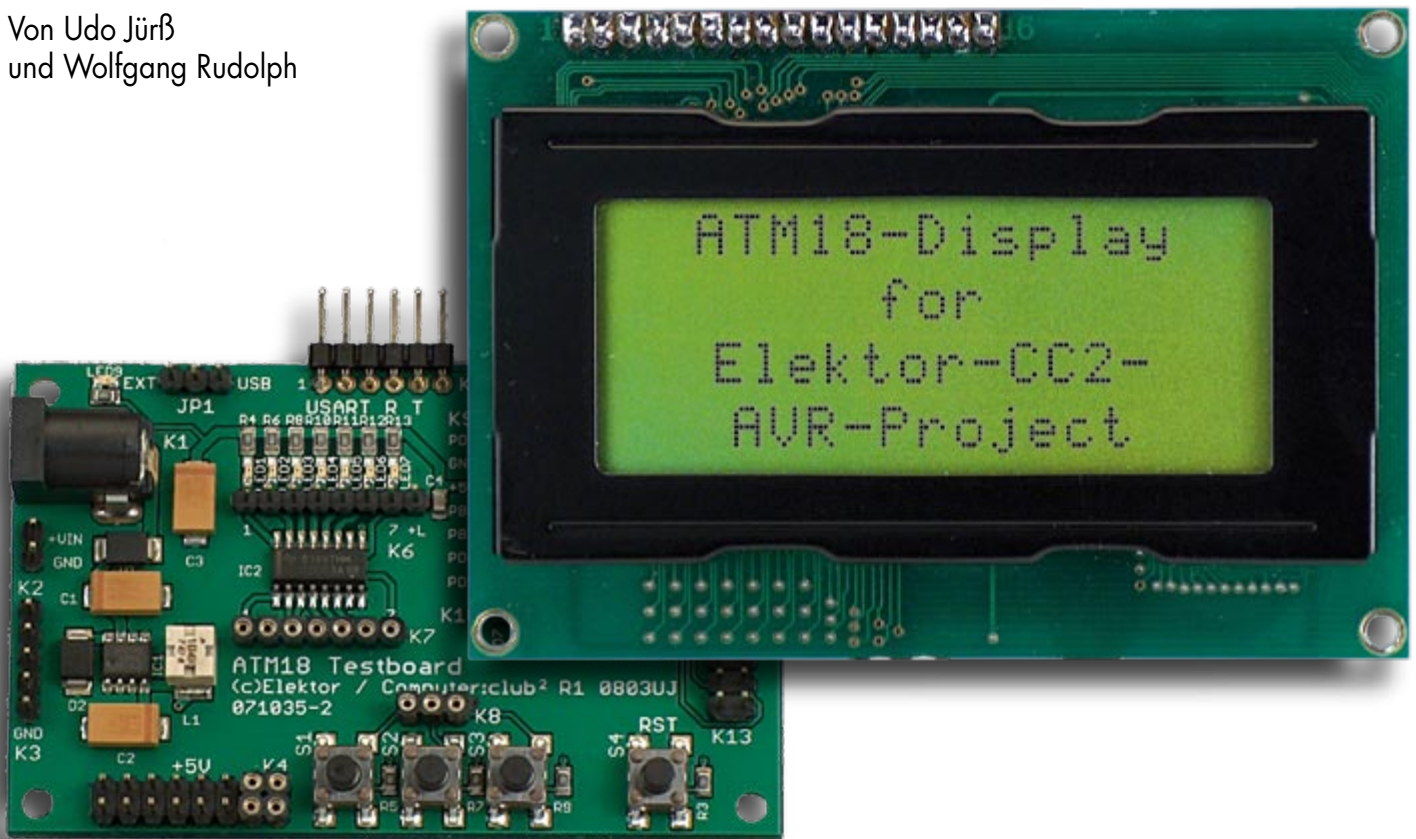


2-Draht-LCD

ATM18-Display für das Elektor-CC2-AVR-Projekt

Von Udo Jürß
und Wolfgang Rudolph



Die LCD-Erweiterung des ATM18-Testboards erschließt unzählige Anwendungen. Was auf den ersten Blick wie ein Standard-LC-Display für den Anschluss an einen Mikrocontroller aussieht, bietet doch eine technische Besonderheit: Um möglichst wenige Portleitungen zu belegen, wurde ein Interface entwickelt, das mit nur zwei Portleitungen auskommt.

Ein übliches Standard-LCD kann wahlweise mit acht oder vier Datenleitungen angesteuert werden. Dazu kommt mindestens noch eine Leitung für das RS-Signal zur Umschaltung zwischen Daten und Kommandos sowie eine weitere Leitung für das E-Signal zur Datenübernahme. So viele Anschlüsse waren uns zu schade für diese Auf-

gabe, denn damit werden die entsprechenden Portleitungen für andere Aufgaben blockiert.

Datenübertragung

Alle Standard-LC-Displays verwenden 14 Leitungen für die Ansteuerung. Zusätzlich sind oft noch Anschlüsse für

das Backlight herausgeführt. Dabei gibt es unterschiedliche Versionen, wobei sich die Hersteller nicht ganz einig sind, ob das Backlight jenseits von Pin 1 oder von Pin 14 liegen sollte. Die Platine geht von der Version aus, bei der Pin 15 und Pin 16 mit dem Backlight verbunden sind. Die Stromversorgung für die LEDs kann dann an zwei Pads

angelötet werden. Falls Sie ein anderes Display verwenden, bestücken Sie am besten nur die 14 Leitungen ohne das Backlight. Das von uns verwendete Display verfügt über folgende Anschlüsse:

- Pin 14...7: Datenbus
- Pin 6: E, Enable-Signal, aktiv high
- Pin 5: R/W, 0 = Schreiben, 1 = Lesen
- Pin 4: RS, 1 = Daten, 0 = Kommandos
- Pin 3: VO, Kontrasteinstellung 0...2V
- Pin 2: VDD, +5V
- Pin 1: VSS, 0V

Über die R/W-Leitung muss die Datenrichtung festgelegt werden. Sie wird hier dauerhaft in Schreibrichtung benötigt und liegt daher in unserer Schaltung (Bild 1) fest an Masse. Außerdem muss man die interne Registerselktion des Displaycontrollers über die Leitung RS vornehmen. Hier wird zwischen Daten und Kommandos unterschieden.

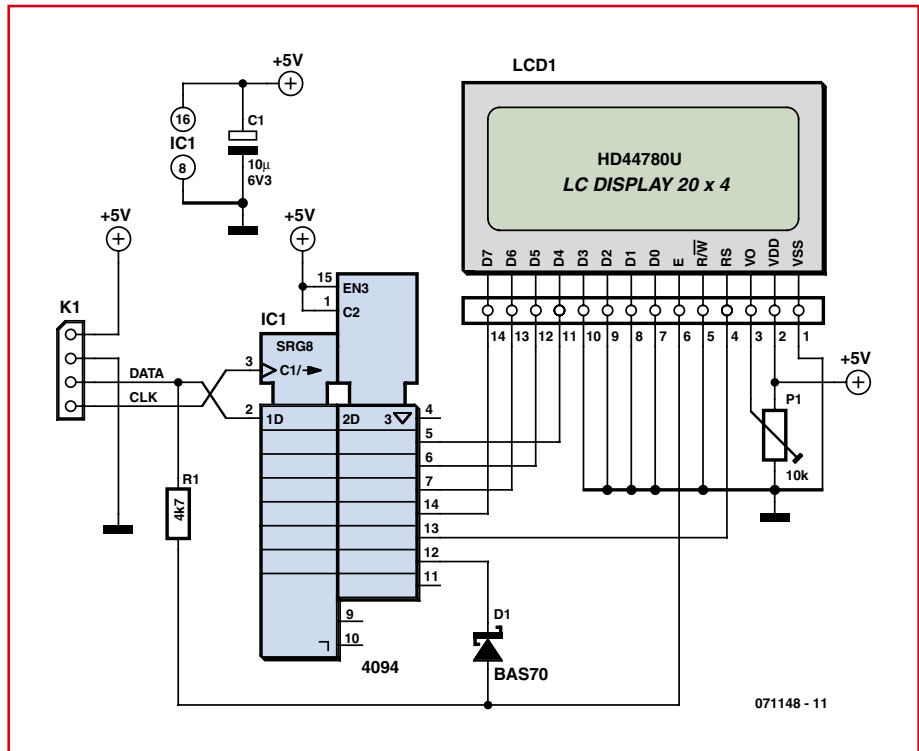


Bild 1. Das LCD-Interface besteht im Wesentlichen aus einem Schieberegister.

2-Draht-Interface

Die Schaltung realisiert eine Porterweiterung über zwei Portbits. Bei einer Porterweiterung über zwei Leitungen fällt einem natürlich der I²C-

Bus ein. Aber es geht auch anders, und zwar schneller und preiswerter. Alles was man braucht ist ein Schieberegister 4094 (siehe Bild 1). Statt ei-

ner Taktrate von 400 kHz kann man hier mit mehreren MHz arbeiten. Auf den ersten Blick erscheint die Aufgabe aber als schwierig. Man

C-Compiler

Für fortgeschrittene C-Programmierer wird die LCD-Ansteuerung über die Erweiterungsplatine mit zwei Beispielen unterstützt, die auf der Elektor-Homepage geladen werden können. Ein Beispiel wurde mit Win-AVR (GCC) erstellt, das andere mit CodeVision.

Speziell für das gemeinsame Projekt von Elektor und CC² hat die Softwareschmiede HPInfoTech ihren bekannten Compiler „CodeVisionAVR“ in einer kostenlosen Sonderversion freigegeben. Dieser Gratis-Compiler unterstützt den ATmega48, ATmega88, ATmega168 und

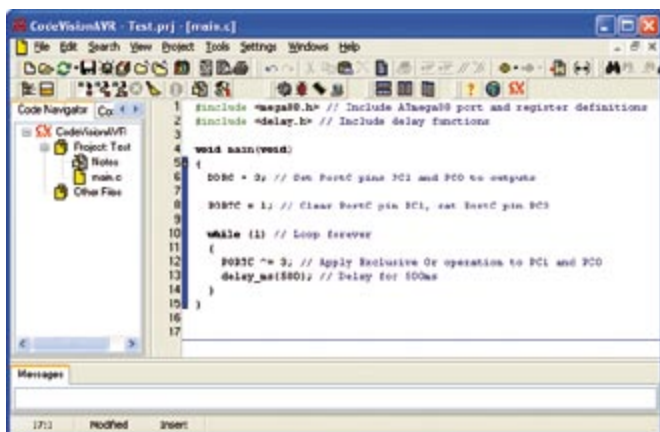
ATmega328 und erzeugt Code bis zu einer Größe von 4 KB.

Eine 16-KB-Version kostet etwa 60 €, eine mit 32 KB ca. 75 €. Damit ist dieser AVR-Compiler nicht nur für Profientwickler in der Industrie interessant.

Der Compiler erzeugt einen sehr effizienten Code und setzt einen so genannten Smart-Linker ein, der nur die wirklich benötigten Funktionen verwendet. Daher kann man in CodeVision auch sehr umfangreiche Module nutzen, ohne diese von Anwendung zu Anwendung anpassen zu müssen.

CodeVision bietet eine sehr komfortable Projekteinstellung. Der integrierte Programmgenerator „Codewizard“ erzeugt ein komplettes Programmgerüst. Besonders Anfänger können damit aus Vorlagen wie unseren Programmbeispielen gut lernen. Die automatische Erzeugung von Programm-Bibliotheken und die Auswahl zwischen Anwendungs- und Bootloader-Code sowie Quelltext-Vorlagen (Code-Templates) von oft benötigten Programmteilen erleichtern den Einstieg. Integrierte Treiber für alle gängigen Programmieradapter ermöglichen die Flash-Programmierung direkt aus CodeVision heraus. Internes EEPROM und Fuse-Bits können ebenfalls programmiert werden. Zusätzlich gibt es ein integriertes Terminal mit File-Transfer und hexadezimaler Debugausgabe. Dazu kommen umfangreiche Optimierungsmöglichkeiten für Fortgeschrittene (u.a. globale Register-Zuweisung, frei programmierbarer ISR Entry / Exit Code), eine umfangreiche Hilfe (auch Online) und eine Debug-Schnittstelle zu AVR-Studio.

Für einen besonders einfachen und attraktiven Einstieg in die C-Programmierung mit CodeVision hat Udo Jürß ein Video-Tutorial erstellt, das auf der Homepage von Wolfgang Rudolph zum Download bereitsteht: www.wolfgangrudolph.de/videodownload.html



CodeVisionAVR im Einsatz

muss nämlich nicht nur die parallelen Daten D4 bis D7 und das RS-Signal übertragen, sondern anschließend auch noch einen Übernahmeimpuls an E erzeugen.

Dies gelingt, indem das Data-Signal für das Schieberegister über einen Widerstand und eine Diode mit dem Ausgang Q7 UND-verknüpft wird. Nur wenn Q7 High ist und ein Impuls an

DATA erzeugt wird, übernimmt das LCD die Daten mit einem E-Impuls. Damit niemals falsche Daten übernommen werden, muss der folgende Ablauf genau eingehalten werden:

1. Es werden acht Null-Bits in das Schieberegister geladen. Dazu setzt man DATA low und erzeugt acht Clock-Impulse. Die Bits werden jeweils mit der steigenden Flanke übernom-

men. Nun sind alle Q-Ausgänge low. So wird verhindert, dass ein zufälliges E-Signal entstehen kann.

2. Nun überträgt man sieben Datenbits. Das erste Bit ist high und erscheint später an Q7, damit der E-Impuls ausgegeben werden kann. Das zweite Bit steht für das RS-Signal an Q6. Darauf folgen vier Datenbits und schließlich noch ein Nullbit, damit die Data-Leitung low ist. Nach insgesamt sieben Clock-Impulsen liegen alle Daten stabil an den Q-Ausgängen, insbesondere auch eine Eins an Q7.

3. Jetzt wird das E-Signal erzeugt. Dazu erzeugt man einen einzelnen Impuls an der Data-Leitung. Da Q7 high ist, wird der Impuls an das LCD weiter gegeben.

Diese ganze Prozedur muss jeweils zweimal durchlaufen werden, einmal für das High-Nibble (die oberen vier Bits D4 bis D7) und einmal für das Low-Nibble (D0 bis D3). **Listing 1** zeigt einen Ausschnitt aus dem BASCOM-Beispielprogramm, das von der Elektor-Homepage geladen werden kann. Mit `Lcd_write_data` werden Daten übertragen, wobei RS hochgesetzt wird. `Lcd_write_ctrl` setzt dagegen RS herunter und dient zum Übertragen von Steuerbefehlen, die man zum Beispiel bei der Initialisierung benötigt.

Initialisierung

Das Display kennt eine Vielzahl von Kommandos, die jeweils mit RS=0 übergeben werden. Dabei wird zwischen Typen von Kommandos unterschieden, die jeweils eine charakteristische Anzahl von Nullbits in den höherwertigen Stellen besitzen (**siehe Tabelle 1**).

Das Display enthält einen internen Datenzeiger, der den einzelnen Zeichenpositionen zugeordnet ist. Bei einem 2*16-stelligen Display gilt:

Zeile 1: Adresse 00h bis 0Fh

Zeile 2: Adresse 40h bis 4Fh

Verwendet man ein vierzeiliges Display, gibt

Zeile 1: Adresse 00h bis 0Fh

Zeile 2: Adresse 40h bis 4Fh

Zeile 3: Adresse 20h bis 2Fh

Zeile 4: Adresse 60h bis 6Fh

Der Cursor rückt mit jedem geschriebenen Zeichen automatisch vor, kann

Listing 1

Datenübertragung über das Schieberegister

```
Sub Lcd_write_data(byval D As Byte )
  Rs = 1
  Low_nibble = D And 15
  High_nibble = D / 16
  Lcd_write_nibble High_nibble
  Lcd_write_nibble Low_nibble
End Sub

Sub Lcd_write_ctrl(byval D As Byte )
  Rs = 0
  Low_nibble = D And 15
  High_nibble = D / 16
  Lcd_write_nibble High_nibble
  Lcd_write_nibble Low_nibble
End Sub

Sub Lcd_write_nibble(byval D As Byte )
  Pe_clock = 0
  Pe_data = 0
  ,Clear all stages of shift register
  For N = 1 To 8
    Pe_clock = 1
    Pe_clock = 0
  Next N
  ,Set E-Level for at Q7
  Pe_data = 1
  Pe_clock = 1
  Pe_clock = 0
  ,Set level for RS at Q6
  Pe_data = Rs
  Pe_clock = 1
  Pe_clock = 0
  ,Shift in 4 bits
  Mask = 8
  For N = 1 To 4
    State = D And Mask
    If State = 0 Then
      Pe_data = 0
    Else
      Pe_data = 1
    End If
    ,Clock in data with rising edge
    Pe_clock = 1
    Pe_clock = 0
    Shift Mask , Right
  Next N
  ,Shift in 0-Bit
  Pe_data = 0
  Pe_clock = 1
  Pe_clock = 0
  ,Set E
  Pe_data = 1
  Pe_data = 0
End Sub
```

aber durch Setzen einer Adresse gezielt auf eine gewünschte Position gestellt werden.

Nach dem Einschalten müssen einige Initialisierungsbytes in das Kommandoregister geschrieben werden. **Listing 2** zeigt ein Beispiel für die Initialisierung mit 4-Bit-Datenbus.

Textausgabe

Um Text an einer definierten Position auszugeben muss die Cursorposition vorgegeben werden. Hier wird die Position in Spalten (x) und Zeilen (y) über-

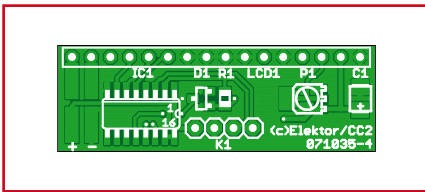


Bild 2. Die Platine der LCD-Erweiterung.

Stückliste

Widerstände:

R1 = 10 k (SMD 805)
P1 = Trimpotentiometer 10 k (SMD)

Kondensatoren:

C1 = 10 µ/6,3 V (SMD)

Halbleiter:

D1 = BAS70 (SMD)
IC1 = 4094 (SMD SO16)

Außerdem:

K1 = Stiftleiste, einreihig, 4-polig
LCD1 = LC-Display 4 x 20 Zeichen (HD44780-kompatibel)
Stiftleiste, einreihig, 14-polig
071035-93 SMD-bestückte Platine mit allen Teilen inklusive 4x20-LC-Display (erhältlich im Elektor-Shop)

geben. Mit „Lcd_pos 1,1“setzt man die Schreibposition in die erste Zeile und die linke Spalte. Dann kann mit Lcd_text eine Zeichenkette ausgegeben werden, wie **Listing 3** zeigt.

Platinchen

Der Aufbau der Interfaceschaltung erfolgt auf einer kompakten Platine (**Bild 2**) und verwendet SMD-Bauteile. Die SMD-Bestückung braucht niemanden abzuschrecken, da eine bereits bestückte Platine in Elektor-Shop erhältlich ist. Lediglich die Kontakte sind noch von Hand einzulöten. Der vierpolige Übergang zum ATM18-Testboard wird am besten mit Pfostenfeldbuch-

Tabelle 1. Display-Kommandos

Funktion	7	6	5	4	3	2	1	0
Display löschen	0	0	0	0	0	0	0	1
Cursor home	0	0	0	0	0	0	1	x
verschieben	0	0	0	0	0	1	ID	S
(ID=1/0: rechts/links, S=1/0: ohne/mit Text)								
Display, Cursor	0	0	0	0	1	D	C	B
(D,C,B=1/0: Display, Cursor, Blinken An/Aus)								
verschieben	0	0	0	1	SC	RL	x	x
(SC=1/0: Text/Cursor nach RL=1/0: rechts/links)								
Initialisierung	0	0	1	DL	N	x	x	x
(DL=1/0: 8/4-Bit-Bus, N=1/0: beide/eine Zeile)								
Zeichengenerator	0	1	Zeichen			Spalte		
Zeichengenerator	1	Speicheradresse						

sen bestückt, damit Drahtstücke zum Herstellen der Verbindung eingesetzt werden können. Die 16-polige Kontaktreihe wird wahlweise ebenfalls direkt mit einer Pfostenfeldbuchse bestückt. In diese wird dann das LCD gesteckt. Man kann es aber auch genau anders herum machen und Stecker auf der Pla-

tine bestücken. Je nach Bedarf kann auch eine direkte Verbindung mit einer Pfostenreihe oder über ein Flachbandkabel hergestellt werden. Zum Mikrocontroller führen vier Leitungen: V_{cc}, Gnd, Data und Clock. Data und Clock werden an zwei beliebige Ports angeschlossen. Die Beispielsoftware ver-

Listing 2

Die Initialisierung

```
4 Bit, zwei Zeilen:      0010 1000 = 28h = 40
Display ein, Cursor aus: 0000 1100 = 0Ch = 12
Display löschen:        0000 0001 = 01h = 1
```

```
Sub Lcd_init
  Waitms 100
  Lcd_write_ctrl &H28
  Waitms 5
  Lcd_write_ctrl &H0C
  Waitms 5
  Lcd_write_ctrl &H01
  Waitms 50
End Sub
```

Listing 3

Textausgabe

```
Sub Lcd_pos(byval X As Byte , Byval Y As Byte )
  D = 127 + X
  If Y = 2 Then D = D + 64
  Lcd_write_ctrl D
End Sub

Sub Lcd_text(byval Text As String )
  J = Len(text)
  For I = 1 To J
    Char = Mid(text , I , 1 )
    D = Asc(char)
    Lcd_write_data D
  Next I
End Sub
```


wendet Port B.1 für Clock und Port B.2 für die Data-Leitung.

Anwendung

Die praktische Anwendung ist ganz einfach. Als Beispiel wird eine Messwertanzeige realisiert. **Listing 4** zeigt die Ausgabe von Messwerten des analogen Eingangs ADC(0). Der A/D-Wandler wird für die externe Referenz von 5 V initialisiert. Die 10-bit-Ergebnisse liegen im Bereich 0 bis 1023. Das komplette Programmbeispiel findet man zum freien Download auf der Elektor-Homepage (www.elektor.de/071148).

(071148e)

Listing 4

Messwert-Ausgabe

```

Config Adc = Single , Prescaler = 64 , Reference = Off
Start Adc








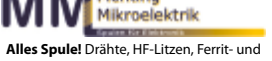

Lcd_init

Lcd_pos 2 , 1
Lcd_text „adc(0) =“

Do
  Lcd_pos 2 , 2
  Value = Getadc(0)
  Text = Str(value)
  Lcd_text Text
  Waitms 500
Loop
    
```

Markt **elektor** | electronics worldwide

Kontakt : Telefon: 0511/3348-436 – Telefax: 0511/3348-481 – service@id-medienservice.de

<p>Verkäufe</p>	<p>Bausätze zu ELEKTOR 1986 bis heute!</p> <p>Teilesätze, Platinen, programmierte Controller sowie Cds zu fast allen Elektor-Projekten vom Spezialist. Alle Elektor-Artikel zum Verlagspreis.</p>	<p>Web-Shops</p>	 <p>www.ibklose.de - Ing.-Büro für Elektronik und Nachrichtentechnik -</p>
 <p>Preisgünstige Bauteile zusätzlich über 4000 Auslaufartikel zum Super-Sonderpreis www.elcomp.at</p>	<p>Ihr zuverlässiger Partner für aktive und passive elektronische Bauteile und Komponenten:</p>  <p>Geist Electronic-Versand GmbH Tel.: 07720/36673 Fax: 07720/36905 Mail: info@geist-electronic.de Shop: www.geist-electronic.de</p>	 <p>Gravuren / Schilder / Frontblenden www.webgrav.de</p>	<p>VTS – ELEKTRONIK GbR Preiswerter Leiterplatten Service info@vts-elektronik.de www.vts-elektronik.de</p>
 <p>Entwicklung industrietauglicher Software und Hardware sowie Elektronik 03303/212166 oder www.jasy.de</p>	 <p>schlanke Preise - fettes Angebot Schnellversand ohne Mindestumsatz Bauteile - Ersatzteile - Zubehör Fernbedienungen - Zeilenträfos HDTV DVB-T Sat Audio/Video Überwachungstechnik und vieles mehr. www.Laehn-Versand.de</p>	<p>Leiterplatten-Fertigung</p>  <p>Industrie-Elektronik www.thale-elektronik.de</p>	<p>Verschiedenes</p>
<p>Heldt-Electronic www.heldt-electronic.de 10.000.000 Bauteile und Zubehör ab Lager.</p>	 <p>Alles Spule! Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Isoliermaterial, Klebebänder, Tränklacke, Spulenkörper. Know-How-Hotline: Mo-Do, 14-16Uhr 09001101234 0,99€/min www.spulen.com</p>	 <p>Lichtleiter und Zubehör www.fiber-shop.de</p>	<p>Die Buchung einer Anzeige beinhaltet einen kostenlosen Eintrag auf der Website von Elektor, inclusive eines Links zu Ihrer Seite.</p> <p>Reservieren Sie jetzt ihre Jahresbuchung</p>
<p>Anzeigenschluss: 26.02.2008 Erscheinungstermin: 19.03.2008</p>	 <p>Aktive, passive und mechanische Bauteile. AVR und ARM Mikrocontroller. Mikrocontrollerboards. www.embedit.de</p>		