



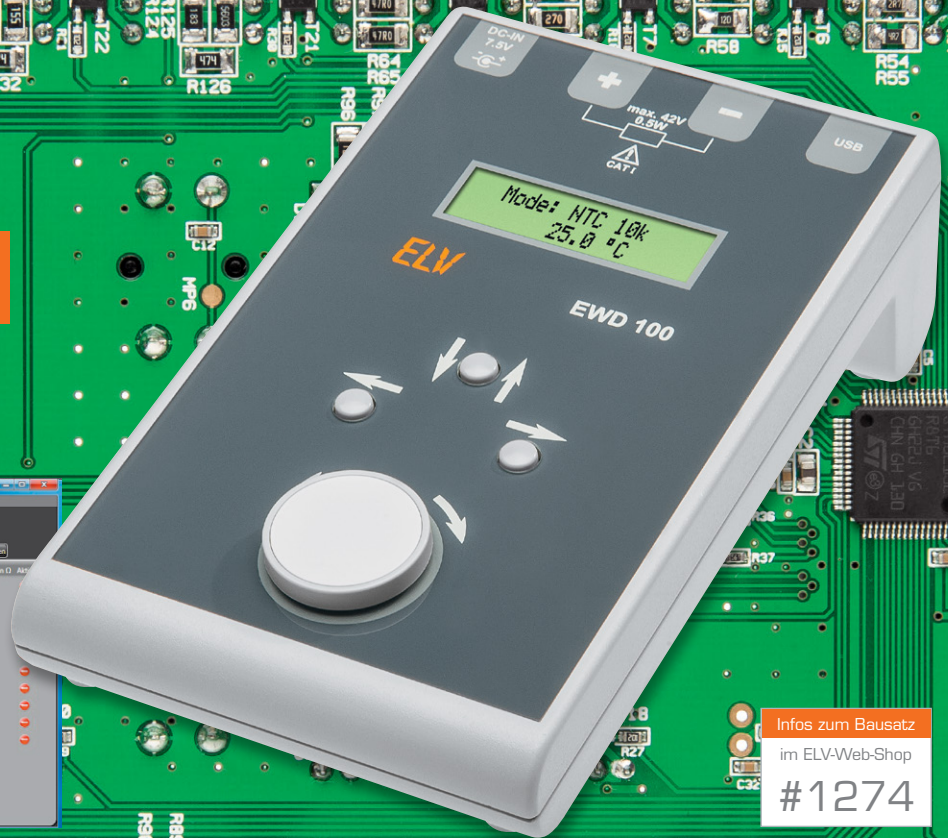
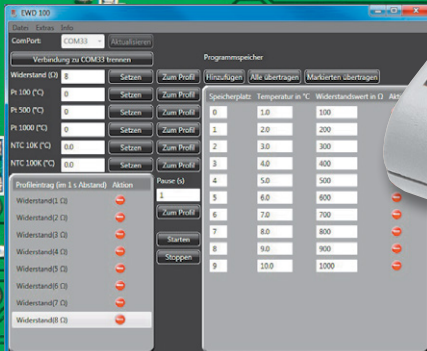
1 Ω bis 8.388.607 Ω

1 Ω genau einstellbar

E6–E24 Widerstandreihen

Emulation von Temperatur-Widerstandskennlinien

Per Software steuerbar



Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1274

Elektronische Widerstandsdekade

Die Widerstandsdekade EWD 100 ermöglicht komfortabel direkt am Gerät oder mit Hilfe der EWD-100-PC-Software die Einstellung eines Widerstandswertes zwischen 1 Ω und 8.388.607 Ω in einer Auflösung von 1 Ω. Des Weiteren sind die Widerstandswerte eines NTC 10K, NTC 100K, Pt100, Pt500 und Pt1000 hinterlegt und können mittels Temperaturvorgabe eingestellt werden. Mit Hilfe der PC-Software kann zusätzlich noch ein eigenes Temperatur-Widerstands-Profil hinterlegt werden.

Vielseitiger Labor-Helfer

Bei der Schaltungsentwicklung ist die Bestimmung bestimmter Widerstandswerte nicht immer von Anfang an eindeutig kalkulierbar und muss durch Widerstandsvariation ermittelt werden. In solchen Fällen ist eine Widerstandsdekade äußerst hilfreich, vor allem dann, wenn es sich, wie in unserem Fall, um eine elektronische Widerstandsdekade handelt, bei der der gewünschte Wert komfortabel mit einem Drehknopf auf 1 Ω genau eingestellt und zeitgleich in einem Display angezeigt wird.



Wichtiger Hinweis:

Die maximale Länge der Leitungen an den Widerstandsanschlussbuchsen ist 3 m. Ein Anschluss ist nur an Stromkreise gestattet, die keine direkte Verbindung zur Netzspannung haben (z. B. Geräte der Schutzklasse 3 [Betrieb mit Schutzkleinspannung] oder batteriebetriebene Geräte).

Die EWD 100 ermöglicht neben der Widerstandseinstellung zwischen 1 Ω und 8.388.607 Ω die Emulation von Temperatur-Widerstandskennlinien, d. h. durch die Vorgabe einer Temperatur wird ein bestimmter Widerstandswert ausgegeben.

Bei der EWD 100 sind die Kennlinien eines NTC 10K, eines NTC 100K, eines Pt100, eines Pt500 und eines

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	EWD 100
Versorgungsspannung:	7,5 Vdc
Stromaufnahme:	800 mA max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,5 W
Messkategorie:	CAT I
Widerstandsbereich:	1–8.388.607 Ω
Auflösung:	1 Ω
Genauigkeit:	10 Ω < R < 50 Ω -> 5 % R ≥ 50 Ω -> 1 %
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Lagertemperatur:	-20 bis +70 °C
IP-Schutzklasse:	IP40
Abm. (B x H x T):	106 x 176 x 55 mm
Gewicht:	300 g

Betriebs-Modi der EWD 100

Modus 1	Manu	der Widerstandswert kann im Bereich von 1 Ω bis 8.388.607 Ω in 1-Ω-Schritten eingestellt werden
Modus 2	NTC 10K	es kann eine Temperatur von -40,0 bis +125,0 °C in 0,1-°C-Schritten eingestellt werden, wobei der entsprechende Widerstandswert eines speziellen NTC 10K (103AT-2 [1]; 25,0 °C ± 10 kΩ) hinterlegt ist
Modus 3	NTC 100K	es kann eine Temperatur von -40,0 bis +125,0 °C in 0,1-°C-Schritten eingestellt werden, wobei der entsprechende Widerstandswert eines speziellen NTC 100K (NCP18WF104J03RB [2]; 25,0 °C ± 100 kΩ) hinterlegt ist.
Modus 4	Pt100	es kann eine Temperatur von -200,0 bis 850,0 °C in 5,0-°C-Schritten eingestellt werden, wobei der entsprechende Widerstandswert eines Pt100 (0,0 °C ± 100 Ω) hinterlegt ist
Modus 5	Pt500	es kann eine Temperatur von -200,0 bis +850,0 °C in 5,0-°C-Schritten eingestellt werden, wobei der entsprechende Widerstandswert eines Pt500 (0,0 °C ± 500 Ω) hinterlegt ist
Modus 6	Pt1000	es kann eine Temperatur von -200,0 bis +850,0 °C in 5,0-°C-Schritten eingestellt werden, wobei der entsprechende Widerstandswert eines Pt1000 (0,0 °C ± 1000 Ω) hinterlegt ist
Modus 7	E6-Reihe	der Widerstandswert kann im Bereich der E6-Reihe eingestellt werden
Modus 8	E12-Reihe	der Widerstandswert kann im Bereich der E12-Reihe eingestellt werden
Modus 9	E24-Reihe	der Widerstandswert kann im Bereich der E24-Reihe eingestellt werden
Modus 10	Programm	hier kann ein individuelles Temperatur-Widerstands-Profil hinterlegt werden
Modus 11	USB	die Widerstandswertsteuerung wird mittels der PC-Software durchgeführt

Pt1000 hinterlegt (siehe auch [1], [2]). Mit Hilfe dieser Kennlinien können Schaltungen, die mit diesen Bauteilen ausgestattet sind, auf einfache Weise auf ihre Funktion geprüft werden. Unterstützend kann man hier die mitgelieferte PC-Software einsetzen, mit der zeitliche Temperatur-Widerstands-Profile abgefahren werden können. Möchte man einen individuellen ausgewählten NTC- oder PTC-Widerstand verwenden, so kann die entsprechende Kennlinie mit Hilfe der PC-Software als „eigenes Programm“ in der EWD 100 hinterlegt werden.

Bedienung und Funktion

Nach dem Anschluss an die Spannungsversorgung (externes Netzteil) werden im Display für einen Segmenttest zunächst alle Segmente angesteuert. Anschließend erscheint der Schriftzug „Widerstands-Dekade EWD 100“, worauf dann die Bootloader- und Applikations-Firmwareversion angezeigt wird.

Bei der EWD-100-Anzeige handelt es sich um ein zweizeiliges Punktmatrixdisplay. Der ersten Zeile kann der entsprechende Modus entnommen werden, der aktuell aktiv ist, die zweite Zeile zeigt entweder den aktiven Widerstandswert an den Ausgangsbuchsen an oder den äquivalenten Temperaturwert dazu. Das Gerät verfügt über 11 verschiedene Modi, die in Tabelle 1 aufgeführt und beschrieben sind.

Zum Wechseln des Modus ist der Drehknopf einmal kurz zu drücken. Im Display erscheint am linken Rand ein Pfeil, dieser deutet an, welche Zeile zur Verstellung gerade aktiv ist. Mit Hilfe der Taste ↓↑ kann der Pfeil in die gewünschte Zeile verschoben werden. Zur Verstellung des Modus ist der Pfeil in die erste Zeile zu schieben, wonach anschließend mit dem Drehknopf der gewünschte Modus ausgewählt werden kann.

Um im ausgewählten Modus den Widerstandswert bzw. den Temperaturwert anzupassen, ist der Pfeil in die untere Zeile zu manövrieren. Mit Hilfe des Drehknopfs kann der Wert nun verändert werden.

In den Modi „Manu“, „NTC 10K“ und „NTC 100K“ können zusätzlich zum Drehknopf zum Einstellen des gewünschten Werts der Taster ← und der Taster → benutzt werden. Der Taster ← ermöglicht die Auswahl der nächst höheren Potenz, der Taster → ermöglicht den Wechsel zur nächst niedrigeren Potenz. Um zu veranschaulichen, welche Potenz-Stelle des Wertes zur Verstellung gerade aktiv ist, wird unter dieser Ziffer ein Strich eingblendet. Der neu eingestellte Wert wird übernommen, sobald der Drehknopf gedrückt wird, oder aber nachdem eine Sekunde lang keine weitere Bedienung stattgefunden hat.

Neben der Bedienung am Gerät kann die EWD 100 auch mit Hilfe der EWD-100-PC-Software [3] (Bild 1) betrieben werden. Diese ermöglicht das einfache Einstellen eines neuen Widerstandswertes oder auch das Festlegen eines zeitgesteuerten Widerstandsprofils. Weiterhin kann mit Hilfe der Software eine individuelle Temperatur-Widerstands-Kennlinie im Gerät hinterlegt werden, welche dann über den Modus „Programm“ benutzt werden kann.

Die Widerstandskennlinien für die Pt-Widerstände sind wie folgt hinterlegt:

für den Bereich -200 bis 0 °C gilt:

$$R = R_0 \cdot (1 + a \cdot t + b \cdot t^2 + c \cdot [t - 100 \text{ °C}] \cdot t^3)$$

für den Bereich 0 bis 850 °C gilt:

$$R = R_0 \cdot (1 + a \cdot t + b \cdot t^2)$$

mit: R_0 = Nennwiderstand

$$a = 3,9083 \cdot 10^{-3}/\text{°C}$$

$$b = -5,775 \cdot 10^{-7}/\text{°C}^2$$

$$c = -4,183 \cdot 10^{-12}/\text{°C}^4$$

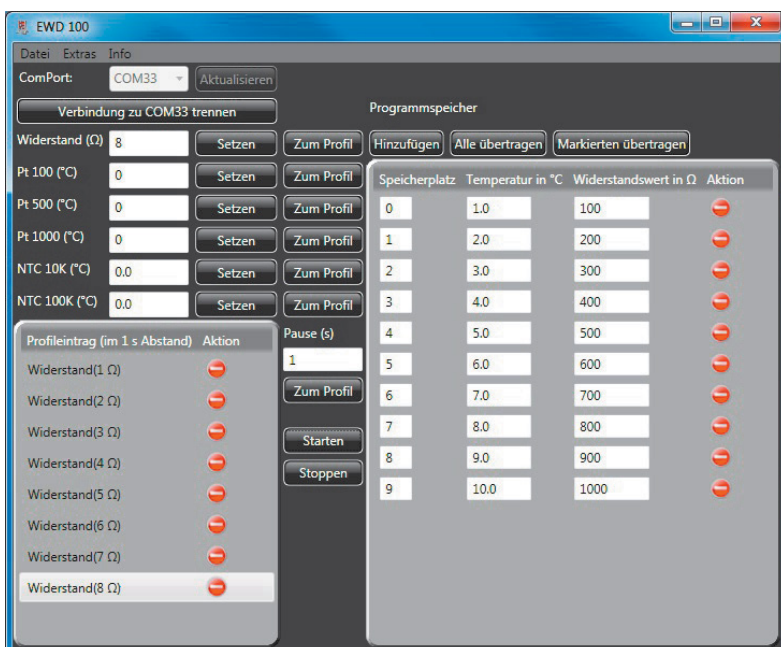


Bild 1: Die PC-Oberfläche der EWD 100



Schnittstellenbeschreibung

Für die Übertragung über die USB-Schnittstelle werden die zu übertragenden Daten in einen Transportrahmen verpackt (Tabelle 2). Der Transportrahmen besteht aus einem Startzeichen zur Synchronisation, 2 Längenbytes (Big-Endian) und einer CRC-16-Prüfsumme, die über die Länge und die Nutzdaten gebildet wird. Die Prüfsumme wird an das Ende angehängt (Big-Endian).

Zur Synchronisation hat jedes Paket ein Startzeichen (0xfd). Damit das Startzeichen nicht in den zu übertragenden Daten vorkommt, wird es durch ein Escapezeichen (0xfc) markiert und umcodiert. Kommt das Escapezeichen selber in den Daten vor, wird es ebenfalls markiert und umcodiert.

Tabelle 2

Transportrahmen für die Datenübertragung über die USB-Schnittstelle				
Anzahl Bytes	1	2	1-70	2
Beschreibung	Startzeichen (0xfd)	Länge	Nutzdaten	CRC-16
		CRC-Berechnung		
Länge = Anzahl Nutzdaten/CRC-16-Berechnung = Länge + Nutzdaten				

Die CRC-16-Prüfsumme wird vor der Umcodierung gebildet, d. h. die Länge bezieht sich auf die Anzahl der tatsächlichen Nutzdaten und nicht auf die tatsächlich übertragene Datenanzahl. Tabelle 3 fasst Umcodierung, CRC-16-Berechnung und die Datenübertragung zusammen.

Umcodierung, CRC-16-Berechnung, Daten- und Programmübertragung

Umcodierung: Startzeichen: < 0xfd > → < 0xfc > < data & 0x7f >
 Escapezeichen: < 0xfc > → < 0xfc > < data & 0x7f >

```

CRC-16-Berechnung:
void crc16_init()
{
    crc16_register = 0xffff;
}

void crc16_shift(uint8_t value)
{
    uint8_t q;

    for( q = 0; q < 8; q++ )
    {
        if (( ( crc16_register & 0x8000 ) >> 8 ) ^ ( value & 0x80 ))
        {
            crc16_register = (crc16_register << 1) ^ 0x8005;
        }
        else
        {
            crc16_register = (crc16_register << 1);
        }
        value <<= 1;
    }
}
    
```

Übertragungsparameter: 19.200 Bit/s, 8 Datenbits, Parity „Even“, 1 Stoppbit

Datenübertragung:

Beschreibung	Nutzdaten					Einheit	Auflösung	Wertebereich
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5			
Widerstand	0x10	Value				[W]	1.0 W	1 bis 8388607 W
Pt100	0x20	Value				[°C]	5.0 °C	-200 bis 850°C
Pt500	0x21	Value				[°C]	5.0 °C	-200 bis 850°C
Pt1000	0x22	Value				[°C]	5.0 °C	-200 bis 850°C
NTC 10K	0x30	Value				[°C]	0.1 °C	-40.0 bis 125.0 °C
NTC 100K	0x31	Value				[°C]	0.1 °C	-40.0 bis 125.0 °C
Firmwareversion auslesen	0xF0	/				/	/	/
Bootloader starten	0xF1	/				/	/	/
Werksreset	0xF2	/				/	/	/

Programmdatenübertragung:

Beschreibung	Command	Speicherplatzposition Bereich: 0 bis 399			Temperatur Bereich: -40.0 bis 1000.0 °C Auflösung 0.1°C		Widerstandswert Bereich: 1 bis 8388607 W Auflösung: 1 W		
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	
Programmdaten übertragen	0xF3	0	0	0	0	0	0	0	

Nach dem Empfang eines Datenpakets wird dies durch die EWD 100 mit einem „Ack“ bestätigt:

Startzeichen	Länge		Ack	CRC-16	
0xfd	0x00	0x01	0x06	0x08	0x14

Tabelle 3

Als Schnittstellenwandler wird der CP2102 von Silicon Laboratories eingesetzt. Silicon Laboratories bietet für dieses IC VCP-Treiber [4] für die verschiedenen Betriebssysteme an. Ebenfalls verfügbar ist ein Direkttreiber namens USBXpress [5] für verschiedene Windows-Betriebssysteme.

Schaltungsbeschreibung

Die in vier Bestandteile aufgeteilte Schaltung der EWD 100 ist in Bild 2 bis Bild 5 dargestellt. Die Steuerung ist mit einem 8-Bit-Mikrocontroller (IC1) von ST realisiert. Die Bedienelemente Taster TA1 bis TA3 und der Inkrementalgeber DR1 für das Drehrad sowie dessen interner Taster sind direkt an den Mikrocontroller angeschlossen. Dank interner Pull-ups ist für die Taster und den Inkrementalgeber, bis auf die Entprellkapazitäten C8 bis C12, keine weitere externe Beschaltung notwendig.

Als Anzeige dient ein zweizeiliges Punktmatrixdisplay, das mittels einer SPI-Schnittstelle vom Mikrocontroller angesteuert wird. Die Anzeige benötigt bis

auf den Widerstand R3 für die Displayhinterleuchtung und die Kondensatoren C13 und C14 für den internen LCD-Spannungsbooster keine weitere externe Peripherie.

Für die Kommunikation mit dem PC wird der Schnittstellenwandler CP2102 (IC3) eingesetzt. Dieser übernimmt die gesamte Konvertierung der Datensignale. An Pin 4 (D+) und Pin 5 (D-) erfolgt der Anschluss an den USB-Port. Aus den ankommenden differentiellen Datensignalen werden durch den Schnittstellenwandler die UART-Signale extrahiert.

Die Erzeugung des gewünschten Widerstandswertes an den Ausgangsbuchsen ST1 und ST2 wird mit Hilfe in Reihe geschalteter Relaiskontakte realisiert. Bei den Relais handelt es sich um bistabile Relais, die mit zwei Spulen ausgestattet sind. Mit der einen Spule wird das Relais (RELx-A) mit einem kurzen Spannungsimpuls gesetzt (geschlossen), mit der zweiten Spule kann das Relais (RELx-B) mit einem kurzen Spannungsimpuls zurückgesetzt (geöffnet) werden. Der Vorteil dieser Relais gegenüber monostabilen Relais ist, dass hier nicht permanent ein Strom fließt, wenn der Kontakt an einem bestimmten Relais geschlossen werden muss. Um den Widerstandsbereich von 1 bis 8.388.607 Ω mit einer Auflösung von 1 Ω zu erreichen, sind entsprechend viele Relais notwendig. Bei der Notwendigkeit, viele Relais auf einmal schließen zu müssen, würde bei Einsatz von monostabilen Relais dauerhaft ein Strom von bis zu 640 mA (Spulen-

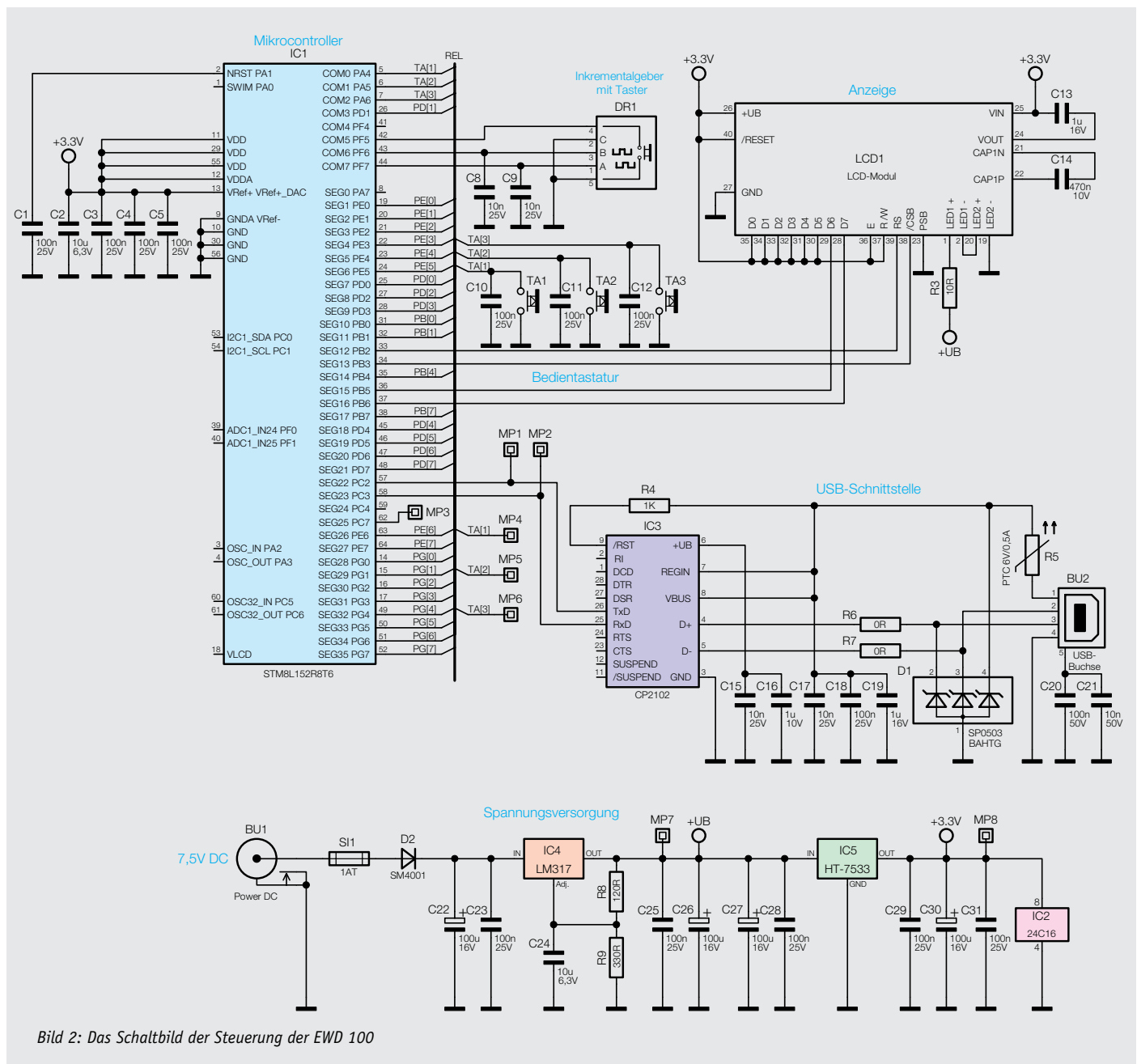


Bild 2: Das Schaltbild der Steuerung der EWD 100

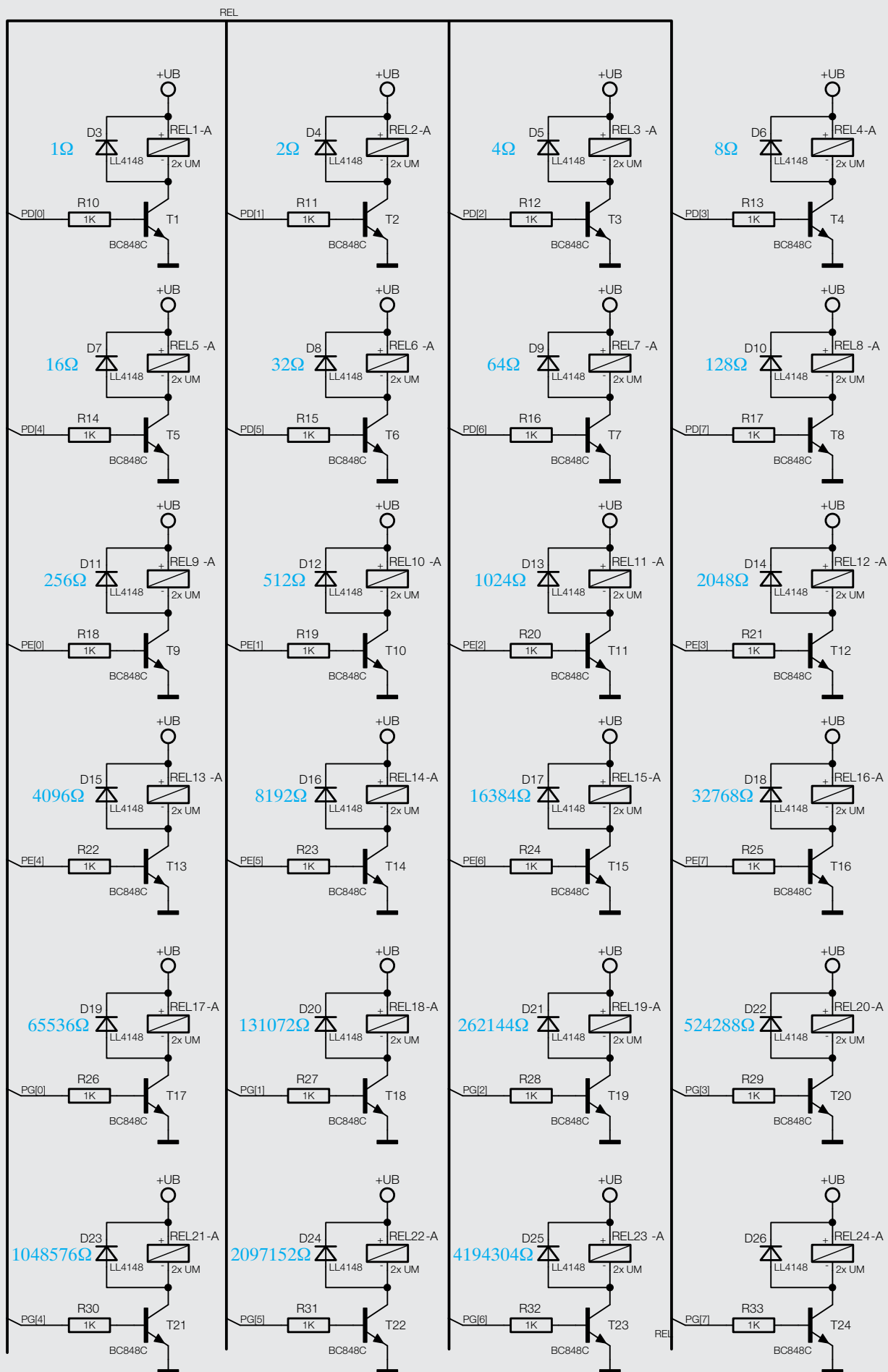


Bild 3: Teil-Schaltbild der Relais-Matrix

widerstand 180 Ω) nur für die Einschaltung der Relais fließen, d. h. eine Leistung von 3,2 W benötigt werden. In diesem Fall würde sich das Gehäuse erwärmen und die Bauteile entsprechend belastet werden. Beim Einsatz von bistabilen Relais ist beim Ansteuern aller Relais zwar auch der gleiche Strom erforderlich, allerdings nur für den Zeitraum des Spannungsimpulses (ca. 15 ms), wodurch es zu keiner spürbaren Wärmeentwicklung kommt.

Jeder gewünschte Widerstandswert kann dadurch erreicht werden, dass zu den Relais parallel entsprechende Widerstände mit entsprechender Wertigkeit

geschaltet wurden. Parallel zu Relais 1 ist der Widerstandswert 1 Ω geschaltet, Parallel zu Relais 2 der Widerstandswert 2 Ω und dies setzt sich bis Relais 23 mit der Formel 2^i ($i = 0, 1, 2 \dots$) fort.

Das Setzen der Relais ist einzeln möglich, beim Rücksetzen werden mehrere Relais als Gruppe zusammengefasst, d. h., wurde ein neuer Widerstandswert ausgewählt, müssen zunächst alle Relais zurückgesetzt und anschließend neu gesetzt werden. Dies hat zur Folge, dass beim jeweiligen Ändern des Widerstandswertes durch die Trägheit der Relais beim Umschalten für eine kurze Zeit (ca. 10 ms) ein undefinierter Widerstandswert an den Ausgangsbuchsen ST1 und ST2 liegt.

Das Relais REL24 hat eine spezielle Aufgabe. Da die Relaiskontakte einen Eigenwiderstand von ca. 50 mΩ haben (durch die Parallelschaltung

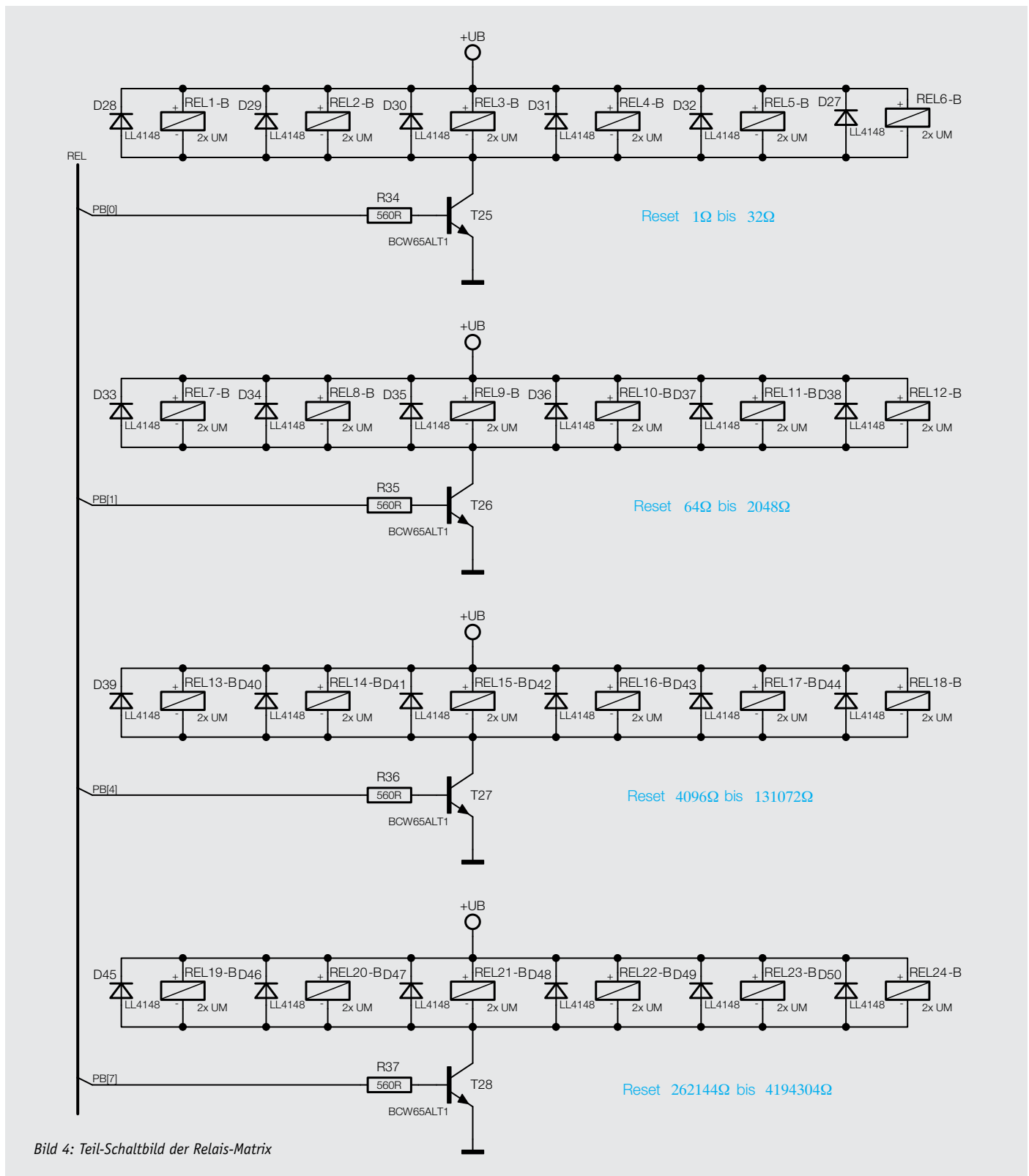


Bild 4: Teil-Schaltbild der Relais-Matrix

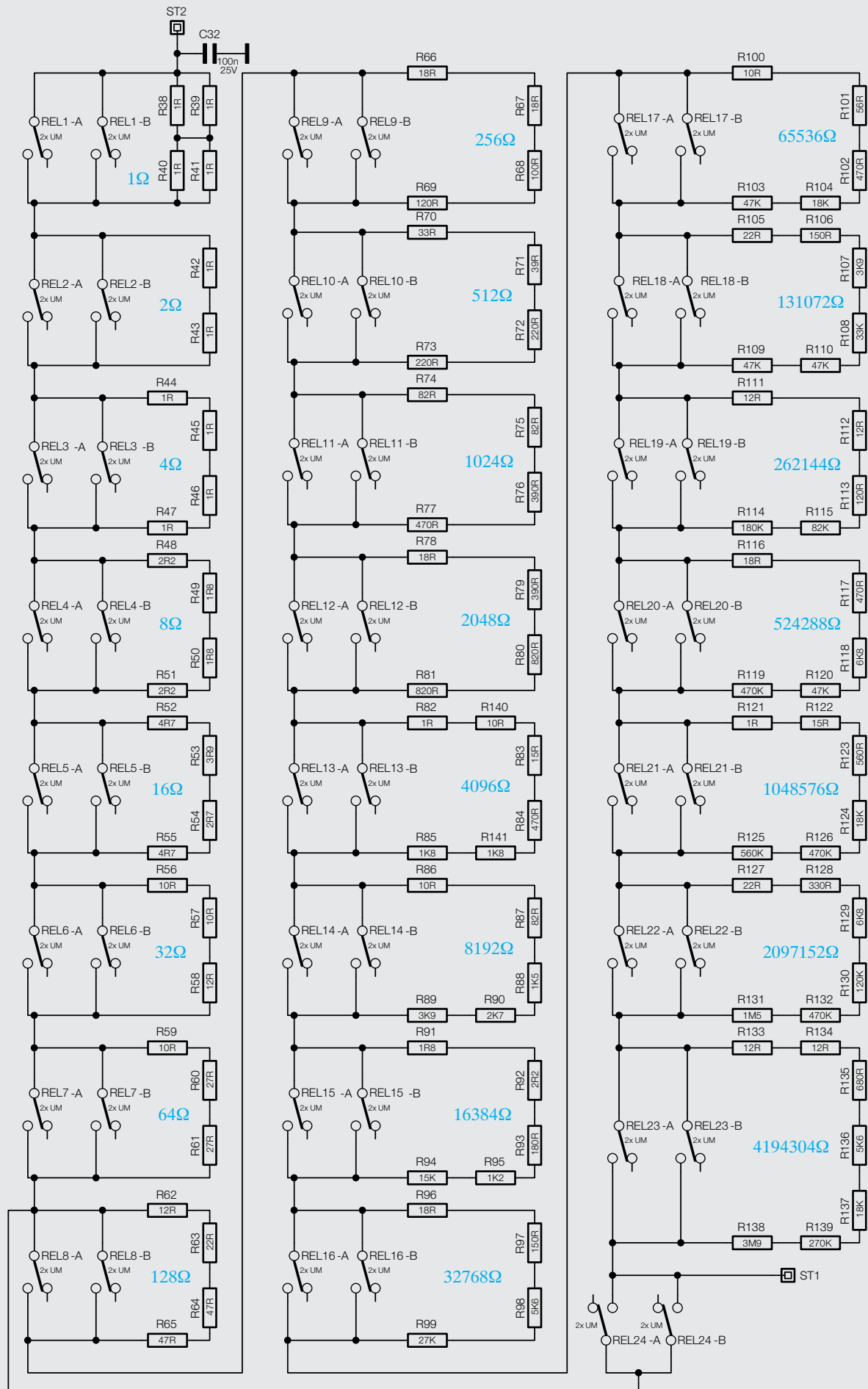


Bild 5: Schaltbild der Widerstandsschaltung

25 mΩ) führt dies im kleinen Widerstandsbereich zu einer hohen prozentualen Abweichung zum gewünschten Widerstandswert. Um dies zu vermeiden, wird das Relais 24 immer dann geschlossen, wenn der eingestellte Widerstandswert kleiner als 128 Ω ist.

Als Versorgungsspannung ist an die Buchse BU1 eine Spannung von 7,5 V anzulegen. Die Sicherung SI1 dient dem Überlastungsschutz und die Diode D2 sorgt für den Verpolungsschutz. Mit Hilfe des LM317 (IC4) und den Widerständen R8 und R9 wird die benötigte Spannung für die Relaissteuerung erzeugt. Der

Spannungsregler HT-7533 (IC5) sorgt für die Betriebsspannung des Mikrocontrollers und der LCD-Anzeige.

Nachbau

In Bild 6a und 6b ist die vollständig bestückte Platine mit zugehörigem Bestückungsdruck abgebildet. Wie bei den ELV-Bausätzen üblich sind bereits alle SMD-Bauteile vorbestückt. Der Nachbau beschränkt sich somit auf die Bestückung der bedrahteten Bauteile anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes sowie den Einbau in das Gehäuse.

Als Erstes sollte mit der Bestückung der Relais begonnen werden, hierbei ist ganz besonders darauf zu achten, dass die Relais positionsrichtig

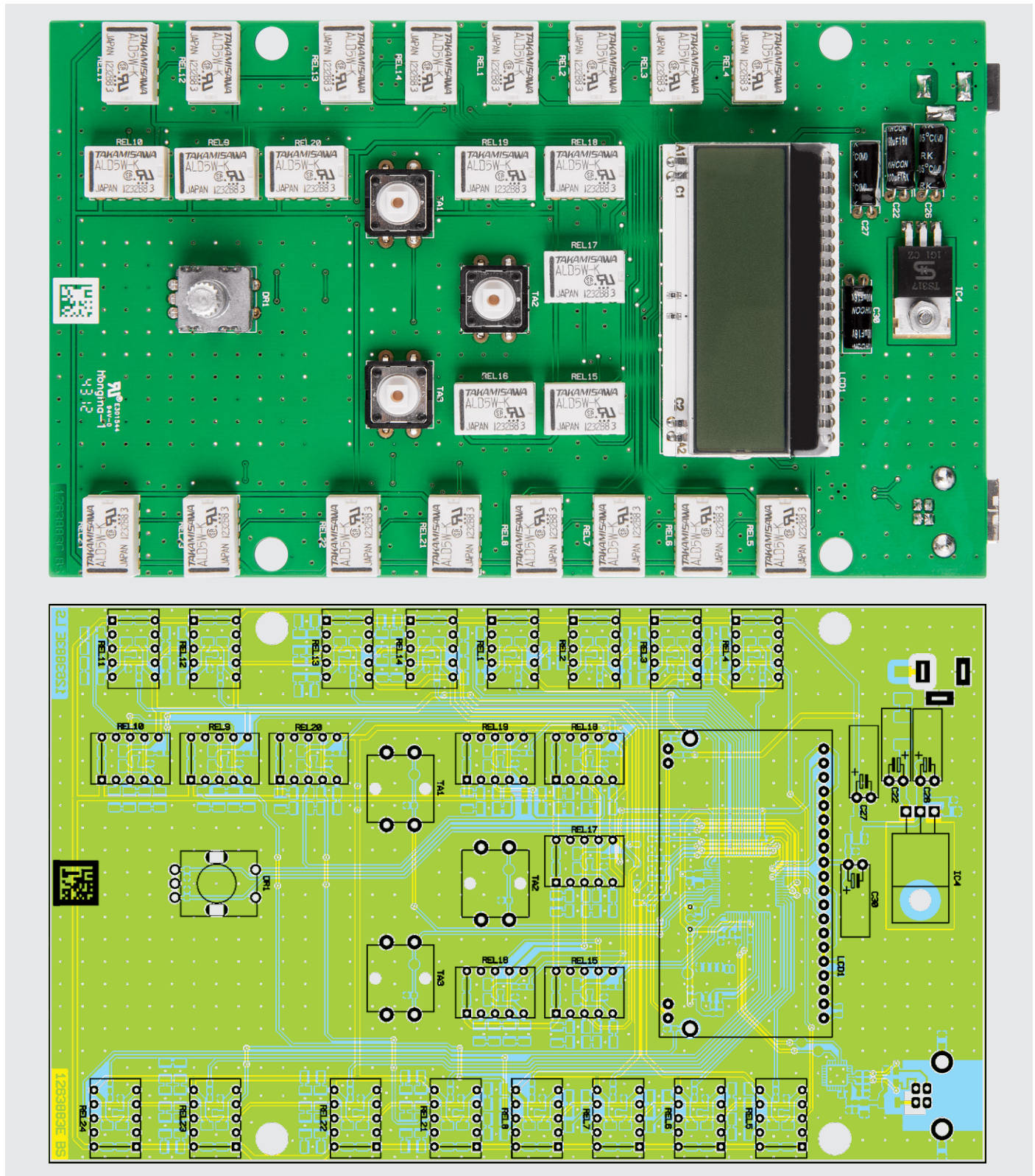


Bild 6a: Vollständig bestückte Platine mit Bestückungsdruck von der Bestückungsseite



eingesetzt werden (falls hierbei ein Fehler unterläuft, ist es sehr mühsam, das entsprechende Relais wieder auszulöten). Die Relais sind einseitig mit einem Balken gekennzeichnet, der sich als ein Strich auf dem Bestückungsdruck wiederfindet (Bild 7).

Es folgt der Einbau des einstellbaren Spannungsreglers IC4. Hier sind zunächst die Anschlusspins in ca. 3 mm Abstand zum IC-Gehäuse um 90° nach hinten abzuwinkeln. Anschließend kann der Spannungsregler bestückt und mechanisch mit einer M3x6-mm-Zylinderkopfschraube von der Lötseite und Zahnscheibe und Mutter auf der Bestückungsseite befestigt werden (Bild 8). Nun sind die Anschlusspins auf der Leiterplattenrückseite zu verlöten.

Als Nächstes sind die Elektrolyt-Kondensatoren C22, C26, C27 und C30 zu bestücken. Hier ist auf die korrekte Polung zu achten. Der Minuspol auf den Elektrolyt-Kondensatoren ist mit einem Minuszeichen markiert und auf der Leiterplatte ist der Pluspol mit einem Plus gekennzeichnet. Alle vier Kondensatoren sind „liegend“ einzubauen und entsprechend sind die Anschlusspins vor der Bestückung um 90° abzuwinkeln (Bild 9).

Im Anschluss folgt die Bestückung der drei Taster (TA1-TA3) und des Inkrementalgebers (DR1).

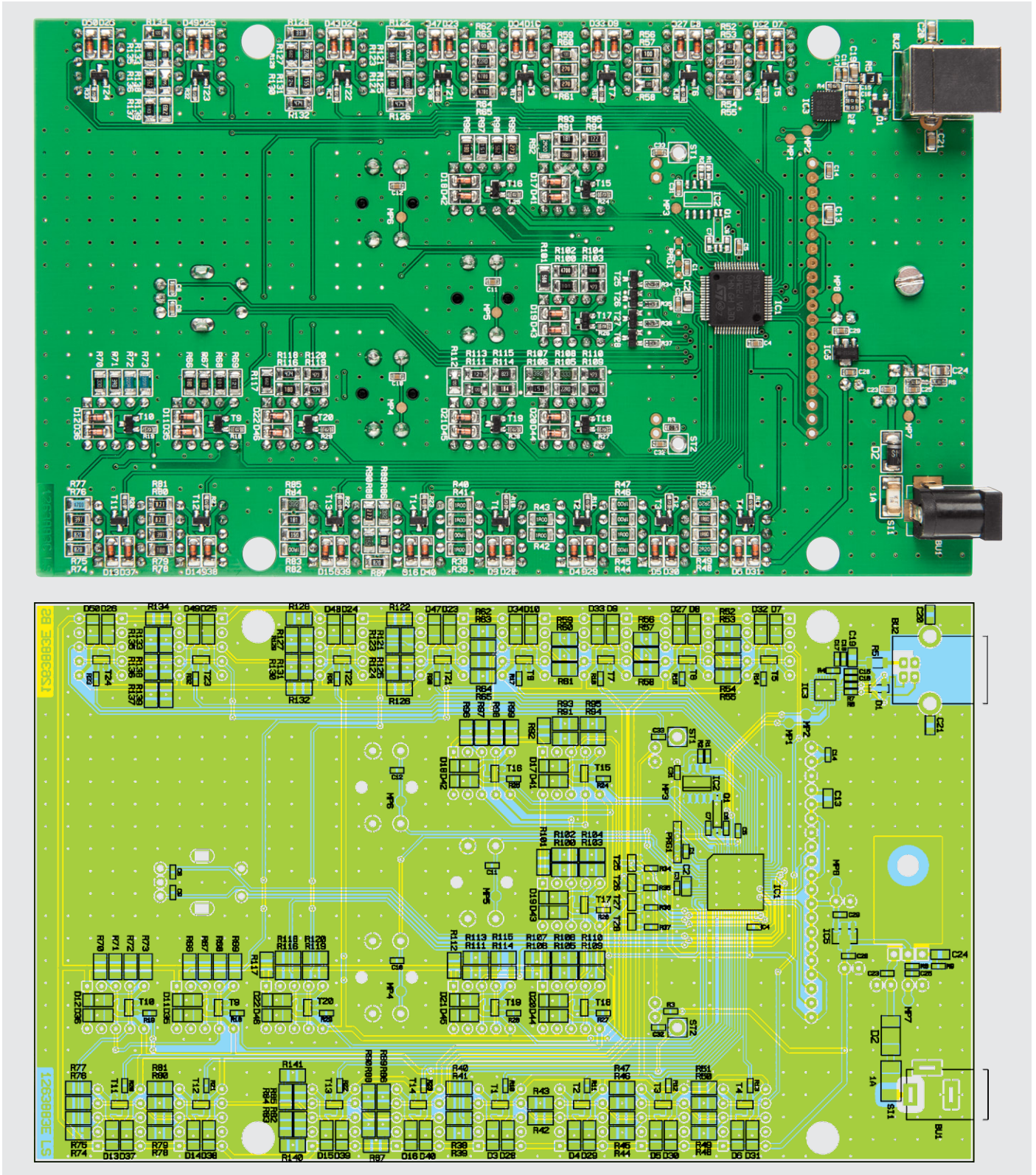


Bild 6b: Vollständig bestückte Platine mit Bestückungsdruck von der Lötseite

Die Bestückung des zweizeiligen Displays erfolgt erst beim Gehäuseeinbau. Es können an dieser Stelle allerdings schon einige Vorbereitungen dafür getroffen werden. Zunächst ist die Displayeinheit mit der LED-Hintergrundbeleuchtungsplatine zu verbinden. Dazu ist die Schutzfolie auf der LED-Hintergrundbeleuchtungsplatine und die Schutzfolie auf der Rückseite des Displays zu entfernen und dieses dann behutsam, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme einer Pinzette, auf der Hintergrundbeleuchtungsplatine zu positionieren. Anschließend sind die Buchsenleisten mit den Stiftleisten des Displays zu verbinden (Bild 10). Um sicherzustellen, dass die Displayhinterleuchtung am Ende auch ordnungsgemäß funktioniert, sind die Anschlüsse A1, A2 und C1, C2 zu verlöten (Bild 11). Nach Fertigstellung kann diese Einheit dann zunächst beiseite gelegt werden.

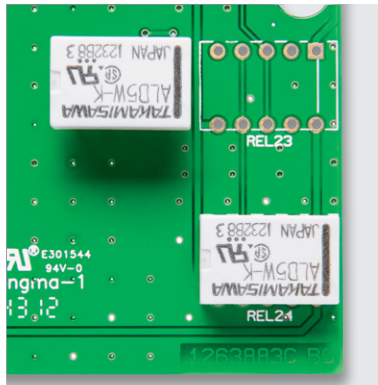


Bild 7: Bestückung der Relais

Als Letztes folgt die Bestückung der Hohlsteckerbuchse BU1 für die Spannungsversorgung und die Be-

stückung der USB-B-Buchse BU2 für die externe Datenkommunikation. Beide Buchsen sind von der Leiterplattenrückseite her zu positionieren und plan auf die Leiterplatte zu drücken, anschließend sind die einzelnen Pins der Buchsen, angefangen mit den beiden äußeren Pins, die am Buchsengehäuse befestigt sind, auf der Vorderseite zu verlöten.

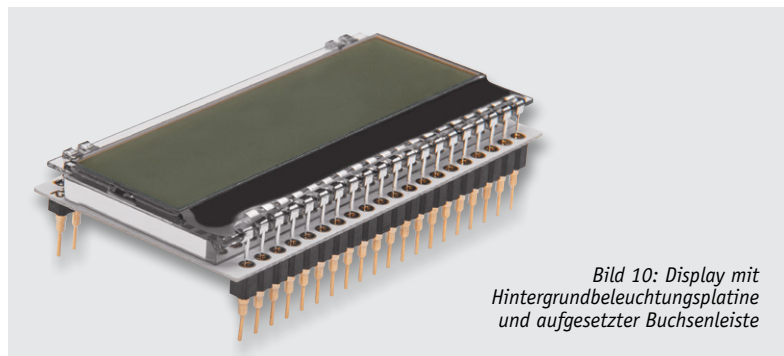


Bild 10: Display mit Hintergrundbeleuchtungsplatine und aufgesetzter Buchsenleiste



Bild 12: Befestigung der Frontplatte

stückung der USB-B-Buchse BU2 für die externe Datenkommunikation. Beide Buchsen sind von der Leiterplattenrückseite her zu positionieren und plan auf die Leiterplatte zu drücken, anschließend sind die einzelnen Pins der Buchsen, angefangen mit den beiden äußeren Pins, die am Buchsengehäuse befestigt sind, auf der Vorderseite zu verlöten.

Damit ist der Nachbau der Platine beendet und es kann mit dem Einbau in das Gehäuse begonnen werden.

Gehäuseeinbau

Das Gehäuse besteht aus einer Vorder- und Rückschale sowie aus einer Stirnplatte mit den entsprechenden Bohrungen für die Spannungsversorgungsbuchse, die USB-Buchse und den beiden Anschlussbuchsen für den

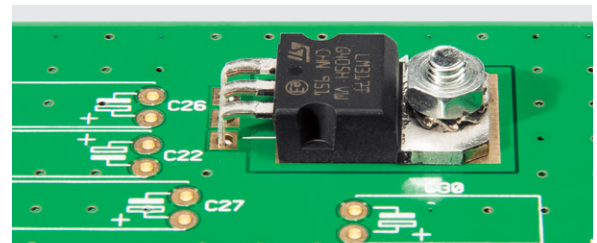


Bild 8: Bestückung des Spannungsreglers

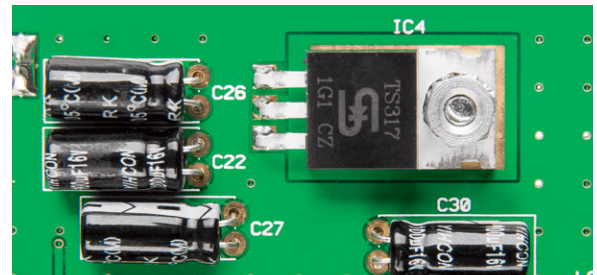


Bild 9: Bestückung der Elektrolyt-Kondensatoren



Bild 11: Verlöten der Anschlüsse A1, A2 und C1, C2

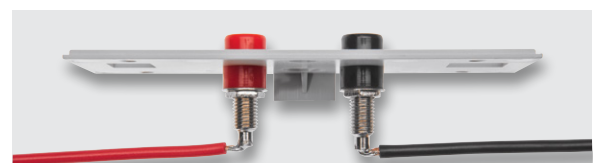


Bild 13: Vorbereitung der Stirnplatte

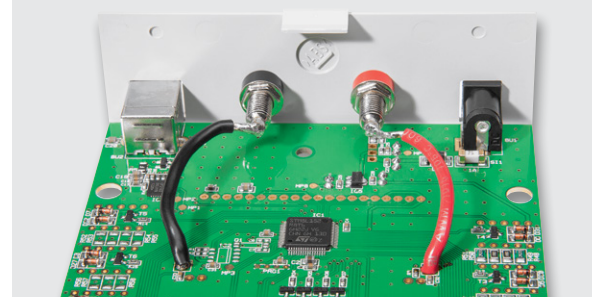


Bild 14: Positionierung der Stirnplatte

Ausgang des gewählten Widerstandswertes. Zunächst ist das beigelegte doppelseitige Klebeband in 5 gleich lange Stücke von ca. 9 cm aufzuteilen und auf der Gehäusevorderschale aufzukleben. Nach dem Entfernen der zweiten Klebeschutzfolie kann die Frontplatte dann in die Gehäusevorderschale eingeklebt werden (Bild 12).

Nun ist die Stirnplatte mit den Anschlussbuchsen wie in Bild 13 gezeigt, vorzubereiten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Leitungen direkt hinter den Lötverbindungen der Anschlussbuchse einen 90°-Knick machen, da es ansonsten Schwierigkeiten beim Ein-



bau in die untere Rückschale gibt. Im Anschluss daran können die Leitungen durch die Bohrungen ST1 und ST2 von der Leiterplattenrückseite zur Vorderseite geführt und dort verlötet werden. Anschließend wird die Stirnplatte in die richtige Position gebracht (Bild 14).

Es folgt der Einbau der Displayeinheit, diese ist auf der Leiterplattenvorderseite zu positionieren und auf der Rückseite zu verlöten (siehe Bild 6).

Nun kann die Platine mit Stirnplatte in die Gehäuseunterschale eingesetzt werden und die Tastkappen sind auf die Taster zu drücken. Anschließend werden die Gehäusevorder- und Gehäuserückschalen zusammengesetzt und mit den 4 Gehäuseschrauben fest verschlossen.

Zum Abschluss sind die vier Gehäusefüße an den entsprechenden Positionen auf die Gehäuseunterschale zu kleben und die Drehknopfkappe ist auf den Inkrementalgeber aufzudrücken. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] www.elv-downloads.de/Assets/Produkte/4/468/46886/Downloads/46886_103at2_data.pdf
- [2] www.murata.com/products/catalog/pdf/r44e.pdf
- [3] EWD 100 Software für Windows 7/Vista/XP
- [4] www.silabs.com/products/mcu/Pages/USBtoUARTBridgeVCPDrivers.aspx
- [5] www.silabs.com/products/mcu/Pages/USBXpress.aspx

Stückliste

Widerstände:

0 Ω/SMD/0603	R6, R7
1 Ω/1 %/SMD/1206	R38–R47, R82, R121
1,8Ω/1 %/SMD/1206	R49, R50, R91
2,2Ω/1 %/SMD/1206	R48, R51, R92
2,7 Ω/1 %/SMD/1206	R54
3,9 Ω/1 %/SMD/1206	R53
4,7 Ω/1 %/SMD/1206	R52, R55
10 Ω/1 %/SMD/0603	R3
10 Ω/1 %/SMD/1206	R56, R57, R59, R86, R100, R140
12 Ω/1 %/SMD/1206	R58, R62, R111, R112, R133, R134
15 Ω/1 %/SMD/1206	R83, R122
18 Ω/1 %/SMD/1206	R66, R67, R78, R96, R116
22 Ω/1 %/SMD/1206	R63, R105, R127
27 Ω/1 %/SMD/1206	R60, R61
33 Ω/1 %/SMD/1206	R70
39 Ω/1 %/SMD/1206	R71
47 Ω/1 %/SMD/1206	R64, R65
56 Ω/1 %/SMD/1206	R101
82 Ω/1 %/SMD/1206	R74, R75, R87
100 Ω/1 %/SMD/1206	R68
120 Ω/1 %/SMD/0603	R8
120 Ω/1 %/SMD/1206	R69, R113
150 Ω/1 %/SMD/1206	R97, R106
180 Ω/1 %/SMD/1206	R93
220 Ω/1 %/SMD/1206	R72, R73
330 Ω/1 %/SMD/0603	R9
330 Ω/1 %/SMD/1206	R128
390 Ω/1 %/SMD/1206	R76, R79
470 Ω/1 %/SMD/1206	R77, R84, R102, R117
560 Ω/1 %/SMD/0603	R34–R37
560 Ω/1 %/SMD/1206	R123
680 Ω/1 %/SMD/1206	R135
820 Ω/1 %/SMD/1206	R80, R81
1 kΩ/SMD/0603	R4, R10–R33
1,2 kΩ/1 %/SMD/1206	R95
1,5 kΩ/1 %/SMD/1206	R88
1,8 kΩ/1 %/SMD/1206	R85, R141
2,7 kΩ/1 %/SMD/1206	R90
3,9 kΩ/1 %/SMD/1206	R89, R107
5,6 kΩ/1 %/SMD/1206	R98, R136
6,8 kΩ/1 %/SMD/1206	R118, R129
15 kΩ/1 %/SMD/1206	R94
18 kΩ/1 %/SMD/1206	R104, R124, R137
27 kΩ/1 %/SMD/1206	R99
33 kΩ/1 %/SMD/1206	R108
47 kΩ/1 %/SMD/1206	R103, R109, R110, R120
82 kΩ/1 %/SMD/1206	R115
120 kΩ/1 %/SMD/1206	R130
180 kΩ/1 %/SMD/1206	R114
270 kΩ/1 %/SMD/1206	R139
470 kΩ/1 %/SMD/1206	R119, R126, R132
560 kΩ/1 %/SMD/1206	R125
1,5 MΩ/1 %/SMD/1206	R131
3,9 MΩ/1 %/SMD/1206	R138
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R5

Kondensatoren:

10 nF/SMD/0603	C8, C9, C15, C17
10 nF/5 %/SMD/0805	C21
100 nF/SMD/0603	C1, C3–C5, C10–C12, C18, C23, C25, C28, C29, C31, C32
100 nF/SMD/0805	C20
470 nF/SMD/0603	C14
1 µF/SMD/0603	C16
1 µF/SMD/0805	C13, C19
10 µF/SMD/0805	C2, C24
100 µF/16 V	C22, C26, C27, C30

Halbleiter:

ELV121168/SMD	IC1
ELV121169/SMD	IC3
LM317	IC4
HT7533/SMD	IC5
BC848C	T1–T24
BC817/SMD BCW65ALT1	T25–T28
SM4001/SMD	D2
LL4148	D3–D50
SP0503BAHTG	D1

Sonstiges:

LCD EA DOG162W-A	LCD1
LED-Hintergrundbeleuchtung, gelb-grün	LCD1
Subminiatur-Relais/2x um/5 V	REL1–REL24
Sicherung, 1 A, träge, SMD	SI1
Inkrementalgeber mit Achse und Tastschalter, 20 Impulse	DR1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1x ein	TA1–TA3
Tastkappe, 10 mm, grau	TA1–TA3
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
USB-B-Buchse, winkelprint	BU2
Telefonbuchse, 4 mm, rot	ST1
Telefonbuchse, 4 mm, schwarz	ST2
6 cm flexible Leitung, ST1 x 1,00 mm², rot	ST1
6 cm flexible Leitung, ST1 x 1,00 mm², schwarz	ST2
1 Buchsenleiste, 1x 20-polig	
2 Buchsenleisten, 1x 2-polig	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Gehäuseoberteil, lichtgrau	
1 Gehäuseunterteil, lichtgrau	
1 Stirnplatte, lichtgrau	
4 Gehäusefüße, 6,2 x 2 mm, transparent	
4 Gehäuseschrauben, 3,6 x 15 mm	
1 Frontplatte, bearbeitet und bedruckt	
1 Handdrehrad	
1 Handdrehradkappe	
45 cm Klebeband, doppelseitig, 12 x 0,1 mm, transparent	
1 CD, Software EWD 100	