

# PC-Kabeltester PCK 100 Teil 2

**Im ersten Teil dieses Artikels haben wir alle Funktionalitäten und die Bedienung des neuen ELV-PC-Kabeltesters PCK 100 sowie der zugehörigen PC-Software kennen gelernt, so dass wir uns jetzt im zweiten Teil der Schaltungsbeschreibung und dem Nachbau dieses vielseitigen Testgerätes zuwenden.**

## Schaltung

Obwohl das Schaltbild des PC-Kabeltesters auf den ersten Blick recht komplex wirkt, so ist es bei näherer Betrachtung aufgrund seiner logischen Aufteilung doch recht verständlich und übersichtlich.

Das Schaltbild gliedert sich in die folgenden Funktionsgruppen auf: Prozessorteil mit Spannungsversorgung, Ein-/Ausgabe-Schieberegister für Anschlussleiste A und Ein-/Ausgabe-Schieberegister für Anschlussleiste B.

Zunächst soll der Prozessorteil mit seiner Peripherie inklusive der Spannungsversorgung des PCK 100 beschrieben werden.

### Prozessorteil

Kernstück dieses Schaltungsteils (Abbildung 5) ist der Mikrocontroller IC 2

(ELV 05455) vom Typ ATMEGA 16 aus dem Hause Atmel. Zur Stabilisierung des internen Taktoszillators ist lediglich der 4-MHz-Keramschwinger Q 1 erforderlich. Der Widerstand R 1 sorgt für einen definierten High-Pegel am Reset-Eingang. Über die Port-Pins PA 0 bis PA 3 werden die beiden großen Ein-/Ausgabe-Schieberegister angesteuert, deren Funktionsweise wir später noch separat erläutern.

Die Leuchtdioden D 1 bis D 3 dienen der Betriebs- und Statusanzeige des Gerätes. Sie werden über die Port-Pins PA 5 bis PA 7 des Controllers angesteuert. Als Vorwiderstände zur LED-Strombegrenzung fungieren R 2 bis R 4.

Der Transistor T 1 mit seiner Peripherie, bestehend aus R 95, R 96 und C 48, steuert den Signalgeber PZ 1 an, welcher, aktiviert über Port PD 5 des Mikrocontrollers, akustische Statusmeldungen abgeben kann. Die

Diode D 90 löscht Gegeninduktionsspannungen, die durch die gepulste Ansteuerung von PZ 1 entstehen könnten.

Über die beiden Interrupt-Eingänge INT 0 und INT 1 des Prozessors werden die zwei Bedientaster TA 1 „Testen“ und TA 2 „Lernen“ abgefragt.

Die Kommunikation des Kabeltesters mit einem PC erfolgt via USB-Schnittstelle.

### Technische Daten: PCK 100

Spannungsversorgung: ..... 9–15 V<sub>DC</sub>  
über ext. Netzteil (max. 15 Watt!)  
oder wahlweise über USB  
Stromaufnahme: ..... max. 50 mA  
Schnittstelle: ..... USB-B-Buchse  
Betriebsarten: ..... Stand-alone-Betrieb  
oder PC-Betrieb  
Prüfpolzahl: ..... 40 je Stiftleiste  
Abmessungen: ..... 186 x 124 x 34 mm

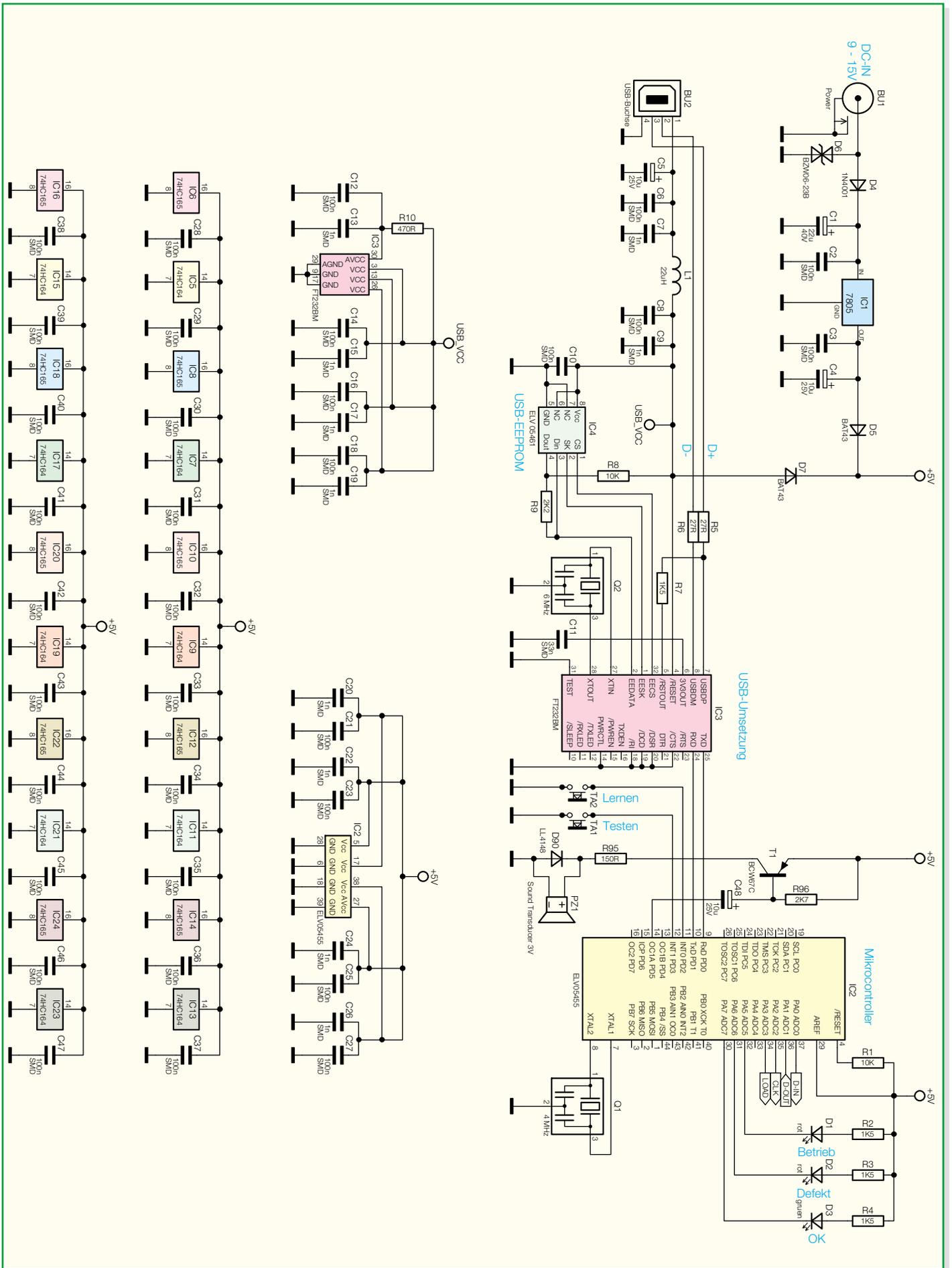


Bild 5: Schaltbild des Prozessorteiles mit Spannungsversorgung

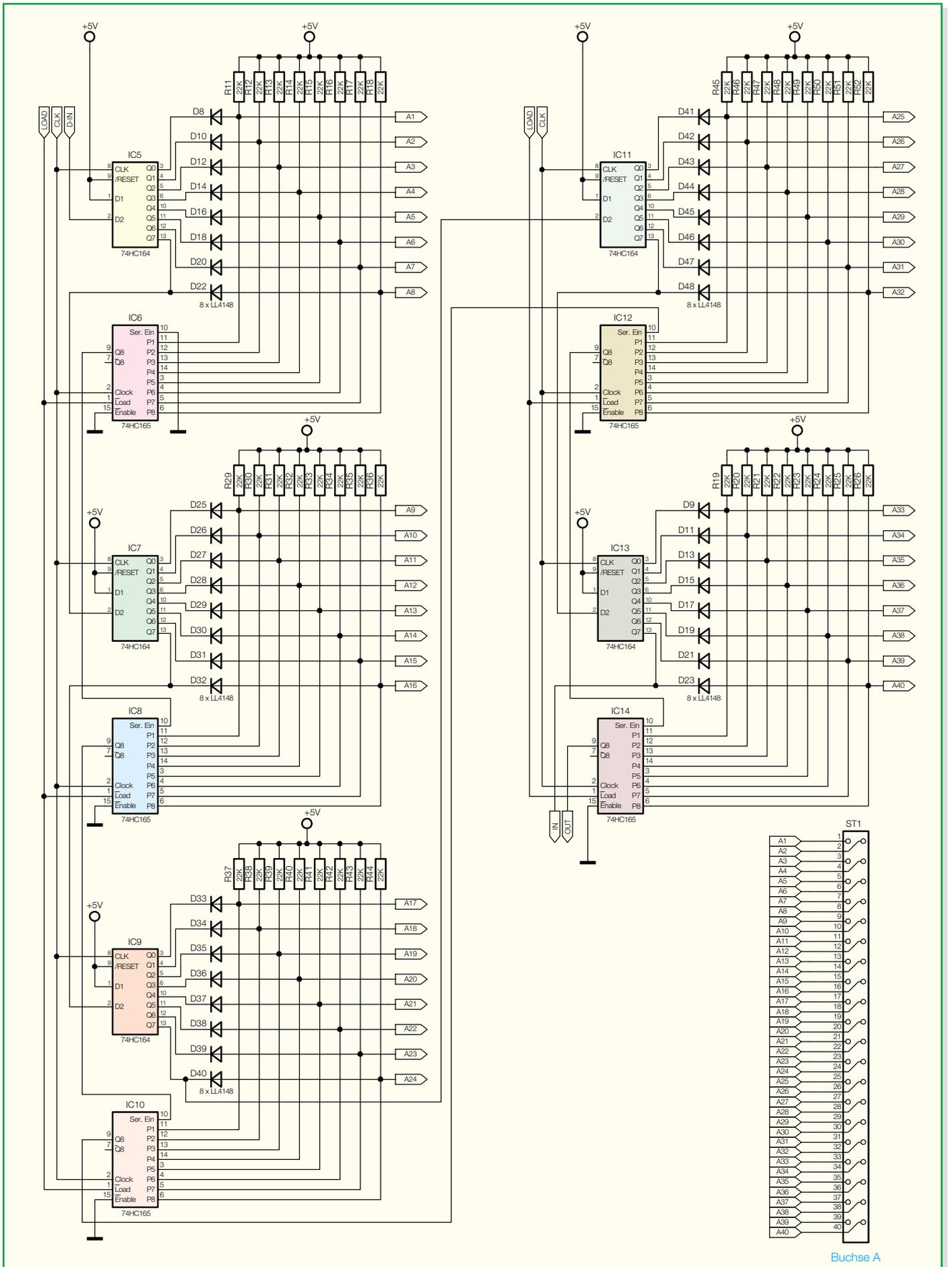


Bild 6: Schaltbild der Ein-/Ausgabe-Schieberegister für Anschlussleiste A

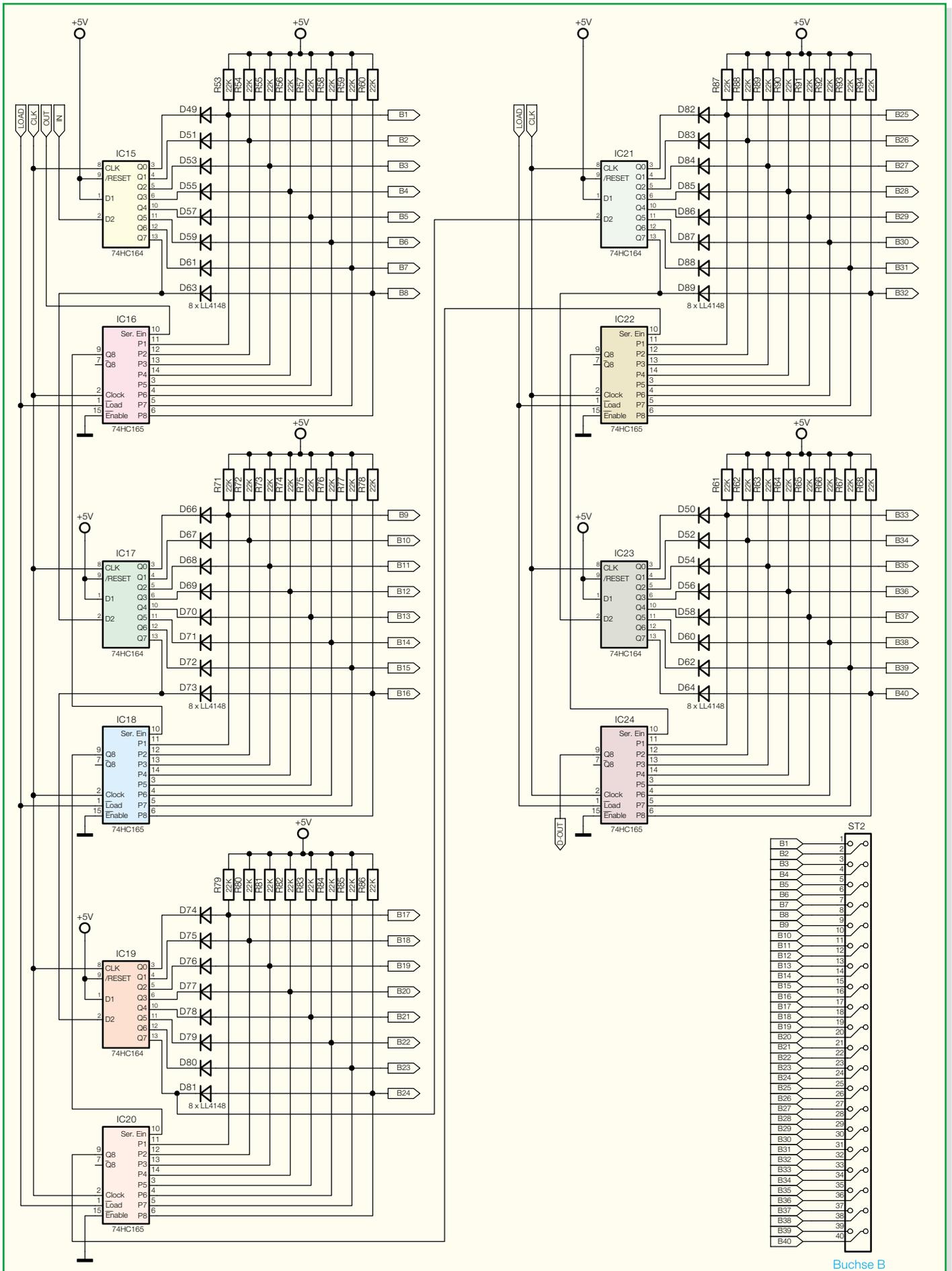


Bild 7: Schaltbild der Ein-/Ausgabe-Schieberegister für Anschlussleiste B

le über die Buchse BU2. Da der Mikrocontroller die Daten der USB-Schnittstelle nicht unmittelbar verwerten kann, werden die Signale über den USB-Umsetzer IC 3 in für den Mikrocontroller lesbare Daten im TTL-Pegel gewandelt und über Pin 9 (RxD) zugeführt.

Die umgekehrte Wandlung erfolgt ebenfalls über IC 3, d. h., die vom Mikrocontroller über Pin 10 (TxD) mit TTL-Pegel gesendeten Daten werden mit Hilfe des USB-Umsetzers wieder in das USB-Format konvertiert.

Der Taktoszillator von IC 3 wird mit Hilfe des Keramikschringers Q 2 auf 6 MHz stabilisiert. Zur Speicherung der gerätespezifischen Informationen für die USB-Schnittstelle des PCK 100 dient das EEPROM IC 4 mit seiner Peripherie, bestehend aus R 8 und R 9.

Die Spannungsversorgung des PCK 100 erfolgt im Stand-alone-Betrieb über die Buchse BU 1. Hier wird eine DC-Spannungsquelle im Bereich von 9 bis 15 V und mit einer Strombelastbarkeit von mindestens 50 mA sowie, aus Gründen der Gerätesicherheit, einer maximalen Leistungsabgabe von 15 Watt angeschlossen. Hierzu dient typischerweise ein handelsübliches, unreguliertes Steckernetzteil mit den eben genannten Daten.

Die Transildiode D 6 schützt die Schaltung vor Überspannungsimpulsen am DC-Eingang. Die Diode D 4 dient als Verpolungsschutzdiode, der Spannungsregler IC 1 stabilisiert die Versorgungsspannung auf 5 V. C 1 glättet und puffert die Eingangsspannung, während C 2 bis C 4 zur Stör- bzw. Schwingneigungsunterdrückung dienen.

Sobald der PC-Kabeltester an die USB-Schnittstelle eines PCs angeschlossen wird, erfolgt die Spannungsversorgung über den PC. Auf das an BU 1 anzuschließende Netzteil kann man dann verzichten. Die Spannung gelangt in diesem Fall über Pin 1 der USB-Buchse an die Schaltung. Sie wird durch die Bauteile C 5 bis C 9 sowie L 1 gefiltert bzw. entstört.

Damit bei gleichzeitig angeschlossenem DC-Netzteil keine unzulässigen Ausgleichsströme fließen können, sind diese beiden Spannungspfade durch die Dioden D 5 und D 7 voneinander entkoppelt.

Die Keramikkondensatoren C 12 bis C 47 schließlich blocken allgemeine hochfrequente Störungen ab.

### E/A-Schieberegister

Die elementare Grundforderung an einen Kabeltester besteht darin, alle denkbaren Leitungsverbindungen zwischen den Steckern bzw. Buchsen eines Kabels zu ermitteln, und dieses sowohl von einem zum anderen Kabelende als auch innerhalb eines Steckers bzw. einer Buchse.

Der Kabeltester PCK 100 verfügt konkret über zwei Prüfbuchsen mit je 40 Anschlusspins. Das bedeutet, es müssen alle möglichen Kombinationen zwischen insgesamt 80 Pins auf eine bestehende elektrische Verbindung geprüft werden.

Der Prüfalgorithmus des PCK 100 sieht so aus, dass zunächst im Grundzustand alle zu prüfenden Pins High-Pegel führen. Ein Pin wird jeweils auf Low-Potential gebracht und es werden alle Zustände der übrigen Pins eingelesen. Alle Pins, die nun Low-Signal führen, sind folglich elektrisch mit dem zu prüfenden Pin verbunden. Diese Prozedur wird zyklisch nacheinander mit allen Kontakten durchgeführt, so dass sich am Ende ein genaues Belegungsschema des zu prüfenden Kabels ergibt.

Da der im PCK 100 eingesetzte Mikrocontroller nur über eine begrenzte Anzahl von Port-Pins verfügt, zur Realisierung des oben beschriebenen Prüfablaufes aber insgesamt 160 Port-Pins vonnöten wären (je ein Eingabe- und je ein Ausgabe-Port-Pin für zwei Buchsen à 40 Kontakte), wurde diese Anforderung mit Hilfe von Schieberegistern realisiert.

Nachdem wir die grundsätzliche Funktionsweise der Schaltung kennen gelernt haben, wenden wir uns nun den beiden Teilschaltbildern der Ein-/Ausgabe-Schieberegister für Prüfbuchse A (Abbildung 6) und B (Abbildung 7) zu:

Die Pull-up-Widerstände R 11 bis R 26, R 29 bis R 68 sowie R 71 bis R 94 sorgen dafür, dass im Grundzustand alle Kontakte der beiden Prüfbuchsen High-Signal führen. Die Schieberegisterbausteine vom Typ 74HC164 dienen dazu, nach oben beschriebener Verfahrensweise jeweils nacheinander einen Kontakt der Buchsen A oder B auf Low-Potential zu legen. Die dazu notwendigen Signale werden vom Mikrocontroller IC 2 seriell an den Eingang D 2 des ersten Schieberegisterbausteins IC 5 gegeben. Das „Durchschieben“ der Daten erfolgt dabei jeweils durch Taktimpulse am Clock-Eingang (CLK) der Registerbausteine. Da ja insgesamt 80 Kontakte in den beiden Buchsen angesteuert werden müssen, sind insgesamt zehn 8-Bit-Register zu einem 80 Bit breiten Schieberegister verkettet worden. D. h., die an IC 5 angelegten seriellen Daten werden der Reihe nach durch alle zehn Teil-Schieberegister hindurchgeschoben.

Immer, wenn während eines Prüfzyklus der zu prüfende Buchsenkontakt auf Low-Potential gelegt wird, müssen gleichzeitig im selben Zyklus die Zustände aller anderen Kontakte eingelesen werden, um festzustellen, ob bzw. wo elektrische Verbindungen zu anderen Kontakten vorhanden sind. Dies geschieht mit den Bausteinen vom Typ 74HC165. Hierbei handelt es sich um 8 Bit breite Register, die entspre-

chend den Zustand von 8 Kontakten parallel erfassen und seriell weitergeben können. Das jeweilige parallele Erfassen und Speichern in das Register erfolgt dabei durch den Load-Impuls, welcher ebenfalls vom Mikrocontroller IC 2 generiert wird. Auch hier gibt es insgesamt zehn zu einem 80 Bit breiten Schieberegister verkettete Teil-Registerbausteine, um auch alle 80 Kontakte auswerten zu können. Durch den Taktimpuls (CLK) werden die parallel eingelesenen Zustände seriell in den Mikrocontroller hineingeschoben, der die Signale dann entsprechend verarbeitet.

Zum Abschluss der Schaltungsbeschreibung sei noch die Aufgabe der Dioden erwähnt: Diese schützen die einzelnen Registerausgänge der 74HC164-Bausteine vor Kurzschluss für den Fall, dass der entsprechende Registerausgang High-Pegel führt, der zugehörige Buchsenkontakt aber durch eine Verbindung zum aktuell geprüften Buchsenkontakt Low-Pegel führt.

### Nachbau

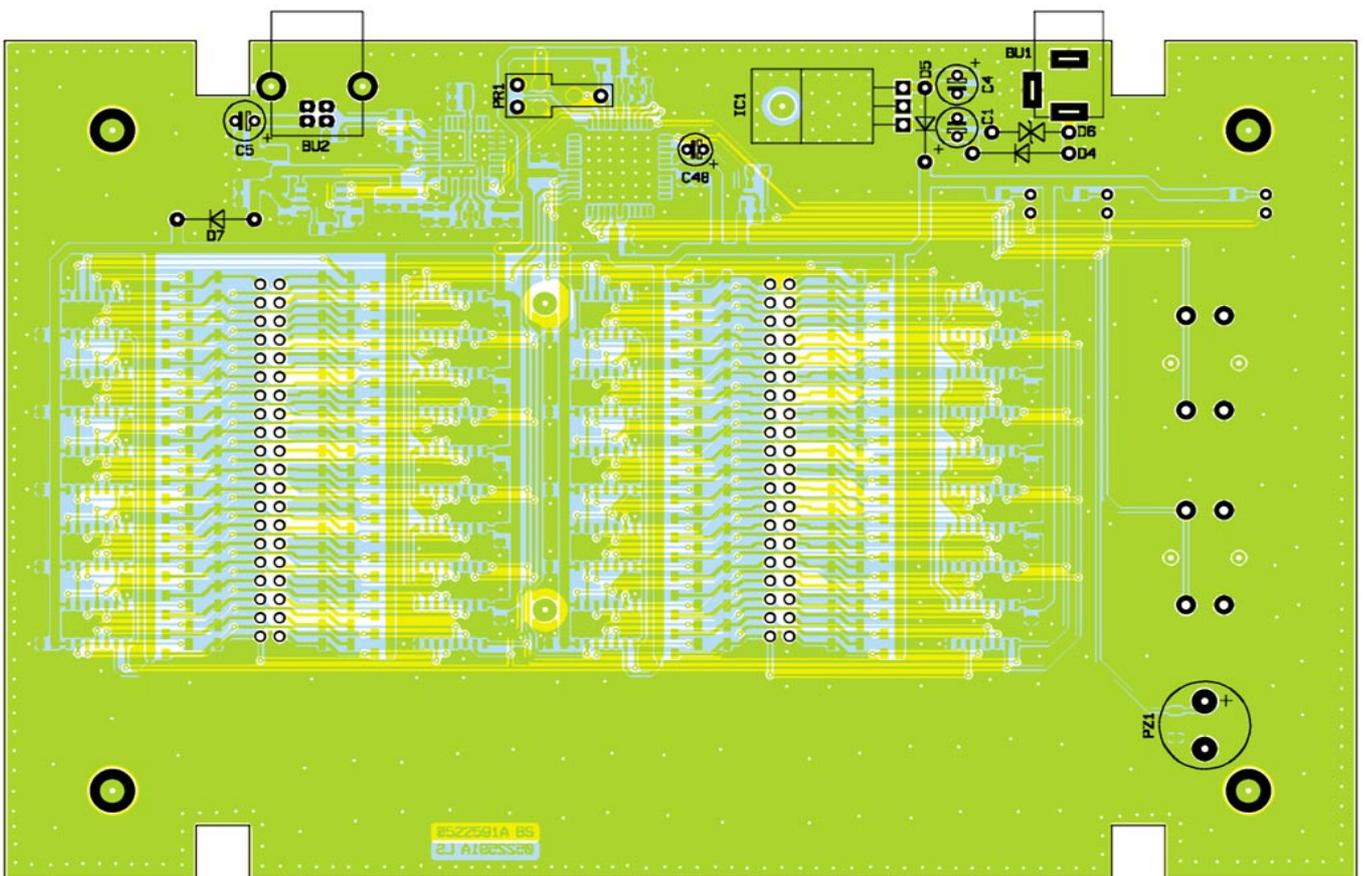
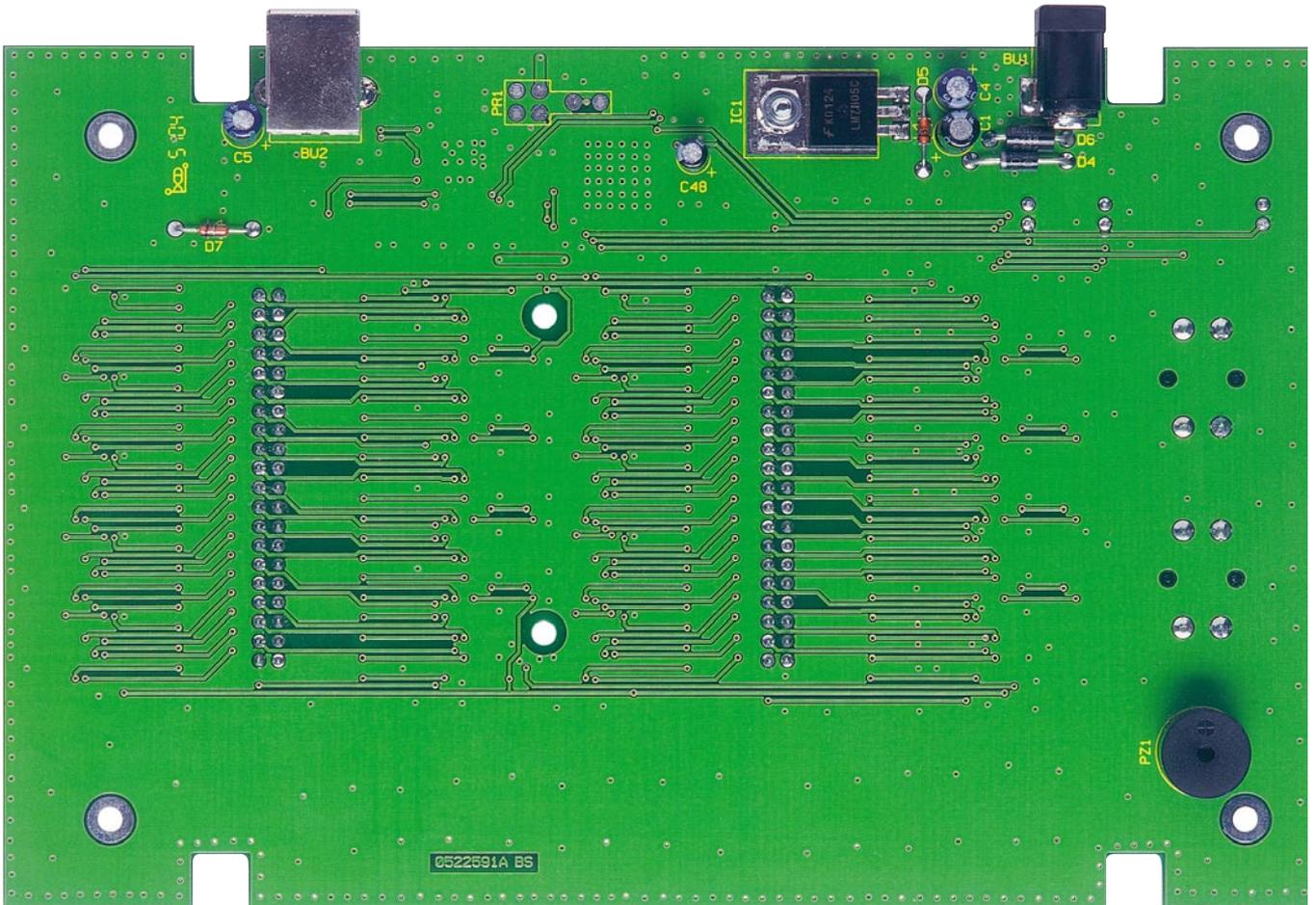
Alle Bauteile des PC-Kabeltesters finden auf einer kompakten, doppelseitigen durchkontaktierten Leiterplatte mit den Abmessungen von ca. 178 x 115 mm Platz. Neben einigen wenigen konventionell bedrahteten Bauteilen kommen überwiegend SMD-Bauteile zum Einsatz, die aufgrund der hohen Packungsdichte und der mitunter sehr engen Pin-Abstände bereits bestückt sind.

Deshalb sind hier nur die konventionell bedrahteten Bauteile zu bestücken. Wir beginnen mit den beiden Stiftleisten ST 1 und ST 2, gefolgt von den Tastern TA 1 und TA 2 sowie den Leuchtdioden D 1 bis D 3. Bei diesen Teilen ist unbedingt zu beachten, dass sie auf der Lötseite (SMD-Bestückungsseite) bestückt werden müssen.

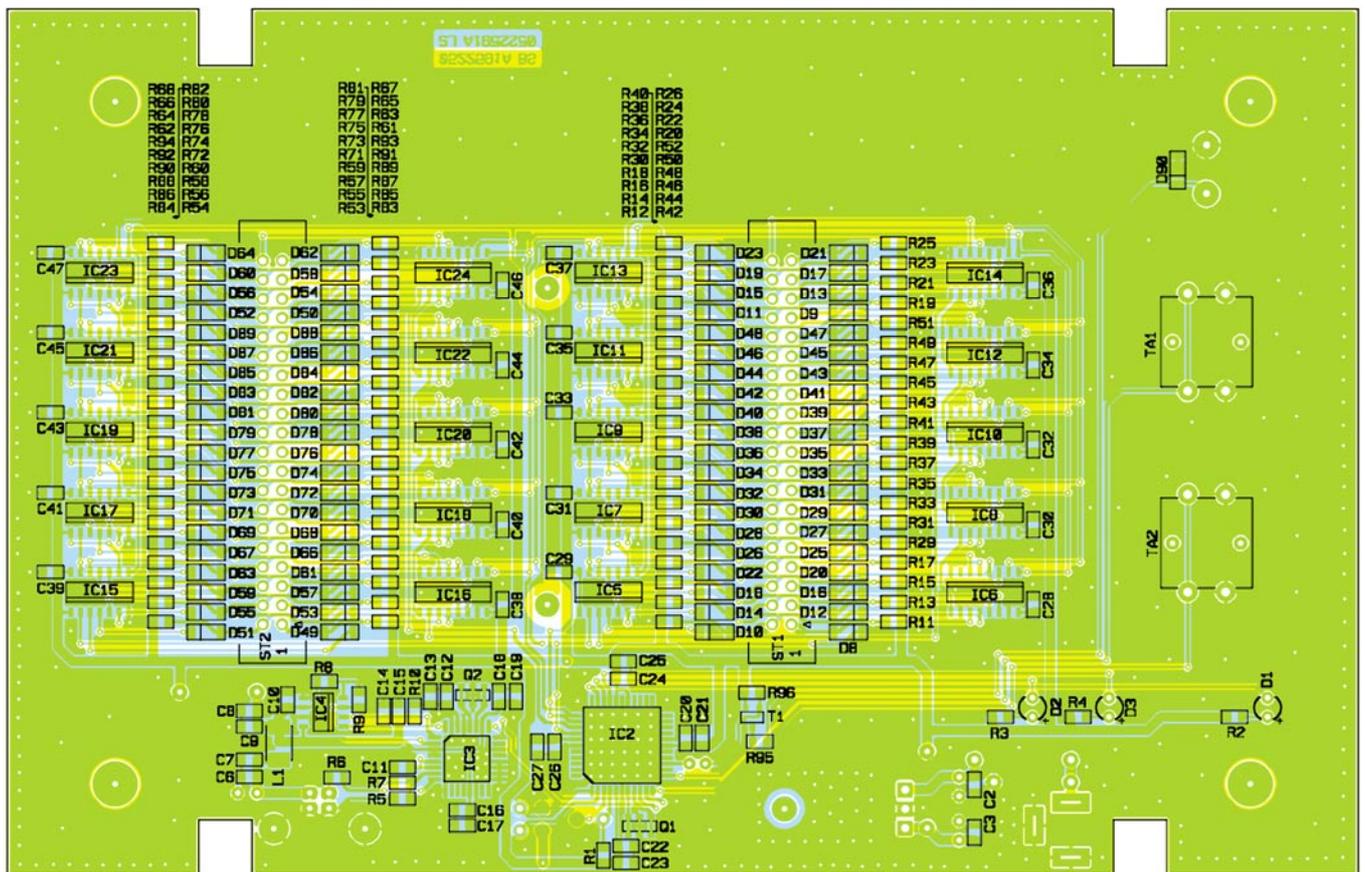
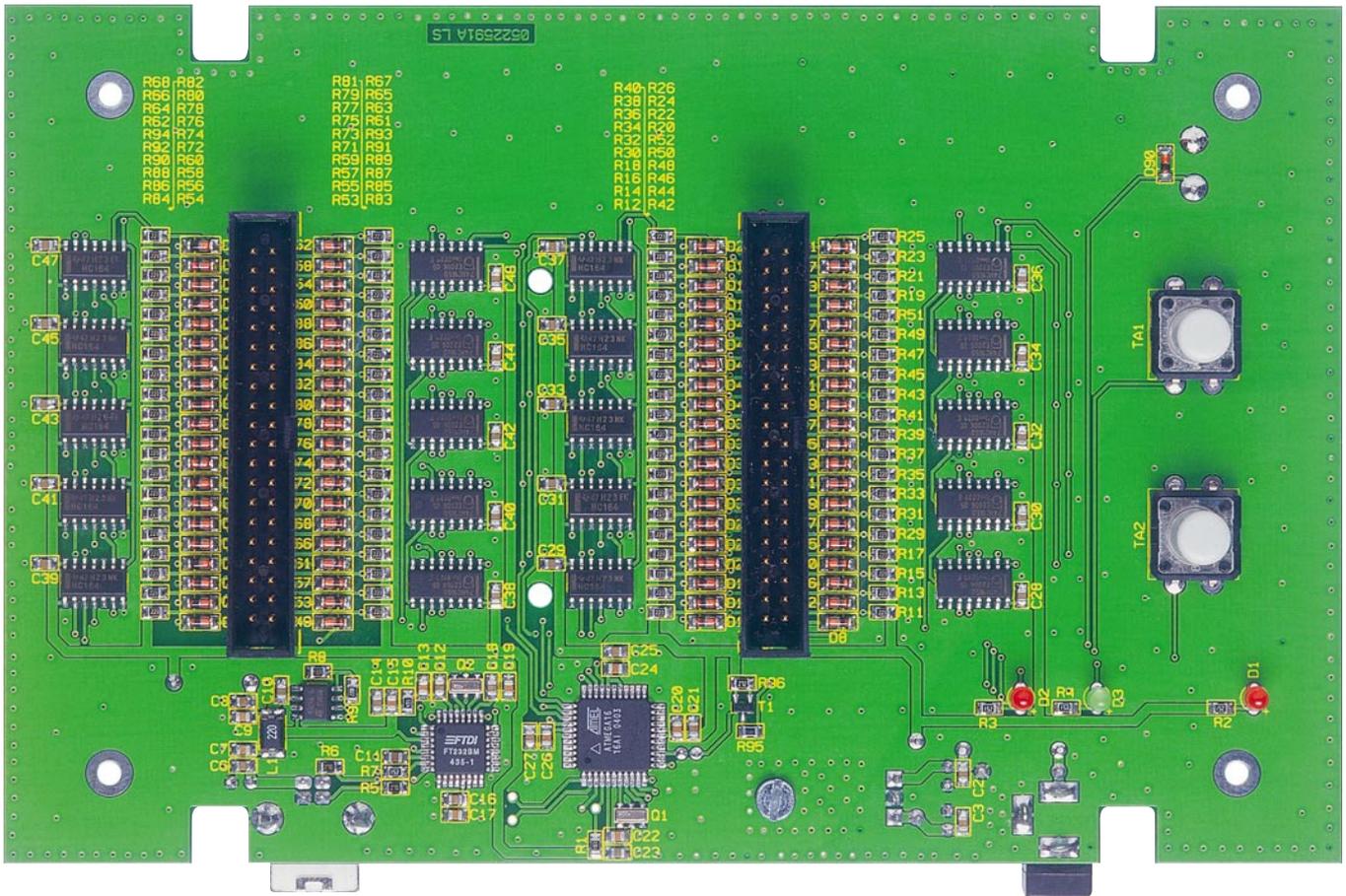
Bei den Stiftleisten ST 1, ST 2 sollte man aus Gründen der Einheitlichkeit die Einbaulage beachten. Sie sind an Pin 1 mit einem kleinen Pfeil markiert, welcher mit dem Pin 1 im Bestückungsdruck übereinstimmen muss. Die Stiftleisten sind so einzusetzen, dass ihr Kunststoff-Abstandshalter völlig plan auf der Platine aufliegt, bevor die Anschlüsse auf der Bestückungsseite (Unterseite) der Platine sorgfältig verlötet werden.

Die Taster sind ebenso zu bestücken und dann sogleich mit den beiliegenden Tastkappen zu versehen.

Die Leuchtdioden müssen korrekt gepolt mit einem Abstand von 8,5 mm zwischen LED-Spitze und Platinenoberfläche bestückt werden. Der längere Anschlussdraht der LEDs kennzeichnet den Anodenanschluss (+).



Ansicht der fertig bestückten Platine des PCK 100 von der Bestückungsseite



Ansicht der fertig bestückten Platine des PCK 100 von der Lötseite

## Stückliste: PC-Kabeltester mit USB-Schnittstelle PCK 100

### Widerstände:

27 Ω/SMD/0805 .....	R5, R6
150 Ω/SMD/0805 .....	R95
470 Ω/SMD/0805 .....	R10
1,5 kΩ/SMD/0805 .....	R2–R4, R7
2,2 kΩ/SMD/0805 .....	R9
2,7 kΩ/SMD/0805 .....	R96
10 kΩ/SMD/0805 .....	R1, R8
22 kΩ/SMD/0805 .....	R11–R26, R29–R68, R71–R94

### Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805 .....	C7, C9, C13, C15, C17, C19, C20, C22, C24, C26
33 nF/SMD/0805 .....	C11
100 nF/SMD/0805 .....	C2, C3, C6, C8, C10, C12, C14, C16, C18, C21, C23, C25, C27–C47
10 µF/25 V .....	C4, C5, C48
22 µF/40 V .....	C1

### Halbleiter:

7805 .....	IC1
ELV05455/SMD/Prozessor .....	IC2
FT232BM/SMD .....	IC3
ELV05461/SMD/EEPROM .....	IC4
74HC164/SMD .....	IC5, IC7, IC9, IC11, IC13, IC15, IC17, IC19, IC21, IC23
74HC165/SMD .....	IC6, IC8, IC10, IC12, IC14, IC16, IC18, IC20, IC22, IC24
BCW67C/SMD .....	T1

1N4001 .....	D4
BAT43 .....	D5, D7
BZW06-23B .....	D6
LL4148 .....	D8–D23, D25–D64, D66–D90
LED, 3 mm, Rot .....	D1, D2
LED, 3 mm, Grün .....	D3

### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD ..	Q1
Keramikschwinger, 6 MHz, SMD ..	Q2
SMD-Induktivität, 22 µH .....	L1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
USB-B-Buchse, winkelprint .....	BU2
Wannen-Steckleiste, gerade, print, 2 x 20-polig, 16,3 mm .....	ST1, ST2
Sound-Transducer, 3 V, print .....	PZ1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1, TA2
Tastkappe, 10 mm, Grau ....	TA1, TA2
4 Kunststoffschrauben, 3 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
2 Senkkopfschrauben, M3 x 12 mm	
3 Muttern, M3	
3 Fächerscheiben, M3	
2 Distanzrollen, M3 x 5 mm	
4 Gehäusefüße, selbstklebend, transparent	
1 Gehäuse Typ 2010, komplett, bearbeitet und bedruckt, grau	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B) für USB 2.0, 1,5 m	
1 CD Software PCK 100	

sichtlich Löt- und Bestückungsfehlern zu untersuchen.

Auch empfiehlt sich an dieser Stelle bereits ein elektrischer Funktionstest.

### Gehäuseeinbau

Die Platine wird zunächst kurz probehalber in die Gehäuseoberhalbschale eingesetzt, um die Passgenauigkeit der durch die Aussparungen ragenden Bauteile zu prüfen. Sofern alles in Ordnung ist, nimmt man die Platine wieder heraus.

Nun werden zwei Senkkopfschrauben M3 x 12 mm von außen durch die entsprechenden Bohrungen der Gehäuseoberhalbschale gesteckt und von der Innenseite mit jeweils einem 5 mm langen Distanzröllchen versehen.

Dann ist die Platine wieder in die so vorbereitete Gehäusehälfte einzusetzen und mittels Fächerscheiben und M3-Muttern zunächst locker mit den Senkkopfschrauben zu verschrauben.

Jetzt wird die Platine an den Eckpunkten mit vier selbstschneidenden Kunststoffschrauben 3 x 5 mm fixiert. Anschließend sind die beiden zuvor nur locker aufgedrehten Muttern endgültig festzuziehen.

Nun setzt man den Gehäuseboden auf und schraubt ihn mit vier Knippingschrauben 2,9 x 10 mm fest.

Zum Schluss werden noch die vier Klebefüße auf den Geräteboden aufgeklebt, und das Gerät kann seinen bestimmungsgemäßen Betrieb aufnehmen.

Im nächsten Teil dieser Artikelserie stellen wir zwei maßgeschneiderte, auf den PC-Kabeltester abgestimmte Adapterplatinen vor, mit denen es sehr komfortabel möglich ist, viele gängige PC- und Audio-Kabel ohne Löt Aufwand zu prüfen. Bild 8 gibt bereits einen Vorgeschmack und zeigt die PC-Kabel-Adapterplatine PCK 100 PC. 

Die Bestückung der Lötseite ist somit abgeschlossen und es folgen die Bauteile der Bestückungsseite.

Beginnen wollen wir hier mit dem Spannungsregler IC 1. Zunächst sind dessen Anschlüsse ca. 3 mm unterhalb des Gehäuses um 90 Grad nach hinten abzuwinkeln und das Bauteil lagerichtig in die Platinenbohrungen einzusetzen. Erst nachdem dann der Spannungsregler mit Hilfe einer Zylinderkopfschraube M3 x 8 mm, Zahnscheibe und Mutter M3 auf der Platine fixiert worden ist, werden die Anschlussdrähte verlötet.

Nun folgt die Bestückung der Dioden D 4 bis D 7, wobei diese zunächst auf das korrekte Rastermaß abzuwinkeln sind. Außer bei der Transildiode D 6 sind auch hier wieder die Polaritäten zu beachten (Katodenstrich muss mit Symbol im Bestückungsdruck korrespondieren).

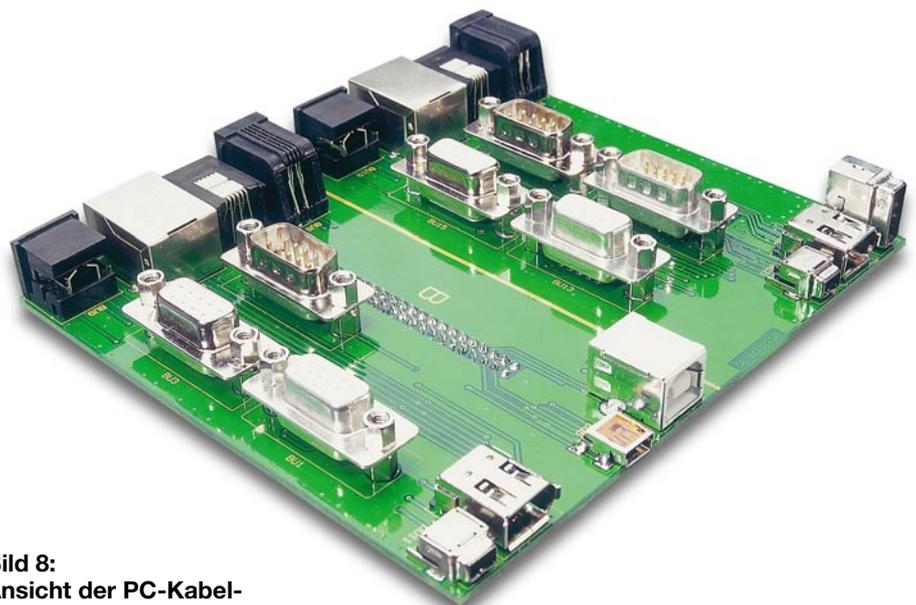
Im Anschluss daran folgen die Elektrolyt-Kondensatoren C 1, C 4, C 5 und C 48, deren Polarität durch eine Markierung am Minuspol gekennzeichnet ist.

Auch der nun folgende Signalgeber PZ 1 muss unter Beachtung der korrekten Polarität eingesetzt werden.

Den Abschluss der Bestückungsarbei-

ten bildet das Einsetzen der beiden Buchsen BU 1 und BU 2. Auch hierbei ist zu beachten, dass sie plan auf der Platine aufliegen und anschließend unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet werden.

Bevor nun der Gehäuseeinbau erfolgt, ist die Platine nochmals gründlich hin-



**Bild 8:**  
Ansicht der PC-Kabel-Adapterplatine PCK 100 PC