



LötKolbentemperatur-Messgerät

Die Einhaltung einer exakten Lötspitzen-Temperatur ist beim Verarbeiten empfindlicher Bauteile ein Muss, will man keine Verluste und Misserfolge riskieren. Aber nicht immer steht eine Lötstation mit exakter Lötspitzen-Temperaturanzeige zur Verfügung.

Dieses kleine, batteriebetriebene Messgerät basiert auf einem interessanten Sensorkonzept und zeigt die reale Lötspitzen-Temperatur exakt an.

Genau gemessen

Das heutige bleifreie Löten basiert u. a. auf einer systembedingt erhöhten Löttemperatur, um die beteiligten Materialien elektrisch und mechanisch mit einer exakten Lötstelle zu verbinden. Gerade hier zeigt sich bei empfindlicheren Bauteilen eine Tücke – sie sind bei Einsatz der vollen Löttemperatur thermisch überfordert. Eine auf einen bestimmten LötKolben abgestimmte Lötstation mit exakter Messung der Lötspitzen-Temperatur steht aber nicht jedem zur Verfügung und wird auch nicht immer gebraucht – denn meist genügt das „grobe“ Voreinstellen der Temperatur an der Lötstation. Das grenzt aber bei einfachen Lötstationen unter Einsatz von LötKolben

ohne interne Temperaturerfassung an Kaffeesatz-Leserei, so entstand die Idee, einen Temperatur-Anzeiger zu entwickeln, der auch nicht wesentlich beim Löten aufhält, einfach handhabbar und zudem preiswert sein sollte.

Heraus kam dieses Gerät mit zwei Anzeigefunktionen: Im Normalbetrieb wird, über einen normalen Sensor auf der Platine erfasst, die Umgebungstemperatur angezeigt. Sobald man mit dem LötKolben den dafür vorgesehenen Sensor berührt, wird dies vom Mikrocontroller erkannt (ab 80 °C), und die Temperaturanzeige schaltet automatisch auf LötKolbentemperatur-Anzeige um. Der LötKolbentemperaturmodus wird durch die zusätzliche Bargraph-Anzeige angezeigt.

Als Temperatursensor kommt ein in dieser Anwendung recht origineller Hochtemperatursensor, ein NiCr-Ni-Thermoelement, zum Einsatz. Mit ihm lassen sich theoretisch Temperaturen im Bereich von –40 °C bis +1000 °C messen.

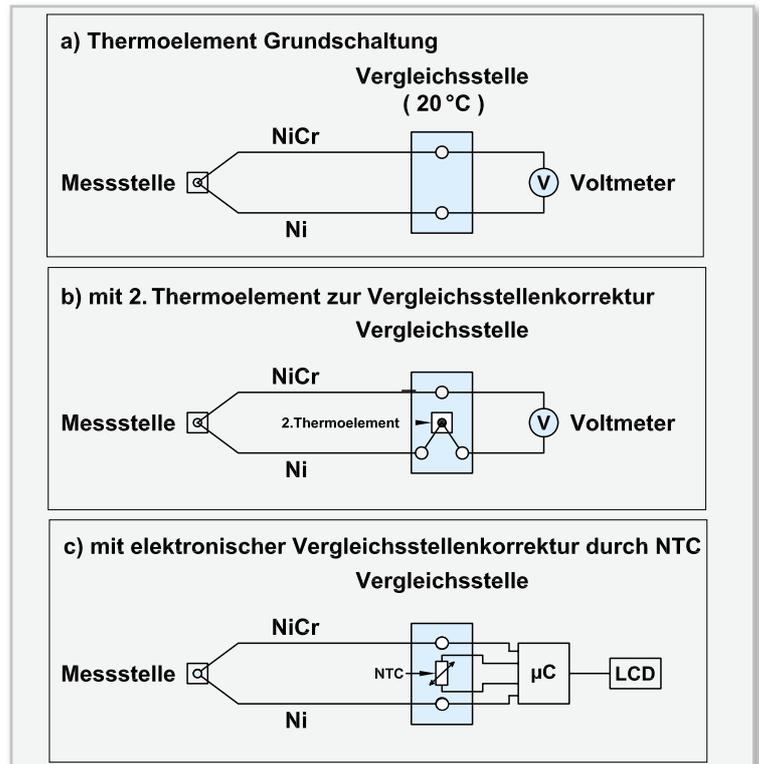
Der mechanische Aufbau ist speziell für eine 3-Punkt-Befestigung ausgelegt. Somit ist eine einfache Montage, z. B. auf einer Platine, möglich.

Der Sensor ist für die Lötspitze einfach zugänglich, erfordert kein zeitraubendes (und verletzungsgefährdetes) Anlegen eines Sensors o. Ä. und stellt in seinem konstruktiven Aufbau eine originelle Praxislösung dar.

Technische Daten: LTT 1

Versorgungsspannung:	9-V-Batterie (6LR61)
Stromaufnahme:	60 µA
Anzeigebereich:	Umgebungstemperatur –10 °C bis 40 °C, LötKolbentemperatur 100 °C bis 550 °C
Abmessungen:	84 x 68 x 46 mm

Bild 1: Die diskutierten Einsatzvarianten eines Thermoelements



Grundlagen der Thermoelemente

Mit einem Thermoelement lassen sich relativ hohe Temperaturen (bis 1500 °C) messen, je nach Bauart und Material. Bei diesen Sensoren wird der sogenannte Seebeck-Effekt genutzt (benannt nach dem Entdecker: Thomas Johann Seebeck, 1770–1831, Entdeckung des thermoelektrischen Effekts: 1821).

Das Prinzip des thermoelektrischen Effekts: Weist ein elektrischer Leiter an unterschiedlichen Stellen Temperaturdifferenzen auf, entsteht an den Enden bzw. an zwei verschiedenen Messstellen auf dieser Leitung eine Spannung (Thermospannung). Diese Spannung entsteht durch Thermodiffu-

sion. Jedes leitfähige Material besitzt einen unterschiedlichen Seebeck-Koeffizienten (V/K). Um die Spannung in der Praxis messen zu können, verwendet man zwei verschiedene Leiter mit unterschiedlichen Koeffizienten. In unserem Beispiel besteht der eine Leiter aus einer Nickel-Chrom-Legierung (NiCr) und der andere Leiter aus Nickel (Ni). Abbildung 1a zeigt solch eine Grundschtung. Die Spannung wird an den kalten Enden des Leiters (Vergleichsstelle) gemessen. Die gemessene Spannung ist die Differenz zwischen der

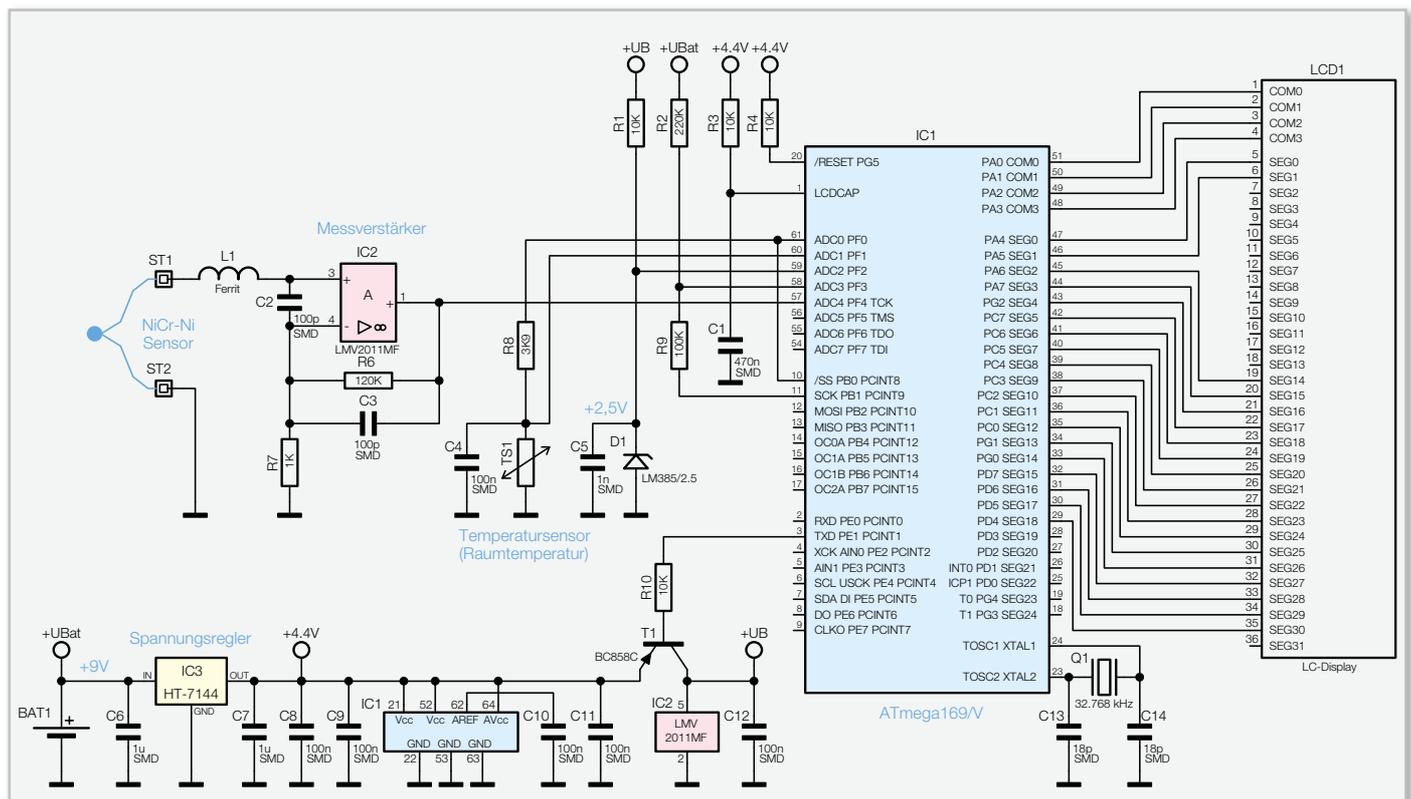
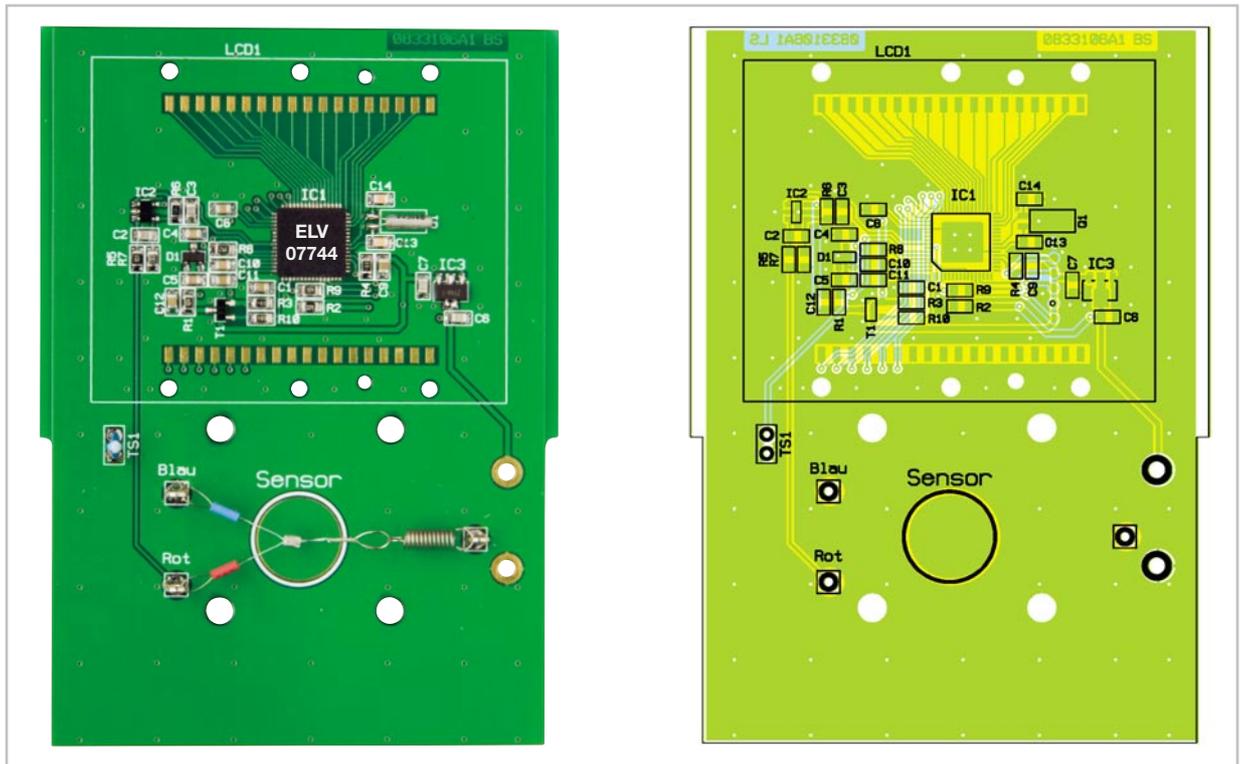


Bild 2: Schaltbild des Lötkolbentemperatur-Messgerätes



Ansicht der fertig bestückten Platine des LTT 1 mit zugehörigem Bestückungsplan

Messstelle (Fühler) und der Vergleichsstelle. In der Regel wird davon ausgegangen, dass die Vergleichsstelle eine Temperatur von 20 °C (Zimmertemperatur) aufweist. Ist die Temperatur höher als an der Vergleichsstelle, ist die Spannung positiv. Im umgekehrten Fall – die Messstelle ist kälter als die Vergleichsstelle – ist die Spannung negativ. Bei einem NiCr-Ni-Sensor liegt die Spannung (V/K-Konstante) bei 40,6 $\mu\text{V}/\text{K}$. Ist die Temperatur (Raumtemperatur) an der Vergleichsstelle unterschiedlich, muss eine Vergleichsstellenkorrektur vorgenommen werden. Dies kann z. B. durch einen zweiten Sensor erfolgen, der an der Messstelle (Übergang Fühlerkabel – Gerät) eingefügt wird. Dieser Sensor muss aus dem gleichen Material bestehen wie der Messfühler. Dieses Schaltungsprinzip ist in Abbildung 1b dargestellt. Die gemessene Spannung entspricht der Temperaturdifferenz der beiden Messstellen. Eine weitere Möglichkeit ist die elektronische Vergleichsstellenkorrektur (siehe Abbildung 1c). Hier wird mit einem beliebigen Temperatursensor, der sich an der Vergleichsstelle oder in deren Nähe befindet, die Raumtemperatur an der Vergleichsstelle gemessen. In Abbildung 1c ist dies durch einen NTC-Sensor angedeutet. Mit einem nachgeschalteten Mikrocontroller (mit A/D-Wandler) kann nun die Thermospannung und die Raumtemperatur (Vergleichsstelle) gemessen werden. Anhand dieser beiden Daten kann der Controller die Fühlertemperatur relativ genau errechnen und auf eine entsprechende Anzeige (z. B. LC-Display) ausgeben. Genau auf diesem Prinzip basiert die Schaltung des LötKolbentemperatur-Messgerätes.

Schaltung

In Abbildung 2 ist das Schaltbild des LötKolbentemperatur-Messgerätes dargestellt. Die Ansteuerung des LC-Displays

und die Messwerterfassung übernimmt der hochintegrierte Mikrocontroller IC 1 vom Typ ATmega169V. Durch die sehr niedrige Stromaufnahme kann der Controller und somit auch die Schaltung immer eingeschaltet bleiben, weshalb auch ein Ein/Aus-Schalter fehlt. Im Normalbetrieb wird, wie schon erwähnt, die Raum- bzw. Umgebungstemperatur angezeigt. Der Temperaturenfänger hierfür ist TS 1, vom Typ AT103. Dieser Sensor, auch Thermistor (NTC) genannt, weist einen negativen Temperatur-Koeffizienten auf, d. h. bei steigender Temperatur sinkt der Widerstandswert. Bei einer Temperatur von z. B. 25 °C nimmt der NTC einen Widerstandswert von genau 10 k Ω an. Ein wesentlicher Vorteil dieses Sensortyps ist, dass für alle Temperaturen die Widerstandswerte des Sensors genau bekannt sind (hierfür existiert für diesen Sensortyp ein genaues Datenblatt). Hierdurch ist, bei entsprechender Beschaltung, eine Temperaturmessung ohne aufwändigen Abgleich möglich.

Damit der Mikrocontroller den Widerstandswert des Sensors ermitteln kann, ist ein zweiter Widerstand in Reihe geschaltet (R 8), wodurch sich ein Spannungsteiler ergibt. Dieser Spannungsteiler wird von Pin 61 des Controllers mit UB (4,4 V) versorgt. Über den A/D-Wandler-Eingang ADC 1 (Pin 60) wird nun die Spannung über TS 1 gemessen. Anhand dieser Spannung und der bekannten Größen kann der Controller nun den Widerstandswert und somit die Temperatur errechnen.

Um Batterie-Kapazität zu sparen, findet diese Messung nur einmal in der Sekunde statt, weshalb dieser Spannungsteiler nicht direkt an UB liegt, sondern vom Controller geschaltet wird.

Aus dem gleichen Grund wird der Messverstärker (IC 2) für das Thermoelement ebenfalls nur für die Dauer der Messung aktiviert. Dies erfolgt mit dem durch den Controller angesteuerten Schalttransistor T 1. Die Spannung +UB ist somit nur für den Zeitraum der Messung präsent.

Das Thermoelement wird über die beiden Lötstifte ST 1 und ST 2 mit der Schaltung kontaktiert. Der Chip-Ferrit L 1 und der Kondensator C 2 unterdrücken hochfrequente Störsignale. Der nachfolgende nichtinvertierende Operationsverstärker IC 2 hat einen Spannungsverstärkungsfaktor von 121, der von den beiden Widerständen R 6 und R 7 bestimmt wird. Durch die sehr guten technischen Daten dieses Präzisions-Operationsverstärkers vom Typ LMV2011 (niedriger Offset usw.) ist ein Abgleich dieser Stufe nicht notwendig. Die verstärkte Analogspannung gelangt zur Messung auf den A/D-Wandler-Eingang ADC 4 (Pin 57) von IC 1.

Damit IC 1 seinen internen A/D-Wandler abgleichen bzw. den Skalenfaktor ermitteln kann, wird an Pin 59 eine externe, von der „Z-Diode“ D 1 stabilisierte Referenzspannung von 2,5 V zugeführt. D 1 ist in Wirklichkeit ein elektronischer Schaltkreis, dessen Funktion einer Z-Diode ähnelt, nur eben mit besseren technischen Eigenschaften.

Da die Schaltung eine Spannung von 4,4 V benötigt, erfolgt die Spannungsversorgung mittels einer 9-V-Batterie mit nachgeschaltetem Spannungsregler (IC 3). Dieser Spannungsregler IC 3 (HT7144) ist durch seinen geringen Eigenstrombedarf speziell für batteriebetriebene Schaltungen ausgelegt.

Zur „LOW-Bat.“-Erkennung wird die Batteriespannung (9 V) mit dem Spannungsteiler R 2 und R 9 heruntergeteilt und auf den A/D-Wandler-Eingang ADC 3 (Pin 58) gegeben. Der „Fußpunkt“ dieses Spannungsteilers liegt nicht, wie erwartet, an Masse, sondern wird vom Controller intern nur während der Messphase an Masse geschaltet. Hierdurch spart man wiederum wertvolle Batterie-Kapazität. Unterhalb einer Batteriespannung von 6 V erscheint das „BAT“-Symbol im Display. Unterhalb dieser Spannung ist eine einwandfreie Funktion der Schaltung nicht mehr gewährleistet, und die Batterie sollte gewechselt werden.

Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich recht einfach, da die Platine bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert wird, so dass nur die mechanischen bzw. bedrahteten Bauteile zu bestücken sind. Somit umgeht man eventuelle Handling- und Bestückungsprobleme auf der Platine. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Zuerst sollten der Quarz Q 1 und der Temperatursensor TS 1 bestückt und verlötet werden. Überstehende Anschlussenden von TS 1 sind mit einem Seitenschneider abzuschneiden.

Kommen wir nun zur Montage des Displays, welches fast alle SMD-Bauteile überdeckt. Es ist so in den Klarsicht-Halterahmen zu legen, dass die kleine Glasverschweißung an der linken Displayseite in die zugehörige Aussparung des Rahmens ragt (siehe Abbildung 3).

Dann ist der Befestigungsrahmen von der rechten Seite aufzuschieben und mit zwei Leitgummistreifen zu bestücken. Die Montage der zusammengebauten Displayeinheit auf der Platine erfolgt durch vorsichtiges und gleichmäßiges Verschrauben (über Kreuz verschrauben) mit sechs Schrauben 2,0 x 5 mm.

Stückliste: LötKolbentemperatur-Messgerät LTT 1

Widerstände:

1 k Ω /SMD/0805	R7
3,9 k Ω /SMD/0805	R8
10 k Ω /SMD/0805	R1, R3, R4, R10
100 k Ω /SMD/0805	R9
120 k Ω /SMD/0805	R6
220 k Ω /SMD/0805	R2

Kondensatoren:

18 pF/SMD/0805	C13, C14
100 pF/SMD/0805	C2, C3
1 nF/SMD/0805	C5
100 nF/SMD/0805	C4, C8–C12
470 nF/SMD/0805	C1
1 μ F/SMD/0805	C6, C7

Halbleiter:

ELV07744/SMD	IC1
LMV2011/SMD	IC2
BC858C	T1
LM385-2,5V/SMD	D1
LC-Display	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz	Q1
Chip-Ferrit, 0805	L1
Temperatursensor	TS1
Temperatursensor 103AT-2	TS2
Lötstift mit Lötöse	ST1–ST3
1 9-V-Block-Batteriehalter, print	
1 Zugfeder, 2,5 x 0,36 x 6,8 mm	
2 Leitgummis	
1 Display-Scheibe	
1 Displayrahmen	
6 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
4 Knippingschrauben, 2,2 x 6,5 mm	
2 Kunststoffschrauben, 2,5 x 6 mm	
1 Distanzplatte für Batteriehalter, bearbeitet	

Für die Befestigung des Sensors sind 3 Lötstifte mit Lötöse zu bestücken. Diese Lötstifte erhalten, wie in Abbildung 4 dargestellt, eine seitliche Einkerbung zur Aufnahme der Sensordrähte bzw. der Zugfeder. Diese Einkerbungen lassen sich einfach mit einem Seitenschneider vornehmen. Nachdem die

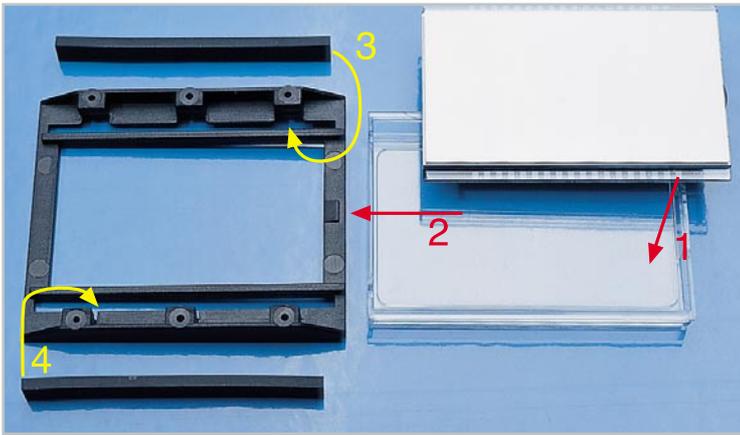


Bild 3: Montage des Displays

Lötstifte auf der Platinenunterseite verlötet sind, wird der Sensor mit der Zugfeder in Lötstifte eingehängt (siehe Abbildung 5). Hierbei ist auf die richtige Zuordnung der Farben (Rot und Blau) an den Anschlussdrähten zu achten.

Der Batteriehalter befindet sich auf der Rückseite der Platine und wird mit einem Kunststoffhalter befestigt (siehe Abbildung 6). Zuerst verschraubt man den Batteriehalter mit vier Schrauben 2,2 x 6,5 mm auf dieser Kunststoffplatte. Anschließend biegt man die beiden Anschlüsse der Batteriekontakte rechtwinklig um, bis diese bündig mit der Kunststoffplatte abschließen. Es verbleibt eine Fläche von ca. 2 mm Breite, die zum Anlöten auf der Platine dient. Nun wird diese Einheit auf die Rückseite der Platine gelegt und von vorn mit zwei Schrauben 2,5 x 6 mm befestigt. Nun können auch die beiden Batteriekontakte verlötet werden.



Bild 4: Die mit dem Seitenschneider eingeschnittenen Lötstifte halten den Sensor sicher fest.



Bild 5: So wird der Sensor zusammen mit der Zugfeder in die Lötstifte eingehängt.

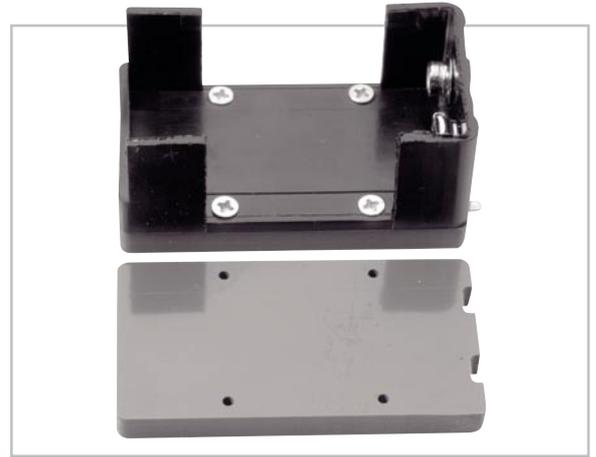


Bild 6: Die Kunststoffplatte für den Batteriehalter (oben)

Zum Schluss sind die beiden seitlichen Platinen, die zur Standfestigkeit der Einheit notwendig sind, mit der Hauptplatine zu verlöten. Nach dem Einsetzen der 9-V-Batterie ist die Schaltung einsatzbereit, Abbildung 7 zeigt das fertig montierte Gerät mit eingesetzter Batterie.

Tipps zum praktischen Einsatz

Vor der Messung sollte die Lötspitze gereinigt, also von überflüssigem Lötzinn und Fluxmittel befreit werden, um einen guten Wärmeübergang zu gewährleisten. Der mit der Lötspitze zu berührende Messpunkt ist der Knotenpunkt der Sensordrähte, der unterhalb des Sensors auf der Platine mit einem weißen Kreis gekennzeichnet ist. **ELV**

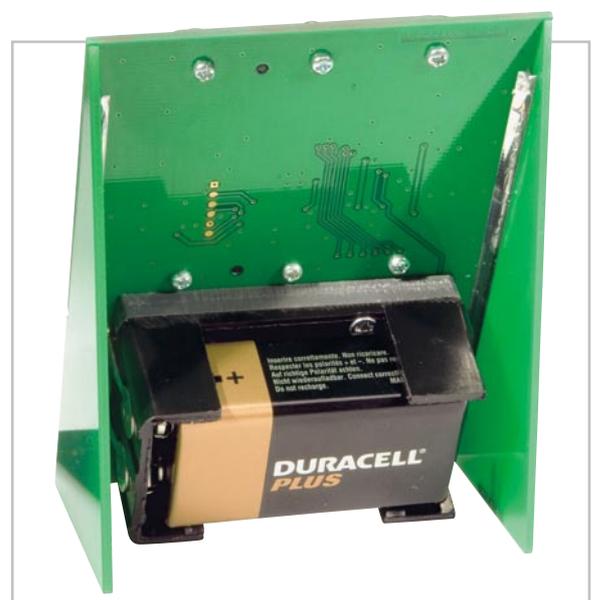


Bild 7: Das fertig montierte Gerät von der Rückseite gesehen