



Knopfzellen im Visier

Batterietester BT101 mit Lastmessung

Der Batterietester für Knopfzellen BT101 macht den Test von Knopfzellen unter Lastbedingungen ganz einfach: Knopfzelle kontaktieren, einen Laststrom wählen – schon zeigt der Batterietester die unter Belastung ermittelte Spannung an. So lässt sich sicher feststellen, in welchem Zustand sich der Prüfling tatsächlich befindet.

Bestell-Nr.
15 41 50

Bausatz-
beschreibung,
Montagevideo
und Preis:

QR-Code scannen



oder im
ELV Shop
Webcode

#10270
eingeben



Infos zum Bausatz BT101



Schwierigkeitsgrad:
mittel



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
Lötkolben



Lötterfahrung:
Ja



Programmierkenntnisse:
Nein



Elektrische Fachkraft:
Nein

Spezialist für Knopfzellen

Vor einigen Jahren haben wir den bis heute sehr beliebten Batterietester BT100 vorgestellt, der für die allgemeine Messung von Batterien bis 15 V unter einer definierten Last vorgesehen ist.

Mit dem BT101 folgt hier nun ein abgewandeltes Gerät, das speziell für die Messung von Knopfzellen optimiert wurde. Mit diesem Batterietester sind Messungen an allen gängigen Knopfzellen bis 5 V möglich, als Testlaststrom sind Ströme von 0,1 mA, 1 mA und 10 mA einstellbar.

Knopfzellen – riesige Vielfalt

Knopfzellen, deren Name wegen ihrer Form vom englischen „button cell“ stammt, sind in vielen verschiedenen Größen und Kapazitäten, vornehmlich für geringe Stromentnahmen, verfügbar. Dazu kommen unterschiedliche Technologien wie Silberoxid-, Alkaline-, Lithium- und Zink-Luft-Knopfzellen. Jede Technologie ist auf spezielle Anwendungseigenschaften spezialisiert und bietet entsprechende Eigenschaften.

Die Typenbezeichnungen sind nach IEC61960 normiert, hier findet man den Aufbau, also ob es sich um eine Einfach- oder Mehrfachzelle handelt, die Batteriechemie, die Form und die Abmessungen.



Daher erklärt sich zum Beispiel die Zellenbezeichnung CR 2032 so:

C=Lithiumbatterie

R=Rundzelle

20=∅ 20 mm

32=Höhe 3,2 mm (Angabe in Zehntelmmillimeter)



Der Typenbezeichnung vorangestellte Ziffern kennzeichnen eine Serienschaltung mehrerer Zellen, eine den Dimensionsbezeichnungen folgende Ziffer nach einem Bindestrich zeigt den eher seltenen Fall von parallelgeschalteten Zellen an.

Die preiswerteste Knopfzellenbatterie ist die **Alkaline-Knopfzelle** (Alkali-Mangan). Sie hat eine nominelle Zellenspannung von 1,5 V, ihre Typenbezeichnung beginnt mit einem „L“. Sie sind mit vergleichsweise hohen Strömen belastbar, aber neigen auch heute noch, vor allem in den preiswerten Ausführungen, aufgrund der chemischen Zersetzungsprozesse beim Entladen zum Auslaufen. Deshalb sollte man sie nur dort einsetzen, wo ein Auslaufen keine gravierenden Schäden anrichten kann, z. B. in eigenen Batteriefächern, und wo man einfach Zugang hat. Deshalb sind z. B. für eine Armbanduhr Alkaline-Knopfzellen, auch wenn die Bauform passt, eine schlechte Wahl. Alkaline-Batterien sind, hochwertig ausgeführt, langlebig und zeigen nach kurzer hoher Belastung (die den Innenwiderstand ansteigen lässt) einen gewissen Erholungseffekt, darauf gehen wir noch ein.

Die **Silberoxid-Zelle** hat eine nominelle Zellenspannung von 1,55 V, man erkennt sie am Buchstaben „S“ am Anfang der Typenbezeichnung. Ihre charakteristische Eigenschaft ist eine sehr flache Entladekennlinie, somit haben diese Zellen bei geringer Strombelastung eine sehr lange Lebensdauer. Sie kommen z. B. in Uhren zum Einsatz.

Die **Lithium-Batterie** hat bei einer hohen Energiedichte eine Nennspannung von 3 V. Sie ist an einem „C“ am Beginn der Typenbezeichnung erkennbar. Sie hat ebenfalls eine sehr flache Entladekennlinie mit anhaltend hoher Zellenspannung und als charakteristisches Merkmal eine sehr hohe Lagerungs- und Lebensdauer bei extrem geringer Selbstentladung. Sie kommt vor allem da zum Einsatz, wo es um eher gelegentliche bzw. geringe Stromentnahme, aber sehr lange Einsatzzeiten geht, etwa in Sensoren, Echtzeituhren oder elektronischen Autoschlüsseln.

Die vierte relevante Technologie ist die **Zink-Luft-Batterie** mit einer Nennspannung von 1,4 V, ihre Typenbezeichnung beginnt mit einem „P“. Sie wird auch „Hörgerätebatterie“ genannt, weil sie eben vorwiegend in Hörgeräten zum Einsatz kommt. Sie hat eine hohe Energiedichte, kann einen höheren Dauerstrom abgeben als andere Systeme und hat eine besonders flache, abrupt endende Entladekurve. Das heißt, die nominelle Zellenspannung wird über die gesamte Nutzungsdauer auf nahezu Anfangsspannung gehalten, bevor sie schließlich schlagartig abfällt. Die Nutzungsdauer ist aufgrund der chemischen Reaktion (die zur Reaktion benötigte Luft kommt erst zum Zuge, wenn man einen Aufkleber abzieht, dann ist die Reaktion jedoch nicht mehr zu stoppen), z. B. gegenüber Silberoxidzellen, kürzer.

Die Nutzung von Knopfzellen unterscheidet sich in der Praxis etwas von der üblicher Rundzellen. Meist werden sie aus einem bestimmten Anlass gekauft, etwa wenn die Armbanduhr oder der Bios-Speicher des Computers eine neue Batterie braucht. Die Crux ist aber, dass der Verkauf eher selten als Einzelstück erfolgt, sondern in einem Mehrfach-Blister. So liegen sie denn mitunter jahrelang in einer Schublade, und der Einsatz der länger gelagerten Batterie wird zum Lotteriespiel oder gar zum Ärgernis, wenn man den schlecht erreichbaren Sensor damit ausgestattet hat und die Batterie nach einigen Tagen Laufzeit leer ist. Und was ist mit der lose herumliegenden Knopfzelle? Da war doch was – ja, sie wurde einmal kurz für einen Test eines Gerätes oder für einen saisonalen Einsatz gebraucht und wieder „eingelagert“. Da ist fachgerechtes Messen quasi Pflicht. Das ist nicht einfach durch Messen der Leerlaufspannung zu realisieren, denn ohne eine definierte Last kann

man z. B. nicht erkennen, ob die Batterie nicht durch lange Lagerung und minderwertigen Materialeinsatz bei der Herstellung schon einen zu hohen Innenwiderstand aufweist, der eine nominelle Belastung der Batterie nicht mehr zulässt. Da täuschen Multimeter und der einfache Batterietester den Nutzer oft genug.

Insbesondere Alkaline-Batterien haben eine besondere Eigenschaft, die man sich zunutze machen kann. Werden sie mit höheren Lasten betrieben, steigt vor allem bei preiswerten Batterien schnell der Innenwiderstand an und die Batterie ist scheinbar leer. Lässt man sie einige Zeit ruhen, stellt sich die nominelle Zellenspannung wieder ein. Bei einer einfachen Prüfung per Multimeter kann man so getäuscht werden und annehmen, dass die Batterie weiter genutzt werden kann – mit der Folge, dass die Spannung bei erneuter Belastung schnell zusammenbricht. Prüft man sie jedoch mit einer definierten Belastung, am besten mit mehreren unterschiedlichen Lastströmen, kann man sehr gut den echten Ladezustand beurteilen und oft genug eine solche Batterie noch in einer Anwendung einsetzen, die sich mit geringer bzw. nur gelegentlicher Stromaufnahme begnügt. So kann man auch Batteriemüll vermeiden und die Batterie voll ausnutzen.

Genau für eine solche qualifizierte Prüfung ist der Batterietester für Knopfzellen BT101 ausgelegt.

Funktion und Bedienung

Der Batterietester BT101 ähnelt in seinem Aufbau stark dem Schwestermodell BT100. Allerdings finden wir hier statt Messleitungen eine spezielle Mess-



Sicherheitshinweise:

- Knopfzellen haben einen hohen Energiegehalt. Ein Kurzschluss kann zu starker Erwärmung bis hin zum Aufplatzen der Zelle führen – Unfall- und Brandgefahr! Nur mit Werkzeugen erfassen, deren Spitzen elektrisch voneinander isoliert sind!
- An Knopfzellen darf nicht gelötet werden, die starke Erwärmung kann die chemischen Prozesse beschleunigen, bis hin zur Explosion der Zelle – erhebliche Verletzungsgefahr! Knopfzellen stets nur in speziellen Halterungen und an der Messfassung des Messgerätes einsetzen.
- Knopfzellen, die als Primärbatterien ausgeführt sind, dürfen nicht wieder aufgeladen werden – Explosionsgefahr!
- Knopfzellen stets unzugänglich für kleine Kinder aufbewahren. Diese könnten die Zelle in den Mund nehmen und verschlucken – Erstickungs- und Vergiftungsgefahr!

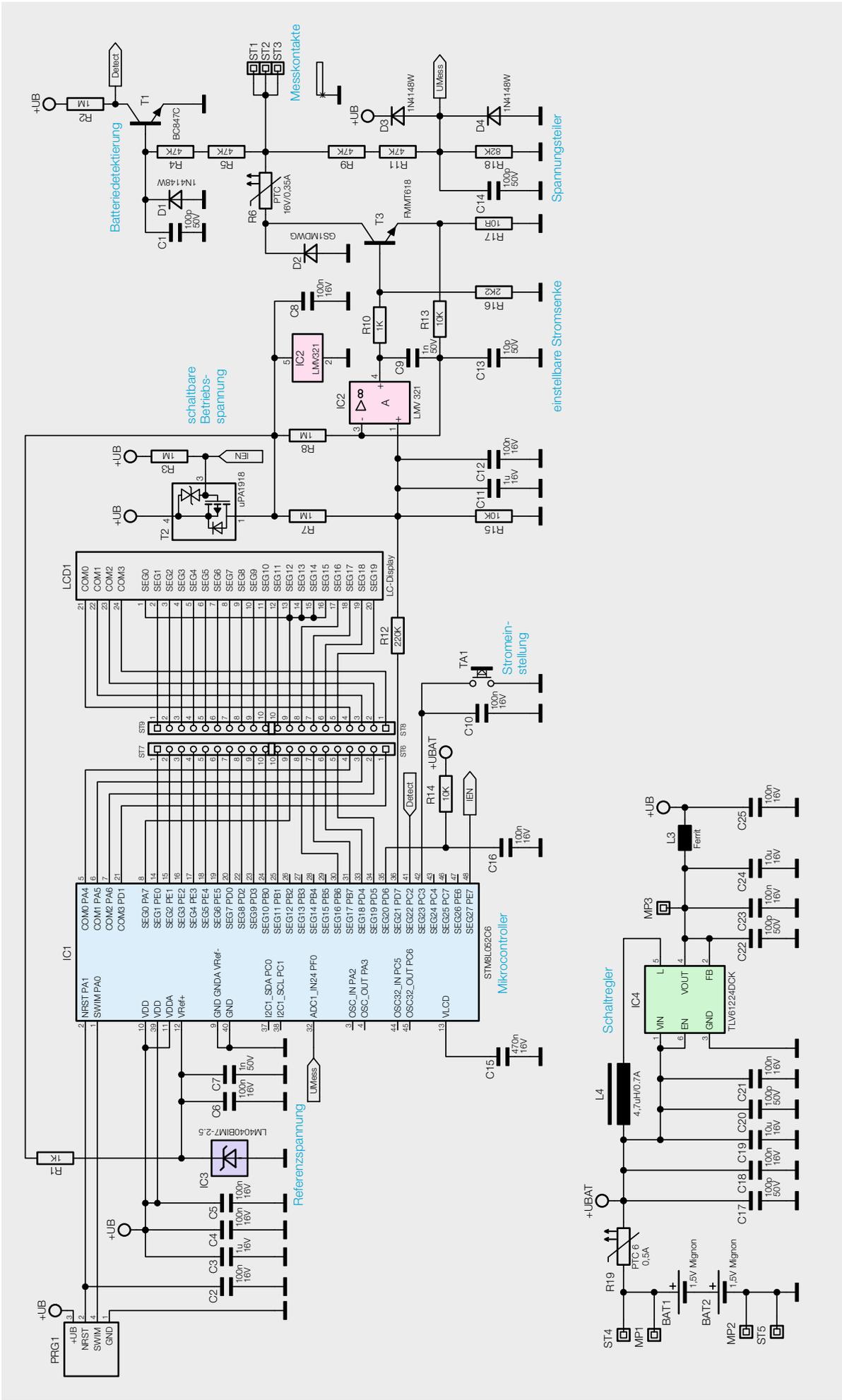


Bild 1: Das Schaltbild des Batterietesters für Knopfzellen BT101



aufnahme für Knopfzellen, wodurch deren Prüfung sicher und einfach ist. Stichwort „sicher“ – beim Umgang mit Knopfzellen sind einige grundlegende Sicherheitsregeln (siehe „Sicherheitshinweise“) zu beachten, die hohe Energiedichte kann bei unsachgemäßer Behandlung zu schweren Unfällen führen.

Das Messgerät wird aus zwei Mignonbatterien gespeist, die sich leicht einlegen und wechseln lassen. Nach dem Einlegen der Batterien erfolgt ein interner Test, bei dem zunächst alle Displaysegmente aktiviert werden und schließlich die Firmware-Version angezeigt wird. Danach zeigt das Display kurz den zuletzt eingestellten Prüfstrom und schließlich die unter diesem Prüfstrom ermittelte Batteriespannung an, falls eine Zelle polrichtig auf den Messadapter gelegt wurde.

Ist keine Batterie kontaktiert oder ihre Spannung geringer als 0,7 V, beendet der BT101 die zyklische Messung und zeigt im Display nochmals kurz den eingestellten Prüfstrom an, bevor das Gerät in den Stand-by-Zustand wechselt.

Für eine Spannungsmessung an einer Knopfzelle ist diese mit ihrem Minuspol auf die aus dem Gehäuse hervorstehende Kontaktfläche zu legen und gleichzeitig mit ihrem Pluspol seitlich an die Kontaktstifte zu pressen. Wenn die zu prüfende Batterie noch eine ausreichende Spannung aufweist, schaltet sich der Batterietester automatisch ein, zeigt den Prüfstrom an und führt periodisch in jeder Sekunde eine Spannungsmessung durch, während ein kurzer Stromimpuls mit dem gewählten Prüfstrom die Batterie belastet.

Hat die zu prüfende Knopfzelle eine geringere Zellenspannung als 0,7 V, kann man das Gerät auch mit der Taste einschalten, dann misst es einmalig die Zellenspannung und schaltet wieder in den Stand-by-Zustand.

Mit dem Batterietester BT101 sind Batteriespannungsmessungen an Zellen mit bis zu 5 V Zellenspannung möglich. Wird der Messbereich des Geräts überschritten, zeigt das Display „OF“ für Überlauf an.

Mit einem kurzen Tastendruck kann man die drei möglichen Prüfströme von 0,1 mA, 1 mA oder 10 mA auswählen. Wenn der Kontakt zur gemessenen Batterie unterbrochen wird (um z. B. eine andere Batterie zu messen), stellt das Gerät wieder den als Grundeinstellung dienenden Prüfstrom von 0,1 mA ein. Um den aktuell gewählten Prüfstrom dauerhaft als Grundeinstellung zu speichern, ist die Taste des Geräts für mindestens 2 s gedrückt zu halten, worauf das Gerät die Speicherung mit der Anzeige „SET“ quittiert.

Der Zustand der Gerätebatterien des BT101 wird im unteren Anzeigebereich mit einem Batteriesymbol signalisiert. Oberhalb von 1,25 V pro Batterie werden drei Balken angezeigt, unterhalb von 1,1 V pro Zelle nur noch ein Balken. Um ein Auslaufen der Batterien zu verhindern, sollte man diese nun baldmöglichst wechseln. Beträgt die Zellenspannung der Versorgungsbatterien unter 1,0 V pro Zelle, beginnt das Batteriesymbol zusätzlich zu blinken. Jetzt sind keine definierten Messungen mehr möglich, die Batterien sind sofort zu wechseln.

Schaltung

Die Gesamtschaltung des Batterietesters ist in Bild 1 gezeigt. Im unteren Teil sehen wir die Spannungsversorgung. Der Step-up-Schaltregler IC4 vom Typ TLV61224DCK ist deren Kernstück, das genau auf eine effiziente Batteriestromversorgung zugeschnitten ist. Er ist in der Lage, aus einer Eingangsspannung bis herab auf 0,7 V eine stabile Ausgangsspannung von 3 V, die als Versorgungsspannung für die Gesamtschaltung benötigt wird, bei einem extrem geringen Ruhestrom von nur 20 μ A zu erzeugen. Seine Peripherie besteht lediglich aus einigen Kondensatoren, die der Spannungspufferung dienen, und der externen Schaltreglerdrossel L4.

Eine stabile Betriebsspannung über die gesamte Batterienutzungsdauer ist nicht nur für die exakte Messfunktion, sondern auch für eine Anzeige des LC-Displays mit gleichbleibend hohem Kontrast notwendig. Die direkte Batteriespannung wird nur über „+UBAT“ an den Geräteprozessor geführt, um die Batteriespannungsüberwachung zu realisieren. Der PTC R19 schützt Batterien und Schaltung im Fehlerfall, indem er bei steigender Erwärmung, die z. B. durch einen Kurzschlussstrom hervorgerufen wird, temporär Schaltung und Batterien trennt, bis der Fehler beseitigt ist.

Der Mikrocontroller IC1 ist das Zentrum der Mess- und Anzeigeschaltung. Im Stand-by-Zustand befindet er sich, ebenso wie die restliche Schaltung, im Tiefschlafmodus, aus dem heraus er entweder durch einen Tastendruck auf TA1 oder das Kontaktieren einer zu prüfenden Knopfzelle mit den Messkontakten aktiviert wird. Letzteres erfolgt über den Schaltungsteil zur Batteriedetektierung mit T1. Die Zellenspannung des Prüflings, sofern sie (polrichtig) über 0,7 V liegt, steuert über R4 und R5 den Transistor T1 durch, der einen L-Pegel an den Detect-Portpin des Controllers ausgibt, solange die Batterie kontaktiert ist.

Ist der Controller auf eine der beiden beschriebenen Arten aktiviert, schaltet er über „IEN“ und T2 die restliche Schaltung ein. Diese besteht aus der Referenzspannungsquelle IC3 und der einstellbaren Stromsenke mit IC2 und T3.

Die Referenzspannungsquelle IC3 erzeugt aus der 3-V-Betriebsspannung über R1 eine exakte Spannungsreferenz für die genaue Ermittlung der Zellenspannung des Prüflings. Diese Messung erfolgt über den Spannungsteiler an den Messkontakten mit R9, R11 und R18, der dafür sorgt, dass die heruntergeteilte Messspannung auf jeden Fall unterhalb der Referenzspannung von 2,5 V liegt und so eine zuverlässige Spannungsermittlung möglich ist. C14 und D3/D4 sind hier für den Schutz des Controller-Pins vor zu hohen Spannungen zuständig. So weit zur Spannungserfassung, widmen wir uns nun der Einstellung des Prüfstroms.

An Portpin PD7 gibt der Controller ein dem gewünschten Prüfstrom entsprechendes, per TA1 vorgewähltes PWM-Signal aus. Dieses gelangt über R12 an den Operationsverstärker IC2. Mit R15 und den Kondensatoren C11 und C12 ergibt sich hier eine ausreichend glatte Gleichspannung. Die hier über den Operationsverstärker eingestellte Spannung steuert den Transistor T3 genau so weit durch, dass sich an R17 ein Spannungsabfall gleicher Größe ergibt. Da der Wert des Shunts R17 10 Ω beträgt, fallen bei 10 mA entsprechend 100 mV am Shunt ab. Der durch die Stromsenke erzeugte Prüfstrom wird für 100 ms erzeugt, am Ende dieser Zeit erfolgt durch den Controller die AD-Wandlung der gemessenen Spannung des belasteten Prüflings.

Die Diode D2 und der PTC R6 bilden eine Schutzschaltung gegen einen verpolt angelegten Prüfling. D2 dient dem Verpolschutz, sie schließt in diesem Fall die Spannung an T3 kurz und schützt diesen vor Beschädigung. R6 begrenzt den dabei auftretenden Kurzschlussstrom und trennt den Prüfling temporär von der Schaltung.

Nachbau

Das Gerät wird auf zwei Platinen aufgebaut, die auf einer zunächst zusammenhängenden Platine basieren, die in zwei Platinen zu teilen ist. Alle SMD-Bauteile sind bereits bestückt, sodass nur noch wenige weitere

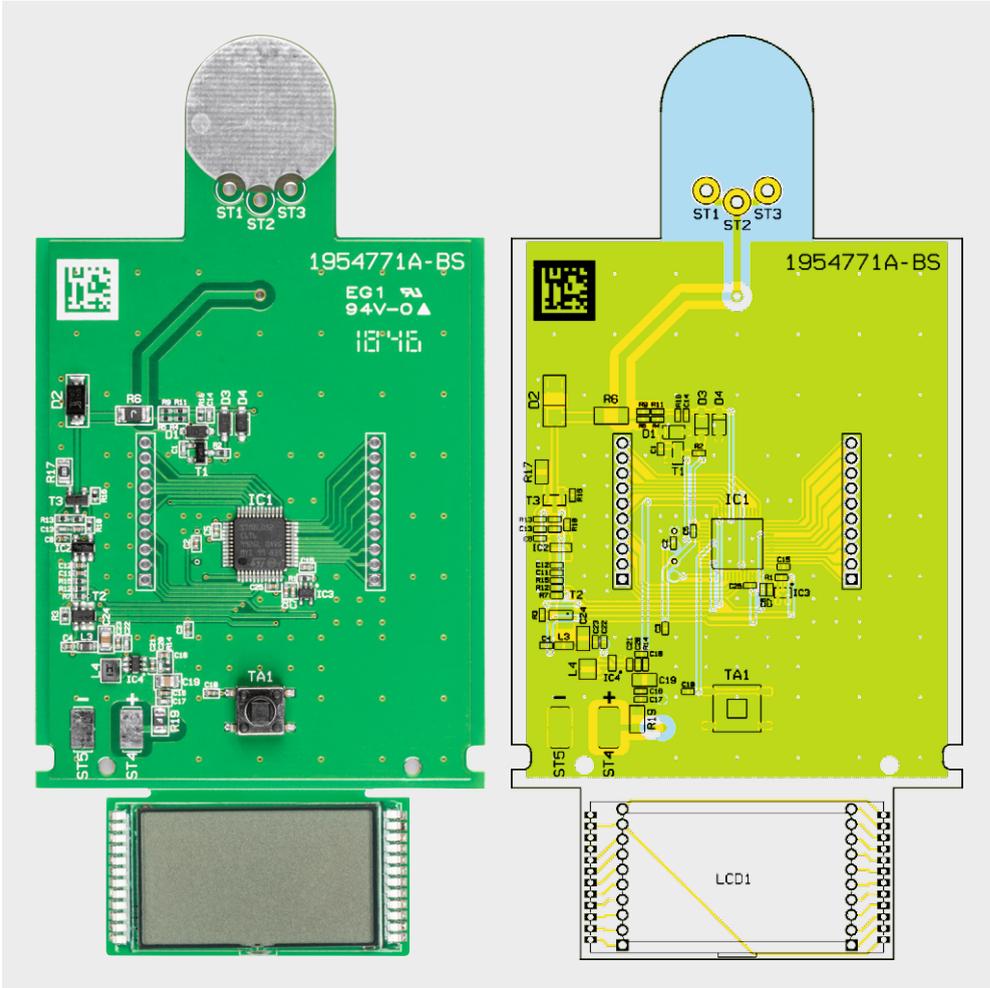


Bild 2: Platinenfoto der Haupt- und Displayplatine des BT101 mit zugehörigem Bestückungsdruck

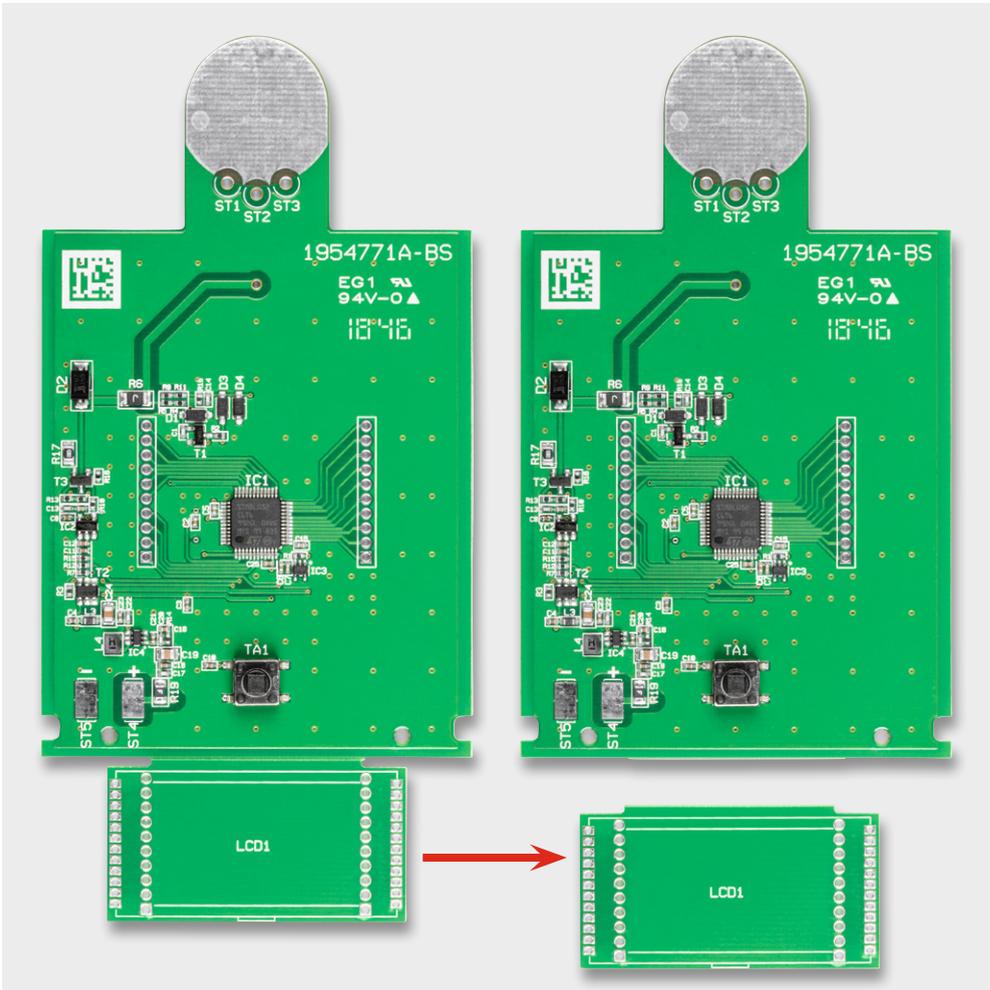


Bild 3: So wird die Displayplatine von der Hauptplatine abgetrennt.

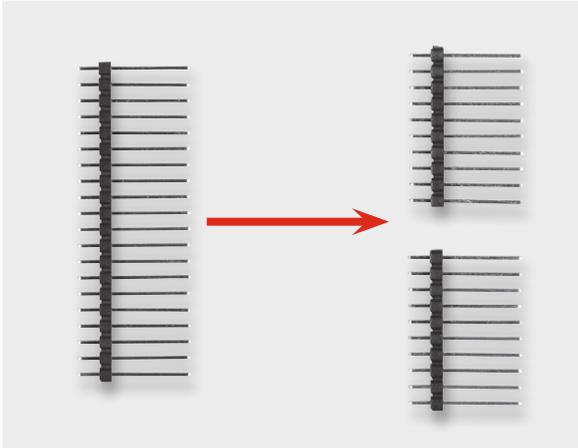


Bild 4: Die Stiftleiste ist, wie hier gezeigt, zu teilen.

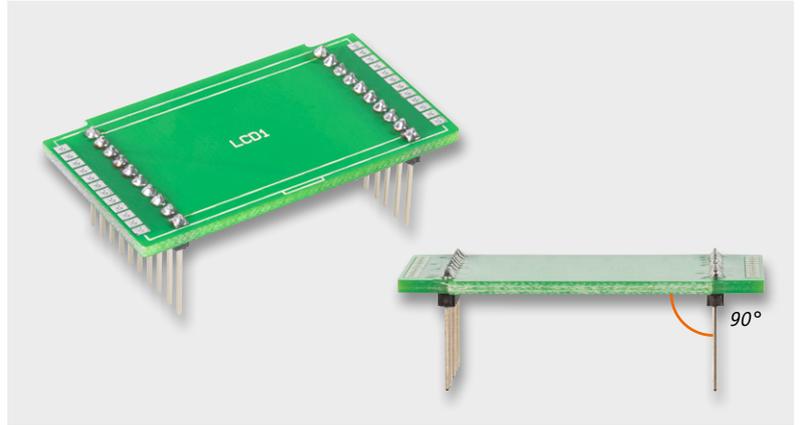


Bild 5: Die in die Displayplatine eingelöteten Stiftleisten, diese sind genau senkrecht einzusetzen.

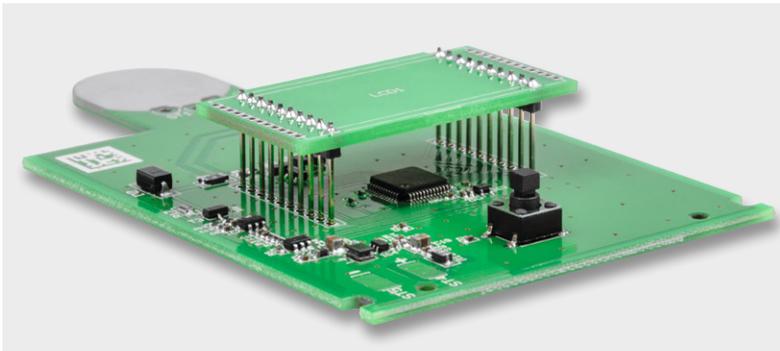


Bild 6: Zur genauen Positionierung der Stiftleisten können diese vor dem Verlöten auf der Displayplatine in die Basisplatine eingesetzt werden – hier noch nicht verlöten!



Bild 7: Anhand der Angussnase des Displays wird die richtige Positionierung vorgenommen. Die Nase muss an der Markierung im Bestückungsdruck liegen.

Bauteile zu bestücken sind. Zuvor sollte man jedoch die vorbestückte Platine auf exakte Bestückung und Lötfehler kontrollieren. Dies erfolgt anhand des Platinenfotos und des Bestückungsdrucks (Bild 2) sowie der Stückliste.

Danach ist, wie in Bild 3 gezeigt, die Displayplatine von der Hauptplatine durch vorsichtiges Abbrechen an der Perforation zu trennen. Dem folgt das Trennen der mitgelieferten 20-poligen Stiftleiste in zwei zehnpolige Stiftleisten, wie in Bild 4 zu sehen, und deren Einsetzen und Verlöten mit den kurzen Stiften von unten in die Displayplatine entsprechend Bild 5. Dabei ist zu beachten, dass die Stiftleisten genau senkrecht zur Platine stehen, um die Displayplatine später ohne mechanische Spannungen in die Hauptplatine einsetzen zu können. Zur genauen Positionierung der Stiftleisten kann man diese dazu in die zugehörigen Löcher der Hauptplatine einsetzen – jedoch jetzt hier noch nicht verlöten! Bild 6 zeigt diese Hilfspositionierung.

Sind die Stiftleisten auf der Displayplatine verlötet, kontrolliert man die Lötverbindungen noch einmal genau auf eventuelle Kurzschlüsse durch Lötbrücken und saubere, leitende Verzinnung, da diese Lötunkte nach Einlöten des Displays nicht mehr zugänglich sind. Das Einsetzen des Displays folgt nun entsprechend Bild 7 in der Position, in der die Glas-Angussnase des Displays und die entsprechende Markierung im Bestückungsdruck der Platine genau übereinander liegen.

Beim Verlöten ist zu beachten, dass das Display in einem Abstand von 2–3 mm über der Platine liegen muss, wie in Bild 8 zu sehen. Wichtiger als das genaue Einhalten des Abstands ist jedoch die genau gleichmäßige Lage des Displays über der Platine. Hier leistet ein Stück Pappe o. Ä., das man, wie in Bild 9 gezeigt, zwischen Platine und Display schiebt, gute Dienste. Anschließend legt man diese Anordnung kopfüber auf einer planen, sauberen Unterlage ab. Dann fällt es leichter, einen gleichmäßigen Abstand herzustellen.

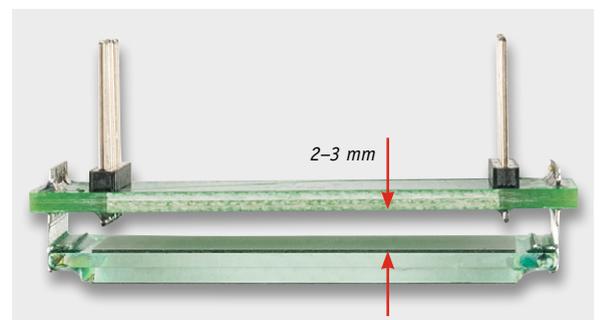


Bild 8: Das Display ist mit einem Abstand von 2–3 mm über der Platine einzulöten.

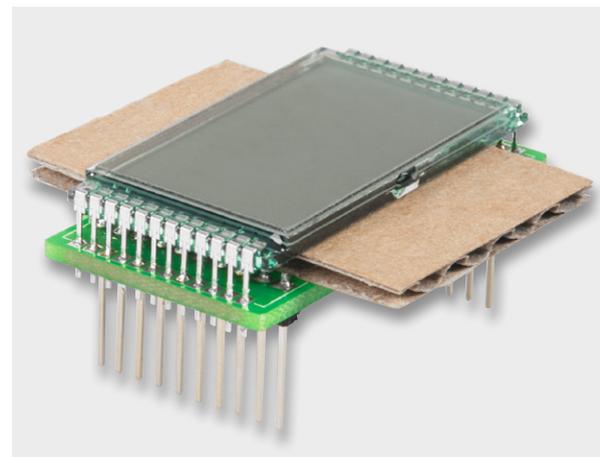


Bild 9: Als Positionierhilfe für die exakt gerade Lage des Displays kann ein Stück passender Karton dienen.

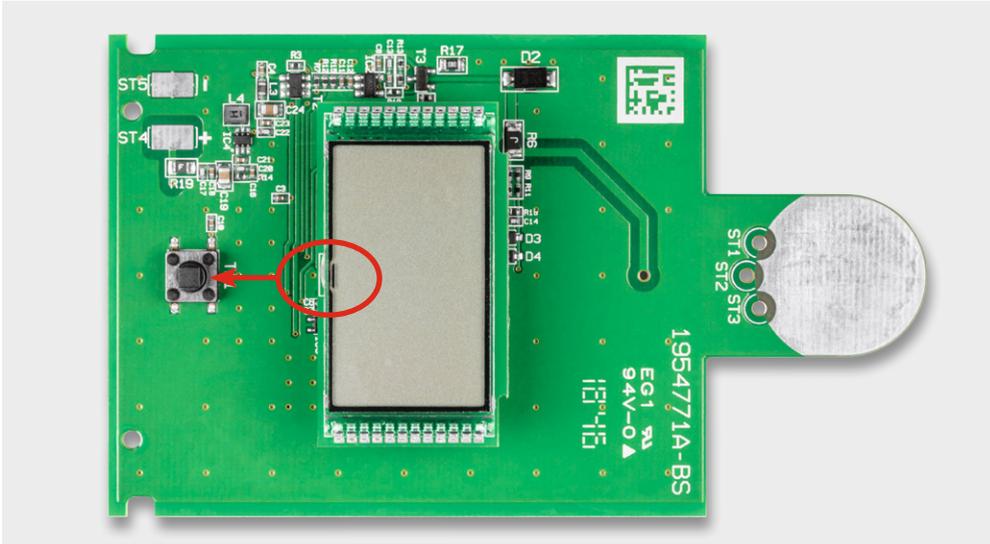


Bild 10: Die Displayplatine ist so einzusetzen, dass die Angussnase des Displays zum Taster TA1 weist.

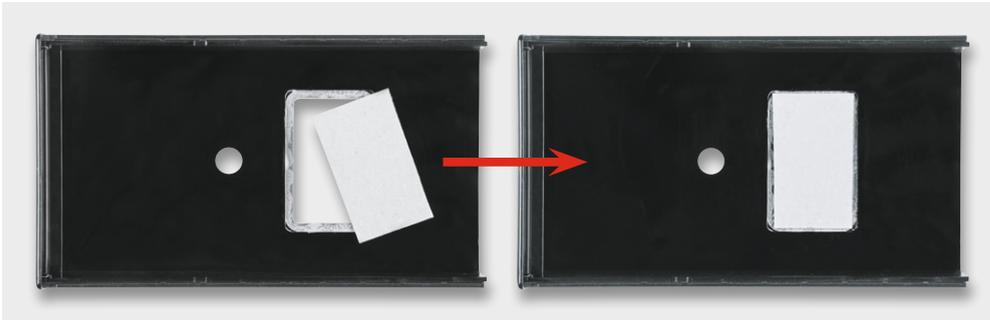


Bild 11: Ein kleines Stück Pappe (siehe Text) hilft, den richtigen Abstand des Displays zum Displayfenster einzuhalten.



Bild 12: Nach dem Einlegen der Basisplatine mit aufgesteckter Displayplatine müssen die Anschlüsse der Stiftleiste gleichmäßig in der Basisplatine stehen.



Bild 13: Nach Anlöten zweier gegenüberliegender Anschlüsse der Stiftleiste kontrolliert man noch einmal die exakte Lage der Displayplatine, bevor man alle Anschlüsse verlötet.



Beim Verlöten beginnt man an einem Eckpunkt, danach verlötet man den gegenüberliegenden Eckpunkt nach Kontrolle der planen Lage anhand der Pappzwischenlage. Danach werden die beiden restlichen Eckpunkte verlötet und die gleichmäßige Lage noch einmal kontrolliert (das Pappstück muss sich leicht gleichmäßig bewegen und herausziehen lassen). Erst dann sind alle restlichen Pins zu verlöten. Dem folgt, wie zuvor, eine sorgfältige Prüfung aller Lötunkte auf Kurzschlüsse und sonstige Fehler, da auch diese Lötunkte später nicht mehr zugänglich sind.

Die Bestückung der Basisplatine beginnen wir nun mit der Montage der Displayeinheit auf der Basisplatine. Die Nase des Displays muss dabei in Richtung des Tasters TA1 zeigen (Bild 10) und das Display maximal 14 mm über der Basisplatine stehen. Der korrekte Abstand lässt sich am einfachsten und sehr gleichmäßig erreichen, wenn man die Gehäuseoberschale mit der Front auf den Tisch legt und ein kleines Stück dünne Pappe mit 0,5 bis 1 mm Stärke in die Schale über das Displayfenster legt (Bild 11). Der Abstand zwischen Fenster und Display ist wichtig, damit bei späterem Druck auf das Gehäuse das Display nicht beschädigt wird.

Nun kann die Basisplatine mit locker eingesetzter Displayeinheit in die Oberschale eingelegt werden (Bild 12). Die Stifte der Stiftleiste sollten nun gleichmäßig durch die Basisplatine hindurchragen. In dieser Position wird die Einheit durch Verlöten von zwei gegenüberliegenden Pins fixiert.

Jetzt sollte nochmals der korrekte Sitz der Platine und des Displays kontrolliert werden (Bild 13), bevor anschließend auch alle weiteren Anschlüsse der Stiftleisten verlötet werden. Wenn diese mehr als 3 mm



Bild 14: Die spitze Lötseite der Lötstifte wird mit einem Seitenschneider entfernt.

durch die Basisplatine herausragen, sind sie vorsichtig zu kürzen, damit sie ebenfalls nicht den Gehäuseboden berühren.

Als Nächstes kürzen wir die kurzen Enden der drei Lötstifte möglichst dicht über deren Kranz (Bild 14). Die Lötstifte werden nun mit den übrig gebliebenen langen Stiften von unten in die Platine eingesetzt und die Kränze auf den Pads der Platine angelötet. Die Stifte sollten dabei möglichst bündig aufliegen und gerade durch die Platine ragen (Bild 15).

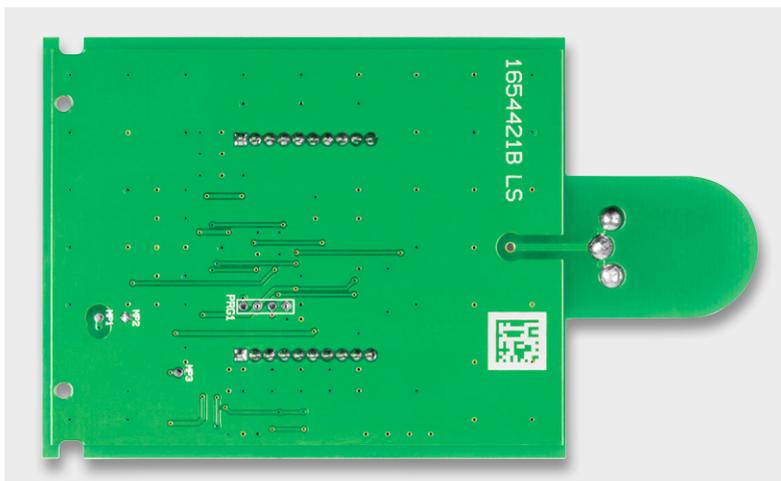


Bild 15: So erfolgt die richtige Bestückung der Lötstifte.

Batteriehalterung und Endmontage

Der letzte Montageschritt ist das Einsetzen und Verdrahten der Batteriehalterung. Als Vorbereitung dazu sind die vier Batteriekontakte, wie in Bild 16 gezeigt, in die Batteriehalterung einzusetzen, bis sie einrasten. Die Batteriekontakte sind für Plus- und Minuspol unterschiedlich ausgeführt, dies ist zu beachten.

Anschließend werden die Kontakte, wie in Bild 16 rechts zu sehen, mit der beiliegenden Litze verdrahtet. Für die Verbindungsleitung links schneidet man dazu ein 25 mm langes Stück der schwarzen Litze ab und isoliert es auf jeweils 2 mm ab. Die beiden noch freien Kontakte werden mit der restlichen Litze versehen, die in die Leitungsführungen einzulegen sind (Bild 16 rechts).

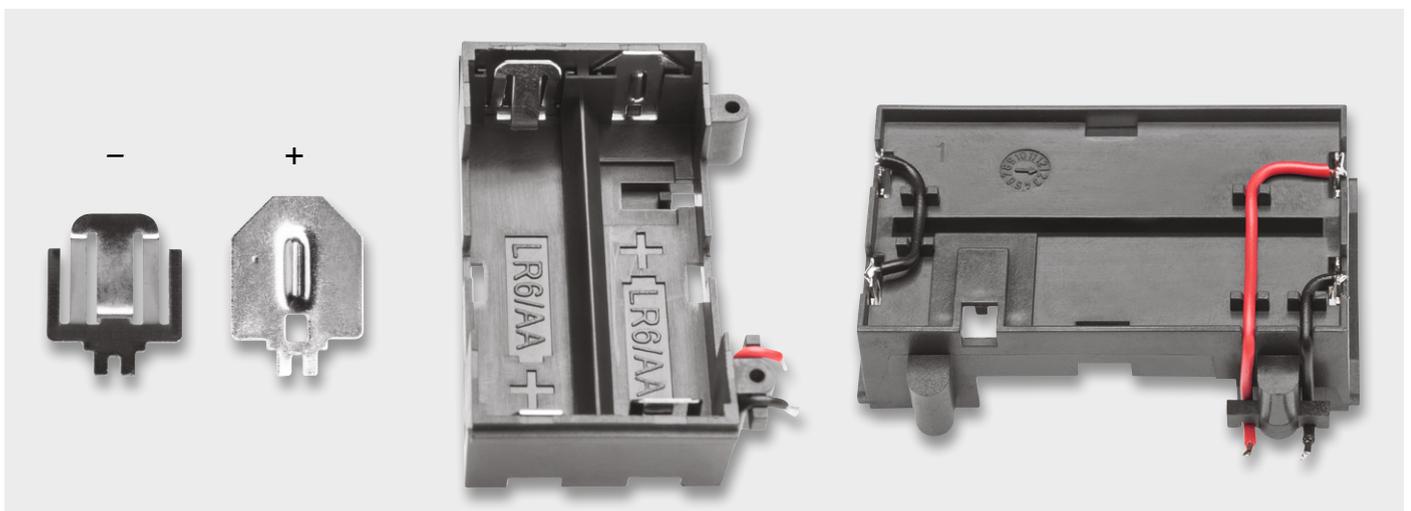


Bild 16: Die Batteriekontakte sind, wie hier gezeigt, in den Batteriehalter einzusetzen und zu verdrahten.

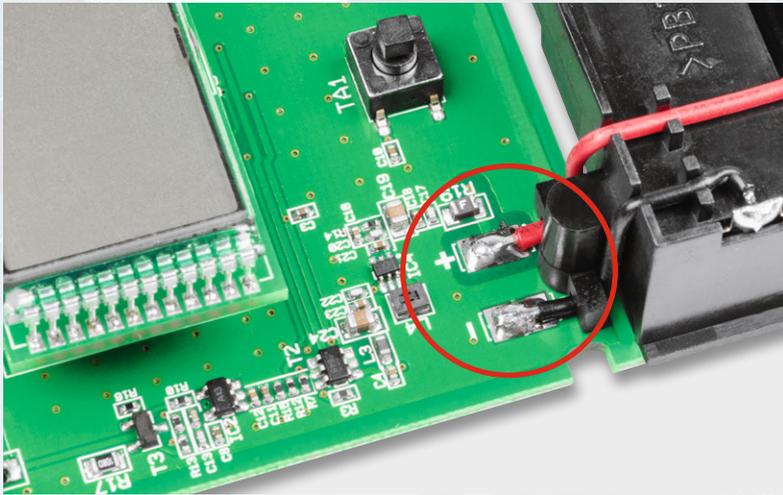


Bild 17: Die Anschlussdrähte des Batteriehalters werden, wie hier gezeigt, mit den Löt pads ST4 (rot, +) und ST5 (schwarz, -) verlötet.

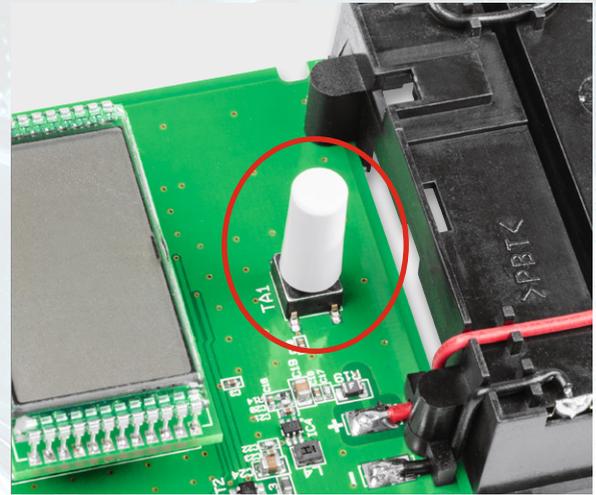


Bild 18: Den Abschluss der Vormontage bildet das Aufsetzen der Tasterkappe auf TA1.



Bild 19: Nach dem polrichtigen Einlegen der Batterien ...

Nach dem Verdrahten ist das Batteriefach mit den beiliegenden beiden Schrauben mit der Platine zu verschrauben und die beiden freien Drahtenden sind mit den zugehörigen Löt pads zu verlöten. Bild 17 zeigt dies.

Abschließend wird die Tasterkappe auf den Taster TA1 gesteckt (Bild 18) und die eventuell noch vorhandene Schutzfolie vom Display entfernt. Die Schutzfolien des Gehäusefensters sollten bereits entfernt sein. Falls das Fenster noch leicht milchig erscheint, kann auch hier ein Entfernen der Schutzfolie nötig sein.

Nach dem Einlegen der Platine in die obere Gehäuseschale und dem polrichtigen Einlegen der Batterien (Bild 19, 2x Mignon/AA/LR6) werden nun die beiden Gehäusenhälften bis zum Anschlag ineinandergeschoben (Bild 20) – jetzt ist der Aufbau abgeschlossen.

In Bild 21 ist das betriebsfertige Gerät im Einsatz zu sehen. **ELV**



Bild 20: ... werden die Gehäusenhälften bis zum Anschlag zusammengeschoben.



Bild 21: Das fertig aufgebaute Gerät im Betrieb



Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	BT101
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR6/Mignon/AA
Stromaufnahme:	20 mA max.
Stromaufnahme im Ruhebetrieb:	0,02 mA (typ.)
Batterielebensdauer:	3 Jahre (typ.)
Anzeige:	LCD, 3-stellig
Spannungsmessbereich:	5 V max.
Auflösung:	0,01 V
Messgenauigkeit:	2 % ± 0,02 V
Prüfstrom:	0,1 mA, 1 mA, 10 mA
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	63 x 135 x 25 mm
Gewicht:	148 g (inkl. Batterien), 101 g (ohne Batterien)

Stückliste

Widerstände:			
10 Ω/1 %/SMD/0805	R17	LM4040BIM7-2.5/NOPB/SC-70	IC3
1 kΩ/SMD/0402	R1, R10	TLV61224DCK/SMD	IC4
2,2 kΩ/SMD/0402	R16	BC847C/SMD	T1
10 kΩ/SMD/0402	R13–R15	µPA1918TE/SMD	T2
82 kΩ/SMD/0402	R18	FMMT618/SMD	T3
47 kΩ/SMD/0402	R4, R5, R9, R11	1N4148W/SMD	D1, D3, D4
220 kΩ/SMD/0402	R12	GS1MDWG/SMD	D2
1 MΩ/SMD/0402	R2, R3, R7, R8		
PTC/0,35 A/16 V/SMD/1206	R6	Sonstiges:	
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	R19	Chip-Ferrit, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L3
		Speicherdrossel, SMD, 4,7 µH/0,7 A	L4
		LC-Display	LCD1
Kondensatoren:		Minidrucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1
10 pF/50 V/SMD/0402	C13	Tastkappe	TA1
100 pF/50 V/SMD/0402	C1, C14, C17, C20, C22	Lötstifte 1,3 mm	ST1, ST2, ST3
1 nF/50 V/SMD/0402	C7, C9	Stiftleiste, 1x 20-polig, gerade, print, RM 2,0 mm	LCD1
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C4–C6, C8, C10, C12, C16, C18, C21, C23, C25	Gehäuseunterteil BT101, bearbeitet und bedruckt	
470 nF/16 V/SMD/0402	C15	Gehäuseoberteil BT101, bearbeitet und bedruckt	
1 µF/16 V/SMD/0402	C3, C11	Batteriehalterung für Schiebegehäuse SG2	
10 µF/16 V/SMD/0805	C19, C24	2x Minus-Batteriekontakte	
		2x Plus-Batteriekontakte	
Halbleiter:		2x Gewindeförmige Schrauben, 1,8 x 8 mm, Torx T6	
ELV181681/SMD	IC1	6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², rot	
LMV321/SMD	IC2	6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², schwarz	