

USB-PC-Datenlogger



- 2 Mess-Eingänge

- 0 bis 5 V_{DC}

- USB-Stick-Port

- Inkl. Software

Die Aufzeichnung von Messdaten über lange Zeiträume kann heute recht bequem über ein Multimeter mit PC-Schnittstelle und einen daran angeschlossenen PC erfolgen. Was aber, wenn am Messort kein PC zur Verfügung steht? Dann schlägt die Stunde der Datenlogger! Unser neuer USB-Datenlogger muss zum Konfigurieren und Auslesen der Daten nicht einmal mehr zum PC getragen werden – Mess- und Konfigurationsdaten sind auf einem normalen USB-Stick beliebiger Speicherkapazität speicherbar, der dann den Datentransport in beide Richtungen übernimmt. Somit arbeitet der neue PCD 300 völlig autark vom PC!

Daten sammeln in neuer Qualität

Die Anschaffung eines Messgerätes mit internem Datenlogger ist in aller Regel mit hohen Kosten verbunden, zudem ist die Speicherkapazität interner Speicherlösungen oftmals nicht ausreichend, womit die meisten dieser Datenlogger für Langzeitmessungen nicht in Frage kommen. Günstige Alternativen bieten Multimeter in Kombination mit einem PC. Hier werden die Daten nur vom Multimeter erfasst,

digitalisiert, an den PC übertragen und dort gespeichert. Ist am Arbeitsplatz kein PC vorhanden oder reicht die Akku-Laufzeit des Notebooks nicht für Langzeitmessungen, entfällt auch diese Alternative.

Die Lösung besteht nun in einem autark arbeitenden Datenlogger, der, möglichst auf mehreren Kanälen, Daten erfassen und in einem möglichst großen Speicher ablegen kann. Nach Abschluss der Erfassung schließt man dann den Datenlogger an einen PC an und liest die Daten aus. Praktischerweise konfiguriert man den

Datenlogger auch gleich per PC, bevor dieser zu seinem nächsten Einsatz kommt. Solche Geräte der ersten Generation sind die ELV-PCD 100/200 (mit RS232- bzw. USB-Schnittstelle). So praktisch diese sind, für so manchen Einsatz weisen sie zwei Mankos auf: Zum einen müssen sie zum Konfigurieren und Auslesen immer noch zum PC transportiert werden. Das ist bei manchen Anwendungen, bei denen der Datenlogger quasi ortsfest an seinem Einsatzort angeschlossen bleiben sollte, äußerst lästig, wenn nicht unmöglich. Zum anderen ist

Technische Daten: PCD 300	
Mess-Eingang 1	
Spannungsbereich/ Auflösung:	0–5 V _{DC} /20 mV
Genauigkeit:	1 % ± 20 mV*
Abtastrate:	50 ms – 60 s
Eingangsimpedanz:	1,2 MΩ
Mess-Eingang 2	
Spannungsbereich/ Auflösung:	0–5 V _{DC} /1 mV
Genauigkeit:	0,5 % ± 1 mV*
Abtastrate:	200 ms – 60 s
Eingangsimpedanz:	1,1 MΩ
Allgemein	
Schnittstelle:	USB
Spannungsversorgung:	9–12 V _{DC} /max. 15 VA
Stromaufnahme im Stand-by-Betrieb:	40 mA
Max. Stromaufnahme:	150 mA
Abmessungen (B x H x T):	80 x 150 x 30 mm
Betriebssystem:	MS Windows 98/2000/ XP
* Die Genauigkeiten hängen direkt vom Abgleich ab und können nur nach einem exakten Abgleich eingehalten werden.	

auch der Speicherplatz dieser Geräte durch den fest installierten Speicher begrenzt, so ist etwa beim PCD 200 bei immerhin sehr akzeptablen 270.000 Messungen Schluss! Dass das in der Praxis mitunter lange nicht ausreicht, zumal bei der Erfassung auf gleich zwei Messkanälen, liegt bei vielen heutigen Erfassungsvorgängen auf der Hand.

Eine flexible Lösung musste her! So entstand der hier vorgestellte PCD 300. Er braucht niemals, nicht einmal zum Abgleich, an einen PC angeschlossen zu werden, denn er benutzt einen der heute in rasant steigender Kapazität verfügbaren, preiswerten USB-Speichersticks als Speichermedium und zum Datentransport in beide Richtungen. Und eine intelligente Firmware ermöglicht den autarken Abgleich, der lediglich eine genaue Referenzspannung erfordert. Durch die stetig wachsenden Kapazitäten der USB-Sticks bei ständig fallenden Preisen erhält man hier eine äußerst flexible, leistungsfähige und zudem preiswerte Speicherlösung.

Der PCD 300 bietet die Möglichkeit, auf zwei Kanälen Gleichspannungen von 0 V bis 5 V zu messen, zu digitalisieren und auf dem USB-Stick zu speichern.

Der PCD 300 ist zur Anpassung an die individuelle Messaufgabe hinsichtlich der Kanaleinstellung, der Abtastrate und der Triggerbedingungen einfach über die mitgelieferte PC-Software konfigurierbar.

Die programmierte Konfiguration wird auf dem USB-Stick gespeichert und beim Anschluss an den PCD 300 übernommen. Das Abspeichern der Messwerte erfolgt in einer „.slk“-Datei, die von gängigen Tabellenkalkulations-Programmen (z. B. Microsoft Excel) auswertbar ist. Mit einem solchen Programm sind die Daten auch als Grafik visualisierbar.

Häufig treten Fehler in einer Schaltung in unregelmäßigen Abständen auf, so dass sich die Fehlersuche hier in vielen Fällen sehr schwierig gestaltet. Mit dem PCD 300 kann man bis zu zwei Spannungen über einen langen Zeitraum beobachten und auswerten, so dass die Analyse eventueller Fehler einfacher wird.

Jedoch ist der Anwendungsbereich für den PC-Datenlogger noch viel größer, denn mittels entsprechender Messwandler sind auch andere physikalische Größen wie z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Druck, Strom erfass-

bar. Ein entsprechender Messwandler muss lediglich die zu messende Größe in eine Spannung von 0 V bis zu 5 V umsetzen.

Zusätzlich bietet der PCD 300 einen Trigger, der die Speicherung der Messwerte automatisch startet, sobald die festgelegte Triggerspannung über- bzw. unterschritten wird. Die Trigger-Parameter sind über die PC-Software konfigurierbar. Somit ist der Datenlogger auch ereignisorientiert einsetzbar.

Software-Installation

Zunächst ist die PC-Software auf einem Rechner mit USB-Schnittstelle zu installieren. Hierzu wird das Installationsprogramm „setup.exe“ von der mitgelieferten CD-ROM gestartet und somit das Anwendungsprogramm auf dem Rechner installiert.

Zum Konfigurieren bzw. Auslesen von Daten ist der USB-Stick an einen freien USB-Port des Rechners anzuschließen.

Er erscheint kurz danach als zusätzliches Laufwerk auf dem Desktop.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung am Gerät wird über zwei Tasten (EIN/AUS; START/STOPP) vorgenommen, die beiden LEDs (Rot = Betrieb, Grün = aktiv) signalisieren den Status des Gerätes.

Die notwendige Konfiguration erfolgt einfach und unkompliziert über die zugehörige PC-Software und macht daher zusätzliche Bedienelemente überflüssig. Die Einstellungen sind übersichtlich im Hauptfenster der Anwendung (Abbildung 1) vorzunehmen.

Nach dem Start des Programms werden zunächst die Grundeinstellungen, d. h. die Auswahl von Kanal und Abtastrate, vorgenommen. Hier zeigen sich Unterschiede zwischen den beiden Kanälen:

Kanal 1 → 20 mV Auflösung,
Abtastrate max. 0,05 s

Kanal 2 → 1 mV Auflösung,
Abtastrate max. 0,2 s

Jetzt kann man die Triggerfunktion durch Anklicken des entsprechenden Feldes aktivieren. Hierdurch werden die Einstellungen der Triggerspannung und -flanke freigeschaltet. Bei eingeschaltetem Trigger erfolgen nach dem Start des Datenloggers die Messungen des anliegenden Signals mit der programmierten Abtastrate, jedoch werden die gemessenen Daten nicht abgespeichert. Sobald die Spannung des Eingangssignals den eingestellten Wert der Triggerspannung über- (steigend) bzw. unterschreitet (fallend), werden die in der Folge erfassten Messwerte im Datenspeicher abgelegt. Diese Funktion ist bei der Fehlersuche sehr hilfreich, so dass z. B. die Datenaufnahme erst beim Absinken der Betriebsspannung eines Gerätes gestartet (getriggert) wird.

In das Eingabefeld „Zieldatei“ kann man

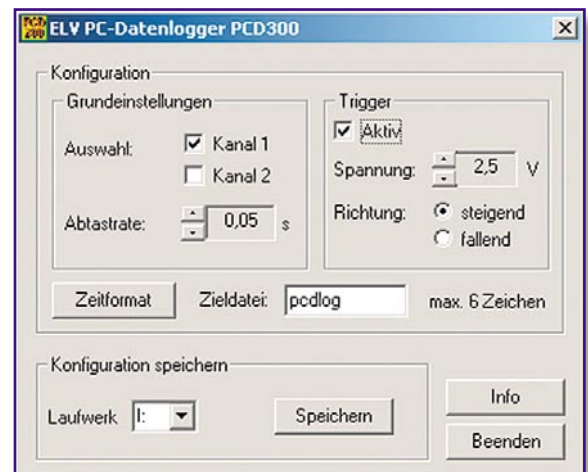


Bild 1:
Das Hauptfenster
der PC-Software

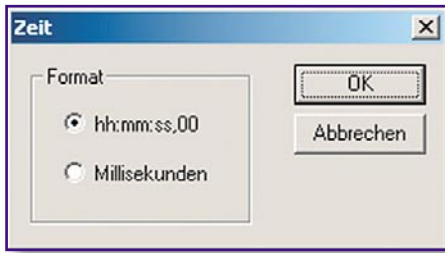


Bild 2: Die Zeitformat-Einstellung

den Namen der „slk“-Datei eingeben. Bei jedem Starten einer Messung wird eine neue Datei mit dem angegebenen Dateinamen und einer laufenden Nummer erzeugt.

Durch einen Klick auf die Schaltfläche „Speichern“ wird eine Konfigurationsdatei auf dem ausgewählten Laufwerk (USB-Stick) gespeichert. Das war’s – nun kann man den USB-Stick vom PC trennen und an den PCD 300 anstecken.

Vorher muss der Datenlogger jedoch durch einen kurzen Tastendruck der EIN/AUS-Taste eingeschaltet werden. Der Datenlogger initialisiert nun die USB-Schnittstelle, dies wird durch die blinkende rote LED signalisiert. Ist die Initialisierung abgeschlossen, leuchtet die rote LED dauerhaft, die grüne LED blinkt. Nun kann der USB-Stick angesteckt werden. Es folgt die Initialisierung des USB-Sticks und das Auslesen der Konfigurationsdatei. Je nach Speicherkapazität und verwendetem Dateisystem (FAT16 oder FAT32) kann dies einige Sekunden dauern. Nach erfolgreichem Abschluss erlischt die grüne LED.

Die Konfigurationsdaten werden zusätzlich im internen EEPROM des Datenlogger-Mikrocontrollers gespeichert und stehen damit auch zur Verfügung, wenn der angeschlossene USB-Stick keine Konfigurationsdatei enthält. Bei gleich bleibenden Rahmenbedingungen muss also in der Folge

nicht zwingend eine Konfigurationsdatei vorhanden sein – das macht die Handhabung einfacher.

Die Messung kann jetzt am PC-Datenlogger durch einen kurzen Tastendruck der START/STOPP-Taste gestartet werden. Auf dem USB-Stick wird nun eine neue Datei erstellt und geöffnet. Die grüne „Aktiv“-LED zeigt den Status der Datenaufnahme an. Solange diese LED blinkt, ist bei aktivem Trigger die Triggerbedingung noch nicht aufgetreten und die gemessenen Daten werden noch nicht im Speicher des USB-Sticks abgelegt. Nachdem die Triggerbedingung eingetreten ist, leuchtet die LED dauerhaft und die Daten werden nun gespeichert. Bei abgeschalteter Triggerfunktion erfolgt die Speicherung der Messwerte von Beginn an, und die grüne Status-LED leuchtet von Anfang an.

Über einen langen Tastendruck der START/STOPP-Taste (ca. 2 Sekunden) wird die laufende Aufnahme beendet und die erstellte Datei geschlossen.

Sollte der USB-Stick während einer Messung oder im Stand-by-Betrieb (eingeschaltet, aber keine Messung) abgezogen werden, beginnt die grüne LED zu blinken. Wurde eine Messung durchgeführt, werden die bisher gespeicherten Messwerte verworfen, da die erstellte Datei nicht geschlossen werden konnte. Wird der USB-Stick wieder angesteckt, erfolgt eine erneute Initialisierung und der Datenlogger befindet sich im Stand-by-Betrieb.

Die Messdaten werden im „slk“-Format gespeichert und lassen sich somit leicht in tabellenverarbeitende Programme importieren. Das gewünschte Zeitformat für die Tabellendarstellung lässt sich über die Schaltfläche „Zeitformat“ einstellen. Im nun geöffneten Fenster (Abbildung 2) kann man zwischen zwei Möglichkeiten

	A	B	C
1	ELV PC-Datenlogger PCD300		
2			
3			
4	Abtastrate:	1.00 s	
5			
6	Zeit	Kanal 1	Kanal 2
7		0	0,04 0,218
8		1000	0,04 0,218
9		2000	0,04 0,207
10		3000	0,22 0,007
11		4000	0,22 0,006
12		5000	0,22 0,006
13		6000	0,12 0,106

Bild 3: Die Zeitformat-Auswahl in Millisekunden

	A	B	C
1	ELV PC-Datenlogger PCD300		
2			
3			
4	Abtastrate:	1.00 s	
5			
6	Zeit	Kanal 1	Kanal 2
7	0:00:00,00	0,04	0,218
8	0:00:01,00	0,04	0,218
9	0:00:02,00	0,04	0,207
10	0:00:03,00	0,22	0,007
11	0:00:04,00	0,22	0,006

Bild 4: Die Zeitformat-Auswahl in Stunden:Minuten:Sekunden,Millisekunden

auswählen. Zum einen ist die Zeit in Millisekunden darstellbar (Abbildung 3), im anderen Fall in „Stunden:Minuten: Sekunden,Millisekunden“ (Abbildung 4).

Ist die Messung abgeschlossen, kann der USB-Stick entfernt und die Messwerte können am PC bearbeitet werden. Sollte auf dem PC Microsoft Excel installiert sein, reicht ein Doppelklick auf die entsprechende Datei, um sie zu öffnen. Die „Rohdaten“ werden nun in einer Tabelle dargestellt. Ist nicht das Zeitformat „hh:mm:ss,00“ gewählt, so muss die Zeit-Darstellung in MS Excel angepasst werden, damit auch die Stunden in der Zeitspalte erscheinen. Hierfür ist die entsprechende Spalte zu markieren und dann im Menü „Format → Zelle“ auszuwählen. Daraufhin erfolgt im aktiven Fenster (Abbildung 5) die Auswahl der Kategorie „Benutzerdefiniert“. Der Typ wird mit „[h]:mm:ss,00“ angegeben. Nachdem man diese Einstellungen mit einem Klick auf die Schaltfläche „OK“ bestätigt hat, wird die Spalte aktualisiert und die Zeit im richtigen Format dargestellt. Diese Tabelle mit den Messdaten kann man jetzt beliebig weiterverwenden, z. B. als Grafik visualisieren lassen.

Schaltung

Die Schaltung des PC-Datenloggers ist in Abbildung 6 dargestellt. Das zentrale Bauteil der Schaltung bildet der Mikrocontroller IC 6 (ATmega168). Mit dem integrierten Analog-Digital-Umsetzer ist Kanal 1 mit einer Genauigkeit von 20 mV direkt realisierbar. Da der 2. Kanal über eine höhere Auflösung verfügen soll (1 mV), kommt ein zweiter A/D-Umsetzer zum Einsatz, der mit dem Zwei-Rampen-Verfahren (dual

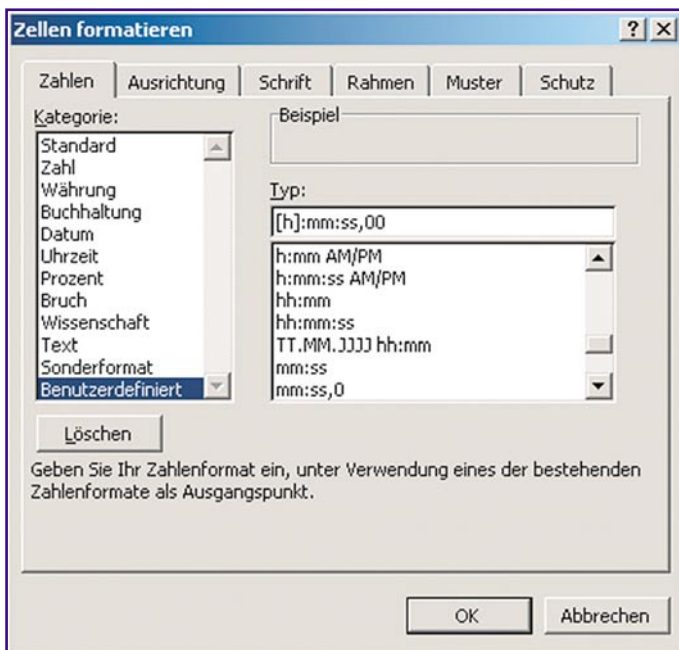
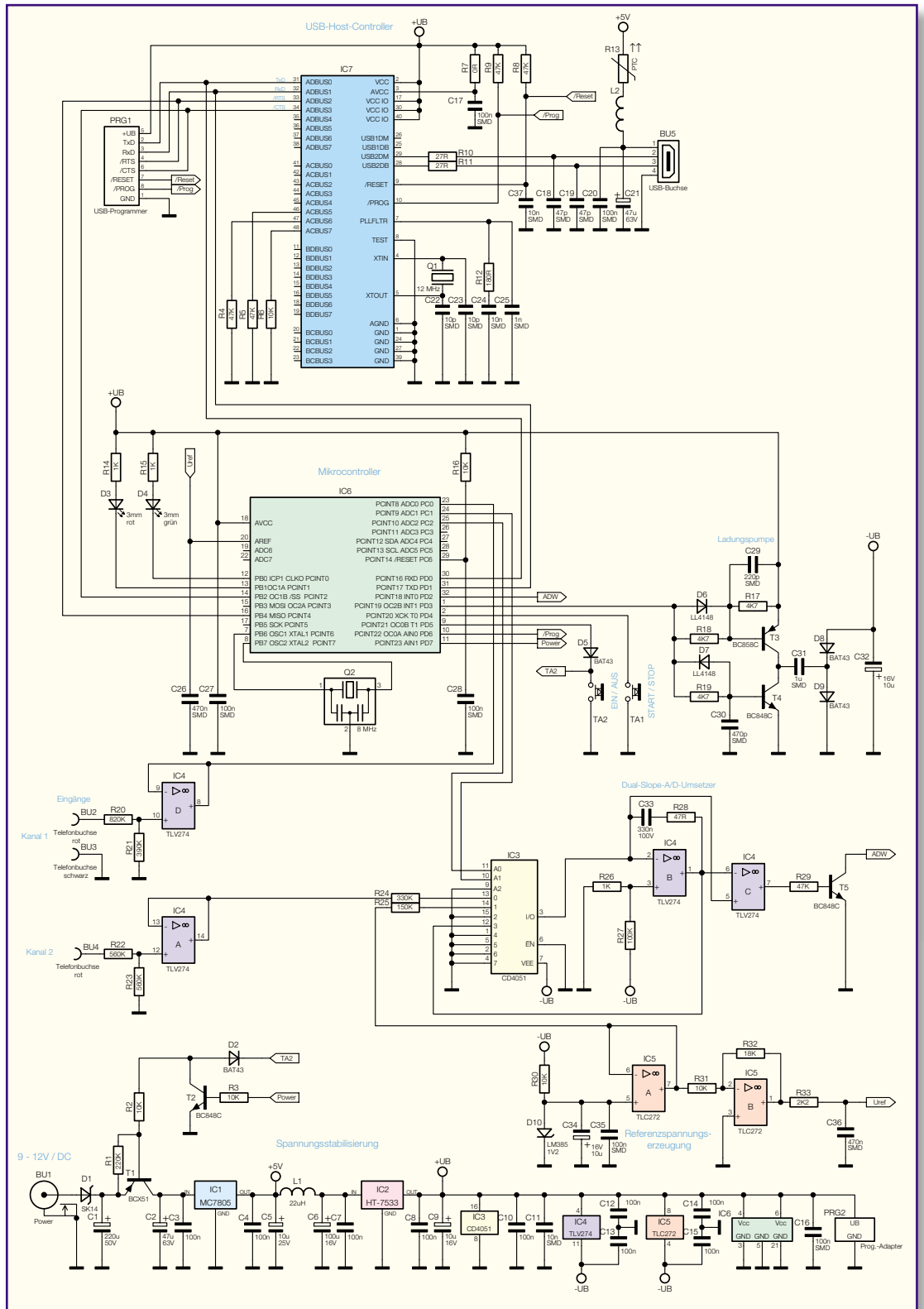


Bild 5: Die Zellenformatierung mit Microsoft Excel

Bild 6:
Das Schaltbild
des PCD 300



slope) arbeitet. Dieser besteht aus einem Analogmultiplexer (IC 3), einem Integrierer (IC 4 B) und einem Komparator (IC 4 C). Die Eingangsspannung wird über einen Spannungsteiler (R 22, R 23) durch zwei geteilt und über einen Impedanzwandler (IC 4 A) auf den Eingangsmultiplexer (IC 3) des A/D-Umsetzers gegeben. Der Impedanzwandler ist notwendig, um den Spannungsteiler während der Messung nicht zu belasten und das Messergebnis

nicht zu verfälschen. Die Referenzspannung für die Messung wird mittels D 10 auf $-1,2\text{ V}$ stabilisiert und ebenfalls über einen Impedanzwandler (IC 5 A) auf den Multiplexer geführt. Die Messspannung und die Referenzspannung werden jetzt über den Dual-Slope-A/D-Umsetzer „miteinander verglichen“. Im Ruhezustand liegt der Ausgang des Integrierers auf Massepotential. Jetzt wird die heruntergeteilte Messspannung für eine feste Zeit

($t_1 = 65,5\text{ ms}$) auf den Integrierer geschaltet, woraufhin sich die Spannung an dessen Ausgang ins Negative bewegt (Abbildung 7, Stufe 1). Jetzt wird die negative Referenzspannung aufintegriert und die Zeit (t_2) gemessen, bis der Ausgang wieder auf Massepotential liegt (Abbildung 7, Stufe 2). Aus den beiden Zeiten und der bekannten Referenzspannung wird die angelegte Spannung berechnet. Die an Kanal 1 angelegte Spannung wird

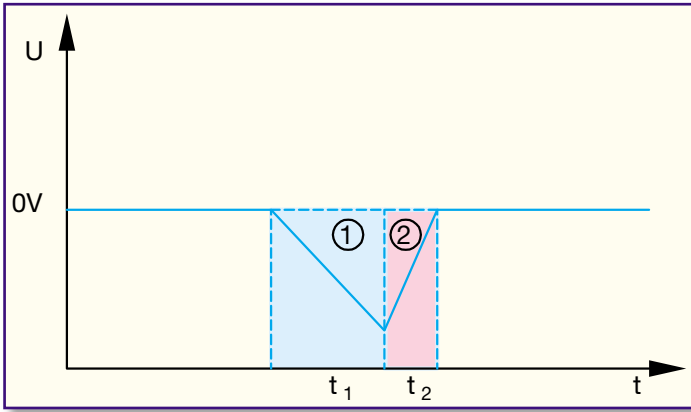


Bild 7: Das Zwei-Rampen-Verfahren der A/D-Umsetzung

ebenfalls über einen Spannungsteiler (R 20, R 21) heruntergeteilt und über einen Impedanzwandler (IC 4 D) auf den A/D-Umsetzer-Eingang (ADC 0) des Mikrocontrollers geführt. Hierfür benötigt man eine positive Referenzspannung ($U_{ref} \rightarrow 2\text{ V}$), damit der interne A/D-Umsetzer genau messen kann. Diese Spannung wird mittels eines invertierenden Verstärkers (IC 4 C) ($V = 1,8$) aus der Referenzspannung für den Dual-Slope-A/D-Umsetzer erzeugt.

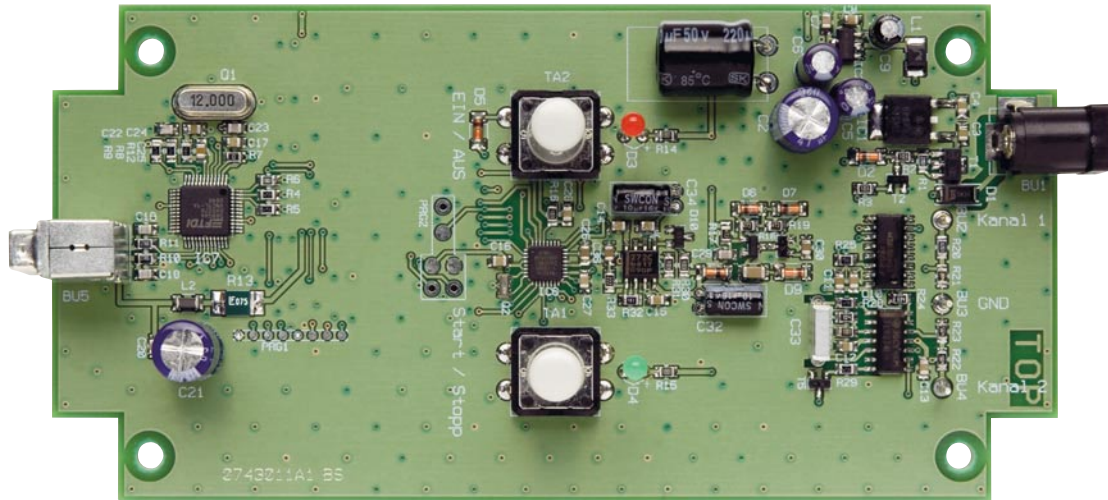
Die Betriebsspannung erhält die Schaltung über die DC-Buchse BU 1. Mit dem

Transistor T 1 kann die Betriebsspannung, also das gesamte Gerät, eingeschaltet werden. Das Einschalten erfolgt mit der EIN/AUS-Taste, im laufenden Betrieb bleibt T 5 eingeschaltet, indem der Transistor T 2 vom Mikrocontroller durchgesteuert wird. Der Spannungsregler IC 1 stabilisiert die Betriebsspannung und erzeugt die 5-V-Versorgungsspannung für die USB-Schnittstelle. Mit dem Spannungsregler IC 2 wird hieraus die Versorgungsspannung der restlichen Schaltung generiert.

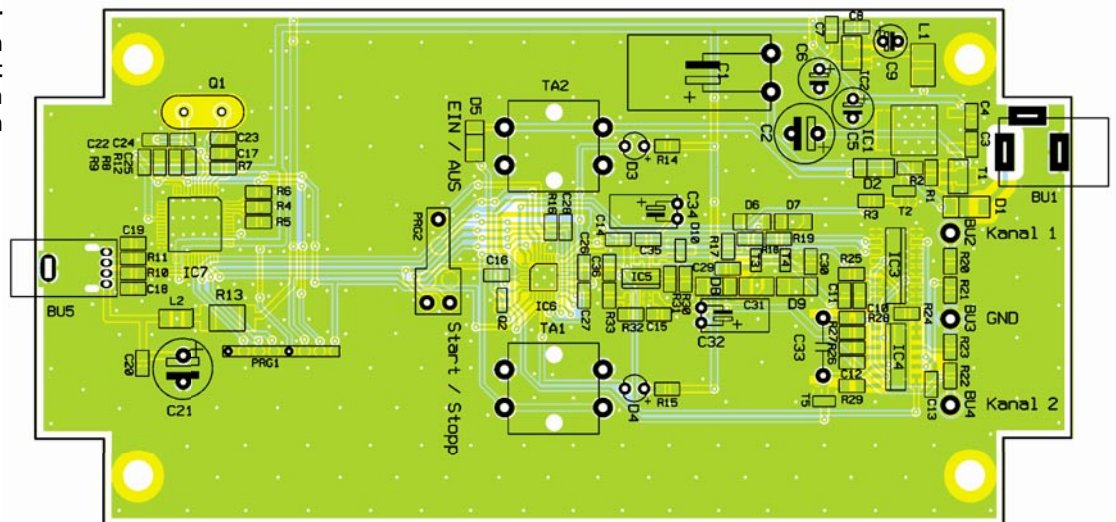
Für die Operationsverstärker IC 4 und IC 5 ist zusätzlich eine negative Versor-

gungsspannung notwendig. Bei geringem Strombedarf kann man eine negative Spannung einfach mit einer Ladungspumpe erzeugen. Hierzu gibt der Mikrocontroller an Port-Pin PD 3 ein Rechtecksignal aus, das auf eine Transistorstufe (T 3, T 4) geführt wird, die als eine Art Treiberstufe arbeitet. Das so erzeugte, niederohmig anliegende Signal wird mit Hilfe des Kondensators C 31 potentialfrei gemacht und anschließend über die Dioden D 8 und D 9 gleichgerichtet. Der Elektrolyt-Kondensator C 32 glättet diese negative Spannung.

Da die Messdaten auf einem USB-Stick gespeichert werden sollen, muss die Schaltung über einen USB-Host verfügen. Dies übernimmt der integrierte Baustein Vinculum VNC1L (IC 7) der Firma FTDI. Mit ihm ist es möglich, Mass Storage Devices wie z. B. USB-Sticks oder USB-Festplatten zu verwalten. Der VNC1L stellt einen Befehlssatz zur Verfügung, der einen Zugriff auf die Daten- und Ordnerstruktur eines FAT-Dateisystems ermöglicht. Es können Dateien und Ordner erstellt, gelöscht, gelesen oder auch geschrieben werden. Die Kommunikation zwischen USB-Host und Mikrocontroller erfolgt über eine serielle Schnittstelle.



Ansicht der fertig bestückten Platine des PCD 300 mit zugehörigem Bestückungsplan



Stückliste: PCD 300

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R7
27 Ω/SMD/0805	R10, R11
47 Ω/SMD/0805	R28
180 Ω/SMD/0805	R12
1 kΩ/SMD/0805	R14, R15, R26
2,2 kΩ/SMD/0805	R33
4,7 kΩ/SMD/0805	R17–R19
10 kΩ/SMD/0805	R2, R3, R6, R16, R30, R31
18 kΩ/SMD/0805	R32
47 kΩ/SMD/0805	R4, R5, R8, R9, R29
100 kΩ/SMD/0805	R27
150 kΩ/SMD/0805	R25
220 kΩ/SMD/0805	R1
330 kΩ/SMD/0805	R24
390 kΩ/SMD/0805	R21
560 kΩ/SMD/0805	R22, R23
820 kΩ/SMD/0805	R20
Polyswitch 1812L075-C	R13

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C22, C23
47 pF/SMD/0805	C18, C19
220 pF/SMD/0805	C29
470 pF/SMD/0805	C30

1 nF/SMD/0805	C25
10 nF/SMD/0805	C11, C24, C37
100 nF/SMD/0805	C3, C4, C7, C8, C10, C12–C17, C20, C27, C28, C35
330 nF/100 V	C33
470 nF/SMD/0805	C26, C36
1 µF/SMD/1206	C31
10 µF/16 V	C9, C32, C34
10 µF/25 V	C5
47 µF/63 V	C2, C21
100 µF/16 V	C6
220 µF/50 V	C1

Halbleiter:

MC7805CDT/SMD	IC1
HT7533/SMD	IC2
CD4051/SMD	IC3
TLV274/SMD	IC4
TLC272/SMD	IC5
ELV07677/SMD/ Hauptcontroller	IC6
ELV07678/SMD/ USB-Host-Controller	IC7
BCX51/SMD	T1
BC848C	T2, T4, T5
BC858C	T3
SK14/SMD	D1

BAT43/SMD	D2, D5, D8, D9
LL4148	D6, D7
LM385M3-1,2 V/SMD	D10
LED, 3 mm, Rot	D3
LED, 3 mm, Grün	D4

Sonstiges:

Quarz, 12 MHz, HC49U4	Q1
Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q2
SMD-Induktivität, 22 µH, 250 mA L1	L1
Chip-Ferrit, 1206, 80 Ω bei 100 MHz	L2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Telefonbuchse, 4 mm, Rot	BU2, BU4
Telefonbuchse, 4 mm, Schwarz	BU3
USB-A-Buchse, winkelprint, gerade	BU5
Lötstift mit Lötöse	BU3–BU5
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1, TA2
2 Tastknöpfe, 18 mm	TA1, TA2
4 Kunststoffschrauben, 3,0 x 5 mm	
1 Kunststoff-Element-Gehäuse, Typ G443, kpl., bearbeitet und bedruckt, Hellgrau	
1 CD PCD-300-Software	

Nachbau

Aufgrund des hohen Anteils an SMD-Komponenten, die bereits alle werkseitig bestückt worden sind, beschränkt sich der Nachbau auf das Bestücken der bedrahteten Bauteile und den Einbau in das Gehäuse. Die Anschlüsse der bedrahteten Bauelemente werden durch die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt und auf der Platinenrückseite verlötet. Bei den Elektrolyt-Kondensatoren und den Leuchtdioden ist auf die richtige Polung zu achten. Elkos sind dabei üblicherweise am Minus-Pol durch eine Gehäusemarkierung gekennzeichnet. Die Katode der LEDs ist durch den jeweils kürzeren Anschluss zu erkennen. Die LEDs sind in einem Abstand von ca. 23,5 mm zwischen Spitze und der Oberfläche der Leiterplatte einzulöten. Im Anschluss daran werden die beiden Taster und die beiden Buchsen (BU 1, BU 5) an ihrem Platz montiert und verlötet. Hier ist besonders darauf zu achten, dass deren Gehäuse direkt auf der Leiterplatte aufliegen, so dass die mechanische Beanspruchung der Lötstellen so gering wie möglich ist.

Bevor die Schaltung in das Gehäuse eingebaut wird, sollte man die gesamte Leiterplatte nochmals auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken untersuchen. Die Lötösen für BU 2 bis BU 4 werden parallel zur kurzen Seite der Leiterplatte eingelötet und die Kappen auf die beiden

Taster gepresst. Nun wird die Leiterplatte in die untere Halbschale des Gehäuses eingelegt und verschraubt. Im Anschluss daran werden die Telefonbuchsen in die Stirnplatte eingesetzt und mit der Kontermutter befestigt. Es ist darauf zu achten, dass BU 3 mit einer schwarzen und BU 2 bzw. BU 4 mit einer roten Buchse bestückt werden. Nun wird die Stirnplatte eingesetzt und die Lötanschlüsse der Telefonbuchsen werden mit reichlich Lötzinn direkt mit den Ösen verbunden.

Danach wird die obere Halbschale so aufgelegt, dass die beiden Tasterstößel und die LEDs durch die zugehörigen Bohrungen der Oberschale ragen. Nun erfolgt das Verschrauben des Gehäuses mit den vier Gehäuseschrauben.

Inbetriebnahme und Abgleich

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Steckernetzteil, das an die DC-Buchse des Gerätes angeschlossen wird und eine Gleichspannung zwischen 8 und 12 V liefern muss. Zunächst wird der Datenlogger mit der Betriebsspannung verbunden und die Stromaufnahme des Gerätes geprüft. Nach dem Einschalten muss die gemessene Stromstärke geringer sein als die in den technischen Daten angegebene maximale Stromaufnahme.

Jetzt folgt der Abgleich der beiden Kanäle, für den eine sehr präzise 5-V-Referenzspannung notwendig ist. Die spätere

Messgenauigkeit hängt direkt von der sorgfältigen Durchführung dieses Abgleichs ab. Nach einem ungenauen Abgleich kann der PC-Datenlogger die in den technischen Daten angegebenen Toleranzen nicht einhalten. Um den Abgleich zu starten, wird im ausgeschalteten Zustand die START/STOPP-Taste gedrückt und festgehalten und dann der EIN/AUS-Taster betätigt. Die START/STOPP-Taste bleibt dabei weiterhin gedrückt. Nach etwa 5 Sekunden beginnt die grüne LED zu leuchten. Im ersten Schritt sind beide Mess-Eingänge über kurze Leitungen mit der GND-Buchse zu verbinden, um den Offset des Analog-Digital-Umsetzers auszumessen. Sobald die Verbindungen hergestellt sind, kann man die Messung mit einem Druck der START/STOPP-Taste starten. Nachdem dieser Schritt erfolgreich abgeschlossen ist, erlischt die grüne LED und die rote LED beginnt zu leuchten.

Nun sind beide Eingänge mit der 5-V-Referenzspannung zu verbinden. Auch hier wird die Messung wieder durch einen kurzen Druck auf die START/STOPP-Taste gestartet.

Nachdem auch dieser Abgleichsschritt erfolgreich abgeschlossen ist, leuchten beide LEDs für eine Sekunde auf und der PCD 300 schaltet sich ab. Der Abgleich kann kontrolliert werden, indem man eine Messreihe, wie unter „Bedienung und Funktion“ beschrieben, aufnehmen und auslesen lässt.