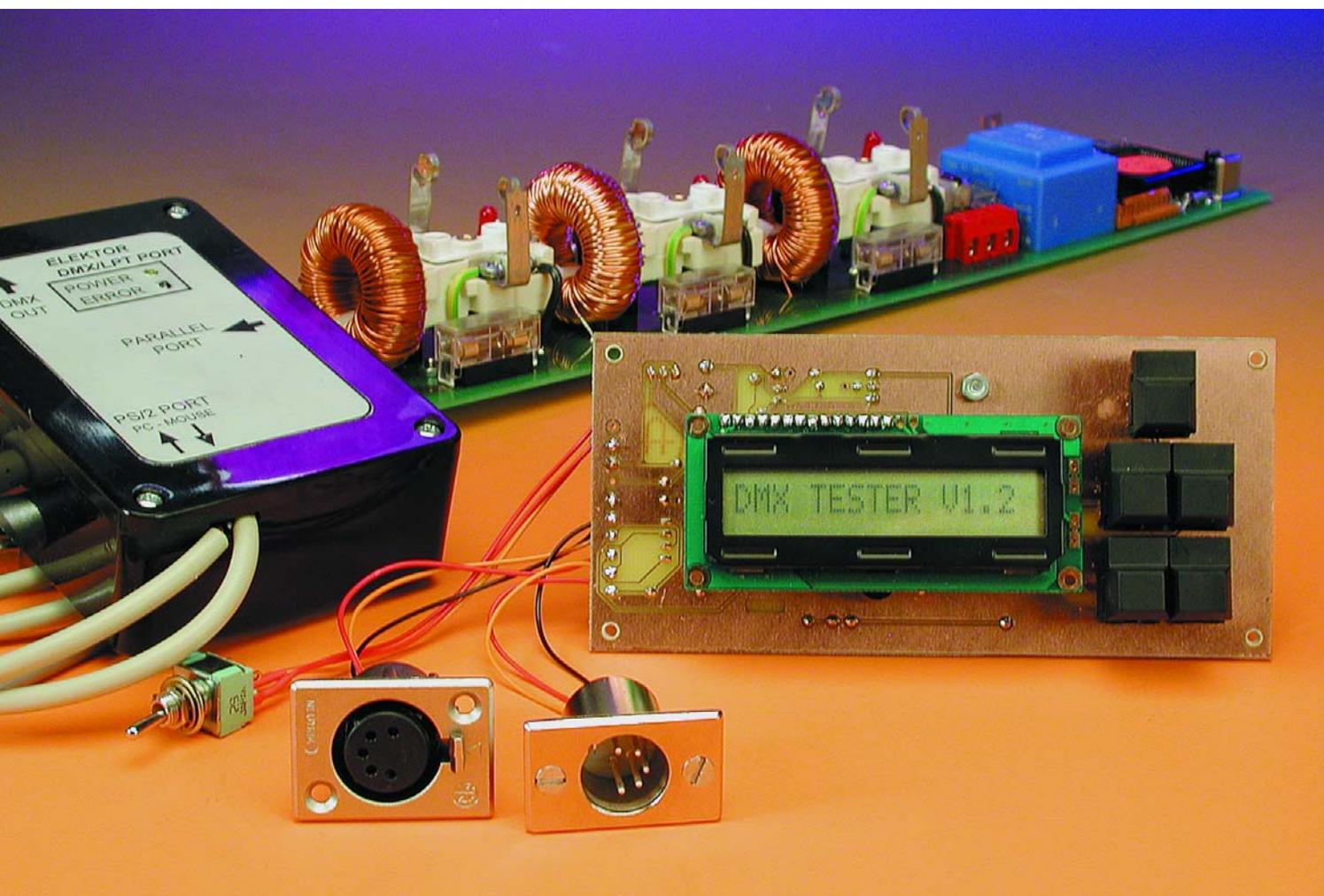


Mobiler DMX-Tester

Alles aus dem Handgelenk

Benoît Bouchez

In DMX-kompatiblen Geräten und Anlagen können Störungen auftreten, deren Beseitigung nicht immer einfach ist. Hier leistet der mobile DMX-Tester wertvolle Hilfestellung, denn er arbeitet autonom ohne DMX-Master (PC oder Konsole). Das Gerät ist so konzipiert, dass es selbständig DMX-Daten senden und empfangen kann. Das handliche Format und der eingebaute Akku tragen dazu bei, dass der Tester allen Erfordernissen der Praxis gerecht wird.



Der Bau und die Installation von DMX-Geräten und -Anlagen verläuft nicht immer problemlos, und auch im späteren Betrieb können Fehler und Fehlfunktionen auftreten, die sich nur mit größerem Aufwand an Arbeit und Zeit beheben lassen. Leider ist es schon wegen des begrenzten Platzes nicht möglich, an dieser Stelle alle potenziellen Symptome, ihre Ursachen und die erforderlichen Maßnahmen zur Behebung zu beschreiben. Fehlerhaft kann sich ein relativ einfaches Gerät verhalten (z. B. Scanner, Dimmer usw.), indem es Kommandos ignoriert, oder die gesamte Anlage verhält sich plötzlich so, als ob sie von einem durcheinander geratenen Programm gesteuert wird. Während bei den einfacheren 0...10-V-Steuersystemen meistens ein einfaches Multimeter genügt, um der Ursache auf den Grund zu gehen, gestaltet sich die Fehlersuche in DMX512-Systemen deutlich komplizierter. Hier gleicht das Aufspüren auch bei Einsatz eines teuren Oszilloskops oft der sprichwörtlichen Suche nach der Stecknadel im Heu-Haufen. In solchen und anderen Fällen leistet der hier beschriebene mobile DMX-Tester wertvolle Dienste. Das Gerät sendet DMX512-konforme Kommandos an das fehlerhafte Gerät oder über die Leitungen der defekten Anlage. Ferner interpretiert der Tester die Signale auf den Leitungen und zeigt auf einem Display an, was dort zu einem vorgegebenen Zeitpunkt geschieht.

Den gleichen Zweck würde natürlich auch ein DMX-Interface erfüllen, das von einem PC gesteuert wird, doch diese Lösung wäre mehr als unpraktisch. Die Investitionen für diesen Aufwand wären beträchtlich, insbesondere wenn der PC nur für die Reparatur von DMX-Geräten und -Anlagen angeschafft werden müsste. Der Transport des PC (auch eines Laptops) zum Ort der vermuteten Fehlerquelle wäre recht mühsam, zum Beispiel wenn dieser Ort etliche Meter über dem Bodenniveau einer Bühne liegt. Das beschriebene Problem bekommt man mit diesem mobilen DMX-Tester in den Griff; seine wichtigsten Eigenschaften sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

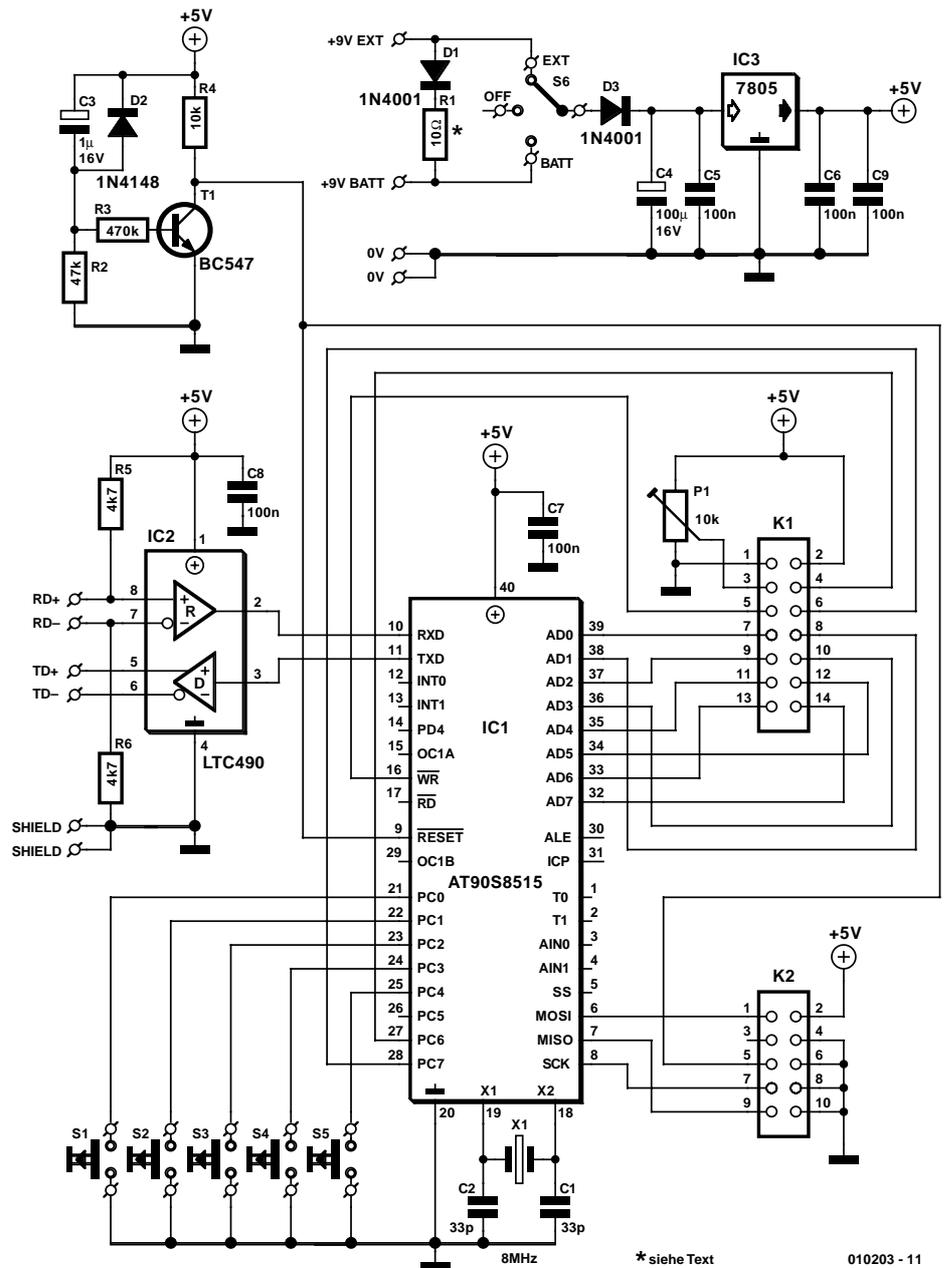


Bild 1. Die Schaltung des mobilen DMX-Testers ist unkompliziert, obwohl es sich um ein vollständiges Mikrocontroller-System handelt.

Tabelle 1. Die wichtigsten Eigenschaften

- Mobiles, akkubetriebenes Gerät mit handlichen Abmessungen,
- kompatibel zum Standard DMX512-1990,
- gesendete und empfangene Daten werden auf dem LC-Display angezeigt,
- besonders einfach über fünf Drucktaster zu bedienen,
- Stromversorgung durch Akku oder Stecker-Netzteil,
- zwei Funktionen: Senden und Empfangen von DMX-Signalen,
- sendet auf 512 DMX-Kanälen (480 Kanäle einstellbar, die übrigen Kanäle bleiben 0),
- Start-Code im Sender-Betrieb modifizierbar,
- Empfang von 480 Kanälen, die Werte 0 bis 255 werden angezeigt,
- Anzeige des empfangenen Start-Code,
- Indikator für Daten-Empfang, Kabel-Brüche sind dadurch sofort erkennbar,
- die DMX-Werte können im internen Speicher des Testers abgelegt und später vom Tester gesendet werden.

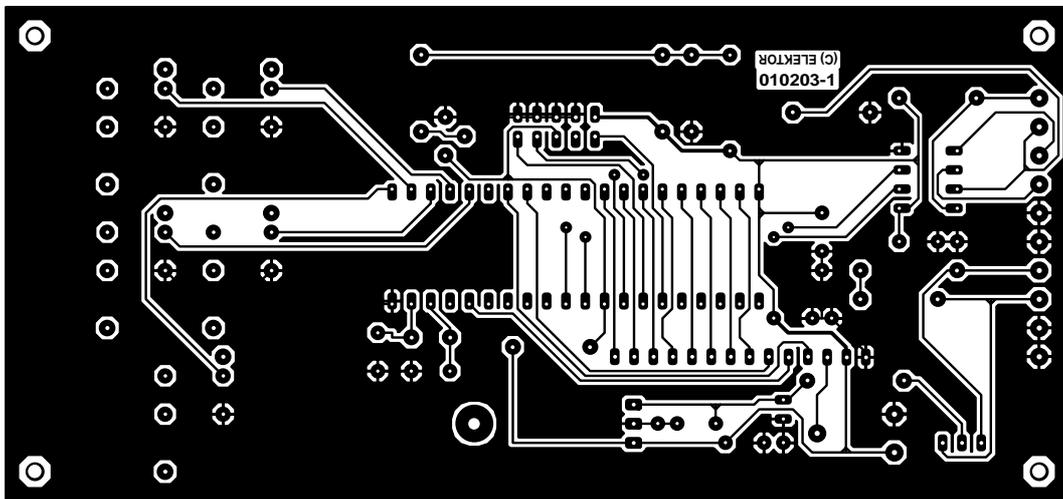
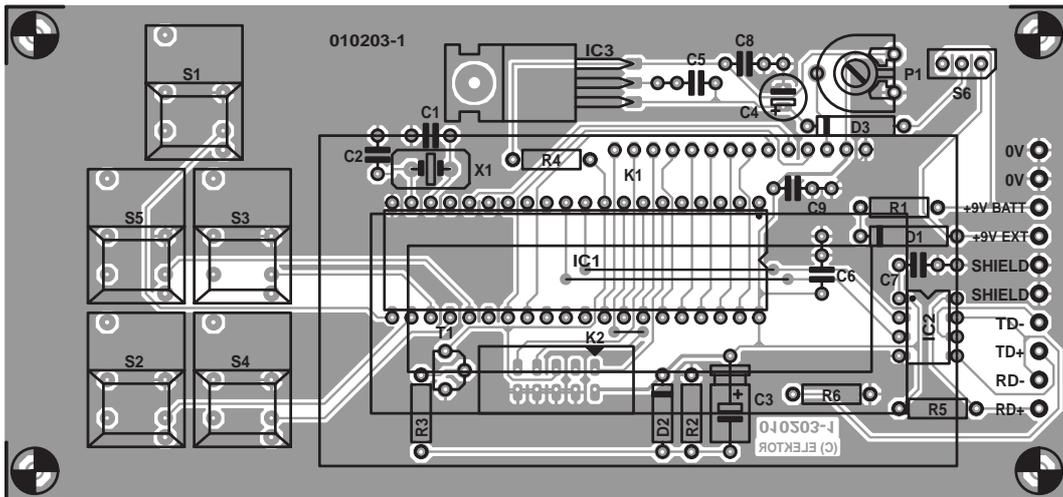


Bild 2. Platine und Bestückungsplan für die Schaltung in Bild 1.

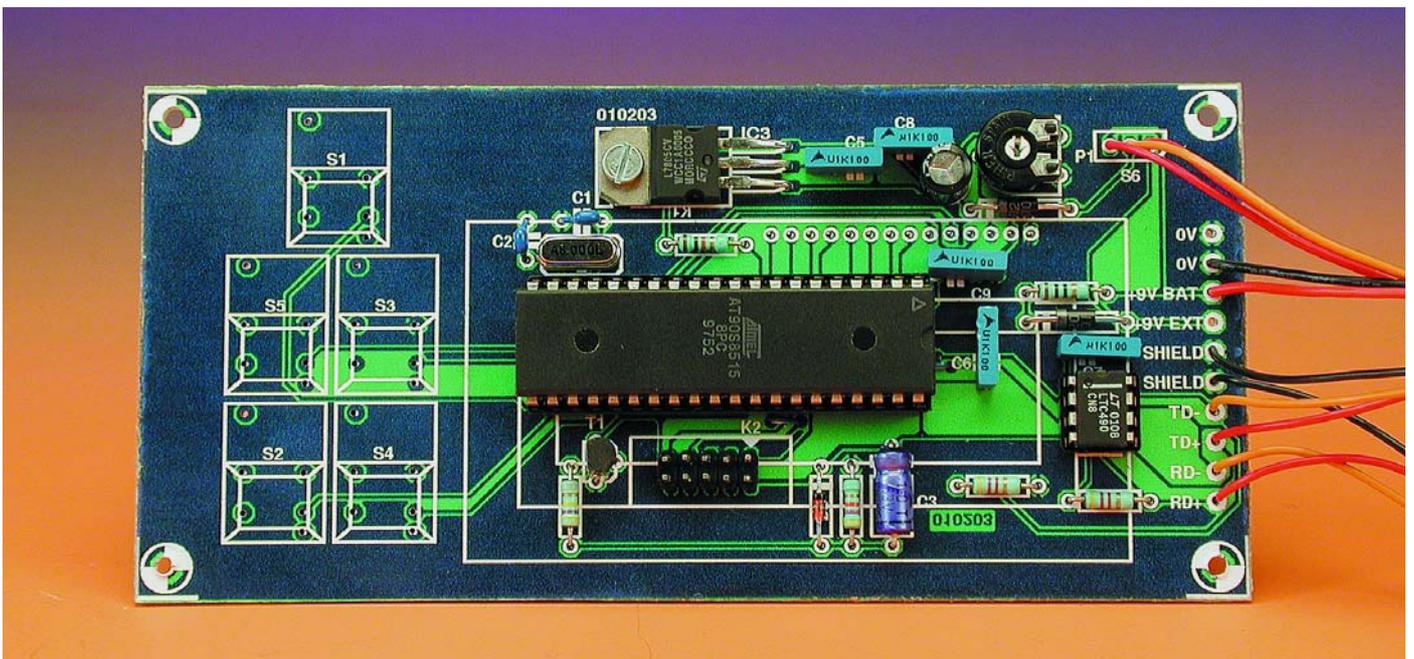


Bild 3. So sieht die fertig bestückte Platine aus.

Schaltungstechnisches

In den Anfangsjahren der integrierten digitalen Elektronik wäre es nicht möglich gewesen, einen mobi-

Stückliste

Widerstände:

R1 = *
R2 = 47 k
R3 = 470 k
R4 = 10 k
R5,R6 = 4k7
P1 = Trimpoti 10 k

Kondensatoren:

C1,C2 = 33 p
C3 = 1 µ/16 V
C4 = 100 µ/16 V
C5...C9 = 100 n

Halbleiter:

D1,D3 = 1N4001
D2 = 1N4148
T1 = BC547
IC1 = AT90S8515 (programmiert, EPS 010203-41)
IC2 = LTC490-CN8 (Linear Technology)
IC3 = 7805

Außerdem:

S1...S5 = Drucktaster mit Arbeitskontakt (z.B. Digitast-Serie)
S6 = einpoliger Umschalter mit Mittelstellung
X1 = Quarz 8 MHz
K1 = Buchsenleiste, einreihig, 14 Kontakte (und dazu passende Stiftleiste für das Display)
K2 = Stiftleiste, zweireihig, 2 · 5 Kontakte
LC-Display, einzeilig, 16 Zeichen, kompatibel zu HD44780, z.B. NLC-16x1x07 (Conrad Best.-Nr. 183261)
Eventuell:
5-polige XLR-Einbaubuchse, weiblich
5-polige XLR-Einbaubuchse, männlich
Platine EPS 010203-I
Diskette mit Quell- und Hex-Code: EPS 010203-I I

* = siehe Text

Das Platinen-Layout und die Dateien der Diskette stehen auch auf der Internet-Site www.elektor.de zum kostenlosen Download bereit.

len Tester mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften ohne erheblichen Aufwand an ICs und sonstigen Komponenten zu bauen. Doch die modernen Mikrocontroller machen es möglich, dass der Schaltungsaufwand heute, wie **Bild 1** beweist, kaum noch ins Gewicht fällt. Auf der anderen Seite ist das Schreiben eines maßgeschneiderten Mikrocontroller-Programms nicht nur zeit- und kostenintensiv, sondern es setzt auch ein erhebliches Maß an speziellem Fachwissen voraus.

Aus der Schaltung in Bild 1 geht hervor, dass hier ein Mikrocontroller aus der AVR-Familie von Atmel im Spiel ist. Auf seinem Chip sind alle Funktionen integriert, die für den DMX-Tester benötigt werden: 8 KB Flash-Speicher für das Programm, 512 Byte RAM, zwei Timer, eine serielle Schnittstelle und sogar ein 512 Byte großes EEPROM, das jedoch beim DMX-Tester ungenutzt bleibt. Der Mikrocontroller wird mit einem 8-MHz-Quarz getaktet; mit dieser Takt-Frequenz beträgt seine Leistung 8 MIPS (Million Instructions Per Second), was für den vorgesehenen Zweck mehr als ausreicht.

Der verwendete Atmel-Mikrocontroller (IC1 in Bild 1), Typenbezeichnung AT90S8515, führt sogar nahezu alles auf dem eigenen Chip mit, was für seine Programmierung nötig ist. Um das Programm in den Mikrocontroller zu laden, muss nur ein dafür konfiguriertes Kabel mit der parallelen Schnittstelle eines PC verbunden werden. Das Hineinladen der Anwender-Software in den Flash-Speicher des Mikrocontrollers übernimmt ein PC-Programm, das der Hersteller Atmel kostenlos zur Verfügung stellt. Das genannte Kabel wird an Steckverbinder K2 angeschlossen (siehe Bild); es wird natürlich nicht benötigt, wenn man sich zum käuflichen Erwerb eines bereits programmierten Mikrocontrollers entschließt.

Die Reset-Schaltung mit Transistor T1 weicht etwas vom Üblichen ab, doch das hat seinen Grund. Mit ihr kann der Controller nicht nur im Normalbetrieb neu gestartet werden, sondern der Reset ist auch während der Programmier-Phasen des Atmel-Programms möglich.

Für die Ansteuerung des LC-Displays muss nur wenig Aufwand

getrieben werden. Port A des Mikrocontrollers ist bidirektional konfiguriert; über diesen Port werden ausschließlich Daten gesendet und empfangen. Die Steuer-Signale laufen über Leitungen der Ports C und D, wobei das Controller-Programm für das richtige Timing des LC-Displays sorgt. Die fünf Bedien-Taster sind direkt mit den Leitungen von Port B verbunden.

Mit der DMX512-Welt steht der Mikrocontroller über ein Schnittstellen-IC vom Typ LTC490 (ein Äquivalent des Typs SN75179) in Verbindung. Der LTC490 setzt die TTL-Signale des Mikrocontrollers in Signale um, die der RS485-Norm entsprechen. Da der Tester im mobilen Einsatz am eingebauten Akku betrieben wird, konnte auf eine galvanische Trennung zwischen dem Mikrocontroller und dem LTC490 verzichtet werden. Im nicht mobilen Betrieb kann ein einfaches 9-V-Stecker-Netzteil die Stromversorgung übernehmen; das Stecker-Netzteil sorgt gleichzeitig für das Aufladen des Akkus. Mit Umschalter S6 lässt sich der Tester von Akku- auf Netzbetrieb umschalten, in der Mittelstellung von S6 ist die Stromzufuhr unterbrochen. Diode D3 schützt die Schaltung vor Verpolung der Betriebsspannung, während D1 und R1 eine einfache Akku-Ladeschaltung bilden. Der Wert von R1 hängt von der Kapazität des verwendeten Akkus und der Ausgangsspannung des Stecker-Netzteils ab. Um einen 9,6-V-Akku zu laden, muss das Stecker-Netzteil mindestens 14 V liefern. Der Spannungsregler 7805 verträgt eine maximale Eingangsspannung von 18 V, sie kann bei bestimmten Ausführungen des 7805 auch höher liegen. Der Wert von R1 ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$R1 = (U_{\text{Netzteil}} - (U_{\text{Akku}} \cdot 1,2) - 0,7) / I_{\text{Laden}}$$

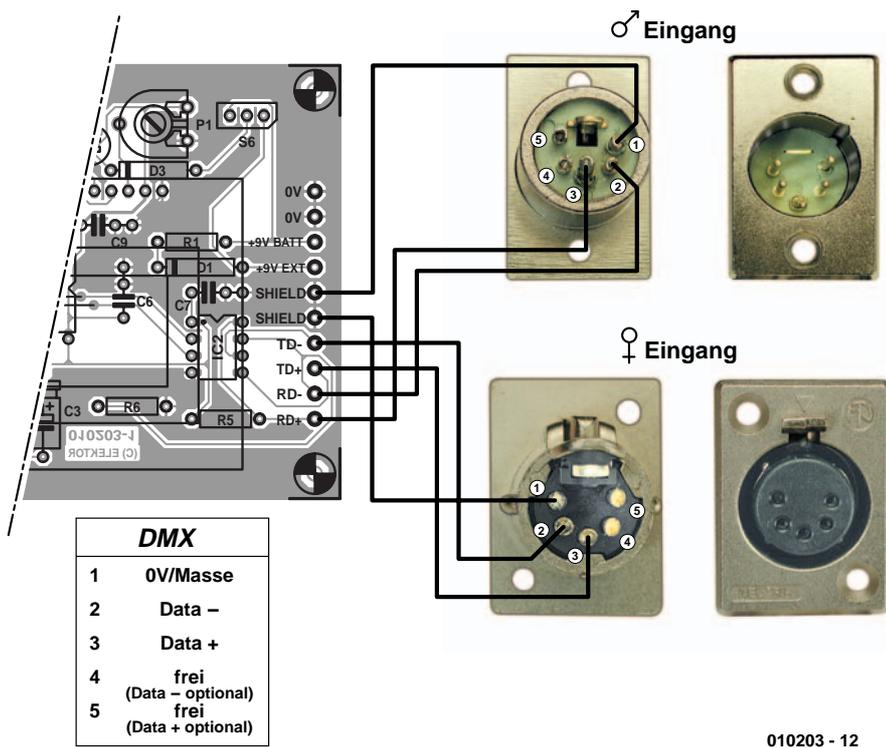
Der Ladestrom I_{Laden} in Ampere beträgt standardmäßig 10 % des Werts der Akku-Kapazität in Ampere-Stunden. Um zum Beispiel mit einem 14-V-Stecker-Netzteil einen 9,6-V-Akku zu laden, dessen Kapazität 500 mAh beträgt, muss R1 folgenden Wert haben:

$$R1 = (14 \text{ V} - (9,6 \text{ V} \cdot 1,2) - 0,7) / 0,05 \text{ A} = 35 \Omega$$

Der nächste passende Wert aus der E24-Widerstands-Normreihe ist 33 Ω. Damit beträgt die von R1 in Wärme umgesetzte Verlustleistung

$$33 \Omega \cdot 0,05 \text{ A} \approx 0,1 \text{ W}$$

Eine 0,25-W- oder 0,5-W-Ausführung reicht daher in jedem Fall aus.



010203 - 12

Bild 4. Anschluss-Belegung der XLR-Verbinder und Verdrahtung der XLR-Einbaubuchsen.

Bau

Mit der passenden Platine gleicht der Bau einer modernen Mikrocontroller-Schaltung fast dem legendären Kinderspiel. Das Platinen-Layout für die Schaltung in Bild 1 ist zusammen mit dem dazugehörigen Bestückungsplan in Bild 2 wiedergegeben. Trotz des generell unkritischen Schaltungsaufbaus gibt es mehrere besondere Details, die einiger Aufmerksamkeit bedürfen. Die Bedientaster und das LC-Display werden auf der Platinen-Unterseite montiert; die Taster und das Display haben jedoch nicht die gleiche Bauhöhe. Um dies auszugleichen, geht man am besten wie folgt vor: Nachdem die Bauelemente montiert sind, die auf der Platinen-Oberseite ihren Platz haben, werden auf der Unterseite zuerst die Drucktaster eingesetzt. Taster des empfohlenen Typs "Digitast" sind niedriger als das LC-Display, sodass sie ohne anpassende Maßnahmen unter der Frontplatten-Ebene liegen würden. Außerdem lassen sich die Anschlüsse der Digitast-Module nur mit Mühe auf der Platinen-Kupferseite anlöten, da ihre Körper normalerweise flach auf den Leiterbahnen aufliegen. Ein erprobtes Rezept für den erhöhten Einbau der Drucktaster ist folgendes: Man setzt einzelne IC-Platinen-Steckkontakte (Carrier-Kontakte) in die Platinen-Bohrungen ein, die für die Taster bestimmt sind, und verlötet sie mit den zugehörigen Löt-Inseln. Wenn einzelne

Kontakte nicht erhältlich sind, kann man eine IC-Fassung mit gedrehten Kontakten demontieren und die Kontakte einzeln verwenden. Die Kontakte brauchen nur mit einem geeigneten Werkzeug von der Kunststoff-Ummantelung befreit zu werden. Nachdem die Drucktaster erhöht montiert sind, liegt der nötige Abstand der Platine von der Gehäuse-Wand fest. Das LC-Display muss nun so montiert werden, dass seine Frontseite in der Ebene der Gehäuse-Außenfläche liegt. Die Display-Platine kann entweder direkt mit Hilfe von einzelnen, starren Drähten oder über Steckverbinder auf der Platinen-Unterseite montiert werden. Die erste Lösung ist die einfachere, denn sie erfordert keine zusätzlichen Bauteile. Zuerst werden 14 passend zurecht geschnittenen Drahtstücke in die Bohrungen der Display-Platine gesteckt und an die zugehörigen Löt-Inseln angelötet. Die Drähte sollen auf der gegenüber liegenden Seite der Display-Platine nicht herausragen. Anschließend werden die freien Drahtenden in die Bohrungen der Controller-Platine eingefädelt und so weit hindurch gesteckt, dass

die Display-Frontseite mit der Gehäuse-Außenfläche bündig abschließt. Danach können die Drähte auch auf der Controller-Platine angelötet werden.

Für die Montage mit einer Steckverbindung wird eine einreihige 14-polige Stiftleiste auf der Display-Seite zusammen mit einer dazu passenden 14-poligen Buchsenleiste auf der Controller-Platinen-Seite benötigt. Auch in diesem Fall ist meistens ein Ausgleich des Höhenunterschieds zwischen Tastern und Display notwendig.

Schalter S3, ein einpoliger Umschalter mit Mittelstellung, kann in der Gehäuse-Front oder an der Gehäuse-Rückseite angebracht werden. Spannungsregler IC3 wird liegend auf die Platine montiert und mit einer M3-Schraube und -Mutter festgeschraubt. Auf diese Weise bekommt die Platine zusätzlich die Funktion eines Kühlkörpers.

Zum Anschließen der externen Stromversorgung wird eine spezielle Kleinspannungs-Buchse auf die Controller-Platine montiert. Eine Steckverbindung, die beim Steckvorgang Kurzschlüsse verursachen kann, ist hier nicht geeignet.

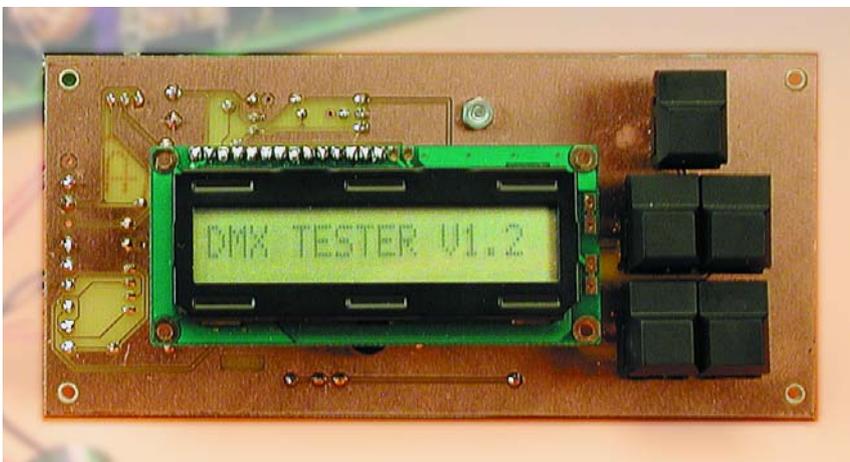
Wenn alle Bauteile montiert sind, sieht die fertig aufgebaute Schaltung so aus, wie sie in Bild 3 dargestellt ist.

Die Wahl des Akkus hängt in erster Linie vom verfügbaren Platz im Gehäuse ab. Ein 9,6-V-Akku mit einer Kapazität von 500 mAh dürfte für den durchschnittlichen mobilen Einsatz des DMX512-Testers ausreichen. Falls der Tester ausschließlich stationär betrieben werden soll, kann auf den Akku verzichtet werden.

Auch zu den DMX-Anschlüssen sind einige Anmerkungen nötig. Im Prinzip müssen am DMX512-Tester zwei XLR-Steckverbindungen vorhanden sein: Ein Stecker für den DMX-Signal-Eingang sowie eine Kupplung für den DMX-Signal-Ausgang. Da in der DMX-Welt nebeneinander die beiden Standards XLR3 und XLR5 verwendet werden, ist es notwendig, sich für einen dieser beiden Standards zu entscheiden. Bei Bedarf müssen Adapter-Kabel angefertigt werden, die den Tester an die andere Norm anpassen. Der XLR3-Standard ist weiter verbreitet als die XLR5-Norm,

und außerdem werden in der Regel die XLR3-Steckverbinder preiswerter angeboten. **Bild 4** zeigt die genormten XLR-Anschlussbelegungen.

Die Steckverbindungen kann man entweder in Form von Einbau-Buchsen an der Gehäuse-Front oder auch an der Rückseite montieren, oder es werden zwei Kabel aus dem Gehäuse geführt, an deren Enden ein XLR-Stecker bzw. eine XLR-Kupplung montiert sind. Die zweite Lösung hat sich als praktischer erwiesen, insbesondere in solchen Fällen, in denen zum Beispiel Beleuchtungs-Einrichtungen gestestet werden müssen.



Praxis

Was generell für alle komplexen Mess- und Test-Geräte gilt, hat auch für den DMX-Tester Gültigkeit: Die Bedienung (und die Bedienungs-Anleitung!) sollen so einfach und einprägsam wie möglich sein. Wenn man beispielsweise einige Meter über der Bühne das Fehlverhalten eines Scheinwerfers ergründen und beseitigen möchte, wäre eine komplizierte Handhabung mehr als hinderlich.

Nach dem Einschalten meldet sich der DMX-Tester mit der Nachricht "DMX TESTER Vx.y", wobei "x.y" die Version der Mikrocontroller-Software angibt. Der DMX-Tester kann entweder als DMX512-Sender oder als DMX512-Empfänger arbeiten, beide Betriebsarten sind jedoch nicht gleichzeitig möglich. Aus diesem Grund muss zuerst eine der beiden Betriebsarten ausgewählt werden. Die Betriebsart wird durch kurzes Drücken des MODE-Tasters umgeschaltet; der aktive Mode wird

vom Display so lange angezeigt, wie der MODE-Taster gedrückt bleibt.

Wenn der DMX-Tester Daten senden soll, muss er in den Sender-Mode geschaltet werden. Der Sender-Mode ist aktiviert, sobald auf dem Display die Meldung "* TRANSM. MODE" erscheint. Im Empfänger-Mode arbeitet der Tester, wenn auf dem Display die Meldung "RECEIVE MODE *" zu lesen ist. Abhängig von der Funktion als DMX-Sender oder DMX-Empfänger muss die DMX-Leitung entweder mit dem Eingang oder mit dem Ausgang des DMX-Testers verbunden sein.

Im Sender-Mode können Daten auf

insgesamt 512 Kanälen gesendet werden, von ihnen sind allerdings nur die ersten 480 Kanäle einstellbar. Der Kanal, auf dem der Tester Daten senden soll, lässt sich mit Hilfe der Taster CHAN+ und CHAN- einstellen. Solange man eine dieser Tasten gedrückt hält, werden die Kanäle fortlaufend in Vorwärts- bzw. Rückwärts-Richtung weiter geschaltet; die gewünschte Kanal-Nummer ist dadurch bequem erreichbar. Nach Loslassen des gedrückten Tasters wird der Kanal auf dem Display als "C:xxx" angezeigt, wobei "xxx" die aktive Kanal-Nummer ist.

Das Einstellen des zu sendenden Start-Code ist ebenfalls möglich. Dazu muss eine der beiden Kanal-Wahl-Tasten so lange gedrückt werden, bis auf dem Display die Meldung "C:S/C" erscheint ("S/C" bedeutet "Start Code").

Der Wert, der auf dem gewählten Kanal gesendet wird (bzw. der Start-Code), lässt sich dadurch ändern,

dass man die Tasten DATA+ bzw. DATA-betätigt. Auch hier werden die Werte bei längerem Taster-Druck selbsttätig weiter geschaltet. Dabei ist zu beachten, dass die mit DATA+ oder DATA- eingestellten Werte temporär gespeichert sind und auch beim Kanal-Wechsel beibehalten werden.

Im Empfänger-Mode ist die Bedienung des DMX-Testers noch einfacher. Nachdem der Tester-Eingang mit einer aktiven DMX-Leitung verbunden ist, werden die Werte der ersten 480 DMX-Kanäle sowie der Start-Code im internen Speicher abgelegt. Die Werte bleiben dort auch dann unverändert erhalten, nachdem der Tester von der DMX-Leitung getrennt ist.

Die Aktivitäten auf der DMX-Leitung werden auf der rechten Display-Seite durch ein kleines, bewegliches Symbol signalisiert. Solange das Symbol seine Gestalt wechselt, empfängt der Tester gültige DMX-Frames (Erkennung der Mark-Time-Information). Wenn das Symbol unverändert bleibt, ist die DMX-Leitung gestört oder unterbrochen. Die Werte, die auf den verschiedenen Kanälen empfangen werden, lassen sich auf einfache Weise auf dem Display sichtbar machen. Dazu genügt es, die Kanäle (ebenso wie im Sender-Mode) mit den Tasten CHAN+ und CHAN- durchzuschalten. Im Empfänger-Mode gibt es zwei Besonderheiten, die beachtet werden müssen. Um Verwechslungen mit den im Sender-Mode eingestellten Werten vorzubeugen, wird beim Umschalten in den Empfänger-Mode der Speicher vollständig gelöscht (in beiden Modes wird der gleiche Speicher benutzt). Falls die Werte bestimmter Kanäle auf 0 bleiben, liegt das möglicherweise daran, dass der Sender nur über 256, 384 oder eine andere Anzahl von Kanälen verfügt.

Ferner ist im Empfänger-Teil des DMX-Testers eine Funktion mit dem Namen "BlocNote DMX" integriert. Wie schon erwähnt, werden im Empfänger-Mode die auf den DMX-Kanälen empfangenen Werte im Speicher abgelegt. Anders als beim Umschalten vom Sender- in den Empfänger-Mode bleiben jedoch die Daten beim Rückschalten vom Empfänger- in den Sender-Mode erhalten. Dadurch kann man die empfangenen Daten später zum Beispiel an einer anderen DMX-Anlage austesten und auf diese Weise Rückschlüsse auf Fehler-Ursachen ziehen.

Inzwischen ist deutlich geworden, dass in diesem äußerlich vielleicht ein wenig unscheinbaren Gerät eine Fülle von Möglichkeiten stecken. Im täglichen Umgang mit DMX-Anlagen und -Geräten wird es sicher viele nützliche Dienste leisten.

(010203)gd