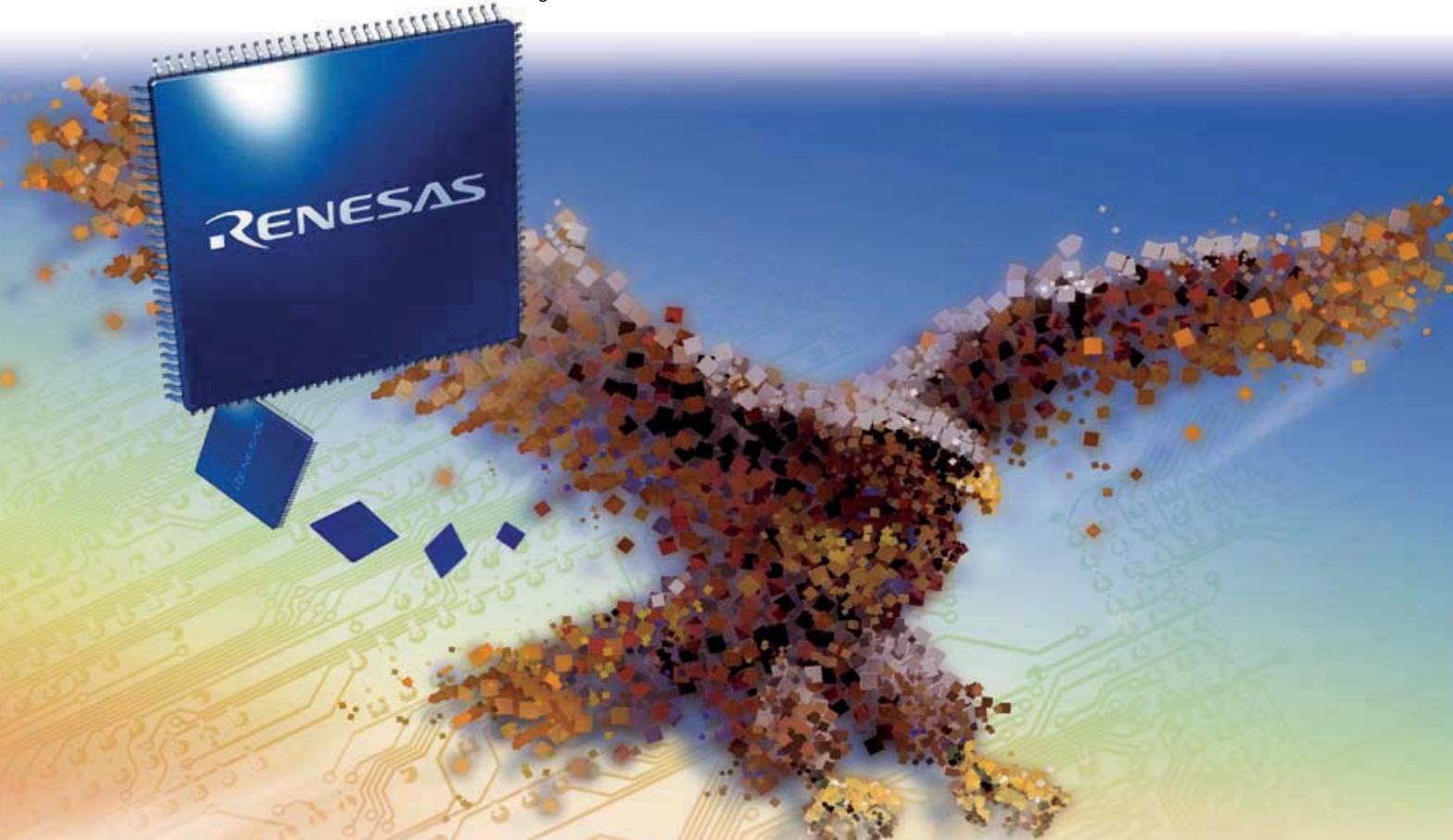
- Leerlaufmessung 160,2 Ω
- Uran-Pechblende 156,3 Ω (-3,9 Ω)
- <sup>241</sup>Am-Strahler 155,9 Ω (-4,3 Ω)
- Glühstrumpf in Hülle 159,0 Ω (-1,2 Ω)

Die Ergebnisse sind eindeutig. Das Gate lädt sich in der Nähe der Proben offensichtlich positiv auf, wodurch der FET-Widerstand sinkt. Die Messungen wurden mehrfach wiederholt und waren gut reproduzierbar. Es dauert jeweils etwa eine halbe Minute, bis sich der FET-Widerstand nicht mehr ändert. (120319)

# Aufstieg in neue Dimensionen – RX600 Extreme 32-bit Performance MCUs



Die 32-bit RX600 Mikrocontroller-Serie bietet mit 1,65 DMIPS/MHz branchenführende Leistung und umfassende Konnektivität. Entdecken Sie den revolutionären RX Core und die Möglichkeiten und Vorteile der umfangreichen RX600 Produktlinie.



**Die RX600 Serie basiert auf dem schnellsten Flash-Speicher der Branche – führend in puncto Leistung und Energieeffizienz! Die hoch-skalierbare RX600 Serie ist die ideale Lösung für Industrie-, Consumer- und OA-Anwendungen mit höchsten Anforderungen an Geschwindigkeit und Effizienz bei der Programmverarbeitung.**

## Vorteile von RX600

### ■ Extrem hohe Rechenleistung

- 165 DMIPS mit 100 MHz CPU Frequenz
- 2.34 CoreMark/MHz aus dem Flash (EEMBC Zertifizierung)

### ■ Extrem umfassende Konnektivitätsunterstützung

- Bis zu 2 ch bei USB 2.0 (Host/Device/OTG)
- Ethernet MAC 10/100 Mbit mit DMA-unterstützung
- Bis zu 3 CAN-2.0b-konformen Schnittstellen
- Bis zu 13 ch bei SCI, 4 ch bei I2C und 3 ch bei SPI Schnittstellen

### ■ Konzept einer extrem breiten Hardwarebasis

- 48 zu 177 pin Gehäuse Optionen (LQFP, LGA und BGA)
- Integration von 32kB Flash bis 2MB Flash (Zero Wait Flash Technology)

### ■ Extrem niedriger Stromverbrauch

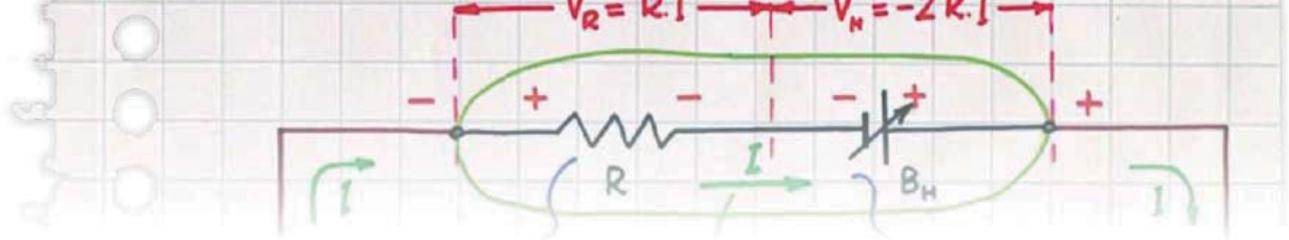
- 0.5mA/MHz Stromverbrauch mit eingeschalteter Peripherie

### ■ Verbesserte Sicherheit und periphere Funktionen

- Unterstützung der IEC 60730 Klasse B Sicherheitsnorm für Haushaltsgeräte

Hier registrieren um ein RX62N Promotional Board zu gewinnen: [www.renesas.eu/RX600](http://www.renesas.eu/RX600)





# A

Von Koen Beckers (NL)

Ich mag es, abends am Laptop zu arbeiten und mich gleichzeitig beschallen zu lassen. Um die Nerven meiner Nachbarn zu schonen, setze ich zu diesem Zweck stets den Kopfhörer auf. Letztens fand ich aber, dass Pink Floyds „Comfortably Numb“ doch einen Tick zu leise aus dem Kopfhörer erklang. Was tun? Für ein paar Dezibel mehr einen zusätzlichen Verstärker samt Verkabelung und Steckernetzteil anzuschaffen? Nein, es herrscht schon genug Kabelchaos in meinem Heimbüro. Es muss doch eine Möglichkeit geben, einen Audioverstärker zu bauen, der direkt aus dem SB des Laptops versorgt wird.

Am nächsten Morgen habe ich die Angelegenheit sofort mit dem Audioentwickler im Elektor-Labor, Tonia besprochen.



Wir kamen auf die Idee, eine kleine Platine zu entwerfen, auf der ein Paar LM386-Audioverstärker-ICs (Mono-Verstärker, für Stereo sind immer zwei Exemplare erforderlich) Platz findet. Die ICs arbeiten mit einer Versorgungsspannung von 5 V, also genau das, was der SB-Port liefert. Der Hersteller Texas Instruments spricht nicht zu Unrecht von einem „Low Voltage Power Amplifier“. Der LM386 benötigt nur wenige externe Bauteile, die Verstärkung ist fest auf den Faktor

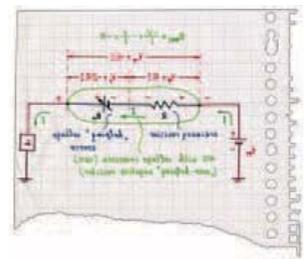


20 eingestellt. Leistungsstark ist er ohnehin. Bei 5 V Versorgung liefert er mehr als 300 mW an einer 8 Ω-Last, mehr als genug für einen Kopfhörer. Das einzige Manko ist, dass wegen der asymmetrischen Versorgung ein recht großer Ausgangselko erforderlich ist. Mir schwebte aber eine Art SB-Stick für den Audioverstärker vor, keine Gehäuse mit größeren Abmessungen.

Nach längerem Suchen fanden wir eine Lösung. Es gibt rechteckige SMD-Elkos von Murata, die deutlich niedriger sind als radiale Becher-Elkos für die SMD-Montage.

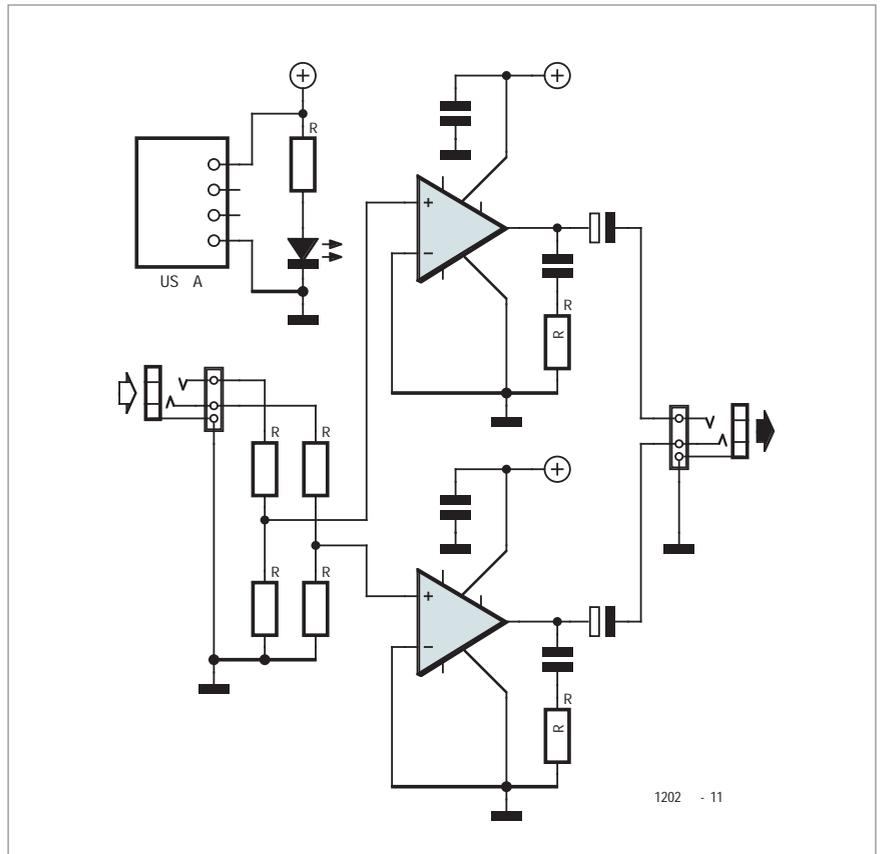
Die Komplexität der Schaltung hält sich in Grenzen, wir haben es mit der Standard-Applikation des Herstellers zu tun. Die Standard-Applikation ist

T	A
• Max. Ausgangsleistung:	45 mW (1,23 V) über 33 Ω (1% THD+N)
• Eingangsempfindlichkeit:	84 mV
• Verzerrungen (THD+N) bei 8 mW:	0,25 % (1 kHz) 0,4 % (20 kHz)
• Signal/Rauschabstand	0 dB (bei 8 mW, B = 22 kHz)



hier natürlich „Stereo“, also doppelt vorhanden. An den Eingängen verhindern zwei Spannungsteiler ( $R_4/R_5$  und  $R_6/R_7$ ) eine Übersteuerung des Verstärkers. Wenn erforderlich, kann man  $R_4$  und  $R_6$  leicht anpassen. An den Ausgängen finden sich die besagten Ausgangselkos von 22 nF. Die Boucherot-Netzwerke  $C_3/R_1$  und  $C_4/R_2$  verhindern Instabilitäten der Ausgänge bei hohen Frequenzen. Auffällig ist der SB-Anschluss, von dem nur die +V-Versorgung für die Leistungs-OpAmps benötigt wird. Parallel dazu ist eine LED mit Vorwiderstand als Einschaltkontrolle angebracht.

Die Platine für die Schaltung verdient wahrlich die Bezeichnung „SB-Stick“. An einem Ende der Platine befindet sich ein SB-A-Stecker, den man direkt in die SB-Buchse des Laptops stecken kann. An der Seite sitzen zwei 3,5-mm-Stereo-Klinkenbuchsen. Hält man den SB-Stecker nach links, ist die linke Buchse (K2) der Eingang (der

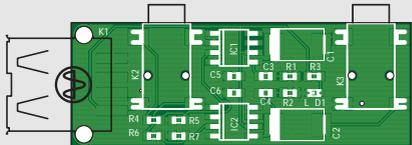


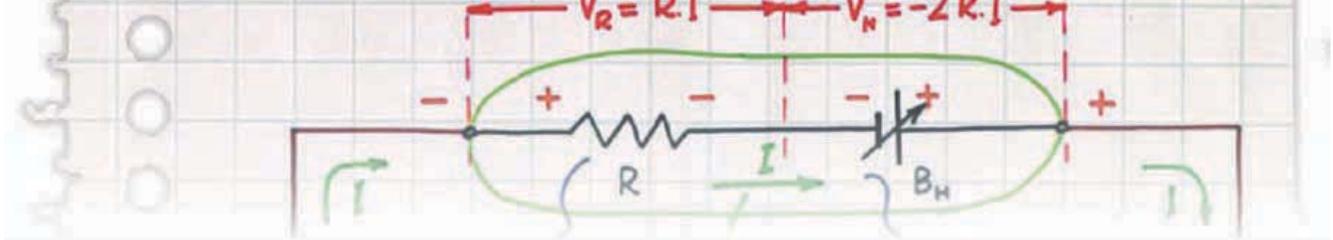
mit einem kurzen Kabel mit dem Kopfhörer/Line-Ausgang des Computers verbunden wird) und die rechte (K3) der Ausgang für den Kopfhörer.

Nach einigen Korrekturen der Schaltung (dazu interessant der Artikel „Wilde Schwingungen“ in Elektor Mai 2012) haben wir im Elektor-Labor den Verstärker mit Erfolg getestet (siehe Technische Daten). Der SB-Verstärker kann mehr als ausreichend Sound im Kopfhörer oder den Ohrstöpseln erzeugen!

(120298)

1 [www.ti.com/product/lm38](http://www.ti.com/product/lm38)

<p>R1,R2 = 10 Ω (SMD 0603)  R3 = 560 Ω (SMD 0603)  R4,R5 = 3k3 (SMD 0 03)  R6,R7 = k8 (SMD 0 03)</p> <p>C1,C2 = 220 nF / 5V (SMD)  C3,C4 = 10nF (SMD 0 03)  C5,C6 = 100nF (SMD 0 03)</p> <p>H  LED1 = LED rot (SMD 0 03)  IC1,IC2 = LM38 (SO-8)</p> <p>A  K1 = SB-A-Buchse für Platinenmontage (Farnell 121 7 )  K2,K3 = Klinkenbuchse Stereo 3,5 mm</p>	  <p>für Platinenmontage, SMD (Farnell 121 7 )  Platine 1202 8-1 (siehe <a href="http://www.elektor.de/1202_8">www.elektor.de/1202_8</a>)</p>
--	---



Von Burkhard Kainka (D)



superhellen grünen 1-W-LED zeigten,

Das Stromsparen ist ein hochaktuelles Anliegen.

Meine Ausgangsfrage war deshalb: Wie viel (oder besser wie wenig) Strom

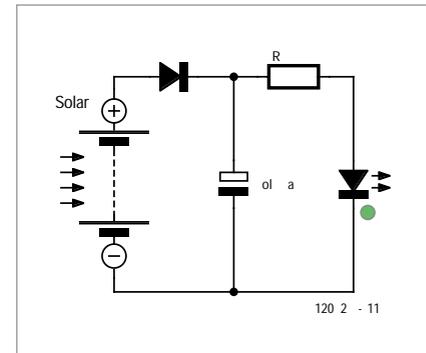
reicht aus, um eine LED zu betreiben.

Ein Mikroampere schon zu einem gut sichtbaren Leuchten führte.

In meiner Bastelkiste lag noch ein Speicherkondensator mit 0,7 Farad und einer erlaubten Spannung bis 10 V. Wie lange könnte ich nun damit meine grüne LED betreiben, also wie lange dauert es, bis sich dieser Kondensator bei einem Mikroampere um 1 V entlädt? Eine kurze Berechnung ergab 70.000 Sekunden, also etwa fünf Tage.

Kein schlechter Wert! Wenn man diesen Kondensator als Energiespeicher in einer Solarlampe benutzt, kann man sich sogar ein paar Mikroampere mehr leisten, damit die Lampe Tag und Nacht leuchtet.

Nun braucht man nur noch eine passende Solarzelle. Das Schaltbild zeigt



unsere kleine, im doppelten Sinne grüne Solarlampe!

(120323)

## L T

Von Michael Hölzl (D)

Zur Versorgung von Power-LEDs ist zwingend eine passende Stromquelle erforderlich, möchte man wirklich einen der Lebensdauer zugute kommenden konstanten Betriebsstrom erreichen (und die Verluste eines Vorwiderstands an einer konstanten Spannung vermeiden). Ein richtig guter Wirkungsgrad allerdings erfordert ebenso zwingend den Einsatz von Schaltreglern. In Kombination benötigt man also einen Schaltregler, der nicht auf konstante Ausgangsspannung, sondern auf konstanten Ausgangsstrom hin konzipiert ist.

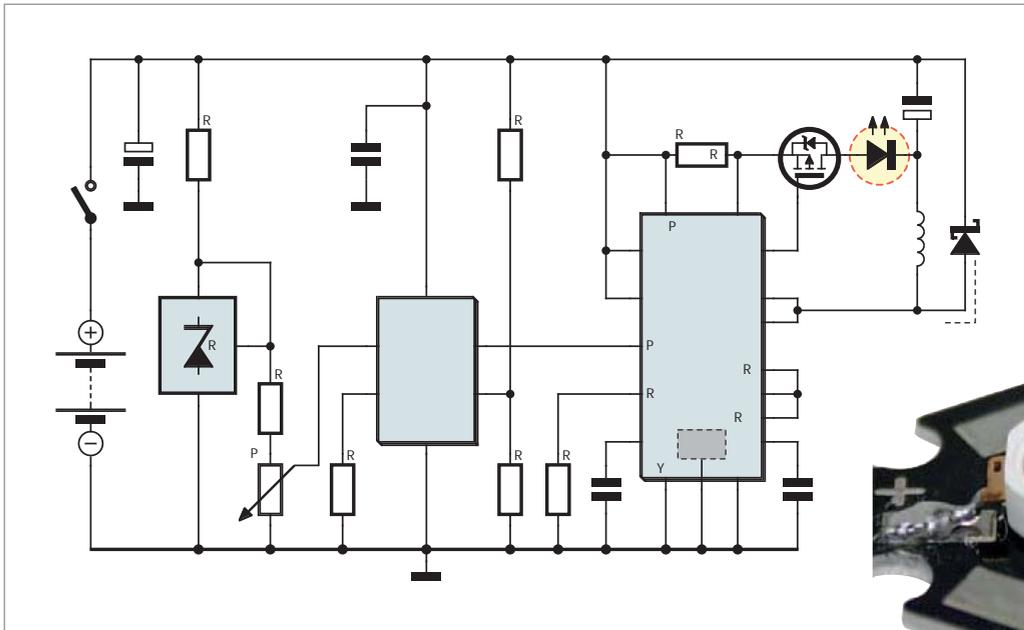
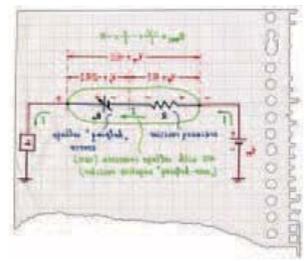
Mit diesen Vorüberlegungen startete der Autor die Entwicklung eines LED-Handscheinwerfers, der einen besonders ho-

hen Wirkungsgrad aufweisen sollte. Für eine möglichst lange Leuchtdauer aber ist es neben dem Einsatz leistungsfähiger Akkus sinnvoll, dass man die Helligkeit und damit die Stromaufnahme der LED reduzieren kann, wenn man die volle Power nicht benötigt. Hierzu plante der Autor eine Dimm-Funktion ein, die konsequenterweise digital, d.h. per PWM und somit praktisch verlustlos funktionieren sollte.

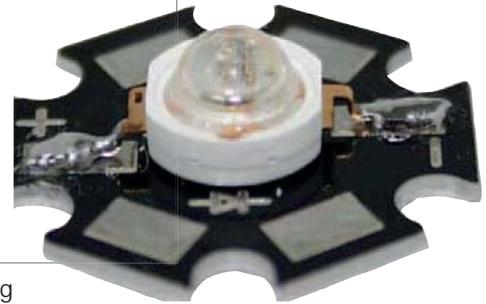
Wie man an der Schaltung sieht, fiel seine Wahl auf den Schaltregler LT318, einen für den LED-Betrieb optimierten Buck/Boost-Konverter, der hier als Abwärtswandler eingesetzt wird. Dieses IC kann in diesem Modus (abhängig von der Eingangsspannung) Wirkungsgrade von über 90% erreichen. Laut Diagramm im Datenblatt

ist seine Schaltfrequenz mit einem Wert von 82 kHz für R1 auf etwa 170 kHz festgelegt. Entscheidend für eine hohe Effektivität ist, dass so ein IC mit einem geringen Spannungsabfall über dem Shunt auskommt, an dem der durch die LED fließende Strom gemessen wird. Da dem IC hier 100 mV Spannungsabfall genügen, fließen beim angegebenen Wert von 68 mA für R2 knapp 1,5 A. Diese Dimensionierung erwies sich für die vom Autor verwendete Cree-LED als passend. Bei diesem Strom sollte man für D2 also einen Typ mit mindestens 1 W Leistung verwenden.

IC1 hat noch eine weitere für diese Anwendung ideale Eigenschaft: Ein PWM-Signal an seinem Pin 7 dimmt die angeschlossene LED entsprechend



W durchaus oft der Fall ist. Für solche LEDs benötigt man eine entsprechend höhere Versorgungsspannung – also mehr Akkus in Serie, was zwingend eine Begrenzung der Versorgung für IC2 (z.B. mit einem -V-Spannungsregler) nötig macht, wo-



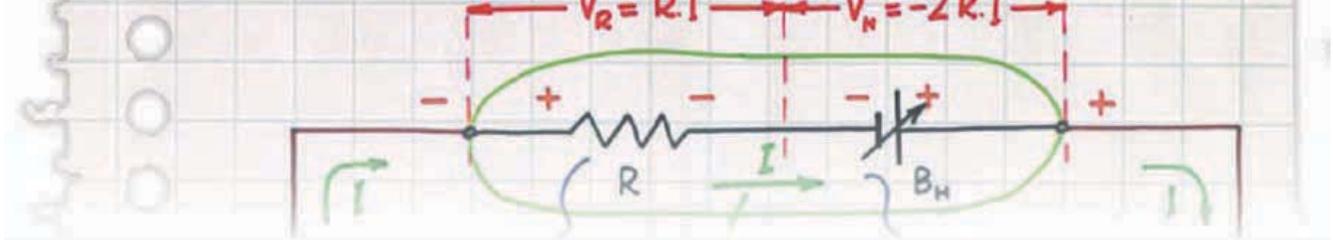
dem Puls/Pausen-Verhältnis. Die PWM-Frequenz muss dabei natürlich niedriger als die Schaltfrequenz sein. Das PWM-Signal liefert IC2, ein spezialisierter spannungsgesteuerter PWM-Generator LTC 222. Eine Spannung von 0...1 V am MOD-Eingang Pin 1 steuert das Tastverhältnis. Der an Pin 3 angeschlossene Widerstand bestimmt den internen Takt des ICs nach der Formel  $f = 1 \text{ MHz} * 50 \text{ k}\Omega / R3$ . Mit 680 k $\Omega$  für R3 kommt man somit auf etwa 73, kHz. Das wäre für die Steuerung von IC1 noch deutlich zu viel. Die über den Spannungsteiler aus R4 und R5 erzeugte Spannung an Pin 4 bestimmt aber den Einsatz eines Vorteilers, der Werte zwischen 1 und 1,38 annehmen kann. Mit den angegebenen Werten wird hier ein Faktor von ausgewählt, was zu einer resultierenden PWM-Frequenz von rund 1.100 Hz führt. Wenn man wirklich ein Tastverhältnis von 0...100 haben möchte, dann muss man unbedingt den Subtyp LTC 222-1 einsetzen. Interessant wäre auch die Variante „-“, die einen Bereich von ...100 überstreicht. Damit das Tastverhältnis und damit die Helligkeit der LED nicht von der im Lau-

fe der Zeit sinkenden Akkuspannung abhängt, wird die Steuerspannung für das Poti P1 von der Spannungsreferenz IC3 auf 1,2 V stabilisiert. Mit dem vorgeschalteten Widerstand R7 reduziert sich die über dem Poti abfallende Spannung auf 1 V, was genau dem Eingangsspannungsbereich des LTC 222 entspricht. Sämtliche Kondensatoren sollten idealerweise Keramiktypen sein, neben anderen günstigen Eigenschaften ist vor allem der niedrige Serienwiderstand (ESR) von Vorteil. Als Dielektrikum sollte jedoch nur X5R oder X7R zum Einsatz kommen (die Kondensatoren mit einem „ „ weisen einen sehr schlechten Temperaturgang auf). Die Versorgungsspannung ist durch die maximale Betriebsspannung von IC2 auf 1,8 V begrenzt. Der Autor verwendete vier in Serie geschaltete NiMH-Akkus, was spannungsmäßig gerade noch in Ordnung geht. Bei einer Betriebsspannung im Bereich 1,8...2,0 V muss man dann eine LED verwenden, die mit einer Spannung von 2,0 V auskommt. Es dürfen also nicht mehrere Chips auf einem Träger in Serie geschaltet sein, wie das für Power-LEDs mit Leistungen

bei R4 natürlich ebenfalls an diese niedrigere Spannung angeschlossen werden muss. Zum Schluss noch ein Löt-Tipp. Für den LT318 ist ein „Exposed Thermal Pad“ auf der Platine vorzusehen, die Unterseite des ICs muss hiermit verlötet werden. Beim Autor hat es sich bewährt, das „Exposed Pad“ auf der Platine so groß auszulegen, dass es unter dem IC herausragt. Beim Bestücken zuerst das Pad und die Unterseite des ICs verzinnen. Dann mit einem Lötkolben das Pad erhitzen; anschließend den Lötkolben an die Außenkante des Pads ziehen und gleichzeitig das IC aufsetzen und ausrichten. Danach können die Pins verlötet werden. Der Autor hat eine zweilagige Platine erstellt, die CAD-Daten (Target) kann man von der Elektor-Website herunterladen.

(120201)

- 1 [www.linear.com/product/LT318](http://www.linear.com/product/LT318)
- 2 [www.linear.com/product/LTC222](http://www.linear.com/product/LTC222)
- 3 [www.ti.com/product/tlv318](http://www.ti.com/product/tlv318)  
[www.elektor.de/120201](http://www.elektor.de/120201)



L

Von Andr Aguilu (Burkina Faso)

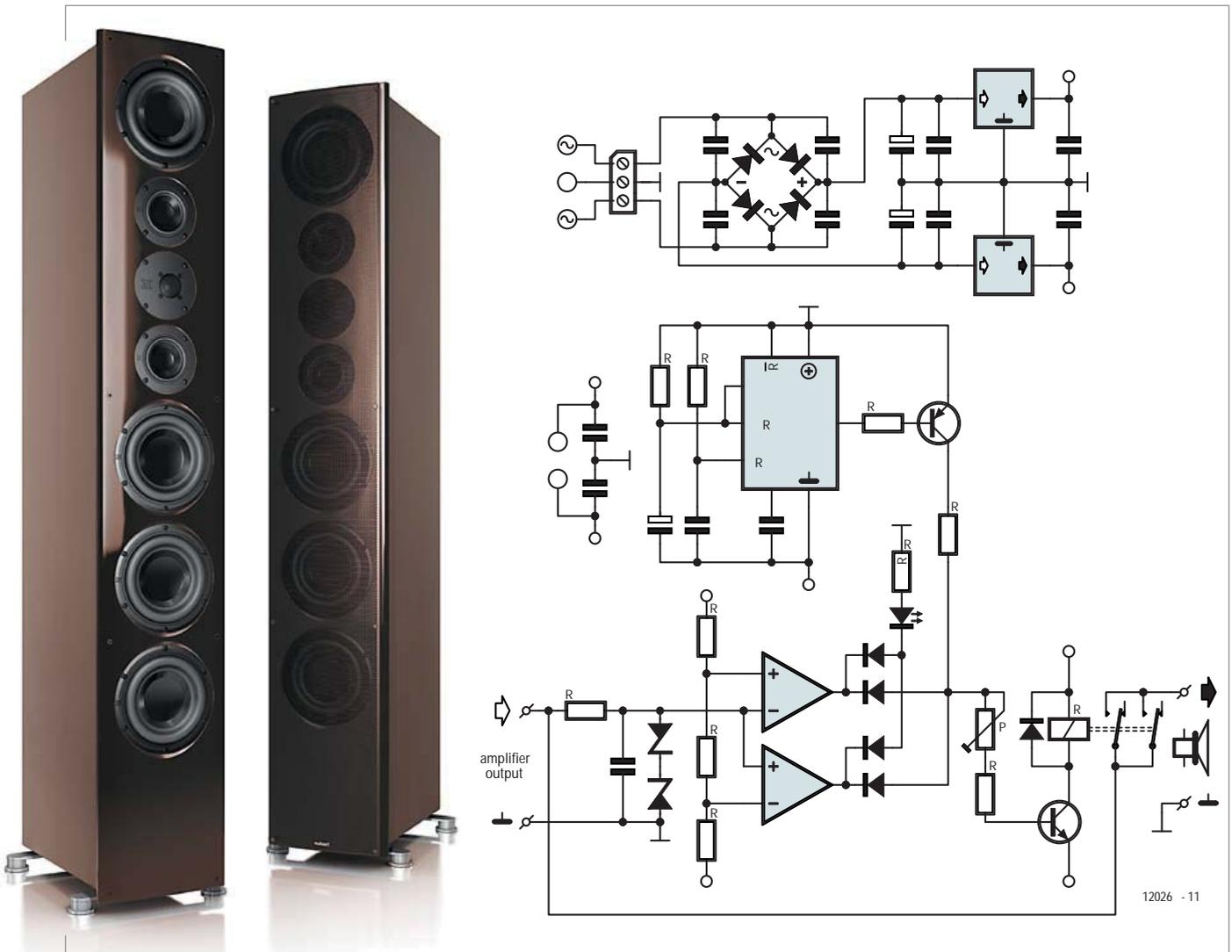
Zurzeit baue ich mir gerade einen Klasse-A-Verstärker, single ended mit MOSFETs, bestehend aus zwei einkanaligen Mono-Blocks, wobei ich keinen Koppelkondensator zwischen Verstärker und Lautsprecher einsetzen möchte. Also

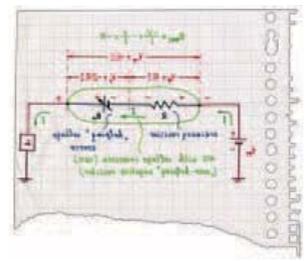
benötigte ich eine Schaltung, welche die Box vor leichströmen schützt. Sie hat zwei Funktionen

- Schutz vor leichstrom durch Abschalten der Box bei Anliegen von leichspannung von oder -1 V. Hier wird ein LM3 8 eingesetzt.

- Einschaltverzögerung, erst etwa s nach Einschalten des Verstärkers geht die Box in Betrieb, hier wirkt ein

Ich habe mich durch verschiedene aus dem Internet gezogene Ideen inspirieren lassen, aber ich glaube, in dieser





Form gibt es die Schaltung sonst nirgends. Für ein Stereo-System benötigt man allerdings eine Schaltung pro Kanal.

Das Ausgangssignal des Audioverstärkers ohne Koppelkondensator wird einerseits an einen der Relaiskontakte gelegt, Relais Re1 ist in Ruhe geöffnet. Andererseits liegt es am Gleichspannungsdetektor, der aus einem RC-Netzwerk und Komparatoren besteht. Der Ausgang der Komparatoren führt zur Relaissteuerung und zur Anzeige-LED.

R /C ist ein Tiefpass, der das Audiosignal stark abschwächt, aber einen vorhandenen positiven oder negativen

nicht open-collector sind. Bei Vorhandensein einer positiven Gleichspannung am Ausgang des Verstärkers wechselt der Ausgang von IC2a von 12 V auf -12 V, dadurch sperrt T2 und das Relais fällt ab. Hierbei verbleibt der Ausgang von IC1b auf 12 V. Bei einer negativen Gleichspannung sind die Rollen von IC2a und IC2b vertauscht.

Transistor T1 invertiert das Ausgangssignal des 555, der als Monoflop beschaltet ist. Dieser Ausgang ist nach dem Einschalten für etwa 1 s high (hier an Masse). T1 sperrt, weil seine Basis dasselbe Potential wie der Emitter hat. Dadurch wird auch T2 gesperrt das Relais zieht nicht an. Nach Ablauf der eingestellten Zeit fällt der Ausgang des

Angesichts möglicher Spannungsschwankungen im Netz sollte man sich auf einen Bereich von 1 bis 22 V beschränken.

Die Stromaufnahme ist gering – etwa 3 VA reichen völlig. Daher sollte ein Transformator kleiner Bauform ausreichen und somit die Schutzschaltung in der zu schützenden Box Platz finden. Es sei noch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der 555 zwischen Masse (als positive Versorgungsspannung) und -12 V liegt.

Wählt man eine Low-Power-LED, kann man etwa ein Dutzend Milliampere einsparen, zumindest während diese LED leuchtet. In diesem Falle muss der

Gleichspannungsanteil zu den Eingängen der Komparatoren IC2a und IC2b durchlässt. Die Dioden D1 und D2 schützen die Eingänge vor Überspannungen.

Der Ausgang von IC2a wechselt von 12 V auf -12 V, wenn das Potential am invertierenden Eingang höher wird als am nicht-invertierenden. Demgegenüber wechselt der Ausgang von IC2b von 12 V auf -12 V, wenn der nicht-invertierende Eingang ein niedrigeres Potential hat als der invertierende. Die Werte von R7, R8 und R9 legen die Schaltschwellen fest, hier bei etwa 1 V für IC2a und -1V für IC2b.

Jetzt müssen nur noch die Ausgänge verbunden werden, um das Relais bei Erkennung einer Gleichspannung abzuschalten. Die Dioden D3 und D4 bilden ein logisch OR, um einen Kurzschluss zu vermeiden, da die Ausgänge

auf -12 V, T1 wird leitend und das Relais wird durch T2 aktiviert. Ich habe zahlreiche Tests durchgeführt und verschiedene Relaisstypen durchprobiert, um ein Modell hoher Qualität zu finden, für Lautsprecherboxen geeignet, gespeist mit 2 V. Und ich muss sagen, die Schaltung stellt mich wirklich zufrieden. Der Trimmer P1 wird die Auslöseschwelle für das gewählte Relais in Abhängigkeit des Spulenwiderstandes eingestellt. Für T2 wurde ein 2N1711 gewählt, denn er ist gut erhältlich und hat eine höhere Verstärkung als z.B. ein BD13.

Die Schutzschaltung wird aus dem Netz versorgt über zwei symmetrische Regler (IC3 und IC4), die bei entsprechender Sekundärspannung des Trafos mit kleinen Kühlkörpern versehen werden müssen. Die Sekundärspannung sollte zwischen 12 und 22 V liegen.

Wert von R10 von 600 Ω auf 4k7 erhöht werden, um den Strom auf 2 mA anstatt auf 1 mA zu begrenzen.

Behalten Sie bei Tests im Auge, dass die beiden OpAmps keinen Eingangsstrom erhalten, wenn der Eingang der Schutzschaltung offen ist. Um die Funktion zu prüfen, muss daher eine Gleichspannungsquelle angeschlossen werden.

(120263)



## 100 % SPIELSPASS GARANTIERT - GANZ OHNE KONSOLE, BILDSCHIRM, BALLEREL..

steigert das Durchhaltevermögen und nur ganz selten bricht jemand vor dem Ziel ab!"

um mitzuspielen genügt es, das Verhalten der Bauteile unter Gleichstrom dem Grunde nach verstanden zu haben. Versetzen Sie sich in ein Elektron hinein oder in einen Elektroniker, der sich in diesem Durcheinander verloren hat. Was für eine krönende Erlösung, wenn Sie das Ziel erreichen! Bevor es losgeht erinnern wir uns daran, dass die eine Einbahnstraße ist: es geht nur in Pfeilrichtung. Keine Möglichkeit zur Umkehr, dieser Weg ist versperrt. Der Wechselstrom in beide Richtungen passieren lässt, sperrt den Gleichstrom hier allerdings total: kein Fluss in die eine wie in die andere Richtung. Eine lässt den Gleichstrom in beide Richtungen passieren, genauso wie ein oder ein , sofern geschlossen. Sie sind am Zug: finden Sie den Stromlauf heraus, der entsteht, wenn man eine Gleichspannung von 20 V an einem Eingang anlegt.

A L 1 2 3

A

### Preise von Matrix Multimedia

Schicken Sie uns Ihre Antwort per E-Mail an folgende Adresse: [labyrinth@elektor.com](mailto:labyrinth@elektor.com).

Das Textfeld wird nicht gelesen, lediglich die Betreffzeile wird automatisch ausgewertet. Sie sollte Ihre richtige Antwort in Form einer einzelnen Ziffer (1, 2 oder 3) enthalten, gefolgt von einer Zahl als Antwort auf die folgende Frage:

2012 A 15 A  
L

Einsendeschluss ist der 1. August 2012!

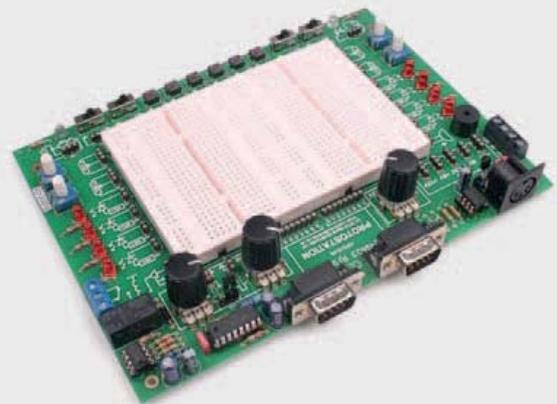
Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter der in der Unternehmensgruppe Elektor International Media B.V. zusammengeschlossenen Verlage und deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen.



im Werte von etwa 1000

Dank der kompakten Abmessungen und der besonderen Eigenschaften ist diese Elektronik-Arbeitsstation das perfekte Werkzeug für Ausbildung und Prototyping: mit umfangreichen Möglichkeiten, aber leicht transportabel. Die Station umfasst virtuelle Instrumente auf PC-Basis, zu den Programmen gehören: Zwei-Kanal-Oszilloskop, Spektrumanalysator, Signalgenerator, 8-Kanal-Logikanalysator, Digitalsignal-Generator und serieller Kommunikationsanalysator. Die Station enthält auch ein Netzteil und ein 8-Kanal-PC-Interface, kompatibel mit Flowcode, Visual Basic, C# und LabView. Weitere Merkmale sind hier beschrieben:

[www.matrixmultimedia.com/product.php](http://www.matrixmultimedia.com/product.php)  
Prod HP88 E PHPSESSID



Zur Arbeitsstation gehört die fortschrittliche Prototypenplatte Protostation d'anced Breadboard, normalerweise eine Option im Wert von etwa 150 ( 120.00)

Die Karte verfügt nicht nur über ein großes Testfeld mit Steckkontakten, sondern auch über eine Fülle von Zubehör: Schalter, Potentiometer, LEDs und Sensoren, einfach mit dem Testfeld zu verbinden. Ein Funktionsgenerator liefert Sinus- und Rechteckwellen (10 Hz bis 10 kHz). Zwei DB -Anschlüsse erlauben den Anschluss von E-blocks und der Arbeitsstation.

[www.matrixmultimedia.com/product.php](http://www.matrixmultimedia.com/product.php) Prod HP 12 PHPSESSID

L

(091094)

# 16

Von Vladimir Mitrovic (Kroatien)

Bringt man diesen von einem Mikrocontroller gesteuerten Netzschalter zwischen einem gewöhnlichen Netzspannungsschalter und einer Last an, verfügt man über 2<sup>16</sup> Möglichkeiten, die Last mit Strom zu versorgen. Sobald die 230-V-Netzspannung an den Anschlüssen L (Phase) und N (Neutral) der Schaltung liegt, steigt die Spannung an C2 auf mehr als 2,7 V, so dass der Mikrocontroller ATtiny13 das Programm, das in seinem Flash-Speicher steckt, abarbeiten kann. Das Programm steuert den logischen Zustand des Ausgangs (Pin PB4) und schaltet damit die Stromversorgung für die Last ein und aus. Im Detail

- wenn PB4 high ist, ist der Stromfluss durch die interne LED des Optoisolators IC2 unterbrochen. Damit sind

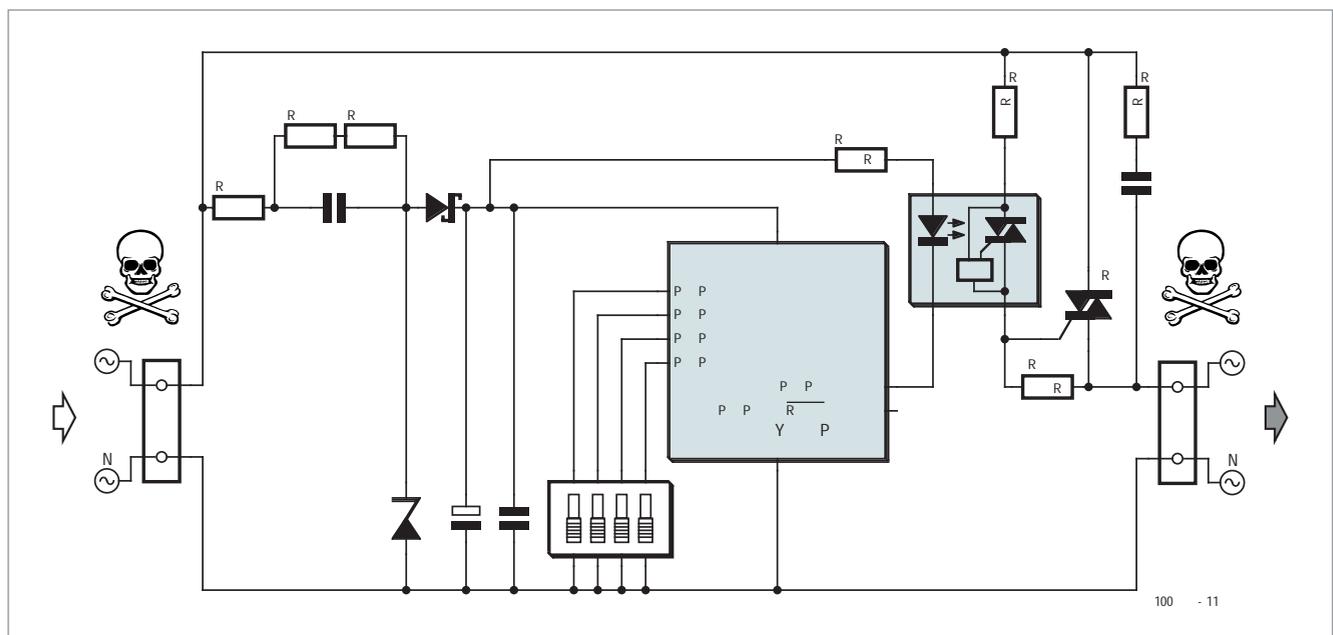
der interne Triac-Treiber und der Triac Tr1 selbst abgeschaltet. Deshalb fließt kein Strom durch die an der Ausgangssteckdose angeschlossene Last.

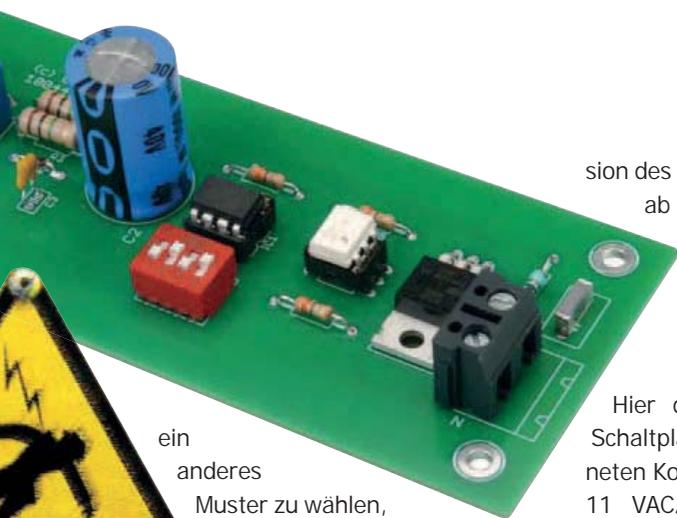
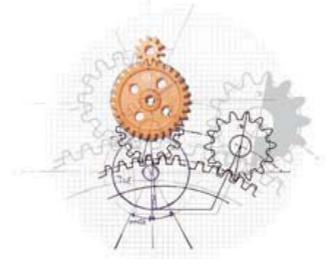
- wenn PB4 low ist, fließt ein Strom durch die LED in IC2 Triac-Treiber und Triac selbst sind eingeschaltet, so dass die Ausgangssteckdose unter Spannung steht.

Die Schaltung (oder genauer gesagt, die ATtiny13-Firmware) kann die Last also ganz nach ihrem Gusto ein- und ausschalten, solange der Netzschalter (nicht eingezeichnet, vor den Klemmen L und N) eingeschaltet ist. Zum Beispiel kann das Programm die Last erst nach einer gewissen Verzögerung einschalten, sie nur eine bestimmte Zeit eingeschaltet lassen oder auch zyklisch ein- und ausschalten.

Ein Beispielprogramm mit dem Namen „EE prog switch.bas“ illustriert, welche Möglichkeiten in dem Schalter stecken. Das Programm gibt es kostenlos bei 1, Bascom-AVR auf der Site von MCS Electronics 2. Eine auf 16 KB Quellcode beschränkte Demo ist sogar kostenlos erhältlich (und hier völlig ausreichend). Zu Beginn checkt das Programm die Einstellung der Konfigurationsschalter S1...S5 und wählt die entsprechende Routine aus dem 16er-Set aus – siehe Tabelle!

One shot -Routinen werden nur einmal ausgeführt, um sie zu wiederholen, muss man die Stromversorgung der Schaltung kurzzeitig unterbrechen. Die Einmal-pro -Routinen dagegen werden bis zum St-Nimmerleinstag ausgeführt – oder bis die Stromversorgung der Schaltung unterbrochen wird. m





ein  
anderes  
Muster zu wählen,  
sollten erst die Strom-  
versorgung unterbrochen,  
die Schalter neu eingestellt  
und dann die Schaltung wieder akti-  
viert werden.

Die Muster, die in der Tabelle genannt  
sind, sind natürlich nur Beispiele. Sie  
können die Software ganz nach Ih-  
ren Wünschen anpassen. Wenn nur  
ein einziges Schaltmuster erforderlich  
ist, können Sie auch den DIP-Schal-  
terblock weglassen und die Hardware  
noch ein wenig vereinfachen.

Beachten Sie, dass die Schaltung nicht  
für ein präzises Timing geeignet ist.  
Der Gesamtfehler hängt von der Präzi-

sion des ATtiny-internen RC-Oszillators  
ab (normalerweise 10%, wenn  
kalibriert 3%), während  
der Wait-Befehl von Bas-  
com-AVR einen Fehler von  
1% verursachen kann.

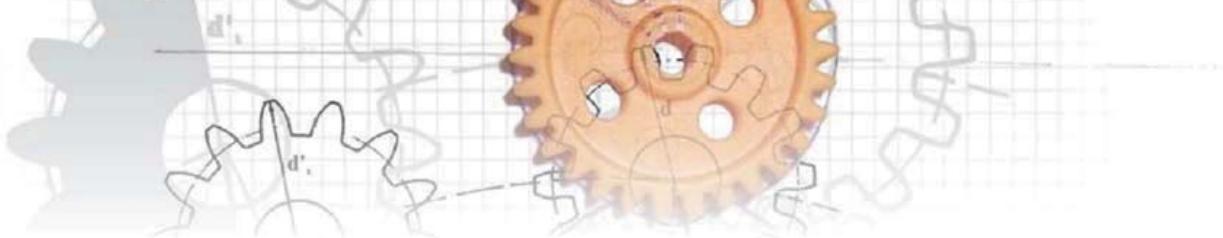
Hier die Dimensionierung der im  
Schaltplan mit einem Stern bezeich-  
neten Komponenten  
11 VAC/ 50 Hz AC C1 0,8 F R1  
750 Ω; R2,R3 = 470 kΩ  
230 VAC/ 50 Hz AC C1 0,33 F R1  
1,5 kΩ; R2,R3 = 1 MΩ.

C1 muss ein 2-Kondensator mit ei-  
ner Arbeitsspannung von wenigstens  
250 VAC sein, zum Beispiel WIMA  
MKP- 2, WIMA MP3- 2 oder Epcos  
MKP- 2. Diese Kondensatoren weisen  
üblicherweise eine Toleranz von ±20%  
auf. Die Schaltung ist so berechnet,  
dass auch im ungünstigsten Fall (die  
Kapazität liegt an den Toleranzgren-  
zen) immer noch ein Strom von 10 mA  
fließen kann. Tatsächlich übersteigt der  
gesamte Wechselstrom durch C1 mehr  
als 20 mA, allerdings geht die Hälf-

te des Stroms durch die Halbwellen-  
gleichrichtung „verloren“. Der größte  
Anteil des Stroms, im eingeschalteten  
Zustand 5...6 mA, fließt durch die LED  
in IC2. Wenn nötig, kann R<sub>1</sub> angepasst  
werden, um den Strom in diesem Be-  
reich zu halten. Der ATtiny13 wird von  
seinem internen kalibrierten 1-MHz-  
Oszillator getaktet, allerdings ist die  
Taktfrequenz auf 100 kHz verringert,  
um die Leistungsaufnahme unter  
1 mA zu halten. Der Rest des Stroms  
fließt durch die Z-Diode D1, die hier als  
Längsregler fungiert und die Spannung  
in der Schaltung einigermaßen stabili-  
siert. Bei C2 liegen etwa 100 μF, wenn  
IC2 ausgeschaltet ist, der Wert sackt  
auf 30 μF, wenn IC2 eingeschaltet  
wird. Die genauen Werte hängen vor-  
rangig von D1 ab.

Widerstand R1 soll den Einschaltstrom  
der Schaltung begrenzen, verursacht  
aber unglücklicherweise auch uner-  
wünschte Verluste während des Be-  
triebs. R1 sollte deshalb auf jeden Fall  
ein nicht-entflammbarer 1-W-Typ sein.  
Besser wäre ein NTC, aber es ist uns

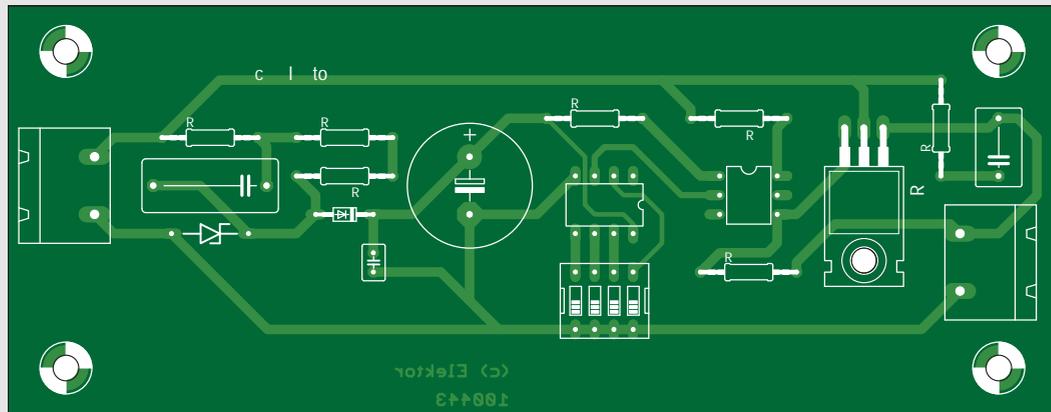
4	3	2	1	IN	A
aus	aus	aus	aus	sobald die Netzspannung eingeschaltet ist	nie
aus	aus	aus	ein	sobald die Netzspannung eingeschaltet ist	10 Minuten nach einschalten
aus	aus	ein	aus	sobald die Netzspannung eingeschaltet ist	30 Minuten nach einschalten
aus	aus	ein	ein	sobald die Netzspannung eingeschaltet ist	0 Minuten nach einschalten
aus	ein	aus	aus	10 Minuten nachdem die Netzspannung eingeschaltet ist	nie
aus	ein	aus	ein	30 Minuten nachdem die Netzspannung eingeschaltet ist	nie
aus	ein	ein	aus	0 Minuten nachdem die Netzspannung eingeschaltet ist	nie
aus	ein	ein	ein	10 Minuten nachdem die Netzspannung eingeschaltet ist	10 Minuten nach einschalten
ein	aus	aus	aus	10 Minuten nachdem die Netzspannung eingeschaltet ist	30 Minuten nach einschalten
ein	aus	aus	ein	10 Minuten nachdem die Netzspannung eingeschaltet ist	0 Minuten nach einschalten
ein	aus	ein	aus	einmal pro 20 Minuten	10 Minuten nach einschalten
ein	aus	ein	ein	einmal pro 30 Minuten	10 Minuten nach einschalten
ein	ein	aus	aus	einmal pro 0 Minuten	10 Minuten nach einschalten
ein	ein	aus	ein	einmal pro 12 Stunden	1 Stunde nach einschalten
ein	ein	ein	aus	einmal pro 2 Stunden	1 Stunde nach einschalten
ein	ein	ein	ein	nie	nie



R1 1k (1 W)  
 R2,R3 1 M  
 R4,R5,R6 = 330 Ω

C1 0.33 (2.0 VAC, MKP, siehe Text)  
 C2 1000 (3 V radial)  
 C3 100 n  
 C 10 n (Klasse 1/2)

H  
 D1 V3, 00 mW Z-Diode  
 D2 BAT8  
 IC1 ATtiny13-20P, programmiert, Elektor 100 3-1  
 TRI1 BT13



A  
 K1,K2 2-polige Platinenanschlussklemme, RM 7,

SW1 -facher DIP-Schalter  
 Platine 100 3-1 1

nicht gelungen, ein Exemplar aufzutreiben, das den Einschaltstrom auf etwa 200 mA begrenzt. Eine Möglichkeit ist, zwei NTC-Thermistoren von Epcos in Reihe zu schalten und damit einen Widerstand von 80 Ω (bei 2 C) zu erzielen. Diese Thermistoren sind eigentlich zur Temperaturmessung und Kompensation vorgesehen, arbeiten aber auch gut als Einschaltstrombegrenzung.

Der Triac BT13 ist für  $A_{RMS}$  im eingeschalteten Zustand geeignet. Er erwarten Sie einen Laststrom deutlich größer als 3 A, sollten Sie einen stärkeren Triac einsetzen. Die Bauteile R7...C bilden ein Snubber-Netzwerk und können unter Umständen (je nach Triac und Art der Last) entfallen.

Das Beispielprogramm startet stets mit einer Verzögerung von 1 s. So sollte die Angabe in der Tabelle „sobald die Netzspannung eingeschaltet ist“ in-

terpretiert werden als „1 s, nachdem die Netzspannung eingeschaltet wurde“. Dies ist notwendig, da nach dem Einschalten die Spannung über C2 nur langsam ansteigt und so nicht genug Leistung zur Verfügung steht, um IC2 und Tr1 einzuschalten. Dies ist erst möglich, wenn die Spannung über C2 3, V erreicht. Die Verzögerung stellt sicher, dass über C2 gut V liegen und IC2/Tr1 sicher geschaltet werden kann, bevor das eigentliche Programm startet.

Die Fuse-Bits des ATtiny13 sollten beim Programmieren gesetzt werden, um die integrierte Brown-out-detection (BOD) freizugeben und damit die Höhe von VCC (mit einem Trigger-Level von 2,7 V) zu überwachen. Gleichzeitig wird als Taktgeber der interne kalibrierte RC-Oszillator aktiviert. Es ist die Aufgabe des Programmierers (das heißt, Ihre!), den Divide-by-16-Pre-

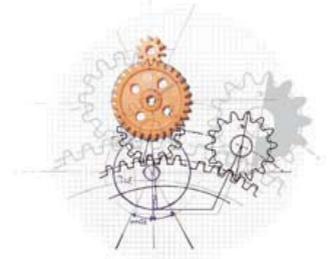
ler zu setzen, um die Taktfrequenz auf 100 kHz zu reduzieren. Wenn Sie nicht vertraut sind mit dem Programmieren, empfiehlt sich der Erwerb eines vorprogrammierten Controllers aus dem Elektor-Service (100 3-1) 1.

Die Schaltung führt Netzpotential und darf im Betrieb keinesfalls berührt werden. Arbeiten Sie niemals an der Schaltung, wenn sie mit dem Lichtnetz verbunden ist. Die Schaltung muss zwingend berührsicher in ein hierfür geeignetes Gehäuse eingebaut werden!

(100443)

- 1 [www.elektor.com/100\\_3](http://www.elektor.com/100_3)
- 2 [www.mcselec.com](http://www.mcselec.com)

- Bascom-AVR Quellcode 100 3-11.zip, freier Download
  - Programmierter ATtiny13 100 3-1
  - Platine 100 3-1
- Alles erhältlich/bestellbar unter [www.elektor.com/100\\_3](http://www.elektor.com/100_3).



## A

```
Dim S1_s4 As Byte , Minute As Byte , Hour As Byte

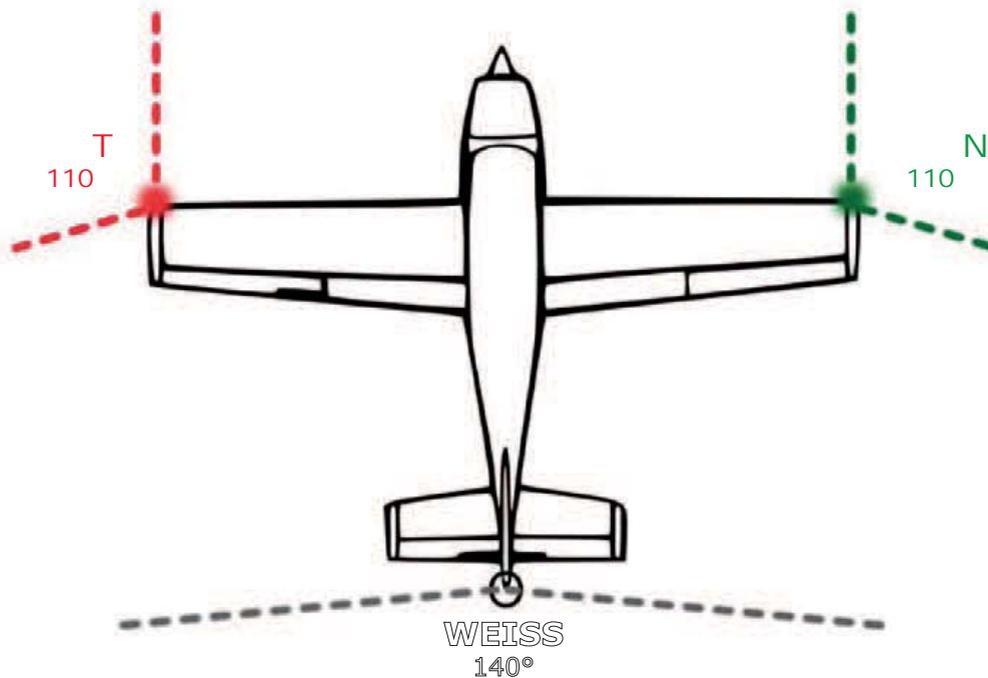
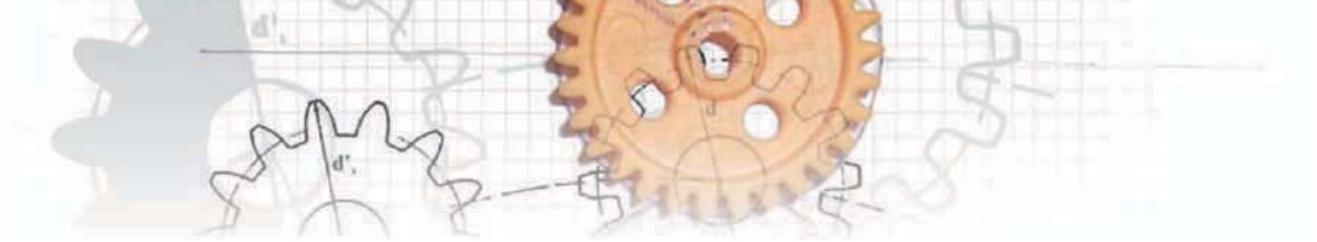
Control_pin Alias Portb.4
Sw_on Alias 0
Sw_off Alias 1

Config Clockdiv = 16           'clock = 600kHz
nop

Config Pinb.4 = Output
Control_pin = Sw_off          'switch off the load

Config Pinb.0 = Input
Config Pinb.1 = Input
Config Pinb.2 = Input
Config Pinb.3 = Input
Portb = Portb Or &B00001111    'enable pull-up resistors
Wait 1
S1_s4 = Pinb And &B00001111    'read S1-S4...

Select Case S1_s4              'and execute corresponding routine
  Case &B00001111
    Control_pin = Sw_on
  Case &B00001110
    Control_pin = Sw_on
    minute = 10 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_off
  Case &B00001101
    Control_pin = Sw_on
    minute = 30 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_off
  Case &B00001100
    Control_pin = Sw_on
    minute = 60 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_off
  Case &B00001011
    minute = 10 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_on
  Case &B00001010
    minute = 30 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_on
  Case &B00001001
    minute = 60 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_on
  Case &B00001000
    minute = 10 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_on
    minute = 10 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_off
  Case &B00000111
    minute = 10 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_on
    minute = 30 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_off
  Case &B00000110
    minute = 10 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_on
    minute = 60 : Gosub Wait_minute
    Control_pin = Sw_off
  .
  .
```



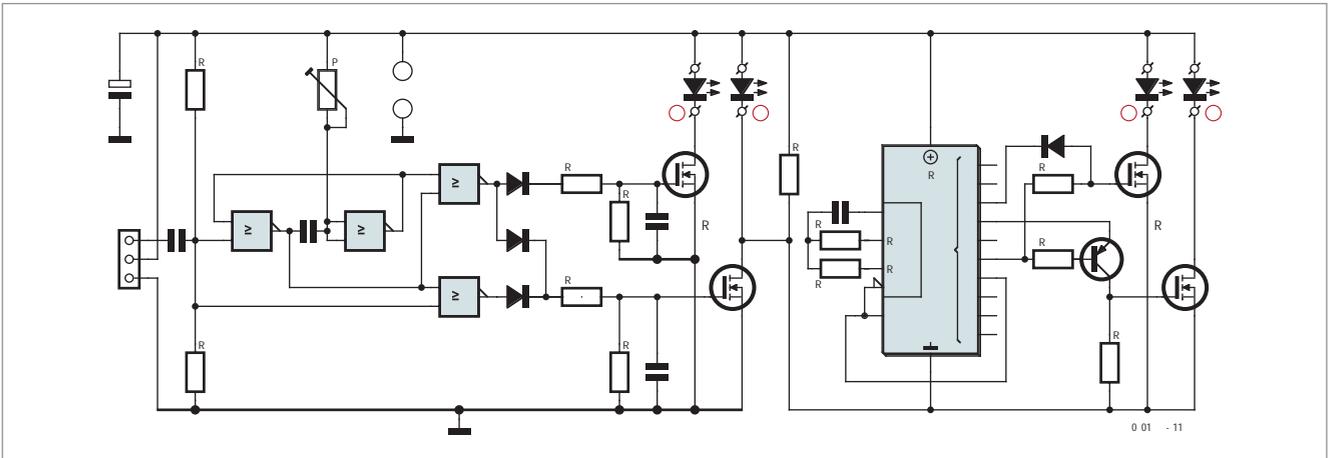
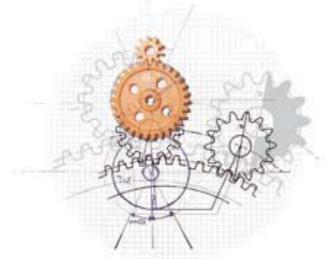
Von Werner Ludwig (D)

Modellflugfreunde aufgepasst: Diese Schaltung realisiert eine LED-Modellflugzeugbeleuchtung, die durch die Fernsteuerung ein- und ausgeschaltet werden kann. Zur Steuerung der Beleuchtung werden die Signale genutzt, die normalerweise für einen (Modellbau-)Servo im Flugzeug bestimmt sind. Solche Servos werden über Pulsweitenmodulation angesteuert; die Impulsbreite repräsentiert den Stellwert und liegt zwischen 1 ms (Servo ganz in linker Stellung) und 2 ms (ganz rechts).

Der Steuerimpuls des Servos liegt an der Klemme K1 an. Die Schaltung besteht im Wesentlichen aus einer Erfassungseinheit und einem Teil, der verschiedene LEDs mit entsprechenden Impulsen ansteuert. Die Erfassungseinheit

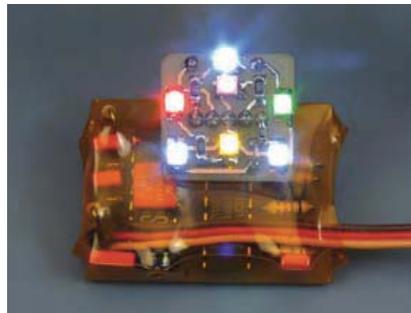
wird durch vier NOR-Gatter gebildet. Die Gatter IC1.A und IC1.B bilden eine monostabile Kippstufe, deren Spannungsimpuls auf die an dem Servoausgang übliche mittlere Impulsdauer von 1,5 ms abgestimmt ist. Die Kippstufe liefert damit einen Referenzimpuls. Weicht die Eingangsimpulslänge an K1 vom Referenzimpuls ab, bilden die Gatter IC1.C und IC1.D diese Differenz ab. Üblicherweise beträgt die Abweichung  $\pm 0,5$  ms für einen vollen Servoweg rechts und links. Abhängig von der Abweichung liefert entweder IC1.C (Eingangsimpuls länger als Referenzimpuls) oder IC1.D (Eingangsimpuls kürzer als Referenzimpuls) einen positiven Impuls. Im Ruhezustand liefern sowohl IC1.C als auch IC1.D einen Nullpegel. Die ohmsch-kapazitive Ausgangsbeschaltung der Gatter IC1.C und IC1.D überbrückt die Pausen zwischen den Impulsen und steuert die

Transistoren T1 und T2 an. Diese treiben die nachgeschalteten Lasten. Im Prototyp des Autors sind T1 und T2 als 2-A-Typen ausgeführt, um auch Glühlampen statt LEDs schalten zu können. T1 ist dabei für den Landescheinwerfer zuständig, der durch eine hocheffiziente weiße Leistungs-LED realisiert wird. Die Diode D1 am Ausgang von IC1.C sorgt dafür, dass beim Einschalten des Landescheinwerfers immer auch die restliche Beleuchtung eingeschaltet wird. Diese besteht in der oberen Schaltung aus den Navigationslichtern (links rot, rechts grün, hinten weiß), den weißen Blinklichtern an den Spitzen der Tragflächen (Strobelight) und dem Antikollisions-Licht (ACL-Beacon). Die Navigationslichter werden direkt über T2 angesteuert. Der andere Ausgangszweig von T2 schaltet den Impulsgenerator ein, der sich um die Ansteuerung des Strobelights und des



ACL-Beacons kümmert. Bei IC2 handelt es sich um den IC 4060, einen 14-stufigen Binärzähler mit integriertem Taktoszillator. Die nachgeschaltete Ausgangslogik stellt für das Strobelight einen Vierfach-Impuls und für das ACL-Beacon einen Doppelimpuls zur Verfügung.

Eine alternative Version der Flugzeugbeleuchtungssteuerung ist im unteren Bild dargestellt. Sie nutzt einen 10-stufigen Dezimalzähler (IC 4017) zur Ansteuerung der verschiedenen LEDs. Da der IC keinen internen Taktoszillator besitzt, übernimmt ein NE555-Timer (IC2) die Taktung des Zählers. Auch hier sorgt eine ausgangsseitige Transistor-Logik für die richtigen Impuls-signale an den LEDs. Im Unterschied

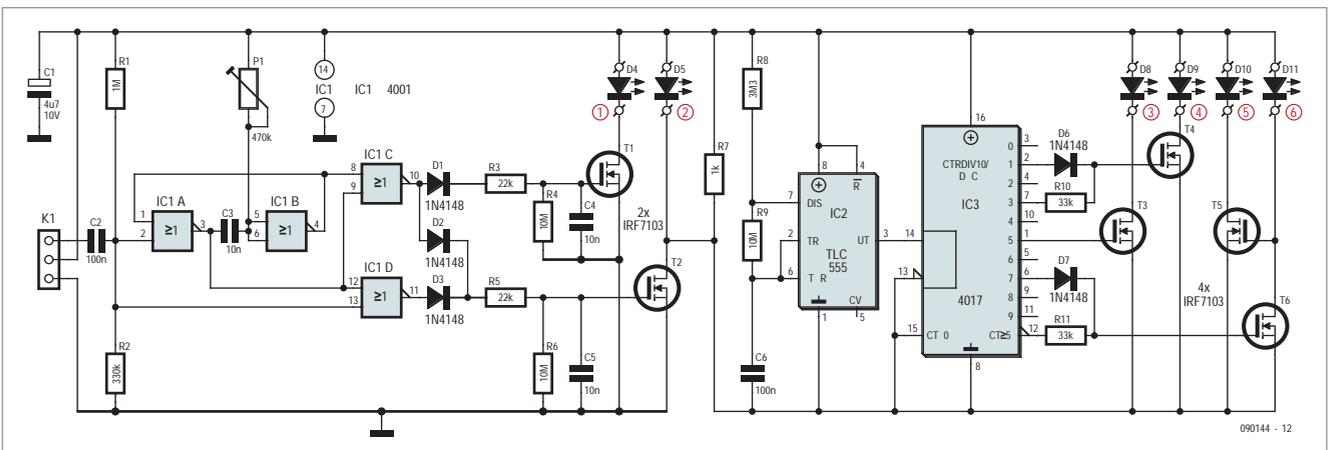


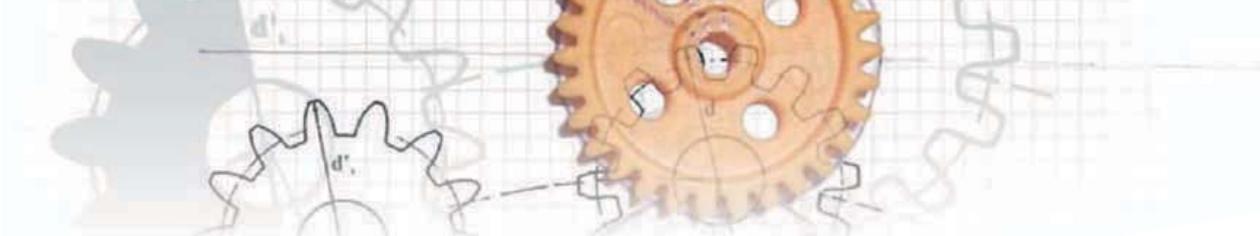
T	1	L
1	Landescheinwerfer	
2	Navigationslichter	
3	Tragflächenblitz hinten	
4	Tragflächenblitz vorne	
5	ACL-Beacon	
	Hinteres Blinklicht	

zu der ersten Schaltung liefert diese statt des Signals für das Strobelight getrennte Signale für die Vorder- und Hinterbeleuchtung der Tragflächen und ein nach hinten strahlendes Blinklicht.

Am Schluss noch ein Tipp für den Aufbau: Als Leuchtmittel sind LEDs wegen ihrer Robustheit und der geringen Stromaufnahme in dieser Schaltung ideal. Allerdings weisen sie im Allgemeinen einen zu kleinen Abstrahlwinkel für die Verwendung als Flugzeugbeleuchtung auf. Durch Abschleifen der Linse und einen Tropfen Klarlack lässt sich dieser Winkel jedoch auf praxisgerechte Werte aufweiten.

(090144)

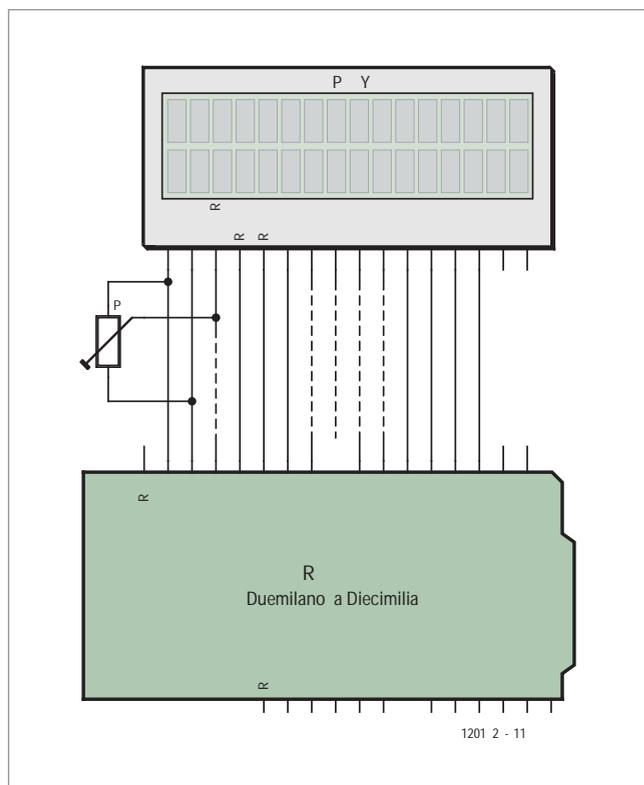




# L A

Von Michael aus (D)

Die Arduino-Plattform erfreut sich steigender Beliebtheit, denn sie macht den Einstieg in die Welt der Mikrocontroller einfach. Darüber hinaus existiert ein großes Angebot an passender Hard- und Software. Bei vielen Projekten ist es notwendig



oder nützlich,

Informationen auf einem alphanumerischen LCD anzuzeigen.

In der Arduino-Welt verwendet man dabei normalerweise ein Shield (Aufsteckplatine), das mit einem LCD ausgestattet ist. Doch es geht auch viel einfacher, wie wir hier beweisen.

Bei den alphanumerischen Punktmatrix-LCDs gibt es nämlich eine Art Standard, sodass die meisten Typen kompatibel zueinander sind in Bezug auf Versorgungsspannung, Pinbelegung, Ansteuer-Interface und dem Befehlssatz für den LCD-Controller.

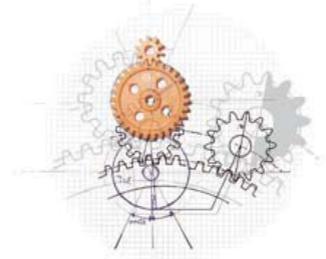
Wenn man sich die Pinbelegung dieser LCDs anschaut, stellt man fest, dass ein solches LCD-Modul im Prinzip direkt auf die Buchsen eines Arduino-Boards (no, Diecimila oder Duemilano) aufgesteckt werden kann. Es ist dann nicht erforderlich, ein Shield zu bauen.

Der LCD-Controller muss dazu kompatibel zum Baustein HD 780 sein, und die Pinbelegung muss dem erwähnten „Standard“ entsprechen (siehe Tabelle). Es ist wichtig, dass das Display den  $n$ -bit-Ansteuermodus unterstützt, da wir bei einem direkten Aufstecken nur einen Teil der Daten-Eingänge des LCDs erreichen. Das Display muss weiterhin eine Versorgungsspannung von  $V$  aufweisen. Schließlich noch eine weitere Bedingung Die Pins des LCDs müssen einen Abstand von  $2,54$  mm zueinander haben, so dass eine Stiftleiste im üblichen Rastermaß angelötet werden kann.

Das alles hört sich schlimmer an, als es ist Es existiert eine Vielzahl von Displays, die diesen Bedingungen genügen – auch das Elektor Standard-LCD 1 gehört dazu.

Zuerst lötet man eine  $n$ -polige Stiftleiste an das LCD (oder mehrere kürzere Stiftleisten, siehe unten). Dann wird das Display so auf die Arduino-Buchsen aufgesteckt, dass Pin 1 des LCDs mit dem ND-Pin des Arduino-Boards (und zwar jener bei „Digital 8-13“) verbunden ist und Pin 1 des LCDs mit dem Arduino-Pin „Digital 2“. Die Pins „Digital 0“ und „Digital 1“ sowie „AREF“ bleiben frei (siehe Schaltplan).

T	L
1	ND
2	VCC
3	VO (Kontrast)
	RS
	RW
	E
7..1	DO..D7



Leider weisen die beiden Buchsenleisten mit den Digitalpins auf den Arduino-Boards keinen Abstand von 2,5 mm zueinander auf (die Distanz ist etwas geringer). Durch leichtes Biegen der Stiftleistenpins des LCD-Moduls gelingt es jedoch trotzdem, die Stifte in die Buchsen zu stecken. Pin 8 des LCD-



Moduls befindet sich dann in der freien Lücke zwischen den beiden Arduino-Buchsenleisten.

Es ist nicht unbedingt notwendig, eine 1-polige Stiftleiste an das LCD-Modul zu löten. Es genügt, die Pins 1, 2, 3, 4, 5 sowie 11 bis 14 mit kürzeren Stiftleisten auszustatten. In diesem Fall bleiben die Arduino-

Pins D12, D8, D7 und D6 frei und können etwa als I/Os benutzt werden.

Die Versorgungsspannung des LCD-Moduls ist am Arduino-

erscheint eine Begrüßungsmeldung „Arduino LCD“ auf dem LCD. Falls nicht, ist eventuell die Kontrastspannung nicht korrekt eingestellt.

Ein kleines Sahnehäubchen der Firmware ist, dass sich das Display vom PC aus über die USB-Buchse des Arduino steuern lässt (per virtuellem COM-Port und einem PC-Terminalprogramm oder selbst geschriebener PC-Software). Die Baudrate beträgt 9600 Bd, diese kann aber in der Funktion setup() beim Aufruf von Serial.begin(...) auch auf andere Werte umkonfiguriert werden.

Über die serielle Schnittstelle lassen sich dann Steuerbefehle senden sowie der gewünschte Text übertragen. Steuerbefehle beginnen immer mit dem Backslash-Zeichen „\“ (entspricht Hexwert 0x5C), gefolgt von einer definierten Anzahl an Bytes, abhängig vom Befehl.

Um die Cursorposition zu setzen, sind insgesamt vier Bytes erforderlich. Das Kommando beginnt mit dem Backslash-Zeichen „\“, gefolgt von der dezimalen Zeilenangabe mit genau einem ASCII-Zeichen (z.B. „1“ für Zeile 1 oder „2“ für Zeile 2), gefolgt von der dezimalen Spaltenangabe mit genau zwei ASCII-Zeichen (z.B. „01“ für Spalte 1 oder „10“

---

## A

---

Pin D13 angeschlossen. Dieser muss in der Firmware als Ausgang mit High-Pegel beschaltet werden. Da die LCD-Module üblicherweise eine Stromaufnahme von weniger als 10 mA haben, kann der Pin diese Last problemlos treiben. Zur Einstellung der LCD-Kontrastspannung ist dann noch ein Trimmer nötig. Dieser lässt sich einfach „fliegend“ an das LCD-Modul anlöten. Die meisten LCD-Module benötigen eine Kontrastspannung im Bereich von 0 bis 1 V.

Für eine bessere mechanische Stabilität kann man das LCD-Modul mit Kunststoffabstandshaltern abstützen.

Um die Ansteuerung des Arduino-LCDs zu demonstrieren, hat der Autor ein Beispielprogramm geschrieben (in der Arduino-Welt „Sketch“ genannt). Dieses lässt sich gratis von der Webseite zu diesem Artikel downloaden [1](#). In dem Arduino-Sketch „arduino lcd.pde“ müssen noch die Zeilenanzahl des Displays sowie die Anzahl der Zeichen pro Zeile eingestellt werden. Hierzu werden die beiden Defines LCD ROWS und LCD COL MNS angepasst, voreingestellt sind sie auf 2 Zeilen mit 16 Zeichen. Nach dem Reset

für Spalte 1). Ein Beispiel „\10“ setzt den Cursor auf Zeile 1, Spalte 10. Um die Anzeige zu löschen, sendet man „\c“ (c = clear).

Kommandos und Text können auf kompakte Weise gemischt werden. Wenn man zum Beispiel „\201Hello World!“ übermittelt, erscheint „Hello World!“ in der zweiten Zeile des LCDs. Um das Backslash-Zeichen auf dem LCD auszugeben, muss man es zwei Mal hintereinander senden „\\“.

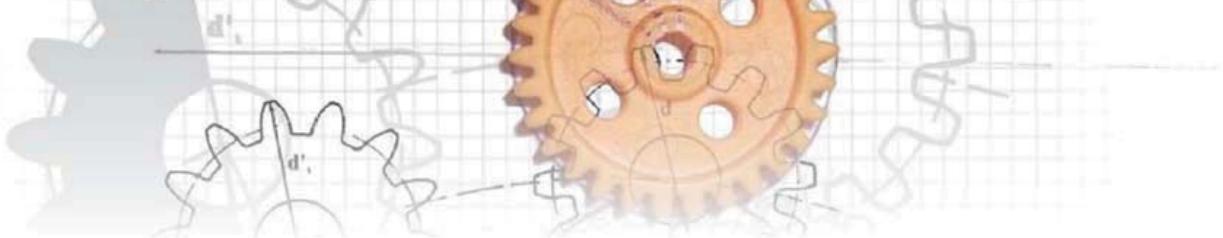
Zum Test lässt sich z.B. der „Serial Monitor“ in der Arduino-IDE benutzen.

(120192)

<sup>1</sup> [www.elektor.de/12012](http://www.elektor.de/12012)

- Software gratis-Download, 12012-11
- Passendes LCD (2x16), 12001-71

Alle Produkte und Downloads sind über die Webseite zu diesem Artikel erhältlich [www.elektor.de/12012](http://www.elektor.de/12012)



# L A

Von Koen Beckers (NL)

Die Preise so genannter LED-Stripes sind in letzter Zeit kontinuierlich gefallen. Diese modernen Leuchtmittel eröffnen viele gestalterische Möglichkeiten, sowohl in Innenräumen als auch außerhalb des Hauses. LED-Stripes mit R B-LEDs

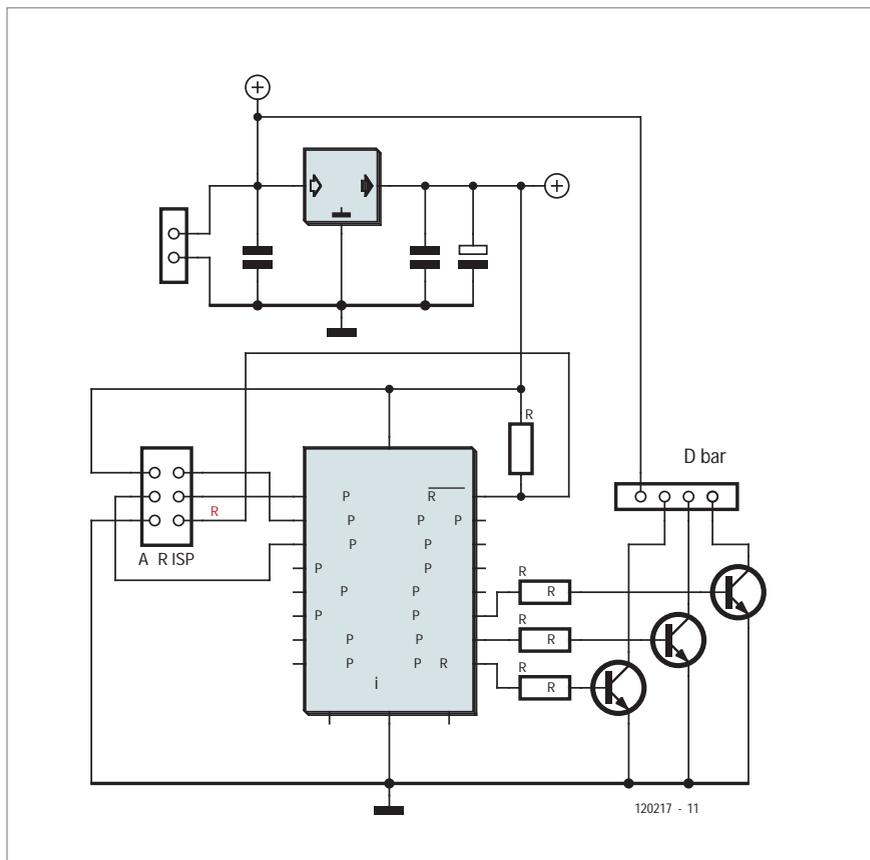
gehörigen Platine befindet sich ferner ein sechspoliger Steckverbinder, der zur Mikrocontroller-Programmierung über die ISP-Schnittstelle dient.

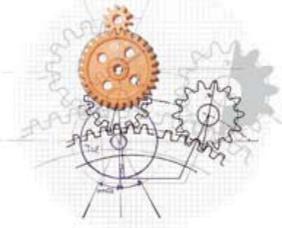
Der ATtiny steuert die Helligkeit der Rot-, grün- und Blau-LEDs durch Variieren der Impulsbreite (PWM) in der Weise, dass die Farben

(R B Rot- grün- Blau) können die Lichtfarben ändern, sie leuchten in fast allen Farben des sichtbaren Spektrums.

Realisieren lässt sich beispielsweise eine futuristische Beleuchtung der Schränke und Arbeitsplatten in der Küche. Als Leuchtmittel eignen sich spritzwasserfeste LED-Stripes mit integrierten Strombegrenzungswiderständen. Solche LED-Stripes sind im Fachhandel in verschiedenen Längen erhältlich 1 2 . Mit doppelseitigem Klebeband können LED-Stripes auf nahezu jedem glatten Untergrund befestigt werden. Die Betriebsspannung beträgt in der Regel 12 V, der vom Autor verwendete LED-Stripe-Typ hat eine Leistungsaufnahme von 7,2 W/m.

Für den Betrieb von R B-LED-Stripes sind diverse Steuergeräte auf dem Markt. Elektroniker bauen die Steuerung selbst, was nicht zuletzt auch der Kreativität entgegenkommt. Der Autor schlägt diese Steuerung (mit einem ATtiny-Mikrocontroller und drei Leistungstransistoren) vor. Auf der zu-





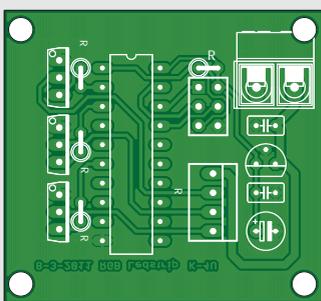
R1 10 k  
R2...R4 = 430 Ω

C1,C3 100 n  
C2 10 /1 V stehend

H  
T1...T3 BD13 (oder TIP122, spiegelbildlich montieren!)

IC1 ATtiny2313-20P  
IC2 78L0 Z

A  
K1 Schraubklemme 2-polig, Raster mm



K2 Stiftleiste -polig, Raster 2, mm  
K3 Stiftleiste 2x3-polig, Raster 2, mm  
Platine 120217-1, siehe 3

des LED-Stripes das Spektrum des sichtbaren Lichts durchlaufen. Ganz oben im Quellcode der Firmware stehen diverse Parameter, die vor dem Programmieren nach Wunsch angepasst werden können. Beispiele sind das Tempo und die Anzahl der Farbwechsel, und auch ein Selbsttest ist konfigurierbar. Beim Selbsttest werden nacheinander die Grundfarben Rot, Grün und Blau eingeschaltet, anschließend leuchten die LEDs in weißem Licht. Damit kann geprüft werden, ob alle LEDs in allen Grundfarben intakt sind.

Der Strombedarf von LED-Stripes stimmt mit den Herstellerangaben in der Regel gut überein. Hier liegt der Strom jeder Grundfarbe etwas über 200 mA, bezogen auf einen Meter des LED-Stripes. Die Leistungstransistoren BD13 (Strom bis 1, A) können theoretisch LED-Stripes bis 7, m Länge steuern. Wegen der nötigen Sicherheitsreserven sollte jedoch der LED-Stripe nicht wesentlich länger als 7 m sein. Noch höhere Ströme kann der Leistungstransistor TIP122 schalten, der maximale Strom beträgt 7 A. Mit dem TIP122 kann der LED-Stripe bis zu 20 m lang sein, der Stromversorgung werden in diesem Fall 12 A bei 12 V abverlangt. Für den Aufbau ist es wichtig, dass die Anschlussbelegung des TIP122 verglichen mit dem BD13 spiegelverkehrt ist. Wenn die Platine mit dem TIP122 bestückt wird, zeigen die Kühlflächen nach außen. Das hat den Vorteil, dass ein gemeinsamer Kühlkörper außerhalb der Platine die Verlustwärme abführen kann. Zu beachten ist ferner, dass die Platine für Ströme bis höchstens 10 A ausgelegt ist.

Bei manchen LED-Stripe-Typen stimmen die aufgedruckten Bezeichnungen R, G und B nicht mit den tatsächlichen Farben

überein. Es ist ratsam, die Farben vor dem Anschließen an die Steuerung zu überprüfen.

Auf der Elektor-Website [3] stehen der Quell- und Hexcode der ATtiny-Mikrocontroller-Firmware zum Download bereit.

(120217)gd

- 1 <http://www.insoundwebshop.nl/c-73/spaterwater-bestendige-strips/>
- 2 [www.ltt-versand.de/advanced\\_search/result.php?keywords=LED-Streifen](http://www.ltt-versand.de/advanced_search/result.php?keywords=LED-Streifen)
- 3 [www.elektor.de/120217](http://www.elektor.de/120217)

Anzeige

★ Spezialitäten	★ FTDI	★ c't-Lab Bausätze
Arduino Buch (engl.) 12,00	DLP-USB 232T, 245 45,00	ct-UNI-C/FPGA-Bridge (SMD teilbestückt) 99,00
Arduino BT 94,00	FT 232BL 5,20	ct-Lab/AD16-8-Bausatz 46,70
Arduino Box 11,78	Almega 328P-PU 5,00	ct-Lab/ADK-IO-Bausatz 45,50
Arduino ColorLCDSh 41,65	Almega 644PA-PU 7,60	ct-Lab/AD192-Bausatz 75,00
Arduino Ethernet 47,48	Almega 644PA-PU 8,60	ct-Lab/DA12-8-Bausatz.12 34,00
Arduino ETH Shield 34,51	Almega 1284P-PU 8,90	ct-Lab/DA12-8-Bausatz.16 67,00
Arduino LeonardoH 21,42	Almega 1284P-AU 8,00	ct-Lab/DCG-Bausatz.12 102,50
Arduino Mega ADK 69,02	Almega 1284P-AU 11,00	ct-Lab/DCG-Bausatz.16 102,50
Arduino Mini 24,99	Almega 192A3-AU 11,00	ct-Lab/DGP-Bausatz 59,00
Arduino Mini/USB-Ad 17,85	Almega 328P-PU 5,00	ct-Lab/DDS-Bausatz 105,00
Arduino Pro Shield 23,80	AVR Dragon 65,00	ct-Lab/DIV-Bausatz 88,50
Arduino Nano 42,00	AVR JTAG ICE 3 239,00	ct-Lab/EDL-Bausatz 114,00
Arduino PoE-Modul 17,73	AVR JTAG ICE 3 239,00	ct-Lab/FPGA-Bausatz (SMD teilbestückt) 99,00
Arduino Shield-Mega 4,17	DS 18B20+ 3,00	ct-Lab/FPGA-CoreRamBausatz 40,50
Arduino Shield-Photo 3,57	Lipo 3V7-2250mAh 9,00	ct-Lab/FPGA-LA-Adap.Bausatz 22,00
Arduino USB 2 Serial 31,90	LNBP 20PD 6,20	ct-Lab/FP-Bausatz (ohne Netzwerk) 52,50
Arduino Uno (Rev.3) 23,80	OPA 3124PA 2,90	ct-Lab/FP-Netzwerksatz (incl. X-Port) 65,00
Arduino Zbee Shield 46,41	PGA 2311 PA 12,00	ct-Lab/I08-32-Bausatz 21,00
ATtiny USB162-16AU 4,20	SIM_Card Con./SMD 1,30	ct-Lab/IAG-Bausatz 14,80
ATtiny 10-TSIR 1,50	SN 754410 NE 3,10	ct-Lab/IPS-2-Bausatz 54,00
ATtiny 13-20PU//SU 2,00	SPN 1001 (FV-1) 14,00	ct-Lab/Panel-Bausatz 40,00
ATtiny 25-20PU 2,00	TLC 2264 CN 1,70	ct-Lab/TRM5C-Bausatz (ITC1968 best) 44,00
ATtiny 45-20PU//SU 2,50	TLC 5940 NT 4,80	• alle Einbausteile mit Frontplatten für 19" 1/2"
ATtiny 85-20PU 3,80	US 1011eS 14,80	
ATtiny 85-20PU//SU 2,80	USB-Isolator 99,50	
Almega 8-16PU 3,40	X-PortDirect 46,00	
Almega 8U2-AU 4,20	X-PortDirect+ 65,00	
Almega 16-16PU 5,00	X-Port1001000-04R 65,00	
Almega 32-16AU 4,70	X-PortPro1002000 95,00	
Almega 32-16PU 5,30	ZXLD 1350 1,60	
Almega 32U2-AU 4,70	ZXLD 1360 2,60	
Almega 88PA-PU 4,40	ZXLD 1362 2,60	

**★ Warrior**

USB-2C-SPH Dongle/K 39,27

USB-2C-Dongle/Kit 24,99

IO-Warrior 24/SDK 58,31

IO-Warrior 40/SDK 58,31

IO-Warrior 56/SDK 82,11

IOW24-P/IOW24-S 13,98

IOW24-PP/1-S 13,98

IOW40-MOD 20,59

IOW56-MOD 36,89

JW24 F14-MOD 38,04

JW24 F14-QCK (KIT) 49,98

JW24 MOD-AB-8/-16 17,55

MW24RS-MOD 33,08

MW24 WheelHS 13,98

SW24 R4P/-R4-S 13,98

LED-Warrior01-350 14,27

LED-Warrior01-700 14,27

LED-Warrior01-1000 14,27

www.codemerc.com

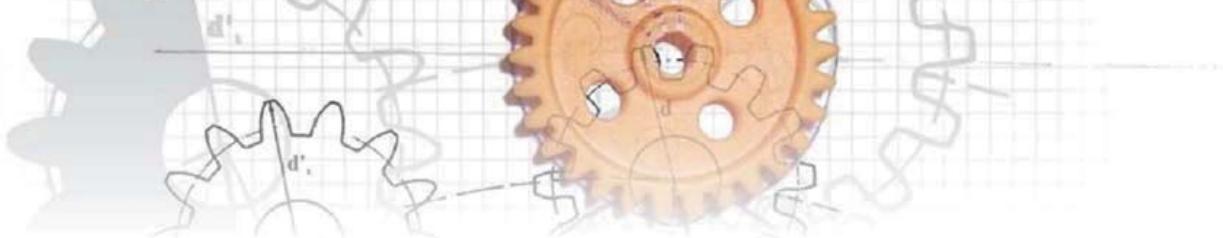
**Artikel-Schnellabruf**

**www.segor.de**

**segor electronics GmbH**

Kaiserin-Augusta-Allee 94 • 10589 Berlin  
Tel. (030) 43998-43 • Fax: -55 • www.segor.de

Staffelpreise im Online-Katalog, Versandkosten siehe: [www.segor.de/#/versand](http://www.segor.de/#/versand)  
Preise in EURO € /Stand: 21.5.2012. Änderungen vorbehalten. eMail: [sales@segor.de](mailto:sales@segor.de)



T T

T

Das kennen Sie bestimmt. Immer wenn im Fernsehen die spannendsten Filmszenen laufen, unterbricht die Werbung das Geschehen. Instinktiv wollen Sie den Ton stumm schalten, doch Sie haben die Fernbedienung verlegt...

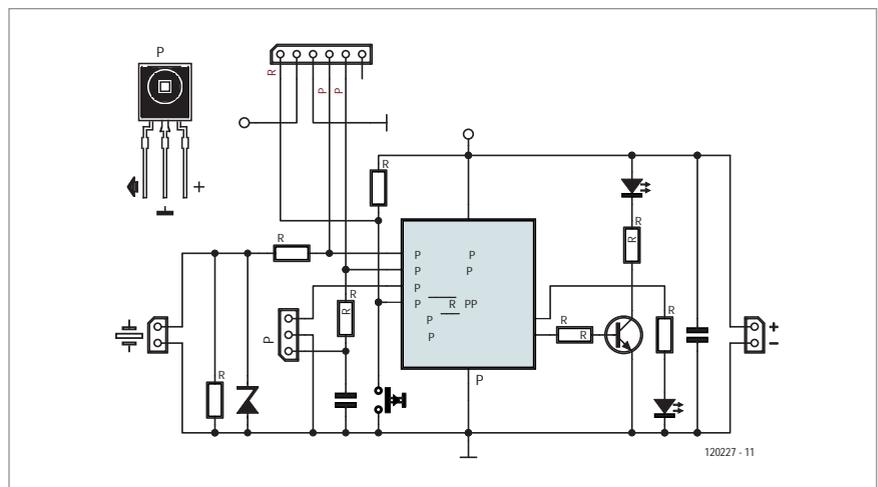
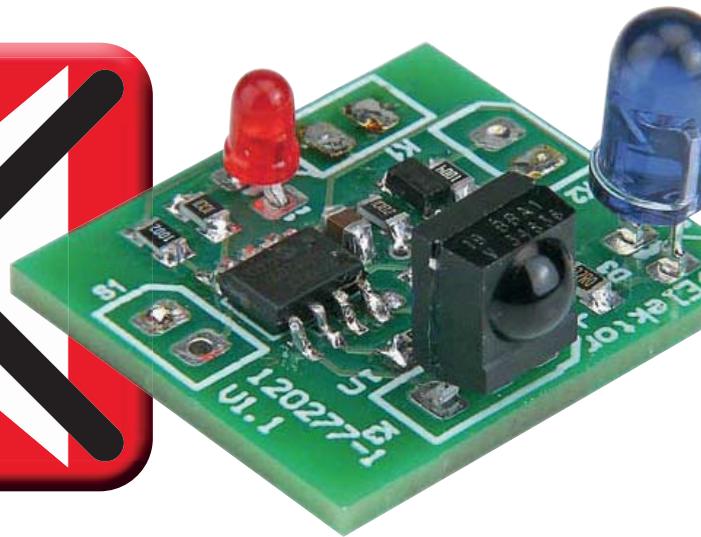
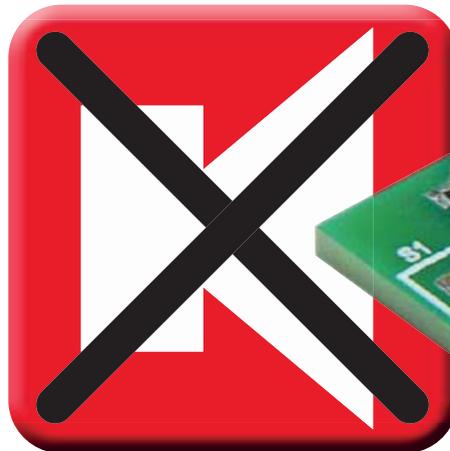
Von Peter de Bruijn (NL)

Diese nützliche Schaltung verwandelt den Couchtisch in einen überdimensionalen Stummschalter. Wenn Sie auf den Tisch klopfen, wird der TV-Ton sofort abgeschaltet. Irgendwann hat jede TV-Werbung ein Ende, der Film läuft weiter. Jetzt genügt ein zweites Klopfen, um den TV-Ton wieder einzuschalten.

Der Klopfsensor ist ein Piezo-Aufnehmer, der am Boden einer kleinen Box montiert ist. Die Box ist so konstruiert, dass das Sensorelement über eine Metallschraube mit der Tischplatte Berührung hat. Zur Verstärkung befinden sich auf der Vorderseite zwei kleine Fühlerarme. Da sie aus massivem Schaltdraht bestehen, ist gleichzeitig ein Platz für die Infrarot-LED gefunden, die ihre Signale zum TV-Gerät schickt. Auch Kaffeetassen oder Biergläser können das Infrarot-Signal nicht behindern.

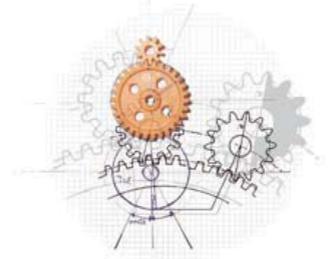
### Wieder ein PIC

Die Schaltung ist recht unkompliziert, sie besteht aus einem 8-Pin-PIC-Mikrocontroller und nur wenig Zubehör. Der Piezo-Aufnehmer liegt an Eingang P0, hier kappt Zenerdiode D1 eventuell gefährliche Signalspitzen. Ausgang P des PIC steuert über T1 die Infrarot-Sende-LED D1, die das Stummkommando zum TV-Gerät schickt. Der PIC „lernt“ das Stummschalten des TV-Modells, wenn Taster S1 gedrückt wird. Nach kurzer Zeit



leuchtet LED D2 auf, das Lernen kann beginnen. Das Kommando der originalen Fernbedienung, das den Ton stumm schaltet, wird von dem mit K3 verbundenen Infrarot-Empfänger an den PIC weitergegeben und dort nichtflüchtig

gespeichert. K ist der Anschluss für den PIC-Programmer, die Pinbelegung ist mit dem PICKIT-Programmer von Microchip sowie anderen gebräuchlichen Programmern kompatibel. Eine 3-V-Knopfzelle oder zwei 1,5-V-



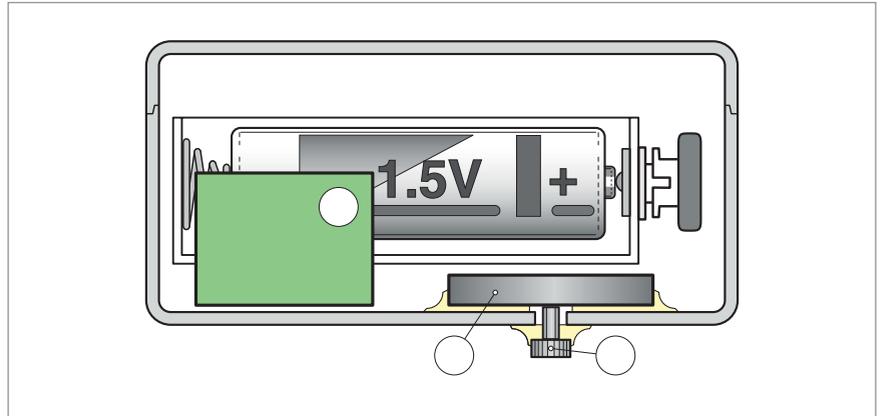
Batterien können die Betriebsspannung der Schaltung liefern. Ein Ausschalter ist nicht nötig, weil im Ruhezustand weniger als 100 nA Strom fließen. Die Platine hat recht kleine Abmessungen, denn sie wird mit SMDs bestückt. Die Vorabversion auf dem Foto hat noch keinen Anschluss für den Programmierer, bei der finalen Version ist er vorhanden.

### Konstruktion

Die Platine und die beiden 1,5-V-Batterien einschließlich Halter können in ein Standardgehäuse 2,5 cm x 7 cm eingebaut werden. Mit einer Knopfzelle als Energiequelle kann das Gehäuse noch kleiner ausfallen. Natürlich muss der PIC-Mikrocontroller programmiert werden, bevor die Schaltung ihren Zweck erfüllen kann. Der Source- und Hexcode stehen auf der Elektor-Website 1 zum freien Download bereit.

Bohren Sie eine Öffnung in den Gehäuseboden, so dass die Mitte des Piezo-Aufnehmers von außen zugänglich ist, wenn dieser von innen gegen das Loch gedrückt wird. Kleben Sie den Piezo-Aufnehmer mit Sekunden- oder Silikonkleber auf den Gehäuseboden. Stecken Sie eine Metallschraube durch die Öffnung, so dass die Schraube das Piezo-Element berührt, und kleben Sie auch die Schraube fest. Hilfestellung gibt unser Konstruktionsplan, dort bedeuten 1 Schraube, 2 Piezo-Aufnehmer und 3 Platine. Montieren Sie auf der anderen Seite des Gehäusebodens die Fühlerarme, sie erhöhen die Empfindlichkeit. Befestigen Sie einen Ausleger am Gehäuse, bestehend beispielsweise aus Kupferdraht 2,5 mm<sup>2</sup>. Die dort zu montierende Infrarot-LED muss „freie Sicht“ zum TV-Gerät haben.

Mit ein wenig Phantasie können Sie Ihre TV-Stummschaltbox so gestalten, dass sie Ihren Couchtisch dekorativ ziert. Der Autor hat seinen Musteraufbau in einer Drachenfigur untergebracht.



### Einsatz

Zuerst muss der Mikrocontroller das Stummschaltkommando des TV-Geräts „lernen“. Drücken Sie Taster S1 so lange, bis die LED D2 aufleuchtet. Halten Sie die originale Fernbedienung vor den Infrarot-Empfänger und drücken Sie den Stummtaster der Fernbedienung zweimal. Wenn das Kommando vom PIC empfangen wurde, wird es nichtflüchtig gespeichert. Anschließend kehrt der PIC in den normalen Betrieb zurück. Das geschieht auch dann, wenn der PIC länger als 10 s kein Infrarot-Signal oder sechsmal nacheinander ein fehlerhaftes Kommando empfangen

hat. Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist die Lernfunktion mit jeder Infrarot-TV-Fernbedienung kompatibel. Jetzt ist die TV-Stummschaltbox einsatzbereit. Meistens lässt sich die Empfindlichkeit noch steigern, indem der beste Platz auf dem Tisch gesucht wird. Die TV-Stummschaltbox reagiert auch auf hartes Aufsetzen von Gegenständen. Damit trägt sie zum behutsamen Umgang mit dem Kaffeegeschirr und der Tischplatte bei, der Hausrat wird geschont...

(120277)gd

1 [www.elektor.de/120277](http://www.elektor.de/120277)

(SMD 080 )

R1,R2 10 k

R3 1 M

R 1 k

R5 = 470 Ω

R6 = 22 Ω/0,25 W

R7 = 330 Ω/0,25 W

(SMD 080 )

C1,C2 100 n

H

D1 Zenerdiode 3 V/37 mW (SOD123F)

D2 LED rot, 3 mm Low-current

D3 IR-LED, 3 mm (z. B. Vishay

TS S 202)

T1 BC8 7 (SOT23)

IC1 PIC12F1822-I/SN (SOIC8)

IR-Empfangsmodul 3 kHz (z. B. TSOP34836)

A

K1,K2,S1 Stiftleiste 2-polig, Raster 2,5 mm

K3 Stiftleiste 3-polig, Raster 2,5 mm

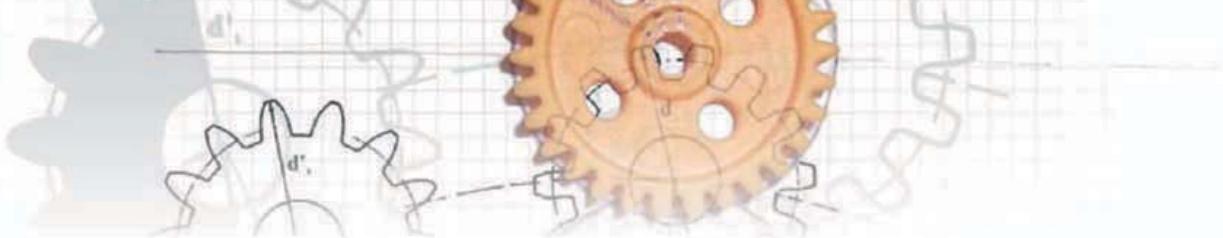
K4 Stiftleiste 4-polig, Raster 2,5 mm

Pi zo-Beeper (z. B. Kingstate KPE 120277-1)

Drucktaster mit Arbeitskontakt, für Frontplattenmontage

2 Batterien AA oder AAA mit Halter, oder Knopfzelle 3 V

Platine 120277-1 1



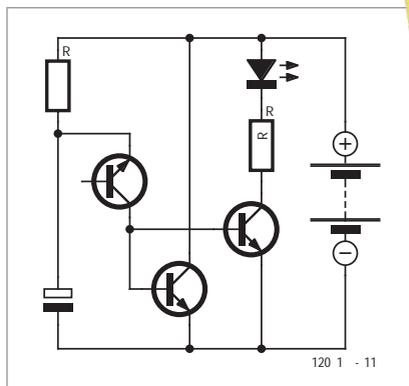
# A

Von Burkhard Kainka (D)

Ein lange vergessener Bleigel-Akku in einem Handstaubsauger war komplett hochohmig geworden. Es machte viel Mühe, ihn wieder zu aktivieren. Dazu habe ich abwechselnd in beiden Richtungen Spannungen angelegt. Eine falsch herum angelegte Spannung kann helfen, die inneren Isolierschichten wieder abzubauen. Sie entstehen, wenn der Akku nichts zu tun hat. Jetzt ist er wieder fit und kann ganz normal geladen und entladen werden.

Aber was wird wohl passieren, wenn der Handstaubsauger wieder längere Zeit unbenutzt herumsteht. Klar, dann baut der Akku wieder ab. Um dies zu verhindern, habe ich eine altbewährte Methode eingesetzt. Der Akku wird laufend mit sehr kurzen, aber kräftigen Stromimpulsen belastet. Hierzu dient die abgebildete Schaltung. Alle zwei Sekunden entsteht ein 2-ms-Impuls mit etwa 1 A. Das entspricht einem mittleren Strom von rund 1 mA, was

etwa in der Größenordnung der ohnehin vorhandenen Selbstentladung liegt. Das Ganze braucht also nicht viel Energie, hält den Akku aber frisch.



Die Schaltung verwendet den NPN-Kippgenerator aus der Sommerausgabe 2011 ([www.elektor.de/1101](http://www.elektor.de/1101)), der diesmal den Basisstrom für den Leistungstransistor liefert. Den Strom habe ich mit rund 1 A gemessen. Wer sicher sein will, dass es nicht mehr



ist, kann noch einen zusätzlichen Lastwiderstand einbauen.

Die LED zeigt jeden Stromstoß an. Damit hat man dann zugleich eine Anzeige über den Ladezustand des Akkus. Je seltener die LED blitzt, desto tiefer ist die Spannung.

(120318)

# 1 T

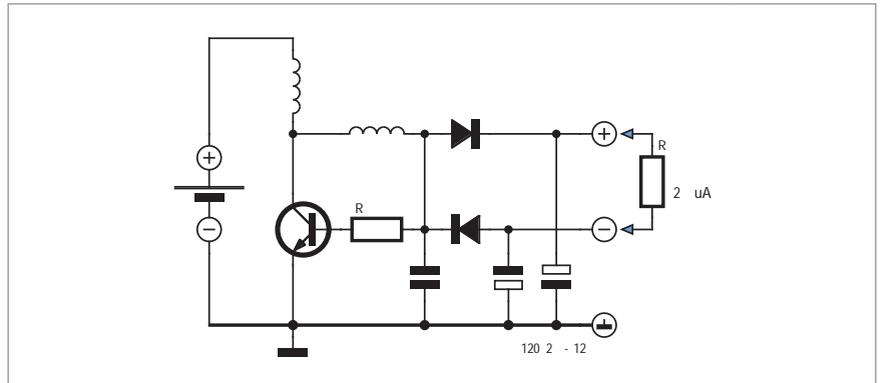
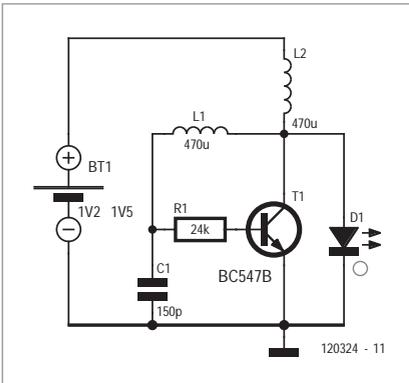
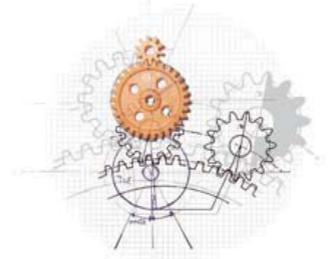
Von Burkhard Kainka (D)

In einer Solarlampe fand ich einen Ein-Transistor-Spannungswandler, der den Betrieb der LED an einer 1,2-V-Zelle erlaubt. Die Schaltung habe ich mit leicht veränderten Werten nachgebaut (Bild oben). Sie schwingt jetzt mit rund 100 kHz. Bei ungefähr 1,2 V Bat-

teriespannung ist die Stromaufnahme 11 mA, bei guter LED-Helligkeit. Die Schaltung funktioniert noch bis herunter auf 0,8 V.

Mit dem Oszilloskop sieht man  $3 V_{SS}$  an der LED, wie erwartet. Denn die linke Spule und der Kondensator bilden einen Serienschwingkreis (der vom Kollektor aus angeregt wird). Der Tran-

sistor wechselt so periodisch zwischen Leiten und Sperren. In der Sperrphase entlädt die obere Spule die in ihr gespeicherte Energie, so dass sich die Spannung am Kollektor auf etwa das Doppelte der Batteriespannung erhöht. Am Schwingkreis Kondensator wird eine Sinusspannung von  $3 V_{SS}$  (!) gemessen. Ein Zweikanal-Oszillogramm zeigt



die Phasenbeziehungen. Der Schwingkreis dreht die Phase um rund  $0$  rad. Dazu kommt dann noch eine weitere Phasendrehung durch den Basiswiderstand und die Basiskapazität bzw. die Miller-Kapazität ([http //de.wikipedia.](http://de.wikipedia.org/wiki/Millereffekt)

org/wiki/Millereffekt) des Transistors. Mit der Resonanz-Spannungsüberhöhung des Serienschwingkreises kann man einen bipolaren Spannungswandler zur Versorgung von Operationsverstärkern bauen (Bild unten). Zwei

Elkos und zwei Dioden sorgen für die Gleichrichtung. Insgesamt bringt die Schaltung  $V$  bei  $0,2$  mA. Für einen sparsamen OpAmp würde das reichen. (120324)

Anzeige

# Android

## ➔ Apps programmieren – Schritt für Schritt

Smartphones und Tablet-Computer mit dem Betriebssystem Android finden immer weitere Verbreitung. Die Anzahl der Anwendungsprogramme – die sogenannten Applikationen oder kurz Apps – mit denen sich die Geräte individuell an die Vorlieben und Wünsche ihrer Benutzer anpassen lassen, steigt täglich an. Die ständig besser werdende technische Ausstattung der Geräte erlaubt inzwischen Anwendungen, die vor wenigen Jahren nur Desktop-Computern oder spezieller Hardware vorbehalten waren. Mittlerweile kann jedes Smartphone seine Position bestimmen, Videos aufnehmen und vieles andere. Man ist bei der Individualisierung seines Smartphones aber nicht auf fix und fertige Applikationen beschränkt. Es ist einfacher als man denkt, Android-Geräte selber zu programmieren und eigene Apps zu schreiben.

Dieses Buch bietet eine Einführung in die Programmierung von Apps auf Android-Geräten. Es erklärt leicht nachvollziehbar die Funktionsweise des Android-Systems und Schritt für Schritt die Programmierung von Applikationen.

Anhand vieler Beispiele werden die verschiedensten Anwendungsmöglichkeiten gezeigt. Das reicht von einfachen Rechenprogrammen über die Abfrage von Sensoren und GPS-Daten bis zur Programmierung von Applikationen für die Internet-Kommunikation. Neben der Erstellung von Applikationen in der Programmiersprache JAVA wird auch gezeigt, wie Apps mit Hilfe von Javascript oder PHP-Skripten programmiert werden können.



**NEU!**

256 Seiten (kart.)  
Format 17 x 23,5 cm  
ISBN 978-3-89576-252-9  
€ 34,80 • CHF 43,20

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



Von Wilfried Wätzig (D)

Eine Batterie speichert eine Energiemenge, die in Watt-Stunden (Wh) angegeben wird. Da sich die Spannung an den Batterieklemmen während der Entladung nur geringfügig ändert, eignet sich auch die Ladungsmenge in Amperestunden (Ah) als Kapazitäts-

Watt-Sekunden auf. Die Anzeige der Werte erfolgt anschließend auf einem LCD in den für Batterieangaben üblichen Ampere- und Wattstunden. Die zu messende Batterie wird an die Klemme K1 angeschlossen und liefert die Betriebsspannung für die Mess-

schen den SENSE-Pins, die Spannung am VIN-Pin und der Wert am ADIN-Pin gemessen. Am Präzisionsshunt R7 fällt eine Spannung ab, die dem fließenden Strom proportional ist. Der Widerstandswert des Shunts ist mit 5 mΩ so gewählt, dass ein Strom von 10 A

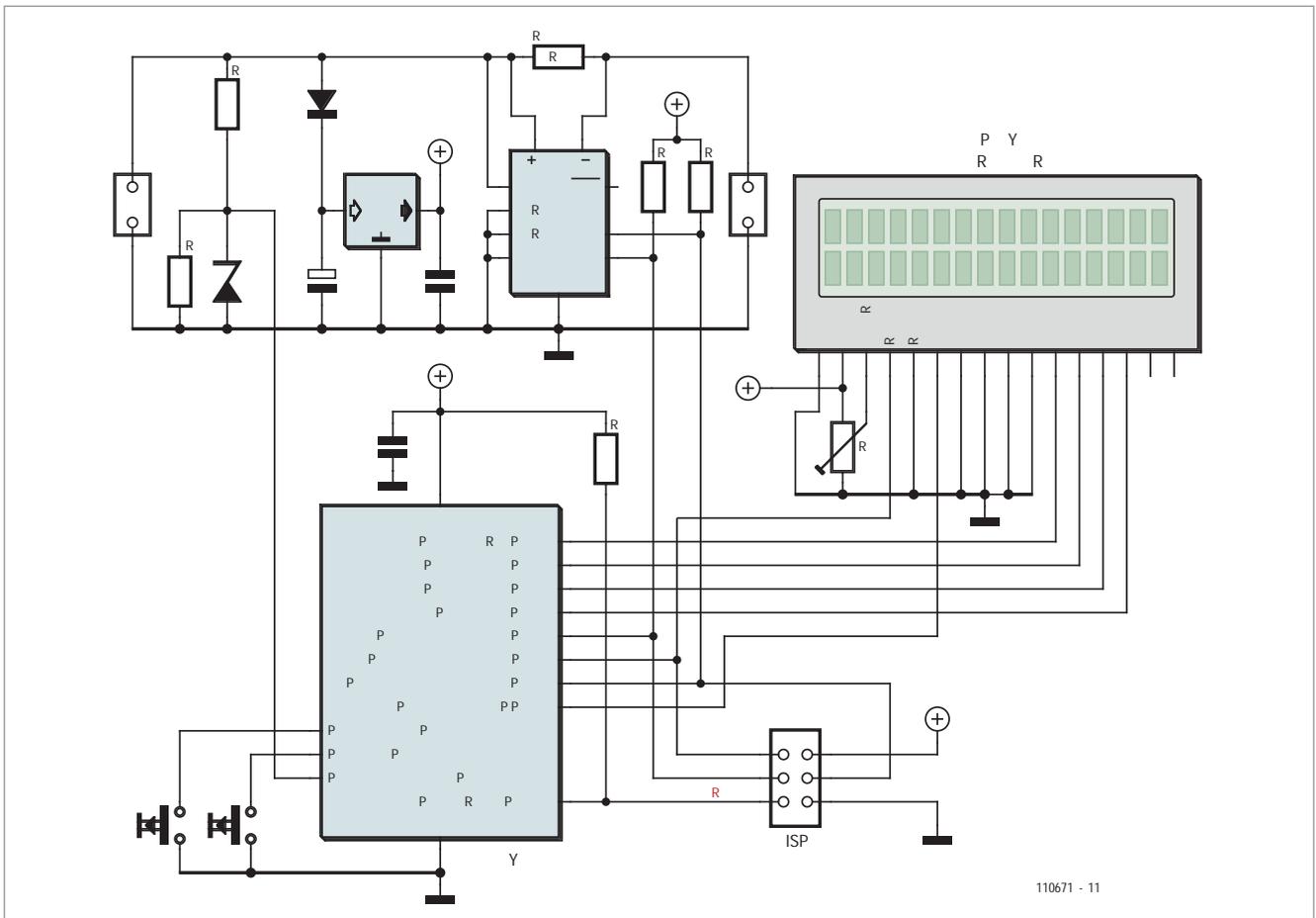
angabe. Beispielsweise hat eine leistungsfähige NiMH-Zelle 2 Ah bei 1,2 V. Theoretisch reicht die gespeicherte Energie also, um für 2 Stunden einen Strom von 1 A zu entnehmen. Ist die Belastung des Akkumulators jedoch unregelmäßig, ist eine Aussage über die Betriebsdauer schwierig.

Der hier vorgestellte Batterie-Monitor misst deshalb jede Sekunde die aktuellen Spannungs- und Stromwerte und addiert diese zu Gesamtwerten in Ampere-Sekunden beziehungsweise

schaltung. An der Klemme K2 liegt bis auf den geringen Spannungsverlust am Messshunt R7 die volle Batteriespannung für die eigentlich zu versorgende Last an. Der Spannungsregler IC2 (780 L) wird über die Diode D1 und den Stützkondensator C3 versorgt und liefert stabile V Versorgungsspannung für den Mikrocontroller ATtiny8 und das LCD. Die eigentliche Messung übernimmt IC3 (LTC 1111). Dieses Strom- und Spannungsmess-IC beherbergt einen 12-bit-ADC, an dem die Spannungsdifferenz zwischen

noch mit maximaler Auflösung gemessen werden kann. Für Messungen in höheren Strombereichen muss R7 entsprechend verringert werden. Pin3 und Pin4 von IC3 sind für die Wahl der I<sup>2</sup>C-Adresse zuständig und werden in dieser Schaltung (ebenso wie der ADIN-Pin) auf Massepotential gelegt.

Die Messwerte von IC3 (Strom und Spannung) werden vom Mikrocontroller über den I<sup>2</sup>C-Bus ausgelesen. Der ATtiny8 verfügt jedoch nur über ein sogenanntes Universal Serial Interface



(SI), mit dem die I C-Schnittstelle emuliert werden muss. Atmel stellt dazu eine eigene Application Note zur Verfügung 2. Die Kommunikation funktioniert dann über zwei Leitungen, die wie üblich über Pullup-Widerstände (R3, R ) auf V gelegt werden. Zur Anzeige der Messdaten kommt ein Standard-LCD mit 2x1 Zeichen zum Einsatz. Bei der Wahl des LCD ist darauf zu achten, dass es HD 780-kompatibel ist. Ein passendes Display ist direkt im Elektor-Shop erhältlich. Das LCD wird im -bit-Modus angesteuert,

über das Potentiometer R ist der Kontrast einstellbar.

um die aufgezeichneten Daten bei plötzlichem Spannungsverlust nicht zu verlieren, wird das Abschalten der Betriebsspannung über den Spannungsteiler aus R2 und R3 und der Zenerdiode D2 am Eingang INTO (PB2) von IC1 registriert. Sobald die dort anliegende Spannung wegfällt, wird ein Interrupt erzeugt. Dieser Interrupt startet softwareseitig ein Interprogramm, das die gesammelten Messdaten direkt in das EEPROM des ATtiny schreibt. Der Kon-

densator C3 liefert in diesem Fall lang genug Strom, bis die Daten fehlerfrei gespeichert sind.

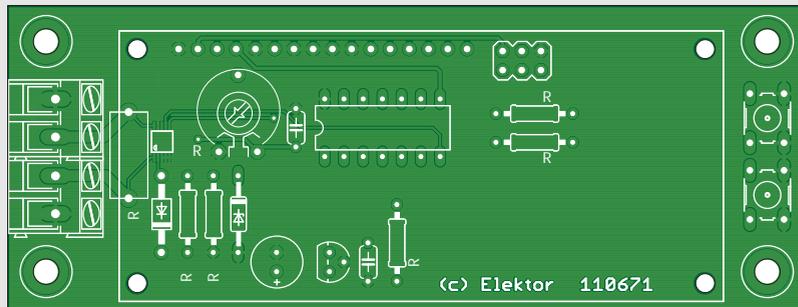
Der Firmware-Quellcode ist in drei separate Dateien aufgeteilt. Das Hauptprogramm befindet sich in der Datei `battery_monitor.c` `USI_TWI_Master.c` ist für die I C-Kommunikation und `lcd_driver.c` für die -bit-Ansteuerung des Standard-LCD zuständig. über K3 lässt sich der Microcontroller direkt auf der Platine programmieren. Damit die Software korrekt läuft, müssen außerdem die

- Platine 110 71-1
- Programmierter Mikrocontroller 110 71- 1
- Passendes LCD (2x1 ), 1200 1-71

- Software ( ratis-Download), 110 71-11
- Alle Produkte und Downloads sind über die Webseite zu diesem Artikel erhältlich [www.elektor.de/110\\_71](http://www.elektor.de/110_71)



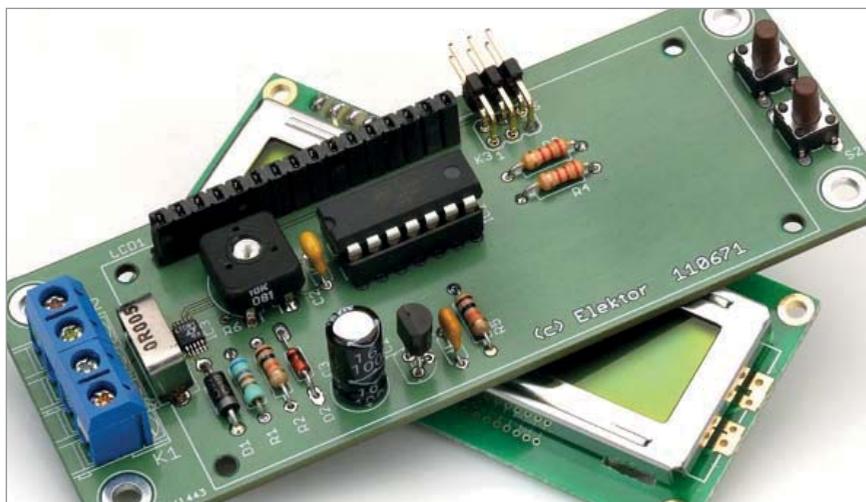
- R1 k8
- R2,R 10 k
- R3,R 2k2
- R 10 k Potentiometer
- R7 = 5 mΩ
  
- C1,C2 100 n/1 V, mm
- C3 100 /2 V, 2, mm
  
- H
- IC1 ATtiny8 , DIL 1
- IC2 780 , TO 2
- IC3 LTC 1 1 Strom- und Spannungsmesser
- D1 1N 00 , DO- 1
- D2 V7 Zener-Diode



- A
- S1,S2 Taster
- K1, K2 2-pol. Schraubverbinder
- K3 2x3 pol. Steckverbinder rechteckig
  
- LCD1 2x1 LCD, zum Beispiel Elektor 1200 1-71

Fuse-Bits wie folgt gesetzt sein E T 0xFF, HI H 0xDF, LOW 0xE2. Für die Messung nutzt die Software den integrierten RC-Oszillator mit 8 MHz.

Die Bedienung des Batterie-Monitors (mit den Tastern S1 und S2) ist einfach. Nachdem der Mikrocontroller programmiert wurde, lässt sich nach dem ersten Programmstart der Widerstandswert des verwendeten Mess-Shunts eintragen. Beginnend bei 1 mΩ wird der richtige Wert mittels S2 eingestellt. Ein Tastendruck auf S1 übernimmt den aktuellen Wert und speichert ihn in das EEPROM. Einen neuen Wert kann man eingeben, wenn S2 während des Programmstarts gedrückt gehalten wird. Während eines normalen Programmstarts besteht die Möglichkeit, alle bisher aufgezeichneten Daten im EEPROM zu löschen. Diese Option wird durch die Nachricht „S2 CLR“ auf dem Display angezeigt und kann mit S2 bestätigt werden. Ein Tastendruck auf S1 führt den Startvorgang fort, ohne die bisherigen Daten zu löschen. Im normalen Betrieb des Batterie-Monitors lassen sich mit S1 drei verschiedene Anzeigemodi durchschalten. Hier ein Überblick über die angezeigten Daten in den verschiedenen Display-Modi.



- eile Anliegende Spannung in V, fließender Strom in A
- eile Abgegebene Leistung in Wh
  
- eile Messzeit in Stunden, Spannung in V, Strom in A
- eile Ladung in Ah, Leistung in Wh
  
- eile Messzeit in Sekunden, ADC-Wert Spannung, ADC-Wert Strom
- eile Ladung in As, Leistung in Ws

Noch ein Tipp für den Aufbau im Leistungsverluste bei der Messung zu vermeiden, sollte auf einen ausreichenden Querschnitt der Anschlussleitungen geachtet werden. Gerade für die Messung von Strömen oberhalb 1 A ist diese Maßnahme wichtig.

(110671)

- 1 [http //cds.linear.com/docs/ Datasheet/ 1 1fc.pdf](http://cds.linear.com/docs/Datasheet/11fc.pdf)
- 2 [www.atmel.com/Images/ doc2 1.pdf](http://www.atmel.com/Images/doc21.pdf)



green energy energy efficient low power hydropower home automation  
solar embedded **Renesas RL78 MCU** metering controllers monitoring  
turbines reduce bio-technology high performance  
win big prizes



Deadline  
for entries:  
August 31,  
2012

## The RL78 Green Energy Challenge

Do you want to influence how the world experiences green energy? Join the RL78 Green Energy Challenge today and show how your energy-efficient design solution can contribute to a "greener" world.

Use an RL78 MCU to develop a low-power, green-energy design solution and you could win share of a \$17,500 cash grand prize. Plus, keep following Renesas on Twitter and Facebook for a chance to win additional prizes through weekly challenges.



For complete details, visit

[www.circuitcellar.com/RenesasRL78Challenge](http://www.circuitcellar.com/RenesasRL78Challenge)

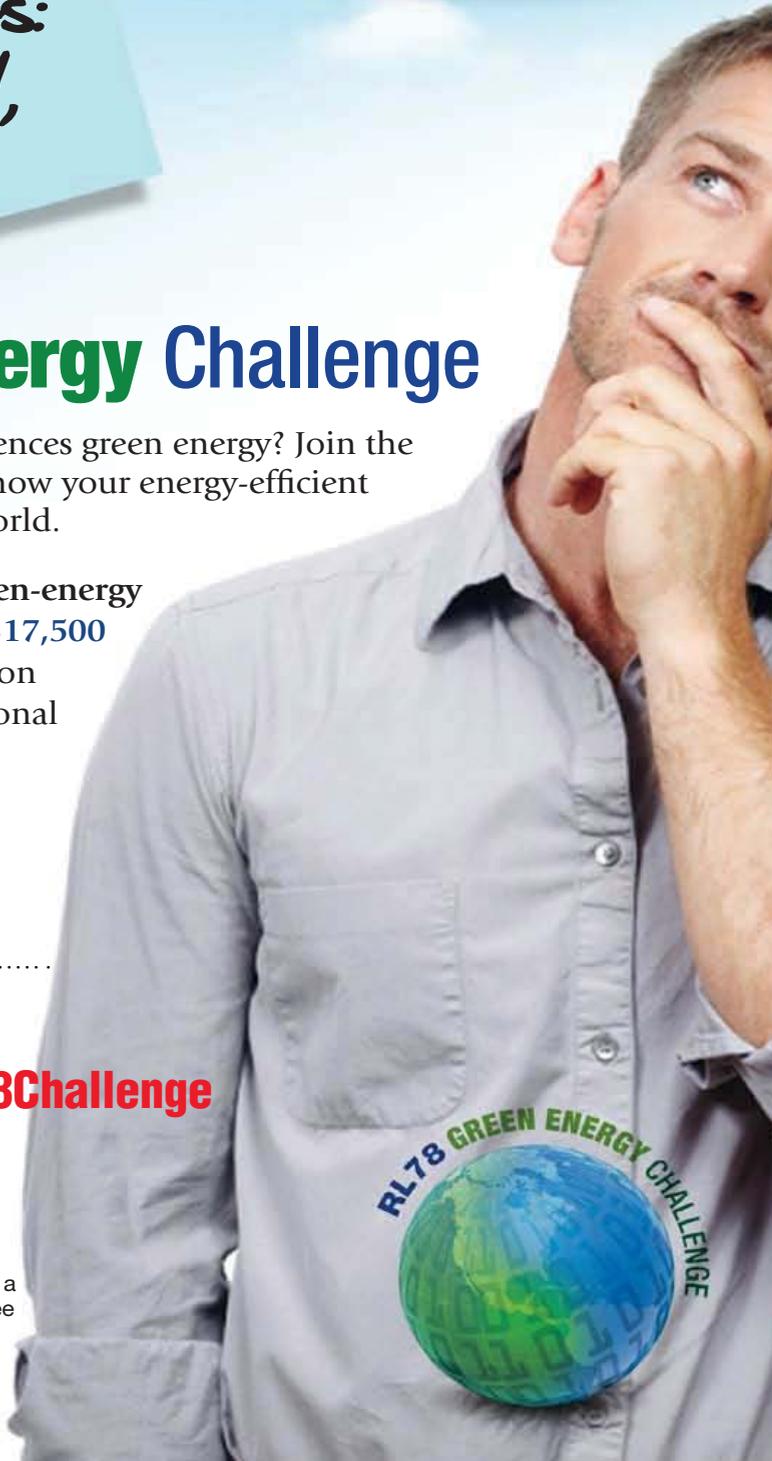


@Renesas\_Europe

[www.facebook.com/renesaseurope](http://www.facebook.com/renesaseurope)

Participation in Weekly Challenges and receipt of partner prizes is not a factor in selecting winners for the Cash Grand Prize from Renesas. See website for complete rules and details. Void where prohibited by law.

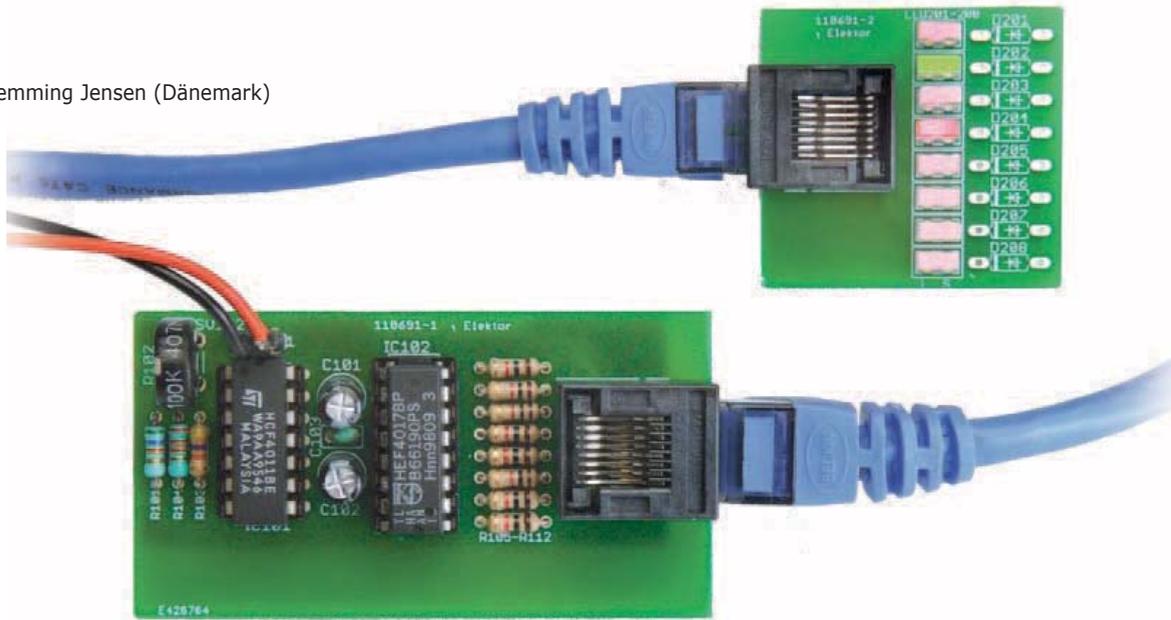
In association with *Elektor* and *Circuit Cellar*





# 45

Von Flemming Jensen (Dänemark)



Wenn man den Verdacht hegt, ein RJ-Kabel in einem Patchfeld oder anderswo könne defekt sein, lässt sich dies mit dieser kleinen und preiswerten Schaltung verifizieren. Man verbindet den Master (Sender) mit einem Ende des suspekten Kabels und den Slave (Empfänger) mit dem anderen. Wenn nun die LEDs nacheinander in der vorgeschriebenen Reihenfolge aufleuchten, ist das Kabel in Ordnung, wenn nicht, ist das Kabel defekt und sollte umgehend entsorgt werden.

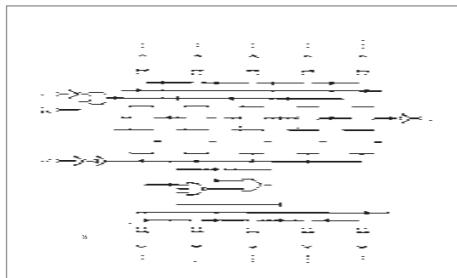
Werfen wir einen Blick auf dieses clevere Gadget. Bemerkenswerterweise kommt es ohne Mikrocontroller aus und auch ohne gemeinsame Masseleitung! Jeder der Ausgänge des 4017-Zählers (CT0...CT7) ist für eine Ader des Netzkabels und für eine LED „am anderen Ufer“ zuständig. Wenn einer der Ausgänge des 4017 logisch High ist, fließt der Strom durch die Ader, die korrespondierende LED und über D1...D8 (oder die reversen LEDs bei Duo-LEDs) zurück zu den Low-Ausgängen des 4017. Also: Entweder bringt man acht Duo-LEDs an den Positionen D11...D18 an oder acht „gewöhnliche“ Dioden an D1...D8 und acht Low-current-LEDs an D11...D18.

Zwischen dem 4017 und dem LED-Array am anderen Ende des Kabels gibt es keine Puffer, und das ist auch nicht notwendig. Der 4017 kann durchaus

den Strom für Low-current-LEDs liefern, lediglich sind – angesichts der 9V-Betriebsspannung – die Widerstände R4...R11 zur Strombegrenzung erforderlich. Die Frequenz des Lauflichts kann mit P1 in einem bestimmten Rahmen eingestellt werden.

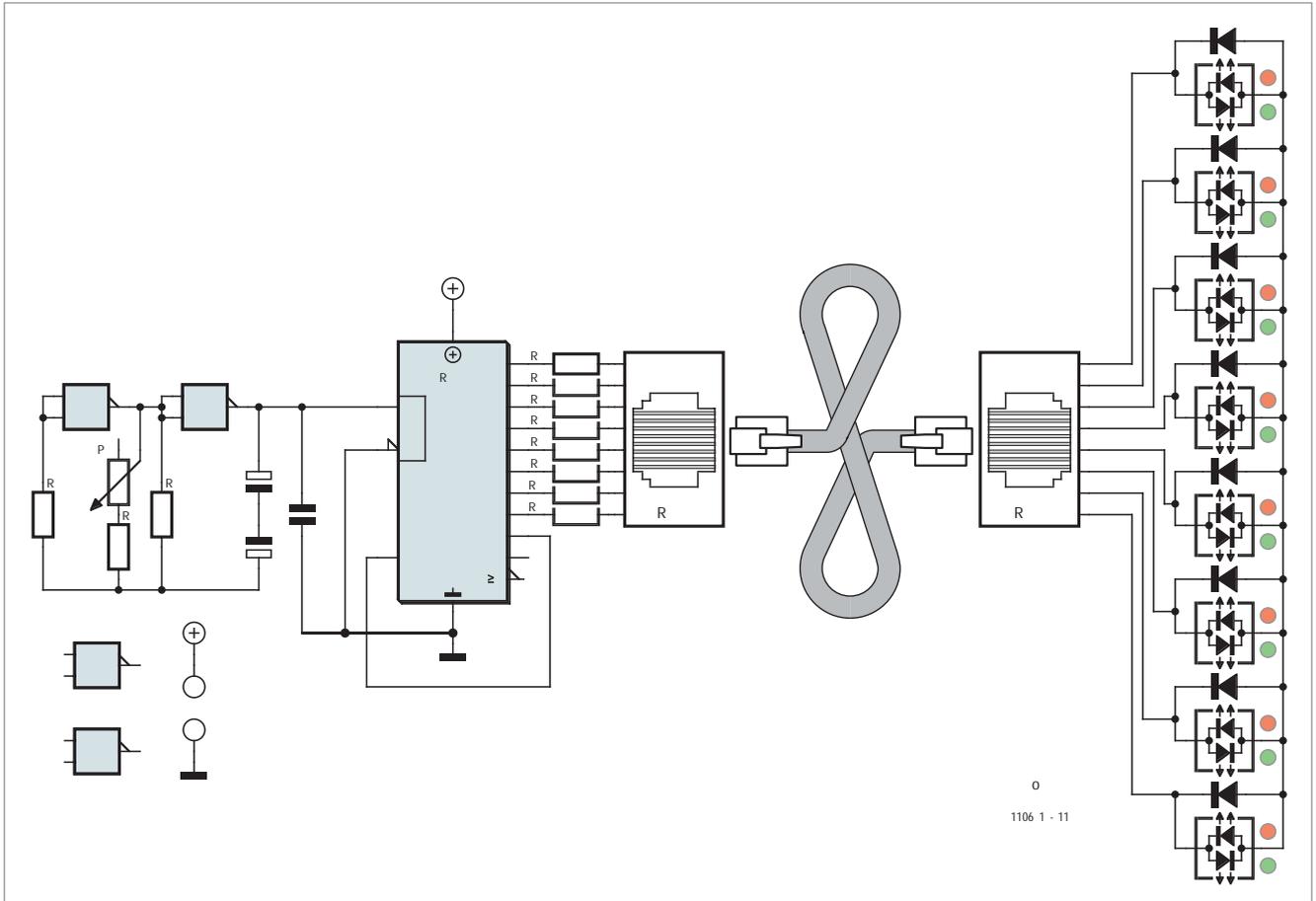
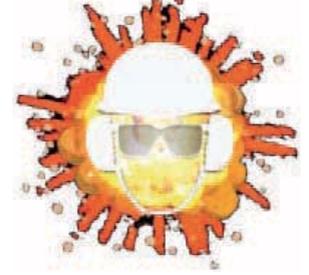
Die LEDs sagen uns einiges über das „Cable under test“:

- Die LEDs leuchten wie ein Lauflicht nacheinander auf: Das RJ45-Kabel ist in Ordnung.
- Mehrere LEDs leuchten gleichzeitig: Mehrere Adern sind kurzgeschlossen.
- Eine oder mehrere LEDs bleiben dunkel: Eine oder mehrere Adern sind unterbrochen.
- Die LEDs leuchten „sprunghaft“, also nicht in der richtigen Reihenfolge: Eine oder mehrere Adern sind falsch angeschlossen.



Master und Slave sind völlig getrennte Einheiten. Die Platine muss deshalb an der gepunkteten Linie in zwei Teile gesägt werden. Beachten Sie, dass auf der Empfänger-Platine entweder die Dual-LEDs (dann entfallen die abgebildeten D1...D8) oder einfarbige LEDs (statt der gezeigten Duo-LEDs) mit den Dioden D1...D8 montiert werden.

(110691)



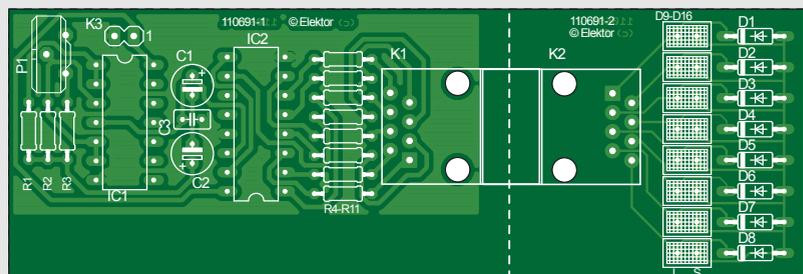
R1 k  
 R2 33 k  
 R3 k7  
 R4...R11 = 1 k  
 P1 = 100 k, vertikale Montage

C1, C2 = 15  $\mu$  (16 V, radial)  
 C3 = 1 n

H  
 IC1 = CD4011 oder HEF4011  
 IC2 = CD4017 oder HEF4017  
 D1...D8 = 1N4148 (siehe Text)  
 D9...D16 = LED, zweifarbig, low-current,  
 oder einfarbig (siehe Text)

A  
 K1, K2 = RJ45-CAT5E-Verbinder für Platinenmontage (z.B. Farnell # 2060718)

Platine 110691-1 ([www.elektor.de/110691](http://www.elektor.de/110691))





# A

# T

# A

Von Dr. Andreas Eppinger (D)

Da hat man endlich das tolle neue IC ergattert und kann es kaum erwarten, die Funktionen auszuprobieren. Nicht unwahrscheinlich, dass der Chip wie viele seiner modernen Artgenossen über eine I<sup>2</sup>C- oder SPI-Schnittstelle gesteuert wird.

Jetzt wäre ein kleines Hardware-Werkzeug auf Mikrocontrollerbasis praktisch, mit dessen Hilfe man Schnittstellen ansprechen, digitale IOs bedienen und vielleicht noch ein PWM-Signal erzeugen könnte. Das Ganze sollte sich am besten über ein einfaches Protokoll und die serielle Schnittstelle steuern lassen. Dann kann man den PC als Steuerungszentrale einsetzen und ist wirklich flexibel. Puristen hacken ihre Befehle in ein Terminal-Programm und wer es etwas komfortabler mag, kann sich eine kleine grafische Oberfläche stricken. Und da man die Steuerbefehle prinzipiell auch aneinanderhängen kann, steht dem Automatisieren mit Makros nichts mehr im Weg. Viele der zum Experimentieren nötigen Schnittstellen sind in modernen Mikroprozessoren (wie zum Beispiel den AVR-Controllern) bereits im Chip integriert. Wenn man nun eines der praktischen kleinen Prozessorboards benutzt, bei dem die Pins auf Steckverbinder herausgeführt sind, hat man bereits gut funktionierende Hardware für allerlei Mess-, Steuer- und Testzwecke. Der Autor hat sich für sein „AVIOM“-System (AVR ersatile I<sup>2</sup>odule) ein Arduino-Nano-Board (Foto) herausgesucht. Dieses Board besteht im Wesentlichen aus einem ATmega328P sowie einer USB-Schnittstelle für die Kommunikation mit dem PC. In unserem Labor haben wir das Ganze auch mit einem Arduino-Uno-Board erfolgreich getestet. Alternativ kann man sich ein kompatibles Modul einfach mit einem ATmega328P und wenigen zusätzlichen Bauelementen aufbauen. Wenn man eines der praktischen USB/RS232-TTL-Kabel verwendet, benötigt man nicht einmal einen entsprechenden Konverter-Chip auf der Platine. Dem Selbstbau kommt entgegen, dass die Arduino-Hardware und -Software komplett open source sind. Das Hardware-Referenzdesign, die Programmierumgebung und viele Software-Beispiele stehen kostenlos auf der Arduino-Homepage [1] zum Download zur Verfügung. Welcher Pin des Boards mit welcher Funktion betraut ist, kann man der großen Abbildung entnehmen.

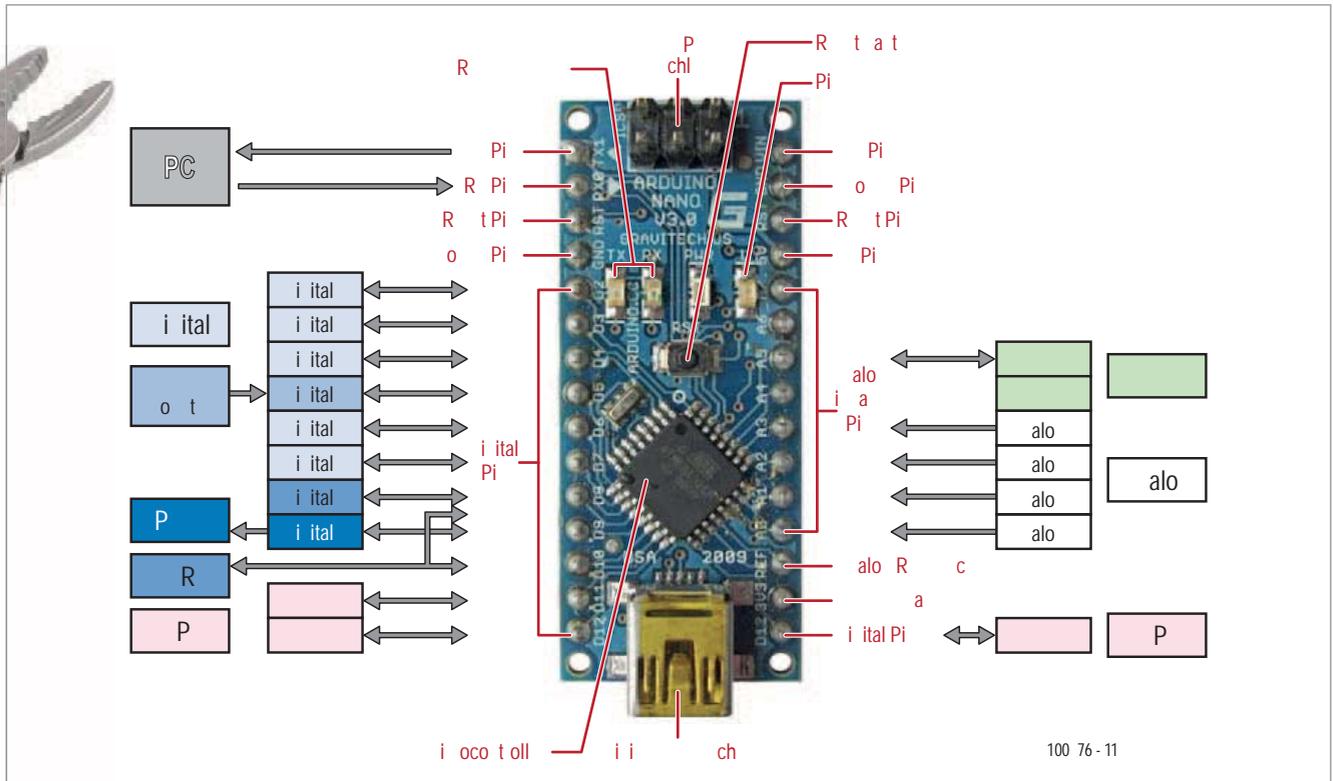
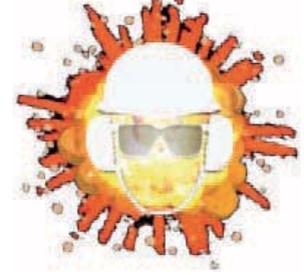


Bei der Entwicklung dieses Projekts konnte sich der Autor also ganz auf die Software konzentrieren. Hier gab es natürlich einiges zu tun. Die Arduino-Firmware musste mit Funktionen zum Ansprechen von Timer/Counter/PWM, der I<sup>2</sup>C-, SPI- und UART-Schnittstellen sowie von vier analogen Kanälen und acht digitalen Ports ausgestattet werden.

Das Ganze kann man vom PC aus auf zwei möglichen Wegen ansprechen

- Terminalbetrieb: Mittels eines einfachen Terminalprogramms und kurzer Befehle lassen sich interaktiv alle Funktionen steuern. Befehlssequenzen können als Makros definiert, gespeichert und wiederholt ausgeführt werden.
- Programmbetrieb – die Hardware wird über ein in Visual C# 2010 erstelltes Programm mit grafischer Bedienoberfläche gesteuert, die vom Autor für dieses Projekt maßgeschneidert wurde. Die Oberfläche ermöglicht sogar das Erstellen und Ausführen von Python-Skripts zur Automatisierung von Abläufen!

Doch nun der Reihe nach. Um die Fülle von Funktionen sinnvoll zu untergliedern, unterscheidet AVIOM mehrere Betriebsmodi, z.B. „Analog“, „Digital“ und „Wait“. Die Auswahl eines Modus bzw. der Wechsel in einen Betriebsmodus erfolgen über das Zeichen „.“, gefolgt vom entsprechenden Buchstabenkürzel:



100 76 - 11

- .a Analog
- .d Digital
- .c Configuration
- .e EEPROM access
- .i I C
- .l System LED
- .m Macros
- .r SRAM access
- .t Timer/Counter
- .u UART
- .w Wait

In jedem Modus stehen die drei Grundbefehle Hilfe (?), Status (#) und Commandline (%) zur Verfügung. „?“ listet über das eingebaute Hilfesystem die jeweils verfügbaren Befehle auf. „#“ fordert aktuelle Statusinformation an. „%“ ist der Beginn einer Kommandozeile; d.h. die eingegebenen Befehle werden erst gesammelt und am Ende der Kommandozeile (nach einem CRLF) ausgeführt.

Bei den Befehlen selbst werden Groß- und Kleinschreibung unterschieden, es sind entweder Buchstaben, Zahlenwerte oder eine Kombination aus beidem einzugeben. Eine Liste aller Befehle würde den Rahmen des Artikels sprengen, sie ist stattdessen von der Elektor-Website downloadbar [2]. Wir

zeigen hier einmal die Befehle des Analog-, des LED- und des Wait-Betriebsmodus:

#### Analog (.a)

- „1“ Wert des ADC-Channels 1 anzeigen
- „s“ Die Eingabe des Buchstabens „s“ liest alle vier ADC-Kanäle und zeigt die Werte an.

#### LED (.l)

- „h“ System-LED einschalten
- „l“ System-LED ausschalten
- „s“ LED-Status auslesen

#### Wait (.w)

- hhh hhh Millisekunden warten (hhh 000...FFF)

Die Befehle (hierzu gehört auch das Wechseln der Modi) lassen sich wie schon erwähnt einfach aneinanderhängen. Die folgende Sequenz schaltet die System-LED ein und liest den Analogkanal 3 aus: „.lh.a3;“ (der Strichpunkt markiert das Ende der Befehlssequenz).

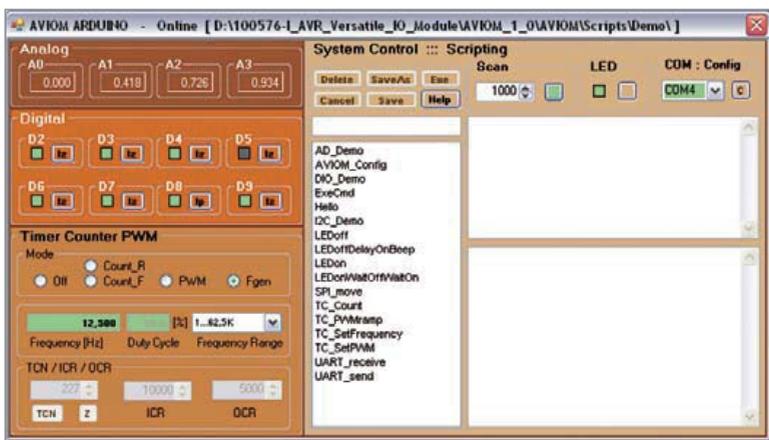
Mit der Sequenz „.mdA .ll.w100.lh.m;“ definiert man das Makro „A“, das die System-LED für 256 ms aus- und danach wieder einschaltet. Mit „.mA“ führt man dieses Makro aus.



Nach einem Reset läuft automatisch das Makro namens „0“ ab. Hier lassen sich also die gewünschten Befehle und Einstellungen zusammenfassen, die beim „Hochfahren“ des AVIOM-Systems ausgeführt werden sollen.

Wie schon erwähnt, kann man unser „Multi-Tool“ auch über ein PC-Programm ansprechen, das der Autor mit Visual C 2010 erstellt hat. Die Bedienoberfläche ist im Screenshot zu sehen.

Oben links unter „Analog“ werden die ADC-Werte dargestellt. Zum Starten einer zyklischen Abfrage muss der „Scan“-Button gedrückt werden, links daneben stellt man den Abfragezyklus in Millisekunden ein. Im Bereich „Digital“ wird der aktuelle Status der Digitalpins dargestellt. Durch Klicken auf den jeweiligen Button wird zwischen Output, Input-High-Z und Input-Pullup umgeschaltet. Ein Klick auf die Anzeige schaltet (im Output-Modus) den ausgegebenen Wert um.



Framework, das sehr viele Grundmechanismen für PC-gesteuerte Funktionen in einem Mikroprozessor-Netzwerk bereitstellt. Die Kommunikation zwischen PC und Netzwerkknoten erfolgt mittels Messages, die automatisch in Queues verwaltet werden. Empfangene Antworten werden ausgewertet und in der AVIOM-Benutzeroberfläche zur Anzeige gebracht. Hierzu ist natürlich ein wenig Thread-Programmierung nötig.

Eines der Highlights der PC-Software ist das Scripting. Im Script-Textfenster lassen sich Scripte eingeben, die in der Programmiersprache Python geschrieben sind. Das AVIOM-System nutzt dazu die frei erhältliche IronPython-Implementierung [3] (Python für .NET). Die Scripts werden in Form von Text-Files in einem Arbeitsverzeichnis gespeichert.

Alle dort befindlichen Script-Files werden in der Listbox in der Mitte des Schirms angezeigt. Das Workspace-Directory kann nach einem Klick auf den „C“-Button

## A

Im Bereich „Timer Counter PWM“ wird der Modus über die Radio-Buttons eingestellt: „Count\_R“ ist Zählen positiv flankengetriggert, „Count\_F“ ist Zählen negativ flankengetriggert. Durch einen Klick auf „TCN“ kann der Zählerstand abgefragt und mit „Z“ auf 0 gesetzt werden. Im PWM- oder Frequenzgenerator-Modus („Fgen“) sind die Felder „Frequency“ und „Duty Cycle“ zur Eingabe aktiviert. Da die Register ICR und OCR im AVR nur diskrete Werte annehmen können, wird die tatsächlich erzeugte Frequenz bzw. der reale Duty-Cycle angezeigt, die von der Benutzereingabe abweichen können. Der zur Kommunikation mit dem AVIOM-Modul verwendete COM-Port lässt sich im Bereich „COM:Config“ rechts oben einstellen. Ist eine Verbindung erfolgreich aufgebaut, wird das Feld grün und die Bedienoberfläche aktiviert, ansonsten bleibt das Feld grau. Die C#-Software verwendet das vom Autor erstellte „ALab“-

geändert werden. In der Listbox kann man ein Script auswählen, der Name des ausgewählten Files erscheint in der Textbox darüber und kann dort geändert werden. Durch Namensänderung und Klick auf „SaveAs“ wird eine Kopie eines existierenden Scripts unter einem neuen Namen abgelegt. Hat man ein Script im großen Fenster unten rechts erstellt oder editiert, dann kann man das Ganze mit „Exe“ oder einem Doppel-Klick auf den Scriptnamen in der Listbox einmal austesten (vorher wird das File noch gespeichert). Im Fenster darüber erscheinen Text-Ausgaben („print“-Befehl) und Fehlermeldungen. Hinweis: Der „Scan“-Modus muss inaktiv sein, wenn Scripts ausgeführt werden. Der selbst erstellte Scriptcode wird automatisch mit einem Header versehen, der einige nützliche Namespaces importiert sowie die Objekte „s“ für Systemfunktionen und „a“ für das AVIOM-Funktionen vordefiniert.

Wichtig für den Anwender ist das AVIOM-Objekt „a“. Alle AVIOM-Befehle werden im Python-Script über Methoden dieses Objekts aufgerufen (ein Klick auf den „Help“-Button listet die eingebauten Funktionen auf). Die Methoden geben in vielen Fällen „true“ oder „false“ zurück – was anzeigt, ob der Aufruf erfolgreich war oder nicht. Eine vollständige Liste der AVIOM-Script-Befehle findet sich im Download-Dokument.

Das folgende Beispiel verdeutlicht die Anwendung:

```
#
# Demo: TIMER COUNTER
#         set_pwm
#
f = 1.0
dc = 7.0
res = a.TCPpwm(f, dc)
print "PWM f = ", res, " DutyCycle = ",dc,"%"
```

Weitere Script-Beispiele sind im Demo-Workspace zu finden (Hinweis: die Scripte „I2C\_...\_PCA8581“ funktionieren nur, wenn auch ein entsprechender EEPROM-Baustein angeschlossen wird).

Jetzt möchte man das anze natürlich auch selbst einmal ausprobieren. Zuerst ist die Arduino-Entwicklungsumgebung Version 1.0 zu installieren [1].

Im Download von der Elektor-Website [2] findet man den Ordner „AVIOM\_1\_0“, den man an beliebiger Stelle auf dem eigenen Computer ablegt. Sinnvollerweise erstellt man sich einen Shortcut auf die Datei „...\\AVIOM\_1\_0\\AVIOM\\AVIOM\\bin\\Release\\AVIOM.exe“.

Dann startet man die Arduino-IDE und stellt den Sketchbook-Pfad auf den Ordner „...\\AVIOM\_1\_0\\ARDUINO“ ein. Nach dem Anschluss des Arduino-Boards wählt man den Sketch „AVIOM\_Arduino\_1\_0“ aus, übersetzt das Programm und lädt den Hex-Code in den Controller.

Nun folgt ein Test mit einem Terminal-Programm (115200 Baud, 8N1) oder dem PC-Programm des Autors, das man mit einem Klick auf den Shortcut startet. In der Script-Liste sollten jetzt die Demo-Scripts zu sehen sein. Und los geht es mit Messen, Steuern, Ausprobieren!

(100576)

[1] [www.arduino.cc/](http://www.arduino.cc/)

[2] [www.elektor.de/100576](http://www.elektor.de/100576)

[3] <http://ironpython.net/>

## EXPRESSLIEFERUNG AB 12 STUNDEN.

GARANTIERT PÜNKTLICH ODER GARANTIERT KOSTENLOS.



**LEITON**  
RECHNEN SIE MIT BESTEM SERVICE

Superpünktlich wie im Flug! Denn der LeitOn Leiterplatten-Expressdienst braucht nur 12 Stunden, um 1- und 2-lagige Leiterplatten an den Versender zu übergeben. Schaffen wir das ausnahmsweise einmal nicht, sind die Platinen absolut gratis! Doch vor dem Bestellen kommt das Kalkulieren. Bei LeitOn geht das besonders einfach: online, und das auch für **Schablonen und flexible Leiterplatten!** Das ist weltweit einmalig! Neugierig geworden? Unsere persönliche Telefonberatung und unser kompetenter Außendienst helfen Ihnen gerne weiter.

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

Info-Hotline +49 (0)30 701 73 49 0

## Great Value in Test & Measurement

**HAMEG**  
Instruments  
A Rohde & Schwarz Company



Elektronik

Produkt des Jahres

2012

HM01024

Platz 1 in der Kategorie

Messen + Testen

## Digital Oszilloskop HM01024 100MHz, 4 Kanal

- ✓ 2GSa/s Real Time, rauscharme Flash A/D Wandler (Referenz Klasse)
- ✓ 2MPts Speicher, Memory Zoom bis 50.000:1
- ✓ MSO (Mixed Signal Option H03508) mit 8 Logikkanälen
- ✓ Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, inkl. Tabellendarstellung. Optionen: I<sup>2</sup>C + SPI + UART/RS-232, CAN/LIN
- ✓ Automatische Suche nach nutzerdefinierten Ereignissen

HAMEG Instruments GmbH • [www.hameg.com](http://www.hameg.com) • [info@hameg.com](mailto:info@hameg.com)



# 7

# A

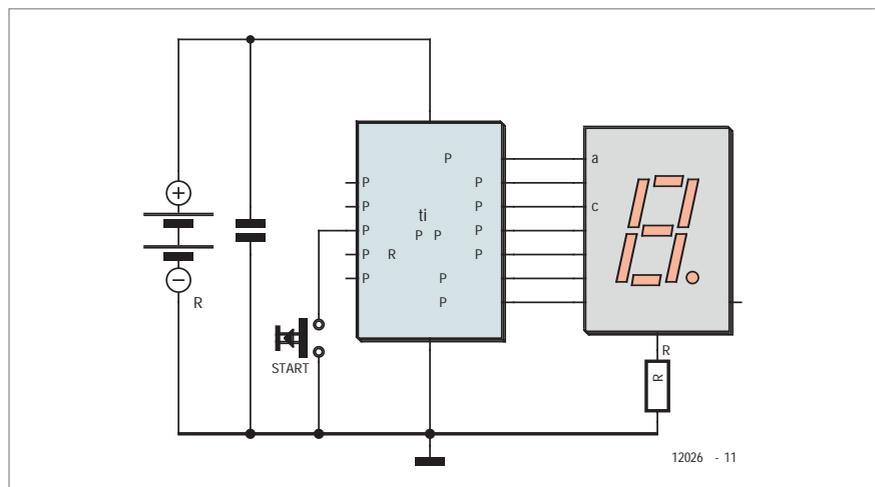
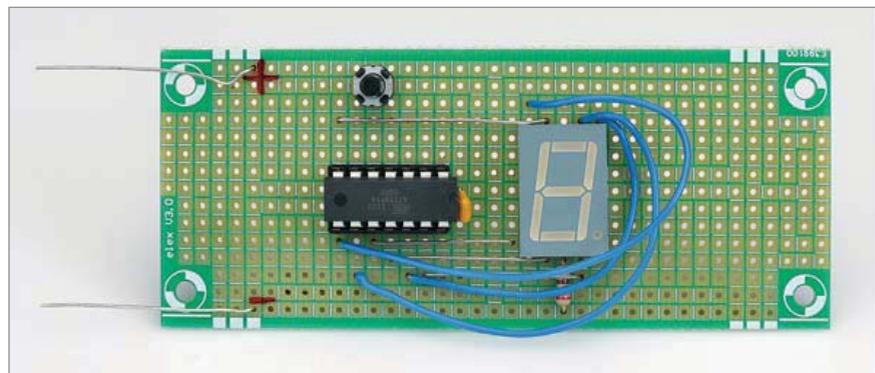
Von Jörg Trautmann (D)

Beim Entwurf batteriebetriebener Schaltungen ist der Stromverbrauch immer ein wichtiger Faktor. Diese Schaltung zeigt, wie man eine batteriebetriebene 7-Segment-Anzeige sehr stromsparend durch einen Mikrocontroller ansteuern kann. Und Bauteile sparen wir auch noch!

Normalerweise wird für die Darstellung einer Ziffer jedes einzelne Segment der Anzeige mit einem Vorwiderstand beschaltet und mit Spannung versorgt. Bei einer Stromaufnahme von beispielsweise 1 mA pro Segment verbraucht die Ziffer „8“ insgesamt 3 mA. Werden mehrere Ziffern-Anzeigen verwendet, schaltet ein Multiplexer nacheinander die verschiedenen Anzeigen durch, so dass immer nur eine gleichzeitig mit Strom versorgt wird. Die maximale Stromaufnahme von 3 mA pro Ziffer bleibt durch dieses Verfahren allerdings unverändert.

Die hier vorgestellte Schaltung kommt mit nur einem Vorwiderstand pro 7-Segment-Anzeige aus die Stromaufnahme wird auf 1 mA pro angezeigter Ziffer reduziert. Erreicht wird diese Einsparung durch einen Multiplexer auf Segment-Ebene, der per Software in einem Mikrocontroller realisiert wird (in unserem Beispiel ein ATtiny2 ).

In der Software wird jede anzuzeigende Ziffer durch eine 7-stellige Zeichenkette repräsentiert. Jede Stelle der Zeichenkette steht dabei für ein angesteuertes Segment und kann die Werte 0 (Aus) oder 1 (Ein) annehmen. Die Ziffer „8“ würde beispielsweise durch die Zeichenkette „0111111“ dargestellt, da bis auf das erste Segment



alle anderen eingeschaltet sind. Die Software zerlegt diese Zeichenkette dann in ihre einzelnen Elemente und schaltet nacheinander die entsprechenden Segmente ein oder aus (Listing). Pro Segment ist dieser Vorgang mit rund 2 ms getaktet, wodurch sich eine flackerfreie Darstellung der Ziffer mit einer Gesamtwiederholrate von ca. 70 Hz ergibt.

Als Anwendungs-Beispiel hat der Autor

einen digitalen Würfel realisiert (siehe Schaltplan). Solange der Eingang PB2 durch ein Drücken von S1 auf Low gehalten wird, zählt ein Zähler im 1-ms-Takt die Zahlen von 1 bis durch. Wird S1 losgelassen, erscheint der aktuelle Zählerstand in der 7-Segment-Anzeige. Da die Schaltung nur wenige Bauteile umfasst, kann das anze einfach auf einer Lochrasterplatte wie zum Beispiel der Experimentierplatte

- gratis Software-Download
- Programmierter Controller 1202 - 1

- Experimentierplatte ELE -1
- Siehe [www.elektor.de/1202](http://www.elektor.de/1202)



ELE -1 aufgebaut werden. Der Controller ist bei Elektor programmiert erhältlich. Eine Batterie vom Typ CR 2032 versorgt die Schaltung mit 3 V Betriebsspannung, die durch C1 geglättet wird. Da die Ports des ATtiny2 in der Lage sind, mA zu schalten, können diese direkt mit den entsprechenden Eingängen der 7-Segment-Anzeige verbunden werden. Da immer nur ein Segment gleichzeitig aktiv ist, dient R1 als Vorwiderstand für die gesamte Anzeige. Bei der Auswahl des Anzeige-Bauteils ist darauf zu achten, dass pro Segment nur eine LED verbaut ist, da die Versorgungsspannung von 3 V sonst nicht ausreicht.

Im Sinne des niedrigen Stromverbrauchs erfüllt der Taster S1 noch eine weitere Funktion. Bleibt S1 länger als 2 Sekunden gedrückt, blinkt für einige Sekunden das Minuszeichen der Anzeige und der Mikrocontroller geht in den Sleep-Modus. Der Stromverbrauch liegt dann bei unter 1 A. Ein erneutes Betätigen von S1 weckt den Controller wieder auf. Sollte man einmal vergessen, den Mikrocontroller schlafen zu

```
L
Sub Show_number(byval Number As Byte)

For J = 1 To 7      'Digits im Multiplex-Verfahren anzeigen
  Digit = Mid(a(number), J, 1
                'Darzustellendes Digit ermitteln
  Port_value = Val(digit)
                'Schaltzustand des Digits ermitteln
                '(0 oder 1)

  Select Case J
  Case 1
    Porta.0 = Port_value
  Case 2
    Porta.1 = Port_value
  Case 3
    Porta.2 = Port_value
  Case 4
    Porta.3 = Port_value
  Case 5
    Porta.4 = Port_value
  Case 6
    Porta.5 = Port_value
  Case 7
    Porta.6 = Port_value
  End Select
  Waitms 2          'Digit 2 Millisekunden anzeigen
  Porta = &B00000000 'Digits wieder auf 0 setzen.
Next J

End Sub
```

schicken, macht er dies 2 Minuten nach der letzten Würfelaktion von selbst. Diese Lösung spart einen zusätzlichen

Schalter für die Unterbrechung der Stromversorgung ein.

(120264)

## T

Von Georges Treels (F)

Um eine Versorgungsspannung rechtzeitig vor der Überlastung abzuschalten, muss man den Strom durch die Last überwachen. Dies geschieht üblicherweise durch Messen der Potentialdifferenz an beiden Enden eines Shunts oder durch einen Hall-Sensor. Die zweite Lösung hat ihre Vorteile, aber die Kosten der Sensoren sind noch recht hoch und deren Handhabung ist nicht einfach. Der Nachteil der ersten Lösung ist der Spannungsabfall

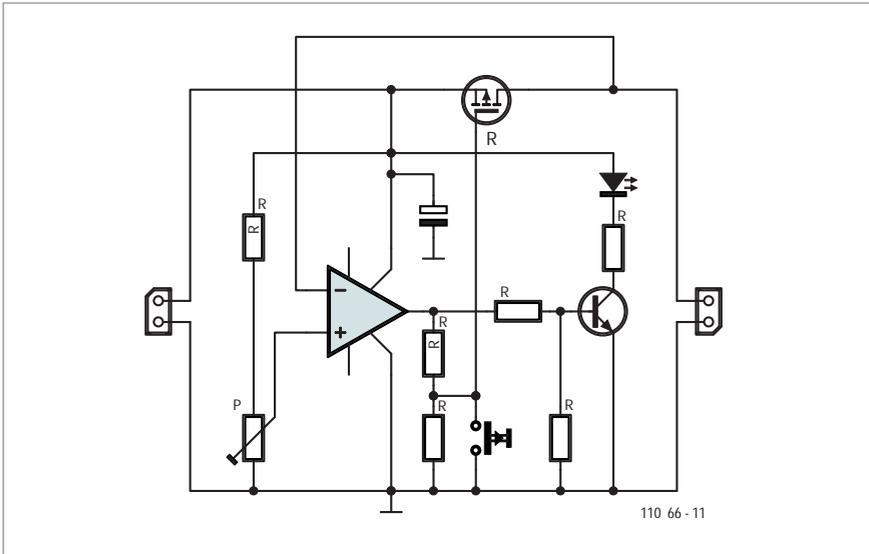
über dem Shunt.

Hier von ausgehend überlegte der Autor, einen p-Kanal-MOSFET gleichzeitig als Schaltelement als Shunt einzusetzen. Dabei konnte er von einem (kleinen) Nachteil des MOSFETs profitieren dem Drain-Source-Widerstand. Der Operationsverstärker IC1 ist als Komparator geschaltet, um die Potentialdifferenz zwischen Drain und Source von MOSFET T2 zu überwachen, welcher selbst in dem zu überwachenden Signalweg liegt. Der Spannungsabfall hängt gleichzeitig vom Strom durch

die Last und damit durch T2 sowie vom Drain-Source-Widerstand ab. T2 leitet, solange sein Gate (über R<sub>1</sub>) auf 0 gehalten wird.

Die Auslöseschwelle von IC1 wird durch den Trimmer P1 (und R<sub>2</sub>) festgelegt. Im Falle des Überschreitens dieser Schwelle wechselt der Ausgang von IC1 nach High, was T2 über R<sub>3</sub> blockiert. Gleichzeitig leitet T1, die LED D1 leuchtet auf und zeigt einen Fehler an. Der Schalter hat ausgelöst, die Sicherheit ist gewährleistet.

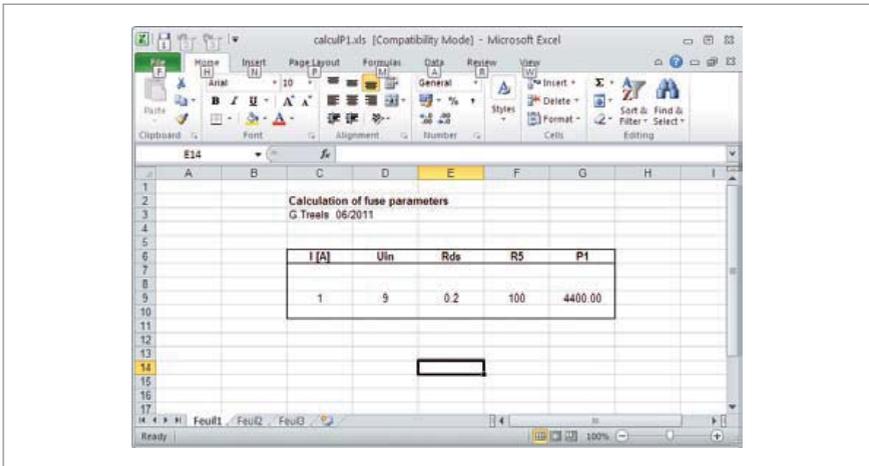
Sobald der Strom wieder für die Überlastung



beseitigt ist, genügt es, kurz S1 zu drücken, um das Gate von T2 auf Null zu zwingen und ihn dadurch wieder in den leitenden Zustand zu versetzen. Die Aufgabe von R3 ist der Schutz des Ausgangs von IC1 vor zu hohen Strömen beim Drücken von S1. Vor dem Aufbau dieses Schalters müssen einige wenige Parameter festgelegt werden

- Typ des MOSFETs
- Maximale Stromstärke
- Betriebsspannung

Abhängig von diesen Parametern muss man die Werte von R und P1 berechnen.



Bezeichnen wir mit  $U_{ref}$  die Spannung am nichtinvertierenden Eingang von IC1, mit  $U_e$  die Spannung am Eingang des Schalters, mit  $I$  den Strom Drain-Source und schließlich mit  $R_{ds}$  den Innenwiderstand des MOSFETs. Dann gilt

$$U_{ref} = U_e - P1 / (R + P1).$$

Die Spannung an Pin 2 von IC1 ist  $U_e - (I \cdot R_{ds})$ . Somit ist  $P1 = (R + (U_e - I \cdot R_{ds})) / (I \cdot R_{ds})$ .

Ein Beispiel

$U_e = 9V$   
 $R_{ds}$  des MOSFETs:  $0,5 \Omega$   
 $I = 1 A$   
 $R5 = 100 \Omega$   
 Man erhält  $P1 = 1700 \Omega$ .

Falls Sie diese kleinen Berechnungen beunruhigen, können Sie sie gestrot einer Tabellenkalkulation überlassen (Screenshot). In Abhängigkeit vom eingesetzten MOSFET (p-Kanal) erweist sich unser Schalter als sehr anpassungsfähig. Durch geschicktes Kombinieren von  $R_{ds}$  und  $I_{max}$  lassen sich Ströme von 1 bis 100 A überwachen. Wie überall gibt es aber eine Kehrseite der Medaille. Auch diese Schaltung ist nicht perfekt. Zur Feststellung klei-

I	Ulin	Rds	R5	P1
1	9	0,2	100	4400,00
10	0,2	0,0	220	17
10	12	0,0	220	308
10	2	0,0	220	83
	0,0	2,0	220	220
	12	0,0	220	83
	2	0,0	220	18,2
1	0,0	0,0	220	1,80
1	12	0,0	220	0,0
1	2	0,0	220	103,0
0,1	0,0	0,0	100	0,0
0,1	12	0,0	100	23,00
0,1	2	0,0	100	7,00



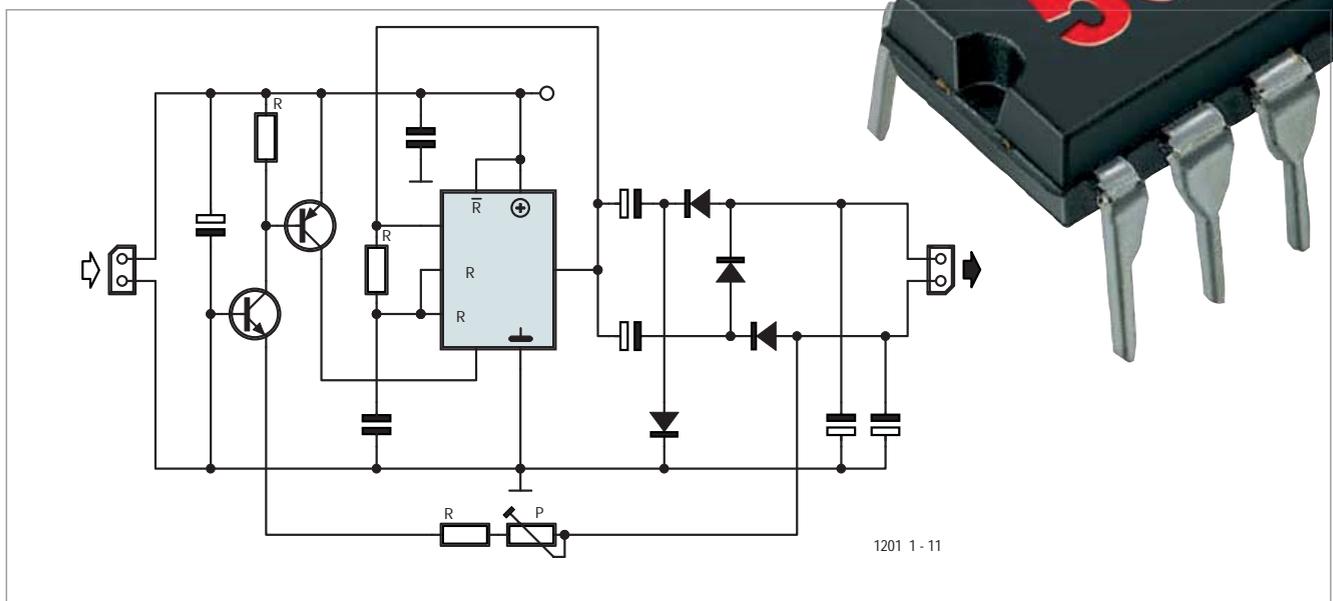
ner Überschreitungen der Stromstärke muss ein MOSFET mit ausreichend hohem Drain-Source-Widerstand gewählt werden. Auf der anderen Seite muss die Auslöseschwelle neu berechnet werden, falls sich die Eingangsspannung ändert. Die Tabelle gibt beispiel-

haft für den preiswerten und verbreiteten IRF 20 die Werte für Schalter mit bis 2 V und 0,1 bis 10 A an. enerell müssen auch Bauteiltoleranzen in Betracht gezogen werden, insbesondere beim  $R_{ds}$  des MOSFETs, der darüber hinaus temperaturabhängig ist.

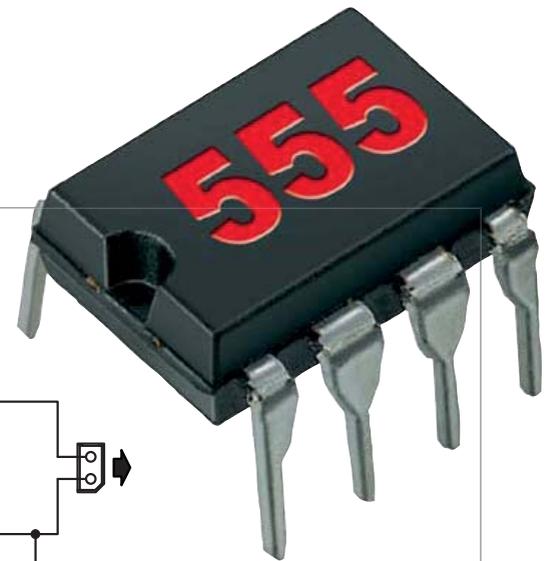
Dennoch, die Vorteile dieses elektronischen Schalters sind bestechend. Er bleibt kompakt und funktioniert ohne Einstellarbeiten auf Anhieb. Mit P1 lässt sich zudem ein großer Strombereich abdecken.

(110566)

## 555



1201 1 - 11

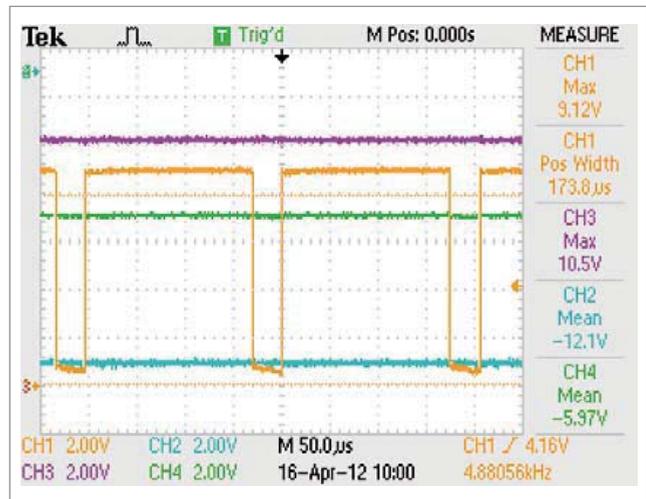
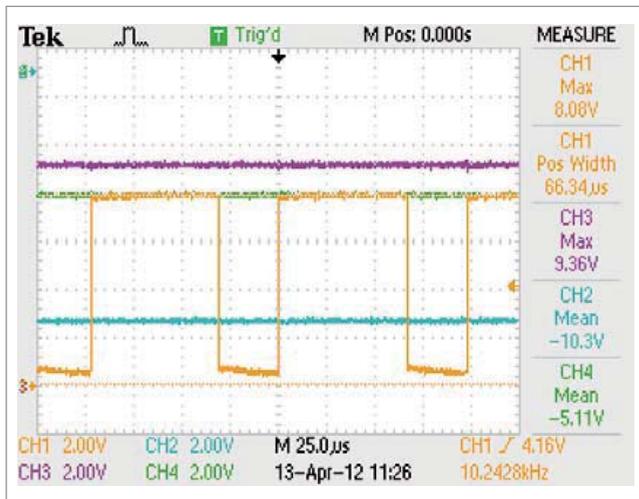


Von Peter Krueger (D)

In manchen Schaltungen ist es notwendig, den Spannungspegel schaltungsintern zu variieren. Diese Schaltung zeigt, wie man mit dem beliebten Timer-IC NE und etwas externer Beschaltung eine negative Spannungsverdopplung erreicht. Die zu verdoppelnde Eingangsspannung liegt an der Klemme K1 an. In diese Spannung an der Ausgangsklemme K2 negativ verdoppelt auszugeben, treibt das Timer-IC eine zweistufige negative Spannungsumladung. Der NE555 arbeitet dabei als astabile Kippstufe und erzeugt an seinem Ausgang eine Rechteckschwingung (mit variablem Pulsweitenverhältnis und variabler Frequenz). Dabei wird ein Lade-

kondensator (C3 im Schaltbild) zyklisch geladen und entladen. Die Spannung an Pin 2 (TR) und Pin 5 (THR) des NE555 schwankt zwischen den beiden Arbeitspunkten  $1/3$  und  $2/3$  VCC.

Der Ausgang des NE555 (IC1) ist in dieser Schaltung mit zwei Spannungsinvertoren beschaltet. Der erste Inverter aus C1, C2, D1 und D2 wandelt das Rechtecksignal in eine negative Gleichspannung am oberen Pin von K2 um. Der zweite Inverter aus C3, C4, D3 und D4 wird zwar auch mit dem Ausgangssignal von IC1 versorgt, bekommt an Diode D3 allerdings die negative Ausgangsspannung des ersten Inverters als Bezugspotential. Dadurch liegt am unteren Pin der Ausgangsklemme K2 die doppelte negative Gleichspannung an.



Nun kommt die Spannungsrückkopplung ins Spiel mit ihrer Hilfe lässt sich diese (doppelt negative) Ausgangsspannung auf einen kleineren Wert einstellen. Der NE bringt nämlich einen Control-Voltage-Eingang (CV, Pin ) mit. Normalerweise liegt die Spannung an diesem Pin intern auf 2/3 der Betriebsspannung diese wird als Spannungsreferenz an einem der IC-internen Komparatoren genutzt. Wenn man diese Referenzspannung nun durch eine äußere Beschaltung des CV-Pins in Richtung VCC verschiebt, verlängert sich die Zeit, bis der Ladekondensator C3 der astabilen Kippstufe gebeziehungsweise entladen ist. Infolgedessen sinkt die Frequenz der Rechteckschwingung, und auch das Tastverhältnis verringert sich.

Die eigentliche CV-Referenzspannungquelle ist in dieser Schaltung die Emitter-Basis-Strecke des pnp-Transistors T1. Wenn die Basisspannung von T1 etwa - 00 mV gegenüber dem Emitter erreicht, wird T1 leitend und verschiebt dadurch die Spannung an CV in Richtung VCC.

Im Rückkopplungszweig hat der NPN-Transistor T2 die Funktion eines Spannungspegelwandlers, T2 ist als Basischaltung verdrahtet. Die Schaltschwelle wird über die beiden Spannungsgegenkoppelwiderstände R3 und P1 (Poti) eingestellt. Ab einer negativen Emitterspannung von etwa - 00 mV gegenüber der Basis wird T2 leitend. Der Kollektor hat jetzt die Funktion einer negativen Stromsenke. Mit P1 lässt sich die die Empfindlichkeit der Rückkopplung und damit die gewünschte Ausgangsspannung einstellen.

Mit T1 als Spannungsreferenz werden nicht nur wechselnde Ausgangslasten an K2, sondern auch schwankende VCC-Eingangsspannungen ausgeregelt. Trennt man an K2 die Ausgangslast ab, dann bleibt die eingestellte Ausgangsspannung erhalten, die Frequenz verringert sich auf etwa 1 0 Hz.

Eine Besonderheit dieser Schaltung ist die beim NE etwas unübliche Verbindung des Discharge-Pins (Pin 7) mit dem Ausgang (Pin 3). m den Schaltungstrick zu verstehen, muss man sich das Innere des ICs vor Augen halten. Beide Pins sind intern als Ausgang mit einem eigenen Ausgangstransistor beschaltet. Die jeweilige Basis der Ausgangs-Transistoren wird (über getrennte Basiswiderstände) von einem Emitter eines weiteren Transistors gemeinsam angesteuert. Die Kollektoren der Ausgangstransistoren sind jedoch galvanisch voneinander getrennt 1 .

Durch eine äußere Verdrahtung werden nun beide Kollektoren zusammengeschaltet. Damit arbeiten beide Transistoren parallel, wodurch nun etwa doppelt so hohe Ströme (gegenüber ND) geschaltet werden können.

Die beiden Oszillogramme zeigen jeweils eine Messung der Ausgangsspannungen bei verschiedenen Voraussetzungen. Das linke Bild zeigt das Verhalten der Schaltung bei einer Eingangsspannung von V und einer ohmschen Last von 470 Ω am unteren Pin der Ausgangsklemme K2. Die andere Messung zeigt das Ausgangsverhalten bei einer einseitigen Spannung von +10 V und einer Last von 1 kΩ an der unteren Klemme von K2. Die jeweilige Impulsweite und Frequenz des Rechtecksignals am Ausgang von IC1 stellt sich durch den Rückkopplungsmechanismus über T1 und T2 automatisch ein.

Durch den Spannungsabfall an der IC-internen Darlingtonstufe (maximal 2, V) und den vier Dioden (700 mV pro Diode) erreicht die Schaltung bei Volllast (470 Ω zwischen Ausgang und Masse) einen Wirkungsgrad von circa 0 und bei geringerer Last (1 k) etwa .

1 <http://de.wikipedia.org/wiki/NE>

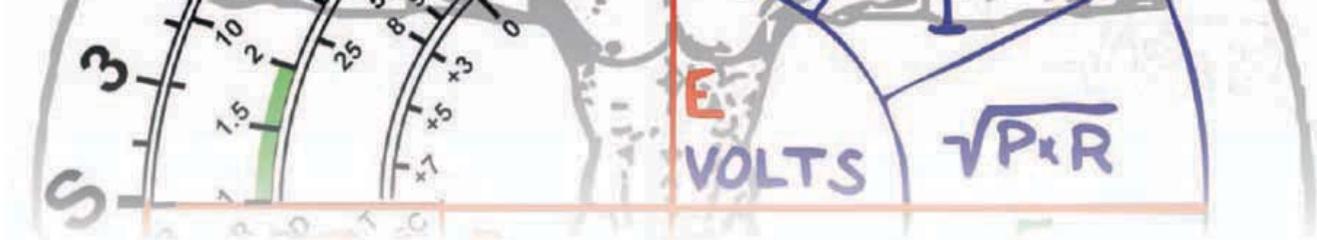


# TATT

# IN A H T N

Wenn Sie Ihr Hobby wirklich ernst nehmen – dann zeigen Sie das! Wie wäre es mit einem Tattoo Ihres Lieblingsschaltplans? Vielleicht darf's etwas Analoges sein oder bevorzugen Sie einen Mikrocontroller? Dann vergessen Sie den Code nicht – sonst weiß man nicht, wie Sie ticken, wenn Sie mal ins Krankenhaus müssen ...

Auch die Wissenschafts-emeinde hat ihre Leidenschaft für Tattoos entdeckt – nicht des Aussehens wegen, sondern für Sensorik- und Messzwecke. Wir suchen immer noch nach einem H MAN2 SB-Interface – haben Sie vielleicht irgendwelche Ideen?



# A

Von Vladimir Mitrovic (Kroatien)



Haben Sie sich schon einmal gefragt, wie lange ein elektrisches Gerät insgesamt eingeschaltet war? Diese einfache Schaltung zählt die Betriebsstunden – oder besser Sekunden – und speichert sie akkumuliert im EEPROM eines ATtiny13-Mikrocontrollers. Mit einem ISP-Programmer oder einer speziellen Ausleseelektronik können Sie damit das wahre „elektrische“ Alter des Geräts genau bestimmen.

Der Betriebsstundenzähler Das zu überwachende Gerät muss nur eine einzige Bedingung erfüllen: Es muss an der Netzspannung betrieben werden, da der Mikrocontroller die Halbwellen der Wechselspannung zählt. Dabei kann hinter dem Netzschalter des Geräts, also direkt an 230 VAC, oder aber an der Sekundärseite eines Trafos gemessen werden. Hauptsache, die Wechselspannung

liegt über 10 VAC und der Widerstand R1 ist korrekt dimensioniert.

Die Z-Diode D2 begrenzt die Wechselspannung auf ...  $V_{PP}$  und verwandelt sie von einem sinus- in ein rechteckförmiges Signal. Dieses Signal wird nicht nur zum Timing herangezogen, sondern liefert über D1/C1 auch die Versorgungsspannung für den Controller. Sobald die Netzspannung eingeschaltet



Der Mikrocontroller benötigt für einen ordnungsgemäßen Programmablauf einen Strom von weniger als 1 mA, gleichzeitig muss für eine stabile Spannung auch 1 mA durch D2 fließen. So ist ein Strom von 2 mA durch R1 ausreichend. Sein maximaler Wert kann so ermittelt werden mit

$$R1 = \frac{V_{AC} \times 1, - 3,5}{[k\Omega]}$$

Der zu erwartende Spannungsabfall über

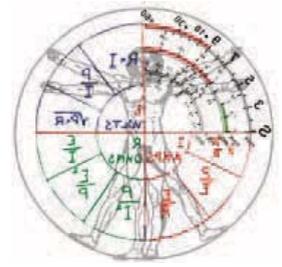
## 1

der V3-Z-Diode wird angesichts des geringen Stroms etwas niedriger (bei 3, V) angesetzt.

Die Tabelle zeigt einige experimentell ermittelte Werte für R1. Es kann immer ein geringerer Wert für R1 gewählt werden, allerdings auf Kosten eines höheren Strombedarfs. Mit den in der Tabelle gezeigten Werten liegt die Leistungsaufnahme der Schaltung bei 10... 0 mW, abhängig von der Eingangsspannung. Möchten Sie mit den Werten von R1 selber experimentieren, so stellen Sie sicher, dass die Spannung über C1 immer im Bereich 3... V liegt.

R1 als Funktion der Eingangsspannung

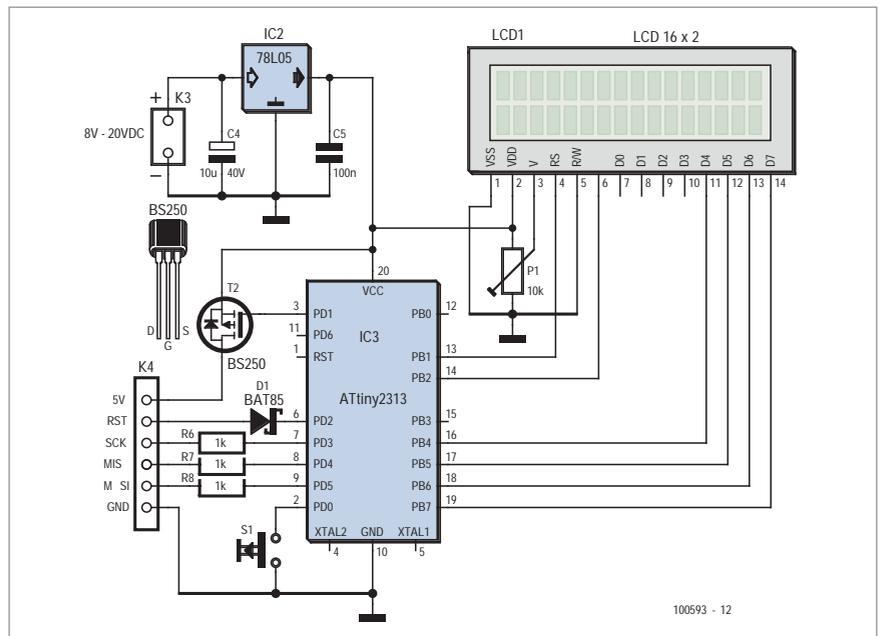
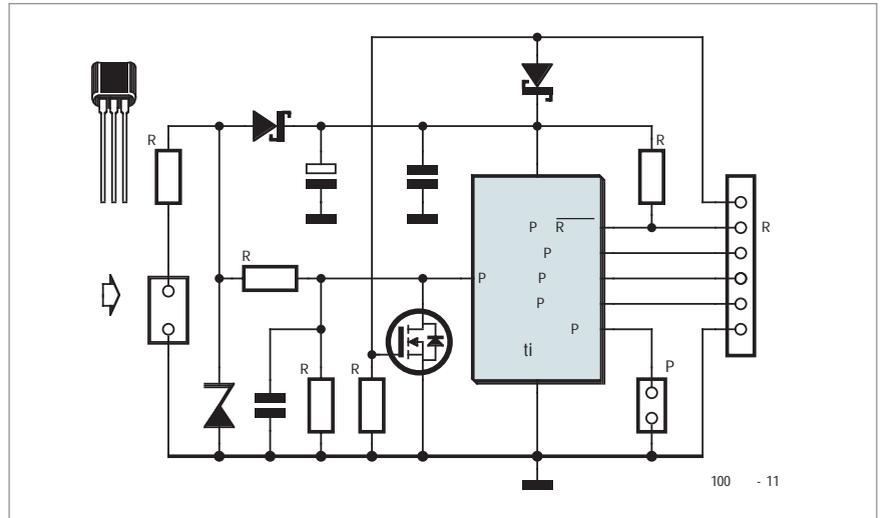
	1
... V AC	1 kΩ
... V AC	1,5 kΩ
...8 V AC	2,2 kΩ
8...10 V AC	3,3 kΩ
10...12 V AC	4,7 kΩ
12...1 V AC	6,8 kΩ
1 ...18 V AC	8,2 kΩ
18...22 V AC	10 kΩ



tet wird, steigt die Spannung über C1 so hoch, dass der Mikrocontroller das Programm in seinem Speicher starten kann. Zu Beginn liest das Programm die vorher ermittelte Einschaltdauer aus dem internen EEPROM und beginnt, die Halbwellen am Eingang PB3 des ATtiny13 zu zählen. Jeder Pegelwechsel wird registriert, 100 Mal pro Sekunde. Sobald ein Pegelwechsel erkannt ist, geht der Controller in den stromsparenden Idle-Modus. So kann die Stromaufnahme auf weniger als 0,1 mA beschränkt werden.

leichzeitig zählt der Timer0 Taktpulse bis zum Maximalwert hoch und erzeugt beim Überlauf einen Interrupt. Dies geschieht nach etwa 100 ms, solange kein Eingangsimpuls durch einen Pegelwechsel auftritt. Die Eingangsimpulse werden also nicht nur gezählt, sondern setzen auch beständig den Timer0 zurück, bevor dieser seinen Maximalwert erreichen und einen Interrupt auslösen kann.

Wenn die Eingangsspannung abgeschaltet wird, beginnt die Spannung über C1 zu sinken, dies aber dank der hohen Kapazität von C1 ausreichend langsam, um den Mikrocontroller noch für etwa eine Sekunde in Betrieb zu halten. Allerdings enden die Impulse an PB3 abrupt, so dass der Timer0 nicht zurückgesetzt wird und einen Interrupt nach ungefähr 100 ms erzeugt. Der Interrupt weckt den Controller aus seinem Idle-Schlaf und startet die Interrupt-Subroutine, die den aktuellen Wert des Zählers innerhalb von etwa 10 ms in das EEPROM schreibt und dann den Controller wieder in den Idle-Modus versetzt. Dies geschieht alles, bevor die Betriebsspannung des Controllers auf ein zu niedriges Maß sinkt. Der Controller wartet nun bis die Netzspannung nach ganz kurzer Zeit wieder eingeschaltet wird, das heißt, bevor die Spannung über C1 signifikant aus der SOA (safe operating area) fällt. Der



Controller wird dann aufgeweckt und zählt wiederum die eintreffenden Eingangsimpulse. Sinkt die Spannung über C1 einige Sekunden nach dem Ausschalten unter 2,7 V, setzt die interne Brown-out-Detection (BOD) des ATtiny13 den Controller zurück.

Die BOD-Funktion muss während des Programmierens aktiviert werden, der BOD-Trigger sollte dabei auf 2,7 V ge-

setzt werden (BODLEVEL fuse 1 = 0, BODLEVEL fuse 0 = 1). Dies stellt sicher, dass der Mikrocontroller seine Aufgaben erfüllt hat, bevor seine Betriebsspannung auf ein unsicheres Maß fällt und der RAM-Inhalt (also der Wert der aktuellen Zählung) beschädigt werden könnte. Wenn die BOD aktiviert ist, beobachtet sie beständig die Höhe der Betriebsspannung  $V_{CC}$  und vergleicht sie mit einem festgelegten Triggerwert. Fällt die Betriebsspan-



nung unter diesen Sollwert, setzt die BOD den Controller zurück und hält ihn in diesem Status, bis  $V_{CC}$  wieder einen sicheren Wert erreicht hat. Dann startet das Programm, liest den EEPROM-Wert und zählt von diesem Wert weiter hoch.

Noch ein Wort zu R1 Dieser Widerstand soll den Eingangsstrom begrenzen. Sein Wert ist abhängig von der Sekundärspannung des Trafos (siehe Kasten) beziehungsweise muss beim Anschluss an die Primärseite durch eine Serienschaltung von Widerstand und Kondensator ersetzt werden.

### Speicher lesen und anzeigen

Sicher möchten Sie ab und an den Zählerwert ablesen. Im den Betriebsstundenzähler so einfach (und klein und preiswert) wie möglich zu halten, haben wir zunächst auf ein Display verzichtet. Stattdessen kann man den In-system-Programmer (ISP) einsetzen, um den EEPROM-Wert zu lesen.

Weil das aber sehr mühsam ist, haben wir ein spezielles Auslese-Werkzeug mit einem ATtiny2313 geschaffen, das mit dem Betriebsstundenzähler gekoppelt werden kann. Die Software dieses Controllers steuert den ATtiny13 an, so dass dieser den Zählerstand ausgibt, rechnet den Wert in ein „ablesbares“ Format um und stellt es auf einem alphanumerischen 2x16-LC-Display dar.

Das Auslese-Tool kann mit dem Betriebsstundenzähler im Prinzip jederzeit gekoppelt werden, ob das

überwachte Gerät nun ein- oder ausgeschaltet ist. Seien Sie aber sehr vorsichtig (oder lassen Sie es besser ganz sein), wenn die Schaltung direkt an der Netzspannung angeschlossen ist! Wenn das Gerät in Betrieb und der Betriebsstundenzähler aktiv ist, sollte man die LCD-Einheit einschalten, bevor man sie anschließt, um definierte logische Pegel sicherzustellen, die die korrekte Arbeit des Zählers nicht stören. Im schlimmsten Fall könnten sonst

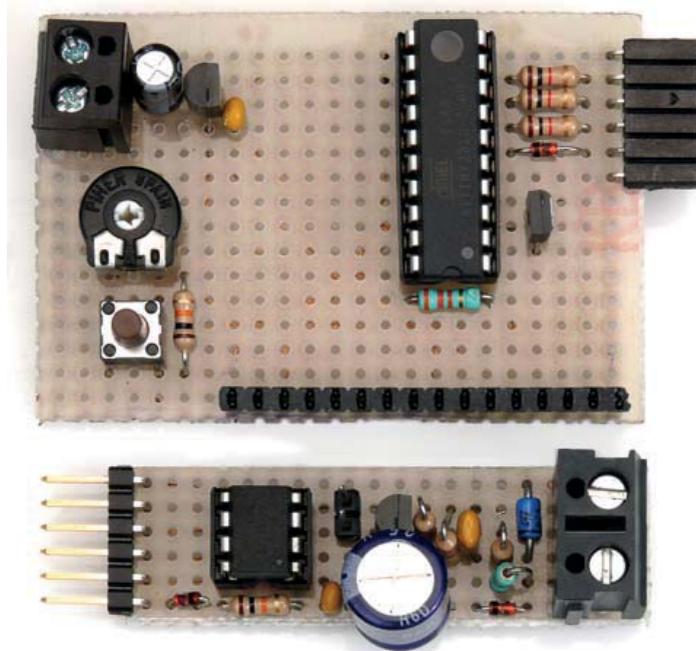
der wiederum verhindert, dass das Programm im ATtiny13 startet. Wird der Betriebsstundenzähler schon mit  $V_{CC}$  versorgt und ist deshalb in Betrieb, sorgt das Durchschalten von T1 nur dafür, dass der PB3-Port auf Masse liegt und keine Impulse von D2 den Port erreichen können. Dadurch wird der ATtiny13 gezwungen, den Zählerstand ins EEPROM zu schreiben. Mit anderen Worten, in welchem Zustand sich der Betriebsstundenzähler auch immer

vorher befand, die  $V_{CC}$  sorgen dafür, dass der ATtiny13 eingeschaltet ist und die Daten im EEPROM up to date sind. Kurz danach beginnt die LCD-Einheit mit der Kommunikation mit dem ATtiny13 und liest den Inhalt des EEPROMs. Nach dem Auslesen wird die  $V_{CC}$ -Spannung wieder abgeschaltet, die Daten werden umgerechnet und im Format „dddd hh mm ss“ (Tage, Stunden, Minuten, Sekunden) angezeigt. Die Genauigkeit des Messwerts hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit der

Netzfrequenz ab, die im westeuropäischen Verbundnetz unter 0,2 Hz liegt.

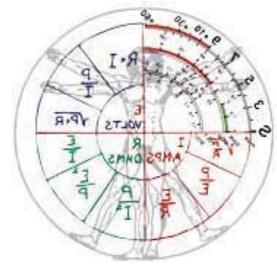
Neben dem Auslesen kann die LCD-Einheit auch (gewollt!) das EEPROM auf Null setzen. Die Vorgehensweise ist ähnlich wie beim Auslesen, allerdings muss man S1 für drei Sekunden gedrückt halten.

Entscheidet man sich für das Auslesen via ISP, muss (!) das überwachte Gerät vorher ausgeschaltet werden. Der Programmieradapter versorgt den Betriebsstundenzähler mit einer  $V_{CC}$



der gesamte Zähler zurückgesetzt und die gezählten Betriebsstunden im EEPROM gelöscht werden. Ist der Zähler dagegen nicht aktiv, spielt es keine Rolle, ob die LCD-Einheit beim Anschluss ein- oder ausgeschaltet ist.

Im den Zählwert zu lesen und anzuzeigen, drückt man kurz S1 auf der LCD-Einheit. Diese aktiviert zunächst die  $V_{CC}$ -Spannung. Wenn der Betriebsstundenzähler vorher inaktiv war, startet die Versorgungsspannung den ATtiny13-Mikrocontroller und schaltet gleichzeitig den Transistor T1 durch,



Versorgungsspannung. Der Zähler im EEPROM startet mit Adresse 0 in Form einer -Byte-Variablen (Typ long), LSB zuerst, und zeigt die gemessene Einschaltzeit in Sekunden. Hier muss ein wenig gerechnet werden, um ein verständliches Ergebnis zu erzielen (eine Arbeit, die die LCD-Einheit selbstverständlich übernimmt). Auch der ISP-

EE T on.bas ist das Programm für den ATtiny13. Setzen Sie die CKSEL-Fuses für einen kalibrierten internen RC-Oszillator bei , MHz und die BOD-LEVEL-Fuses wie oben beschrieben. Löschen Sie das EEPROM während des Programmierens, um den Zähler vor der ersten Anwendung auf Null zurückzusetzen.

Programmieren gehen möchte, findet unter 2 eine kostenlose Demo-Version von Bascom AVR (auf kB Quelltext beschränkt). Unter [3] finden Sie auch einen Kursus aus dem Hause Elektor zu diesem kleinen netten Compiler.

(100593)



N

Wenn Sie die Schaltung direkt an 230 V anschließen wollen, müssen Sie R1 durch eine Serienschaltung eines ,7 kΩ-Widerstands (1 W) und eines 8 nF-Kondensators ersetzen. Der Kondensator muss für den direkten Anschluss an das 230 V-Netz geeignet sein (zum Beispiel WIMA MKP- 2, WIMA MP3- 2, Epcos MKP 2).



A

Die gesamte Schaltung führt Netzspannungspotential und darf im Betrieb nicht berührt werden. Die Schaltung muss stets berührsicher in einem geeigneten Gehäuse eingebaut werden. Sind Sie im Zweifel, ziehen Sie einen qualifizierten Elektriker oder Elektrotechniker zu Rate!

Programmer kann den Zähler löschen. Beim Löschen des EEPROMs werden binäre Einsen in den gesamten Speicher geschrieben. Dadurch erhält man beim Start des Zählers eine -1 anstelle einer 0, ein allerdings nur marginaler und daher akzeptabler Fehler.

### Programme

Es gibt zwei Bascom-AVR-Programme für dieses Projekt

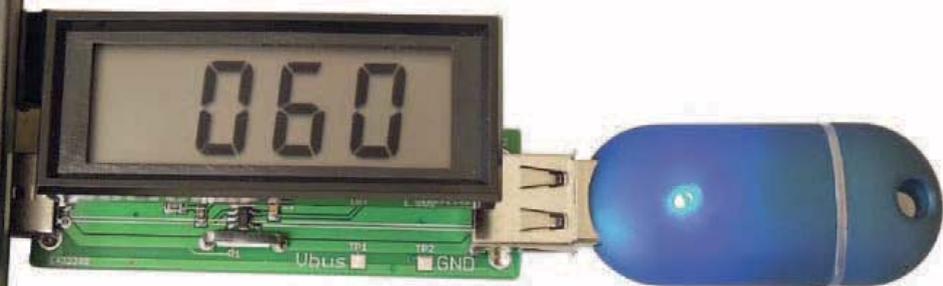
EE T on reading tool.bas ist das Programm für die LCD-Ausleseeinheit. Die CKSEL-Fuses werden auf einen kalibrierten internen RC-Oszillator mit 8 MHz gesetzt.

Nun ins Internet! Beide Programme stecken in der kostenlosen Archiv-Datei 100 3-11.zip auf der Elektor-Website 1 . Dort erfahren Sie auch, wie man an einen fertig programmierten Controller kommt. Wer selbst ans

- 1 [www.elektor.de/100\\_3](http://www.elektor.de/100_3)
- 2 [www.mcselec.com](http://www.mcselec.com)
- 3 [www.elektor.de/products/books/programming/basiskurs-bascom-avr.17\\_1\\_2.lynx](http://www.elektor.de/products/books/programming/basiskurs-bascom-avr.17_1_2.lynx)



A



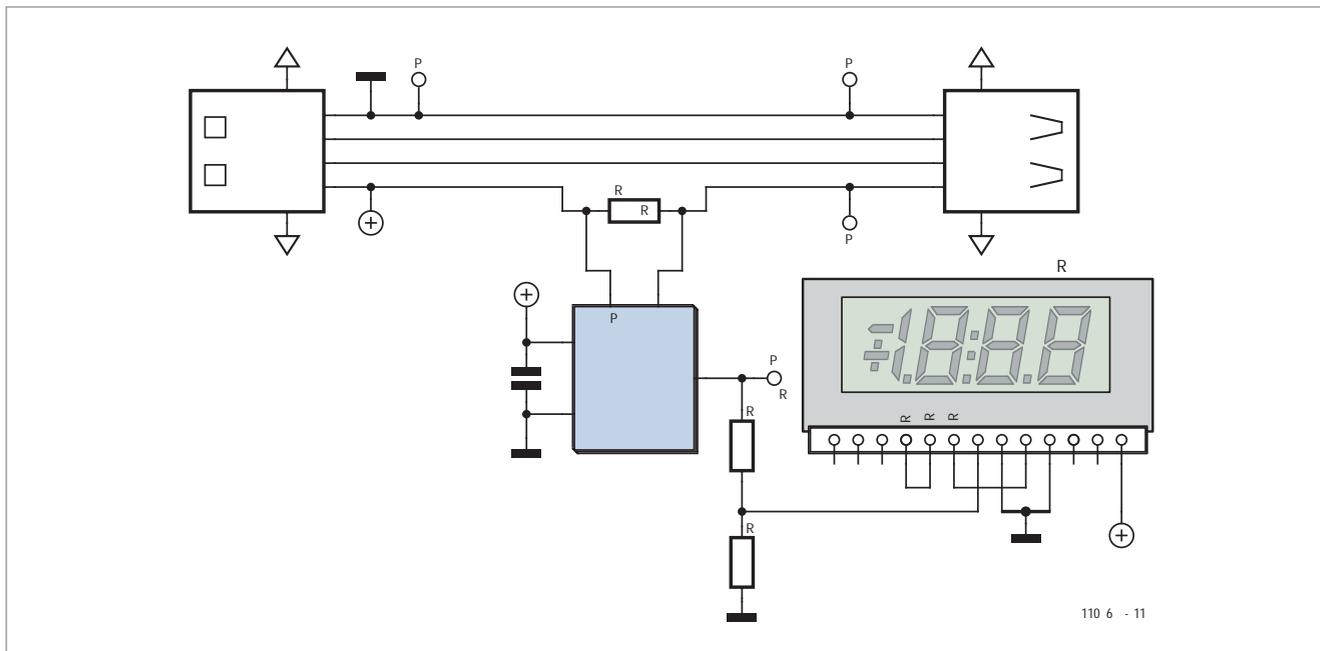
Dieses kleine Tool erlaubt die Überwachung der Ströme von Geräten, die per USB mit dem PC verbunden sind. Der fließende Strom wird durch ein Voltmeter-Modul angezeigt. Alternativ könnte man ihn aber auch per Oszilloskop erfassen.

Von Miroslav Batěk (Tschechien)

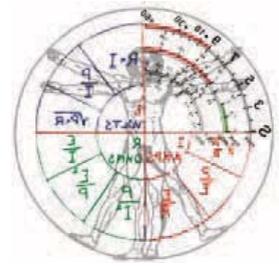
PC-Peripherie ist mit wenigen Ausnahmen mit einem SB-Anschluss ausgestattet. Diese Geräte versorgen

sich vielfach auch via SB. Das ist praktisch und so reduziert sich auch der durch Steckernetzteile verursachte Kabelsalat unter dem Schreibtisch. Wenn man aber wissen will, wie viel

Strom diese Geräte nicht nur prinzipiell, sondern aktuell und tatsächlich benötigen, dann ist das keine einfach zu beantwortende Frage mehr. Im Prinzip bleibt man darauf angewiesen, entwe-



110 6 - 11

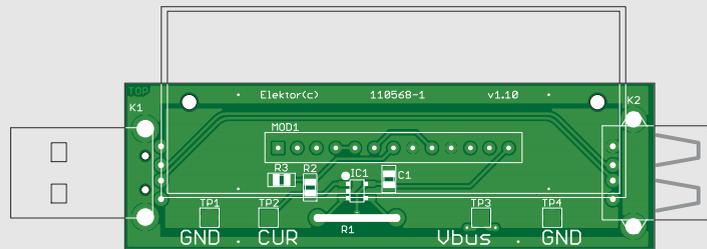


R1 = 0,05  $\Omega$ /1 W, 1 %, Welwyn OAR1-R050FI (Farnell # 1200363)  
 R2 = 18 k, 1 %, SMD 0805  
 R3 = 2 k, 1 %, SMD 0805

C1 = 100 n, X7R, SMD 0805

H  
 IC1 = TSC101A, TSOP-5

A  
 K1 SB-A-Stecker für Platinenmontage, bedrahtet



K2 SB-A-Buchse für Platinenmontage, bedrahtet  
 MOD1 LCD-Voltmeter-Modul, 200 mV

z.B. Voltcraft 7000, Conrad # 121065-89  
 Platine # 110568-1, siehe [2]

der ein Amperemeter zwischen erät und SB-Anschluss in die Plus-Leitung einzuschleifen oder aber einen Widerstand, um so über den Spannungsabfall den fließenden Strom zu messen.

Beide Lösungen sind naheliegend und einfach, aber haben so ihre Nachteile. Sowohl Amperemeter als auch Shunt-Widerstand produzieren einen kleinen Spannungsabfall, der unter mständen zu Problemen führen kann. Außerdem ergibt sich die Erfordernis

PC und Peripherie unterschiedliche Massepegel hätten.

Alle diese Probleme entfallen mit einem so genannten High-Side-Stromsensor. Hierzu braucht es lediglich einen OpAmp oder Instrumentenverstärker mit ein paar Widerständen. Es gibt auch schon „fertige“ Lösungen. Das IC TS101 ist so ein High-Side-Stromfühler [1]. Außer dem (kleinen) Shunt-Widerstand braucht es keine weiteren Bauelemente.

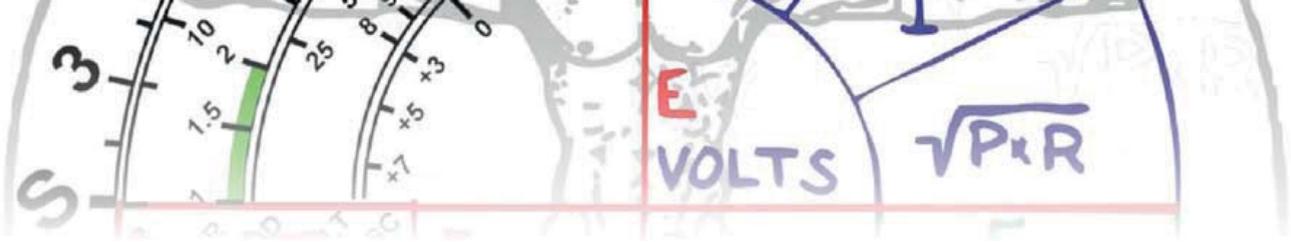
und D- sowie ND sind durchverbunden. Der Shunt R1 (50 m $\Omega$ ) liegt in der Leitung VB S. Der kleine Spannungsabfall wird in IC1 verstärkt und in ein auf Masse bezogenes Signal konvertiert. Der Spannungsteiler aus R2 und R3 passt das Ausgangssignal an den vom Voltmeter-Modul benötigten Eingangsspegel an. Doch Achtung Es gibt drei Versionen des TSC101. Die drei Suffixe A, B und C stehen für unterschiedliche innere Verstärkungen und ebenso unterschiedliche Bandbreiten.



zu einer Eingangsschaltung mit differentiellen Eingängen, wenn man den Strom auf einem Oszilloskop darstellen will, da man ja nicht einfach gegen Masse messen kann. Ein Shunt-Widerstand in der Masseleitung aber ist eine ganz schlechte Idee, da so

Die Schaltung zeigt einen SB-Stecker und eine USB-Buchse vom Typ A. Das fertige erät lässt sich so einfach in die Verbindung zwischen PC (oder USB-Hub) und dem Peripheriegerät einschleifen, dessen Strom gemessen werden soll. Die Datenleitungen D

Die Version A verstärkt 20-fach. In der Praxis zeigt sich, dass die Auflösung des Moduls bei kleinen Werten begrenzt ist. Deshalb gibt es TP2: An diesem Punkt entspricht jedes gemessene mV 1:1 einem fließenden mA. Beim maximalen Normstrom für Peri-



pherie von 500 mA ergibt sich an TP3 gegenüber VCC ein Spannungsabfall von vernachlässigbaren 25 mV. Doch selbst beim Anschluss einer der beliebten externen 2,5"-USB-Festplatten reicht der Messbereich des Moduls mit einem Maximalwert von 2 A noch aus.

Für den Monitor wurde die abgebildete Platine erstellt, die über 2 bezogen werden kann. Bei den SB-Steckverbindern K1, K2 und dem Shunt R1 handelt es sich um bedrahtete Bauelemente. Bei R1 ist der Präzisions-Shunt OAR1-R050FI mit vier Anschlüssen und einer Genauigkeit von 1 % vorgesehen. Alle anderen Bauteile sind SMDs. IC1 ist im TSOP-5-Gehäuse vorgesehen, das sich noch ganz gut von Hand löten lässt.

Wenn man die Platine mit einer 13-poligen SIL-Buchse im RM 2,54 mm be-

stückt, kann man das Voltmeter-Modul direkt einstecken.

Der Monitor sollte sofort funktionieren, da nichts abgeglichen werden muss. Man schleift ihn einfach zwischen dem PC und dem zu messenden Peripheriegerät ein und kann den fließenden Strom auf dem Display in mA betrachten.

Zum Schluss noch ein paar Ergebnisse von Messungen des Autors

1. Elektor Flash-Drive: 32 mA (ohne Aktion); 58 mA (beim Kopieren).
2. USB-Hub: 100 µA (Ruhezustand), 45 mA (ohne Aktion); 75 mA (mit Flash-Drive).
3. USB-Blitzlicht: 7 mA (Batterie-Check); 55 mA (bei der Ladung).

4. HTC Legend: 430 mA (initialer Ladestrom via PC); 560 mA (initialer Ladestrom via Ladegerät).

5. iPad 2: 570 mA (Ladestrom bei 30 % via PC).

(110568)

1 [www.st.com/internet/com/TECHNICAL\\_RESOURCES/TECHNICAL\\_LITERATURE/DATASHEET/CD00153725.pdf](http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/DATASHEET/CD00153725.pdf)

[2] [www.elektor.de/110568](http://www.elektor.de/110568)

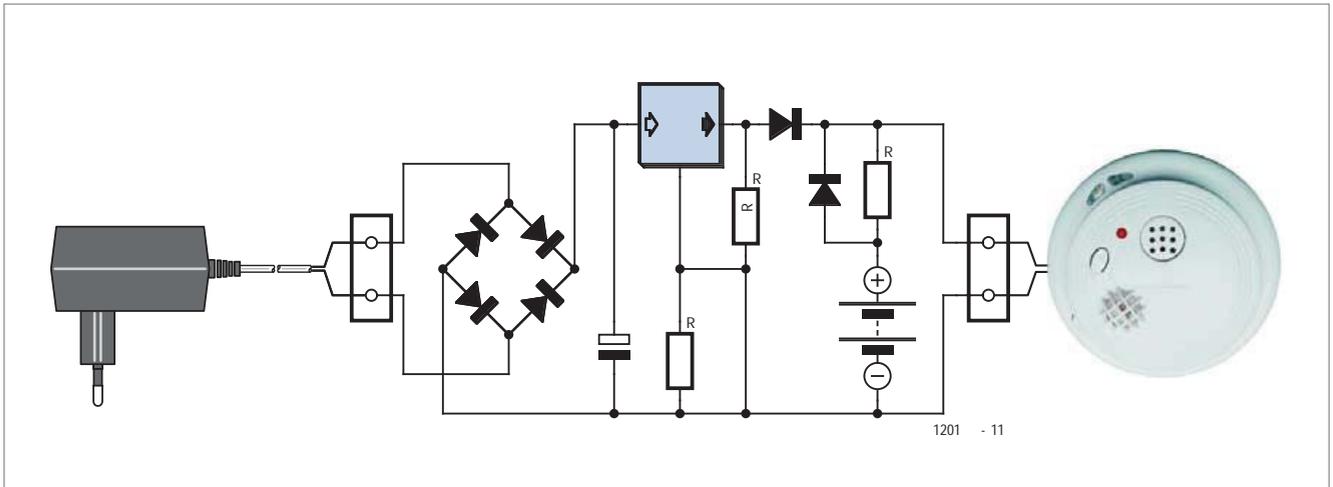
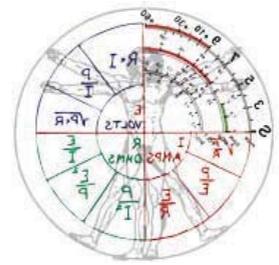
## N Einfach, aber effizient

Von Jacob Gestman Geradts (F)

Rauchmelder sind eine nützliche Erfindung, sie haben nur den Nachteil, dass sie an Batterien betrieben werden. Das liegt in der Natur der Sache, denn Rauchmelder sollen auch dann noch funktionieren, wenn das Stromnetz ausfällt. Da die Batterie die einzige Energiequelle ist, wird sie permanent belastet, auch wenn das Stromnetz nicht ausfällt. Das ständige Austauschen leerer Batterien über Jahre hinweg ist nicht nur lästig, es verursacht auch unnötige Kosten. Mit dieser Schaltung wird der Rauchmelder regulär am Stromnetz betrieben, die Batterie muss die Betriebsspannung nur beim Ausfallen des Stromnetzes liefern.

Die Schaltung ist absolut unkompliziert, das ist ihre große Stärke. Ein handelsübliches, fast beliebiges Steckernetzteil

liefert die Eingangsspannung. Der Brückengleichrichter D1...D4 macht die Schaltung von der Polarität unabhängig, auch Steckernetzteile, die Wechselspannungen liefern, sind verwendbar. Bedingung ist lediglich, dass die Spannung mindestens 12 V beträgt. Nach dem Gleichrichter mit D1...D4 und dem Filterkondensator C1 wird die Spannung von IC1, einem Spannungsregler des Typs LM317, stabilisiert. Die Ausgangsspannung des LM317 hängt von Widerstand R1 ab. Die Dioden D5 und D6 haben die Funktion einer Weiche, diese schaltet die jeweils höhere Spannung zum Rauchmelder durch (Netz- oder Batterieversorgung). Der Widerstand R1 muss so dimensioniert werden, dass an Diode D6 bei voller -V-Batterie und eingeschaltetem Rauchmelder ungefähr 0,5 V in Sperrrichtung liegen. Damit wird erreicht, dass die Batterie unbelastet bleibt, es sei denn, die Netzspannung fehlt. Die Selbstentladung der Batterie wird größtenteils durch den



niedrigen, über R3 fließenden Strom kompensiert. Diese Maßnahme verlängert die Lebensdauer der Batterie bei ständigem Netzbetrieb.

normalerweise ist das Laden von nicht wiederaufladbaren Batterien nach dieser Methode nicht ratsam, im schlimmsten Fall können aus dem Inneren Elektrolyte austreten.

Da der Vergleichsweise hochohmig ist, werden solche Komplikationen höchstwahrscheinlich nicht auftreten. Auf der ganz sicheren Seite ist man, wenn man ein Achtel stellt.



Der Typ der Dioden ist in dieser Schaltung nicht kritisch. Elko C1 darf auch eine Nummer größer als angegeben sein, sowohl hinsichtlich der Kapazität als auch der Arbeitsspannung. Steckernetzteile geben meistens höhere Spannungen ab, als auf den Typenschildern angegeben ist. Der Elko C1 muss der tatsächlichen Spannung gewachsen sein.

Der Zustand der Batterie lässt sich testen, wenn das Steckernetzteil vom Stromnetz getrennt wird. Der Selbsttest des Rauchmelders muss auch ohne Verbindung zum Stromnetz auslösbar sein.

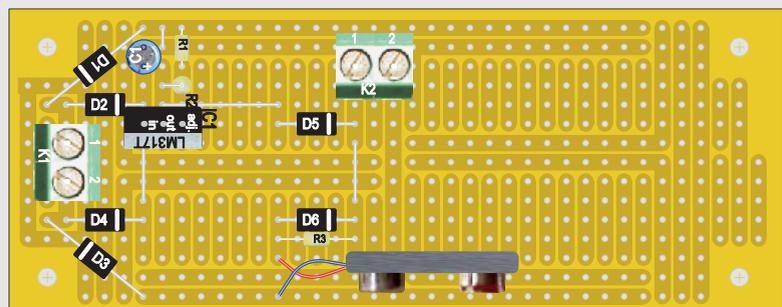
(12019)gd

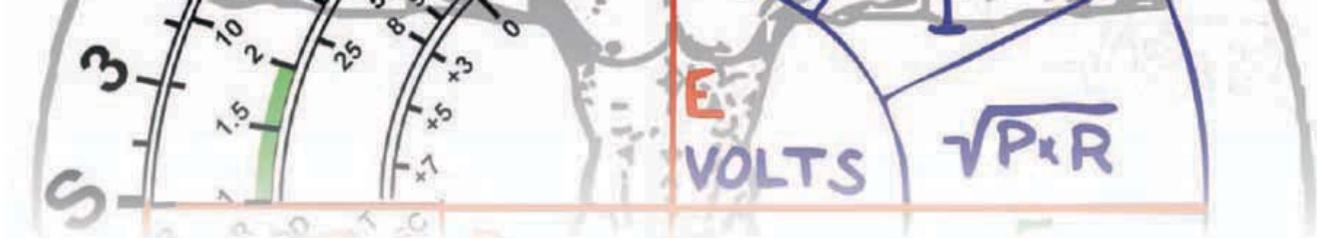
R1 = 1k5  
R2 = 220 Ω  
R3 = 100 k

C1 = 1000 µ/25 V

H  
D1...D = 1N 00  
IC1 = LM317

A  
K1, K2 = 2-polige Schraubklemme, RM 5 mm  
Experimentierplatine ELEX-1





# A

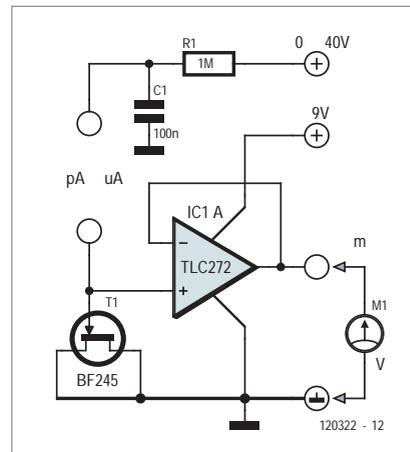
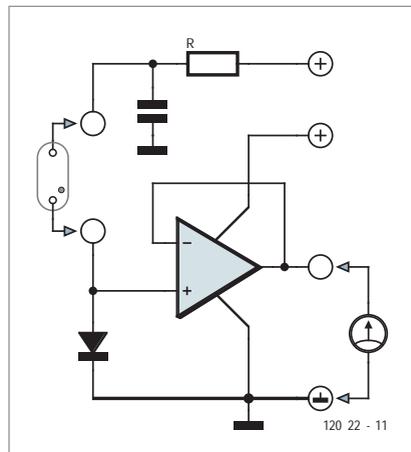
Von Burkhard Kainka (D)

Bei der Messung der Stromstärke an Ionisationskammern und anderen Strahlungssensoren (aber auch bei der Überprüfung von Isolationen) hat man es mit sehr kleinen Strömen im Bereich Picoampere bis Mikroampere zu tun. Dieses Messgerät ist für einen Bereich von rund 0,1 pA bis 1 A brauchbar, und zwar ohne Umschaltung. Dazu nutzen wir die logarithmische Kennlinie einer Si-Diode aus. Die Diodenspannung wird mit einem CMOS-OpAmp TLC272 gepuffert. Für den ersten Versuch wurde eine Si-Diode 1N 1 8 verwendet (oberes Bild). Allerdings war der kleinste damit messbare Strom noch immer größer als 10 pA, weil die Diode unterhalb dieses Stroms von der streng logarithmischen Kennlinie abweicht.

Als besonders gute Diode mit geringstem Sperrstrom ist die Gate-Source-Diode eines Sperrschicht-FET BF245 bekannt (unterer Schaltplan). Damit können noch Ströme unter 1 pA gemessen werden. Zur Kalibrierung wurden bekannte Ströme in den Eingang geleitet und die Spannungen am Ausgang gemessen

1 A	80 mV
100 nA	10 mV
10 nA	0 mV
1 nA	370 mV
100 pA	300 mV

Bis dahin war alles streng logarithmisch. Jede Erhöhung der Stromstärke um den Faktor 10 erhöht die Ausgangsspannung um 70 mV. Vier Dekaden konnten so direkt überstrichen werden. Wenn man die Kennlinie nach unten verlängert, ergibt sich das gezeigte Diagramm.



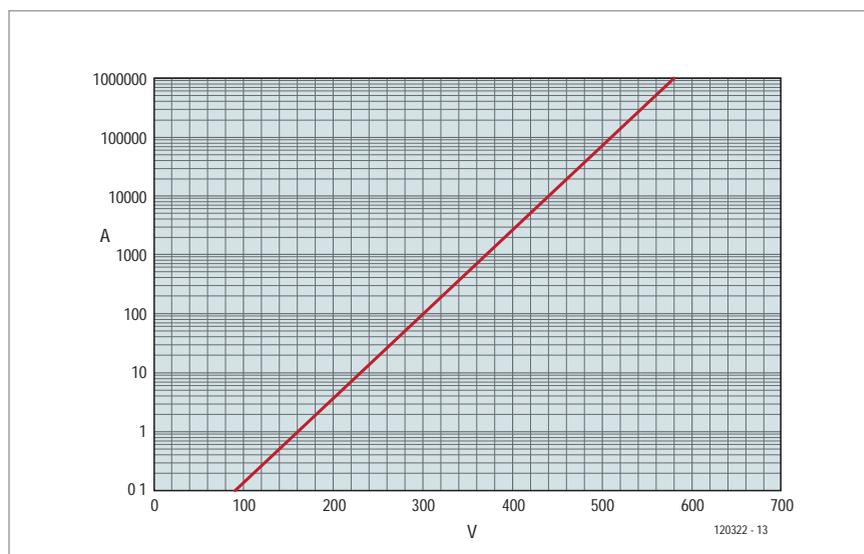
Versuche haben dann gezeigt, dass man tatsächlich noch sinnvolle Ergebnisse unter 1 pA messen kann. Allerdings muss der gesamte Aufbau sorgfältig gegen äußere Felder abgeschirmt werden. Dazu verwende ich eine Blechdose mit isolierten Durchführungen. Hier einige Ergebnisse meiner Picoampere-Messungen

- Ionisationskammer mit Germanium-Pechblende rund 1 pA,

- Fotodiode BPW3 als Strahlungsdetektor (bei absoluter Dunkelheit) rund 10 pA,
- Durchgebrannte Glühlampe rund 100 pA,
- Durchgebrannte Halogenlampe rund 0,1 pA.

Anhand der beiden letzten Messungen sieht man, dass Quarzglas wesentlich besser als Glas isoliert.

(120322)



You CAN get it...

Hardware & Software für CAN-Bus-Anwendungen



#### PCAN-RS-232

Programmierbarer Umsetzer für RS-232 auf CAN. Library und Programmierbeispiele wie die LAWICEL-Protokoll-Unterstützung im Lieferumfang enthalten.

110 €

#### PCAN-MicroMod

Das universelle I/O-Modul mit CAN-Interface. Entwicklung eigener Applikationen auf Basis der bestehenden Library. Konfiguration über einen grafischen Editor für Windows.

98 €

[www.peak-system.com](http://www.peak-system.com)

Otto-Röhm-Str. 69, 64293 Darmstadt, Germany  
Tel.: +49 6151 8173-20 - Fax: +49 6151 8173-29  
info@peak-system.com

**PEAK**  
System

Alle Preise verstehen sich zzgl. MwSt., Porto und Verpackung.  
Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.



**WE**  
WÜRTH ELEKTRONIK

## Leistungsstark

- Für leistungsstarke DC/DC-Wandler in Hochstrom-Netzteilen
- FPGAs, POLs, Mainboards, Grafikkarten, mobile Endgeräte
- Stabile Induktivität auch bei hohen Nennströmen
- Optimierte für hohe Ripple-Ströme
- 50% höherer Sättigungsstrom
- Ab Lager verfügbar



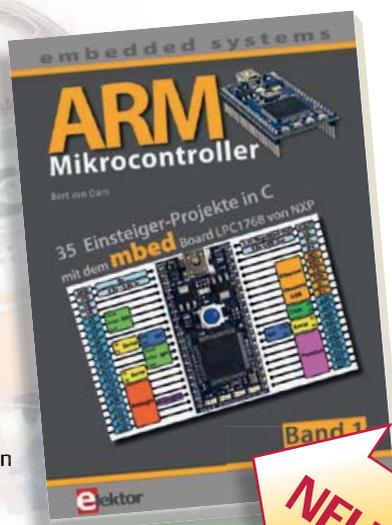
[www.we-online.de/WE-LHMI](http://www.we-online.de/WE-LHMI)

# ARM-Mikrocontroller

## ➔ 35 Einsteiger-Projekte in C mit dem mbed-Board

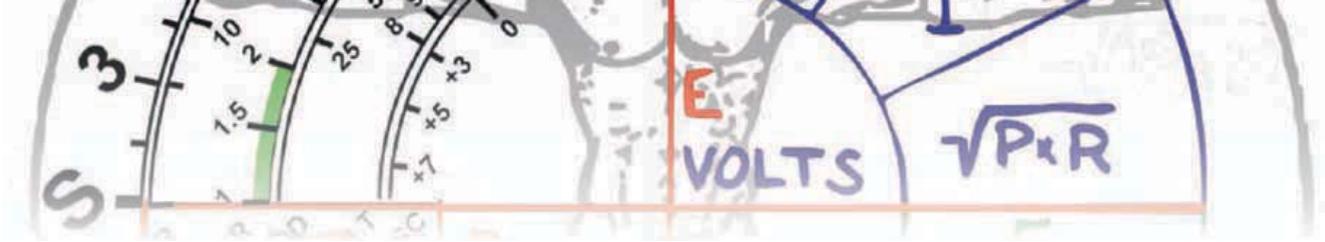
Die Projekte in diesem Buch sind für Einsteiger in C und ARM-Mikrocontroller ausgelegt. Das heißt nicht, dass diese Projekte einfach sind. Sie sind aber einfach zu verstehen. Es wird beispielsweise die USB-Verbindung zur Kommunikation benutzt, eine Methode, die im mbed-Board so einfach integriert ist, dass sie sich auch für ein Einsteiger-Buch eignet. Der mbed NXP LPC1768 nutzt Cloud-Technologie, ein revolutionäres Konzept in der Software-Entwicklung. Es bedeutet, dass man keinerlei Software auf seinem PC installieren muss, um den mbed zu programmieren. Das Einzige, was Sie brauchen, ist ein Webbrowser mit Internetzugang und einen freien USB-Anschluss an Ihrem PC. Sie können von jedem beliebigen Ort der Welt auf Ihr Projekt zugreifen und daran weiterarbeiten. Wenn Sie fertig sind, genügen ein paar einfache Mausklicks, um Ihr Programm auf das mbed-System zu übertragen. Natürlich können Sie die Projekte auch auf Ihren eigenen PC laden und dort speichern.

Die Quelltexte zu den Beispielprogrammen stehen gratis unter [www.elektor.de/arm-buch](http://www.elektor.de/arm-buch) zum Download bereit. Das zum Buch gehörige Hardware-Starterkit kann unter [www.elektor.de/arm-kit](http://www.elektor.de/arm-kit) geordert werden.



261 Seiten (kart.)  
Format 17 x 23,5 cm  
ISBN 978-3-89576-262-8  
€ 39,80 • CHF 49,40

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



# A

# L

Computer der PC-Klasse sind heute Allround-Talente, die auch Signale im Audio-Bereich messen können. Leider haben die Audio-Eingänge feste Empfindlichkeiten, das Messen sehr starker und sehr schwacher Signale ist nicht direkt möglich. Was fehlt, ist eine Schaltung, die solche Signale abschwächt oder verstärkt.

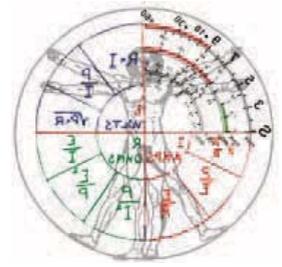


Von Michiel ter Burg (NL)

Zum Bauen oder Reparieren von Audio-Equipment ist ein kostspieliges Oszilloskop nicht unbedingt nötig. Moderne Multimeter messen nicht nur Gleichspannungen und Gleichströme, auch kleine Wechselspannungen werden zuverlässig angezeigt. Zum Messen von Frequenzgängen und Verzerrungen bietet sich der Computer zusammen mit spezialisierter Software

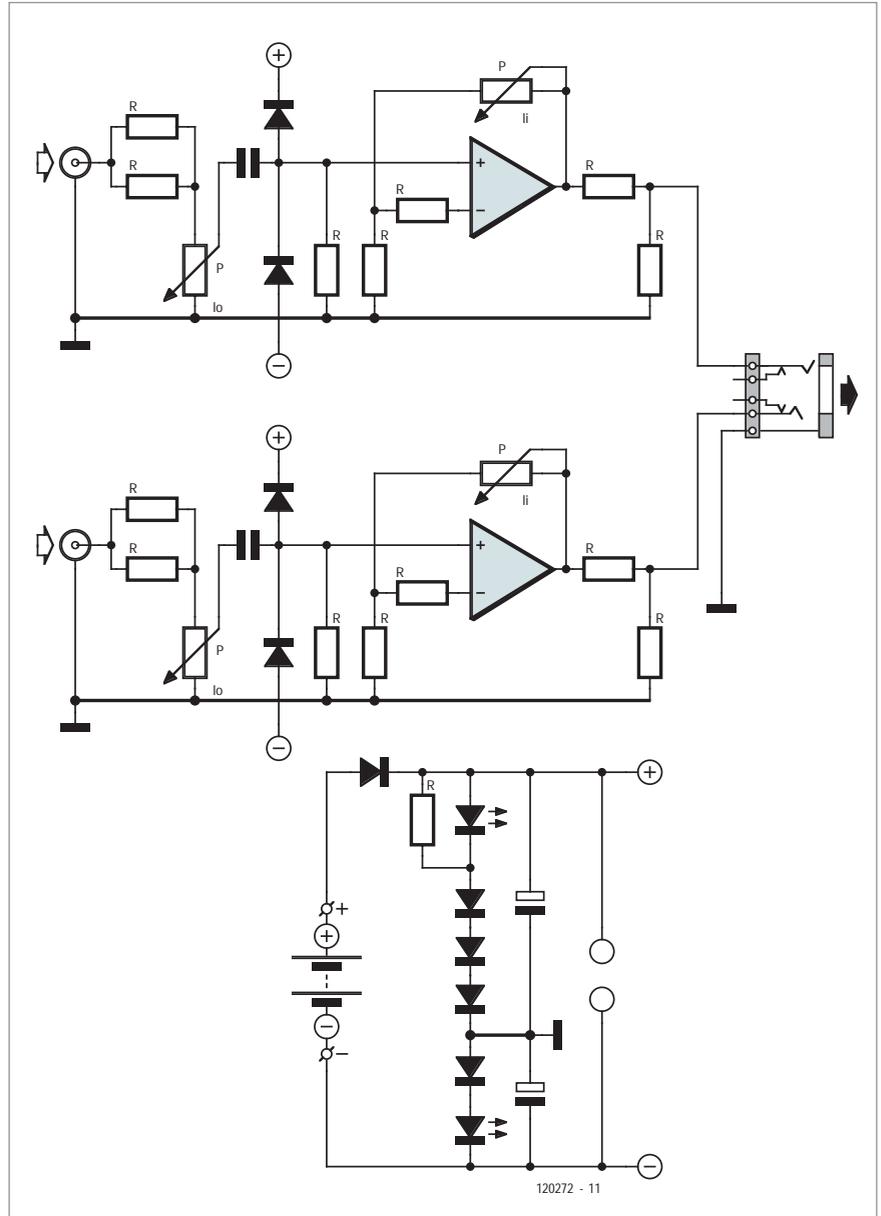
an. Laptops und Notebooks arbeiten unabhängig vom Stromnetz, so dass Messungen nicht durch Erdschleifen und Netzbrummen gestört werden können. Allerdings sind viele portable Computer nur mit einem empfindlichen Mikrofoneingang ausgestattet, so dass starke Signale von vorgeschalteten Spannungsteilern auf das erforderliche Niveau gebracht werden müssen.

Für die genannten Anwendungen wurde dieser Messverstärker mit Abschwächer am Eingang erdacht. Da der Eingangswiderstand 1 M $\Omega$  beträgt, ist das Messen mit üblichen 1- oder 10-Oszilloskop-Tastköpfen möglich. Um die gewünschte Übertragungseigenschaft zu erhalten, wird das Eingangssignal zuerst abgeschwächt und dann verstärkt. Die Abschwächung



beträgt mindestens 10, sie kann mit den Potentiometern P1 und P2 weiter herabgesetzt werden. Die Koppelkondensatoren C1 und C2 halten gleichspannungsanteile von den nachfolgenden Verstärkern (IC1.A und IC1.B) fern, so dass extrem hohe Zeitkonstanten infolge hochohmiger Tastköpfe vermieden werden. Die Verstärkung lässt sich mit den Potentiometern P3 und P im Bereich 1...100 einstellen. Wichtig für die Eigenschaften des Messverstärkers ist das  $f_{BW}$  (in Bandwidth Product) des verwendeten OpAmps. Erste Probeläufe wurden mit dem LM288 und dem TS12 durchgeführt, die ein typisches  $f_{BW}$  von 1 MHz haben. Gemessen wurden jedoch die Bandbreite 1 kHz und die Verstärkung 30 bei der Betriebsspannung 9V, was 0 kHz als  $f_{BW}$  ergibt. Auf der Seite der Software ist es möglich, diesen niedrigen Wert zu kompensieren. Optimal arbeitet der TS22, dessen  $f_{BW}$  bei 10 MHz liegt, er erreicht die volle Audio-Bandbreite bei der Verstärkung 100. Im Elektor-Labor wurde die Schaltung mit diesem OpAmp-Typ getestet.

Die Stromversorgung übernimmt eine 9V-Batterie oder ein baugleicher Akku. Die vorhandene Spannung wird mit Dioden in einen positiven und negativen Zweig bei festem Nullpunkt unterteilt. LED2, ein Typ, der bei 2,1V zu leuchten beginnt, dient als Indikator für den Zustand der Batterie oder des Akkus. Der Widerstand R1 ist so dimensioniert,



1 1

1 10

T

niert, dass diese LED das Absinken der Spannung unter 7 V signalisiert. Wenn das geschieht, ist es höchste Zeit, die Batterie auszutauschen oder den Akku aufzuladen.

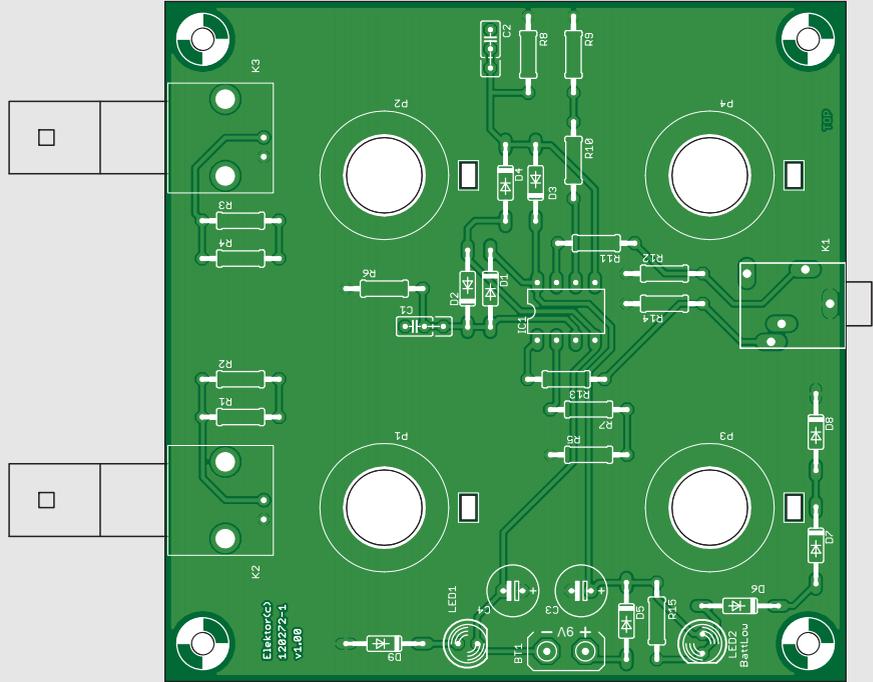
Für die Schaltung wurde eine Platine entworfen, auf der sämtliche Kompo-

nenten einschließlich der Potentiometer und Anschlussbuchsen ihren Platz haben. Das Platinenlayout kann frei von der Elektor-Website [1](#) heruntergeladen werden. Alle Komponenten sind bedrahtete Typen, was den Aufbau stark vereinfacht. Die Potentiometer-

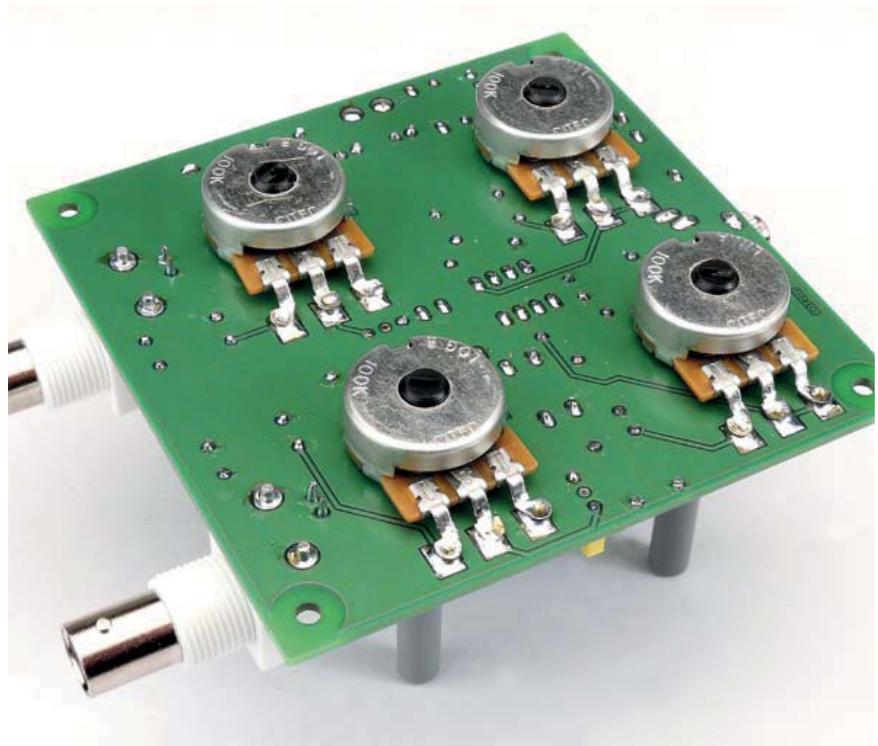
Achsen werden von der Lötseite durch die Platinenöffnungen gesteckt und dort befestigt. Nach dem Umbiegen in Richtung Platine können die Potentiometer-Anschlussfahnen an die zugehörigen Lötflächen auf der Platine gelötet werden.



- R1...R 1M8
- R ,R 1 k
- R ,R7,R8,R10 1 M
- R11,R13 10 k
- R12,R1 k7
- R1 3k
- P1,P2 Potentiometer 100 k,  
logarithmisch
- P3,P Potentiometer 100 k, linear
  
- C1,C2 100 n MKT, Raster mm
- C3,C 10 /1 V, Ø mm, Raster 2, mm
  
- H
- D1...D BAT 8, DO-3
- IC1 TS 221IN (Dual OpAmp), DIP-8
- LED1,LED2 LED mm, grün
  
- A
- K1 Klinenbuchse 3, mm, Stereo (z. B. Lumberg 1 03-0 )
- K2,K3 BNC-Buchse gewinkelt, für Platinenmontage (z. B. TE Connectivity 1-1337 3-0)
- BT1 Batterie V, mit Anschlussclip Platine 120272-1 (siehe [www.elektor.de/120272](http://www.elektor.de/120272))



Da die Werte logarithmischer Potentiometer relativ stark streuen ( 20 und mehr), ist das Kalibrieren der Einstellungen zweckmäßig. Nachdem die Schaltung ihren Platz in einem e- häuse gefunden hat, werden die Werte auf einem angelegten Stück Papier markiert, so dass eine Vorlage für die Frontplatte entsteht. Die Vorlage wird in den Computer eingescannt und mit einem Zeichenprogramm zur definitiven Frontplatte ausgestaltet. Mit einem (Audio-)Messprogramm lässt sich die Abschwächung in 10-dB-Schritten (Faktor 3,1 23) kalibrieren. Dabei muss an den Potentiometern P3 und P die Verstärkung 1 eingestellt sein, normalerweise ist diese Verstärkung sehr kleinen Eingangssignalen vorbehalten. (120272)gd



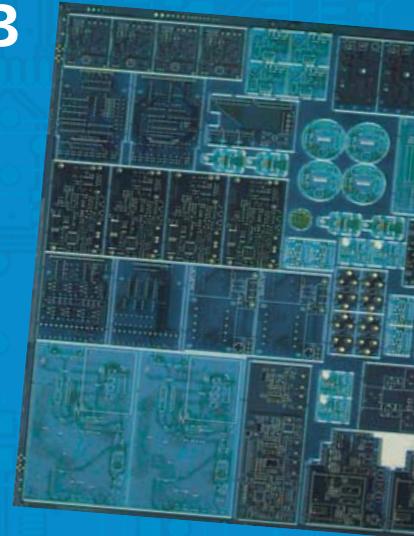
1 [www.elektor.de/120272](http://www.elektor.de/120272)

# Die europäische Referenz für PCB Prototypen und Kleinserien

Sparen Sie Entwicklungszeit und -kosten mit unseren einfach zu nutzenden Leiterplatten-Pooling-Services.

Wir bieten Ihnen:

- Top Qualität zu niedrigen Pooling Preisen
- Schnelle Lieferung nach Ihren Bedürfnissen
- Umfangreiche Technologie-Unterstützung
- Keine Einmal- oder Werkzeugkosten
- Keine Mindestbestellwerte - ab der 1 Leiterplatte
- Online-Bestellung ohne Vorkasse
- Schablonen Service



## **PCB proto** – spezieller Prototypen-Service für Entwickler, preiswert und schnell

- 1 oder 2 LP in 2, 3, 5 oder 7 Arbeitstagen
- DRC-geprüft, professionelle Ausführung inkl. 2x Lötstopplack und 1x Bestückungsdruck, 150µm Technologie
- 1 x 100 x 80mm in 7AT            - 2 Lagen 46.26 €                            - 4 Lagen 93.94 €
- 2 x 100 x 80mm in 7AT            - 2 Lagen 36.28 € je LP                    - 4 Lagen 73.52 € je LP

*Preise inkl. 19% MwSt und ohne Transportkosten*

## **STANDARD pool** – die größte Auswahl an Eurocircuits Pooling Optionen

- 1-8 Lagen 150µm Technologie-Leiterplatten
- ab 2 AT

## **TECH pool** – 100µm-Technologie mit allen Pooling-Vorteilen

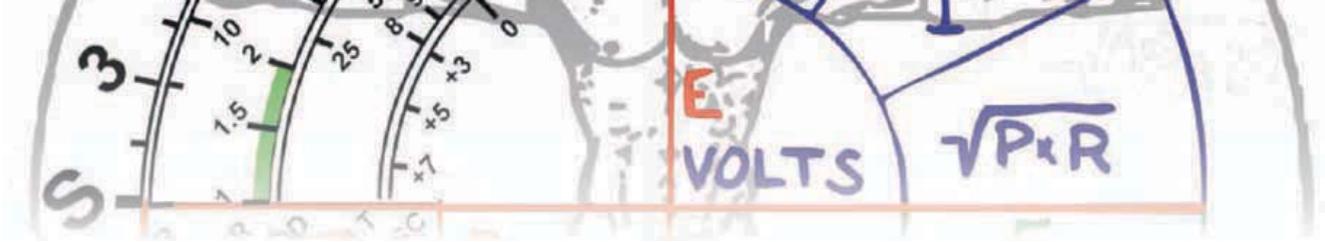
- 2-8 Lagen 100µm Technologie-Leiterplatten
- ab 4 AT

## **IMS pool** – Aluminiumkern-Leiterplatten für hohe Wärmeableitung (z.B. LED-Anwendung)

- Leiterplatten mit einlagig isoliertem Metallsubstrat
- 1.5mm Alukern mit 75µm thermisch leitfähigem Dielektrikum und 35µm Kupferfolie
- ab 3 AT

## **On demand** – Alle Optionen im Nicht-Pooling für Spezialanwendungen

- 1-16 Lagen bis 90µm-Technologie
- RF- und Hoch-Tg-Materialien
- ab 2 AT



# 100

Von Ralf Beesner (D)

Pt100 ist die Bezeichnung für einen Platinwiderstand, der bei einer Temperatur von 0°C einen Wert von 100 Ω aufweist. Steigt (oder fällt) die Temperatur, erhöht (oder verringert)



sich der Widerstandswert (positiver Temperaturkoeffizient). Der Widerstandsverlauf des Pt100 ist zwar nicht linear, kann aber mittels einer quadratischen Gleichung in einem Bereich von etwa 0 °C bis zu einigen Hundert °C ausreichend präzise beschrieben werden. Das genaue Verhalten ist in einer Norm festgelegt, die Werte in entsprechenden Tabellen nachzulesen. So ein Temperatursensor wird daher häufig in der industriellen Automatisierungstechnik eingesetzt.

Wenn man Schaltungen entwickelt, die Pt100-Elemente enthalten, muss man für Tests oft aufwendige Aufbauten mit Eiswasser-Bädern und einstellbaren Wärmequellen verwenden. Die hier vorgestellte Schaltung macht dies überflüssig, denn sie simuliert das Verhalten eines solchen Widerstandes

im Temperaturbereich von -25 °C bis 350 °C. Der Aufbau der Schaltung ist relativ einfach. Die Klemme K1 verbindet den Simulator mit der Schaltung, die das Pt100-Element enthalten soll. Die einzelnen Widerstandszweige repräsentieren den Widerstandswert des Pt100 bei einer bestimmten

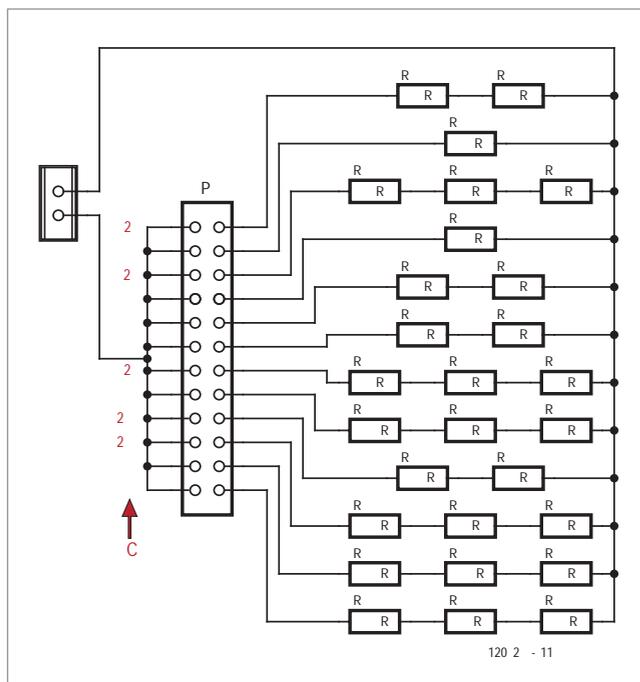
Temperatur (siehe Beschriftung im Schaltplan). Über einen Jumper lässt sich der entsprechende Widerstandszweig auswählen.

Für den Aufbau unseres Pt100-Simulators kommen handelsübliche Widerstände mit 1 % Genauigkeit zum Einsatz. Da die Normwerte der E24-Reihe nicht den Widerstandswerten des Pt100 bei den angegebenen Temperaturen entsprechen, werden diese durch Reihenschaltungen von Widerständen bestmöglich angenähert. Die Tabelle bietet eine Übersicht über die Reihenwiderstände ( $R_{Sim}$ ) und die entsprechenden Werte aus der Pt100-Norm ( $R_{Norm}$ ) inklusive der jeweiligen Abweichung.

(120325)

100

der bei einer Temperatur von 0°C einen Wert von 100 Ω aufweist.



T100						
T	N [Ω]	[Ω]				A
			1	2	3	
-2	0,2	0	8	22	0	-0,22
0	100	100	100	0	0	0,00
2	107,7	110	82	27	1	0,27
0	119,4	120	120	0	0	0,00
7	12	12	82	47	0	0,00
100	138,1	138	120	18	0	-0,3
12	148	148	8	8	12	0,00
10	173,3	170	120	22	1	-0,1
200	177,8	17	120		0	0,11
20	194,1	194	10	22	22	-0,0
300	212	212	100	100	12	0,00
30	223,3	22	100	82	47	2,28

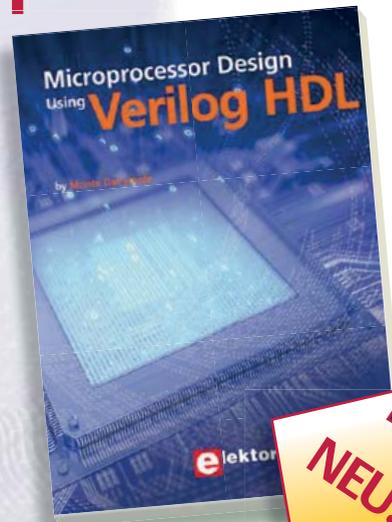
# Microprocessor Design using Verilog HDL

➔ Neues Fachbuch in englischer Originalsprache

Mit den richtigen Tools sollte die Entwicklung eines Mikroprozessors heute nicht mehr allzu kompliziert sein. HDL – die *Verilog Hardware Description Language* – ist ein solches Tool. Man kann damit eine elektronische Schaltung beschreiben, simulieren und synthetisieren. Dies wiederum steigert die Produktivität, da so der notwendige Aufwand bei einem Projekt geringer ausfällt.

Dieses neue englischsprachige Fachbuch ist eine konkrete und praxisorientierte Anleitung zur Entwicklung von Prozessoren. Es präsentiert Verilog HDL auf leicht verdauliche Art und Weise. Außerdem führt es gründlich durch die Reduktion einer Computer-Architektur samt Befehlssatz bis hin zur Praxistauglichkeit.

Man wird vom Anfang bis zum Ende eines Mikroprozessor-Entwicklungsprozesses geleitet, wobei alle essenziellen Schritte vom Schreiben in Verilog bis hin zum Debuggen und Testen dargelegt werden.



337 Seiten (kart.)  
Format 17 x 23,5 cm  
ISBN 978-0-9630133-5-4  
€ 34,50 • CHF 42,80

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



**Elektor-Newsletter E-weekly jetzt gratis abonnieren!**

Jeden Freitagmorgen erscheint E-weekly, der kostenlose Newsletter von Elektor. Unsere E-weekly-Redakteure halten Sie mit neuesten und interessanten Meldungen, Tipps & Trends aus der Welt der Elektronik auf dem Laufenden. Außerdem werden Sie schnell und umfassend über aktuelle Elektor-Projekte (Nachlesen & Updates) sowie über das umfangreiche Elektor-Sortiment und spezielle Angebote als Erster informiert.

Daneben erhalten E-weekly-Abonnenten exklusiv vollen Zugang zu allen Newsberichten und zu unserem Forum, das von kompetenten Elektronik-Experten moderiert wird.



Klicken Sie jetzt auf [www.elektor.de/newsletter](http://www.elektor.de/newsletter)!



Suchen

Produkte

- Bücher
- CD- & DVD-ROMs
- Bausätze & Module
- E-blocks & Flowcode
- Platinen
- Mikrocontroller
- Einbaueinheiten
- PC- & Embedded
- Abonnements

www.elektor.de

ARM Mikrocontrol

sh get elek 12

Elektor Int. Media

- English
- Français
- Nederlands
- Español
- Italiano
- Português
- Brasilieiro
- Svensko

audioXpress  
Circuit Cellar  
Tech the Future  
Voice Coil



**FRONTPLATTEN & GEHÄUSE**

Kostengünstige Einzelstücke und Kleinserien

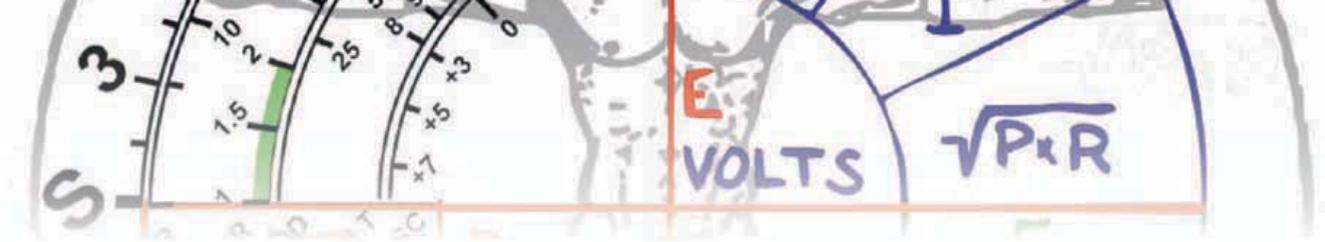
Individuelle Frontplatten können mit dem Frontplatten Designer mühelos gestaltet werden. Der Frontplatten Designer wird kostenlos im Internet oder auf CD zur Verfügung gestellt.

- Automatische Preisberechnung
- Lieferung innerhalb von 5-8 Tagen
- 24-Stunden-Service bei Bedarf

Preisbeispiel: 34,93 € zzgl. USt./Versand



Schaeffer AG  
Nähmitzer Damm 32  
D-12277 Berlin  
Tel +49 (0)30 8 05 86 95-0  
Fax +49 (0)30 8 05 86 95-33  
Web info@schaeffer-ag.de  
www.schaeffer-ag.de



## L T

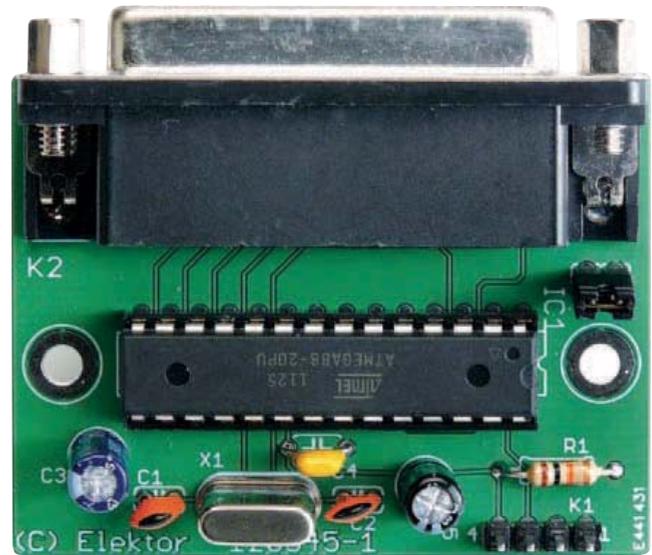
Von A. Vreugdenhil (NL)

Viele ältere, vom PC zu steuernde Geräte sind für den Anschluss an den LPT-Port eingerichtet. Leider ist der LPT-Port an aktuellen PCs und Laptops nicht mehr vorhanden. Ein Adapter muss eine Brücke von USB nach LPT schlagen. Hier übernimmt ein ATmega88 mit zugehöriger Software die schnelle Konvertierung.

Zu den typischen Anwendungen des LPT-Ports (Parallelport) eines PCs gehörten das Steuern von Relais, Kontrollleuchten und Schrittmotoren, das Erkennen von Schalterstellungen und vieles mehr. Inzwischen musste der parallele LPT-Port das Feld zugunsten des seriellen USB-Ports weitgehend räumen. Auf dem Markt sind Adapter, die Geräte mit LPT-Port an den USB-Port anpassen. Für Steuer- und Messzwecke sind beispielsweise der LabJack-Adapter oder das Board K80 von Velleman einsetzbar. Schade nur, dass die meisten LPT/USB-Adapter lahmen, ihre Übertragungsgeschwindigkeiten lassen zu wünschen übrig. Die genannten Typen entsprechen dem Standard USB 1.1, was bedeutet, dass Steuervorgänge oder Messungen immer mindestens 20 ms dauern. Diese Verzögerung ist oft zu lang, um tolerierbar zu sein. Wenn ein Schrittmotor gesteuert wird, sind für jeden Schritt drei Kommandos nötig, so dass 30 ms vergehen. Die Anzahl der Schritte in der Sekunde ist auf 10 Schritte begrenzt, und das ist einfach zu wenig.

### Möglichkeiten

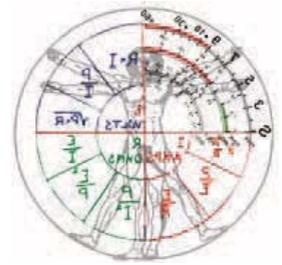
Die Alternative Man nehme einen USB/Seriell-Wandler (seriell mit TTL-Pegel) und verbinde die serielle Seite mit einem Mikrocontroller. Die vom PC über einen USB-2.0-Port kommenden Daten werden zum Mikrocontroller mit hoher Geschwindigkeit übertragen, so dass intolerable Verzögerungen nicht mehr auftreten. Die Halbleiterhersteller haben



USB/Seriell-Wandler in IC-Form auf den Markt gebracht. Die bekanntesten Typen sind die Chips von FTDI, aber auch Silicon Labs und Prolific haben solche Wandler im Sortiment. Der PL2303 von Prolific ist in diversen, industriell gefertigten Adapterkabeln eingebaut, sie sind unter mehreren Typenbezeichnungen im Handel. Allerdings haben Tests mit diesen Kabeln erstaunliche Erkenntnisse zu Tag gefördert. Wenn der Wandler viele Bytes nicht zusammenhängend übertragen muss, sinkt die Übertragungsgeschwindigkeit. Die Wandler von FTDI schaffen in der Sekunde rund 3000 Byte, bei den Produkten von Silicon Labs und Prolific sind es immerhin etwa 1000 Byte. Trotzdem ist der Geschwindigkeitsgewinn beim Steuern von Schrittmotoren verglichen mit USB 1.1 beträchtlich. Die Wandler von Silicon Labs und Prolific sind in Einzelstückzahlen kaum erhältlich. Auf eBay werden jedoch zum Stückpreis von sechs bis zehn Euro komplette Kabel angeboten, die mit den Wandlern von Silicon Labs oder Prolific arbeiten. Diese Kabel können mit USB-Mikrocontrollern direkt verbunden werden.

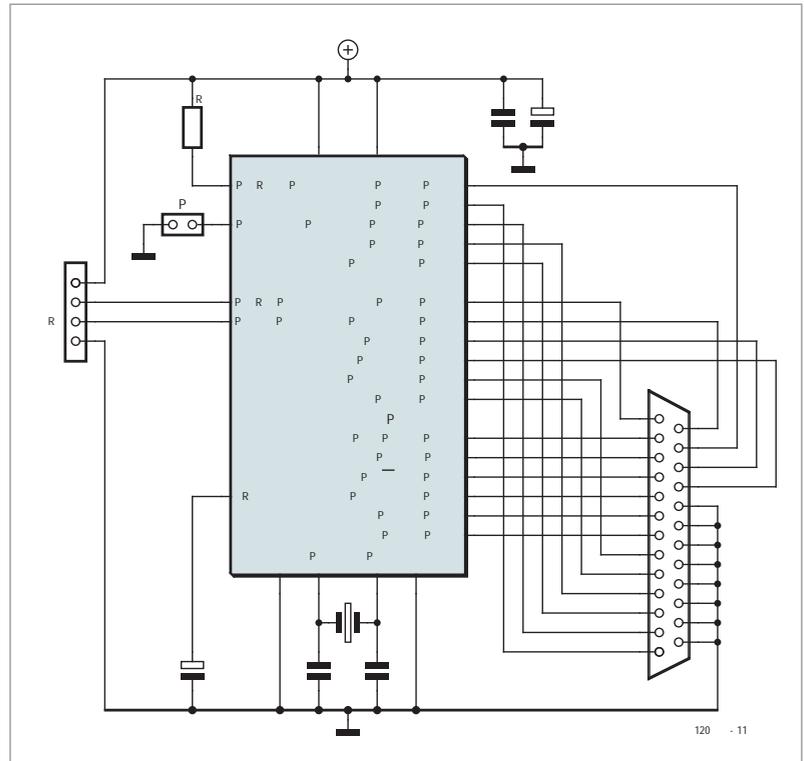
### Hardware

Für dieses Projekt fiel die Wahl auf den USB/Seriell-Wandler PL2303 von Prolific, der Mikrocontroller ist ein ATmega88 von Atmel. Zwischen den beiden Bausteinen werden die Daten mit 115200 Baud übertragen, es dauert nur etwa 1 ms, bis ein Befehl vom PC aus das zu steuernde Objekt erreicht. Zum



Steuern von Schrittmotoren setzt der Autor die Schrittmotor-Steuerkarte SMC-1 00 von Conrad ein. Die Karte wird über einen 8-bit-Datenbus und ein Enable-Signal gesteuert, das die Daten an die Ausgänge legt. Der hier beschriebene Umschalter mit dem PL2303 und dem ATmega88 wurde universell konzipiert, so dass er wahlweise in einem schnellen SMC-Modus (für Schrittmotoren) oder dem normalen LPT-Modus arbeiten kann.

Der SB/Seriell-Wandler steuert den ATmega88 über die R - und T -Anschlüsse. Die Frequenz des Quarzes beträgt 18, 32 MHz, denn diese Frequenz passt für die serielle Übertragung mit 11 200 Baud am besten. Der Jumper, mit dem der Modus gewählt werden kann, liegt am Mikrocontroller-Anschluss PC . Die übrigen I/O-Anschlüsse sind mit der LPT-Steckverbinderleiste verbunden. Der LPT-Port ist vollständig beschaltet, so dass sämtliche Funktionen implementiert werden können.



## Software

Das Programm für den ATmega88 (oder ATmega88P) wurde in AVR-BASCOM geschrieben. Wenn Jumper JP1 gesteckt ist, springt das Programm in den SMC-Modus. Trifft über den seriellen Port ein Zeichen ein, wird das Zeichen auf den 8-bit-Datenausgang gesetzt, danach geht der Enable/Strobe-Ausgang kurzzeitig auf niedrige Spannung. Wenn der Endschalter auf der SMC-Karte angeschlossen ist und der Schalter auslöst, gibt der Mikrocontroller diese Information an den PC zurück.

Bei nicht vorhandenem Jumper JP1 wird der LPT-Modus eingeschaltet. Auch hier wartet der Mikrocontroller auf eintreffende Daten. Vom zweiten Zeichen hängt ab, was mit den Daten geschieht. Ist das Zeichen eine „1“ oder „3“, wird der Wert des folgenden Strings in Register 1 (DATA, 8-bit-Ausgang) beziehungsweise Register 3 (CONTROL, 8-bit-Ausgang) des LPT-Ports gesetzt. Steht an zweiter Position eine „2“, dann folgt über Register 2 (STATUS, 8-bit-Eingang) eine Messung. Das Ergebnis wird über die serielle ATmega88-Schnittstelle und den SB/Seriell-Wandler an den PC zurückgegeben.

## Steuern mit dem PC

Der PC betrachtet den SB/Seriell-Wandler als gewöhnliche serielle COM-Schnittstelle, die meistens eine hohe COM-Nummer hat. In Visual Basic .NET sind nur COM-Nummern von COM1 bis COM16 zulässig, gegebenenfalls muss die vom Betriebssystem vergebene COM-Nummer in einen einstell-

gen Wert geändert werden.

Das Programm in Visual Basic .NET beginnt mit einem CommPort-Element, das serielle Daten senden und empfangen kann. Zuerst wird CommPort konfiguriert:

```
MSComm1.CommPort = COM-Port-Nummer (siehe Gerätesteuerung)
```

```
MSComm1.Settings = "115200, N, 8, 1"
```

```
MSComm1.RThreshold = 1
```

```
MSComm1.PortOpen = True
```

Im SMC-Modus müssen nur die Daten-Byte gesendet werden, der SB/Seriell-Wandler ist für den Enable/Strobe-Impuls selbst zuständig

```
transmit = Chr(DataByte)
```

```
MSComm1.Output = transmit
```

Im LPT-Modus hat der LPT-Port diverse Register, die gesteuert werden können

```
transmit = "#1" & Data & Chr(13) ' 8-bit Datenbus OUT
MSComm1.Output = send
```

```
temp = "?2" & Chr(13) ' 5-bit Datenbus IN
```



`MSComm1.Output = temp`

```
transmit = "#3" & Data & Chr(13) ' 4-bit Datenbus OUT
MSComm1.Output = transmit
```

Auf das zweite Kommando antwortet der SB/Seriell-Wandler, die Antwort kann in Visual Basic .0 wie folgt ausgewertet werden

```
Private Sub MSComm1_OnComm() ' Empfang der Daten
Dim indata As String
Dim Info As byte
```

```
If MSComm1.InBufferCount > 2 Then
MSComm1.InputLen = 0
indata = MSComm1.Input
indata1 = Mid(indata, 2, 1)
Info = Asc(indata1)
End If
```

`End Sub`

### Praktische Hinweise

SB/Seriell-Adapterkabel, die mit einem im Stecker eingebauten Wandler PL2303 arbeiten, sind bei eBay leicht zu finden. Die Preise betragen vier bis sechs Euro einschließlich Versand. Das Kabel muss vier Anschlüsse haben, denn zum Betrieb der Schaltung wird die Spannung 5V benötigt. Beim Programmieren des ATmega88 oder ATmega88P müssen die Fuse-Bits korrekt gesetzt sein. Das Bildschirmfoto aus dem Download auf der Projektseite 3 gibt Auskunft.

Wenn der SB-Port des PCs gewechselt wird, an den der SB/Seriell-Wandler angeschlossen ist, weist ihm das Betriebssystem möglicherweise eine abweichende COM-Port-

Nummer zu. gegebenenfalls muss die COM-Port-Nummer korrigiert werden, am besten aber wird stets der gleiche SB-Port benutzt.

Die Betriebsspannung des Mikrocontrollers und die Spannung für den LPT-Port liefert der SB/Seriell-Wandler. Hohe Ströme sind natürlich nicht entnehmbar, es reicht jedoch für einige Treiber-ICs oder LEDs. Starke Verbraucher wie zum Beispiel Motoren dürfen nicht angeschlossen werden. Von der BASCOM-Website 1 kann eine kostenlose Version der AVR-BASCOM-Entwicklungsumgebung heruntergeladen werden. Das Programmieren des ATmega88 oder ATmega88P ist mit dieser Version möglich.

### Zum Schluss

Eine Anwendung zeigt der Autor in einem YouTube-Clip 2. Der hier beschriebene SB/Parallel-Wandler und ein VisualBasic-PC-Programm steuern über die Schrittmotor-Karte SMC1 00 von Conrad eine Drehbank.

Der Quellcode für den ATmega88, ein Testprogramm für die Übertragungsgeschwindigkeit sowie ein Programm zum Rücksetzen der Bits über den SB-Anschluss sind in einer ZIP-Datei zusammengefasst, die frei von der Elektor-Website 3 heruntergeladen werden kann.

(120345)gd

- 1 [www.mcselec.com](http://www.mcselec.com)
- 2 [www.youtube.com/watch?v=maxNgApeOQ](http://www.youtube.com/watch?v=maxNgApeOQ) feature channel
- 3 [www.elektor.de/1203](http://www.elektor.de/1203)

R1 10 k

C1,C2 22 p  
C3 7/1 V stehend  
C 100 n  
C 10 /1 V stehend

H

IC1 ATmega88(P) DIL-28

A

1 Quarz 18, 32 MHz

K1 Stiftleiste 2-polig, Raster 2,54 mm

K2 D-Sub-Buchsenleiste 2-polig, gewinkelt für Platinenmontage

JP1 Stiftleiste 2-polig, mit Jumper Platine 1203 -1, siehe 3

# Von den Machern von Elektor!

**e**lektor

**SPECIAL PROJECT**

# RÖHREN 8

**High-End und Musik**

**Geheimnis:** Kompressionseffekt

**Spaltung:** Phasenumkehrstufe

**Einfluss:** Gitterwiderstand

12008  
(D) 17,50 €  
(A) 19,95 €  
CHF 29,95  
(L) 19,95 €  
(B) 19,95 €



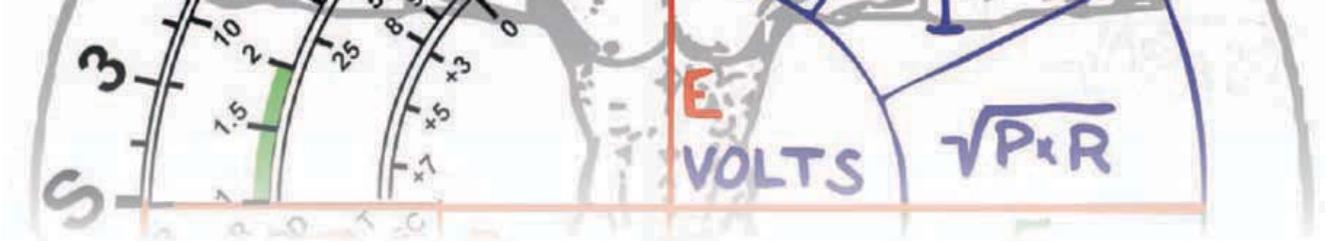
**Jetzt neu  
am Kiosk!**

## Röhrenschaltungen in der Praxis:

- Eintakt-A-Endstufe mit 6C33
- Single-Ended-Endstufe mit 300 B
- Mikrocontroller steuert Ruhestrom
- 2-V-1-Audion für Mittel- und Kurzwelle



Oder frei Haus unter [www.elektor.de/roehren8](http://www.elektor.de/roehren8) bestellen!



# TAPIR



Achtung Pfadfinder, Profis und Großväter! TAPIR verleiht Ihnen zwei zusätzliche Sinne für nicht wahrnehmbare Strahlung. Daneben stellt dieser Elektrosmog-Spürhund ein nettes Bauprojekt dar mit allem, was dazugehört – auch Gehäuse und Platine.

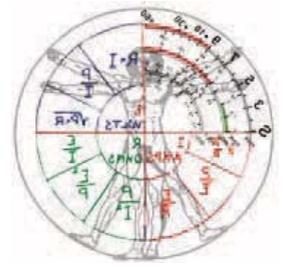
Von Thijs Beckers

Warum sollte man einen Elektrosmog-Detektor bauen? Die Antwort ist einfach. Mehr und mehr der alltäglichen Gebrauchsgegenstände besitzen ein elektr(on)isches „Herz“: die Zahnbürste, der Fotoapparat, das Telefon, das Fernsehgerät und vieles mehr. Jedes dieser Geräte verschmutzt die Umgebung mit irgendeiner Strahlung. Es gibt zwar Regeln, an die sich die Hersteller solcher Geräte halten müssen, was aber nicht heißt, dass diese beliebig jeglicher Abstrahlung sind. Selbst

wenn das allgegenwärtige CE-Symbol auf dem Gerät prangt, ist es nicht sicher, dass es all die Vorschriften wirklich erfüllt und die Emissionen sich auch nicht mit den Strahlungen anderer elektronischer Geräte überlagern. Haben Sie einmal versucht, jemanden mit dem Handy anzurufen (oder einen Anruf empfangen), während Sie sich in unmittelbarer Nähe zu einem billigen Wecker oder preiswerten PC-Lautsprechern befanden? Auch ein Röhrenverstärker reagiert auf die unmittelbare

Nähe zu diesen kleinen Mikrowellenöfen...

Der E-Smog-Detektor hat die Aufgabe, „strahlendes Missverhalten“ elektronischer Geräte in Ihrer Umgebung aufzuspüren. Der TAPIR – dies steht für Totally Chaic but Practical Interceptor of Radiation – ist eine einfache Schaltung, die jede Quelle eines elektrischen oder - mit einer entsprechenden Antenne versehen – magnetischen Feldes aufzuspüren und (akustisch) zu verbellen vermag. Der Anwen-



ungsbereich reicht von häuslich (wo kann ich sitzen, ohne von Mikrowellen getroffen zu werden) über praktisch (worauf ist meine WLAN-Antenne ausgerichtet) bis professionell (wer stört meine Kreise Ich führe gerade eine hochsensitive Messung durch!).

nd TAPIR ist prima geeignet als erste SMD-Löterei mit dem (Enkel-)Kind – weil er leicht zusammenzubauen ist.

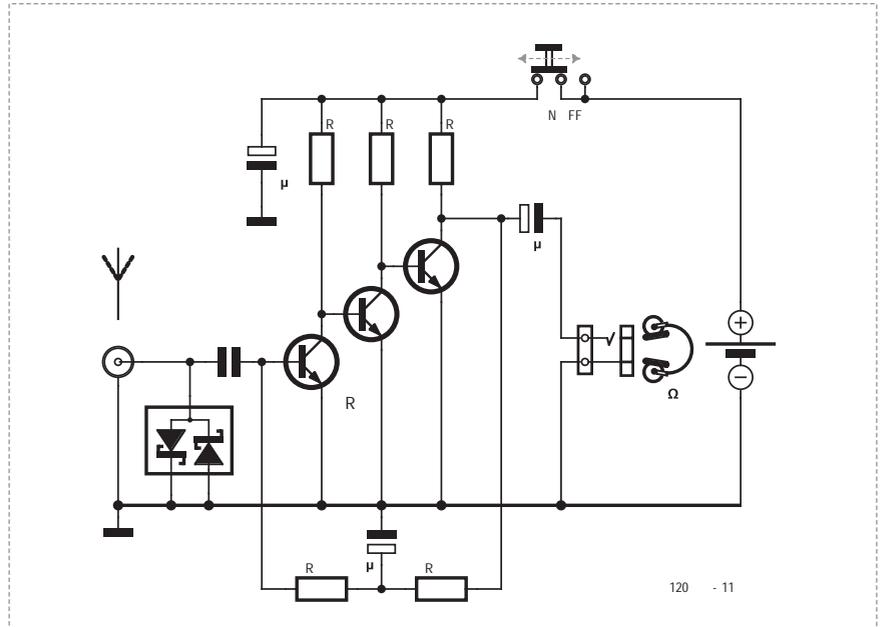
Zwei Felder, ach...

TAPIR ist also zur Detektion sowohl elektrischer als auch magnetischer Felder geeignet. Magnetische Felder werden in der Regel von Trafos und Rahmenantennen erzeugt, elektrische Felder von Hochspannungsleitungen, EL-Hintergrundbeleuchtungen und vorbeifahrenden alten Mopeds. Elektromagnetische Felder sind eine Kombination beider Arten und treten meist im Fernfeld, also in größerer Distanz von den verursachenden Objekten auf. Der TAPIR kann mit zwei verschiedenen Antennen ausgestattet werden, jede optimiert für eine Art von Feld. Magnetfelder detektiert man am besten mit einer Spule, elektrische Felder mit einer Stabantenne. Beide kann man aus einem simplen Stückchen Installationsdraht herstellen.

Wie funktioniert es

Die Schaltung ist wirklich sehr einfach und erinnert an ein ähnliches Elektor-Projekt aus dem Jahre 200 . Es besteht aus einem dreistufigen Niederfrequenzverstärker mit sehr hohem Verstärkungsfaktor. Da es kein Tiefpassfilter gibt, wird auch Hochfrequenz auf die Verstärkerstufen losgelassen. Die nichtlineare Charakteristik der Transistoren bewirkt einen demodulierenden Effekt auf die Hochfrequenzsignale, so dass diese in einem angeschlossenen Kopfhörer gehört werden können.

Der Arbeitspunkt der Verstärkerstufen



wird automatisch über den DC-egenkopplungspfad vom Ausgang zu R1 und R eingestellt.

C3 schießt die Wechselspannungskomponente des Signals im Pfad kurz. Die Ausgangsspannung weist einen

Die Schaltung arbeitet schon mit einer Betriebsspannung von 1,2...1, V, so dass eine einzige AAA-Mikrozelle zur Versorgung ausreicht. Die niedrige Betriebsspannung stellt auch eine Art von Begrenzer dar, selbst wenn starke

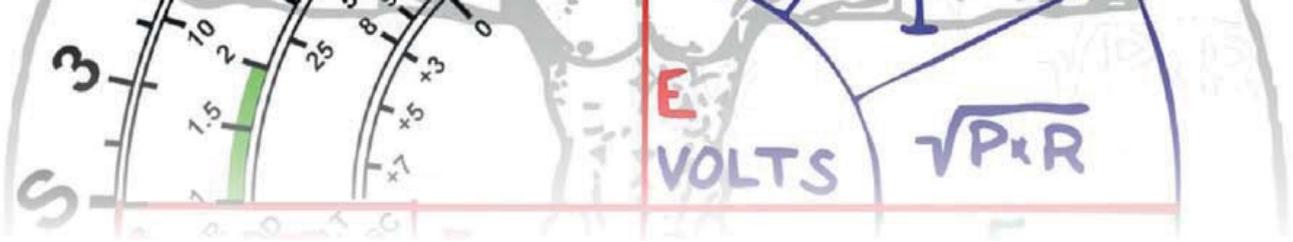
leichspannungsanteil von etwa 0,7 V auf,so dass C verwendet werden musste, um diesen zu entfernen. So kann der Kopfhörer (oder ein anderes Gerät) gefahrlos angeschlossen werden.

Der gesamte Verstärkungsfaktor ist hoch genug, um das inhärente Rauschen des Transistors T1 im Kopfhörer wahrzunehmen. Signale von nur wenigen Mikrovolt sind dann im Kopfhörer deutlich wahrnehmbar. Deshalb sollte für T1 ein Low-Noise-Typ eingesetzt werden. Der hier eingesetzte BSR17A weist ein viel besseres Rauschverhalten bei hohen Frequenzen auf als beispielsweise ein BC87B.

Messsignale den Verstärker in die Sättigung treiben, wird der Ausgangspegel am Kopfhörer niemals exzessiv hoch.

### Keine Angst vor kleinen Bauteilen!

Der E-Smog-Detektor ist als Baupaket 1 mit Platine und allen Bauteilen erhältlich. Nur die Batterie ist nicht enthalten. Machen Sie sich Sorgen wegen der SMDs? Keine Ursache! Auch wenn einige Komponenten in der Stückliste das Kürzel 080 tragen, so lassen sich die SMDs doch mittels eines gewöhnlichen LötKolbens mit feiner Lötspitze und einer kleinen Pinzette sicher auf der Platine befestigen.



Zunächst heißt es, den Labortisch aufzuräumen, denn SMDs spielen, wenn sie von der Pinzette fallen, gerne Verstecken mit Ihnen. Sorgen Sie für eine gute Beleuchtung der Arbeitsstelle und öffnen Sie die Tüte. Die Bauteile werden mit oder ohne Hilfe der Online-Bauanleitung 1 sortiert. Wie im Layout zu sehen, wird der TAPIR aus sieben Platinenstückchen zusammengesetzt. Damit erspart man sich den Kauf eines teuren abgeschirmten Gehäuses. Trennen Sie zunächst die Platinenabschnitte und glätten Sie die Ränder. Achten Sie bei den Platinen 1

festgehalten. Mit der Lötspitze berührt man noch einmal kurz das verzinnte Pad und verflüssigt das Zinn. Dank des noch vorhandenen Flussmittels verbindet das Zinn nun Bauteil und Pad. Wenn das Bauteil nun einseitig festgelötet ist, hält man den Lötzinndraht auf das andere Pad und berührt ihn ebenfalls kurz mit der Lötspitze. Das Flussmittel erfüllt seinen Zweck und lässt das Zinn über das Pad und den Lötanschluss des Bauteils fließen. Mit diesem „Kurzzweitlöten“ erhält man die saubersten Verbindungen. Stellen Sie aber sicher, dass Sie wirklich löten

Auch hier sollte man nur die rechte Padseite verlöten. Schließlich fixiert man Platine 7 an allen drei Pads. Anschließend bringt man Platine an. K2 schaut gerade durch das Loch in Platine 7. Die Nasen von Platine und passen exakt in die Aussparungen von Platine . Die unteren Pads von Platine werden mit den Platinen 3, und verbunden, wobei man in der Mitte beginnt, die Platinen zusammenzudrücken und dann zu verlöten. Vergessen Sie nicht die „normalen“ Pads zwischen den Platinen 3 und neben K2. Legen Sie alles wieder hin und löten die Klin-

und 3 darauf, dass die grünen „Nasen“ stehen bleiben.

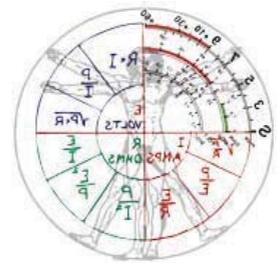
Nun können die Lötarbeiten beginnen! Damit Sie den Bogen schnell raus haben, beginnen Sie mit den größeren Bauteilen wie Schalter S1 und der Kopfhörer-Buchse K2 auf den Platinen 2 und . Seien Sie bei K2 mit dem Lötzinnsparsam, sonst kann es Probleme geben beim Zusammenbau. Nun kommt der Rest an die Reihe. Eine Erfolg versprechende Art und Weise, SMDs zu löten, ist diese Man hält den (dünnen) Lötzinndraht auf das Pad und berührt ihn kurz mit der Lötspitze. Eine dünne Zinnlage sollte nun das Pad bedecken und das Flussmittel noch vorhanden sein. Das Bauteil wird mit der Pinzette auf der Platine positioniert und

und nicht nur das Pad oder Bauteil anfeuchten. Das erste Pad kann bei Bedarf noch mit ein wenig frischem Lötzinnsparsam nachgebessert werden. So gehen Sie bei allen SMDs vor.

### Angewandter Kubismus

Platine 3 liegt nun so auf dem Labortisch, dass K1 nach hinten/zur Seite zeigt. Bringen Sie Platine rechtwinklig so an, dass sich das Lötpad für den M2- Ewindebolzen an der Seite der Klinkenbuchse befindet. Verlöten Sie das Pad nur an der rechten Ecke, damit man die Angelegenheit später – wenn erforderlich - leichter justieren kann. Setzen Sie Platine ein, natürlich ebenfalls rechtwinklig, so dass das Pad für den Bolzen nach oben und weg von der Klinkenbuchse zeigt.

kenbuchse auf Platine . Sind auch die oberen Pads verlötet, kann man schließlich Platine 2 auf ihren Platz drücken. Alles sollte jetzt nett und rechtwinklig aussehen. Kontrollieren Sie, ob auch alle Pads tatsächlich verlötet sind. Der „Deckel“ kann natürlich nicht gelötet werden, man muss ihn stattdessen an zwei Ewindebolzen festschrauben. Diese Bolzen müssen flach und mittig auf der Platine stehen. Eine spezielle Haltepinzette kann hier sehr nützlich sein. Mit einem scharfen Bohrer bohrt man nun die Löcher für die Flachkopfschrauben in Platine 1. Wenn nötig, korrigieren Sie die Position der Bolzen. Platzieren Sie die Feder und die Micro-Zelle und schließen Sie das Gehäuse. Der TAPIR ist bereit zum ersten Schnüffeleinsatz.



## Antennenbau

Um elektrische Felder zu detektieren, baut man eine einfache Stabantenne aus einem Klinkenstecker und einem 20 cm langen, steifen Stück Installationskabel. 3 mm der Isolation werden

entfernt und das freie Ende an den Mittelleiter des Klinkensteckers gelötet. Um Interferenzen in einer elektronischen Schaltung besser lokalisieren zu können, empfiehlt es sich, einen kleinen Ring an der Spitze der Antenne zu

biegen. Magnetische Felder werden von einer induktiven Antenne erfasst. Die Antenne besteht aus einer Spule, ebenfalls aus Installationsdraht. Ein Ende der Spule muss mit dem heißen (inneren)

0805

R1,R 100 k  
R2,R3 10 k  
R 1 k

C1 10 n, 0V, SMD 080  
C2,C3,C 10 , 2 V, SMD 120

H  
D1 BAT S  
T1 BSR17A  
T2,T3 BC8 7B

A  
K1 Cinch-Buchse, SMD  
K2 Mini-Klinkenbuchse, SMD  
S1 Schiebeshalter  
JS102011SAQN  
Platine 1203 -1, siehe 1  
Batteriehalterung

2 Ewindebolzen, M2  
2 Flachkopfschrauben, M2  
2 Klinkenstecker Mono  
2 Stücke Installationskabel, etwa 20 cm  
1 Magnetspule

Der Bausatz enthält die Platine(n) und alle benötigten Bauteile bis auf die Batterie. Er ist erhältlich bei Elektor (1203 -71) 1 .



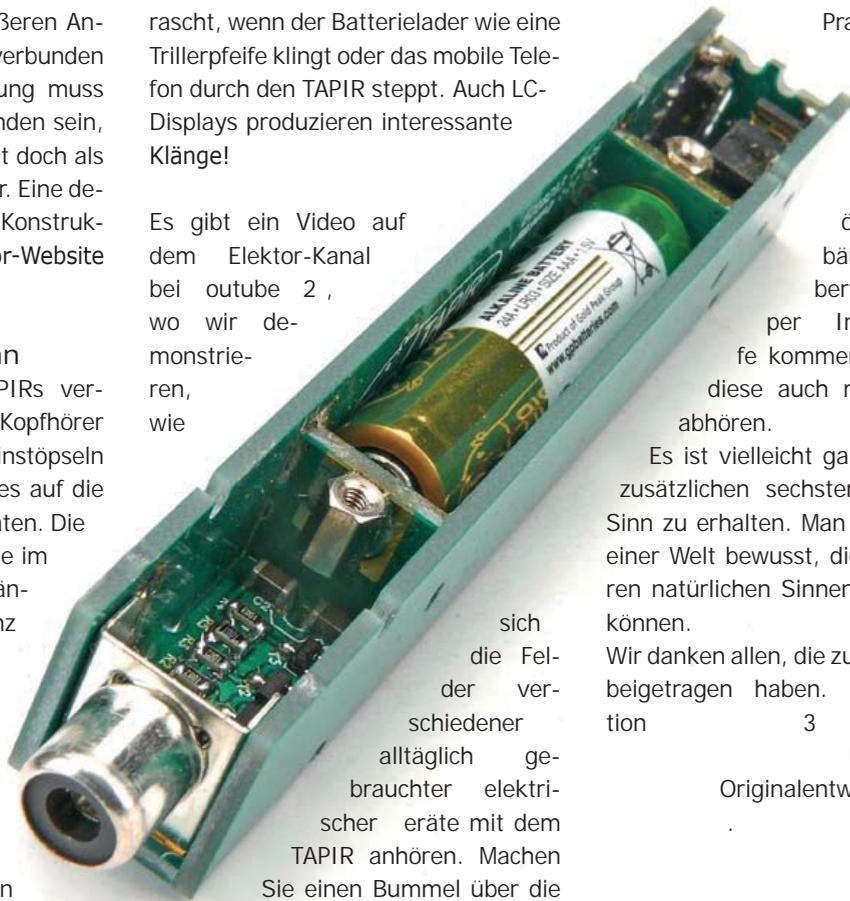
und das andere mit dem äußeren Anschluss des Klinkensteckers verbunden sein. Diese äußere Verbindung muss sicher mit dem TAPIR verbunden sein, sonst arbeitet die Induktivität doch als Antenne für elektrische Felder. Eine detailliertere Beschreibung der Konstruktion findet sich auf der Elektor-Website 1 .

### TAPIR in freier Wildbahn

Der Arbeitsalltag eines TAPIRs verläuft sehr unkompliziert. Kopfhörer anschließen, Antenne einstecken und einschalten, dann geht es auf die Pirsch nach elektrischen Geräuschen. Die verschiedenen Geräusche, die im Kopfhörer zu hören sind, hängen von der Art und Frequenz des emittierten Feldes ab. Probieren Sie einmal den TFT-Monitor des PCs, ein Handy, ein iPad oder E-Reader, eine Fluoreszenzröhre oder Energiesparlampe, den Kühlschrank, das Mikrowellengerät, einen Lampendimmer, den Desktop- oder Laptop-PC, das (geschaltete) Steckernetzteil, einen WLAN-Router/ Access Point und einen WLAN-Hotspot. Das alles erst mit der einen und dann – mit anderen Ergebnissen - der anderen Antenne. Seien Sie nicht über-

rascht, wenn der Batterielader wie eine Trillerpfeife klingt oder das mobile Telefon durch den TAPIR stept. Auch LCD-Displays produzieren interessante Klänge!

Es gibt ein Video auf dem Elektor-Kanal bei youtube 2 , wo wir demonstrieren, wie



sich die Felder verschiedener alltäglich gebrauchter elektrischer Geräte mit dem TAPIR anhören. Machen Sie einen Bummel über die Einkaufsstraße ihrer Stadt und staunen über die Omnipresenz von Elektrosmog. Schaltnetzteile, Neonlichter, Router, Repeater, SM/3 / -Antennen, Polizeibeamte, Fahrschein- und andere Automaten emittieren fleißig ihr charakteristisches Piepen,

Prasseln und Pfeifen. Wenn Sie einmal in ein Museum oder ein anderes öffentliches Gebäude mit einer Übertragungsanlage per Induktionsschleife kommen, so lässt sich diese auch mit dem TAPIR abhören.

Es ist vielleicht ganz lustig, einen zusätzlichen sechsten oder siebten Sinn zu erhalten. Man wird aber auch einer Welt bewusst, die wir mit unseren natürlichen Sinnen nicht erfassen können.

Wir danken allen, die zu diesem Projekt beigetragen haben. Platinenproduktion 3 Design und Originalentwurf

(120354)

- 1 [www.elektor.com/1203](http://www.elektor.com/1203)
- 2 [www.youtube.com/ElektorIM](http://www.youtube.com/ElektorIM)
- 3 [www.pcb-pool.com](http://www.pcb-pool.com)  
[www.jancorver.org/en/index.htm](http://www.jancorver.org/en/index.htm)  
<http://de.clipdealer.com/audio/media/11773>  
[www.b-kainka.de/](http://www.b-kainka.de/)



Die Platinen für das TAPIR Projekt werden von BETA LAYOUT hergestellt. BETA LAYOUT ist einer der führenden Hersteller von Platinen in Europa (Prototypen und Produktion). Von diesem Unternehmen stammt das Original PCB-POOL Konzept. Zu den Kunden gehören sowohl kleine 1-Mann-Firmen und Elektronik-Hobbyisten als auch die Entwicklungsabteilungen einiger der größten Unternehmen der Welt.

BETA LAYOUT liefert nicht nur Platinenprototypen und Kleinserien, sondern auch Stencils, Frontplatten, Löt Hilfen und mehr. Ganz neu ist der 3D-Rapid Prototyping Service. Für weitere Infos [www.beta-layout.com](http://www.beta-layout.com)

Das Platinenlayout wurde uns freundlicherweise überlassen von der Foundation und . Nähere Informationen auf [www.jancorver.org/en/index.htm](http://www.jancorver.org/en/index.htm).

# elektorLive! 2012

## Seminar- & Ausstellungstag für die Elektronik-Entwicklung und -Anwendung

Am 20. Oktober 2012 findet im Kongresszentrum Westfalenhallen Dortmund die erste ElektorLive!-Veranstaltung statt.

An diesem Tag halten kompetente Elektor-Autoren, -Entwickler und Experten aus der Elektronik-Branche insgesamt 18 Seminare zu populären Elektronik-Themen ab. Geplant sind 3 Seminar-Runden mit jeweils 6 parallel stattfindenden Seminaren.

Begleitet werden die Seminare von einer Ausstellung renommierter Elektronik-Unternehmen, die ihre Produkte und Innovationen vor Ort präsentieren werden. Während der Pausen haben Sie die Möglichkeit, mit diesen Firmen in Kontakt zu treten.

Freuen Sie sich jetzt schon auf interessante Seminare und Workshops mit hochkarätigen Referenten!

**Geplante Seminare** (Änderungen vorbehalten):

- Strahlungsmesser: Radioaktivität messen mit Halbleitern
- Röhrenverstärker: Grundlagen, Schaltungen, Messungen
- Fahrzeugdiagnose mit OBD2
- Elektronik steuern mit Android
- FPGA für Einsteiger
- Embedded Linux
- Neues aus der AVR-Welt: XMEGA und Atmel Studio 6
- Simulieren mit EAGLE
- Gassensoren: Ansteuerung und Praxis

**Datum:**  
Samstag, 20. Oktober 2012

**Zeit:**  
09:00 Uhr – 17:00 Uhr

**Ort:**  
Kongresszentrum  
Westfalenhallen Dortmund

**Eintritt:**  
25,00 für Elektor-Abonnenten  
45,00 für Nicht-Abonnenten  
20,00 für Studenten  
Der Eintritt berechtigt zur Teilnahme an 2 Seminaren.

**Tagesablauf:**  
10:00 Uhr – 11:30 Uhr: 1. Seminar-Runde  
11:30 Uhr – 13:00 Uhr: Mittagspause / Gelegenheit zum Besuch der Ausstellung  
13:00 Uhr – 14:30 Uhr: 2. Seminar-Runde  
15:00 Uhr – 16:30 Uhr: 3. Seminar-Runde



Weitere Infos & Anmeldung unter  
[www.elektor-live.de](http://www.elektor-live.de)



# A I ALL

In der guten alten Zeit gab es noch richtige Drehknöpfe, heute spielt sich alles auf flachen Touchscreens ab.

Von diesem Trend gelangweilt, entwickelte Ben Colette den „Radio Ball“ – den Sender und die Lautstärke stellt man ein, indem man einfach den Ball dreht.

Viele Infos zu diesem Projekt findet man unter

<http://bencollette.com/portfolio/archives/474>



# Alle Elektor-Artikel der "80er-Jahre" auf DVD

**NEU!**



**1980 bis 1989**

**10 JAHRE ELEKTOR  
AUF DVD**

**Ein Muss  
für jeden  
Elektor-Leser!**

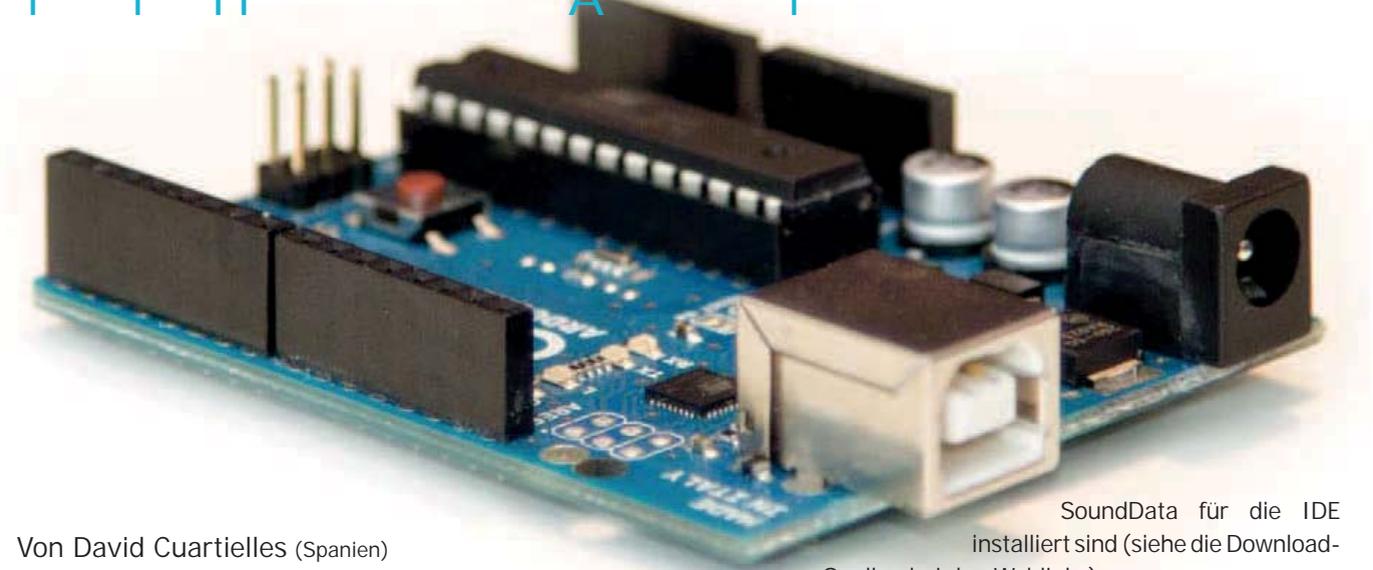
- Elektronisches Jahrgangs-Archiv, Artikel als PDF, schnelle Suchfunktion
- 110 Elektor-Hefte, mehr als 2100 Artikel, bequeme Druckfunktion
- Ideen, Schaltungen und Projekte für Elektroniker im Beruf, in der Weiterbildung und der Freizeit

ISBN 978-3-89576-258-1  
€ 89,00 • CHF 110,40

Jetzt unter [www.elektor.de/80-89](http://www.elektor.de/80-89) bestellen!

# A 1

## T 1 H A T 1



Von David Cuartielles (Spanien)

Nichts ist besser als die reale Praxis und von daher geht es im ersten Teil um die Erzeugung von Tönen mit Hilfe eines normalen digitalen Pins eines Arduino-Boards. Den Anfang macht die einfachste Art der Tonerzeugung mit Hilfe eines Piezo-Summers oder eines kleinen Lautsprechers. Weiter geht es mit einer Einführung in die Arduino-Tone-Library, die einen einfacheren Weg bietet, die gleiche Funktionalität zu erreichen. Abschließend wird gezeigt, wie man mit Hilfe fortschrittlicherer Techniken .wav-Dateien abspielt.

anz ohne Theorie geht es nicht Zunächst wird demonstriert, wie man mit der 1-bittigen Delta-Sigma-D/A-Wandlung Signale generiert. Aber man sollte sich von der Theorie nicht einschüchtern lassen, denn es gibt dazu Beispiele, mit denen man das Beschriebene praktisch nachvollziehen kann.

### Was man braucht...

Wenn man die Beispiele selbst ausprobieren möchte, dann benötigt man

- Ein Arduino- no-Board. Etliche andere Arduino-Boards auf der Basis der Controller ATmega328, ATmega1 8, ATmega128 oder ATmega2 funktionieren auch.
- Ein SB-Kabel zur Verbindung von Arduino mit einem PC.
- Einen Piezo-Buzzer zur Tonwiedergabe.
- Alternativ einen Mini-Lautsprecher oder einen Kopfhörer mit passender Buchse zum Anschluss an ein Arduino-Board.
- Einen PC, auf dem die Arduino-IDE und ein Tool namens

SoundData für die IDE installiert sind (siehe die Download-Quellen bei den Weblinks).

### Klangmaschinen

Wenn es um interaktive Musikinstrumente geht, bevorzuge ich die Bezeichnung „Sound Machines“. Sie bestehen aus drei Blöcken den zur Klangerzeugung notwendigen Daten,

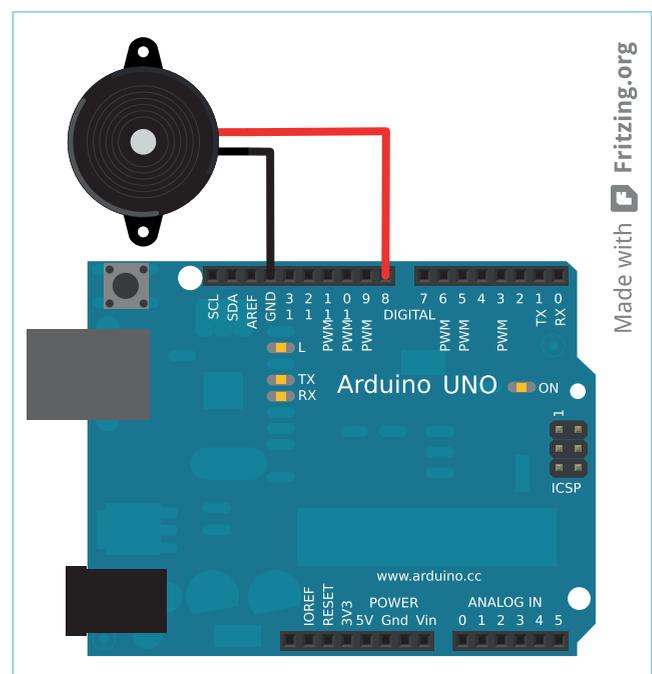


Bild 1. Piezo-Buzzer an Arduino no.

Dieser Artikel zeigt, wie interaktive Klang-Maschinen auf der Basis von gewöhnlichen Arduino- Boards funktionieren. Natürlich eignet sich das hier vermittelte Know-How und die Software auch zur Übertragung auf Arduino Mega, Arduino Mini oder andere Arduino-Lösungen mit 8-bit-Controllern. Außerdem ist dieser Kurs ein guter Einstieg in die Arduino-Welt.

dem User-Interface und der eigentlichen Klangmaschine. Töne kann man erzeugen oder einfach aus einer Kollektion abspielen. Man kann auch in Echtzeit Soundvariationen erzeugen. Die Daten können also die eigentlichen Signale, die Klänge eines Klaviers oder auch die Bytes in einem Sampler sein. Das User-Interface definiert, wie Klänge moduliert oder modifiziert werden. Das einfachste Beispiel ist die Lautstärke-einstellung, die mit einem Poti oder Dreh-Encoder vorgenommen wird. Das Interface besteht aus dem, was der Benutzer zur Veränderung des Verhaltens der Maschine einsetzt. Schließlich definiert die Maschine auch, wie Daten angezeigt werden. Sie verwendet die Daten und macht daraus passend zu den Parametern des User-Interface die Töne. In unserem Fall besteht die Maschine aus einem Digital/Analog-Konverter, der mit Hilfe von Software implementiert wird.

### Vom Blinken zum Summen

Das obligatorische Hello-World-Beispiel lässt bei Arduino die LED an Pin 13 blinken. Der Code sieht so aus

```

Blin
Get the LED on pin 13 to go on off
http arduino.cc

int ledPin = 13 define the LEDs pin

void setup()

    pinMode( ledPin, OUTPUT )
    configure the pin as output

void loop()

    digitalWrite( ledPin, HIGH )
    turn the pin on
    delay( 1000 ) ait 1sec
    digitalWrite( ledPin, LOW )
    turn the pin off
    delay( 1000 ) ait 1sec

```

Das Beispiel ist selbsterklärend. Mit geringen Änderungen kann der gleiche Code Töne ausgeben. Zunächst genügt dazu

ein Piezo-Buzzer. Später erfolgt die Ausgabe mit einem richtigen Lautsprecher, um eine bessere Klangqualität zu erreichen.

### Der Piezo-Buzzer

Ein Piezo-Buzzer ist ein elektronisches Bauteil, das aus einem flachen ferroelektrischen Keramikmaterial besteht, auf dessen gegenüberliegenden Seiten leitfähige Metallbeschichtungen aufgebracht sind. Aufgrund des inversen piezoelektrischen Effekts verbiegt sich die Keramik proportional zur angelegten Spannung. Audiosignale haben daher eine entsprechende Schallabstrahlung zur Folge.

Man kann das ausprobieren, indem man einen Anschluss des Piezo-Buzzers z.B. an Pin 8 eines Arduino-Boards legt und den anderen Anschluss an dessen Masse ( GND ), siehe [Bild 1](#). Man nehme dann den vorherigen Code und ändere die Zeile, in der festgelegt wird, wo die LED angeschlossen ist

```

int ledPin = 8 define the pin for
your Speaker or Piezoelectric

```

Wenn man dieses Programm laufen lässt, wird man den Buzzer einmal pro Sekunde klicken hören, nämlich dann, wenn sich die von Pin 8 gelieferte Spannung ändert. Man kann den zeitlichen Abstand dieser Spannungsänderung variieren. Je kürzer die Zeit, desto häufiger ertönen Klicks. Ab einer bestimmten Frequenz hört man statt Klicks einen Ton. Wenn man nun beide Zeilen mit den Verzögerungen zwischen den Klicks so ändert

```

delay( 1 )

```

hört man einen Ton mit einer Frequenz von 1000 Hz. Aufgrund der hohen Resonanzfrequenz im kHz-Bereich wird der hörbare Ton in diesem Bereich mit zunehmender Frequenz lauter.

Wenn man ernsthaft Töne erzeugen will, dann empfiehlt sich der Verzicht auf die Funktion `delay()`, denn es gibt Besseres mit einer präziseren zeitlichen Auflösung zur Erzeugung von Tönen. Schon die Funktion `delayMicroseconds()` bietet Vorteile, da sie um den Faktor tausend besser auflöst.

Wenn man diese Änderungen im ersten Blink-Programm einfügt, dann mutiert das Resultat zu einer Art Bienen-Summen

```

Bee
Ma e a pie oelectric oscillate
on pin 8
http arduino.cc

int pie oPin = 8 // define here the
                pie oelectric is connected

void setup()

    pinMode( pie oPin, OUTPUT)

void loop()

    digital rite( pie oPin, IG )
    delayMi croseconds( 1000 )
    digital rite( pie oPin, LO )
    delayMi croseconds( 1000 )

```

## Ton und Zeit

Laut der Erkenntnisse von Fourier besteht jedes periodische Signal aus einer Kombination sinusförmiger Signale unterschiedlicher Amplituden und Frequenzen. Man kann also Sinus- und Cosinus-Wellen als universelle Bausteine des Klangs betrachten.

Unglücklicherweise können Mikrocontroller – da ist Arduino keine Ausnahme – die Sinusform nicht sehr gut generieren. Man kann sehr einfach Rechteckwellen durch periodisches Umschalten eines digitalen Pins erzeugen. Gegenüber sinusförmigen Signalen gleicher Frequenz haben Rechteckwellen aber zusätzliche Komponenten. Ein Rechtecksignal klingt auch bei gleicher Frequenz und damit Tonhöhe anders als eine Sinuswelle.

Wie zu bemerken war, gibt es einen klaren Zusammenhang zwischen der Zeit, die der Mikrocontroller zwischen der Umschaltung eines Ausgangs wartet, und der Frequenz (in Hz)

Tonhöhe des entstehenden Audio-Signals. Das zweimalige Umschalten eines digitalen Pins führt zu einer kompletten Rechteck-Periode. Deren Dauer  $p$  und die Frequenz hängen fest zusammen. Die Formel lautet

$$f = \frac{1}{p} \rightarrow p = \frac{1}{f}$$

Die Periodendauer ist also der Kehrwert der Frequenz und umgekehrt. Auf diese Weise ist es sehr einfach, die für einen bestimmten Ton notwendigen Zeiten zu berechnen. Für den Kammerton  $a^1$  mit seinen 440 Hz ergibt sich demnach

$$p = \frac{1}{440} = 0,0022727 \text{ s} = 2,2727 \text{ ms} = 2272,7 \text{ } \mu\text{s}$$

Wenn das Programm „Bee“ also den Kammerton  $a^1$  spielen soll, dann müssen sich beide Zeiten mit `delayMicroseconds()` zu 2272  $\mu\text{s}$  addieren.

```

digital rite( pie oPin, IG )
delayMicroseconds( 2272 )
digital rite( pie oPin, LO )
delayMicroseconds( 2272 )

```

Verschiedene Töne führen zu unterschiedlichen Verzögerungszeiten. Tabelle 1 zeigt eine volle Oktave, deren Töne von einem Arduino-Board mit den gelisteten Zeiten gespielt werden können.

T	1	N		
N	N	H		
C	$c^1$	2 1, 3	3822	1 11
D	$d^1$	2 3,	3 0	1703
E	$e^1$	32 , 3	302	1 17
F	$f^1$	3 ,23	28 3	1 32
	$g^1$	3 2,00	2 1	127
	$a^1$	0,00	2272	113
B	$b^1$	3,88	202	1012
C	$c^2$	23,2	1 11	

## Die Arduino-Tone-Library

Arduino kann mehr als nur einzelne Töne produzieren. Zunächst einmal werden Töne in der Musik in Noten angegeben, die neben der Information über die Tonhöhe auch die Information über deren Dauer beinhalten. Um nun das Abspielen einfacher Melodien zu vereinfachen, wurde eine Library erstellt, die alle notwendigen (und beschriebenen) Kalkulationen nebst der Dauer beinhaltet. Bis jetzt ist lediglich klar, wie man einen Ton auf einem wenig abstrakten Niveau erzeugt. Ein Stück mehr Abstraktion aber erleichtert die spätere Verwendung bei der Sound-Produktion.

Die Library erhält den bezeichnenden Namen `tone` und enthält eine Funktion zur Produktion eines Tons. Der Ton wird im Hintergrund durch die Verwendung einiger interner Timer des Mikrocontrollers wiedergegeben. Ein Timer ist dabei für die Tonhöhe und ein zweiter für die Tondauer zuständig. Es gibt gleich zwei Funktionen für die Tonerzeugung, aber mit unterschiedlicher Parameter-Anzahl

```
tone( pin, frequency )
  play a tone
tone( pin, frequency, duration )
  play a note, duration in milliseconds
```

Das Argument „duration“ (Dauer) spielt den Ton nicht unbegrenzt lang, sondern für die durch den Parameter angegebene Anzahl an Millisekunden. Wenn man die Dauer etwas näher an musikalisch üblicher Notation angeben will, muss man festlegen, wie lange die unterschiedlichen Notenarten dauern sollen. Der folgende Code unterstellt, dass eine so genannte ganze Note eine Dauer von 0, s aufweist.

```

e define durations as numbers
bet een 1 and
1   whole note - 1 unit
2   half note - 0.5 units
3   crotchet - 0.25 units
4   - uaver - 0.125 units
5   semi uaver - 0.025 units
    demi semi uaver - 0.03125 units
    hemi demi semi uaver -
    0.01525 units

void playNote( int speaker,
               int theTone, int duration )

    e give for granted that the half
    note lasts 0.5 seconds
    long time = 500 / po ( 2, duration-1 )

    assign the note to the speaker
    tone( speaker, theTone, time )
```

Die vorliegende Funktion kann man auch so schreiben, dass sie die gebräuchliche Tempoangabe in so genannten beats per minute (bpm) berücksichtigt.

Auf diese Weise kann ein Instrument ein Stück in verschiedenen Tempi bei Beibehaltung von Tonhöhe und relativer Dauer der Töne spielen.

```

e define durations as numbers
bet een 1 and
...

void playNote( int speaker, int theTone,
               int duration, int bpm )

    menmotecnic 120 bpm - - >
    1000 milliseconds for half note
    source http://bradthemad.org/guitar/
    tempo_calculator.php
    long time = ( 1000 / bpm * 120 )
    po ( 2, duration )
```

```

assign the note to the speaker
tone( speaker, theTone, time )
```

## Melodien in Ketten

Wir sind mit den Funktionen noch nicht ganz fertig. Um eine richtige Melodie zu spielen, braucht es noch etwas mehr. Ein Musikstück besteht außer aus Noten auch noch aus Pausen. Nachfolgend wird demonstriert, wie ein Programm eine kurze Melodie spielt, die in einem so genannten Array aus Zahlen gespeichert ist. Zur Arduino-IDE gehört ein Beispiel, das genau diese Aufgabe erledigen kann. Man findet das Beispiel unter File → Examples → Digital → tone\_melody

```

Melody

Plays a melody
...

#include pitches.h

notes in the melody
int melody =
  NOTE_C4, NOTE_G3, NOTE_G3, NOTE_A3,
  NOTE_G3, 0, NOTE_B3, NOTE_C4

note durations 4 = quarter note,
8 = eighth note, etc.
int noteDurations = 4, 8, 8, 4, 4,
4, 4, 4

void setup()
  iterate over the notes
  of the melody
  for( int thisNote = 0; thisNote < 8;
       thisNote++ )

    to calculate the note duration,
    take one second divided by the
    note type. e.g. quarter note =
    1000 / 4, eighth note = 1000 / 8,
    etc.
    int noteDuration = 1000 /
    noteDurations[thisNote]
    tone( 8, melody[thisNote],
          noteDuration )

    to distinguish the notes, set a
    minimum time between them.
    the note's duration / 30 seems to
    work well
    int pauseBetweenNotes =
    noteDuration / 30
    delay( pauseBetweenNotes )

    stop the tone of playing
```

```
noTone( 8 )

void loop()
  no need to repeat the melody.
```

Man sieht, dass die Melodie nicht in einem, sondern in zwei Arrays gespeichert ist. Die Noten stecken in einem Array und deren Dauern stecken im zweiten Array. Die Dauer wird dabei anders als bisher beschrieben angegeben. Das vorhergehende Beispiel drückt die Dauer in musikalischer Art aus. Der erste Befehl des Programms inkludiert eine Datei mit der Bezeichnung `pitches.h`, die als Teil des Codes in einem anderen Tab des Beispiels steckt. Die Datei ist leider zu umfangreich, um deren Code hier abzdrukken. Sie enthält eine Serie von Konstanten, die jeweils die Frequenzen von Tönen festlegen. Von daher enthält die Konstante `NOTE_A4` den numerischen Wert 440, da der Kammerton a1 (in englischer Notation A) eine Frequenz von 440 Hz hat.

#### Public Constants

```
#define NOTE_B0 31
#define NOTE_C1 33
#define NOTE_CS1 35
...
#define NOTE_G4 392
#define NOTE_GS4 415
#define NOTE_A4 440
#define NOTE_AS4 465
...
#define NOTE_CS8 4435
#define NOTE_D8 4675
#define NOTE_DS8 4915
```

Wenn man das Abspieltempo einer Melodie beeinflussen will, dann muss man wie schon erwähnt noch das Tempo in beats per minute einbauen. Man muss dazu nur wieder die Funktion `playNote` ähnlich wie schon bei der Integration der Dauer entsprechend modifizieren. Die neue Funktion:

```
#include pitches.h

int melody =
  NOTE_C4, NOTE_G3, NOTE_G3, NOTE_A3,
  NOTE_G3, 0, NOTE_B3, NOTE_C4
int noteDurations = 2, 3, 3, 2, 2, 2,
2, 2
int bpm = 120
```

```
void playNote( int speaker, int theTone,
int duration, int bpm )

  menmotecnic 120 bpm - - >
  1000 milliseconds for half note
  source http bradthemad.org guitar
  tempo_calculator.php
  long time = ( 1000 / bpm * duration )
  po ( 2, duration )

  assign the note to the speaker
  tone( speaker, theTone, time )
  delay( time * 1.30 ) // add 30% for the
  // silence between notes

void setup()
  for( int thisNote = 0; thisNote <
    8; thisNote++ )
    playNote( 8, melody[thisNote],
    noteDurations[thisNote], bpm )
```

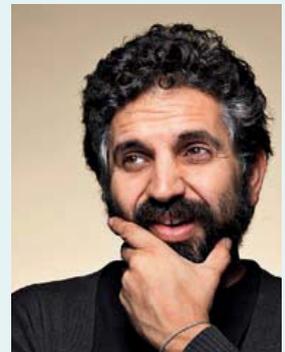
```
void loop() // let's listen
  to it just once
```

Wenn man nun noch die Abfrage eines Potis oder eines anderen analogen Sensors integriert, kann man damit die BPM-Rate und so die Abspielgeschwindigkeit ändern.

(120366)

#### A

David Cuartielles (geboren 1977, aus Zaragoza in Spanien) ist zur Zeit der Leiter des Prototypen-Labors K3 an der Malmö-Universität in Schweden. Er ist Research Fellow im Bereich Interaction Design des Medea Research Studios. 2007 war er einer der Koautoren der Arduino Prototypen-Plattform. David hat ein besonderes Interesse an der Embedded Elektronik und der Ausbildung. Er war an verschiedenen Institutionen auf der ganzen Welt Dozent: CLARA, Nanyang, Samsung Art and Design Institute, Copenhagen Institute of Interaction Design, Tecnológico de Monterrey und anderen.





Entwicklung industrietauglicher Software und Hardware sowie Elektronik  
03303/212166 oder [www.jasys.de](http://www.jasys.de)

Gravuren / Schilder / Frontblenden  
[www.webgrav.de](http://www.webgrav.de)



LCDs und mehr  
[www.lcd-store.de](http://www.lcd-store.de)  
[www.LC-Design.de](http://www.LC-Design.de)  
[www.crystalfontz.de](http://www.crystalfontz.de)

Leiterplatten für Pragmatiker!



[www.pcb-joker.com](http://www.pcb-joker.com)

## Alles Spule!

Wir liefern und fertigen:  
Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Spulenkörper, Isoliermaterial, Klebebänder, Tränklacke, Übertrager, RFID-Spulen, Sensor- und Aktorspulen, Prototypen, Kleinserien, Serien, Ersatzteile und vieles mehr.



[www.spulen.com](http://www.spulen.com)

W2micro [www.w2micro.de](http://www.w2micro.de)

- diverse SMD-Adapter
- RS232-TTL-Pegelwandler
- Sonderelektronik (z.B. Audioverteiler)
- Leiterplattenbestückung und Kabelkonfektionierung ab 1 Stück

## LOETRONIC

Embedded MP3 Module  
[www.loetronic.com](http://www.loetronic.com)

## Bausätze zu ELEKTOR 1986 bis heute!

Teilesätze, Platinen, programmierte Controller sowie Cds zu fast allen Elektor-Projekten vom Spezialist. Alle Elektor-Artikel zum Verlagspreis.

Ihr zuverlässiger Partner für aktive und passive elektronische Bauteile und Komponenten:



Geist Electronic-Versand GmbH  
Tel.: 07720/36673  
Fax: 07720/36905  
Mail: [info@geist-electronic.de](mailto:info@geist-electronic.de)  
Shop: [www.geist-electronic.de](http://www.geist-electronic.de)

## SCOPES und mehr

## HAMEG® Instruments

A Rohde & Schwarz Company

## MESSTECHNIK zum fairen Preis

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



ab 1 Stck. **Leiterplatten zu TOP-Preisen!!**

## HEXWAX LTD [www.hexwax.com](http://www.hexwax.com)

Treiberunabhängige USB-ICs von einem der Weltmarktführer

- USB-UART/SPI/I2C-Konverter • TEAleaf-USB Authentifizierungs-Dongles • expandIO-USB I/O-USB-Expander • USB-FileSys Flash-Drive mit SPI-Interface
- USB-DAQ Flash-basierter Datenlogger

Günstige Platinen clever bestellen!



[www.pcb-joker.com](http://www.pcb-joker.com)



SCHNITTSTELLENWANDLER von

## WLAN LAN USB

nach

RS **485** RS **422** RS **232** TTY

über virtuellen COM-Port ansprechbar  
[www.NienTech.de](http://www.NienTech.de)

## USB-ISOLATOR



Galvanische Trennung  
Störfreie Messungen  
Sicherheit und Schutz



[www.cesys.com](http://www.cesys.com)  
Elektronik · Messtechnik · FPGA

Kleinrechner mit FPGA  
[www.bomerenzprojekt.de](http://www.bomerenzprojekt.de)

Baugruppenbestückung vom Prototypen bis zur Serie  
**FS-ELECTRONIC.de**

Ausgabe: Oktober 2012  
Anzeigenschluss: 14. August 2012  
Erscheinungstermin: 19. September 2012

# www.elektor.de



**PCBs Muuuuch Cheaper...**

**17.22 EURO\***  
5 pcs, 100 mm x 100 mm  
\*per piece, incl. VAT (23%)  
+ shipping costs e. g. Germany 10.89 EURO

No-frills policy



[www.jackaltac.com](http://www.jackaltac.com)

# T

# A

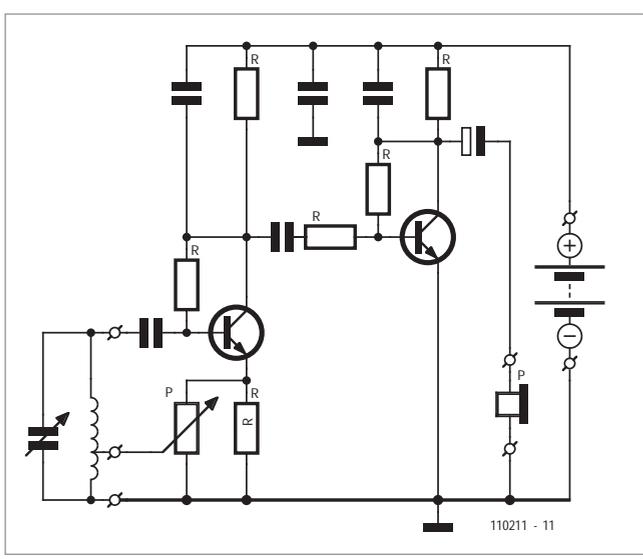
Von Frank de Leuw (D)



Audion Was ist das denn Im Zeitalter von Twitter und Smartphones kann man nicht mehr voraussetzen, dass Dinge, die nichts mit dem Internet zu tun haben, noch allseits bekannt sind. Oder doch oogle liefert erstaunlicherweise über Millionen Hits bei der Eingabe von „audion“ – und das obwohl der Begriff kein kleines „i“ als Präfix hat (gibt es auch, aber „iAudion“ provoziert nur 12.000 Treffer). Ganz so unbekannt ist dieses Empfängerprinzip also auch heute nicht, selbst wenn es schon auf der ersten Seite der Liste Einträge gibt, die nichts mit dieser Art von Radio-Schaltung zu tun haben.

Auf jeden Fall dürfte jetzt jeder eine Idee davon haben, was ein Audion ist. Falls nicht Es ist ein super-simples und nichtsdestotrotz empfindliches Empfängerprinzip. Wer es genauer haben will, der kann nachlesen. Zu diesem Thema ist auch der Wikipedia-Artikel [1](#) ganz schön umfangreich. Der Autor ist jedenfalls ein Fan der vielen interessanten HF-Experimente, die sich unser bekannter Elektor-Autor Burkhard Kainka ausgedacht hat. Ausgehend von Kainkas Audion-Schaltungen hat er eine besonders einfache aber leistungsfähige Variante mit modernen Bauteilen entwickelt Ein Audion mit nur zwei Feld-, Wald- und Wiesentransistoren und doch guten Empfangseigenschaften. Eine Variante davon hat der Autor auf seiner Homepage [2](#) veröffentlicht.

Die vielleicht noch einen Tick leichter nachzubauende „elektorisierte“ Variante finden Sie hier: Statt einem „Brettchen-Aufbau“, wie er zu Zeiten üblich war, als Platinen noch nicht erfunden waren, zeigen wir hier einen per Lochmaster für eine (bei Elektor erhältliche) Elex-Experimentierplatine optimierten Bestückungsplan. Zunächst zur Schaltung Auffallend sind die beiden 081 -Transistoren vom Typ BC 8. Für den hier interessierenden Frequenzbereich der Mittelwelle mit 0, ...1, MHz genügen tatsächlich Exemplare, die eigentlich für NF-Zwecke gedacht sind. Der Drehko C1 und L1 bilden zusammen den üblichen Parallelschwingkreis, mit dem man die zu empfangende Frequenz einstellt. Der Trick am Audion ist, dass man mit Hilfe eines



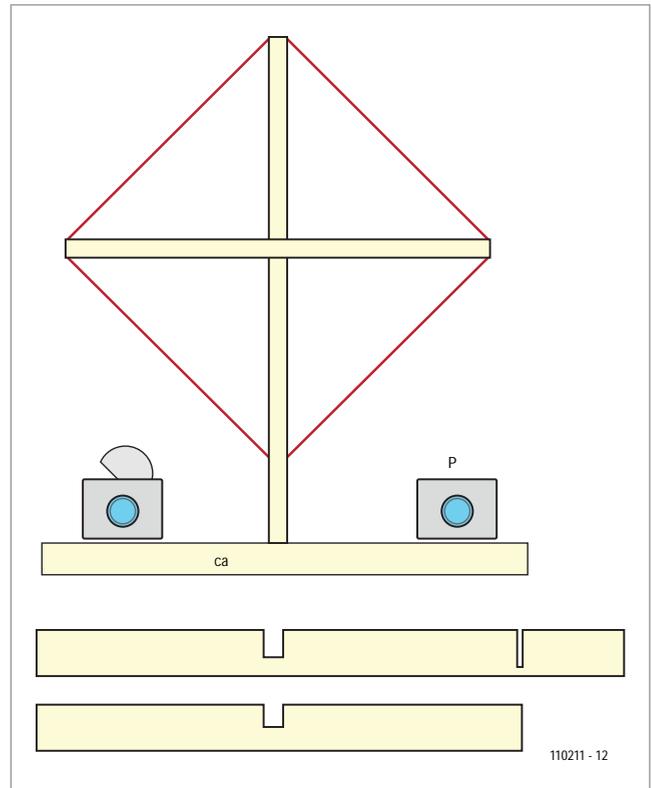


„aktiven“ Bauelements – genauer mit Hilfe dessen Verstärkungsfähigkeiten – eine Rückkopplung realisiert, die so eingestellt wird, dass die Schaltung gerade nicht schwingt. Diese Maßnahme entlastet den Schwingkreis und macht ihn selektiv der Empfänger wird dank der hohen Verstärkung recht empfindlich. Aktives Bauelement ist hier T1. Mit P1 und der Anzapfung an L1 wird die Rückkopplung eingestellt. T1 übernimmt dabei nicht nur die HF-Verstärkung, sondern (dank krummer Kennlinie der BE-Strecke) auch die Demodulation des auf MW üblicherweise amplitudenmodulierten Signals.

T2 schließlich sorgt für eine weitere Verstärkung des NF-Signals. über C wird dann direkt ein kleiner Lautsprecher oder besser ein Kopfhörer angeschlossen. Ein Kopfhörer sollte hochohmig sein, damit die Anpassung besser ausfällt. Aus diesem Grund empfiehlt sich hier die Serienschaltung der beiden Hörspeiser.

Der Aufbau der Schaltung ist dank des Bestückungsplans für die Experimentierplatine ziemlich einfach. Mehr handwerkliches Geschick ist beim Bau der Antenne gefragt. Aber auch hier ist nicht viel mehr als die übliche Heimwerker-Ausstattung erforderlich. Brettchen und Latten kann man sich für kleines Geld in jedem Baumarkt auf die in der Zeichnung angegebenen Maße zurechtsägen lassen.

Auf das Rundbrett kommt zwischen dem Drehko links und Poti rechts in die Mitte die Platine. Dahinter wird das Lattenkreuz wie beim abgebildeten Prototypen aufgeschraubt (Hinweis: beim Prototypen hat der Autor statt des externen Potis einen Trimmer direkt auf der Platine untergebracht,



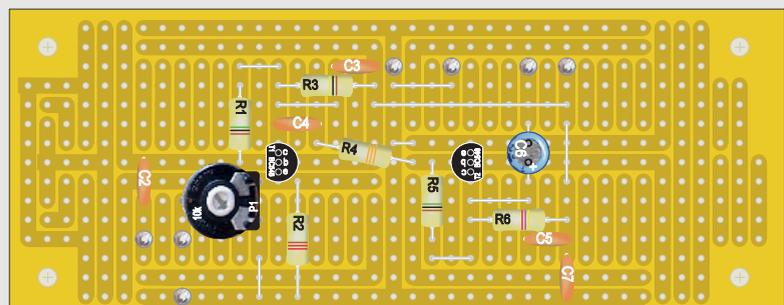
den man auch im Bestückungsplan der Elex-Platine sieht). Auf das Kreuz werden 20 Windungen Kupferlackdraht gewickelt. Die Anzapfung geschieht nach der fünften Wicklung. Die Anordnung ist nicht so kritisch, wie sie für einen HF-Anfänger vielleicht ausschauen mag. Der im Elektor-Labor

R1,R 1 M  
 R2 = 220 Ω  
 R3 100 k  
 R 33 k  
 R k7  
 P1 10 k, Poti, linear

C1 = 500 p, Drehko, siehe Text  
 C2,C ,C7 100 n, keramisch, RM 2, mm  
 C3,C 1 n, keramisch, RM mm  
 C 220 /1 V, radial, RM mm

L  
 L1 Rahmenantenne, 20 Wind. CuL mit Anzapfung nach Wind. (siehe Text)

H  
 T1,T2 BC 8



A  
 Experimentierplatine Elex-1  
 -V-Batterie Clip  
 Kleiner Lautsprecher oder Kopfhörer (siehe Text)

aufgebaute Prototyp hatte bei Versorgung mit einer 9V-Batterie einen Stromverbrauch von 1,2 mA. Der mit diesem Aufbau mögliche Frequenzbereich lag bei gemessenen 0,1 ... 1,2 MHz. Die Empfangsqualität ist überraschend gut, wenn man einmal die Einstellung der Rückkopplung mit P1 im Griff hat. Beim Empfang ist das Audion den üblichen Superhet-Empfängern ebenbürtig. Will man statt eines Kopfhörers einen Verstärker anschließen, dann kann man R durch einen Poti ersetzen, wobei der Pluspol von C mit dessen Schleifer verbunden wird.

Wer keinen passenden Drehko mit etwa 100 pF auftreiben kann, der kann sich via [3] das Exemplar VCAP4 besorgen und die beiden 200-pF-Hälften parallelschalten. Im Elektor-

Labor war es übrigens erforderlich, die Rahmenantenne mit drei Windungen weniger zu realisieren, damit der Empfangsbereich einigermaßen zur MW passte. Wir meinen, dass so ein Audion mit Rahmenantenne nicht nur etwas her macht, sondern sich auch prima als Vater-Sohn-Bastelprojekt eignet, bei dem man viel ausprobieren und lernen kann. Nicht vergessen: Eine Rahmenantenne ist eine Richtantenne!

(110211)

- 1 <http://de.wikipedia.org/wiki/Audion>
- 2 [www.elektronik-radio.de/3...html](http://www.elektronik-radio.de/3...html)
- 3 [www.ak-modul-bus.de/](http://www.ak-modul-bus.de/)

## T

Von Luc Lemmens (Elektor-Labor)

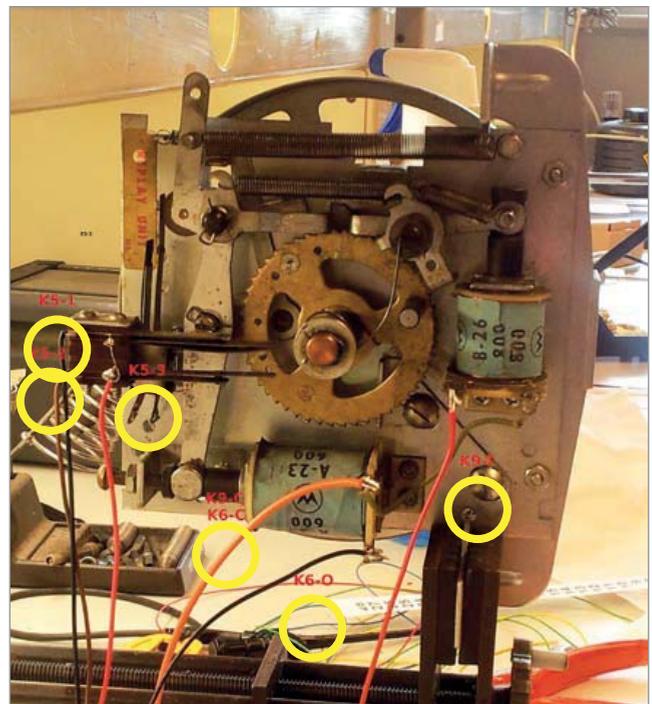
Im April dieses Jahres stellten wir das Thermometer des Herrn Ottlieb vor, das die Temperaturen mit Walzenzählern aus elektromechanischen Flipperautomaten anzeigt. Um die Temperaturen mit anderen Zählwerken anzuzeigen, die ebenfalls aus nostalgischen Flipperautomaten stammen, sind nur wenige Anpassungen nötig.

Die erste Version verhalf zwei elektromechanischen Zählwerken zu neuen Aufgaben, die in einem alten Flipperautomaten den Punktestand des Spielers angezeigt hatten. Solche Zählwerke können lediglich von 0 bis 9 zählen, und weil sie nur vorwärts zählen können, müssen sie beim Wechsel von beispielsweise 2 nach 1 insgesamt neun Ziffern durchlaufen. In vielen alten Flippern ist oft noch ein anderes Zählwerk eingebaut, auf dem das Guthaben des Spielers erscheint. Dort erfährt der Spieler, wie viele Runden er flippern darf, bis er vom Automaten wieder zur Kasse gebeten wird. Das können 1 bis 20 Spiele sein, es gibt aber auch Guthabenzählwerke, die bis 37 oder höher zählen. Die Konstruktion arbeitet mit zwei mechanischen Schaltwerken, die Zählrichtung ist hier beliebig. Ferner signalisiert ein Kontakt die Nullstellung (Guthaben verbraucht), ein zweiter Kontakt signalisiert den Höchststand (neues Guthaben).

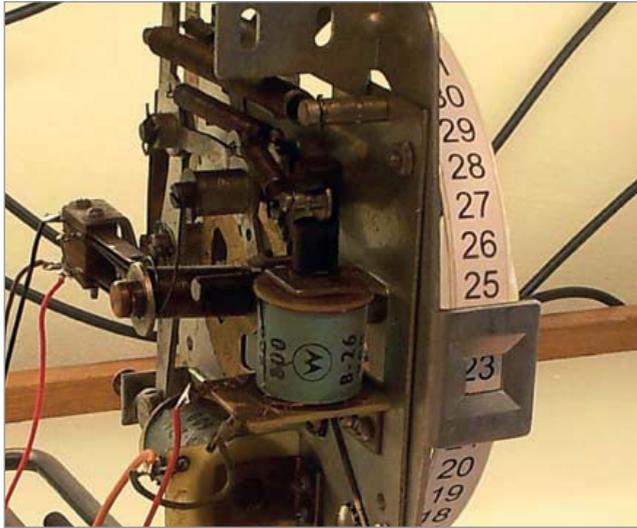
Die Ziffern solcher Guthabenzählwerke sind meistens kleiner als die Ziffern der Punktezeiger, der Höchststand ist auf



## A



niedrige zweistellige Werte begrenzt. Doch beides war kein Hindernis, eine Thermometer-Version 2.0 zu entwickeln! Zwei Elektromagnete, zwei Ziffern, zwei Kontakte: Diese Anzeige ist zwar anders konstruiert, doch die Steuerung der



ersten Version lässt sich ohne Änderungen der Bauteile anpassen. Die Anzahl der Anschlüsse unterscheidet sich, und natürlich müssen Änderungen in der Firmware vorgenommen werden.

Der Teil der Firmware, der die Temperatur-Messfunktionen betrifft, bleibt unverändert, anzupassen sind lediglich die Signale für die Ausgabe der Werte. Nach dem Einschalten gibt der Mikrocontroller so viele Impulse aus, wie zum Erreichen der Nullstellung nötig sind. Die Nullstellung wird dem Mikrocontroller durch Öffnen des Nullstellungskontakts signalisiert. Die Temperatur wird gemessen, anschließend wird für jedes °C ein Impuls erzeugt. Bei der nächsten Messung, die 1 Minuten später folgt, vergleicht der Mikrocontroller die erste Temperatur mit dem aktuellen Wert. Abhängig von der Differenz werden Impulse an den Zähler ausgegeben, die ihn vorwärts oder rückwärts drehen lassen, bis die aktuelle Temperatur erreicht ist. So weit, so gut, nur leider reichen die Anzeigewerte der Uhabenzählwerke nicht aus, die lediglich bis 20 zählen. Hochsommerliche Temperaturen sind nicht darstellbar, und auch das Wohnzimmer ist in der Regel wärmer als 20 °C.

Die Walze hat meistens einen genügend großen Umfang, um mehr als 20 Schritte anzeigen zu können. Wenn die Mechanik modifiziert wird, kann die Walze sogar volle Runden drehen. Wir haben ein Uhabenzählwerk aus einem Flipper der Marke „Williams“ ausgebaut, es kann jedoch wie bei der ersten Version ein Exemplar beliebiger Herkunft sein (zum Beispiel Bally oder Gottlieb). Die Uhabenzählwerke sind zwar nicht absolut identisch, und einige Flipper-Hersteller haben die elektromechanischen Komponenten an ihre Vorstellungen angepasst. Die Funktionsweise ist jedoch stets gleich. Damit die Walze von 0 bis 30 zählen kann, wird sie

mit einem Papierstreifen überklebt, auf den mithilfe eines CAD-Programms die Zahlen 0... 30 aufgedruckt werden. Das allein genügt allerdings noch nicht, auch eine mechanische Modifikation ist nötig. Im Foto sind links die Kontakte für die Null- und Endstellung zu erkennen. Rechts daneben befindet sich das Zahnrad, auf dem zwei lange Stifte montiert sind. Der obere Stift öffnet den Kontakt der Nullstellung, wenn das Zahnrad entgegen dem Uhrzeigersinn dreht. Der untere Stift schließt den Endstellungskontakt, wenn sich das Zahnrad im Uhrzeigersinn bewegt und die Endstellung erreicht. Diesen Stift haben wir entfernt, um den Anzeigebereich zu erweitern. Der andere Stift betätigt im Störfall auch den Endstellungskontakt, dann verhindert die Firmware das Weiterdrehen.

Wir haben die modifizierte Firmware für den Mikrocontroller ATtiny 2313 (siehe erste Version, Platine 110673-1) auf der Projektseite 1 bereitgestellt.

(120251)gd

1 [www.elektor.de/1202](http://www.elektor.de/1202) 1

Anzeige



## Elektor Electronic Toolbox

Erhältlich im  
App Store

### Umfangreiche Elektroniker-App von Elektronikern für Elektroniker

Die neue „Elektor Electronic Toolbox“-App ist ganz auf die Belange von Elektronikern zugeschnitten. 33 Einzelprogramme/Anwendungen können über eine übersichtliche Oberfläche ausgewählt werden.

Sehr hilfreich im Entwickleralltag sind die Datenbanken für die Bauteilgruppen Bipolar-Transistoren, FETs, Triacs, Thyristoren, Dioden und ICs. Ein Bauteil kann anhand der Typenbezeichnung kinderleicht ausgewählt werden – eine Internetverbindung ist nicht 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.

Tools wie eine virtuelle Widerstandsuhr, ein Umrechner zwischen Maßeinheiten, eine Schaltsymboldatenbank und vieles mehr runden die Elektor-App ab.

Die neue „Elektor Electronic Toolbox“ (geeignet für iPhone, iPod und iPad) kann zum Preis von nur 3,99 Euro heruntergeladen werden.



Wer im Garten einen Teich mit lebenden Fischen angelegt hat, kennt das Dilemma. Nicht selten werden die Fische zur Beute gieriger Fischreiher. Nur zu oft erweisen sich herkömmliche Gegenmaßnahmen als unzureichend, schließlich gehören Reiher zu den gewieftesten Vertretern ihrer Art. Sogar Elektrozäune sind wirkungslos, sie werden von den Reihern schadlos überwunden. Dieser Reiherschreck ist zwar kein hundertprozentiges Allheilmittel, doch die Effizienz ist erstaunlich.

Von Will J.B. Hus (NL)

Wenn Reiher auf Beutezügen sind, nähern sie sich Fischteichen vorsichtig aus einiger Entfernung. Der Teich wird hier durch eine von Fischreihern nicht

sche den Räuber in die Flucht schlägt. Für den Reiher ist nicht ergründbar, was die Dusche auslöst. Seine Schläue nützt ihm hier nichts! Der Reiherschreck arbeitet mit einem Infrarot-Sender und -Empfänger, beide

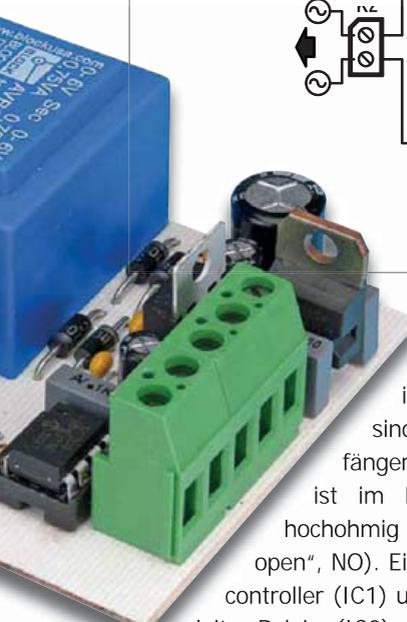
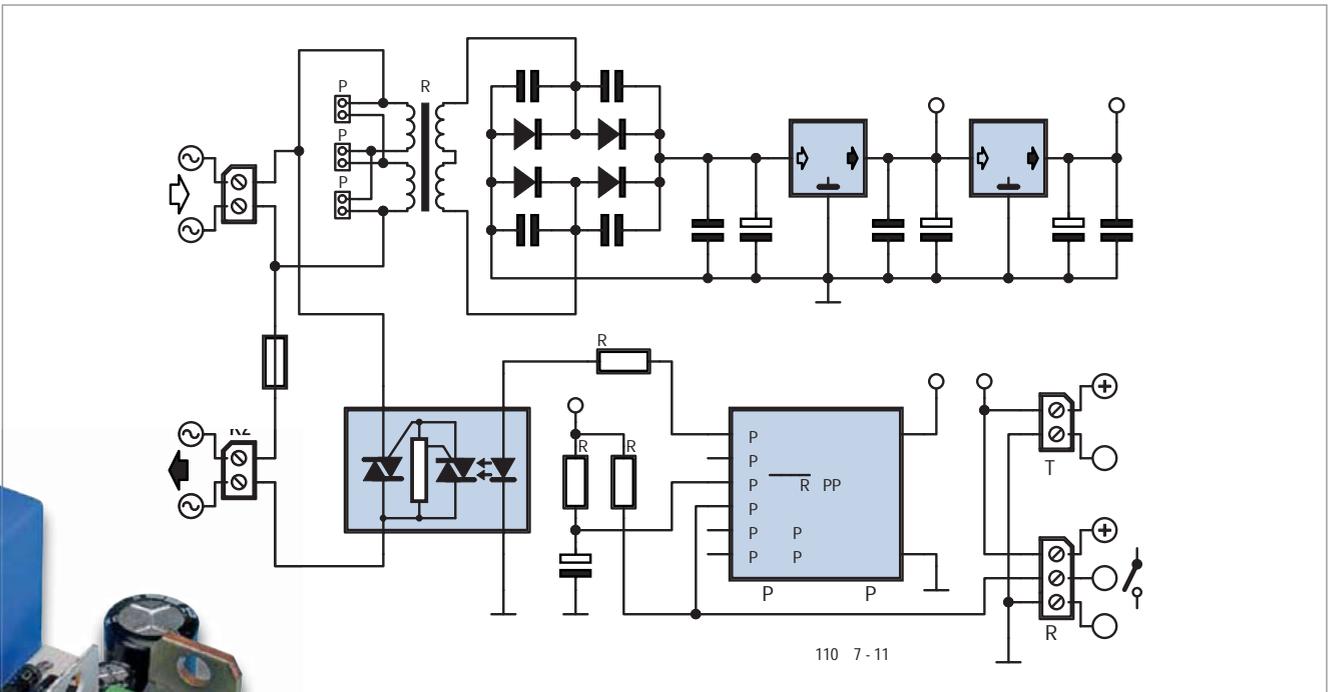
Strahl durchbricht, gibt ein Magnetventil die Wasserzufuhr zur Dusche frei. Als Reflektoren haben sich ausgemusterte Auto-Rückspiegel bewährt, sie sind in Autoverwertungen preiswert zu haben. Die Spiegel werden auf kurzen Pfählen

N A

wahrnehmbare Barriere gesichert. Beim Versuch, die Barriere zu überwinden, strömt auf den Reiher eine kräftige Dusche nieder. Reiher sind von Natur aus wasserscheu, so dass die Du-

sche sind am gleichen Ort positioniert, zeigen aber in entgegengesetzte Richtung. Der Infrarot-Strahl wird durch mehrere Spiegel um den zu sichernden Teich gelenkt. Wenn ein Reiher den Infrarot-

strahl durchbricht, gibt ein Magnetventil die Wasserzufuhr zur Dusche frei. Als Reflektoren haben sich ausgemusterte Auto-Rückspiegel bewährt, sie sind in Autoverwertungen preiswert zu haben. Die Spiegel werden auf kurzen Pfählen



Sortimentern im Angebot sind. Der Empfänger-Ausgang ist im Ruhezustand hochohmig („normally open“, NO). Ein PIC-Mikrocontroller (IC1) und ein Halbleiter-Relais (IC2) übernehmen

die Steuerung des Magnetventils. Bei unterbrochenem Infrarot-Strahl wird der Mikrocontroller-Eingang (Pin ) auf niedrige Spannung gezogen. Der Mikrocontroller-Ausgang (Pin 2) schaltet das Relais durch und das Magnetventil erhält das Kommando „Wasser marsch!“.

Die Dusche wird vom Mikrocontroller-Programm dreimal nacheinander für

fünf Sekunden eingeschaltet. Damit sich dieser Vorgang nicht endlos wiederholen kann (beispielsweise weil ein abgebrochener Ast den Infrarot-Strahl permanent unterbricht), folgt die nächste Duschkaktion erst nach weggefallener und erneuter Unterbrechung. Das Programm für den Mikrocontroller steht auf der Elektor-Webseite 1 bereit.

R1,R2 10 k  
R3 1 k

C1 10 / 3 V stehend, Raster 2 mm

C2,C ,C7 100 n, Raster 7, mm

C3,C 1 / 3 V stehend, Raster 2 mm

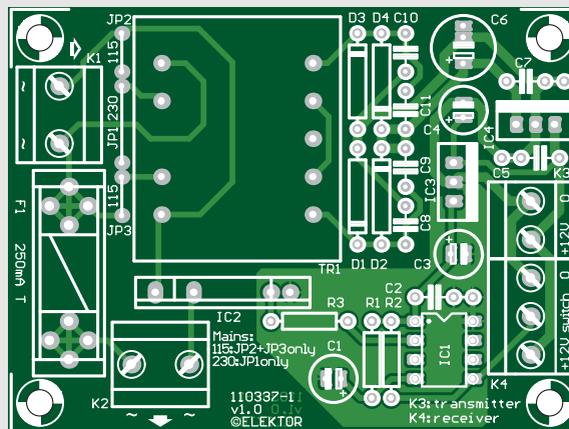
C 220 /3 V stehend, Raster 3, mm oder mm

C8...C11 10 n, Raster mm

H

D1...D 1N 00

IC1 PIC12F 0 -I/P



IC2 S202T02F  
IC3 780  
IC 7812

A

F1 Sicherung 2 0 mA/T mit Halter und Abdeckkappe

K1,K2 Schraubklemme 2-polig, Raster 7, mm

K3 Schraubklemme 2-polig, Raster mm

K Schraubklemme 3-polig, Raster mm

TR1 = Netztrafo sek. 2 · 6 V / 1, VA (z. B. Block AVB1, /2/ )

Platine 110337-1 1

Für die Schaltung wurde eine Platine entworfen, dort haben der Netztrafo, die Spannungsregler, der Mikrocontroller und das Halbleiter-Relais ihren Platz. Die Infrarot-Module und das Magnetventil werden über Schraubklemmen angeschlossen.

Das Ausrichten der Spiegel erfordert Sorgfalt und möglicherweise etwas Geduld. Hilfestellung kann ein Laserpointer leisten, er wird vor den Infra-

rot-Sender gehalten, um den ersten Spiegel zu justieren. Ein Stück Klebeband auf der Spiegelfläche erleichtert diese Arbeit. Dann folgen die weiteren Spiegel, bis der Infrarot-Empfänger den Kreis schließt. Die besten Zeiten für das Einrichten sind die Dämmerung oder die Nacht.

Zwei weitergehende Vorschläge zum Schluss: Wenn die Infrarot-Barriere als Doppelstrahl-System aufgebaut

wird, können kleine Vögel oder sogar fallende Blätter die Duschkabine nicht auslösen. Nach eventuellen Anpassungen kann das System auch andere Objekte sichern. Über den Ausgang lässt sich beispielsweise eine Sirene oder ein Scheinwerfer steuern.

(110337)gd

### Weblink

1 [www.elektor.de/110337](http://www.elektor.de/110337)

# T

Von Wilfried Wätzig (D)

Gerade wenn man zu Fuß oder auf dem Fahrrad unterwegs ist, leistet ein Kompass unschätzbare Dienste bei der Orientierung. Denn nicht alle Smartphones und Navis haben einen solchen eingebaut, sie können die Richtung also nur ermitteln, wenn man sich schnell bewegt. Und auch die gute alte Wander- oder Fahrradkarte hat ja noch nicht ausgedient, denn sie bietet einen weit besseren Überblick als jedes Display. So suchte der Autor einen robusten Kompass, und es war schnell klar, dass es eine elektronische (und natürlich selbst entwickelte) Ausführung sein sollte. Die Realisierung eines solchen Projekts wird dadurch vereinfacht, dass es Kompass-Module zu kaufen gibt, die einfach anzusteuern sind. Der Autor hat sich für ein Exemplar entschieden, das unter der Bezeichnung „HDMM01“ bei Pollin Electronic erhältlich ist [1]. Verbaut ist dort ein 2-achsiger Magnetfeld-Sensor des Typs MMC2120M von Memsic. Man muss das Modul nur mit einer stabili-

erten Spannung von 5 V versorgen und kann die Ergebnisse über zwei I2C-Pins (zweckmäßigerweise mit einem Mikrocontroller) auslesen.

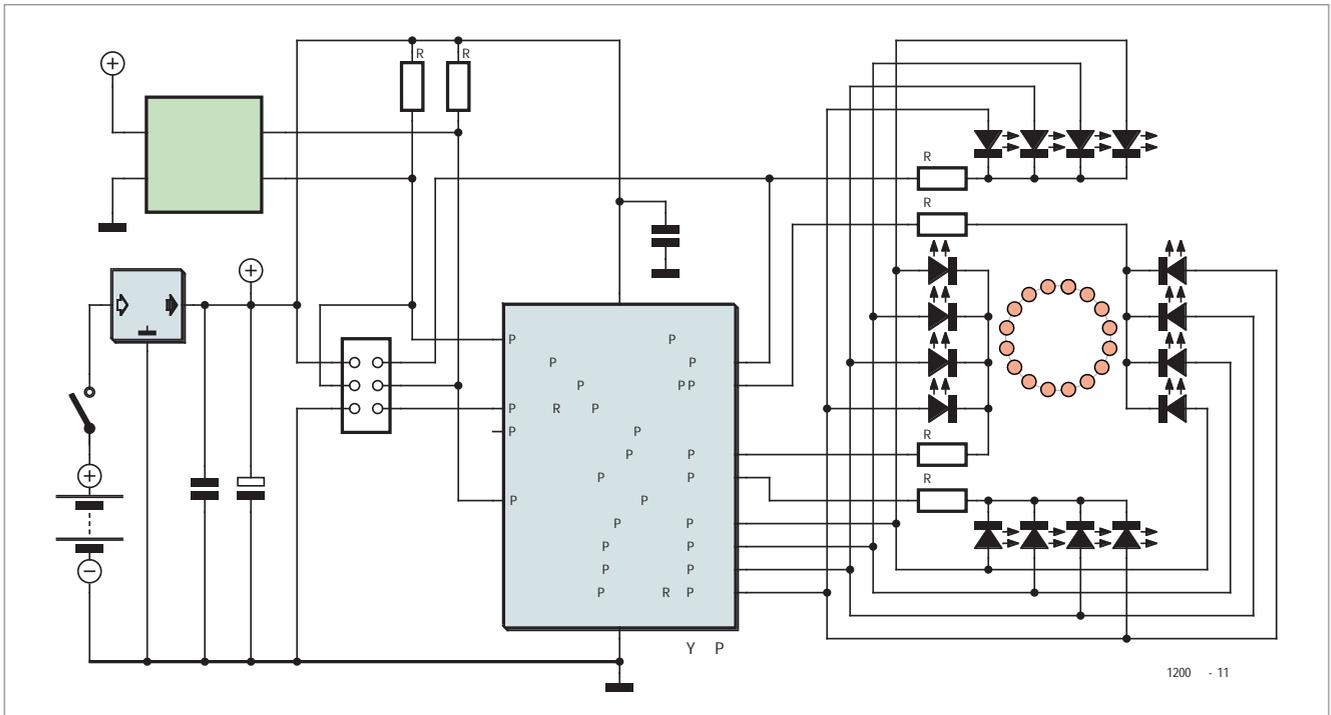


Herz der Schaltung ist

ein ATtiny8, der mit dem Kompassmodul MOD1 über I2C kommuniziert. Die beiden Pullup-Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  sind hier Standard. Die Schaltung kann zum Beispiel von einem 5-V-Block versorgt werden, der Spannungsregler setzt die Spannung auf 3,3 V herunter. Mit den 12 LEDs wird die Richtung angezeigt: sie sind in vier Gruppen zu je

vier LEDs aufgeteilt, bei denen immer die Kathoden zusammengeschaltet sind. Die gemeinsame Kathode ist jeweils über einen Vorwiderstand mit einem Portpin verbunden. Darüber hinaus hängen auch jeweils vier LED-Anoden an einem gemeinsamen Portpin. Durch geschicktes Bedienen der Portpins erreicht man es, dass jeweils nur eine LED leuchtet und braucht dennoch nicht 12 Ausgänge, sondern nur 8 davon.

Die eigentliche Intelligenz der Schaltung sitzt in der Firmware des Controllers, und das fängt beim I2C-Interface an. Denn leider verfügt der ATtiny8 über keine Hardware-I2C-Schnittstelle (diese wird bei Atmel „Two Wire Interface/TWI“ genannt), sondern nur über ein „Universal Serial Interface“ (SPI).



Die I2C-Funktionalität muss von dieser SI emuliert werden, wie das geht, steht in einer Application Note von Atmel 3 .

Das Kompass-Modul liefert die Komponenten des Magnetfeldes in - und -Richtung mit Vorzeichen. ber die Vorzeichen wird der passende Quadrant der Richtung bestimmt, den Winkelwert innerhalb des Quadranten erhält man aus der Formel  $\text{Winkel} = \arctan(\text{abs}( / ))$ , wobei die Funktion  $\text{abs}()$  den Betrag des Quotienten aus und berechnet. In einer Endlosschleife des Hauptprogramms werden die Mittelwerte für und aus acht Messungen und danach der Winkelwert bestimmt. Nun kann die LED gefunden werden, die nach Norden leuchtet. Damit die Richtung ausreichend präzise angezeigt wird, sollte man die LEDs mit gleichem Abstand in einem Kreis anordnen, und zwar in der Reihenfolge wie im Schaltplan beschrieben. Die LED D1 muss in Richtung der oberen Kante des Moduls (IC-Aufdruck lesbar

orientiert) zeigen. Am besten kalibriert man die Anordnung mit einem anderen Kompass und richtet das Modul (welches mit Fädeldraht an die Schaltung angeschlossen wird) dabei entsprechend aus. Das Kompass-Modul wird anschließend mit einem Tropfen Heißkleber auf der Platine befestigt.

Die Firmware ist im Hex- und Quellcode (für WinAVR) von der Elektor-Website herunterzuladen. Das Hauptprogramm befindet sich in der Datei `tiny_compass.c` `USI_T I_Master.c` ist für die I C-Kommunikation und `led_driver.c` für die LED-Ansteuerung zuständig. ber K1 lässt sich der Microcontroller direkt auf der Platine programmieren. Die Fuse-Bits müs-

sen wie folgt gesetzt sein E T 0xFF, HI H 0xDF, LOW 0xE2. Wer nicht selbst programmieren möchte, kann einen programmierten Controller unter der Nummer 1200 - 1 bei Elektor bestellen .

(120045)

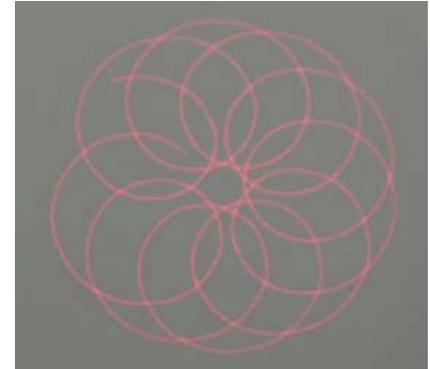
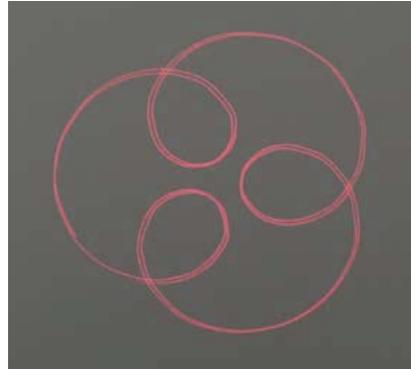
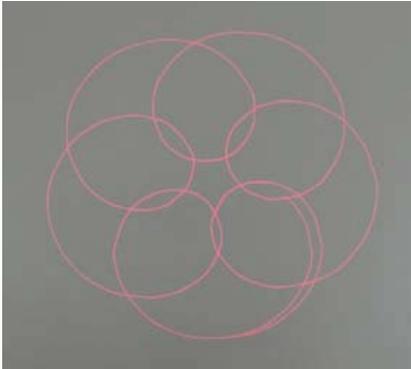
- 1 [www.pollin.de](http://www.pollin.de)
- 2 [www.pollin.de/shop/downloads/D8101\\_D.PDF](http://www.pollin.de/shop/downloads/D8101_D.PDF)
- 3 [www.atmel.com/Images/doc2\\_1.pdf](http://www.atmel.com/Images/doc2_1.pdf)  
[www.elektor.de/1200](http://www.elektor.de/1200)

- ATtiny8 -Mikrocontroller (programmiert), 1200 - 1
- ratis Software-Download

Alle Produkte und Downloads sind über die Webseite zu diesem Artikel erhältlich [www.elektor.de/1200](http://www.elektor.de/1200)

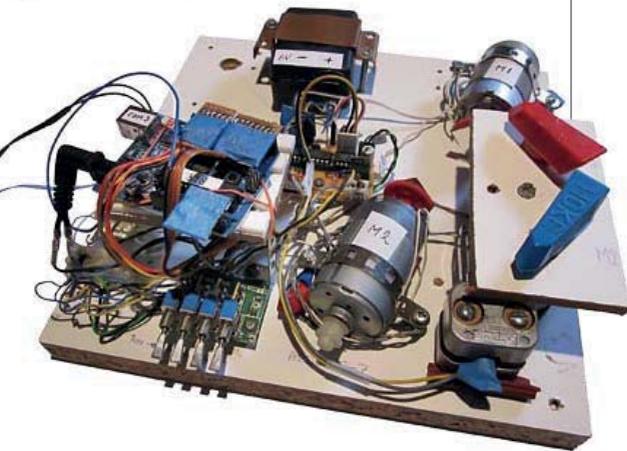
L

A

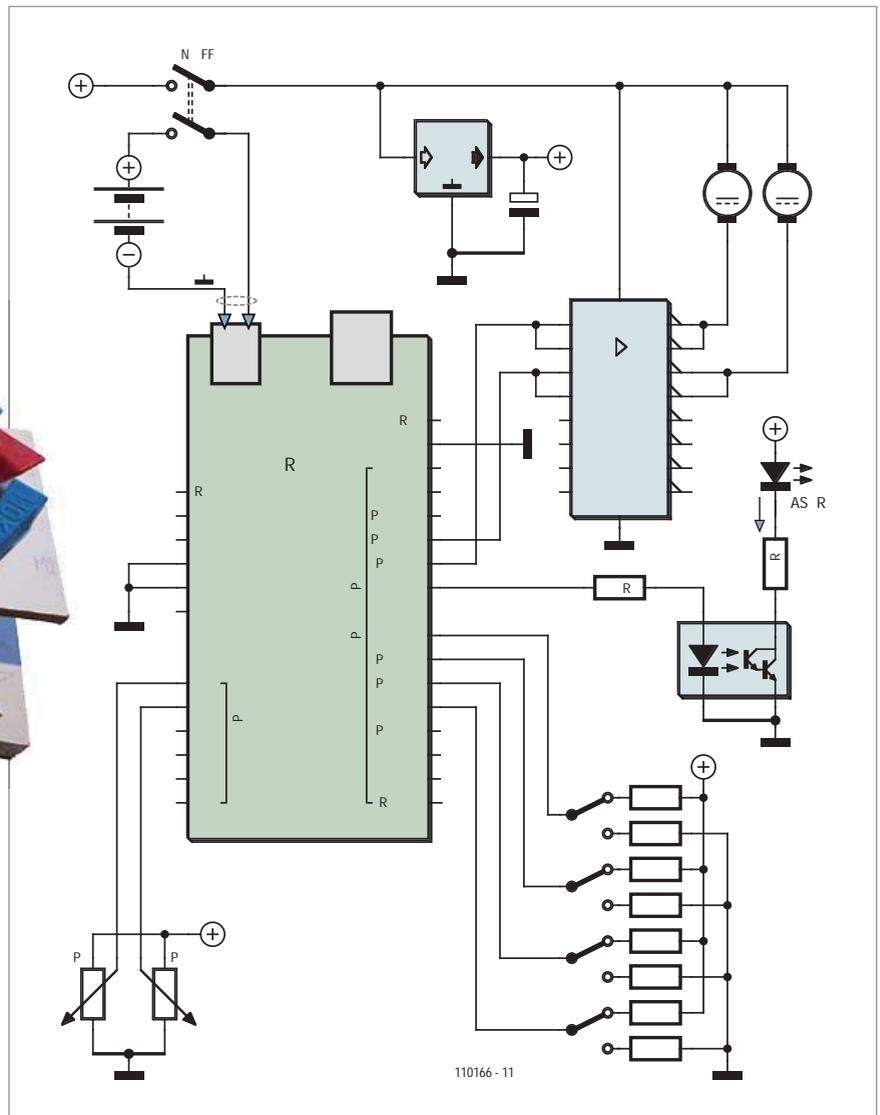


Von G. van Zeijts (NL)

Diese Konstruktion projiziert mit einem Laserstrahl attraktive Ornamente auf fast jede Oberfläche. Die Grundidee war der spielerische Einsatz von Laserstrahlen, wie sie von den bekannten Laserpointern produziert werden. Der Laserstrahl wird von einem Spie-

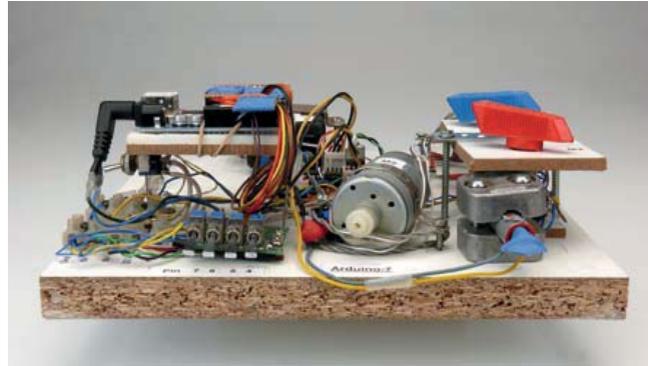


gel umgelenkt, der auf der Achse eines Motors montiert ist. Da der Spiegel nicht absolut gerade auf der Motorachse sitzt, beschreibt der Laserstrahl bei jeder Achsdrehung einen Kegel. Der Lichtkegel fällt auf einen zweiten Spiegel, der von einem zweiten Motor gedreht wird. Vom zweiten Spiegel wird der Laserstrahl auf die Projektionsfläche geworfen.

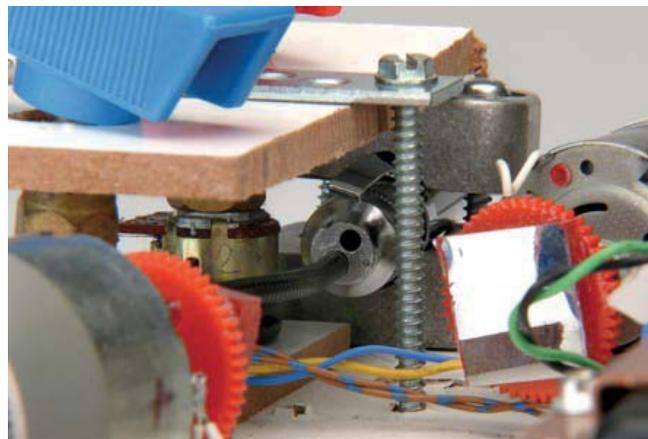




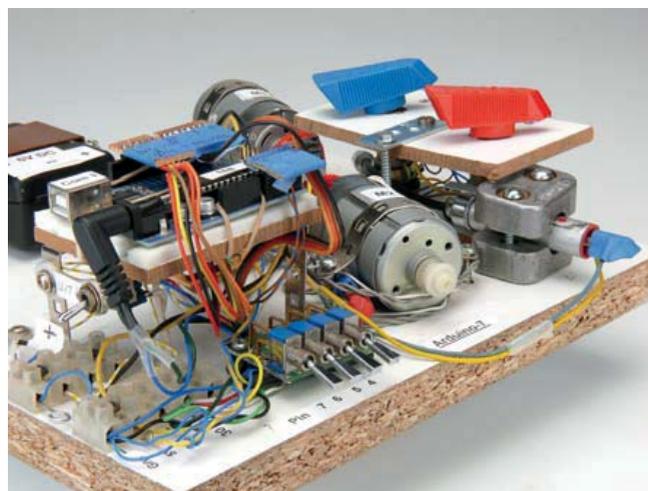
Die Motordrehzahlen sind so hoch, dass der Betrachter wegen der Trägheit des menschlichen Auges keinen wandernden Punkt erkennt, ihm präsentieren sich geschlossene geometrische Figuren. Durch Variieren der Drehzahlen sind ihre Eigenschaften in weiten Grenzen veränderbar.



Die Laserprojektion wird von einem Arduino-Mikrocontrollerboard gesteuert. Das in C geschriebene Programm steht auf der Elektor-Website [1] zum kostenlosen Download bereit. Mit den Potentiometern P1 und P2 (roter und blauer Hebelknopf im Foto) können die Motordrehzahlen eingestellt werden.



Der Mikrocontroller setzt die variablen Spannungen der Potis in PWM-Signale für die Drehzahlsteuerung um. Zuerst gelangen die PWM-Signale zu einem Treiberbaustein ULN2003, dessen Ausgänge bis 500 mA belastbar sind. Die Betriebsspannung der Motoren, die aus defekten Druckern ausgebaut wurden, beträgt 24 V, der Strombedarf liegt deutlich unter 500 mA. Sicherheitshalber sind für jeden Motor zwei der sieben im ULN2003 integrierten Treiber parallel geschaltet.



Der Mikrocontroller schaltet die Laserdiode sofort nach dem Start ein, sie bleibt kontinuierlich eingeschaltet. Für die Laserdiode liefert ein 780 eine Spannung von 5 V, ein 15- $\Omega$ -Widerstand begrenzt den Strom auf etwa 140 mA. Um Störungen durch Schaltimpulse der Motoren zu vermeiden, bezieht der Arduino seine Betriebsspannung aus einer separaten 6-V-Spannungsquelle, zum Beispiel von einem 6-V-Akku.

Der Autor hat experimentell eine Reihe von Drehzahl-Kombinationen gefunden, bei denen besonders sehenswerte Licht-Ornamente entstehen. Daraus ging eine mehrere Minuten lange Licht-Show hervor, die Bestandteil des Mikrocontroller-Programms ist. Mit den vier Schaltern können außer der Licht-Show noch diverse vorprogrammierte Licht-Ornamente abgerufen werden.

Ein kleines Video kann man auf dem Elektor YouTube-Kanal abrufen [2].

(110166)gd

[1] [www.elektor.de/110166](http://www.elektor.de/110166)

[2] [www.youtube.com/ElektorIM](http://www.youtube.com/ElektorIM)

L

Die in Laserpointern verbauten Laserdioden haben in der Regel so niedrige Leistungen, dass ihre Strahlen keine Schäden anrichten können. Solange der Strahl schnell über ein Gesicht wandert, sind die Augen normalerweise nicht in Gefahr. Trotzdem:

L

L



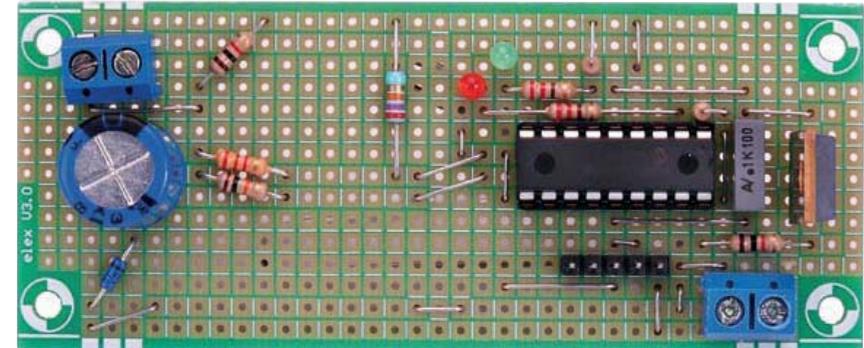
# LED

Von Christian Wachsmann (D)

Möchte man mit Hilfe moderner LEDs Lichtakzente setzen oder sogar Power-LEDs zur Beleuchtung nutzen, so empfiehlt sich der Einsatz eines Dimmers zur Einstellung der Helligkeit. Denn gerade die beliebten kleinen weißen LEDs in den Kreuzungen der Verfügen von Fliesen können bei sonst schwacher Beleuchtung eher blenden. Normale Phasenanschnittsdimmer sind für den Betrieb von netz-betriebenen LEDs aber nicht geeignet. Um LEDs verlustarm zu dimmen, braucht es eine Elektronik, die eine einstellbare PWM erlaubt.

Nichts leichter als das, sollte man meinen. Schließlich reicht dazu schon ein NE555, gegebenenfalls mit einem zusätzlichen Leistungstransistor. Doch eine solche Simpel-Lösung wird an einer anderen Stelle kompliziert bei der Installation nämlich. Hier muss zur Bedienung ein Poti verkabelt werden. Das aber ist oft nicht ganz so simpel wie die Schaltung und bei langen Leitungen aufgrund der analogen Pegel zudem störanfällig. Besser wäre es im Zeitalter der Digitalelektronik daher, auf so einen elektromechanischen Anachronismus wie eine Kohlebahn mit Schleifer zu verzichten.

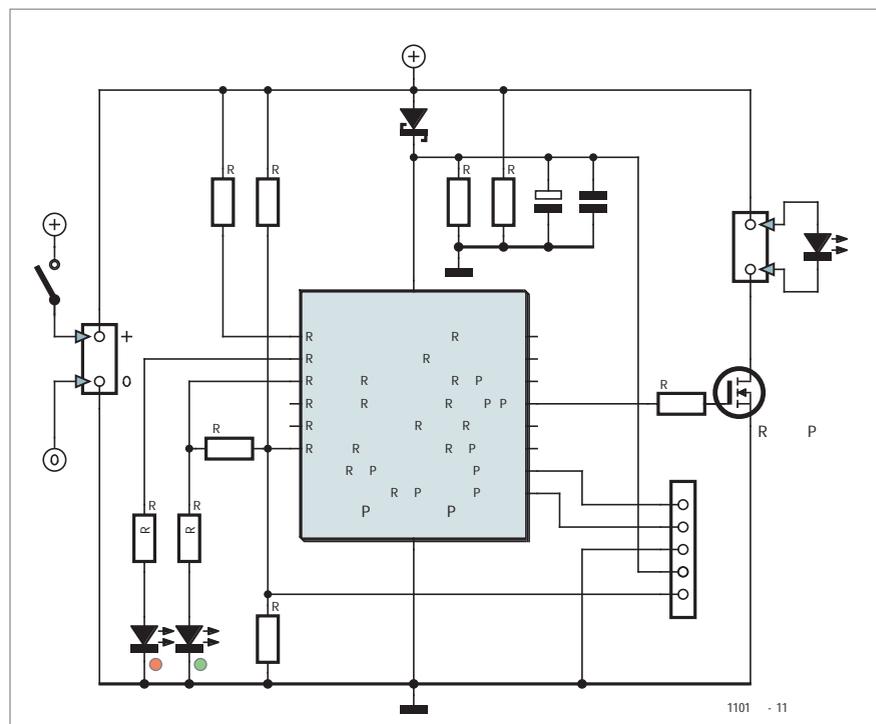
So dachte auch der Autor und er war der Meinung, dass ein kleiner und preiswerter Mikrocontroller durchaus ein adäquater und zeitgemäßer Ersatz für ein Potentiometer sein kann. Nach der Selbstverständlichkeit PWM braucht man bei einem Mikrocontroller gar nicht erst zu fragen, und wenn man die Einstellung der Helligkeit digitalisiert, braucht es weder analoge Eingänge noch Drehwiderstände. Ein ganz ordinärer Schalter tut es nämlich auch. Die Funktion: Schaltet man den Dim-



mer (mit angeschlossenen LEDs) ein, so reaktiviert er die zuletzt eingestellte Helligkeit. In den Einstellmodus kommt man, indem man die Beleuchtung ausschaltet und innerhalb von zwei Sekunden wieder einschaltet. Nun fährt der Mikrocontroller langsam und zyklisch die Helligkeit rauf und runter. Schaltet man jetzt aus und schnell wieder ein, wird die aktuelle Helligkeit gespeichert.

Schaltet man lediglich aus und nicht schnell wieder ein, dann ändert sich nichts – die alte Helligkeit bleibt gespeichert.

Die beschriebene Funktionsweise ist einfach und logisch. Man braucht dazu weder eine Bedienungsanleitung noch ist es besonders schwierig, diese Logik in einen Mikrocontroller zu packen. Interessant ist für Elektroniker aber, wie

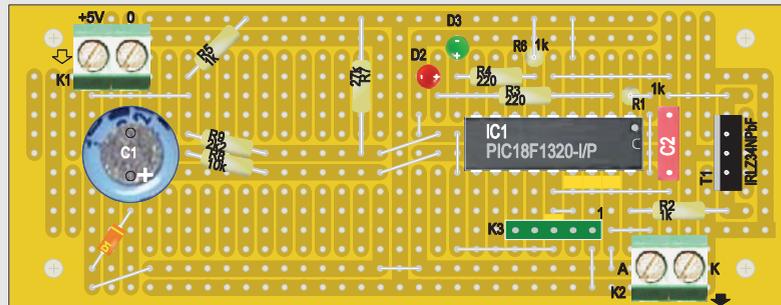




R1,R2,R3,R4 = 1 k  
 R3,R4 = 220 Ω  
 R7 = 27 k  
 R8 = 10 k  
 R = 2k2

C1 = 700 / V3, radial, RM = 13mm  
 C2 = 100 n, MKT

H  
 D1 = BAT 2  
 D2 = LED rot  
 D3 = LED grün  
 T1 = IRLZ33 NPN  
 IC1 = PIC18F1320-I/P



A  
 K1,K2 = 2-pol. Schraubklemme für Platinenmontage, RM = 13mm  
 K3 = 3-pol. Stiftleiste, SIL

Draht für Drahtbrücken  
 Experimentierplatine ELE -1

die Schaltung konzipiert wurde. Rund um einen PIC18F1320 finden sich nur wenige Bauteile. Das Netzteil ist nicht eingezeichnet. An K1 kommt die +5V-Versorgung. über D1 wird der Pufferelko C1 geladen, der IC1 während der Zeitspanne von zwei Sekunden versorgt, auch wenn der Schalter S offen

Reset-Eingang (Pin 1 von IC1). Während der zwei Sekunden leuchtet – wie schon erwähnt - die rote LED. In dieser Zeit ist der Pegel an Pin 2 also über R7 ebenfalls „high“. Erst nach Ablauf dieser Zeit kann R7 den Reset-Eingang auf „low“ ziehen und so den Controller abschalten.

verhindern, dass die +5V beim Ausschalten schnell genug auf 0V fallen. K3 ist der zu Microchips PICKit 2 compatible Programmieranschluss.

Für den Mikrocontroller ist natürlich auf der Elektor-Webseite zu diesem Projekt 11013 nicht nur der HEX-Code zur

ist. R8 sorgt für die Entladung von C1 in absehbarer Zeit.

über R1 stellt der Controller fest, ob die Versorgung ein- oder ausgeschaltet ist. Die grüne LED D3 leuchtet bei eingeschalteter Versorgung - die rote LED D2 leuchtet nur während der zwei Sekunden, in denen man nach dem Ausschalten durch erneutes Einschalten in den Einstell-Modus wechseln kann. über R liegt die Versorgung auch am

Der MOSFET T1 wird über R2 mit einem PWM-Signal angesteuert. Bei einem Ersatztyp sollte man darauf achten, dass +5V am Gate zum Durchschalten ausreichen. Bis zu einem Strom von 2A braucht T1 keine Kühlung. Wichtig ist noch, dass sich der Schalter S zwischen 5V-Netzteil und Dimmer befindet und nicht etwa das Netzteil selbst netzseitig geschaltet wird - andernfalls könnten die Lade-Elkos des Netzteils

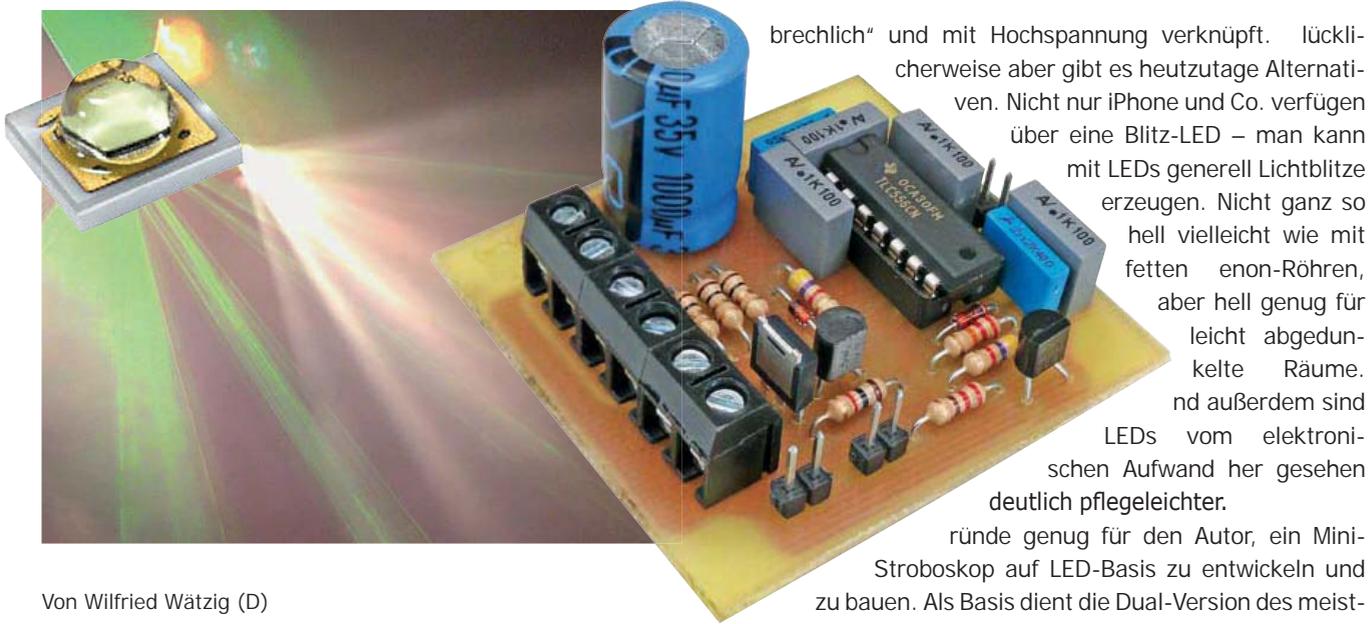
Programmierung, sondern auch die C-Quelle erhältlich, falls man selbst Änderungen durchführen möchte. Auch der fertig programmierte Mikrocontroller ist von dort aus bestellbar, damit man die Schaltung nachbauen kann, auch wenn man keinen passenden Programmierer hat.

(110153)

1 [www.elektor.de/11013/](http://www.elektor.de/11013/)

- PIC18F1320-Mikrocontroller (programmiert) 11013-1
- Experimentierplatine ELE -1
- gratis Software-Download

Alle Produkte und Downloads sind über die Webseite zu diesem Artikel erhältlich [www.elektor.de/11013/](http://www.elektor.de/11013/)

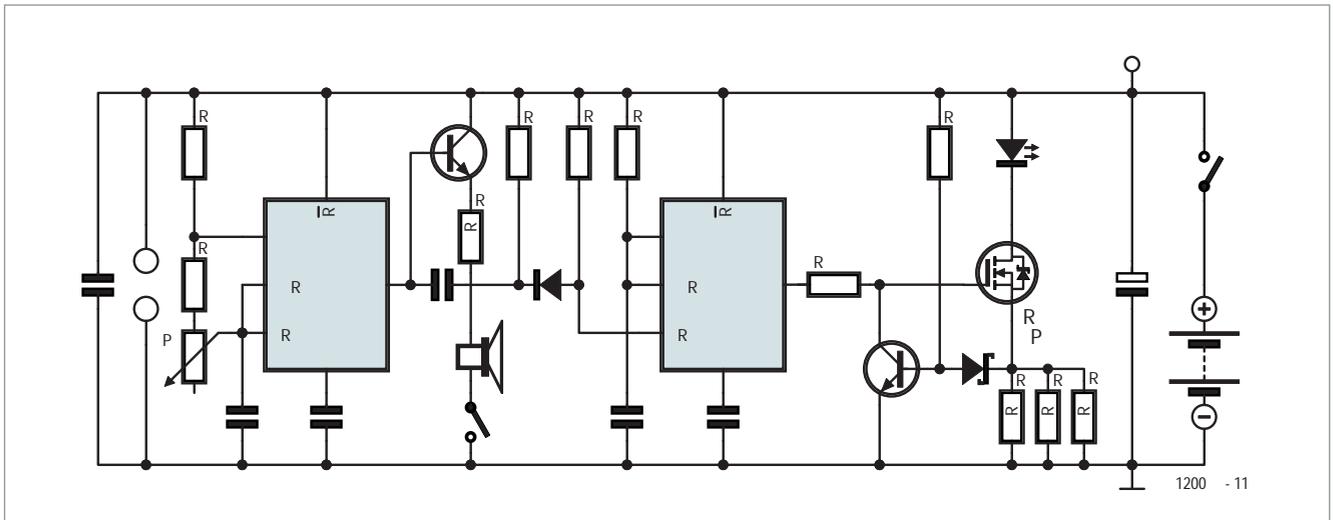


Von Wilfried Wätzig (D)

Was macht ein guter Lehrer, wenn er physikalische Phänomene und Prinzipien an schwingenden Saiten oder sich drehenden Motorwellen etc. zeigen will, aber übliche Stroboskope frequenzmäßig überfordert sind? Nun, wenn er auch Elektroniker ist, dann kann er sich ein Stroboskop mit den passenden Eigenschaften dazu maßschneidern. Schwingende Saiten haben gerade dann, wenn man den entstehenden Ton gut hören kann, locker Frequenzen von einigen hundert Hz. Da wird es für einfache Blitzröhren nicht mehr so einfach. Außerdem ist der Begriff Röhre mit „zer-

brechlich“ und mit Hochspannung verknüpft. Glücklicherweise aber gibt es heutzutage Alternativen. Nicht nur iPhone und Co. verfügen über eine Blitz-LED – man kann mit LEDs generell Lichtblitze erzeugen. Nicht ganz so hell vielleicht wie mit fetten neon-Röhren, aber hell genug für leicht abgedunkelte Räume. Und außerdem sind LEDs vom elektronischen Aufwand her gesehen deutlich pflegeleichter.

Gründe genug für den Autor, ein Mini-Stroboskop auf LED-Basis zu entwickeln und zu bauen. Als Basis dient die Dual-Version des meistverkauften ICs aller Zeiten – ein NE556. Die eine Hälfte (IC1B) erzeugt die Blitzfrequenz und ist deshalb als normaler astabiler Multivibrator beschaltet. Mit P1 kann man einen Blitztakt von etwa 120 bis 1000 Hz einstellen. Diese Frequenz lässt sich auch über einen kleinen angeschlossenen Lautsprecher hörbar machen, der über T2 in Emitterschaltung angesteuert wird. T2 ist vor allem dann notwendig, wenn man wie der Autor die CMOS-Version des Doppel-Timers einsetzt. Der zweite Timer um IC1A fungiert im monostabilen Betrieb als Impulsformer. Das differenzierende RC-Glied aus C1 und





L

650 H

R2 erzeugt aus dem Rechteck-Signal von IC1B nämlich schmale Impulse von etwa 10  $\mu$ s Dauer, deren negativer Anteil über D1 zur Triggerung von IC1A genutzt wird. R3 und C4 sorgen dafür, dass am Ausgang von IC1A ein positiver Impuls erscheint, der stabil etwa 10  $\mu$ s dauert.

Über R4 steuert dieser Impuls das Gate des Power-MOSFETs T3. LEDs aber sollen ja bekanntlich mit einer Stromquelle betrieben werden. Zur Begrenzung des durch die LED fließenden Stroms wird der Spannungsabfall über R7...R9 genutzt. Da zum Spannungsabfall noch  $U_{VF}$  von D2 hinzukommt, genügen zwischen 300 und 300 mV über den Widerständen, damit T1 in den leitenden Zustand übergeht und so die Steuerspannung für das Gate von T3 begrenzt. Der Strom durch die LED kann also lediglich etwa 1 A betragen. C1 erniedrigt übrigens den dynamischen Innenwiderstand der Stromversorgung und hält die Spannung während der Impulse auch bei Versorgung mit vier AA-Batterien hoch.

Der Autor setzt den LED-Typ „OSLON SSL LCWCQ7P“ von OSRAM ein. Diese kleine LED verträgt laut Datenblatt bei Impulsen bis 10 ms Dauer immerhin Stoßströme bis 2 A. Bei den 1-A-Impulsen mit 10  $\mu$ s Dauer muss weder die LED noch T3 gekühlt werden. Diese LED hat zwischen den Anschlüssen für „+“ und „-“ noch ein so genanntes „exposed pad“, über das die Wärme abgeführt wird. Tut man das, dann kann man auch höhere Ströme fahren. Übrigens nimmt aufgrund der konstanten Impulsdauer von IC1B auch die Verlustleistung zu, wenn man durch kleinere Werte für C1 die maximal einstellbare Frequenz erhöht. Man kann natürlich auch mit kräftigeren LEDs experimentieren und den Strom durch

niedrigere Werte der drei Shunt-Widerstände erhöhen. Auch bei 3 A und mehr macht T3 noch nicht schlapp. Für eine möglichst hohe Helligkeit empfiehlt es sich übrigens, keine warmweißen LEDs zu verwenden. Je höher die Farbtemperatur, desto heller wirkt das Licht auf das menschliche Auge. Mit der angegebenen Bestückung und IC1 in der CMOS-Version fließt bei 650 Hz ein mittlerer Strom von etwa 20 mA durch die LED. Bei zugeschaltetem Lautsprecher erhöht sich die Stromaufnahme der Schaltung auf rund 100 mA. Bei der bipolaren Variante des Schalters muss man mit gut 100 mA mehr rechnen.

Der Autor hat auch eine kleine Platine entworfen, deren Bestückung ziemlich simpel ist. Die Platine lässt sich über die Elektor-Webseite [www.elektor.de/1200](http://www.elektor.de/1200) zu diesem Artikel bestellen. Dort gibt es auch Layout-Dateien für Selberzähler.

(120055)

1 [www.elektor.de/1200](http://www.elektor.de/1200)

*Interesse geweckt?  
Alle verwendeten Komponenten dieses Bausatzes inkl. der benötigten Platine stehen für Sie als fertig gepackter und Teil für Teil frei editierbarer Warenkorb zum Bestellen bereit: online unter <http://r.ch.tl/stroboskop>  
Ein Service von reichelt elektronik -  
Bestellt • Beliefert • Begünstigt*

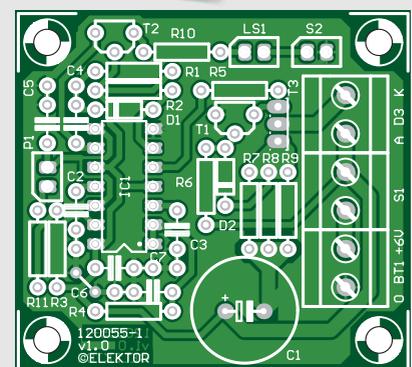


R1, R2 k7  
R2 22 k  
R3, R4 1 k  
R5 2k2  
R7..R9 = 1  $\Omega$   
R10 = 220  $\Omega$   
R11 10 k  
P1 7 k, Poti, linear

C1 1.000  $\mu$ F/10 V, radial, RM 10 mm, max. 13 mm, Ripplestrom 1 A (z.B. Farnell 11 01)  
C2, C3, C4, C7 100 n, MKT, RM 0805, mm  
C5 2n2, MKT, RM 0805, mm  
C6 22 n, MKT, RM 0805, mm

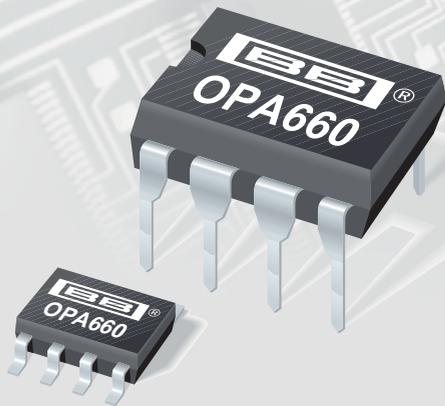
H  
D1 1N 4148  
D2 BAT 2  
D3 Power-LED OSRAM LCW CQ7P.  
PC-KTLP- J7K  
T1 BC107  
T2 BC 107  
T3 IRL 02 NPF (TO-2 1AA)  
IC1 TS 90C01 oder TLC 555 (DIP1 8)

A  
S1 1-pol. Schalter, 1 A  
S2 1-pol. Schalter  
LS1 = Lautsprecher, 8  $\Omega$ /200 mW  
BT1 x Alkali AA Batteriehalter  
3 x 2-pol. Schraubklemme für Platinenmontage, RM 10 mm, für BT1, S1 und D3  
3 x 2-pol. Stiftleiste, RM 1/10, für LS1,



S2 und P1  
Platine 1200 055-1 (siehe Text)

## A660



Den OPA 0 gibt es nicht mehr, er ist seit Jahren „obsoleter“. Nur der Distributor Rochester Electronics hat noch einen gewissen, zur Neige gehenden Vorrat auf Lager. Als Nachfolger wurde der OPA8 0 propagiert, doch das ist nicht das gleiche. Der interne Puffer hat eine größere BW und eine höhere Slew-Rate, der frühere Open-loop-Verstärker ist zur Closed-loop-Variante mutiert.

Der Einsatz als Differenzverstärker ist nicht mehr möglich, obwohl diese Funktionalität zu den interessantesten Eigenschaften des OPA 0 gehörte. Das ist in der Application Note 1 belegt.

Um Missverständnisse auszuräumen: Der OPA 0 bestand nicht aus Diamantkristallen, er wurde lediglich „Diamond Transistor“ genannt. Diese Beschreibung lehnt sich an das Schaltungssymbol eines Transkonduktanz-Verstärkers an. Die Funktion eines solchen Verstärkers unterscheidet sich nur wenig von einem gewöhnlichen Transistor, die Anschlüsse werden ebenfalls Basis, Kollektor und Emitter genannt. Nur das externe Einstellen des Arbeitspunkts entfällt, und wechselförmige Signale ohne Offset an der Basis haben wechselförmige Signale ohne Offset am Kollektor zur Folge. Der Vorteil liegt darin, dass externe Komponenten eingespart werden. Die Transkonduktanz lässt sich mit dem Strom einstellen, der

über den Anschluss 1 fließt [2].

Ein modernes Bauelement, doch wo liegt der Nutzen? Audio-Freunde werden vermutlich Audio-Verstärker realisieren, Video-Spezialisten bauen analoge Video-Systeme. In der digitalen Welt freuen sich die Entwickler über die ultrasteilen Signalfanken.

Wenn Sie andere Anwendungen finden, teilen Sie der Elektor-Redaktion Ihre Ideen mit. Ich bin gespannt, von Ihnen Neues zu erfahren!

(120389)gd

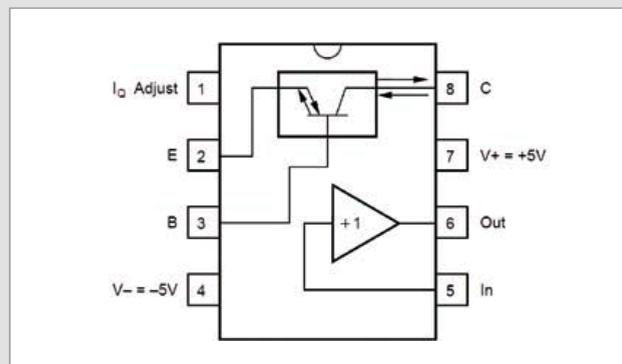
[1] 400 MHz Differential Amplifier with an OPA660:

[www.ti.com/lit/an/sboa017/sboa017.pdf](http://www.ti.com/lit/an/sboa017/sboa017.pdf)

[2] Datenblatt OPA 0

[www.ti.com/lit/ds/symlink/opa010.pdf](http://www.ti.com/lit/ds/symlink/opa010.pdf)

OTA and buffer input impedance		1 M $\Omega$    2,1 pF
Buffer slew rate	V step	3000 V/ s
Buffer output bandwidth	$V_o = 1, V$	800 MHz



**e**lektor

# Elektor Print

Gewohnter Lesespaß auf Papier



# Elektor Digital

Neuer Lesespaß auf PC, Notebook  
oder Tablet



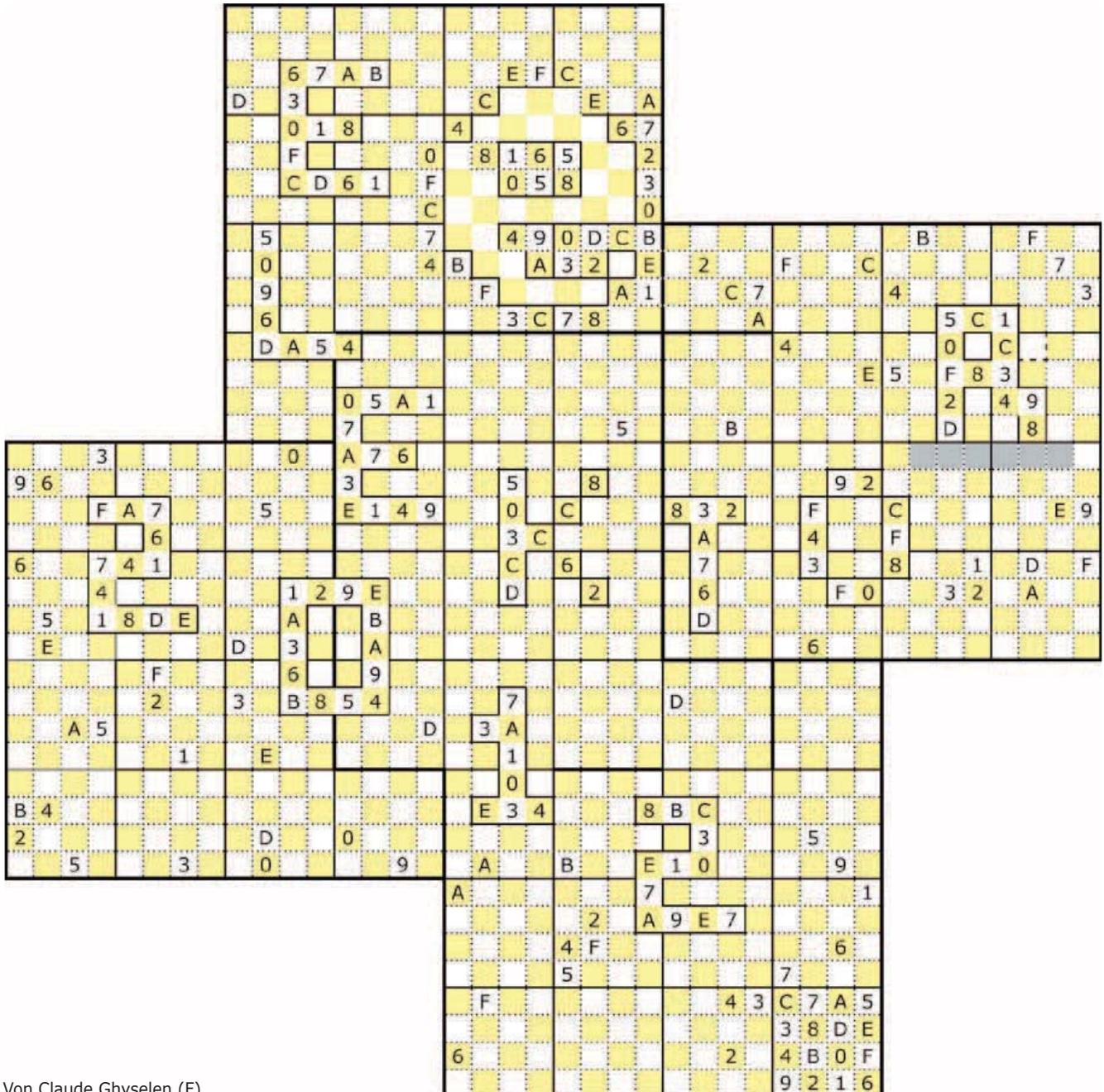
# Elektor PLUS

Ultimativer Lesespaß zu Hause oder unterwegs

**Lesen Sie Elektor im vorteilhaften  
PLUS-Abonnement!**

Jetzt abonnieren oder upgraden: [www.elektor.de/abo](http://www.elektor.de/abo)

## H



Von Claude Ghyselen (F)

Nein, dies ist kein mehrarmiges Monster, auch ist uns kein Fehler beim grafischen Gestalten dieser Seite unterlaufen. Das scheinbare Durcheinander der Hexadoku-Felder ist beabsichtigt. Wenn Sie genau hinsehen, entdecken Sie fünf umrandete Hexadoku-Muster. Weil es fünf sind, haben wir

das Hexadoku diesmal „Penta-Hexadoku“ genannt. Außer der ungewöhnlichen Form zieht sich ein Schachbrettmuster durch das fünffache Hexadoku. Damit wollen wir unsere Spielregeln untermauern: Gerade hexadezimale Zahlen dürfen nicht aneinander grenzen, ebenso wie ungerade he-

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir  
 einen L T im Wert von 100 €  
 und  
 drei L T im Wert von je 50 €.

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  
 A L  
 30 A 2012

xadezimale Zahlen nicht nebeneinander oder übereinander stehen dürfen. Die Initialen von „Gerade-Ungerade-Muster“ brachten dem Hexadoku den Namen „GUM-Penta-Hexadoku“ ein. Die „GUM“-Regel ist eine spannende Erweiterung der bekannten Hexadoku-Regeln.

Die Gebrauchsanweisung für das GUM-Penta-Hexadoku lautet wie folgt: Für jedes der fünf umrandeten Hexadoku-Muster gilt, dass die hexadezimalen Ziffern 0...F in jeder Reihe, jeder Spalte und jedem 4-mal-4-Feld nur einmal vorkommen dürfen. Das sind die bekannten Hexadoku-Regeln. Außerdem dürfen die geraden Ziffern (0, 2, 4, 6, 8, A, C und E) nur in den farbigen Feldern stehen, während die ungeraden Ziffern (1, 3, 5, 7, 9, B, D und F) nur in die weißen Felder eingefüllt werden dürfen. Damit nur eine Lösung existent ist, haben wir Ziffern vorgegeben. Bestimmt haben Sie schon entdeckt, dass bestimmte bereits ausgefüllte Felder den Schriftzug „elektor 2012“ und das Elektor-Logo darstellen.

Als langjähriger Elektor-Leser habe ich mich an allen Hexadokus versucht, die in Elektor erschienen sind. Das erste Hexadoku stand in Elektor im Januar 2006. Ich habe eigene Hexadokus erdacht und an die Elektor-Redaktion geschickt. Hoch erfreut war ich, als Elektor mein „Alfasodoku“ [1] in der Sommer-Doppelausgabe 2008 veröffentlichte. Für mich war das ein Ansporn, weitere originelle Hexadokus zu entwickeln. Mein „Hexamourai“ [2] erschien im Sommer 2009, der „Hexadokubus“ [3] folgte im Sommer 2010. Ich hatte mir vor-

genommen, nur Hexadokus zu erfinden, die Rätselfreunde nicht automatisiert mit gängigen Computer-Programmen lösen können. Beim Rätseln an diesem GUM-Penta-Hexadoku sind die bekannten Programme keine Hilfen.

Nach meiner Ausbildung im Bereich der Mechanik begann ich mein Berufsleben am Energielabor der Ecole des Mines in Douai (Frankreich). Die Freude an der Elektronik habe ich von meinem Vater übernommen, der unentwegt konstruierte und experimentierte. Mein Vater war bei der Bahn beschäftigt, in der Freizeit kannte er kein spannenderes Hobby als die Elektronik in vielen Facetten. Unser erstes TV-Gerät baute mein Vater in eigener Regie aus einem Bausatz von Cibot Radio zusammen.

Andere Schwerpunkte meiner Interessen sind die thermische Energie und die Solarenergie. Zurzeit entwickle ich diverse Geräte für die Küche im Gartenhaus.

(120268)gd

P. S. Das Quadrat unten rechts ist bereits ausgefüllt, um das Anordnen der geraden und ungeraden hexadezimalen Ziffern zu illustrieren. Die Elektor-Redaktion war der Ansicht, dass die Spielregeln dieser Ergänzung bedürfen!

Weblinks

- [1] Alphasudoku: [www.elektor.de/080463](http://www.elektor.de/080463)
- [2] Hexamourai: [www.elektor.de/081169](http://www.elektor.de/081169)
- [3] Hexadokubus: [www.elektor.de/090724](http://www.elektor.de/090724)

H

Die richtige Lösung ist: 4C03E.

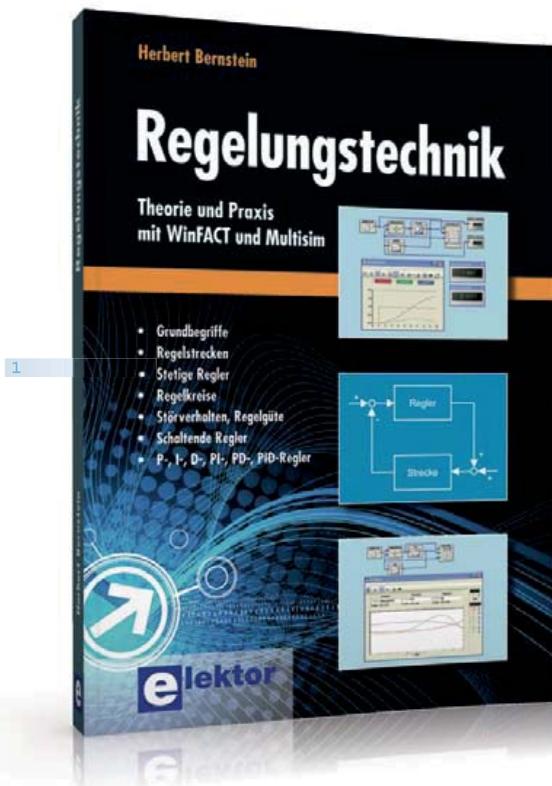
Der Elektor-Gutschein über 100 € geht an: Betty Brillon.

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Emil Cugini,  
 Wolfgang Roßmann und Ron Ware.

Herzlichen Glückwunsch!

0	7	8	2		E	F	D			A		C	3	1	B
	A	C	F	0	1	2		8	B	3	7	D			E
	B		1	3		8	C	F		E	D	7	0	2	A
D	E	3		7	A		B	C	0	1	2		F	8	
F		D	E	1	B	3	2		A	7			C	0	8
B	8	0	3	A			F	2		C	E	7	D	1	
1			7	C		E	0	3	D	8	B	F	2	A	
2	C		A	8	7	D		E	F	0	1		B	3	
C	F		8	B	2		A	0	7		3	1	D		E
E	0	7		D	8		3	1		2	A	B		C	F
A	D	2			C	1			E	B	F	0	8	7	3
3		1	B	E	F	0	7	D	C		8		A		2
	1	B	D			A	8	2		C	0	3	E	F	7
7	2	E	C		D	B	1	A	3	F		8			0
		A	0	F	3	C	E	7	8			2	1	B	D
8	3	F		2	0	7		B	1	D	E	A			C

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter der in der Unternehmensgruppe Elektor International Media B.V. zusammengeschlossenen Verlage und deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen.

T  
A T

2011

1

Die heutige Regelungstechnik hat Verknüpfungspunkte mit fast jedem technischen Gebiet. Ihre Anwendungen reichen von der Elektrotechnik über die Antriebstechnik und den Maschinenbau bis hin zur Verfahrenstechnik. Will man nun die Regelungstechnik anhand der fachlichen Regeln dieser einzelnen Gebiete erklären, so müsste man von einem Regelungstechniker verlangen, jedes Fachgebiet, in dem er Regelungen vornehmen will, fundiert zu beherrschen. Dies ist aber bei dem heutigen Stand der Technik nicht möglich. Bei der Regelung einer Antriebsaufgabe, einer Druck- oder einer Temperaturregelung tauchen Gemeinsamkeiten auf, die man mit einer einheitlichen Vorgehensweise beschreiben kann. Die Grundgesetze der Regelungstechnik gelten in gleicher Weise für alle Regelkreise, ganz unabhängig davon, wie verschieden sie im Einzelnen auch apparativ aufgebaut sein mögen. Dieses Buch richtet sich an den Praktiker, der gründlicher in die Regelungstechnik eindringen möchte, auf ausschweifende theoretische Exkursionen in die Mathematik aber gerne verzichten kann.

365 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-240-6  
€ 49,00 • CHF 60,80

2

2011

Die neue Elektor-Jahrgangs-DVD enthält alle Artikel des Jahrgangs 2011. Sie verfügt über eine sehr übersichtlich gestaltete Benutzeroberfläche. Mit der Elektor-DVD 2011 können Sie Platinenlayouts in perfekter Qualität drucken – diese Layouts mit einem Zeichenprogramm verändern – die Schnellsuchfunktion benutzen, mit der Sie in den einzelnen Artikeln oder im ganzen Jahrgang nach Wörtern, Bauteilen oder Titeln suchen können – Schaltbilder, Platinenlayouts, Illustrationen, Fotos und Texte exportieren.

ISBN 978-90-5381-276-1 • € 27,50 • CHF 34,10

3

Die Funktion aller elektronischen Schaltungen und Geräte steht und fällt mit der Stromversorgung. Schon deshalb muss man dieser Baugruppe besondere Aufmerksamkeit widmen. Dieses Buch beinhaltet Grundlagen und Schaltungen der Stromversorgungstechnik für elektronische Geräte aus der Praxis. Dem aktuellen Trend folgend hat der Au-

tor der mobilen Stromversorgungstechnik und der Schaltzerteiltechnik besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

294 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-248-2  
€ 38,00 • CHF 47,20

4  
L  
2012

Linux läuft heutzutage auf den unterschiedlichsten Geräten – sogar in Kaffeemaschinen. Es gibt daher viele Elektroniker, die an Linux als Basis für eigene Controller-Projekte interessiert sind. Eine Hürde ist jedoch die scheinbar hohe Komplexität, außerdem sind Entwicklungsboards oft recht teuer. Mit diesem kompakten Modul, das bereits für modernste Embedded-Projekte fertig bestückt ausgestattet ist, gelingt der Linux-Einstieg ideal und preiswert zugleich.

Bestücke und getestete Platine

Art.-Nr. 120026-91 • € 64,95 • CHF 80,60

L

5 311

Das mittlerweile zwölfte Buch aus Elektors erfolgre-



4



6



5



6



8

reicher „Dreihunderter“-Schaltungsreihe bietet ein weiteres Mal neue Konzepte sowie einen (fast) unerschöpflichen Fundus zu allen Bereichen der Elektronik: Audio & Video, Spiel & Hobby, Haus & Hof, Prozessor & Controller, Messen & Testen, PC & Peripherie, Stromversorgung Ladetechnik sowie zu Themen, die sich nicht katalogisieren lassen.

544 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-255-0  
€ 36,80 • CHF 45,70

0 1 A

L

Dieses Buch nimmt Sie mit auf eine Entdeckungsreise in die Welt der digitalen Elektronik. Nach dem Aufbau einer soliden Wissensbasis hierüber verlagert sich der Schwerpunkt zur programmierbaren Logik. Wie lassen sich mit vorhandenen Bausteinen logische Systeme aufbauen und wie koppelt man sie sicher und störungsfrei an die analoge Außenwelt Das sind Fragen, die das Buch beantwortet.

603 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-254-3  
€ 49,00 • CHF 60,80

A

2012

AVR-Controller von Atmel sind sehr beliebt, was nicht zuletzt an den kostenlos erhältlichen Tools liegt. Wie man AVR-Mikroprozessoren im Bereich Signalverarbeitung einsetzt, zeigt dieses aus 3 Platinen bestehende Projekt. Bei der ersten Platine handelt es sich um einen Signalgenerator mit einem ATtiny2313. Die zweite Platine enthält einen kompletten SDR-Empfänger mit Display. Die dritte Platine schließlich dient zum Aufbau einer aktiven Antenne. Die fertig bestückte Mini-Platine SB-FT232R Breakout-Board (Art.-Nr. 110553-91) gibts gratis obendrauf.

3 Bausätze im Set (Signalgenerator  
universaleReceiver aktive Antenne)  
inkl. SB-FT232R Breakout-Board

Art.-Nr. 100182-72  
€ 119,95 • CHF 148,80

elektronischen Geräte und Systeme eine gut funktionierende Stromversorgung mit spezieller Anpassung an die Betriebsbedingungen. Dieses neue Buch beschreibt die entsprechenden Möglichkeiten vom Transformator bis zum passenden Kühlkörper. Behandelt werden die wichtigsten Merkmale, Einsatzmöglichkeiten und das Betriebsverhalten von vielen unterschiedlichen Stromversorgungsgeräten.

366 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-239-0  
€ 46,00 • CHF 57,10

Weitere Informationen zu unseren Produkten sowie das gesamte Verlagsortiment finden Sie auf der Elektor-Website

Elektor-Verlag GmbH  
Süsterfeldstr. 2  
2072 Aachen  
Tel. +49 (0)241 88 909-0  
Fax +49 (0)241 88 909-77  
E-Mail [bestellung@elektor.de](mailto:bestellung@elektor.de)



Die Elektronik bestimmt unser tägliches Leben mehr denn je – Tendenz steigend. Dabei benötigen alle



Seit Generationen zieht die Welt der Modellbahnen Jung und Alt in ihren Bann. Angefangen vom einfachen, weichenlosen Gleisoval, auf der ein Zug emsig immer gleiche Runden dreht, sind bis zur großflächigen, computergestützten Anlage zahllose Spielarten möglich. Das Stellwerk dieser unabhängigen Modellbahnsteuerung ist ein Mikrocontroller aus der PIC-Familie, er schickt die Züge kleiner Anlagen auf programmierbare Routen. Mit dem dazugehörigen PC-Programm können sogar Skripte ausgeführt werden.



## A N

An die Fernbedienung Wiimote der Spielkonsole Wii von Nintendo ist die Erweiterung Nunchuck anschließbar. Nunchuck gibt dem Wii-Spieler einen analogen Steuerhebel und zwei Drucktaster in die Hand, eingebaut ist ein dreachsiger Beschleunigungssensor. Ein kleines, auf einem Mikrocontroller PIC18F2550 basierendes Interface schlägt die Brücke zu dieser Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die Kommunikation ist aufsetzend auf dem I<sup>2</sup>C-Protokoll möglich. Durch den Brückenschlag sind die Möglichkeiten des Nunchucks beispielsweise in der Robotik oder im Modellbau nutzbar.



## I

Ein SB-Isolator trennt den SB-Anschluss eines eräts galvanisch vom SB-Anschluss eines anderen eräts, zum Beispiel ein Messgerät von einem PC. Diese Maßnahme kann zum Minimieren von Messfehlern, zum nderbinden von Masse-schleifen oder auch nur zum vorbeugenden Schutz empfindlicher Systeme notwendig sein. Wir stellen einen SB-Isolator vor, der die Daten mit einem ADuM310 nach USB-Standard 2.0 (Low- oder Full-Speed) überträgt. Für die Isolation der Versorgungsspannung sorgt ein Flyback-Konverter rund um einen LT3575.

Elektronik September erscheint am August  
Elektronik gibt es im Bahnhofsbuchhandel, Elektronik-Fachhandel, online ausgeben, erhalten und garantiert beim Presse-Fachhändler. Sie können Elektronik auch direkt bei [elektor.de](http://www.elektor.de) bestellen. Änderungen vorbehalten.

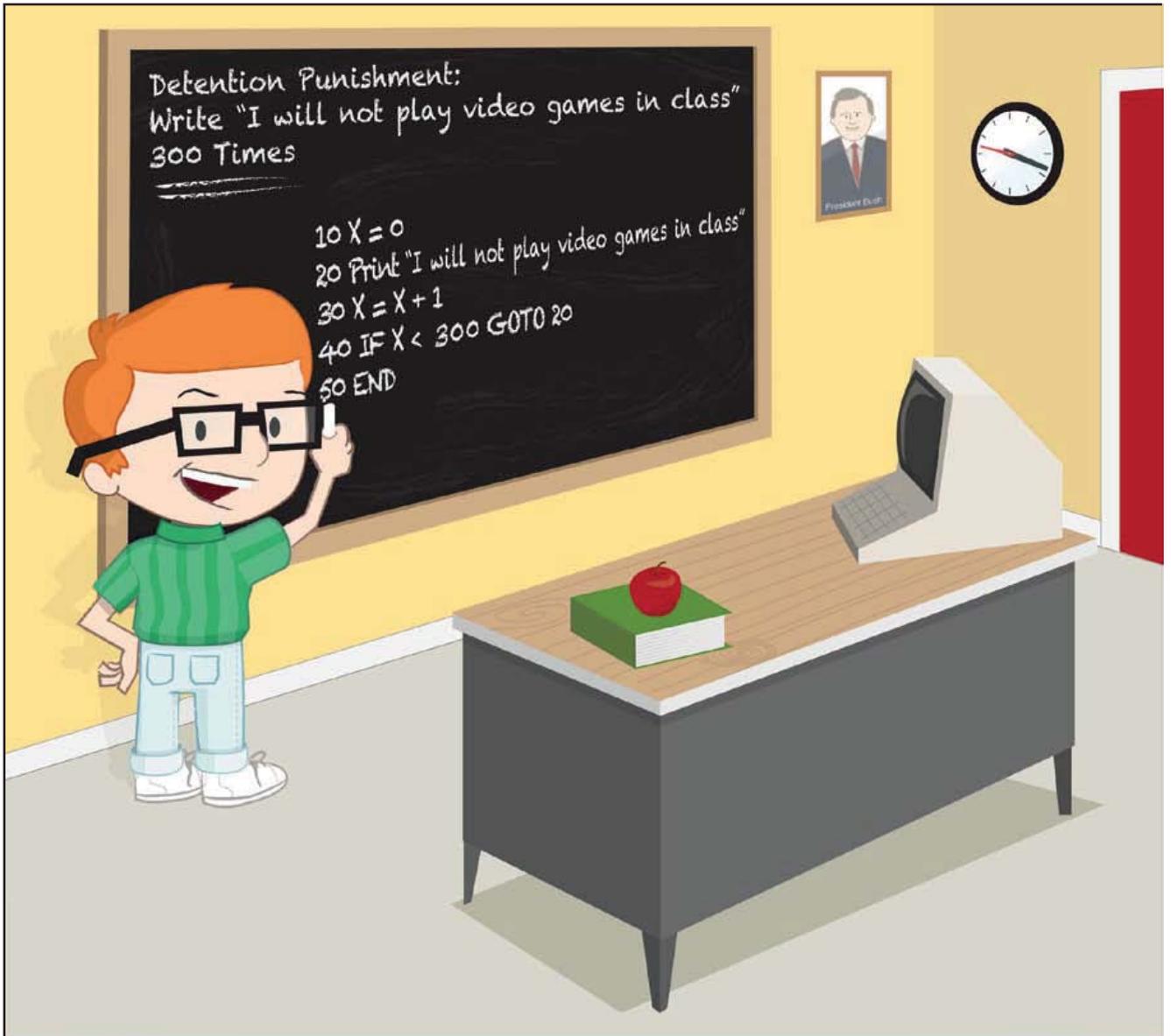
## N

Alle Magazin-Artikel ab 1996 können einzeln im PDF-Format heruntergeladen werden (gegen Elektor-Credits). Zu jedem Artikel findet man eine kurze Zusammenfassung, technische Daten und eine Stückliste (sofern vorhanden), was bei der Projektauswahl hilft. Dazu kommen eventuelle Updates/Berichtigungen und die Downloads zum Artikel (z.B. Software und Zusatzinfos). Auch die zum Projekt gehörenden Produkte wie Platinen, programmierte Controller und mehr lassen sich hier bestellen. Im Elektor-Shop findet man alle anderen Angebote von Elektor, wie CD-ROMs, DVDs, Kits, Module, Software und Bücher. Mit der Suchfunktion können Sie die ganze Site nach Stichwörtern durchforsten.

- News aus der Elektronikwelt
- Leserforum
- Download des E-Magazins
- Spezialangebote (zeitlich begrenzt)
- FAQs, Inhaltsverzeichnisse und Kontaktformular







If only RF could be so easy.

**Linx**  
TECHNOLOGIES

**Wireless made simple<sup>®</sup>**

RF Modules • Remote Controls • Antennas  
RF Connectors • Custom Designs

[www.linxtechnologies.com](http://www.linxtechnologies.com)