



PC-Datenlogger PCD 100

Teil 1

Für viele Anwendungen und bei der Fehlersuche ist es unerlässlich, Spannungsverläufe aufzuzeichnen. Dies ist über Messgeräte mit Computerinterface besonders einfach möglich, doch man hat nicht allorts einen PC oder Laptop zur Verfügung. Der ELV-PC-Datenlogger erlaubt eine mobile Datenerfassung und die spätere Ausgabe der Daten mit dem PC.

Mobiler Datensammler

Der ELV-PC-Datenlogger hat einen weit reichenden Anwendungsbereich, sowohl für den professionellen als auch für den privaten Bereich, da er an jeden PC, der über eine serielle RS-232-Schnittstelle verfügt, angeschlossen werden kann. Er ist hervorragend für die Erfassung von Spannungen an Batterien bzw. Akkus geeignet, um z. B. Lade- bzw. Entladeverhalten grafisch darstellen zu können. Weitere Beispiele sind die Erfassung von Spannungen vor und nach dem Auslösen eines Alarmkontaktes zur vereinfachten Fehlerfindung, das Ermitteln von kurzzeitigen Spannungsausfällen, Spannungseinbrüchen etc.

In Verbindung mit passenden Vorschaltmodulen kann man auch höhere Spannungen

oder auch Temperaturen erfassen lassen. Ein Modul zur Messung der Netzspannung stellen wir in der nächsten Ausgabe des „ELVjournal“ vor.

Dies sind nur einige Beispiele für das

weite Einsatzspektrum des PC-Datenloggers. Um dieses besser einschätzen zu können, wollen wir im Folgenden die einstellbaren Erfassungsprogramme und -parameter im Überblick betrachten.

Grundsätzlich verfügt der Datenlogger über zwei verschiedene Programme, die die Messwertaufnahme steuern.

Im manuellen Modus werden solange Messwerte aufgenommen, bis der interne Speicher des PCD 100 vollständig mit Daten gefüllt ist. Danach wird die Erfassung abgebrochen.

Das zweite Programm wird über Triggerbedingungen gesteuert und erfasst die Messdaten entsprechend den dazu vorgenommenen Einstellungen. In diesem Modus spielt die Pre-Trigger-Einstellung eine große Rolle, d. h., wird ein Triggersignal erkannt, wird je nach programmiertem Pre-Trigger ein Teil des Spannungsverlaufs vor dem Triggersignal abgespeichert und auf dem PC grafisch dargestellt. Eine Einstellung von 10% bedeutet, dass nach dem Triggern noch 10% des gesamten Verlaufs aufgenommen wird und 90 % der gespeicherten Messwerte vor dem Triggerereignis erfasst wurden.

Der Datenlogger kann das Triggersignal zunächst direkt über den externen Triggeringang in Form einer positiven Flanke erfassen.

Die zweite Möglichkeit ist die spannungsgesteuerte Triggerung. Wird der eingestellte Spannungswert über- oder unterschritten (je nach Programmierung), erfolgt ein internes Setzen des Triggers.

Weitere wichtige Parameter sind die Abtastrate und die Auflösung. Die Abtastrate gibt an, wie oft die am Messeingang anstehende Spannung gemessen und im Speicher abgelegt werden soll. Der Bereich erstreckt sich von einer Sekunde bis hin zu vier Minuten, so dass man diesen Parameter individuell an die anstehende Messaufgabe anpassen kann. Wird eine lange Aufnahmezeit benötigt, kann die Auflösung von den standardmäßigen 14 Bit auf 8 Bit heruntergesetzt werden, sodass der interne Speicherbaustein eine größere Anzahl von Messwerten aufnehmen kann.

Tabelle 1: Technische Daten

Messeingang:	0-5 V
Auflösung:	14 Bit bzw. 8 Bit einstellbar
Abtastrate:	1-240 s
Speicherplätze: 1992	8-Bit-Werte
896	14-Bit-Werte
Trigger:	extern, spannungsgesteuert
Pre-Trigger:	0 .. 100 % in Schritten zu 10 %
Statusanzeige:	LED
Spannungsversorgung:	3 x 1,5-V-Mignon-Batterie
Batterielebensdauer:	ca. 100 h
PC-Schnittstelle:	V.24 (RS 232)
Abmessung (BxHxL):	80 x 35 x 160 mm

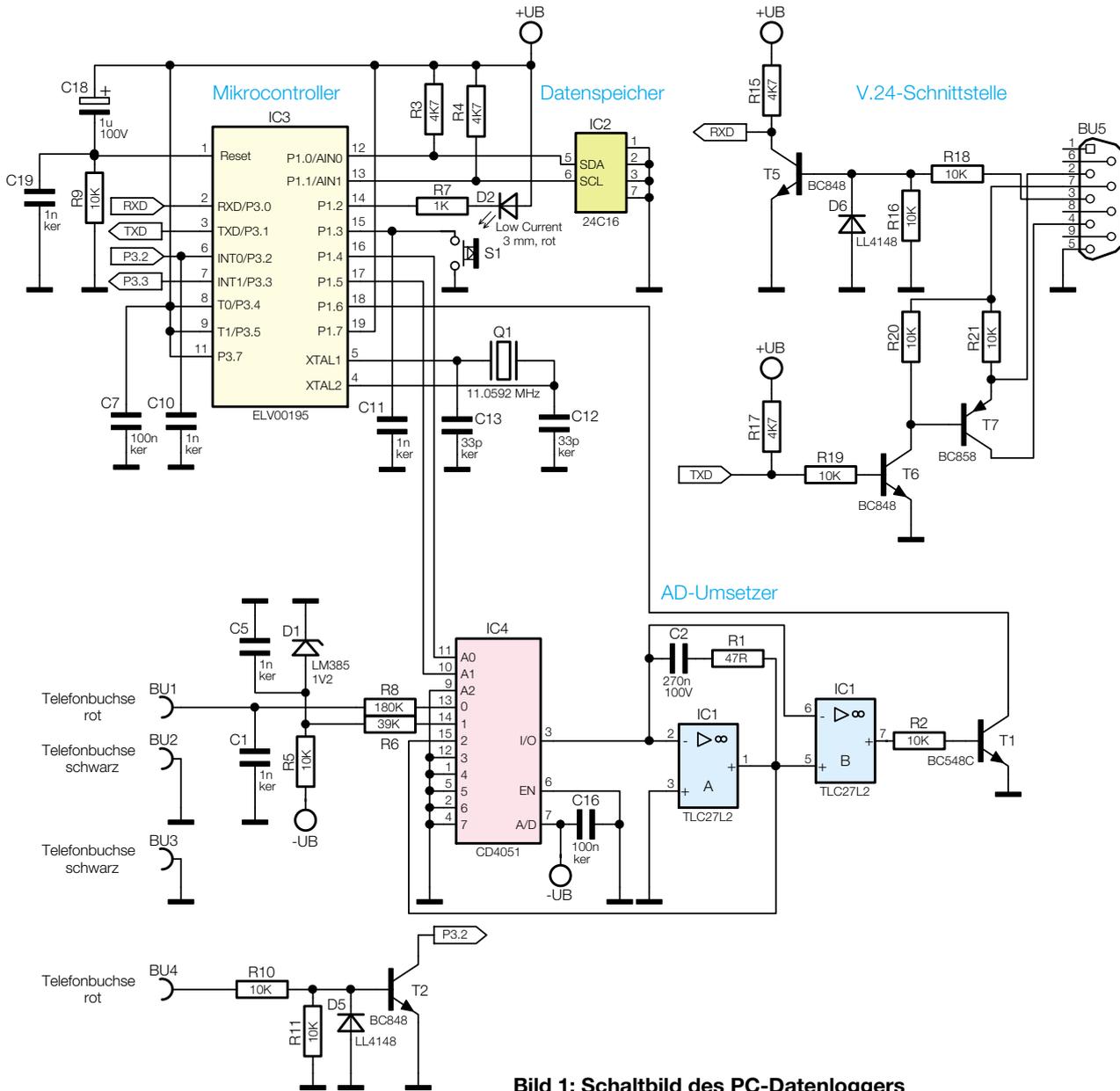


Bild 1: Schaltbild des PC-Datenloggers

Eine ausführliche Beschreibung der vielfältigen Einstellmöglichkeiten und Funktionen über den PC erfolgt im zweiten Teil des Artikels.

Bedienung

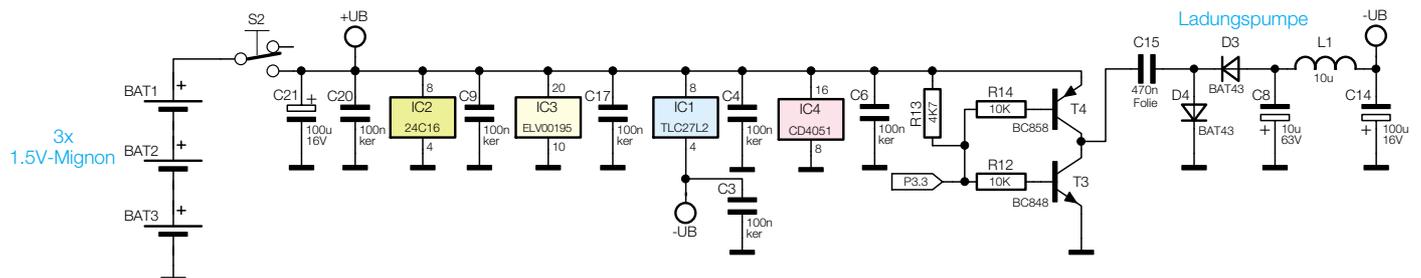
Die Bedienung am Gerät selbst lässt sich kurz und einfach erklären, da alle Einstel-

lungen über die PC-Software durchgeführt werden.

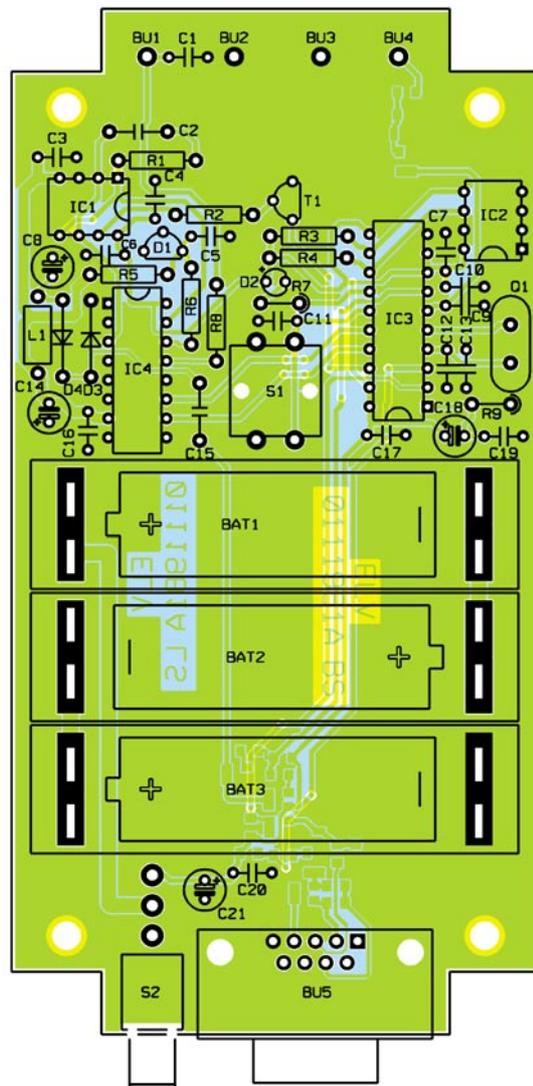
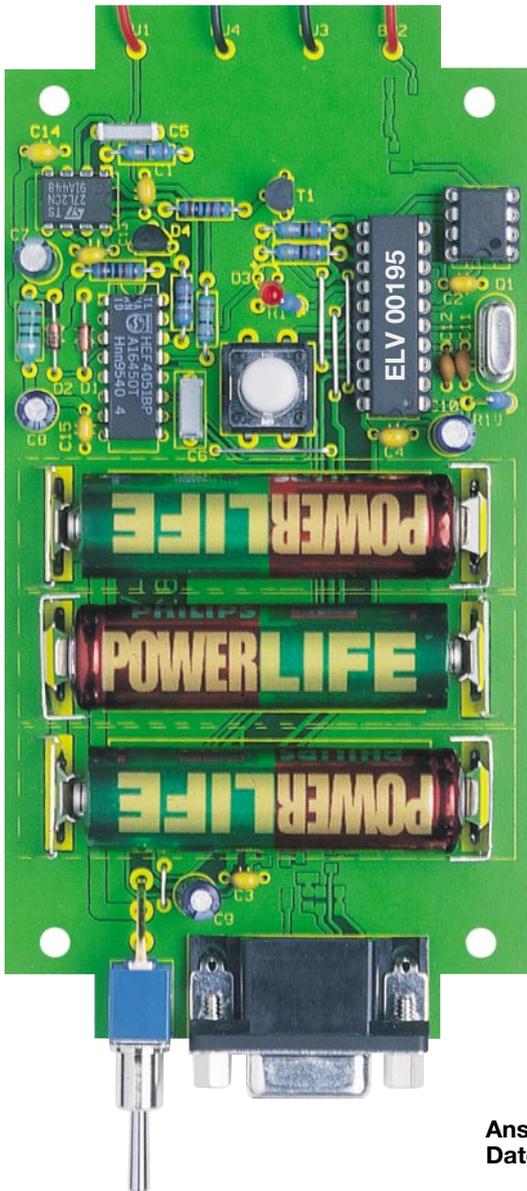
Der PC-Datenlogger wird über den Kippschalter, der sich neben der Schnittstellenbuchse befindet, eingeschaltet. Danach leuchtet die Statusanzeige (LED) ca. eine Sekunde lang. Dies ist die Initialisierungsphase, die mit dem Verlöschen der LED abgeschlossen ist. Die zu messende Spannung wird dem

PCD 100 am 0-5 V-Eingang über zwei 4-mm-Telefonbuchsen zugeführt. Die Einspeisung eines externen Triggersignals erfolgt ebenfalls über zwei Telefonbuchsen.

Jetzt kann das aktuelle, zuvor über den PC einzustellende Messprogramm über die „START/STOPP“-Taste gestartet werden. Dazu ist die Taste solange zu drücken, bis die LED als Bestätigung des Programm-



Schaltbild der Spannungsversorgung des PC-Datenloggers



Ansicht der fertig bestückten Platine des PC-Datenloggers (Bestückungsseite)

starts aufleuchtet. Nach dem Loslassen der Taste beginnt dann die Erfassung der Messdaten. Jede Messung wird durch ein kurzes Aufleuchten der LED quittiert. Das Stoppen des Programms erfolgt ebenfalls durch einen langen Tastendruck oder durch die PC-Software.

Um ein neues Messprogramm einzustellen oder die erfassten Daten auszulesen, wird der Datenlogger über ein übliches 9-poliges serielles Verbindungskabel mit dem PC verbunden. Zur Datenübertragung ist am Datenlogger selbst keine Bedienung notwendig.

Schaltung

Die komplette Schaltung des PC-Datenloggers ist in Abbildung 1 zu sehen. Die Spannungsversorgung des Gerätes (oben im Schaltbild) erfolgt über drei 1,5-V-Mignon-Batterien (BAT 1 – BAT 3). Die 100-nF-Kondensatoren dienen, unmittelbar an den ICs platziert, der Abblockung der einzelnen ICs gegen eventuell auftre-

tende, hochfrequente Störungen und ermöglichen eine fehlerfreie Datenerfassung ohne Störeinflüsse über die Betriebsspannung.

Da für die AD-Umsetzung eine negative Hilfsspannung benötigt wird, muss hierfür eine Invertierung der Betriebsspannung erfolgen. Dieses geschieht über einen Spannungswandler mit Ladungspumpe. Der Mikrocontroller erzeugt ein Rechtecksignal, das, über P3.3 ausgegeben, die Transistoren T 3 und T 4 im Gegentakt ansteuert, d. h., es ist immer nur einer der beiden Transistoren durchgeschaltet, so dass am Kondensator C 15 ebenfalls ein Rechtecksignal anliegt. Die Endstufe mit den beiden Transistoren ist notwendig, da der Mikrocontrollerausgang nicht den für die Ladungspumpe erforderlichen Strom liefern kann. Liegt am Kondensator die Betriebsspannung an (T 4 durchgeschaltet), wird dieser über die Schottky-Diode D 4 aufgeladen. Schaltet jetzt der Transistor T 5 durch, liegt der Kondensator C 15 mit einem Anschluss auf Masse. Über die Di-

ode D 3 und den Kondensator C 8 wird jetzt C 15 entladen, wobei sich C 8 auflädt. Massebezogen weist dieser Kondensator jetzt ein negatives Potential in Höhe der Betriebsspannung, verringert um die beiden Durchlassspannungen der Dioden D 3 und D 4 auf. Die Spule L 1 und der Kondensator C 14 dienen der weiteren Glättung und Stabilisierung der negativen Hilfsspannung.

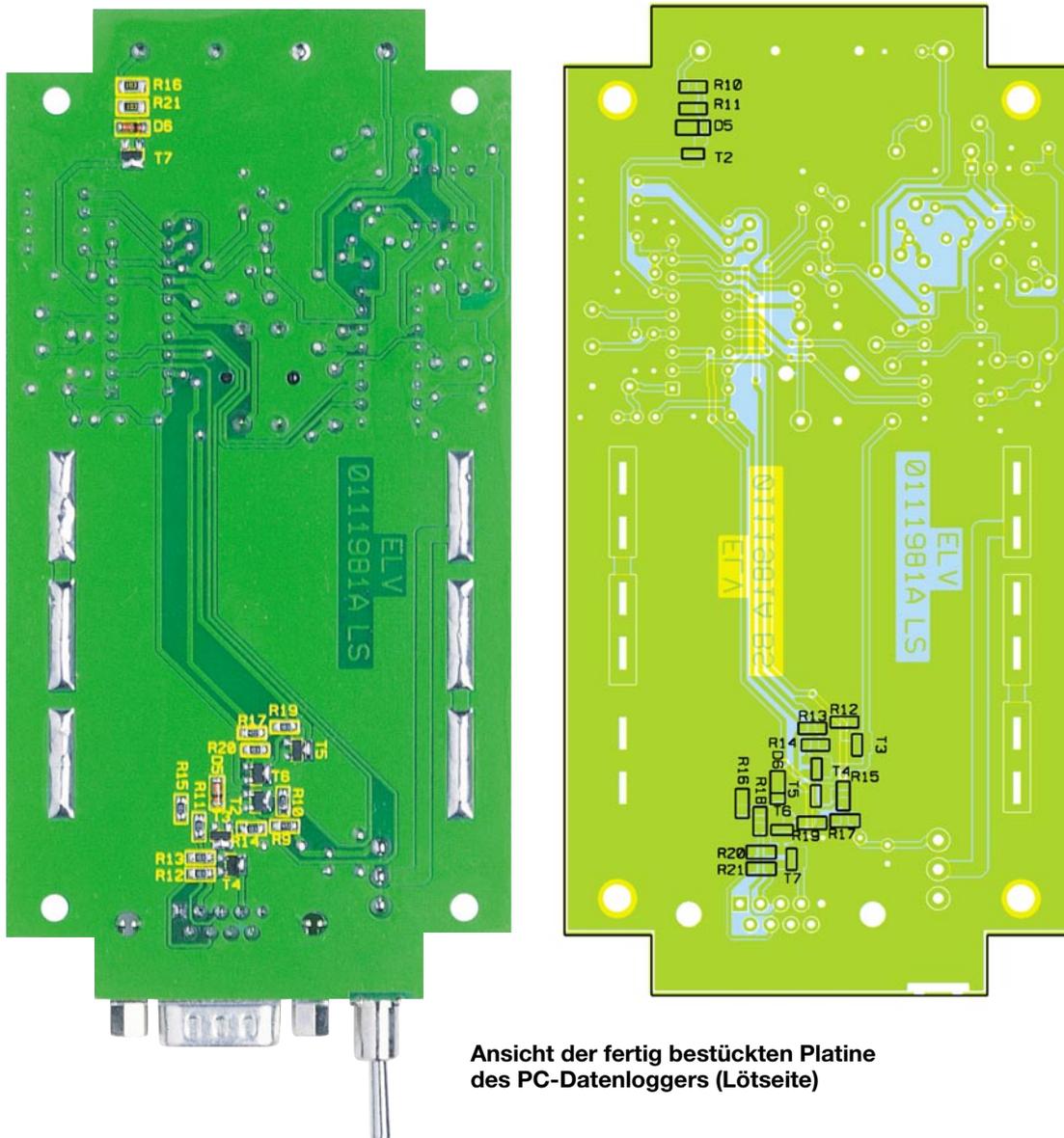
Das zentrale Bauteil des PC-Datenloggers ist der Mikrocontroller IC 1 vom Typ ELV00195, der die Steuerung aller peripheren Komponenten sowie der RS-232-Schnittstelle übernimmt. Der interne Taktozillator wird über den Quarz Q 1 auf eine Frequenz von 11,0592 MHz festgelegt, über die Kondensatoren C 11 und C 12 erfolgt eine weitere Stabilisierung des Taktes.

Der Mikrocontroller steuert über Pin 14 die Anzeige-LED D 2 an. Ist dieser Pin intern auf Low-Pegel geschaltet, leuchtet die LED. Diese Art der Ansteuerung ist in der internen Architektur des Controllers begründet: ein H-Pegel am Ausgang

wird über einen Pull-Up-Widerstand erzeugt, ein L-Pegel dagegen aktiv über einen Transistor, der den benötigten Strom schalten kann.

Zum Ablegen der Messwerte und des eingestellten Programms kommt ein serielles EEPROM (IC 2) vom Typ 24C16 zur Anwendung. Dieser Baustein verfügt über einen Speicherplatz von 2 kByte. Er wird über einen I²C-Bus (Inter-IC-Bus) mit dem Controller verbunden. Der I²C-Bus eignet sich besonders zur Kommunikation einzelner ICs (vorzugsweise auf einer Leiterplatte) untereinander. Er besteht aus einer Daten- und einer Taktleitung, wobei ein IC als Master zur Steuerung der seriellen Datenkommunikation arbeitet. Diese Aufgabe übernimmt hier der Mikrocontroller.

Die Schaltungstechnik des Analog-Digital-Umsetzers ist einfach, aber effektiv und genau. Dieses Verfahren basiert auf dem Vergleich einer unbekanntem Messspannung mit einer bekannten Referenzspannung, die jedoch die entgegengesetzte Polarität des Messwertes aufweisen muss. Diese negati-



Ansicht der fertig bestückten Platine des PC-Datenloggers (Lötseite)

ve Referenzspannung wird über die Z-Diode D 1 mit Vorwiderstand R 5 auf 1,2 V stabilisiert.

Den „Kern“ des AD-Umsetzers bildet der Integrierer, der aus IC 1 A, C 2 und R 1 besteht.

Die Mess-Signale werden dem Integrierer über den Multiplexer-Baustein IC 4, der wiederum vom Controller IC 1 gesteuert wird, zugeführt. Der Komparator IC 1 B zeigt dem Mikrocontroller über den Transistor T 1 an, wann die Messung beendet ist.

Jede Messung beginnt mit dem Zurücksetzen des Umsetzers auf seinen Anfangszustand, dazu wird der Integrationskondensator über den Widerstand R 1 entladen. Dieser Zustand wird erreicht, wenn Kanal 2 des Multiplexers IC 4 durchgeschaltet ist. Jetzt wird die Messspannung über R 1 für eine bestimmte Zeit aufintegriert, danach erfolgt der Integrationsvorgang mit der negativen Referenzspannung so lange, bis der Ausgang des Integrierers

wieder seinen Endzustand erreicht hat. Diese Zeit wird vom Mikrocontroller erfasst. Aus dem Verhältnis der Integrationszeiten für die Mess- und die Referenzspannung berechnet der Controller den exakten Spannungswert des Messwertes.

Liegt an der Triggersignal-Eingangsbuchse BU 4 eine positive Signalflanke an, wird über den Transistor T 2 und den internen Pull-Up-Widerstand des Mikrocontrollers eine negative Flanke am Controllerpin 3.2 erzeugt, die eine Unterbrechungsanforderung im Prozessor auslöst.

Die Signale für die RS-232-Schnittstelle werden zwar im Mikrocontroller erzeugt, weisen aber bei der Ausgabe über dessen serielle Schnittstelle nur TTL-Pegel auf. Da aber diese Pegel nicht dem V.24-Protokoll entsprechen, ist in beiden Richtungen (Controller → Sub-D-Buchse, Sub-D-Buchse → Controller) eine Pegelkonvertierung zu realisieren. In der CCITT V.24-Norm ist ein High-Pegel zwischen +3 V und +15 V definiert, ein Low-

Pegel als Spannung zwischen -3 V und -15 V. Die Daten werden dabei in negativer Logik übertragen, d. h. ein High-Pegel entspricht einer logischen Null, ein Low-Pegel einer logischen Eins. Also muss die Anpassungsschaltung zwei Aufgaben erfüllen: die Erzeugung der notwendigen Spannungspegel und die Umwandlung der Signale in die negative Logik. Da die vorliegende Schaltung die erforderlichen Spannungspegel nicht ohne Weiteres liefern kann, werden hierfür die Steuersignale DTR und RTS genutzt, die man für die Datenübertragung in dieser Schaltung nicht benötigt. Das DTR-Signal wird vom PC auf Low-Pegel gelegt und stellt so eine Spannung zwischen -3 V und -15 V zur Verfügung, das auf High-Pegel geschaltete RTS-Signal liefert die erforderliche positive Spannung.

Werden jetzt Daten an den PC gesendet (TxD), erfolgt über die Transistoren T 6 und T 7 die Verknüpfung des entsprechenden Signals in negativer Logik mit den entsprechenden Spannungspegeln. Ankommende Da-

ten werden über R 18, R 16, D 6 und T 5 auf TTL-Pegel umgesetzt.

Nachbau

Der Nachbau der Schaltung erfolgt auf einer doppelseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 135 x 70 mm. Da fast alle Bauteile konventionell bedrahtet ausgeführt sind, ist der Nachbau einfach durchzuführen. Ist passendes Werkzeug vorhanden, stellt auch die Bestückung der SMD-Bauteile kein Problem dar. Dazu sind nur ein regelbarer Elektroniklötkolben mit einer sehr feinen Spitze, eine Pinzette sowie feines Lötzinn notwendig, des Weiteren werden für die Bestückung der konventionell bedrahteten Bauelemente ein Seitenschneider und eine Flachzange benötigt.

Beim Nachbau bieten Platinenfotos und Bestückungsdrucke eine gute Hilfe.

Wir beginnen mit den niedrigsten Bauteilen, den SMD-Widerständen auf der

Stückliste: PC-Datenlogger PCD 100

Widerstände:

47Ω	R1
1kΩ	R7
4,7kΩ	R3, R4
4,7kΩ/SMD	R13, R15, R17
10kΩ	R2, R5, R9
10kΩ/SMD	R16, R10-R12, R18-R21, R14
39kΩ	R6
180kΩ	R8

Kondensatoren:

33pF/ker	C12, C13
1nF/ker	C1, C5, C10, C11, C19
100nF/ker	C6, C7, C3, C4, C9, C16, C17, C21
270nF	C2
470nF	C15
1μF/100V	C18
10μF/63V	C8
100μF/16V	C14, C21

Halbleiter:

ELV00195	IC3
24C16	IC2
CD4051	IC4
TLC27L2	IC1
BC548C	T1
BC848	T2, T3, T5, T6
BC858	T4, T7
BAT43	D3, D4
LM385/1,2V	D1
LL4148	D5, D6
LED, 3 mm, low current, rot	D2

Sonstiges:

Quarz, 11,0592 MHz	Q1
Festinduktivität, 10 uH	L1
SUB-D-Buchsenleiste, 9-polig, print	BU5
Telefonbuchse, 4 mm, rot.	BU1, BU4
Telefonbuchse, 4 mm, schwarz	BU2, BU3
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	S1
Miniatur-Kippschalter, 1 x um, winkelprint	S2
1 Tastknopf, grau, 18 x ø 7,7mm	
3 Batteriekontakte für Mignon-Batterie, „+“-Kontakt	
3 Batteriekontakte für Mignon-Batterie, „-“-Kontakt	
4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm	
1 Kunststoff-Element-Gehäuse, Typ G443, bearbeitet und bedruckt	
8 cm flexible Leitung, 0,22 mm ² , rot	
8 cm flexible Leitung, 0,22 mm ² , schwarz	
1 IC-Sockel, 8-polig	
1 IC-Sockel, 20-polig	

Lötseite der Leiterplatte. Grundsätzlich wird bei den SMD-Bauelementen ein Löt-

pad vorverzinnt, dann das Bauteil mit der Pinzette erfasst, am vorgesehenen Ort platziert und am vorverzinnten Pad verlötet. Nachdem man die korrekte Position kontrolliert hat, erfolgt das Verlöten aller weiteren Anschlüsse des Bauelementes. Sind alle SMD-Widerstände bestückt, werden die SMD-Transistoren und dann die SMD-Dioden verarbeitet. Bei den Dioden ist auf die richtige Polung zu achten. Der Katodenring am Gehäuse muss mit dem Bestückungsdruck übereinstimmen.

Damit ist die Bestückung der SMD-Elemente abgeschlossen, womit wir uns den konventionell bedrahteten Bauteilen zuwenden können. Als erstes erfolgt die Bestückung der Widerstände. Deren Anschlüsse auf Rastermaß abzuwinkeln, von der Bestückungsseite aus durch die entsprechenden Bohrungen zu führen und auf der Lötseite der Leiterplatte zu verlöten sind. Überstehende Drahtenden werden, wie bei allen nachfolgenden Bauteilen auch, nach dem Verlöten mit dem Seitenschneider gekürzt.

Bei der Bestückung der Dioden ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten, der Katodenring am Diodengehäuse muss mit dem Bestückungsdruck übereinstimmen, ansonsten werden diese Bauteile in gleicher Weise wie die Widerstände vorbereitet und verlötet.

Im nächsten Schritt wird die Spule L 1 bestückt, gefolgt von den Keramik- und Folienkondensatoren, dem Quarz Q 1, dem Taster S 1 sowie den Sockeln für IC 2 und IC 3.

IC 1 und IC 4 sind dagegen direkt mit der Leiterplatte zu verlöten. Auch hier ist auf eine richtige Bauelementlage zu achten: an der Pin 1 zugeordneten Seite befindet sich eine Gehäusekerbe oder ein Punkt am Gehäuse. Diese Merkmale müssen mit der Kennzeichnung im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Darauf folgend werden alle Transistoren an ihrem Bestückungsplatz eingelötet. Dabei beachte man sorgfältig die richtige Typenzuordnung anhand der Stückliste und des Bestückungsplans.

Bei der jetzt vorzunehmenden Bestückung der Elektrolytkondensatoren ist unbedingt auf polrichtigen Einbau zu achten, da falsch eingebaute Elkos im schlimmsten Fall sogar explodieren könnten. Üblicherweise ist hier der Minuspol durch eine Markierung am Gehäuse und durch den kürzeren Anschlussdraht gekennzeichnet. Im Anschluss daran werden IC 1 und IC 2 in die vorher verlöteten Sockel eingesetzt. Auch hier gelten die bezüglich der Einbaulage bereits gemachten Ausführungen zur Gehäusemarkierung.

Zum Abschluss des Nachbaus werden die 9-polige Sub-D-Buchse BU 5, der Schalter S 2 und die Batteriekontakte bestückt.

Bei BU 5 und S 2 ist unbedingt vor dem Verlöten auf völlig planes Aufliegen zu achten, um eine spätere mechanische Belastung der Lötstellen auszuschließen. Die Batteriekontakte sind genau senkrecht und vor allem mit reichlich Lötzinn einzulöten, da sie im späteren Betrieb die gesamte mechanische Belastung durch die Batterien aufnehmen müssen. Zum Abschluss der Bestückung wird der graue Tastknopf auf den Taster aufgedrückt.

Bevor wir uns dem Gehäuseeinbau zuwenden, sollte die gesamte Leiterplatte noch einmal auf Lötzinnbrücken und Bestückungsfehler untersucht werden. Zum ersten kurzen Test werden die drei Mignon-Batterien polrichtig entsprechend des Bestückungsdrucks eingelegt. Nach dem Einschalten mit dem Kippschalter muss die LED für ca. 1 Sekunde aufleuchten. Jetzt wird der Messvorgang wie oben beschrieben gestartet. In diesem Modus muss die LED im Sekundentakt jeweils kurz aufblinken. Nach dem Ausschalten und der Entnahme der Batterien kann jetzt der Einbau in das Gehäuse erfolgen.

Zuerst werden die vier Telefonbuchsen in die Stirnplatte des Gehäuses eingesetzt (Reihenfolge rot-schwarz-schwarz-rot). Dazu schraubt man von den Buchsen jeweils die beiden Muttern ab und entnimmt den Kunststoffring. Dann werden die Buchsen von der Frontseite durch die Bohrungen der Platte geführt. Von der Rückseite ist zuerst wieder der Kunststoffring aufzusetzen und dann werden die beiden Muttern wieder aufgeschraubt.

Danach schneidet man vier Leitungsen (zwei rote, zwei schwarze) von je 4 cm Länge zu und isoliert diese beidseitig um 5 mm ab. Diese Leitungen werden zunächst an den Anschlüssen für BU 1 bis BU 4 auf der Leiterplatte verlötet und danach mit reichlich Lötzinn an die zugehörigen Telefonbuchsen gelötet. Im Anschluss daran wird die gegenüberliegende Gehäuseplatte auf den Kippschalter und die Sub-D-Buchse gesteckt, bevor man die so vorbereitete Leiterplatten-/Gehäuseplatten-Kombination in die untere Gehäusehälfte einsetzt. Die Fuß- und Stirnplatten müssen in die korrespondierenden Gehäusenuten einfassen. Die Leiterplatte wird mit vier Schrauben im Gehäuseunterteil verschraubt.

Jetzt erfolgen abschließend das Einsetzen der Batterien entsprechend dem Platinaufdruck und das Aufsetzen der oberen Gehäusehälfte. Dabei muss die LED in die entsprechende Gehäusebohrung fassen.

Schließlich werden beide Gehäusehälften mit den vier Gehäuseschrauben verschraubt.

Nach dem Aufkleben der Gummifüße ist der Nachbau abgeschlossen.

Im nächsten Teil des Artikels wird die zugehörige PC-Software vorgestellt. **ELV**