



- **Serielle Schnittstelle**
- **Einfaches Protokoll**
- **2-Draht-Technik**
- **Kaskadierbar**

12fach-Universal-LED-Display

Das 12fach-Universal-LED-Display SSD 1 ist für die gleichzeitige Darstellung von zwei bis zu 6-stelligen Zahlenwerten über großflächige und weithin ablesbare 7-Segment-LED-Anzeigen konzipiert. Bei Bedarf ist die Anzeige auch blinkend darstellbar und erlangt so eine höhere Aufmerksamkeit. Die Ansteuerung dieser universell einsetzbaren Anzeige-Baugruppe erfolgt über eine serielle Schnittstelle.

Universal-Anzeige am 2-Draht-Bus

Abgesetzte, gut ablesbare Ziffern-, Text- und Statusanzeigen sind sehr vielfältig nutzbar, das fängt bei der einfachen Zeitanzeige an, geht über Messwert-Anzeigen bis hin zu Statusmeldungen im Klartext. Nahezu alle (bis auf echte alphanumerische Darstellungen) in dieser Richtung denkbaren Aufgaben kann das SSD 1 lösen. Es ermöglicht eine einfache Darstellung von bis zu 6-stelligen Zahlenwerten. Durch unterschiedliche Konfigurationsmöglichkeiten kann die Anzeige auch blinkend dargestellt werden. Zur Signalisierung von weiteren Zuständen sind pro Anzeigereihe eine rote und grüne LED vorhanden, die unabhängig ansteuerbar sind.

Die Ansteuerung des SSD 1 erfolgt über eine serielle Verbindung vom PC oder von

anderen Geräten aus, z. B. der im „ELV-Journal“ 6/2005 vorgestellten Schieblehrenanzeige. Die ansteuernden Geräte müssen lediglich das hier vorliegende, einfache Datenübertragungsprotokoll realisieren.

Durch den Aufbau der seriellen Schnittstelle und des Ansteuerungsalgorithmus ist es möglich, bis zu 16 dieser Geräte an einen seriellen Port eines PCs anzuschließen und unabhängig voneinander anzusprechen. So kann man vom PC aus die verschiedensten Anzeigen gleichzeitig steuern, etwa mehrere Uhrzeitanzeigen, Stoppuhren oder Messergebnis-Anzeigen. Da auch die obere und untere Anzeige jedes Moduls getrennt adressierbar ist, ergeben sich hier zahlreiche Nutzungsmöglichkeiten. Durch die nur zwei Adern erfordernde serielle Datenübertragung ist eine Platzierung von Anzeigen an verschiedenen Orten bei besonders einfacher Leitungsverlegung möglich.

Betrieb und Ansteuerung

Das SSD 1 kommt ganz ohne irgendwelche Bedienelemente aus und ist so über einen PC vollständig konfigurierbar. Das Gerät wird dazu über ein 9-V-Steckernetzteil mit Spannung versorgt. Ein serielles Verbindungskabel stellt die Verbindung zwischen PC und dem 7-Segment-Display her. Da über RS232 eigentlich nur eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung möglich ist, muss man hier zu einem Trick greifen, um bis zu 16 Module an einen RS232-Port anschließen zu können: Die Kommunikation erfolgt nur in eine Richtung, nämlich vom PC zum SSD 1. Aus diesem Grund reichen 2 Adern für die Kommunikation aus – RxD und Masse. Diese Leitungen werden an die gewünschte Anzahl von Modulen angeschlossen und die Konfiguration bzw. Übermittlung der Parameter kann sofort beginnen.

Jedes Modul besitzt eine eigene Adresse, die über DIP-Schalter einstellbar ist. Es ist auch möglich, mehreren Modulen die gleiche Adresse zuzuweisen. Da jedes Modul über zwei eigenständige Anzeigen verfügt, muss es natürlich auch zwei unterschiedliche Adressen geben. Wird über den DIP-Schalter die Adresse „0“ eingestellt, so besitzt die obere Anzeige auf dem Modul die Adresse „0“, die untere Anzeige die Adresse „1“. Wird die Adresse „1“ eingestellt, so wird die obere Anzeige auf die Adresse „2“ reagieren, die untere auf „3“ usw.

Folgende Kommunikationsparameter müssen eingestellt werden:

Baudrate	19.200 Bit/s
Datenbits	8
Parität	gerade
Stoppbits	1

Ein Demoprogramm finden Sie im Internet unter www.elvjournals.de unter dem Punkt Downloads.

Parametrierung

Um möglichst einfach und vor allem universell Daten anzeigen zu können, gibt es lediglich 5 unterschiedliche Befehle, die in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Datenaufbau

Je nach Befehl setzen sich die Daten unterschiedlich zusammen. Allerdings sind die Daten in einen festen Rahmen gepackt, der das folgende Format besitzt:

Tabelle 1: Befehlsaufbau für das SSD 1

Befehl	Beschreibung
0x00	Hex-Daten
0x01	BCD-Daten
0x02	Binär-Daten
0x03	Display-Konfiguration
0x04	LED-Konfiguration

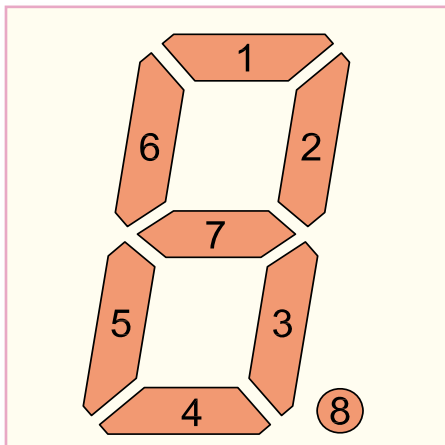


Bild 1: Die Zuordnung der einzelnen Bits zu den Segmenten

```
<STX><Data 0><Data 1>...
<Data n><Checksumme><ETX>
```

STX und ETX sind Steuerzeichen, die den Paketrahmen bilden. STX entspricht 0x02, ETX entspricht 0x03. Wird innerhalb der Daten ein Zeichen übertragen, welches ETX oder STX entspricht, so wird zur Kennzeichnung ein weiteres Steuerzeichen genutzt, das DLE. DLE entspricht der Hex-Zahl 0x10. Kommt das DLE-Zeichen im Datenstrom vor, so wird ein weiteres DLE eingefügt.

Die Checksumme berechnet sich aus der Summe der einzelnen Datenbytes, wobei jedoch ein Überlauf ignoriert wird. Es werden nur die Netto-Daten addiert. STX, ETX und DLE werden also nicht zur Berechnung der Checksumme herangezogen.

Hex-Daten

Der Befehl zur Übertragung von Hex-Daten lautet 0x00.

Als Parameter wird ein „signed long“-Wert übergeben. Der Wert wird im Little-Endian-Format innerhalb des Pakets übertragen. Das bedeutet, dass das niederwertigste Byte als erstes und das höchstwertige als letztes übertragen wird. Bei Intel- und AMD-Prozessoren entspricht dies auch der Reihenfolge im Speicher. Motorola-Prozessoren verwenden das Bit-Endian-Format. Hier wird das niederwertigste Byte an der höchsten und das höchstwertige Byte an der niedrigsten Adresse gespeichert. Zusätzlich zum Wert wird auch noch ein Konfigurationsbyte übertragen, hier kann die Anzahl der Nachkommastellen übergeben werden. Zusätzlich kann man angeben, ob das Display führende Nullen anzeigen soll.

Bit Beschreibung

- 0 0: führende Nullen nicht einblenden
- 1: führende Nullen einblenden
- 1–3 Anzahl der Nachkommastellen (max. 5)

Das Datenpaket sieht damit folgendermaßen aus:

```
<STX><Adresse>0x00<Konfig>
<Zahl(4Byte)><Checksumme><ETX>
```

Beispiel: 0x03 0x05 0x00 0x04 0x39
0x30 0x00 0x00 0x72 0x02

In diesem Beispiel wird also an die Adresse 0x05 die Zahl 0x3039 (Dezimal 12345) mit 2 Nachkommastellen und ohne führende Nullen gesendet.

BCD-Daten

Hier werden die gewünschten Zahlen einzeln pro 7-Segment-Anzeige als Hex-Zahl übergeben. Der Zahl 0 entspricht das Byte 0x00, 9 entspricht 0x09. Bei der Übergabe einer Zahl größer 9 bleibt die jeweilige Anzeige dunkel. Man benötigt also 6 Datenbytes. Die Kommastelle wird durch das Konfigurationsbyte mitgesendet. Allerdings wird hier das Bit 0 ignoriert. Es erfolgt die Übertragung des Befehls 0x01.

```
<STX><Adresse>0x01<Konfig>
<Data0><Data1>
...<Data5><Checksumme><ETX>
```

Beispiel: 0x03 0x05 0x01 0x04 0xFF
0x01 0x10 0x02 0x10 0x03 0x04 0x05
0x18 0x02

Es erscheint die gleiche Anzeige wie im vorherigen Beispiel. In diesem Beispiel wird auch die Nutzung des Steuerzeichens DLE (0x10) gezeigt. Vor dem 0x02 und dem 0x03 wird jeweils ein 0x10 eingefügt.

Binär-Daten

Zum Übertragen von Binär-Daten benutzt man den Befehl 0x02. Jedes Segment ist einzeln ansteuerbar. Dazu wird für jede Stelle der 7-Segment-Anzeige ein Datenbyte benötigt, insgesamt also 6 Datenbytes. Ein Konfigurationsbyte entfällt. Die einzelnen Bits in den Datenbytes entsprechen den 8 Segmenten (mit Dezimalpunkt) auf jedem Display. Abbildung 1 zeigt die Zuordnung der einzelnen Bits zu den Segmenten.

```
<STX><Adresse>0x02<Data0>
<Data1>...<Data5><Checksumme>
<ETX>
```

Konfiguration des Displays

Über den Befehl 0x03 ist es möglich, die komplette Anzeige an, aus oder blinkend zu schalten. Für den Blinkbetrieb sind vier unterschiedliche Blinkfrequenzen verfügbar. Zur Konfiguration ist nur 1 Datenbyte nötig. Die ersten beiden Bits sind für den Anzeigemodus reserviert, Bit 3 und 4 für die Blinkfrequenz. Die restlichen Bits sind nicht definiert, sie können beliebig gesetzt

werden. Die Daten selbst erfahren durch eine neue Konfiguration keine Änderung.

Mode:	0 0	Display an
	0 1	Display aus
	1 0	Display blinkend
Frequenz:	0 0	0,25 Hz
	0 1	0,5 Hz
	1 0	1 Hz
	1 1	2 Hz

```
<STX><Adresse>0x03<Konfig>
<Checksumme><ETX>
```

Beispiel: 0x03 0x05 0x03 0x0E 0x13
0x02

Hier wird das Display mit der Adresse 0x05 in den Blinkmodus versetzt. Die Frequenz beträgt 2 Hz.

Konfiguration der LEDs

Das, was mit dem kompletten Display möglich ist, kann man auch mit jeder einzelnen LED machen. Hier wird neben dem Konfigurationsbyte auch noch die LED-Nummer benötigt. Der benötigte Befehl ist 0x04. Für die LED wird entweder eine 0 oder eine 1 erwartet.

```
<STX><Adresse>0x04<LED>
<Konfig><Checksumme><ETX>
```

Schaltung

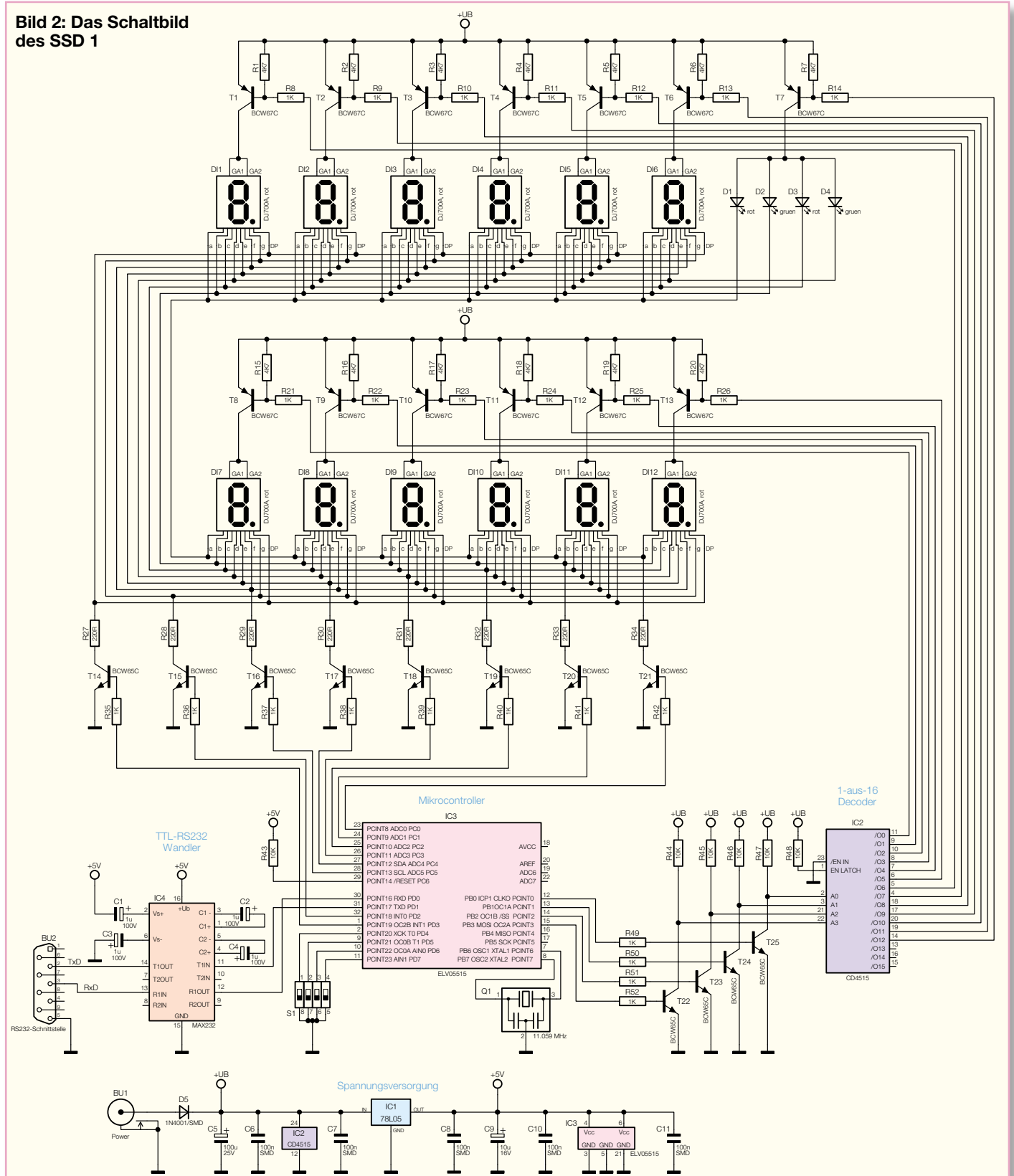
Kommen wir nun zur Beschreibung der in Abbildung 2 dargestellten Schaltung des SSD 1. Aufgrund der Mikroprozessorsteuerung gestaltet sich die Schaltung sehr übersichtlich.

Die Betriebsspannung von 9 V_{DC} wird über die Buchse BU 1 eingespeist. Sollte eine höhere Betriebsspannung gewünscht sein, so sind die Widerstände R 27 bis R 34 entsprechend anzupassen. Allerdings ist hierbei die maximale Verlustleistung zu beachten. Die Spannung darf jedoch 15 V nicht überschreiten, da ansonsten der 1-aus-16-Decoder (IC 2) zerstört werden könnte. Die Diode D 5 dient als Schutzdiode gegen eine Verpolung der Betriebsspannung. Die Kondensatoren C 5 bis C 11 sind zur Unterdrückung von Störungen und zur Pufferung der Spannung eingesetzt.

Das IC 2 wird direkt mit der Versorgungsspannung verbunden. Der Festspannungsregler IC 1 erzeugt die stabilisierte 5-V-Betriebsspannung für den Controller.

Zentraler Bestandteil des SSD 1 ist der Mikrocontroller IC 3, der ATmega88 von Atmel. Er wird mit einer Taktfrequenz von 11,059 MHz, generiert von Q 1 und dem internen Oszillator, betrieben.

Bild 2: Das Schaltbild des SSD 1



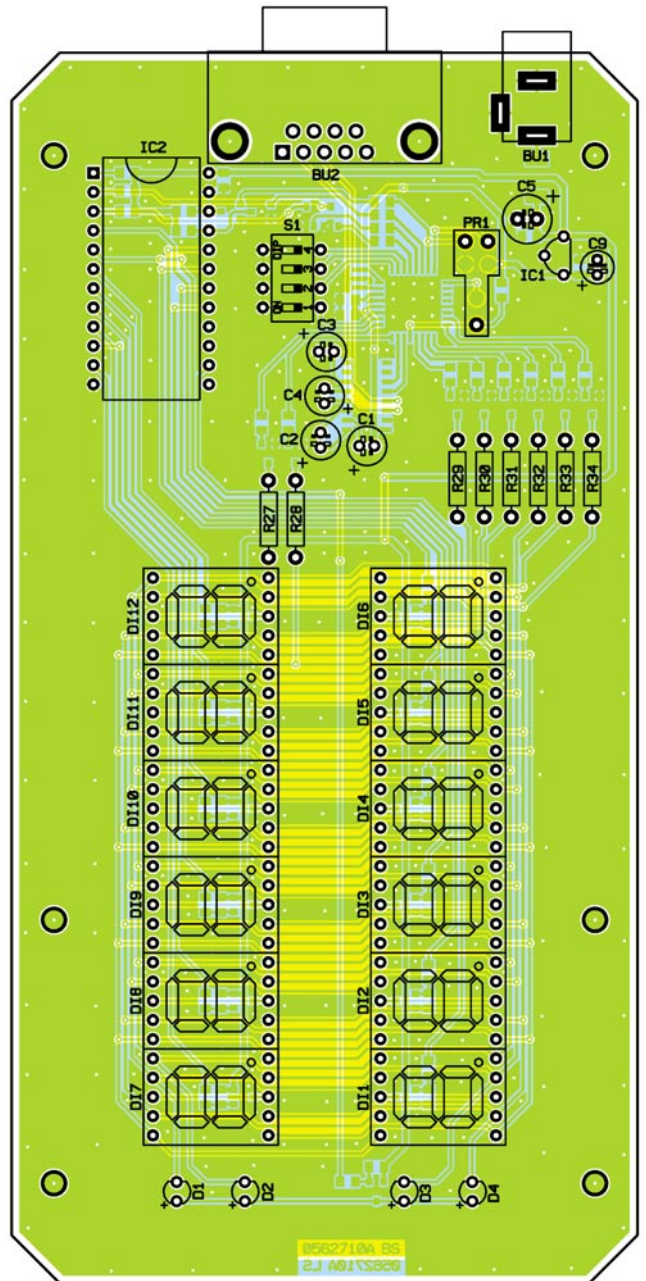
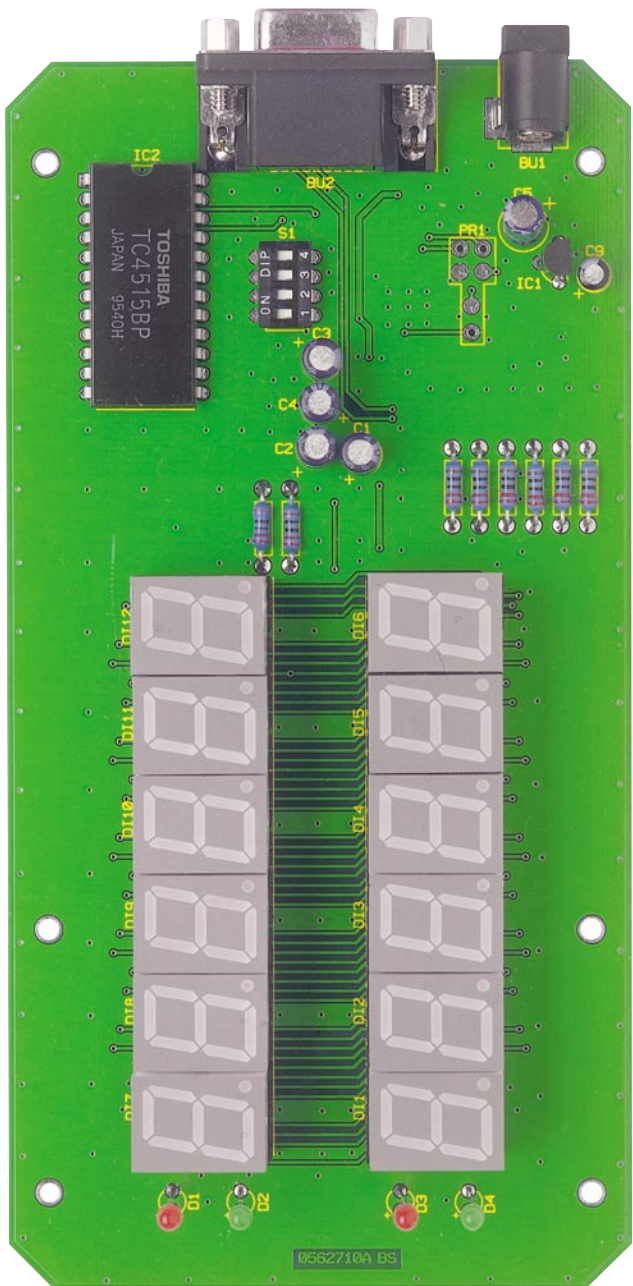
Zur Einstellung der Adresse wird der DIP-Schalter S 1 eingesetzt. Hier ist eine der Adressen 0 bis 31 in 2er-Schritten einstellbar.

Der Schnittstellenbaustein IC 4 vom Typ MAX232 dient der Umsetzung der Datenpegel. Er wandelt die seriellen RS232-Signale in TTL-kompatible 0-5-V-Signale um. Zur Erzeugung der erforderlichen symmet-

rischen ± 12 -V-Versorgung sind die Kondensatoren C 1 bis C 4 nötig.

Die Segmente der 7-Segment-Anzeige werden im Multiplex-Betrieb zyklisch mit einem entsprechend hohen Strom angesprochen. Durch die Trägheit des menschlichen Auges entsteht dadurch ein stehendes Bild des Anzeigewertes. Die einzelnen Segmente der Anzeigen werden über

die Ausgänge PC 0 bis PC 6 sowie PD 2 und PD 3 von IC 3 gesteuert. Zur Stromverstärkung sind 8 Transistorschaltungen mit einem Basiswiderstand von 1 k Ω eingesetzt. Der Strom der einzelnen Segmente wird über die Widerstände R 27 bis R 34 begrenzt. Zur Auswahl einer der zwölf 7-Segment-Anzeigen sowie der LEDs dient der 1-aus-16-Decoder IC 2. Da IC



Ansicht der fertig bestückten Platine des 7-Segment-Displays mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite

2 direkt mit der Versorgungsspannung der Schaltung betrieben wird, werden die 5-V-Signale des Mikrocontrollers über die vier Transistorstufen T22 bis T25 auf die höhere Versorgungsspannung $+U_B$ angehoben. Die Widerstände R 44 bis R 47 dienen dabei als Pull-up-Widerstände. Am Ausgang des IC 2 wird immer ein Pin nach Masse gezogen, wodurch die jeweilige Anzeige wiederum durch die nachfolgende Schaltstufe ausgewählt wird.

Nachbau

Der Nachbau der Schaltung gestaltet sich sehr einfach, da die SMD-Bauteile bereits vorbestückt und nur noch die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind.

Die Bestückung beginnt mit den Widerständen R 27 bis R 34. Diese sind zur

besseren Wärmeabfuhr in einem Abstand vom ca. 1 mm zur Platine einzulöten. Als Nächstes werden der DIP-Schalter sowie das IC 2 bestückt und verlötet. Beide Bauteile sind polrichtig entsprechend dem Bestückungsdruck zu bestücken. Jetzt folgen IC 1 und C 1 bis C 4 sowie C 9, auch hier ist die polrichtige Einbaulage zu beachten (am Elko ist der Minuspol markiert, die Einbaulage von IC 1 ergibt sich aus der Lage der Bestückungsbohrungen).

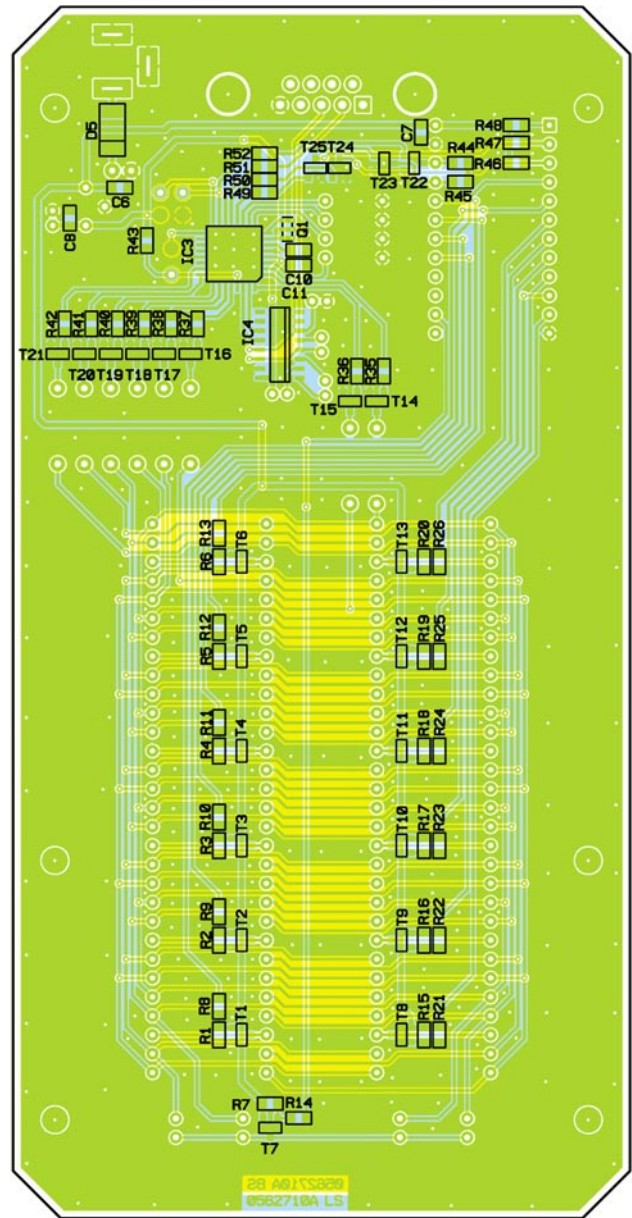
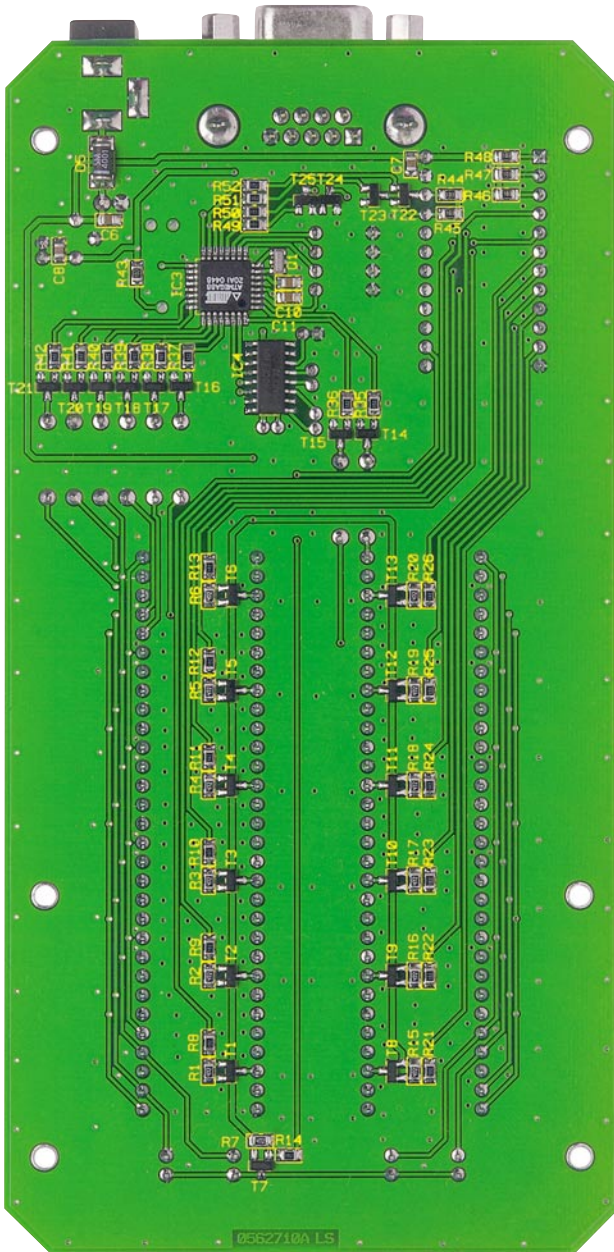
Beim folgenden Anlöten der Buchse BU 1 ist darauf zu achten, dass reichlich Lötzinn verwendet wird, um einen geringen Übergangswiderstand zu erhalten.

Nun sind die Buchse BU 2 und die restlichen Kondensatoren einzulöten. Bei den Elkos ist wiederum auf die korrekte Einbaulage zu achten, bei BU 2 auf den planen Sitz des Buchsenkörpers auf der Platine.

Kommen wir zu den 7-Segment-Anzeigen. Hierzu werden zunächst jeweils zwei 15-polige Buchsenleisten zusammengesteckt. Damit die Anzeigen nachher genau unter dem roten Sichtfenster liegen, sind zunächst die Anschlüsse der 7-Segment-Anzeigen um ca. 1,5 mm zu kürzen. Jetzt werden die Anzeigen auf die Buchsenleisten gesteckt und diese in der richtigen Einbaulage in die Platine eingesetzt und verlötet.

Die nun folgenden LEDs sind polrichtig (Anode ist der längere Anschluss) so einzulöten, dass sie später genau durch die Bohrungen der oberen Halbschale des Gehäuses passen. Der Abstand zwischen LED-Spitze und Platine beträgt 20 mm.

Zum Abschluss wird die Platine in die untere Halbschale des Gehäuses gelegt und mit 6 kleinen Schrauben befestigt. Die



Ansicht der fertig bestückten Platine des 7-Segment-Displays mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite

Stückliste: 7-Segment-Display SSD 1

Widerstände:

- 220 Ω..... R27–R34
- 1 kΩ/SMD/0805 ...R8–R14, R21–R26, R35–R42, R49–R5
- 4,7 kΩ/SMD/0805 ...R1–R7, R15–R20
- 10 kΩ/SMD/0805..... R43–R48

Kondensatoren:

- 100 nF/SMD/0805.. C6–C8, C10, C11
- 1 µF/100 V C1–C4
- 10 µF/16 V C9
- 100 µF/25 V C5

Halbleiter:

- 78L05 IC1
- CD4515 IC2
- ELV05515/SMD..... IC3
- MAX232D/SMD..... IC4
- BCW67C/SMD T1–T13
- BCW65C/SMD T14–T25

- SM4001/SMD D5
- LED, 3 mm, Rot..... D1, D3
- LED, 3 mm, Grün..... D2, D4
- HDSP-5501 DI1–DI12

Sonstiges:

- Keramikschwinger, 11,059 MHz, SMD Q1
- Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print BU1
- SUB-D-Buchsenleiste, 9-polig, print BU2
- Mini-DIP-Schalter, 4-polig, liegend..... S1
- 16 IC-Buchsenleisten, 1 x 15-polig DI1–DI12
- 6 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm
- 2 Displayscheiben, Rot, bearbeitet
- 1 Kunststoff-Platinengehäuse, Schwarz, komplett, bearbeitet und bedruckt

beiden roten Sichtfenster sind in die obere Halbschale einzudrücken. Je nach Anwendungsgebiet sollte die Scheibe evtl. mit etwas Kleber befestigt werden. Dabei sollte kein Klebstoff zur Anwendung kommen, der die Kunststoff-Scheibe angreift. Insbesondere Kleber, die stark verdunsten, sind nicht geeignet, so etwa viele Sekunden-Kleber. Gut geeignet sind Modellbau-Kleber, die kunststoffverträglich sind, z. B. Polystyrol-Kleber.

Abschließend ist die obere Halbschale auf die untere zu legen und beide Halbschalen sind mit den 4 restlichen Schrauben zu verbinden. Damit ist der Aufbau abgeschlossen.

Der Anschluss des Gerätes erfolgt so dann über eine 9-polige-Standard-SUB-D-Buchse, wobei die Busverbindung lediglich, wie beschrieben, über zwei Adern erfolgt: Pin 3 ist Rx/D und Pin 5 ist Masse an BU 2. **ELV**