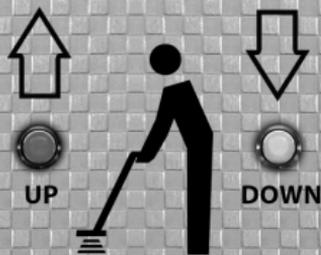
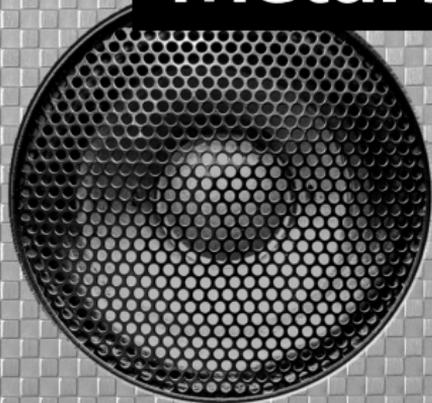
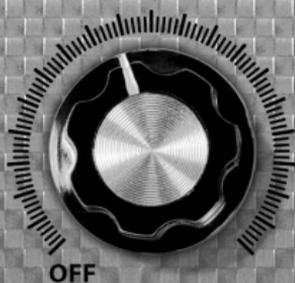


Metalldetektor selber bauen

Metal Detector Kit



- SENSITIVITY +



FRANZIS

Eisen (Fe)	Altmetall
Aluminium (Al)	Dosen
Silber (Ag)	Schmuck
Gold (Au)	Münzen
Platin (Pt)	Ringe

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch vorgestellten Schaltungen und Programme wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Trotzdem können Fehler im Buch und in der Software nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autor haften in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen. Im Übrigen haften Verlag und Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.

Liebe Kunden!

Dieses Produkt wurde in Übereinstimmung mit den geltenden europäischen Richtlinien hergestellt und trägt daher das CE-Zeichen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch ist in der Anleitung beschrieben.



Bei jeder anderen Nutzung oder Veränderung des Produktes sind allein Sie für die Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie die Schaltungen deshalb genau so auf, wie es in der Anleitung beschrieben wird. Das Produkt darf nur zusammen mit dieser Anleitung weitergegeben werden.

Das Symbol der durchkreuzten Mülltonne bedeutet, dass dieses Produkt getrennt vom Hausmüll als Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden muss. Wo Sie die nächstgelegene kostenlose Annahmestelle finden, sagt Ihnen Ihre kommunale Verwaltung.



© 2014 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar

ISBN 978-3-645-65241-4

Autor: Dr. Martin Müller

Satz: G&U Language & Publishing Services GmbH, Flensburg

Art & design: www.ideehoch2.de

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt. Die meisten Produktbeschreibungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Inhalt

1	Einleitung	5
	Wichtige Hinweise	6
2	Aufbau und Montage	9
	Leiterplatte	10
	Potenziometer	13
	Piezo-Lautsprecher	15
	Suchspule	17
	Sondenstab	19
3	Bedienung und Funktion	25
	Inbetriebnahme und Bedienung	26
	Funktionsbeschreibung	29
4	Anwendungen	35
	Sicherheitsdienst	36
	Leitungssucher	36
	Im Freien	37
A	Anhang	39
	Tipps zur Fehlerbehebung	39
	Bauteilliste	42

KAPITEL

1

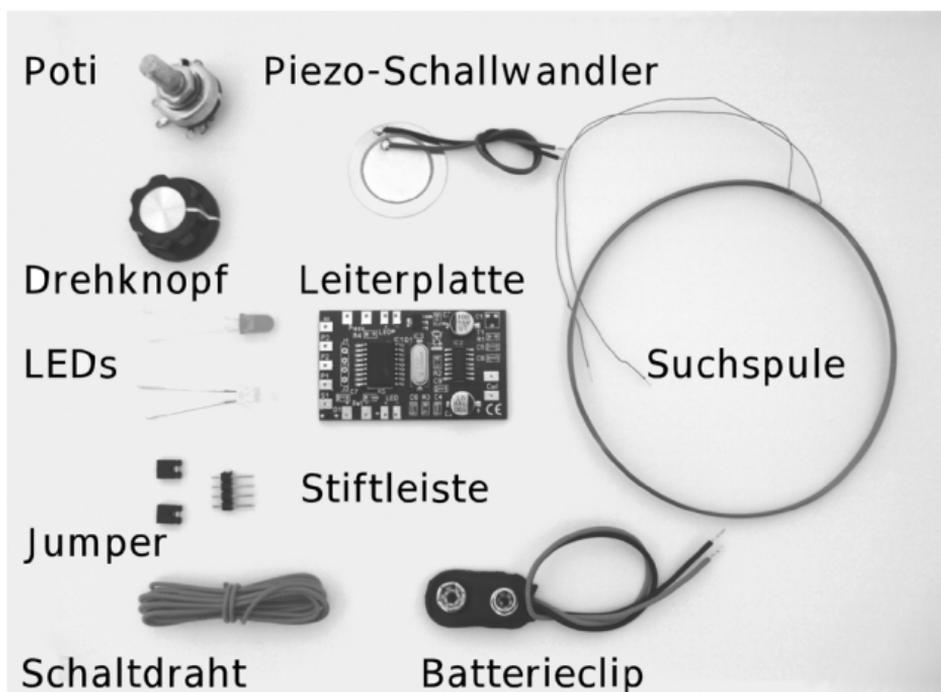
Wichtige Hinweise

Einleitung

Es gibt viele Einsatzmöglichkeiten für Metalldetektoren. So kann man im Garten oder am Strand verloren gegangene Gegenstände aus Metall wiederfinden, die Tätigkeit des Sicherheitsdienstes am Flughafen oder bei Veranstaltungen nachahmen, oder elektrische Leitungen in Wänden aufspüren.

Alle elektronischen Komponenten liegen diesem Bausatz bei. Nur wenige Bauteile müssen noch auf bzw. an die

Abbildung 1.1:
Komponenten
des Bausatzes



mit SMD-Bauteilen bestückte Leiterplatte gelötet werden. Beim Anfertigen der Platine wurde besonderer Wert auf die Gestaltung der zu lötenden Kontaktflächen (Löt pads) gelegt. Sie wurden so ausgeführt, dass alle Bauteile einfach, auch mit wenig Löt erfahrung, erfolgreich zu löten sind.

Für den Aufbau werden zusätzlich einige haushaltsübliche Materialien wie beispielsweise Joghurtbecher, Klebeband und Klebstoff benötigt.

Wichtige Hinweise

Damit der selbst aufgebaute Metalldetektor optimal funktioniert, sind einige wenige Details zu beachten.

Es ist empfehlenswert, vor dem Zusammenbau die Kapitel 1 und 2 vollständig durchzulesen. Erst dann sollte man den Metalldetektor Schritt für Schritt wie beschrieben zusammenbauen.

Bauteile und Leitungen wackelfrei montieren

Bei der Montage der Bauteile im bzw. am Gehäuse ist darauf zu achten, dass diese so befestigt werden, dass sie sich beim Betrieb nicht bewegen können. Besonders wichtig ist dies für Platine, Suchspule und die Verbindung zwischen den beiden Komponenten. Falls erforderlich, kann die Platine mit einem Streifen (doppelseitigem) Klebeband zusätzlich

befestigt werden. Die Leuchtdioden (LEDs), die die Platine im Gehäuse halten, können (wenn notwendig) mit ein paar Tropfen Alleskleber im Klappdeckel eingeklebt werden. Alleskleber ist auch geeignet, um die Drähte zwischen Spule und Platine in der Schachtel zu fixieren. Klebeband ist für diese Aufgabe nicht so gut geeignet. Beim Betrieb umherwackelnde Bauteile und Drähte führen zu falschen Anzeigen.

Suchspule sorgfältig montieren

Dem Metalldetektor liegt eine fertig konfektionierte Suchspule bei. Diese wird innen auf den Boden der Klappschachtel aufgeklebt. Damit sich die Spulenwindungen beim Einsatz des Metalldetektors nicht gegeneinander verschieben können, ist es unbedingt notwendig, die Windungen nochmals mit Klebstoff zu fixieren (siehe Seite 17).

Bauteile sorgfältig einlöten

Auf die vorbestückte Leiterplatte müssen 2 LEDs und eine 4-polige Stiftleiste aufgelötet werden. Man sollte sich bezüglich Position (Einbaulage, Platinenseite) und Polarität dieser Bauteile absolut sicher sein, bevor man sie einlötet. Der Anschlussdraht an der abgeflachten Seite des LED-Gehäuses muss jeweils mit dem mit „-“ gekennzeichneten Anschluss des Löt pads verbunden sein. Die Leiterplatte besitzt durchkontaktierte Bohrungen. Einmal eingelöte Bauteile lassen sich ohne geeignetes Werkzeug nur schwierig ohne Beschädigung wieder auslöten.

KAPITEL

2

Leiterplatte

Potenziometer

Piezo-Lautsprecher

Suchspule

Sondenstab

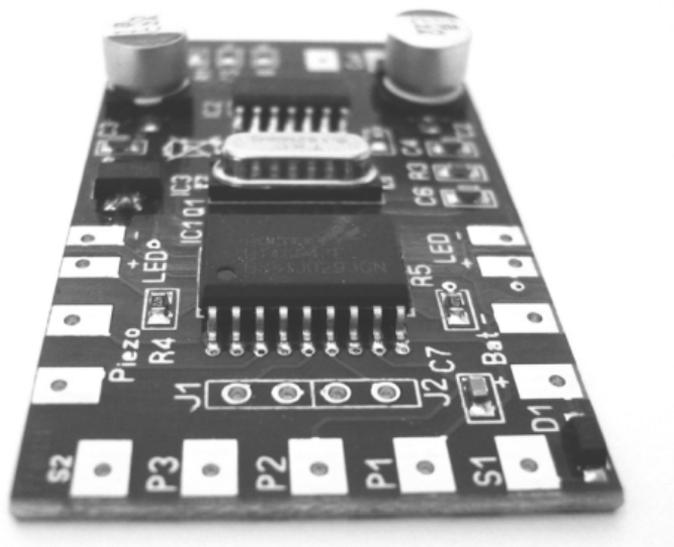
Aufbau und Montage

Im folgenden werden die beigelegten Bauteile des Metalldetektors vorgestellt und ihr Einbau in das Gehäuse beschrieben. Für die Anfertigung von Piezolausprecher und Sondenstab werden zusätzlich einige haushaltsübliche oder leicht und preisgünstig beschaffbare Materialien benötigt.

Leiterplatte

Das Herzstück des Metall-detektors ist die mit SMD-Bauteilen bestückte Platine. An sie werden alle anderen elektronischen Komponenten angeschlossen. Suchspule, Potenziometer mit Schalter, Piezowandler und Batterieclip werden über Drähte oder Litze mit den entsprechenden Löt-pads der Platine verbunden. Die beiden Leuchtdioden (LEDs) und die Stiftleiste (Pfostenstecker) für die Jumper werden direkt auf die Platine gelötet.

Abbildung 2.1:
Leiterplatte



Als erstes werden die Pfostenstecker für die Jumper auf die Platine gelötet. Die Pfostenstecker werden von der Bauteilseite soweit wie möglich durch die entsprechenden Löcher geschoben. Der längere Teil des einzelnen Steckers muss sich auf der Bauteilseite befinden.

Wichtig ist, dass sowohl der einzulötende Anschluss als auch das Lötpad ausreichend erwärmt sind, bevor man Lötzinn zuführt. Am besten positioniert man dazu die Spitze des Lötkolbens so, dass sie den Anschluss des Bauteils und das Lötpad gleichzeitig erhitzt.

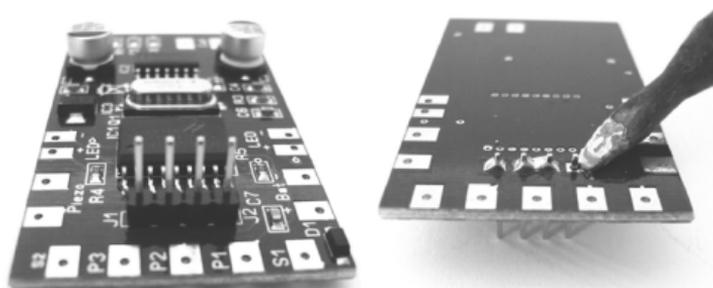


Abbildung 2.2: Stiftleiste. Nur die mittleren Pins dürfen mit Zinn verbunden sein.

Nun werden die LEDs eingelötet. Die Anschlussdrähte der LEDs werden von der unteren Leiterbahnseite (die Seite ohne Bauteile!) durch die vorgesehenen Löcher geschoben. Die blaue LED wird neben C 6, die weiße LED neben IC 3 eingelötet. Es ist auf die richtige Polarität der LEDs zu achten. Der längere Anschlussdraht der LED (Anode) muss mit dem mit „+“ gekennzeichneten Lötpad, der kürzere (Kathode) mit dem mit „-“ gekennzeichneten Lötpad verbunden werden. Die Anschlussdrähte der LEDs werden so weit wie möglich durch die Platine geschoben und ein wenig auseinandergebogen.

Die Drähte werden mit einem Seitenschneider ca. 3 mm über Lötpadniveau gekürzt, und verlötet. LEDs sind wie alle Halbleiterbauelemente hitzeempfindlich. Deshalb sollte das Einlöten zügig erfolgen. Wenn man über wenig Lötterfahrung

verfügt, ist es ratsam, nachdem der erste Anschlussdraht verlötet wurde einen Moment zu warten, bevor man den zweiten Anschlussdraht verlötet. So bekommt das Bauteil Zeit abzukühlen.

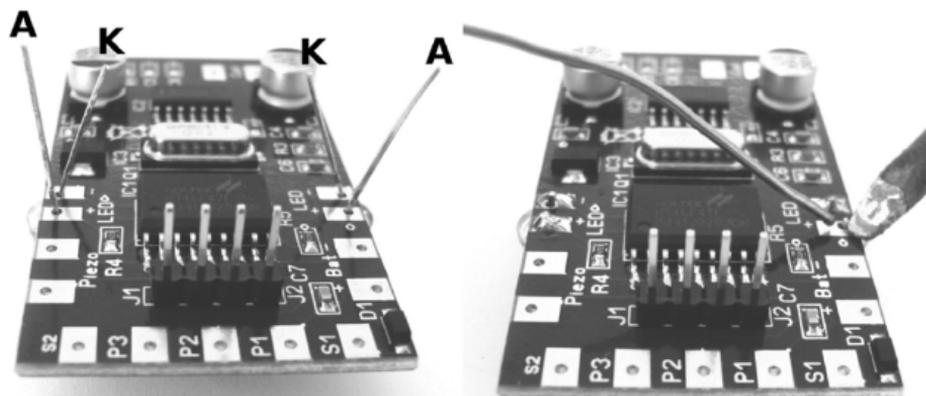


Abbildung 2.3:
Anode und
Kathode

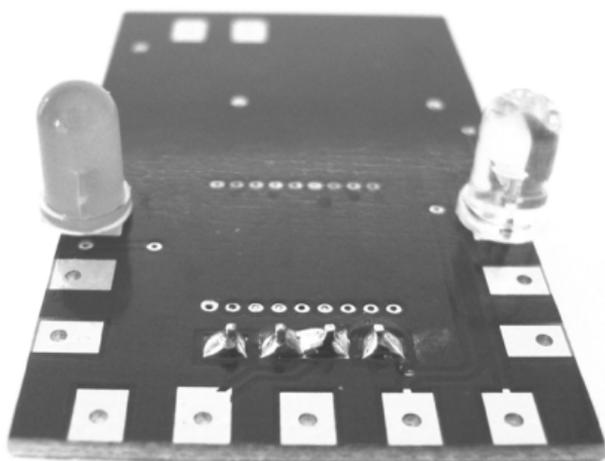


Abbildung 2.4:
Die LEDs

Potenziometer

Anschließend wird das Potenziometer (Poti) eingebaut. Es wird in die entsprechende Öffnung eingesetzt. Eine kleine Lasche verhindert einen verdrehten Einbau. Die Befestigung erfolgt mit Ringmutter und Unterlegscheibe. Die Achse wird ganz nach links gedreht, bis der Schalter öffnet, was durch ein leises Klicken angezeigt wird. Danach wird der Drehknopf mit der Madenschraube auf der Potenziometerachse befestigt, so dass die Markierung auf „OFF“ steht.

Die Platine wird so auf dem Klappdeckel montiert, dass die Seite mit den Bauteilen nach oben zu liegen kommt. Die auf der Leiterplatte aufgelöteten LEDs werden in die beiden 5-mm-Löcher des Klappdeckels eingedrückt. Dies verleiht der Platine Halt auf dem Klappdeckel. Sollte die Fixierung nicht ausreichend sein, kann man die LEDs mit etwas Alleskleber befestigen. Ebenso kann die Platine mit einem Streifen (doppelseitigem) Klebeband zusätzlich gesichert werden.

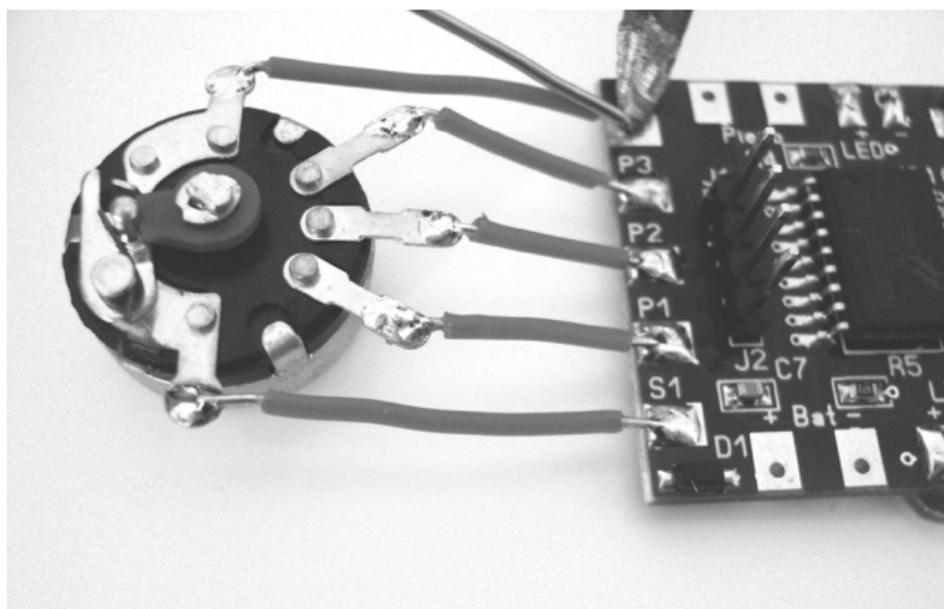
Jetzt werden die Kontakte des Potenziometers mit den zugehörigen Löt pads verbunden. Dazu verwendet man kurze Stücke Schalthdraht, deren Enden passend abisoliert werden müssen. Alternativ kann man auch blanke Drahtstücke verwenden. Die Kontakte des im Potenziometer integrierten Schalters werden an die Pads S1 und S2, die eigentlichen Potenziometerkontakte an die Pads P1, P2 und P3 gelötet.

Es empfiehlt sich, die Drahtstücke möglichst passgenau abzumessen und ihre Enden so umzubiegen, dass sie gut in die Lötösen des Potenziometers bzw. Löcher der Löt-pads passen.

Auf die entsprechend gekennzeichneten Löt-pads werden nun Batterieclip (Bat) und Piezoschallwandler (Piezo) gelötet. Beim Anschluss des Schallwandlers ist die Farbe der Anschlussdrähte unbedeut-sam. Es ist günstig, die beiden Anschlussdrähte des Piezoschallwandlers unter den Drähten, die das Potenziometer mit der Leiterplatte verbinden, durchzufädeln.

Abbildung 2.5:
Potenziometer
und Leiterplatte

Der rote Draht des Batterieclips wird mit dem „+ Pad“ neben der Diode D1, der schwarze mit dem „- Pad“ neben der blauen LED verlötet.



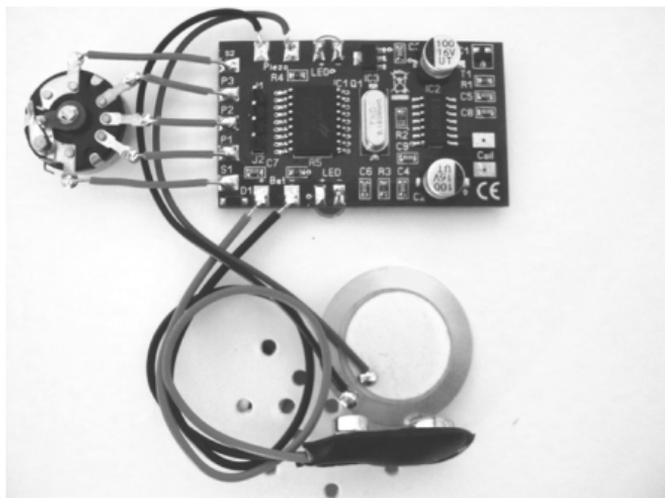


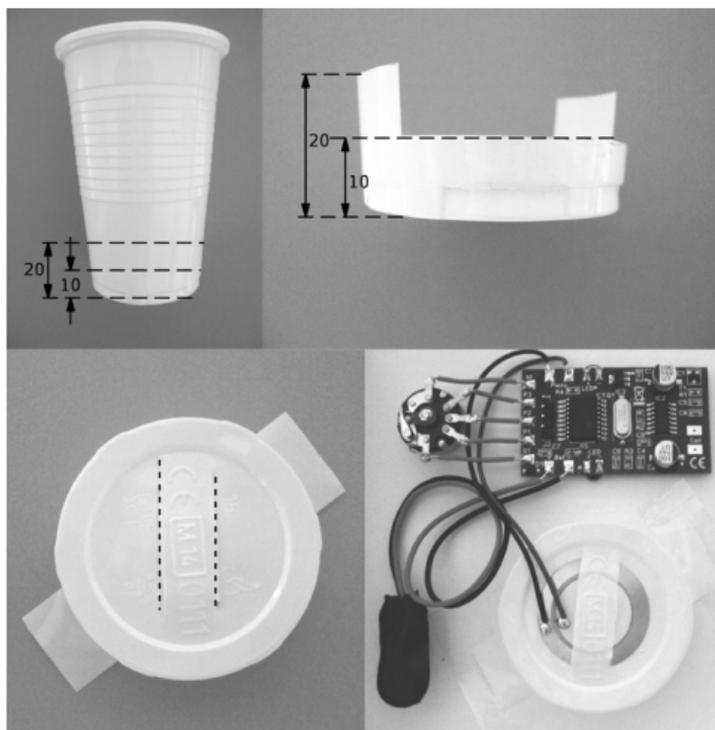
Abbildung 2.6:
Batterieclip und
Schallwandler

Piezo-Lautsprecher

Dem Bausatz liegt ein Piezo-Schallwandler bei. Damit die im Betrieb erzeugten Töne mit ausreichender Lautstärke abgestrahlt werden, muss dieser eine Membran in Schwingungen versetzen. Dazu wird ein Lautsprecher selbst angefertigt. Das Material aus dem die Membran besteht, darf elektrischen Strom nicht leiten und sollte möglichst dünn und in sich unelastisch sein. Am besten verwendet man einen Trinkbecher oder Joghurtbecher aus dünnem Kunststoff um einen solchen Lautsprecher herzustellen.

Der Becher wird 20 mm oberhalb des Bodens abgeschnitten. Der Teil mit dem Boden wird weiterverwendet. Sein Rand wird so zurechtgeschnitten, dass 2 gegenüberliegende Laschen von je ca. 10 mm Länge und ca. 10 mm Breite stehen bleiben.

Abbildung 2.7:
Piezolautesprecher



Die Laschen werden scharf über eine Kante nach außen umgebogen. Dem Boden des Bechers werden rechts und links neben der Bodenmitte zwei Schnitte beigebracht. Ein Schnitt sollte ca. 38 mm lang, der andere 23 mm lang sein. Der Abstand zwischen den beiden Schnitten beträgt ca. 5-8 mm.

Der Schallwandler wird durch die Schnitte geschoben, so dass er vom Steg zwischen ihnen gehalten wird. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass der Schallwandler möglichst fest eingeklemmt wird. Der so entstandene Lautsprecher ist über den Schallaustrittslöchern auf den Klappdeckel zu befestigen. Dazu werden die beiden umgebogenen Laschen (mit Klebeband) an geeigneter Stelle

auf den Klappdeckel befestigt. Sollte sich herausstellen, dass der verwendete Becher einen zu großen Durchmesser besitzt und die Platine überlappt, so kann man an entsprechender Stelle problemlos ein Stück der Becherwand herausschneiden.

Alternativ kann man eine Art Lautsprecher auch aus einem Stück dünner Pappe herstellen, oder versuchen den Schallwandler mit einem Streifen Klebeband direkt innen am Deckel der Schachtel zu befestigen.

Suchspule

Die beiliegende Suchspule wird auf den Boden der Klappschachtel geklebt. Die Spule wird innen, mittig möglichst weit weg von den anderen Bauteilen platziert. Sie wird mit handelsüblichem Alleskleber aufgeklebt. Wichtig ist, dass sich die Anschlüsse der Spule rechts in der Nähe

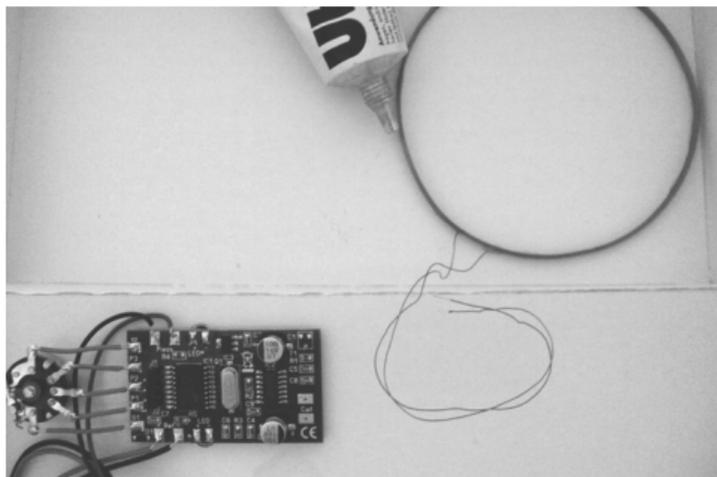
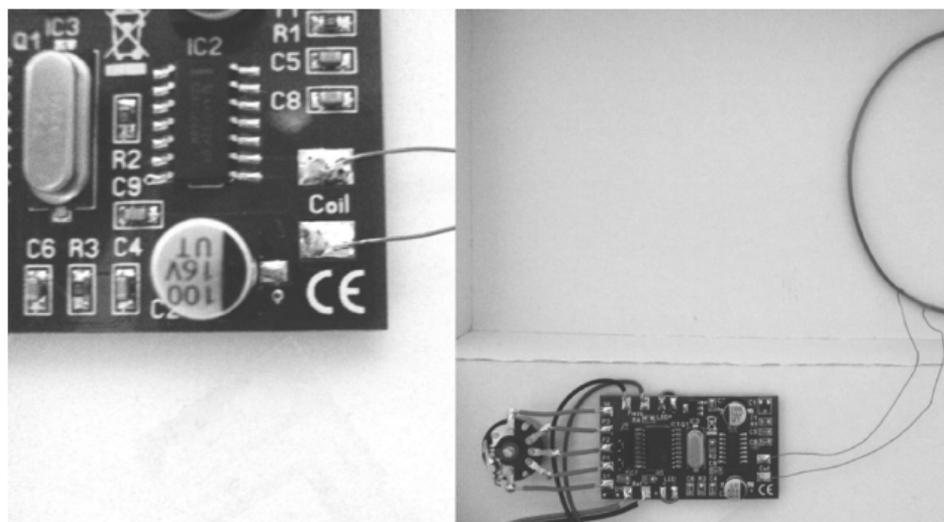


Abbildung 2.8:
Spuleneinbau

der Platine befinden. Es ist sinnvoll, nachdem die Spule eingeklebt wurde, die Windungen der Spule selbst großzügig mit Klebstoff zu benetzen. Dies erhöht die Betriebssicherheit des Geräts. Nach Trocknen des Klebstoffs können sich die Spulenwindungen nicht mehr gegeneinander verschieben. Dadurch wird das Auftreten von Fehlsignalisierungen deutlich reduziert. Wichtig ist, dass man den Kleber, der die einzelnen Windungen der Spule fixiert, großzügig aufträgt und ihm genug Zeit (am Besten über Nacht) zum Trocknen gibt. Wer hier zu sparsam oder zu ungeduldig ist, wird kein gutes Ergebnis erzielen.

Die Anschlussdrähte der Suchspule werden bis zu den vorgesehenen Lötspots auf der Platine geführt. Sie sollten bequem dorthin reichen, jedoch nicht deutlich zu lang sein. Bevor die Drahtenden mit den zugehörigen Lötspots verbunden werden, müssen sie verzinnt werden. Dadurch

Abbildung 2.9:
Spule und
Leiterplatte



löst sich die Lackisolierung des Drahtes auf. Man kann die Drahtenden zunächst mit einer (Schraubendreher-) Klinge blank schaben und dann mit der Lötkolbenspitze verzinnen.

Die Anschlussdrähte werden nun mit den vorgesehenen Löt pads (Coil) verlötet. Um die Betriebssicherheit zu erhöhen, können die Drähte mit Alleskleber im Inneren der Schachtel fixiert werden. Klebeband ist für diese Aufgabe nicht geeignet.

Sondenstab

Die hier beschriebenen Erweiterungen des Metall-detektors erfordern den zusätzlichen Einsatz einiger weniger haushaltsüblicher oder preisgünstig beschaffbarer Materialien (nicht im Lieferumfang), wie beispielsweise Kabelbinder, Schrauben, Besenstiel oder PVC-Rohr, etc. sowie ein wenig handwerkliches Geschick.

Besenstiel als Sondenstab

Um die Suchspule zum Auffinden verlorengegangener Gegenstände ohne körperliche Anstrengung dicht über dem Boden zu führen, kann man die Klappschachtel an einem Stab (z.B. Besenstiel) befestigen.

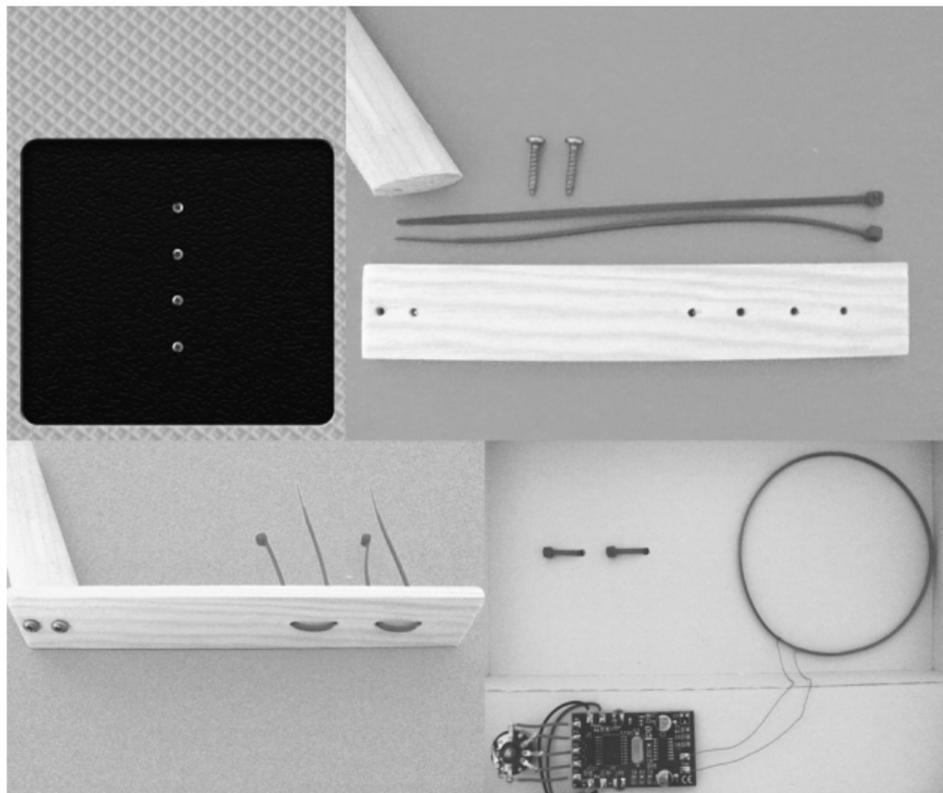


Abbildung 2.10:
Besenstiel als
Sondenstab

Dazu erhält die Unterseite der Klappschachtel vier Löcher. Die Position der Öffnungen ist außen auf den Schachtelboden gedruckt. Man kann eine kleine Schere (Nagelschere) benutzen, um die Löcher auszuschneiden oder sie einfach mit einem spitzen Gegenstand in die Pappe stanzen.

Benutzt man einen Besenstiel, so ist es zweckmäßig, diesen auf die gewünschte Länge zu kürzen und an einem Ende schräg abzusägen. Auf eine Holzleiste oder ein Sperrholzbrett von ca. 12-14 cm Länge werden die Positionen der Befestigungslöcher im Boden der Pappschachtel übertragen. Dies sollte so geschehen, dass die Leiste die Schachtel um ca. 3-4 cm überragt. Dann werden vier Löcher \varnothing 2,5-4 mm in die Holzleiste gebohrt. Zwei weitere Löcher werden im Abstand von 1 cm an dem Ende, das die Schachtel überragt, in die Leiste gebohrt. Durch diese Löcher wird die Leiste an dem abgeschrägten Ende des Besenstiels mit zwei kurzen Holzschrauben festgeschraubt. Es ist dringend zu empfehlen, zwei entsprechend kleinere Löcher \varnothing 1,5-2 mm für genannte Holzschrauben in das abgeschrägte Ende des Besenstiels zu bohren. Die Klappschachtel wird nun mit zwei Kabelbindern sicher an der Holzleiste befestigt.

KAPITEL

3

Inbetriebnahme und Bedienung
Funktionsbeschreibung

Bedienung und Funktion

In diesem Kapitel werden Hinweise zur Inbetriebnahme und Bedienung des Metalldetektors gegeben. Weiterhin werden Funktionsweise und auftretende Besonderheiten während des Betriebs beschrieben.

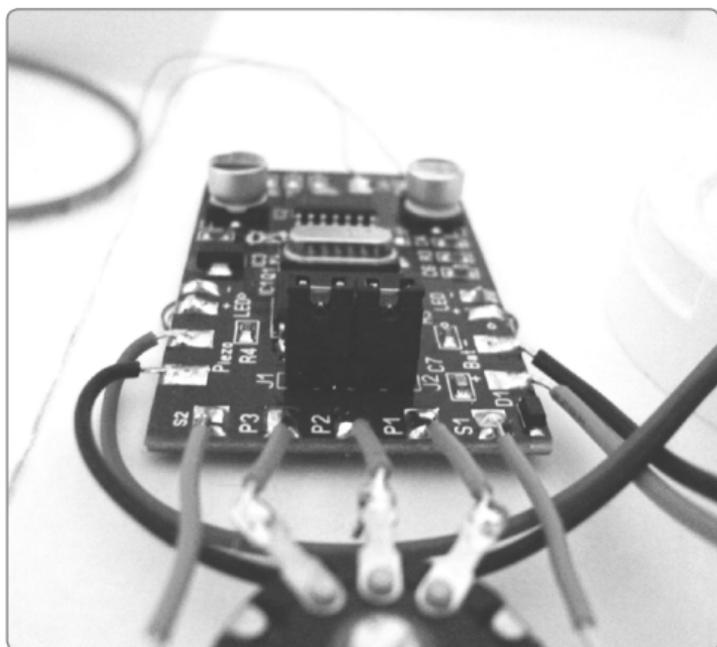
Inbetriebnahme und Bedienung

Vor Inbetriebnahme sollte man sich nochmals vergewissern, dass alle Bauteile korrekt mit der Platine verbunden sind, und wackelfrei in der Gehäuseschachtel eingebaut sind.

Der Metall-detektor sollte ausgeschaltet sein (Drehknopf auf „OFF“).

Für erste Versuche ist es ratsam, sich einen nicht zu kleinen Gegenstand aus Metall bereit zu legen. Sehr gut geeignet ist beispielsweise eine Keksdose aus Blech.

Abbildung 3.1:
Vor Erstinbetrieb-
nahme



Wichtig:

Die beiden Jumper (J1 und J2) sollten geschlossen sein.



Batterie

Der Batterieclip wird mit einer 9-V-Batterie verbunden. Die Batterie ist wackelfrei an geeigneter Stelle in der Schachtel mit (doppelseitigem) Klebeband zu befestigen.

Einschalten

Beim Einschalten sollten sich keine Gegenstände aus Metall in Nähe der Suchspule befinden.

Der Metalldetektor wird eingeschaltet und der Drehknopf auf eine mittlere Position eingestellt.

Beide LEDs leuchten auf und über den Piezolausprecher wird eine Tonfolge wiedergegeben (Initialisierungsroutine). Dann erlöschen die LEDs. Aus dem Piezolausprecher ist nun ein rhythmisches Knacken zu hören. Nähert man sich mit der Suchspule einem Gegenstand aus Metall, wird eine der beiden LEDs eingeschaltet und aus dem Piezolausprecher ertönt ein Signal. Je dichter sich die Suchspule am entsprechenden Gegenstand befindet, um so höher ist die Frequenz des Tons.

Drehregler

Mit dem Drehregler kann man in bestimmten Grenzen abgestuft die Empfindlichkeit des Metallsuchers einstellen.

Verdreht man während des Betriebs den Drehknopf, so verstummt der Piezolautsprecher. Beide LEDs leuchten und nach einem kurzen Moment wird erneut die Tonfolge wiedergegeben. Die LEDs erlöschen, und aus dem Lautsprecher ertönt wieder das rhythmische Knacken. Je kürzer der Abstand zwischen zwei Klicks ist, umso unempfindlicher ist der Metalldetektor.

Jumper

Eine weitere Möglichkeit grundsätzlich die Empfindlichkeit des Metalldetektors einzustellen, eröffnet Jumper J1 auf der Platine. Ist er geöffnet, so ist die Empfindlichkeit am größten. Wird J1 geschlossen, verringert sie sich um eine Stufe. Falls es im Betrieb wiederholt zu Fehlsignalisierungen kommt, so kann dieser Effekt durch das Stecken von J1 zumeist behoben werden.

Jumper J2 beeinflusst die automatische Frequenzkorrektur (siehe Seite 27). Wird er entfernt, kann man die Empfindlichkeit des Metalldetektors nochmals etwas erhöhen. Allerdings muss man dann mit dem vermehrten Auftreten von Fehlanzeigen rechnen. Meistens ist es ausreichend, das Gerät mit eingeschalteter Frequenzkorrektur (Jumper J2 gesteckt) zu betreiben.

Die Jumper sollten nur bei ausgeschaltetem Gerät gesteckt oder gezogen werden.

LEDs

Die LEDs können eine Aussage über die Beschaffenheit des detektierten Metalls ermöglichen. Leuchtet die weiße LED (Rand des Klappdeckels) so handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um ein sog. Eisenmetall. Leuchtet die blaue LED (Mitte des Klappdeckels) so handelt es sich wahrscheinlich um ein sog. Nichteisenmetall. Allerdings können große, flächige Gegenstände, die Eisenmetalle enthalten, auch dafür sorgen, dass die blaue LED eingeschaltet wird.

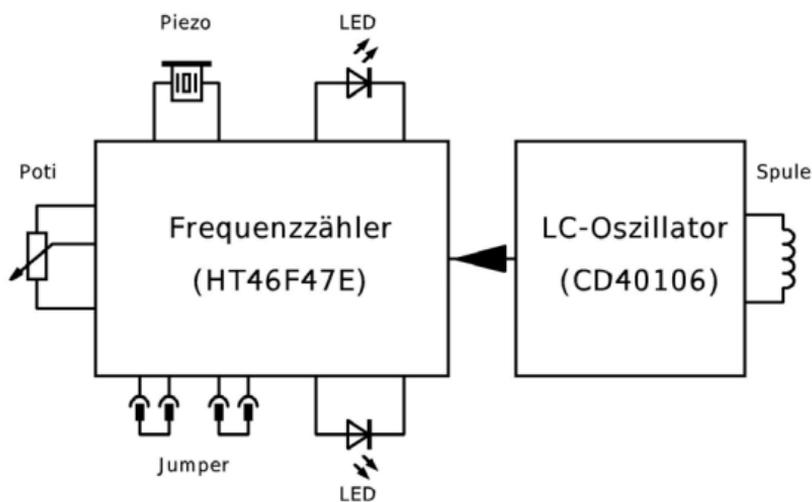
Funktionsbeschreibung

Schaltungstechnisch besteht der Metalldetektor aus einem freischwingenden LC-Oszillator (CD 40106) und einem digitalen Frequenzzähler (HT46F47E). Die Oszillatorfrequenz (ca. 400 kHz – 650 kHz) hängt entscheidend von der Suchspule ab. Gelangt ein Gegenstand aus Metall in die Nähe der Suchspule, so ändert sich die Frequenz des Oszillators. Besteht der Gegenstand aus einem Eisenmetall, sinkt die Oszillatorfrequenz. Nähert sich ein Nichteisenmetall der Suchspule, so steigt die Oszillatorfrequenz. Wie schon erwähnt, können große, flächige Objekte, die Eisenmetalle enthalten, auch dazu führen, dass die Oszillatorfrequenz ansteigt.

Die vom Oszillator erzeugte Frequenz wird vom Mikrocontroller gezählt, auftretende Frequenzschwankungen werden optisch und akustisch signalisiert.

Zur Frequenzmessung zählt der Mikrocontroller die vom Oszillator erzeugten Impulse während eines bestimmten Zeitraums. Dieser Zeitraum wird als „Torzeit“ bezeichnet. Vereinfacht kann man sagen, dass bei längerer Torzeit die Frequenzmessung genauer wird. Die Torzeit entspricht der Zeit zwischen zwei hörbaren Klicks im Betrieb. Sie kann mit dem Drehregler in mehreren Stufen verändert werden. Nach Einschalten bzw. Verstellen des Drehreglers kann es sehr selten dazu kommen, dass der Metallsucher nach seiner Initialisierungsroutine nicht in den Messmodus weiterschaltet. Stattdessen wiederholt sich die Initialisierungsroutine (mit Tonfolge und leuchtenden LEDs) ununterbrochen. Abhilfe wird dadurch geschaffen, dass man den Drehregler ein wenig verstellt.

Abbildung 3.2:
Blockschaltbild



Die gemessene Frequenz wird vom Mikrocontroller als Zahlenwert zwischengespeichert und verarbeitet. Bei einer einzelnen Messung könnte theoretisch ein maximaler Zahlenwert von 16.777.215 (3 Byte = 2 hoch 24) erhoben werden.

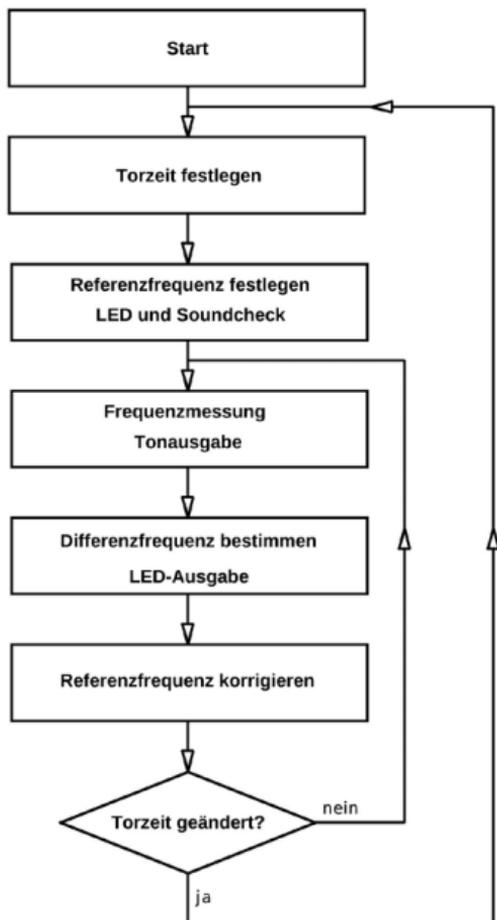
Dies entspricht einer Auflösung von 24 Bit. Durch Stecken von Jumper J1 werden die intern zu verarbeitenden Zahlenwerte durch 2 geteilt. Dadurch sinkt die Empfindlichkeit des Metallsuchers.

In Abhängigkeit von Umwelteinflüssen neigen LC-Oszillatoren dazu, ihre Frequenz minimal zu ändern (Drift). Solche kleinen Frequenzänderungen werden in der Software des Mikrocontrollers aufgefangen. Dabei kann es zu folgenden Phänomenen kommen: Nähert man sich sehr langsam einem Metallgegenstand, wird die dadurch erzeugte Frequenzabweichung von der Software nicht als Ausdruck einer durch das Metall hervorgerufenen Frequenzänderung, sondern einer spontan auftretenden Frequenzdrift interpretiert. Eine Signalisierung erfolgt nur kurzzeitig. Nach Vergrößerung des Abstands zum genannten Objekt erfolgt dann jedoch eine dauerhafte, optische und akustische Signalisierung eines gar nicht vorhandenen Metallgegenstandes. In diesem Fall sollte man den Drehregler soweit verstellen, dass beide LEDs aufleuchten und der Mikrocontroller quasi neu gestartet wird (Initialisierungsroutine).

Die automatische Korrektur der Frequenzdrift ist auch die Ursache dafür, dass man nach Entfernung vom detektierten Metallteil noch ein kurzes Aufblinken der LED,

die beim Detektionsvorgang dunkel geblieben ist, beobachten kann. Solange diese LED leuchtet, wird auch ein Ton-signal abgestrahlt.

Abbildung 3.3:
Flussdiagramm
Software
(schematisch)



Wie schon erwähnt, kann die Frequenzkorrektur durch Entfernen von Jumper J2 ausgeschaltet werden. Dabei ist zu beachten, dass bei ausgeschalteter Frequenzkorrektur vermehrt Fehlsignalisierungen auftreten.

KAPITEL

4

Sicherheitsdienst
Leitungssucher
Im Freien

Anwendungen

Wie schon erwähnt, gibt es sicher viele Anwendungsmöglichkeiten für den Metalldetektor. Je nach Anwendung sollte der Metalldetektor optimal eingestellt oder an einen Sondenstab montiert werden. Selbstverständlich kann man die Komponenten des Metalldetektors statt in die mitgelieferte Pappschachtel auch in einem selbstgebauten Gehäuse unterbringen. Dabei ist wie beim Aufbau mit Originalgehäuse darauf zu achten, dass die Bauteile ohne mechanisches Spiel montiert werden. Die Suchspule sollte möglichst weit entfernt von den anderen Elementen platziert werden.

Sicherheitsdienst

Bei Veranstaltungen oder an Flughäfen gibt es Sicherheitskontrollen, bei denen Gäste auf das Mitführen verdächtiger Gegenstände aus Metall untersucht werden.

Möchte man diese Tätigkeit mit dem Franzis-Metall-detektor nachahmen, so empfiehlt es sich, den Regler für die Empfindlichkeit dicht an den linken Anschlag zu stellen. Die Zeit für die einzelne Frequenzmessung wird dadurch sehr kurz. Eine Person kann so zügig abgesucht werden.

Leitungssucher

Mit dem Franzis-Metalldetektor lassen sich auch Strom und Wasserleitungen aus Metall in Wänden und Böden aufspüren. Zumeist ist es günstig, für diese Aufgabe eine mittlere Empfindlichkeit einzustellen. Aufgrund der flächigen Abmessungen der Suchspule kann es jedoch schwierig sein, hierbei eine zentimetergenaue Lokalisierung vorzunehmen. Im Zweifel sollte man das Ergebnis mit einem anderen Leitungssucher überprüfen.

Im Freien

Möchte man mit dem Franzis-Metalldetektor im Freien verlorengegangene Gegenstände suchen, so ist es vorteilhaft, das Gerät an einem Sondenstab (siehe Seite 19) zu befestigen. Je kleiner der zu suchende Gegenstand ist, umso schwieriger ist er natürlich aufzufinden. Der Empfindlichkeitsregler sollte ganz nach rechts gestellt werden. So wird die maximal verfügbare Zeit für eine einzelne Frequenzmessung genutzt. Um kleine Gegenstände erfolgreich aufspüren zu können, muss die Suchspule langsam über das abzusuchende Areal bewegt werden.

A

Tipps zur Fehlerbehebung

Bauteilliste

Anhang

Tipps zur Fehlerbehebung

Der Franzis-Metalldetektor ist ein Bausatz, bei dem nur wenige Bauteile miteinander verbunden werden müssen. Natürlich kann es auch dem erfahrensten Bastler, Techniker oder Ingenieur passieren, dass sich beim Schaltungsaufbau ein Fehler einschleicht. Hier sollen nun – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – einige Hinweise und Tipps gegeben werden, wie man einen Fehler einkreisen kann. Ist der Fehler erkannt, ist die Fehlerbeseitigung meistens kein Problem.

Weder optische noch akustische Signale nach dem Einschalten

Dies deutet auf ein Problem der Versorgungsspannung hin.

- ⚡ Hat die angeschlossene Batterie noch genug Energie?

- ⚡ Sind alle Bauteile mit den vorgesehenen Anschlüssen der Platine verbunden?
- ⚡ Haben die angeschlossenen Bauteile die richtige Einbaulage? (Polarität)

Eine oder beide LEDs leuchten nicht

Hier sollte man überprüfen, ob die Anschlüsse der LEDs kontaktsicher und richtig herum mit den Löt pads verbunden sind. Der Anschlussdraht an der abgeflachten Seite des LED-Gehäuses muss jeweils mit dem mit „-“ gekennzeichneten Anschluss des Löt pads verbunden sein.

Keine Tonwiedergabe

Werden keine Töne und auch kein rhythmisches Knacken wiedergegeben, so ist die Überprüfung des Piezo-Lautsprechers angezeigt. Ist er korrekt mit den entsprechenden Löt pads verbunden?

Keine Metallerkennung

Zunächst läuft die Initialisierungsroutine (mit aufleuchtenden LEDs und Wiedergabe einer Tonfolge) richtig ab. Im Anschluss daran ein ist rhythmisches Knacken aus

Wichtig:

Eine deutlich wahrnehmbare Lautstärke wird nur in Kombination des Piezoschallwandlers mit einem entsprechenden Resonanzkörper erreicht. Ein Piezo-Lautsprecher muss, wie auf Seite 15 beschreiben, unbedingt angefertigt werden.



dem Lautsprecher zu hören. Nun sollte bei Annäherung von Metall an die Suchspule eine der LEDs aufleuchten und ein Ton vom Lautsprecher abgestrahlt werden.

Geschieht dies nicht, kann es sich um ein Anschlussproblem der Suchspule handeln. Die Verbindung der Drahtenden der Spule mit den zugehörigen Löt pads sollte überprüft werden. Wichtig ist, dass die Drahtenden vor dem Löten sorgfältig verzinnt worden sind.

Sporadische LED- und Tonsignale

Werden vom Metalldetektor scheinbar ohne erkennbaren Grund LEDs angeschaltet und immer wieder kurzzeitig Töne wiedergegeben, so sollte der Gesamtaufbau auf seine mechanische Stabilität hin überprüft werden. Sind alle Komponenten soweit möglich fest und wackelfrei miteinander bzw. mit dem Gehäuse verbunden?

- ↪ Sind die Windungen der Suchspule mit Klebstoff ausreichend fixiert?
- ↪ Sind die Leitungen zur Suchspule so verlegt, dass sie nicht umherschlackern?
- ↪ Es kann helfen, die Mess- und Rechenauflösung durch Stecken von Jumper J1 zu verändern.
- ↪ Die automatische Frequenzkorrektur sollte durch Stecken von Jumper J2 eingeschaltet werden.

LED- und Tonsignal nach Entfernen vom untersuchten Gegenstand

Dieses Phänomen ist wird durch die softwaremäßige Korrektur der Referenzfrequenz verursacht (siehe Seite 27).

Bauteilliste

1	Leiterplatte, bestückt
1	Stiftleiste 4-polig
2	Jumper
1	LED weiß, \varnothing 5 mm
1	LED blau, \varnothing 5 mm
1	Potenziometer 10 kOhm lin. mit Schalter

1	Suchspule 150 μH
1	Drehknopf \varnothing 23 mm
1	Piezo-Schallwandler
1	Batterieclip 9 V
1	Schaltdraht 0,5 m

Technische Daten:

- ⚡ Versorgungsspannung: 9V
- ⚡ Stromaufnahme: 9 – 15 mA

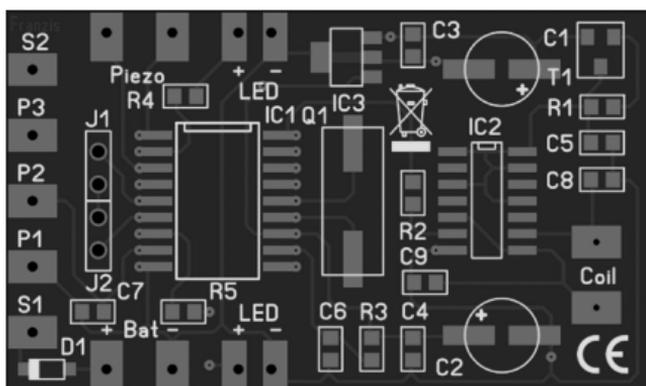
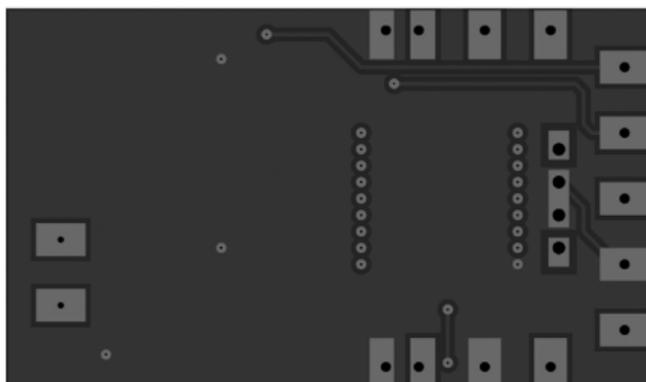


Abbildung A.1:
Layout



All circuits and programs depicted in this book are developed and tested with utmost care. Nonetheless, it is not possible to rule out all errors in the book or in the software. Publisher and author are only liable in case of intent or gross negligence according to legal regulation. Beyond that, publisher and author are only liable according to the law on product liability concerning hazards to life, body, and health and the culpable violation of essential contractual obligations. The damage claim for the violation of essential contractual obligations is limited to the contract-specific, predictable damage, unless in cases of mandatory liability according to the law on product liability.

Dear customers!

This product was developed in compliance with the applicable European directives and therefore carries the CE mark. Its authorized use is described in the instructions enclosed with it. In the event of non-conforming use or modification of the product, you will be solely responsible for complying with the applicable regulations. You should therefore take care to assemble the circuits as described in the instructions. The product may only be passed on along with the instruction and this note.



Waste electrical products should not be disposed of with household waste. Please recycle where facilities exist. Check with your local authority or retailer for recycling advice.



© 2014 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar

ISBN 978-3-645-65241-4

Author: Dr. Martin Müller

Translation and DTP: G&U Language & Publishing Services GmbH, Flensburg

Art & Design Cover: www.ideehoch2.de

All rights reserved, including those of reprinting, reproduction and storage in electronical media. No part may be reproduced and distributed on paper, on storage media, or in the Internet, especially as PDF, without the publisher's prior written permission. Any attempt may be prosecuted. Hardware and software product names, company names, and company logos mentioned in this book are generally registered trademarks and have to be considered as such. For product names, the publisher uses mainly the spelling of the manufacturer.

Content

1	Introduction	47
	Important Notes	48
2	Design and Assembly	51
	Circuit board	52
	Potentiometer	55
	Piezo speaker	57
	Search coil	59
	Probe handle	61
3	Operation and Functional Principle	65
	Startup and operation	66
	Functional principle	69
4	Applications	75
	Security service	76
	Cable locator	76
	Working outside	77
A	Appendix	79
	Troubleshooting	79
	Component list	83

CHAPTER

1

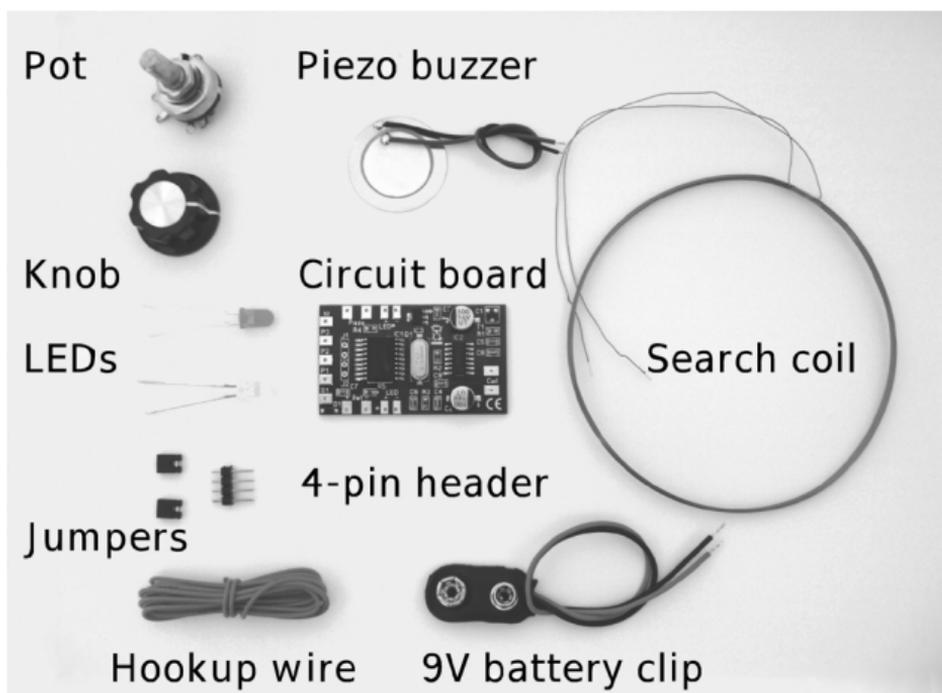
Important Notes

Introduction

There are many uses for a metal detector. You can recover metal objects that you have lost in the garden or on the beach, you can emulate the activities of the security personnel at the airport or at public events, and you can locate the electrical wiring in walls.

The kit contains all required electronic components. Only a few elements have to be soldered to the circuit board that is already equipped with SMD components. In

Fig. 1.1:
Components contained in the kit



manufacturing the board, the design of the soldering pads (contact areas for soldering) was of special importance. They were designed in such a way that all components can be soldered on successfully, even if you have only little soldering experience.

Additionally, common household articles like yoghurt cup, adhesive tape and glue are required for assembly.

Important Notes

For optimum functionality of the do-it-yourself metal detector you have to observe a few important pieces of advice.

It is recommended to read chapter 1 and 2 completely before you begin assembly. After that you should assemble the metal detector step by step as per instruction.

Firm assembly of components and connections

When mounting components in and on the housing, make sure that you attach them firmly so that they cannot move in operation. This is particularly important for the circuit board, the search coil and the connections between them. If required, you can additionally fix the board with (double-sided) adhesive tape. The LEDs (light emitting di-

odes) that fasten the board inside the housing can be glued to the flap lid by a few drops of all-purpose glue (if necessary). All-purpose glue is also suitable to fix the wires between coil and board inside the housing. Adhesive tape is not as well suited for this job. Components and wires that wobble in operation lead to wrong results.

Carefully attaching the search coil

The metal detector comes with a prefabricated search coil. It has to be glued to the bottom inside the flip pack. It is imperative to fix the loops of the coil additionally with glue so that they do not move relative to each other when the metal detector is operated (see page 57).

Carefully soldering in the components

Two LEDs and a 4-pin header have to be soldered to the preassembled circuit board. Make absolutely sure of the positioning (mounting direction, board side) and polarity for these components before you solder them in. The lead at the flattened side of the LED housing has to be connected to the contact marked “-” at the soldering pad. The circuit board has plated-through bores. Without adequate tools, it is very difficult to remove soldered components without damages.

CHAPTER

2

Circuit board

Potentiometer

Piezo speaker

Search coil

Probe handle

Design and Assembly

This section describes the included components of the metal detector and their assembly in the housing. In order to build the piezo speaker and the probe handle, you will additionally need a few common household articles or cheap and easily available objects.

Circuit board

At the heart of the metal detector lies the circuit board with preassembled SMD components. The other electronic components have to be attached to it. Search coil, potentiometer with switch, piezo buzzer and battery clip are connected to the circuit board by wires and the respective soldering pads. The two LEDs and the pin header for the jumpers are directly soldered to the board.

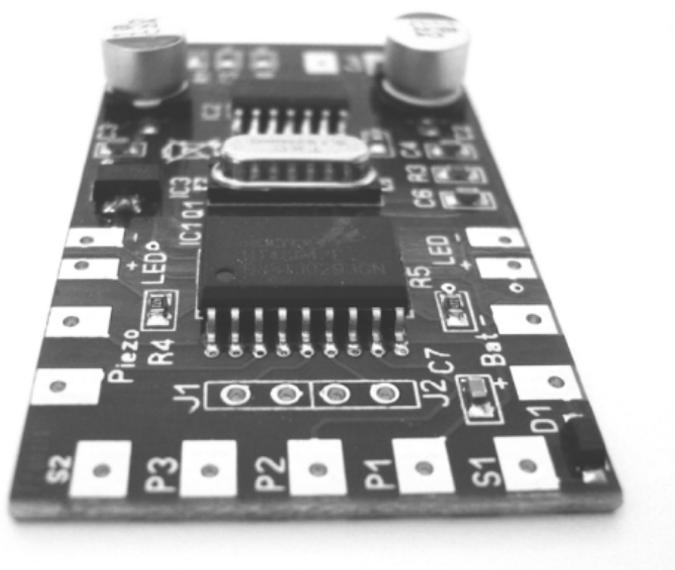


Fig. 2.1:
Circuit board

First, you have to solder the pin header for the jumpers to the circuit board. From the component side of the circuit, push the pin header as far as possible through the designated holes. The longer parts of the single pins must stick out on the component side.

It is important to sufficiently warm the contact to be soldered and the soldering pad before you apply any tin-solder. It is best to place the tip of the soldering iron so that the contact of the component and the soldering pad are heated simultaneously.

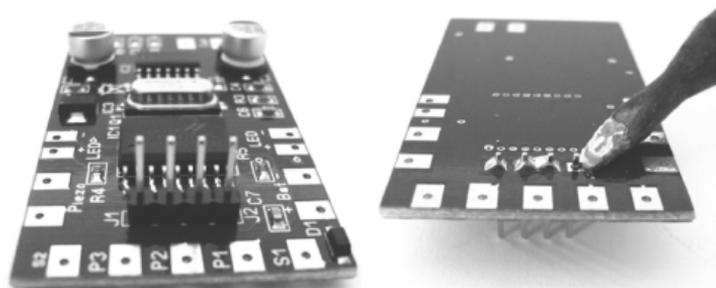


Fig. 2.2:
Pin header.
Only the middle
two pins may
be connected
with solder.

After that, you solder in the LEDs. From the bottom side of the circuit board (the one without components!), push the LED leads through the designated holes. The blue LED is soldered in next to C 6, the white one next to IC 3. Make sure of right polarity of the LEDs. The longer LED lead (anode) has to be connected to the soldering pad marked as "+", the shorter one (cathode) to the soldering pad marked as "-". The LED leads are pushed through the board as far as possible and bent apart a little.

Use a wire cutter to shorten the leads approx. 3mm above soldering pad level, and solder them. As with any semiconductor components, LEDs are affected by heat. Thus you have to solder them speedily. When you do not have much experience in soldering, it is best to wait a

moment after you soldered the first component lead before you tackle the second one. This way the component has time to cool.

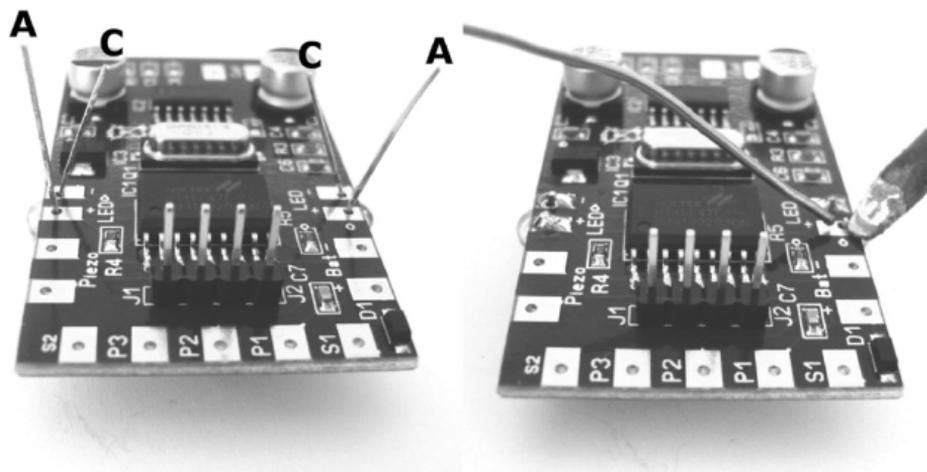


Fig. 2.3:
Anode and
cathode

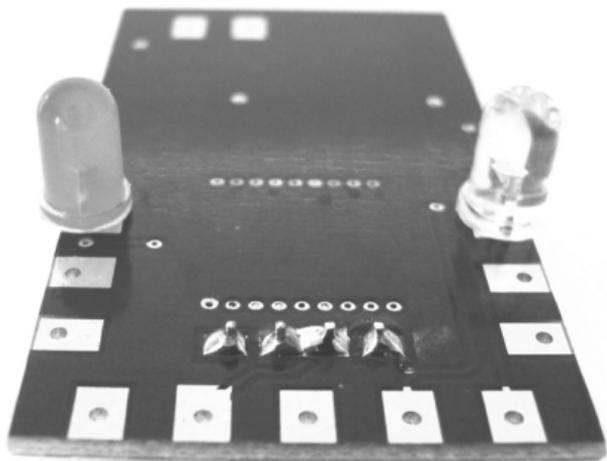


Fig. 2.4: LEDs

Potentiometer

Next, you attach the potentiometer. Insert it into the designated opening in the flap lid. A small clip prevents you to insert it the wrong way. Fix the potentiometer with ring nut and washer. Turn the axis to the left until the switch opens, which is indicated by a low clicking noise. After that you use the grub screw to attach the turning knob to the potentiometer so that the marker points to OFF.

Attach the circuit board to the flap lid so that the component side faces inwards. The LEDs soldered to the circuit board are pushed through the two 5mm holes in the flap lid. In this way the circuit board is fixed to the lid. If this fixation is not sufficient, you can attach the LEDs with a little all-purpose glue. Also, you can additionally fix the board with (double-sided) adhesive tape.

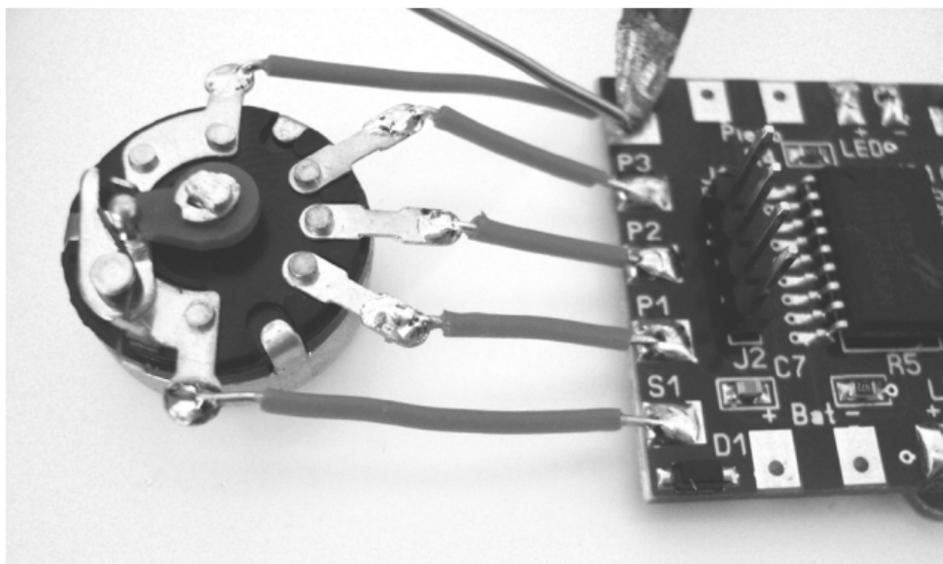
Now you connect the leads of the potentiometer with the respective soldering pads. For this purpose you use short pieces of hookup wire. Strip the ends of the wire accordingly. Alternatively you can also use bare pieces of wire. The leads of the switch integrated in the potentiometer are soldered to the pads S1 and S2, the proper potentiometer leads to the pads P1, P2 and P3.

It is recommended to cut the pieces of wire as custom-fit as possible and to bend their ends so that they can be inserted easily into the soldering lugs of the potentiometer or the holes in the soldering pads, respectively.

Now you solder the battery clip and the piezo buzzer to the appropriately labeled soldering pads (Bat or Piezo, respectively). The color of the connecting wires has no significance for connecting the buzzer. It is best to run both connection wires of the piezo buzzer below the wires that connect the potentiometer to the circuit board.

Fig. 2.5:
Potentiometer
and circuit board

Now you solder the red wire of the battery clip to the "+" pad next to diode D1 and the black one to the "-" pad next to the blue LED.



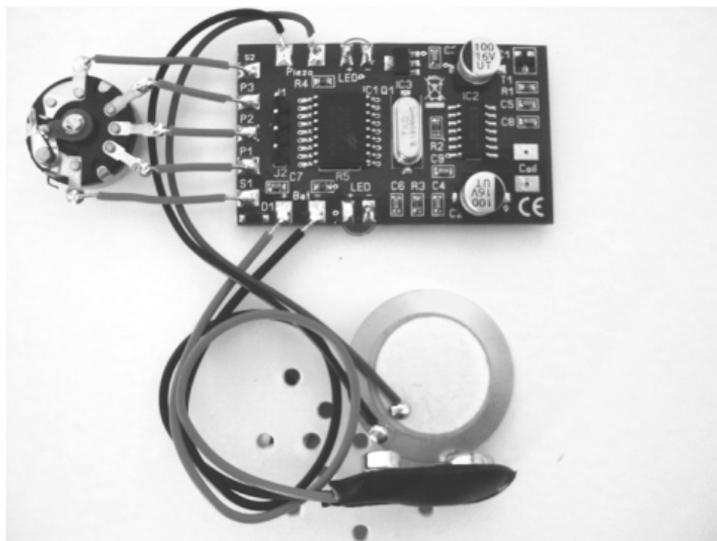


Fig. 2.6:
Battery clip and
piezo buzzer

Piezo speaker

The kit comes with a piezo buzzer. In order to emit the generated sounds with sufficient volume, the buzzer has to oscillate a membrane. To this end, you have to build a speaker yourself. The material for the membrane must not conduct electric currents and has to be as thin and inelastic as possible. The best option is to use a drinking cup or a yoghurt cup made from thin plastics.

Cut the cup 20mm above the bottom. You will work with the bottom part. Trim the edge so that two opposing straps of 10mm length and 10mm width remain.

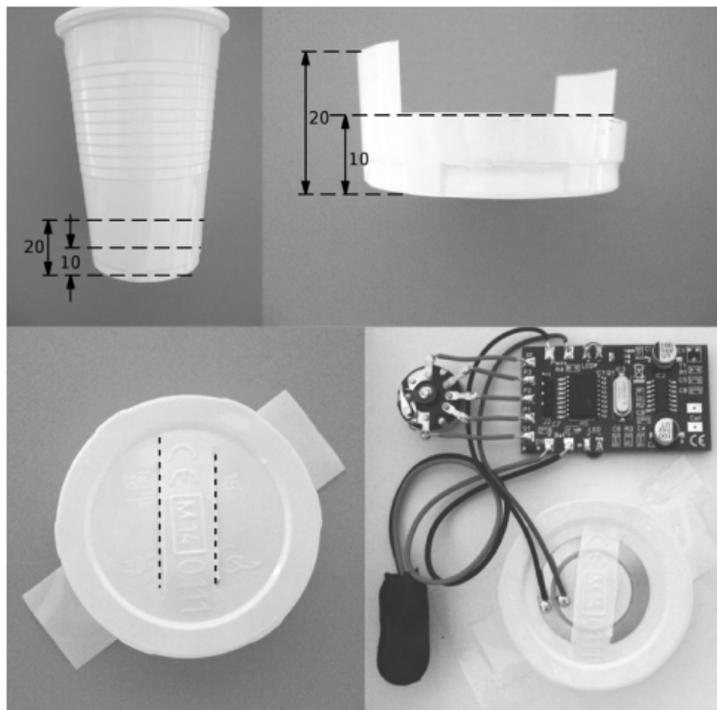


Fig. 2.7:
Piezo speaker

Bend the strips outwards using a sharp edge. Cut two slits into the bottom of the cup right and left to the center. One of the slits shall be 38mm long, the other one 23mm. The distance between the slits is approx. 5–8mm.

Push the piezo buzzer through the slits so that it is held by the remaining strip between the slits. Make sure to clamp the buzzer as tightly as possible. Now you mount this self-assembled speaker above the sound holes in the flap lid. For this purpose, you attach the bent strips with adhesive tape at a suitable location on the lid. If the diameter of the cup is too large so that the speaker overlaps with the circuit board, you can safely cut off a piece of the cup side.

Alternatively, you can build a speaker with a piece of thin cardboard, or you attach the piezo buzzer with a strip of adhesive tape directly to the inside of the flap lid.

Search coil

The included search coil has to be glued to the bottom inside the flip pack. Place it inside the flip pack, centered and as far away from other components as possible. Fix it with common all-purpose glue. It is important that the coil leads are on the right-hand side near the circuit board. After gluing in the coil, it is recommended to coat the loops of the coil generously with glue. This increases the operational safety of the device. When the glue has dried, the coil loops can no longer move relative to each other. This significantly reduces the occurrence of false signals. It is important that you generously apply glue to fix the individual loops of the

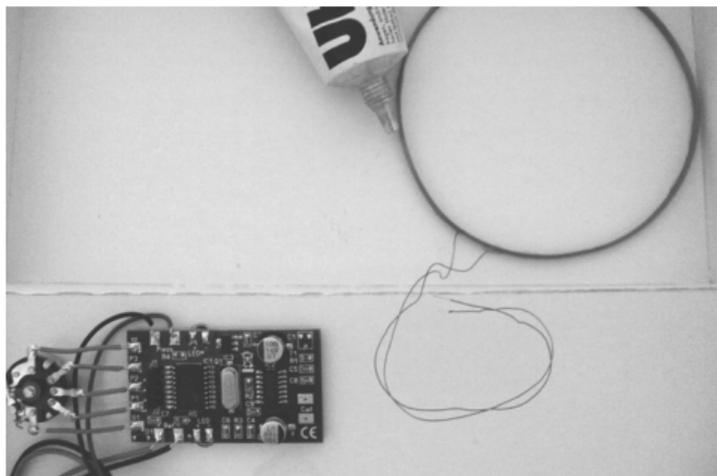


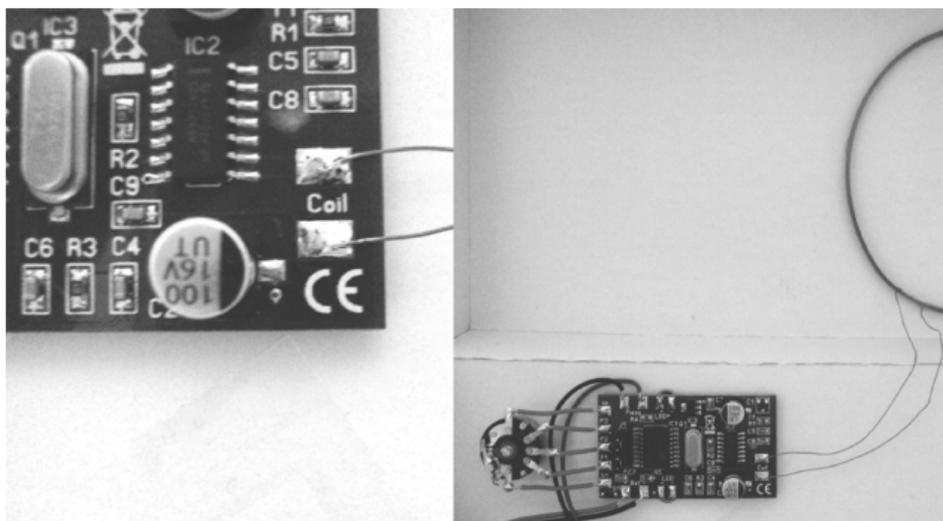
Fig. 2.8:
Attaching the coil

coil and that you grant enough time for drying (best to let it dry over night). Do not be too thrifty or impatient, as that will not lead to good results!

Run the connection wires of the search coil to the designated soldering pads on the circuit board. They should conveniently lead up to the pads, but they must not be exceedingly long, too. Before you connect the wire ends with the respective soldering pads, you have to tin-coat them. This dissolves the insulation of the wire. You can first scrape bare the wire ends with a blade (e. g. of a screwdriver) and then tin-coat them by the point of the soldering iron.

Fig. 2.9:
Coil and circuit
board

Now you solder the connection wires to the designated soldering pads (Coil). To increase the operational safety, you can fix the wires with all-purpose glue inside of the box. Adhesive tape is not suited for this job.



Probe handle

The enhancement of the metal detector as described in this section requires a few additional parts not included in the kit. These are common household articles or cheap and easily available objects like wire straps, screws, a broomstick, a PVC tube, etc. Manual skills are also required.

Using a broomstick for the probe handle

You can attach the flip pack to a handle (a wooden broomstick), so that you can operate the search coil without physical effort near ground level in order to recover lost objects.

For this purpose you have to cut four holes into the bottom side of the flip pack. The locations for these openings are printed to the outside of the bottom of the box. Cut out the holes with small scissors (nail scissors) or punch them into the cardboard bottom by means of a pointy object.

If you want to use a broomstick, it will be advisable to cut it to the desired length and to bevel one end. Mark the locations of the holes in the bottom of the cardboard box on a wooden lath or a plywood board of approx. 12–14cm length. The board should stick out beyond the box for approx. 3–4cm. Now drill four holes with a diameter of 2.5–4mm into the wooden lath. Drill two additional holes

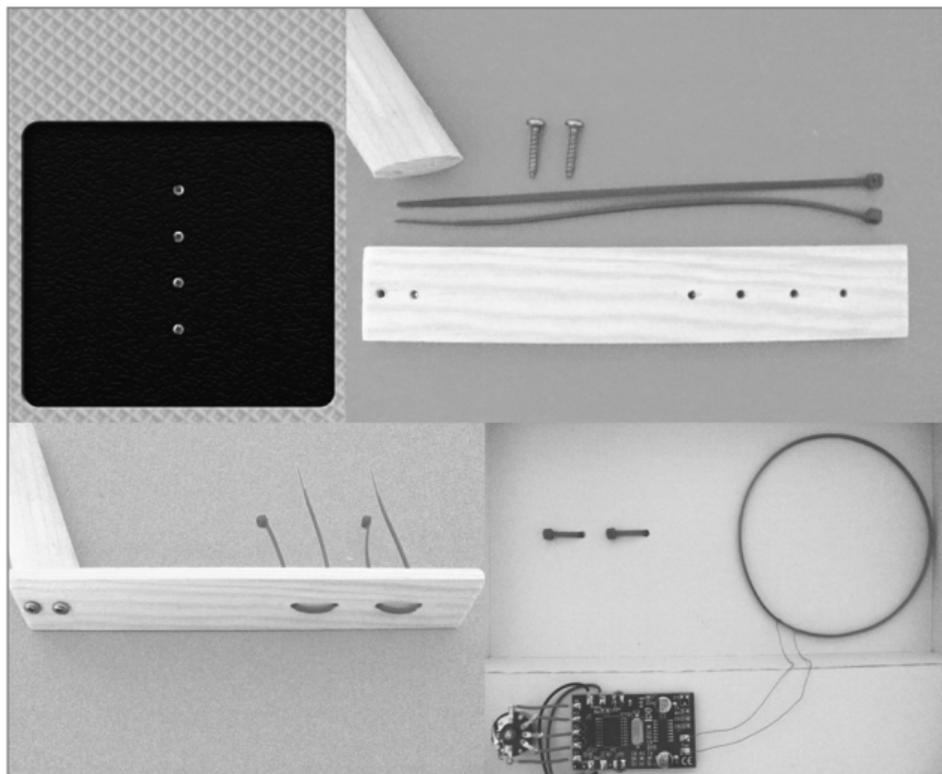


Fig. 2.10: 1cm away from the end that sticks out beyond the box. Using a broomstick for the probe handle Use these holes to attach the lath to the beveled end of the broomstick by means of two short wood screws. It is highly recommended to drill two matching but smaller holes with a diameter of 1.5–2mm into the beveled end of the broomstick to receive the screws. Now you safely attach the flip pack by means of two wire straps to the wooden lath.

CHAPTER

3

Startup and operation

Functional principle

Operation and Functional Principle

In this chapter you learn how to start and operate the metal detector. Furthermore the functional principle and special incidents during operation are described.

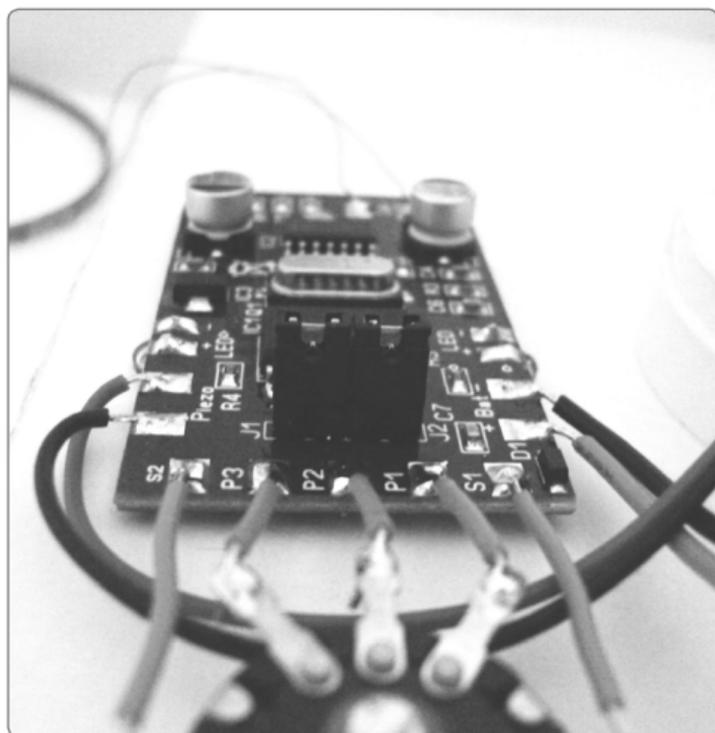
Startup and operation

Before starting up the detector, you should check again if all components are correctly connected to the circuit board and firmly mounted inside the housing.

The metal detector must be turned off (turning knob in OFF position).

For the first tests it is recommended to provide a metal object that is not too small. E. g. a cookie tin is suitable.

Fig. 3.1: Before initial operation



Important:

The jumpers J1 and J2 must be closed.



Battery

Connect the battery clip to a 9V battery. Attach the battery firmly to a convenient location inside the box using (double-sided) adhesive tape.

Switch-on

When you switch on the detector, there should be no metal objects near the search coil.

Switch on the metal detector and set the turning knob to a center position.

Both LEDs light up. The piezo speaker plays a tone sequence (initialization routine). Then the LEDs go out. You can only hear a rhythmic clicking noise from the piezo speaker. When the search coil comes near to a metal object, one of the LEDs is turned on, and the piezo speaker emits a signal. The nearer the search coil comes to the object, the higher is the frequency of the tone.

Turning knob

The turning knob allows you to adjust the sensitivity of the metal detector gradually and within certain limits.

When you turn the knob during operation, the piezo speaker falls silent. Both LEDs light up, and after a short pause, the piezo speaker emits the initialization tone sequence. The LEDs go out, and the speaker emits again the rhythmic clicking sound. The shorter the period between two clicks, the more insensitive is the metal detector.

Jumpers

Jumper J1 on the circuit board allows for adjusting the basic sensitivity of the metal detector. You achieve the highest sensitivity by opening the jumper. When you close J1, the sensitivity is reduced by one step. If you repeatedly get false readings, you can fix this error by inserting J1.

Jumper J2 affects the automatic frequency correction (see page 67). By removing this jumper you can further increase the sensitivity of the metal detector. However, this may lead to an increase in false readings. In most cases it is sufficient to operate the device with activated frequency correction (jumper J2 inserted).

Insert and remove jumpers only when the device is turned off!

LEDs

The LEDs give you some information about the type of the detected metal. The white LED (at the edge of the flap lid) indicates with high probability a so-called ferrous metal. The blue LED (in the middle of the flap lid) indicates a probability for a so-called nonferrous metal. However, large, planar objects containing ferrous metal may also cause the blue LED to light up.

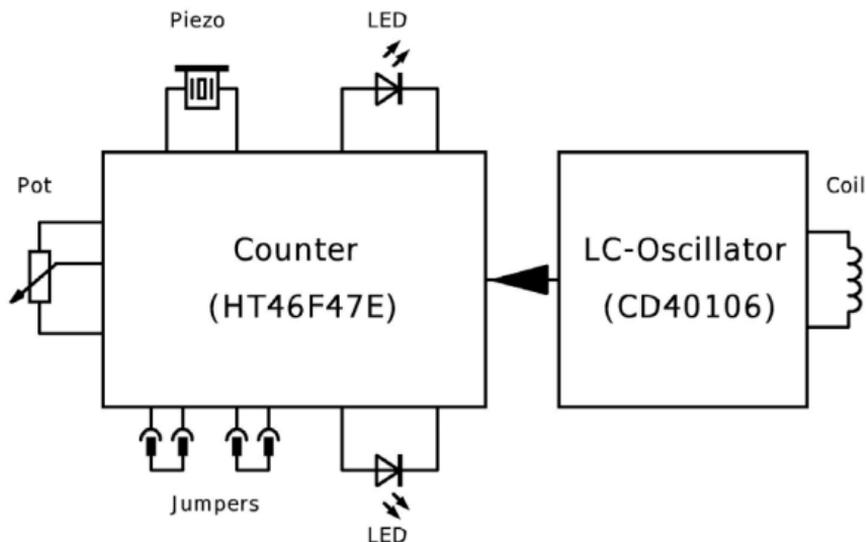
Functional principle

The circuit of the metal detector consists of a free running LC oscillator (CD 40106) and a digital frequency counter (HT46F47E). The oscillator frequency (approx. 400 kHz – 650 kHz) depends mainly on the search coil. When a metal object gets near the coil, the frequency of the oscillator changes. If the object consists of a ferrous metal, the oscillator frequency drops. If the object consists of a nonferrous metal, the oscillator frequency rises. As mentioned before, large, planar objects containing ferrous metal may also cause the cause the oscillator frequency to rise.

The frequency generated by the oscillator is counted by the microcontroller. Any frequency variations are indicated visually and acoustically.

In order to measure the frequency, the micro controller counts the pulses that the oscillator generates during a given time period. This time period is called "gate time". To put it simple: the longer the gate time, the more precise is the frequency measurement. The gate time corresponds to the time between two audible clicks in operation. The turning knob allows you to adjust it stepwise to several values. After switching on the device or turning the knob, the metal detector executes its initialization routine. In rare cases it may not switch to the measuring mode afterwards, but instead continuously repeat the initialization routine (sounding the tone sequence and lighting up the LEDs). You can remedy this by turning the knob a little.

Fig. 3.2: Circuit diagram



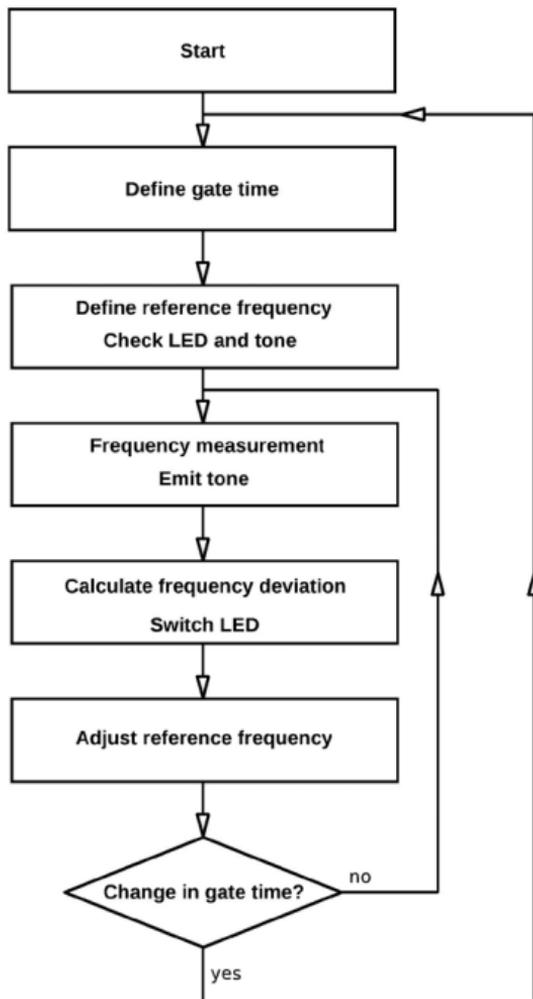
The micro controller stores the measured frequency as a numerical value and processes it. In theory, a maximum numerical value of 16,777,215 (3 byte = 2^{24}) may be captured in a single measurement.

This corresponds to a resolution of 24 bit. By inserting jumper J1 the internally processed numerical values are divided by 2. As a result, the sensitivity of the metal detector is reduced.

Depending on environmental influences, LC oscillators tend to slightly change their frequency (drift). Such small frequency changes are compensated for by the microcontroller software. In the process, the following phenomenon may occur: When you approach a metal object very slowly, the software interprets the generated frequency deviation not as an indication of a near-by metal, but of a spontaneous drift. Detection is only indicated temporarily. When you now increase the distance to the object, you get a permanent visual and acoustical indication of a metal object that is no longer there. In this case you should turn the knob until both LEDs light up and the microcontroller is sort of restarted (executing the initialization routine).

The automatic compensation for frequency drift is also the culprit when the LED does not light up during the actual detection of a metal object, but blinks shortly when you withdraw from the object. As long as the LED lights up, an audible signal is emitted.

Fig. 3.3:
High-level soft-
ware flow chart



As mentioned before, you can deactivate the frequency correction by removing jumper J2. However, you have to be aware that you get more false readings when you turn off the frequency correction.

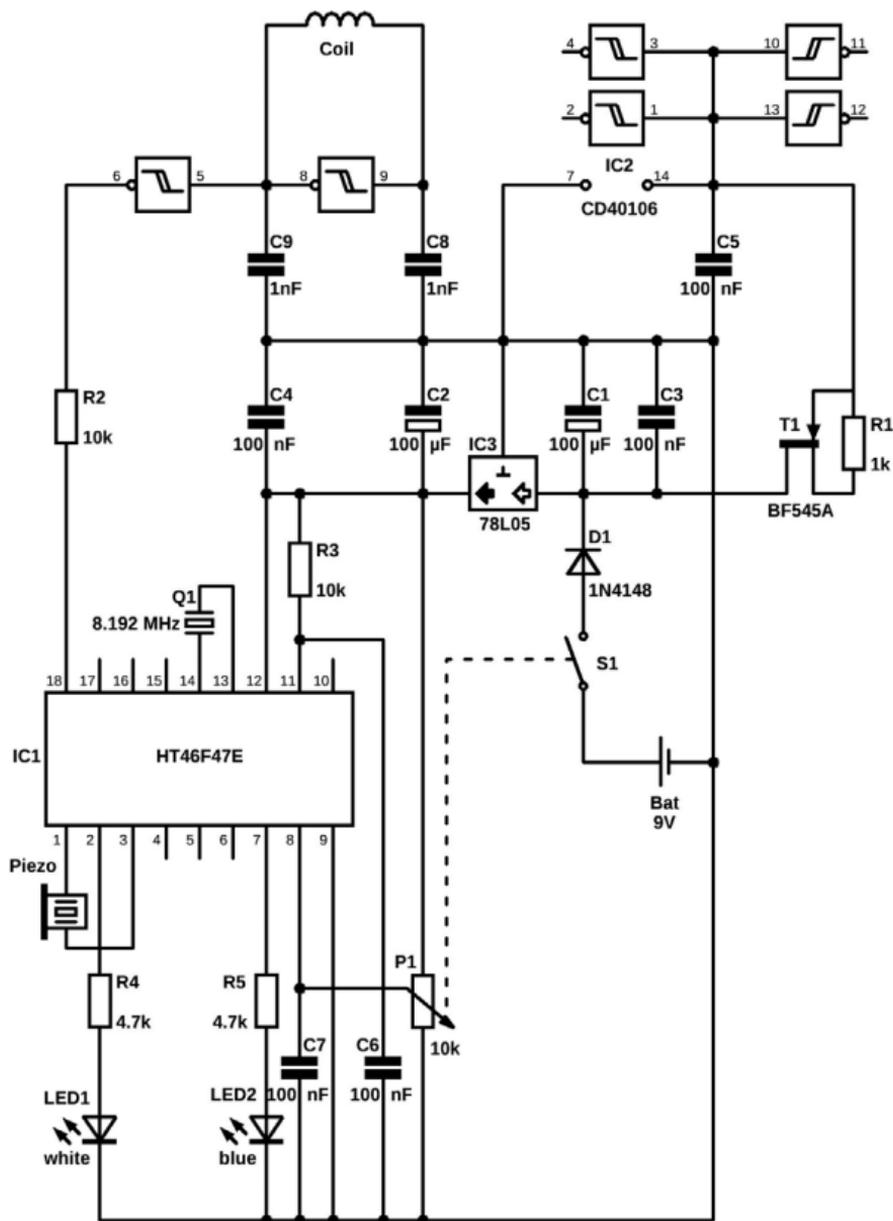


Fig. 3.4: Circuit diagram

CHAPTER

4

Security service

Cable locator

Working outside

Applications

As mentioned before, there are many uses for the metal detector. Adjust the metal detector according to the present task and attach the probe handle as required. Of course you can mount the components of the metal detector not only in the included cardboard box, but in a self-built housing as well. As in the assembly inside the original housing you have to make sure that the components are installed without mechanical clearance. Place search coil as far as possible away from the other elements.

Security service

At events and on airports, attendees or passengers are checked for suspicious metal objects.

If you want to emulate this task with the Franzis metal detector, you should turn the sensitivity control close to the left stop. The required time for an individual frequency measurement is thus very short. This way you can search a person rapidly.

Cable locator

You can also use the Franzis metal detector to locate electric wiring and metal water pipes in walls and floors. For this task it is mostly favorable to set the detector to a medium sensitivity. However, due to the planar extent of the search coil it may be difficult to achieve a precise localization to the centimeter. If in doubt, you should check the result by means of another cable locator.

Working outside

If you want to use the Franzis metal detector to recover lost objects outdoors, it will be most convenient to attach the device to a probe handle (see page 59). Obviously, the smaller the object, the more difficult it is to find it. Turn the sensitivity control to the far right, so that the maximum available time is used for an individual frequency measurement. In order to successfully detect small objects, you have to move the search coil slowly over the search area.

A

Troubleshooting
Component list

Appendix

Troubleshooting

The Franzis metal detector is an assembly kit with only few components that need to be connected. Even the most experienced tinkers, technicians or engineers may sometimes make mistakes when wiring up a circuit. Without claiming to be exhaustive, this section gives you some advice and tips to locate the root cause of an error. If you know the cause, it is mostly no problem to rectify the error.

No visual and acoustic signals after switching on

- ⚡ This indicates a problem with the power supply.
- ⚡ Does the battery still supply enough energy?
- ⚡ Are all components connected with the designated leads to the circuit board?
- ⚡ Are all connected components attached in the right way (polarity)?

One or both LEDs do not light up

Check if the LED leads are connected to the soldering pads the right way and with good contact. The lead at the flattened side of the LED housing has to be connected to the contact marked “-” at the soldering pad.

No sound

When no tone sequences and no rhythmic clicking sounds are emitted, you have to check the piezo buzzer. Is it correctly connected to the designated soldering pad?

Important:

A clearly audible volume can only be achieved by attaching a suitable resonator to the piezo buzzer. It is essential to construct a piezo speaker as described on page 55.



No metal detection

First, the initialization routine is executed correctly (LEDs light up and a tone sequence is emitted). Then you hear a rhythmic clicking sound from the speakers. When approaching metal with the search coil, one of the LEDs should now light up and the speaker should emit a sound.

If this does not happen, there might be a problem with the connection of the search coil. Check the connection of the coil wire ends with the appropriate soldering pad. It is important to tin-coat the wire ends before you solder them.

Intermittent LED and sound signals

When the LEDs light up without apparent reason and when the detector repeatedly emits short tones, you should check the whole assembly for mechanical stability. Are all

components connected to each other or to the housing as tightly as possible so that they do not wobble?

- ↪ Are the loops of the search coil sufficiently fixed with glue?
- ↪ Are the wires leading to the coil installed in such a way that they do not move around?
- ↪ It may be helpful to change the resolution for measurement and calculation by inserting jumper J1.
- ↪ The automatic frequency correction should be turned on by inserting jumper J2.

LED and audible signals after withdrawing from the detected object

This phenomenon is caused by the software correction of the reference frequency (see page 67).

Component list

1	Circuit board, preassembled
1	4-pin header
2	Jumpers
1	White LED, \varnothing 5mm

1	Blue LED, \varnothing 5mm
1	10-k Ω m potentiometer (lin.) with switch
1	Turning knob \varnothing 23mm
1	Piezo buzzer
1	9V battery clip
1	Hookup wire, 0.5m
1	Search coil 150 μ H

Specifications

- ⚡ Supply power: 9V
- ⚡ Current consumption: 9–15mA

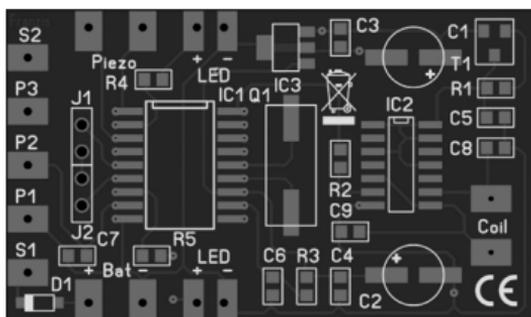
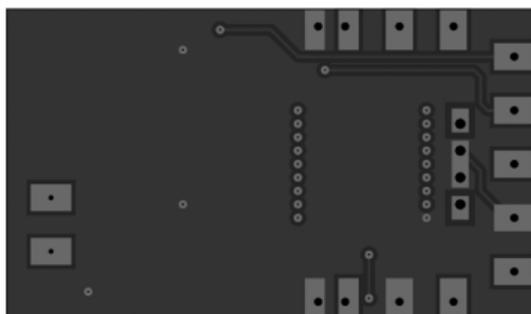


Fig. A.1: Layout



Der Metalldetektor für Haus, Hobby und Abenteuer

Haben Sie schon mal ein wertvolles Metallobjekt im Garten oder am Strand verloren? Spüren Sie verborgene oder verlorene Gegenstände aus Metall auf!

Entdecken Sie die vielseitigen Möglichkeiten des Franzis Metalldetektors. Bauen Sie sich jetzt einen eigenen Metalldetektor und messen Sie selbst, wo elektrische Leitungen oder Wasserleitungen in der Wand verlegt wurden oder wo sich Gegenstände aus Metall in Ihrer unmittelbaren Umgebung im Garten oder am Strand befinden.

Der Franzis Metalldetektor ist ganz einfach in wenigen Schritten zusammengebaut. Auch mit wenig Lötterfahrung lässt sich der Bausatz aufbauen, denn die Platine ist bereits vorbestückt.

Track lost items or go on a treasure hunt – metal detectors are versatile!

Have you ever lost a treasured metal belonging in the garden or at the beach? This device will help you locate metal objects.

Discover the potential of "The Franzis Metal Detector". Build your own metal detector and find out for yourself where wires and water pipes were laid in the wall. Locate metal inclusions hidden within objects, or find metal objects in your garden or at the beach.

"The Franzis Metal Detector" is easy to build. Even with little soldering experience you will be able to assemble the kit as the printed circuit board is already preloaded. The remaining components are connected

Die restlichen Komponenten sind schnell angeschlossen.

Sie brauchen nur noch ein paar haushaltsübliche Materialien wie Joghurtbecher, Klebeband und Klebstoff und Ihr Metalldetektor ist einsatzbereit.

Mit dem Einstellregler können Sie die Empfindlichkeit des Gerätes verändern. Leuchtdioden lassen Rückschlüsse auf die Art des detektierten Metalls zu. Selbstverständlich gibt der Metalldetektor auch ein akustisches Signal.

Für den Aufbau erforderlich:
LötKolben, Lötzinn, Seitenschneider, Alleskleber, Klebeband.

Zum Betrieb wird eine 9-Volt-Blockbatterie benötigt.

quickly. Just add a few common household materials (yogurt cup, adhesive tape, glue) and your metal detector will be ready for use.

Adjust the sensitivity by using the control. The LEDs of the device will help you draw conclusions about the type of the metal detected. It goes without saying that the detector also gives an acoustic signal.

You only need:
soldering iron, tin-solder, side cutter, all-purpose adhesive, tape

A 9 volt block battery is required to operate the detector.

Warnhinweis! Warning!

Für Kinder unter 14 Jahren nicht geeignet!
Not suitable for children under 14!



ISBN 978-3-645-65241-4



Besuchen Sie unsere Website: www.elo-web.de