



OLED-Farbdisplay

Bis zu 260.000 Datensätze

Bis zu 180 Tage Aufzeichnungsdauer

MONTAGE
VIDEO

Kühlschrank

Feuchtraum



Gewächshaus

Weinkeller

Ausdauernder Datensammler

2-Kanal-Temperatur-Datenlogger

Teil 2

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1436

Sehr weiter Temperaturmessbereich, 260.000 Datensätze, in weitem Bereich einstellbare Erfassungintervalle, Aufzeichnungsdauer bis 180 Tage – der neue 2-Kanal-Temperatur-Datenlogger TDO200 ist ein leistungsfähiges Datenerfassungsgerät für die genaue Temperaturerfassung und -speicherung über lange Zeiträume. Eine USB-Schnittstelle macht die Auswertung, Visualisierung und Archivierung der gesammelten Daten sehr komfortabel möglich. Nachdem wir im ersten Teil die Bedienung sowie die umfangreiche Schaltung vorgestellt haben, wenden wir uns nun dem Aufbau des Gerätes zu.

Nachbau

Die im Bausatz des 2-Kanal-Temperatur-Datenloggers TDO200 eingesetzte Platine wird bereits mit bestückten SMD-Bauteilen geliefert, so dass nur noch die bedrahteten Bauteile bestückt und angelötet werden müssen. Um unnötige Probleme bei der Inbetriebnahme zu vermeiden, sollten die SMD-Bauteile vorweg auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler kontrolliert werden. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans, aber auch die dargestellten Platinenfotos ([Bild 11](#)) liefern hilfreiche Zusatzinformationen. Nach der genauen Kontrolle der bereits vorgenommenen Bestückung kann das Bestücken der restlichen Bauteile beginnen.

Die Bauteile werden auf der Bestückungsseite (BS) in die dafür vorgesehenen Bohrungen eingesetzt und ihre Anschlüsse anschließend auf der Lötseite (LS) verlötet. Hierbei zeigt sich einer der Vorteile des neuen Schiebegehäuses SG2 – im Vergleich zu den alten Gehäusen ist auf der Unterseite deutlich mehr

Platz. Daraus folgt, dass die überstehenden Drahtenden, falls erforderlich, lediglich auf eine maximale Länge von etwa 3 mm gekürzt werden müssen. Beispielsweise ist es nicht erforderlich, die sehr massiven Drahtenden der Thermoelementbuchsen oder die Masseanschlüsse des Inkrementalgebers zu kürzen. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Bestückung der bedrahteten Bauteile vorgestellt.

Bestückung

Beginnen wir mit der Bestückung der K-Type-Thermoelementbuchsen (BU1 und BU2). Zunächst sollte geprüft werden, ob die Schrauben der Thermoelementbuchsen ordnungsgemäß festgezogen sind. Nach dem Verlöten der Buchsen ist ein Nachziehen der Schrauben nicht mehr möglich.

Die Buchsen müssen exakt ausgerichtet werden, damit die Platine später optimal in das Schiebegehäuse passt und sich nicht an den Buchsen verankert. Hierbei ist wichtig, dass die Buchsen plan auf der Platine aufliegen ([Bild 12](#)).

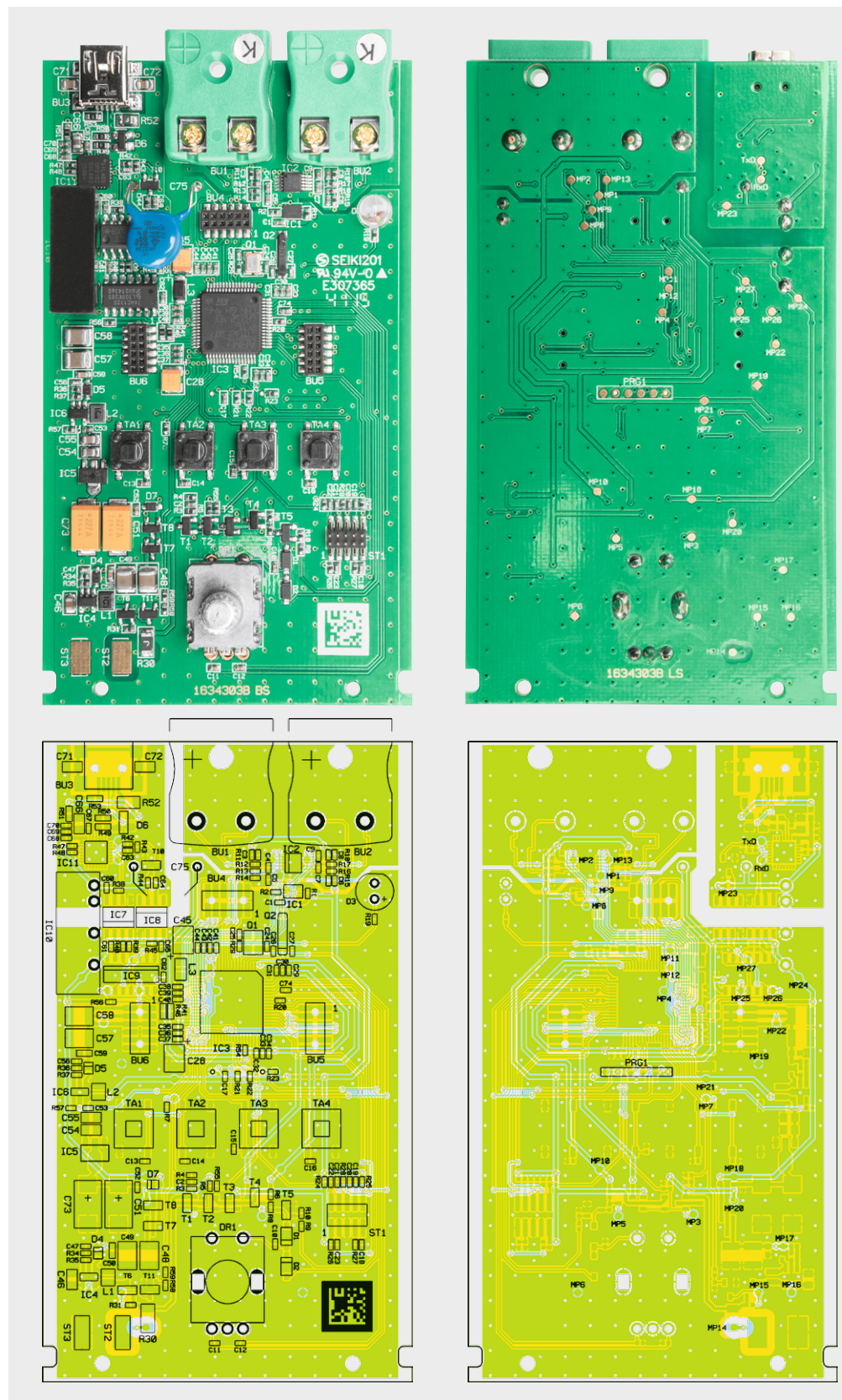


Bild 11: Die Platinenfotos und Bestückungszeichnungen des TD0200, links die Bestückungsseite, rechts die Lötseite

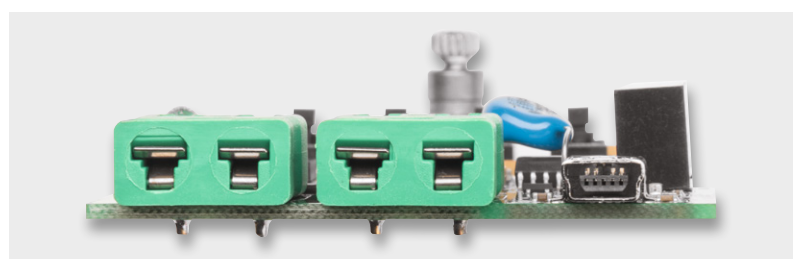


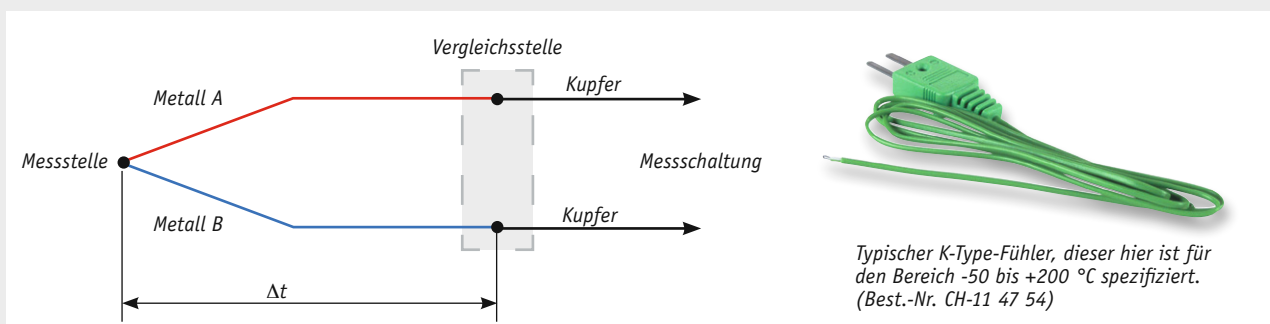
Bild 12: Die K-Type-Buchsen müssen plan auf der Platine liegen.



Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz:

Bei den verwendeten Bauteilen des 2-Kanal-Temperatur-Datenloggers TD0200 handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauteile. Das bedeutet, dass sie bereits durch bloßes Anfassen, z. B. beim Einbau oder im späteren Betrieb, zerstört werden können, sofern man vorher elektrisch geladen war, was beispielsweise durch Laufen über Teppiche

passieren kann. Vor dem Handhaben bzw. dem Berühren dieser Bauteile ist es ratsam, Maßnahmen anzuwenden, die einen entsprechenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen an diesen Bauteilen ermöglichen. Hierzu kann man sich z. B. mit einem Erdungsband erden oder zumindest ein Metallgehäuse eines Gerätes oder die Heizung anfassen.



Das Thermoelement

Die Wirkungsweise eines Thermoelements beruht auf dem thermoelektrischen Effekt, nach dem Entdecker des Effekts auch Seebeck-Effekt genannt. Dieser äußert sich durch Auftreten einer Thermospannung, die durch ein Temperaturgefälle (Temperaturdifferenz, Δt) entlang eines metallischen Leiters zwischen Messstelle und Vergleichsstelle erzeugt wird. Dieser besteht aus zwei unterschiedlichen Metallen mit unterschiedlichem Temperaturverhalten, die am Messpunkt elektrisch verbunden sind. An den Enden dieser Leiter kann man nun eine Spannung messen, die die Differenz der Thermospannungen beider Metalle darstellt. Dabei stellen die Enden der Sensormetalle, die an die Messschaltung angeschlossen sind, den Punkt dar, der als Vergleichsstelle dient. Deren Temperatur muss genau bekannt sein, denn sie wird zur Ermittlung der realen Temperaturdifferenz herangezogen. Dies ist notwendig, da sich die jeweils eingesetzten Metalle des Sensors nichtlinear verhalten und für jede Materialkombination eine andere Kennlinie gilt.

Thermoelemente werden in verschiedenen Materialkombinationen hergestellt, die Werkstoffe hierfür sind in der DIN EN 60584-1 (Vergleichsstellentemperatur ist hier 0 °C) festgelegt und sind damit genormt. Die geeigneten Werkstoffe sind in der thermoelektrischen Spannungsreihe entsprechend ihren Thermospannungen und gegenüber einem Referenzmetall (Platin) angeordnet [1].

Mit am weitesten verbreitet ist der K-Type-Sensor, er hat einen sehr weiten Messbereich von -200 bis +1250 °C, ist preiswert herzustellen und weist ein schnelles Ansprechen (Zeitkonstante bis zum Erreichen von 63,2 % einer sprunghaften Temperaturänderung am Messpunkt) auf. Dabei kommt als Materialkombination Nickel-Chrom/Nickel (NiCr-Ni) zum Einsatz, die bei -200 °C eine Thermospannung von -6,458 mV und bei 1250 °C eine Thermospannung von 52,410 mV erreicht. Die dabei erreichten bzw. garantierten Fehlergrenzen (Grenzabweichung) sind in der Norm DIN EN 60584-2 in drei Gruppen definiert. Dabei betreffen die Angaben zu den Gruppen 1 und 2 den Temperaturmessbereich ab 40 °C, die der Gruppe 3 den Bereich unter 40 °C. Beim K-Type-Sensor beträgt die Grenzwertabweichung in der Gruppe 1 $\pm 1,5$ °C oder $0,004 \times t$ (t = Temperaturwert, vorzeichenunabhängig), in der Gruppe 2 $\pm 2,5$ °C oder $0,0075 \times t$ und in Gruppe 3 $\pm 2,5$ °C oder $0,0014 \times t$. Nach diesen Gruppen werden die Sensoren beim Hersteller selektiert und entsprechend angeboten.

Bei der Messung mit einem Thermoelement muss die Temperatur der Vergleichsstelle genau bekannt sein, um genaue Messwerte zu erhalten. Früher hat man hierzu bzw. zur Kalibrierung eines Sensors eine Eiswassermischung aus gestoßenem Eis und ständigem Entfernen des Tauwassers eingesetzt, um so den Null-Grad-Punkt als Referenz genau einzustellen. Heute setzt man in der Industriepraxis hochgenaue elektrische Eispunktthermostate ein, die neben der allgemein üblichen Null-Grad-Referenz auch andere Referenztemperaturen erzeugen können.

Zur Kaltstellenkompensation im Betrieb des Sensors, in dem die Vergleichsstelle ja unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt ist, wird eine genaue interne Temperaturreferenz, die durch einen möglichst nahe an der Kalt-/Vergleichsstelle platzierten Sensor wie einer Diode oder einem wie in unserer Schaltung intern im ADC vorhandenen Halbleitersensor gebildet wird, herangezogen.

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelektrische_Spannungsreihe



Da die Buchsen der Thermo-elemente über die Platine hinausragen, um später durch die Gehäusewand geschoben werden zu können, muss die überstehende Kante parallel zur Leiterplattenkante ausgerichtet sein. Dies ist in [Bild 13](#) schematisch dargestellt. Letztlich werden die Buchsen jeweils auf der Lötseite verlötet.

Der Einbau des Entstör-Kondensators C75 bedarf etwas Vorbereitung. Vor dem Verlöten des Bauteils auf der Lötseite müssen die Anschlussdrähte zunächst ca. 3 mm unterhalb der Gehäusekante um 90° abgewinkelt werden ([Bild 14](#)). Die überschüssigen Drahtenden auf der Unterseite der Platine können nach dem Verlöten abgeschnitten werden.

Als Nächstes wird die Leuchtdiode D3 eingebaut. Hier ist auf den polungsrichtigen Einbau zu achten. Der etwas längere Anschluss stellt die Anode (+) der LED dar. Auch auf der Platine ist der Anodenanschluss durch den Aufdruck „+“ gekennzeichnet.

Beim Einbau des 5-V/5-V-DC/DC-Wandlers (IC10) muss ebenfalls darauf geachtet werden, dass der Wandler plan auf der Platine aufliegt. Anschließend kann der Wandler an der Lötseite verlötet werden. Wie auch bei der LED können danach die überstehenden Drahtenden an der Unterseite der Platine abgeschnitten werden.

Das letzte fehlende Bauteil, welches noch auf der Platine bestückt werden muss, ist der Inkrementalgeber mit Tastfunktion (DR1). Dazu muss das Bauteil in die vorbereiteten Löcher gesteckt und verrastet werden, so dass das Bauteil ebenfalls plan auf der Platine aufliegt. Letztlich sind alle sieben Anschlusspins des Inkrementalgebers auf der Lötseite zu verlöten.

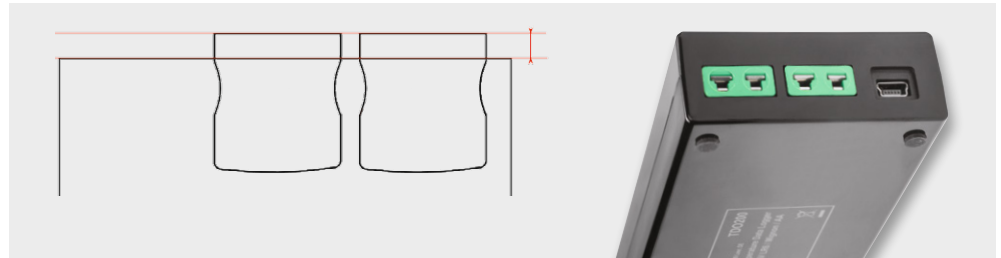


Bild 13: Die K-Type-Buchsen müssen vorn 3 mm überstehen, um später bündig in die zugehörigen Gehäuseausschnitte zu passen (rechts).

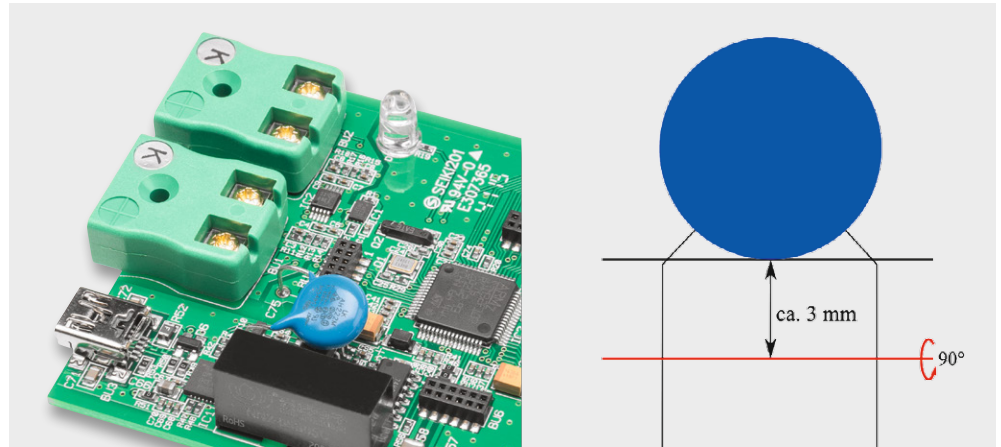


Bild 14: So ist der Entstör-Kondensator vorzubereiten und einzubauen.

Das Display-Modul

Widmen wir uns nun dem Zusammenbau des Display-Moduls, dessen einzelne Schritte in [Bild 15](#) zusammengefasst sind. Auch hier sind alle SMD-Bauteile vorbestückt und auf dem beiliegenden Displayrahmen sind bereits zwei Klebestreifen angebracht. Der Rahmen besitzt einige Rastnasen, die in die entsprechenden Öffnungen der Displayplatine passen, um somit ein falsches Montieren zu verhindern. Dies sollte im Vorfeld bereits einmal getestet werden, da

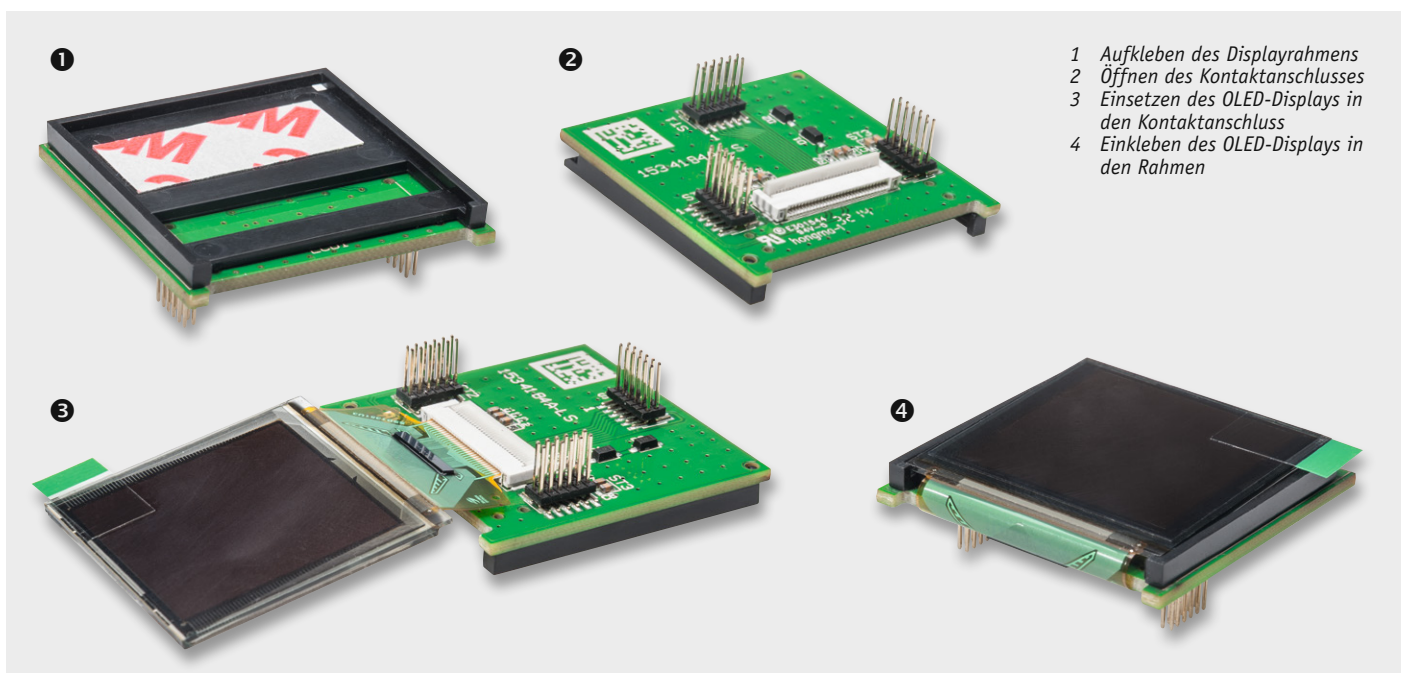


Bild 15: Die einzelnen Montageschritte beim Zusammenbau des OLED-Displaymoduls

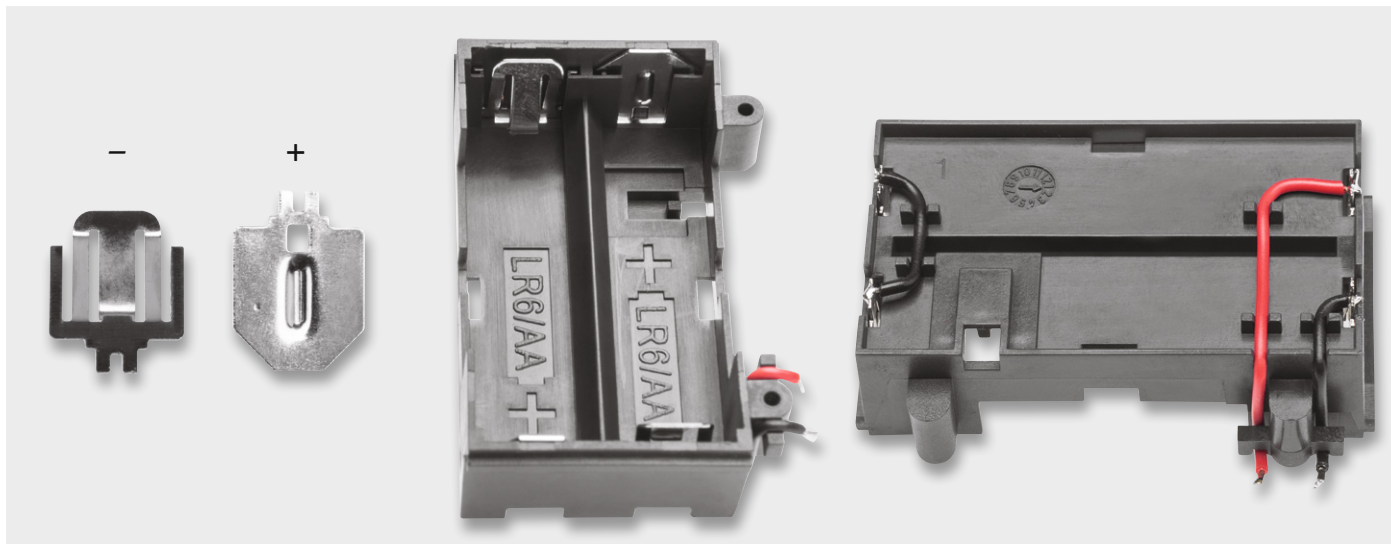


Bild 16: Der Batteriehalter ist mit den Batteriekontakten zu bestücken und mit den Verbindungs- und Anschlussdrähten zu versehen.

ein nachträgliches Entfernen eines klebenden Displayrahmens sehr schwierig ist. Damit der Displayrahmen auf die Displayplatine montiert werden kann, muss zunächst der Schutzfilm von dem auf der Unterseite befindlichen Klebestreifen entfernt und der Rahmen anschließend unter Zuhilfenahme der Rastnasen auf die Oberseite des Moduls gedrückt werden.

Der nächste Schritt ist das Befestigen des eigentlichen OLED-Displays an dem Rahmen. Zunächst wird der Kontaktanschluss auf der Unterseite des Moduls geöffnet, indem der kleine Hebel umgelegt wird und damit senkrecht zur Platine steht. Nun kann die Kontaktfolie des Displays in den Anschluss gesteckt und der Hebel wieder heruntergedrückt werden.

Dabei ist in diesem Schritt unbedingt darauf zu achten, dass das Display nicht falsch herum eingesteckt wird. Anhand von Bild 15 kann man die korrekte Montage kontrollieren. Zuletzt wird nun der Schutzfilm des zweiten Klebestreifens entfernt und der Glaskörper des OLEDs mit leichtem Druck in den Rahmen geklebt.

Nachdem die Displayplatine fertig aufgebaut ist, kann diese auf die Basisplatine aufgesteckt werden. Hier ist besondere Sorgfalt angebracht, da die Stiftleisten sehr empfindlich sind und leicht verbiegen können. Man muss darauf achten, dass die Stiftleisten nicht versetzt aufgesteckt werden, dies könnte bei der Inbetriebnahme zur Fehlfunktion bzw. zur Zerstörung von Bauteilen führen.

Batteriehalterung und Endmontage

Als Nächstes muss die Batteriehalterung vormontiert werden. Dazu werden die vier Batteriekontakte polrichtig in die Batteriehalterung eingesetzt (Bild 16). Hierbei ist darauf zu achten, dass die Kontakte ordnungsgemäß einrasten. Wie in Bild 16 rechts zu erkennen, müssen die Kontakte auf der linken Seite mit der beiliegenden Litze gebrückt werden. Die beiden noch freien Kontakte werden mit der beiliegenden Litze versehen, die durch die Leitungsführungen gelegt wird, wie ebenfalls in Bild 16 rechts dargestellt.

Abschließend ist der Batteriehalter mit den beiliegenden Schrauben mit der Platine zu verschrauben und die Litze an den vorgesehenen Löt pads ST2 und ST3 anzulöten. Wenn nun die Kappen für die Taster und das Drehrad für den Inkrementalgeber, wie in Bild 17 dargestellt, aufgesteckt sind, ist der Aufbau des TD0200 abgeschlossen.

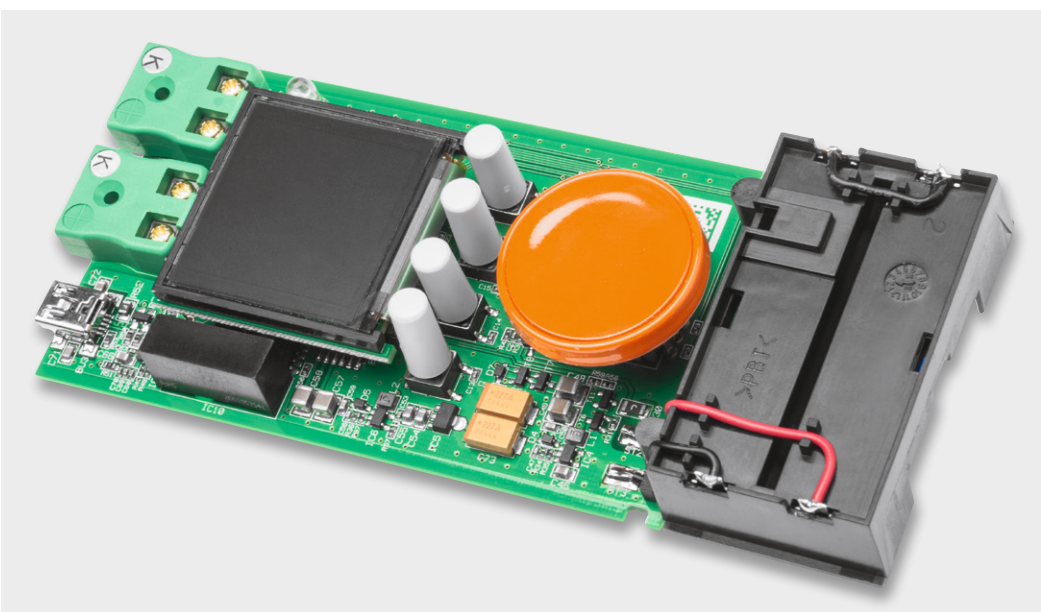


Bild 17: So bestückt und montiert, ist das Gerät bereit zur Gehäusemontage und Inbetriebnahme.



Nach dem polrichtigen Einlegen der Batterien und dem Einlegen der Platine in das Schiebegehäuse sowie dessen Verschließen durch das Ineinanderschieben von Ober- und Unterteil kann das Gerät in Betrieb gehen.

Beim Anstecken der K-Type-Tempertursensoren ist zu beachten, dass diese polrichtig anzuschließen sind und deshalb über einen verwechslungssicheren Stecker verfügen. Dieser ist nur in einer Richtung in die Buchsen einführbar – nicht mit Gewalt einstecken!

Widerstände:

0 Ω /SMD	R29
0 Ω /SMD	R41, R46, R49–R51, R53
120 Ω /SMD	R19
220 Ω /SMD	R44
390 Ω /SMD	R39, R40
499 Ω /SMD	R12, R13, R16, R17
1 k Ω /SMD	R8, R21, R43, R47
3,3 k Ω /SMD	R38, R42, R45
10 k Ω /SMD	R1, R2, R5, R7, R9, R20, R22, R23, R27, R31, R48, R54, R56, R57, R59
100 k Ω /SMD	R10, R24–R26, R28, R55, R58
220 k Ω /SMD	R3, R4, R6, R37
270 k Ω /SMD	R35
820 k Ω /SMD	R34
1 M Ω /SMD	R11, R14, R15, R18
2,2 M Ω /SMD	R36
PTC/0,5 A/6 V/SMD	R52
PTC/0,35 A/16 V/SMD	R30

Kondensatoren:

2,2 pF/50 V/SMD	C63
8,2 pF/50 V/SMD	C26, C27
22 pF/50 V/SMD	C47, C56
27 pF/50 V/SMD	C24, C25
100 pF/50 V/SMD	C18–C23
1 nF/50 V/SMD	C31, C34, C37, C40, C44
2,2 nF/250 Vac/Y1	C75
10 nF/50 V/SMD	C30, C33, C36, C39, C43, C68
10 nF/SMD	C71
100 nF/16 V/SMD	C1–C17, C29, C32, C35, C38, C42, C52, C53, C60–C62, C64, C65, C67, C69, C74
100 nF/50 V/SMD	C50, C59
100 nF/100 V/SMD	C72
1 μ F/16 V/SMD	C41, C70
10 μ F/16 V/SMD	C46, C54, C55, C66
10 μ F/50 V/SMD	C48, C49, C57, C58
47 μ F/10 V	C28, C45
220 μ F/10 V	C51, C73

Halbleiter:

ADS1118, SMD	IC2
ELV151473/SMD	IC3
TPS61040DBV/SMD/TI	IC4, IC6
S1206B33U3T1	IC5
HCPL-0600-060E	IC7, IC8
74HC132/SMD	IC9
DC/DC-Wandler, 5 V/5 V	IC10
CP2102-GM	IC11
IRLML6401/SMD	T1, T2, T4, T6–T8
IRLML2502PbF/SMD	T3
BC847C/SMD	T10, T11, T5
BAT43W/SMD	D1, D2
BAT54J/SMD	D4, D5, D7
SP0503BAHTG/SMD	D6

Sonstiges:

LED, 5 mm, rot, 30.000 mcd, 10°	D3
Speicherdrossel, SMD, 3,3 μ H/1,1 A	L1
Speicherdrossel, SMD, 6,8 μ H/0,94 A	L2
Speicherdrossel, SMD, 10 μ H/230 mA	L3
Quarz, 24 MHz, SMD	Q1
Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q2
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1–TA4
Inkrementalgeber mit Achse und Tastschalter, 20 Impulse/360°, 20 Schritte (18°)	DR1
Buchse für Temperatursensor, K-Type	BU1, BU2
USB-Buchse, Mini B, SMD	BU3
Buchsenleiste, 2x 6-polig, SMD	BU4–BU6
OLED-Display Modul ODM1-8.8	
Schiebegehäuse TD0200 mit Displayscheibe und LED-Scheibe, infrarot, bearbeitet und bedruckt	
Handdrehrad, glänzend orange mit Schutzlack lackiert	
Handdrehradkappe, glänzend orange mit Schutzlack lackiert	
Tastkappen	
Batteriehalterung für Schiebegehäuse SG2	
Minus-Batteriekontakte	
Plus-Batteriekontakte	
Gewindeformende Schrauben, 1,8 x 8 mm, TORX T6	
Gehäusefüße, 5x 1,6 mm, selbstklebend, weiß	
Flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², rot	
Flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², schwarz	

Hinweis:

Sollte während einer laufenden Aufzeichnung die Spannungsversorgung des TD0200 unterbrochen werden, sodass die Messung nicht ordnungsge-

mäß beendet werden konnte, wird die Messreihe automatisch beim Neustart des Gerätes in einen „Recovery“-Modus bis zu dem Zeitpunkt der Spannungsunterbrechung wieder hergestellt.

TD0200-PC-Software

Für den TD0200 steht eine PC-Software auf der Produktseite zum Download bereit [1]. Mit dieser Software können die mit dem Datenlogger erhobenen Messdaten ausgelesen, gelöscht bzw. im CSV-Format abgespeichert werden. Ferner ist es möglich, einen Werksreset oder ein Firmware-Update durchzuführen.

Die Installation der Konfigurationssoftware

Wie schon bei anderen Softwareentwicklungen wurde die PC-Software für den TD0200 in C# geschrieben, sie benötigt jedoch zum Arbeiten .NET Framework 3.5 von Microsoft. Für Systeme, auf denen .NET Framework 3.5 noch nicht installiert worden ist, muss das Framework von der Microsoft-Webseite heruntergeladen und installiert werden.

Aktivieren von .NET Framework 3.5 in der Systemsteuerung

Bei Systemen, die Windows 8, 8.1 oder 10 als Betriebssystem verwenden, ist die Installation von .NET Framework 3.5 über die Systemsteuerung erforderlich, dies setzt eine Internetverbindung voraus. Dazu ist .NET Framework 3.5 in der Systemsteuerung zu aktivieren, indem

in der Systemsteuerung die Option „Programme und Funktionen“ und dort die Option „Windows Funktionen ein- oder ausschalten“ ausgewählt wird. In dem nun geöffneten Fenster aktiviert man dann das Kontrollkästchen .NET Framework 3.5 (enthält .NET 2.0 und 3.0). Die beiden untergeordneten Elemente für die HTTP-Aktivierung von Windows Communication Foundation (WCF) sind nicht auszuwählen, diese benötigen nur Entwickler für Skript- und Handlerzuordnung.

Systemanforderungen TD0200-PC-Software:

Betriebssystem:	Microsoft Windows Vista, 7, 8, 8.1, 10, .NET Framework 3.5, DirectX 9 oder höher
Bildschirmauflösung:	mindestens 800 x 600, empfohlen 1024 x 768
Arbeitsspeicher:	mindestens 1 GB, empfohlen 2 GB
Info:	Das für die PC-Software benötigte .NET Framework kann unter [2] online installiert werden.

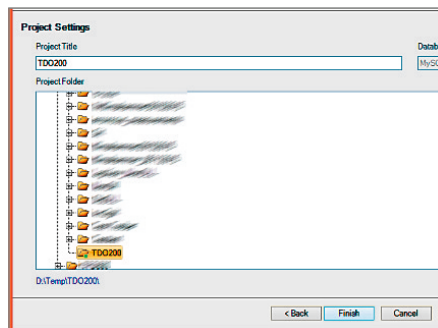


Bild 18: In LogView Studio ist zunächst ein neues Projekt anzulegen ...

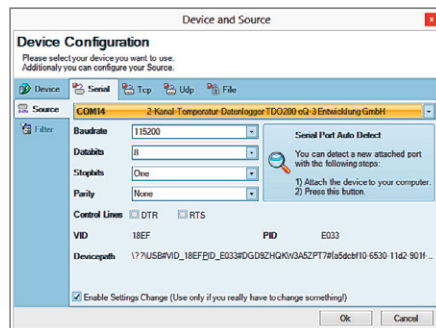
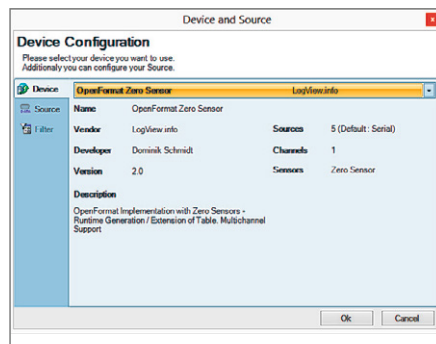


Bild 19: ... danach wählt man Format und Datenquelle aus.

Kurzanleitung zur Nutzung der Software „LogView Studio“

Mit der frei verfügbaren Software „LogView Studio“ können die Messdaten des TD0200 über die USB-Schnittstelle ausgelesen werden. Anschließend ist es möglich, die Daten komfortabel zu analysieren. Die aktuellste Version kann unter [1] heruntergeladen werden.

Nachdem die Software heruntergeladen und installiert ist, muss ein neues Projekt angelegt werden (Bild 18). Nachdem dies erfolgt ist, gelangt man in die „Device Configuration“, hier muss unter „Device“ das „OpenFormat Zero Sensor“ ausgewählt werden, welches mit dem TD0200 kompatibel ist. Anschließend wählt man unter „Source“ die Datenquelle aus.

Hierzu muss der TD0200 mit dem PC verbunden und eingeschaltet sein. Zudem muss hier die Checkbox „Enable Settings Change“ ausgewählt werden, um die Baudrate des TD0200 auf 115.200 Bps einstellen zu können (Bild 19).

Nachdem man die soeben getätigten Einstellungen bestätigt hat, können die Daten ausgelesen werden. Dazu ist die in Bild 20 rot markierte Checkbox zu aktivieren, um den Datentransfer zu starten. Nachdem alle Datensätze eingelesen wurden, kann der zu analysierende Datensatz mit einem Mausklick ausgewählt werden. Mit einem Klick auf den Reiter „Chart“ wird der Temperaturverlauf dargestellt, wie im Beispiel in Bild 20 zu sehen.

Detailliertere Informationen zu den Analyse- und Datenverarbeitungsmöglichkeiten können der Dokumentation von „LogView Studio“ [3] entnommen werden.

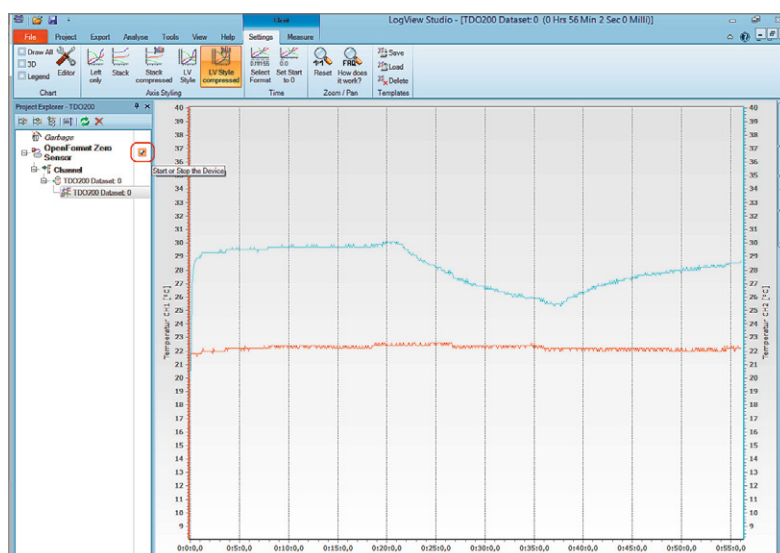


Bild 20: Die grafische Datenauswertung in LogView Studio

[1] Produktseite TD0200: www.elv.de: Webcode #1436

[2] <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/hh506443%28v=vs.110%29.aspx>

[3] www.logview.info/lvstudio_doku/index.html **ELV**