René Bohne, Christoph Emonds Roksaneh Krooß, Mario Lukas Lina Wassong, Alex Wenger

o'reillys basics

O'REILLY®

Licht & Spaß Elektronisches Basteln mit Licht



Inhaltsverzeichnis

EII	nleitung	I)
1.	Das Hexentreppentier	1
	Material	2
	Benötigtes Werkzeug	2
	Anleitung	2
	Der Marienkäfer	8
	Der Drache	8
	Der Tiger	ç
	Das geht auch	10
2.	Die Korkenmaus	11
2.	Die Korkenmaus Material	11 12
2.		
2.	Material	12
2.	Material	12
	Material	12 12 13
	Material	12 12 13 18
	Material	12 12 13 18

	LEDs und Knopfzellenhalter verlöten	21
	Der Bau des Schalters	22
	Die Halterung festkleben	24
	Die Glühwürmchen leuchten lassen	26
4.	Der Color-Twister	29
	Benötigte Bauteile	30
	Benötigtes Werkzeug	30
	Holzbearbeitung	32
	Löten	34
5.	Mit Licht Grüße versenden: der Platinen-Geschenkanhänger	39
	Benötigte Bauteile und Werkzeuge	40
	Die Vorbereitung	40
	Die Umsetzung	41
	Fehlerbehebung	54
	So geht's auch	55
	Links zu Projekten	56
6.	Das Launometer zeigt gute Laune	57
	Benötigte Bauteile	58
	Die Vorbereitung	60
	Die Umsetzung	61
	Das Ausprobieren	72
	So geht's auch	76
	Links	76
	Zusammenfassung	76
7.	Die leuchtenden Hosenträger	77
	Benötigte Bauteile für die LED-Hosenträger	87
	Werkzeuge	87
	Aufbau	88
	Die Installation der LED-Bibliothek	89
	Das Hochladen des NeoPixel-Codes	92
	Arduino-Leiterplatte vorbereiten	96

iv Inhaltsverzeichnis

	Box zusammenbauen	98
	Die Vorbereitung der LED-Hosenträger	100
	LED-Streifen zuschneiden	100
	Klettband anbringen	102
	LED-Streifen zusammenlöten	104
8.	Lichtschranken	109
	Lichtschranke mit Photodiode	109
	Lichtschranke mit Phototransistor	114
	Lichtschranke mit Abstandssensoren	117
	Ausblick	122
9.	Sonnenlicht aus der Konserve	123
	Materialien	124
	Werkzeug	124
	Schaltung	128
	Löten	129
	Wetterfest machen	132
10.	Laser-Pong: Wer ist hier schneller als das Licht?	135
	Benötigte Bauteile	136
	Benötigtes Werkzeug	137
	Optional	137
	Der Aufbau beginnt	137
	Zusammenbau der einzelnen Teile	155
	Das Spiel	158
	So gehts auch	158
	Der Schaltplan	161
	Links	161
	Zusammenfassung	161
11.	Die Milchstraße im Schlafzimmer	163
	Materialien	164
	Werkzeug	164

Inhaltsverzeichnis

12.	Die Glasfaserqualle	173
	Benötigte Bauteile	174
	Werkzeuge	174
	Die Vorbereitung	175
	Schritt 1: LED-Streifen und PVC-Schlauch zurechtschneiden	175
	Schritt 2: Glasfasern vorbereiten	177
	Schritt 3: Glasfasern in den Schlauch kleben	177
	Schritt 4: LED-Streifen präparieren	180
	Schritt 5: Glasfaser-Halterung kleben	180
	Schritt 6: Lampe zusammenbauen	181
13.	Der LED-Würfel fordert das Glück heraus	185
	Benötigte Bauteile	186
	Benötigtes Werkzeug	187
	Optional	188
	Die Einzelteile	188
	Zusammenbauen der Elektronik	204
	Zusammenbau des Würfels	207
	Die Ansteuerung der LEDs	210
	So gehts auch	211
	Links	212
	Zusammenfassung	212
14.	Lichtwecker	213
	Materialien	214
	Werkzeug	214
	Übersicht	214
	Holzarbeiten	216
	Sonnenstrahlen	219
	LED-Streifen	221
	Software	222
	Erweiterungen/Ideen	226
	Links	227

vi Inhaltsverzeichnis

15.	Infrarot-Thermometer	229
	Vorbereitung	230
	Einfacher Aufbau auf dem Steckbrett	230
	Der Sensor	231
	Schaltplan	233
	Steckbrett	233
	Arduino-Sketch	235
	Fehlerbehebung	236
	So geht es auch: ein mobiles Thermometer	237
	Weiterführende Informationen	260
	Ausblick	260
16.	Dunkelheitssensor: Wie dunkel ist es?	261
	Aufbau auf dem Steckbrett	262
	Schaltplan	263
	Steckbrett	263
	Arduino-Sketch	264
	Mobile Version	267
	Für Experten	271
	So geht es auch: Für Hobby-Astronomen	271
	Verbindung mit dem Internet	272
	Ausblick	278
17.	Die Laserharfe oder Licht hörbar machen	279
	Benötigte Bauteile und Werkzeuge	280
	Die Umsetzung	281
	Fehlerbehebung	297
	So geht es auch	299
	Links zu Projekten	299
18.	Mit Licht die Zeit lesen: die Wortuhr	301
	Benötigte Bauteile und Werkzeuge	302
	Die Vorbereitung	303
	Die Umsetzung	303
	Anzeigen der Uhrzeit	312

Inhaltsverzeichnis vii

n	dex	321
	Links zu Projekten	320
	So geht es auch	319
	Fehlerbehebung	319

viii Inhaltsverzeichnis

5

Mit Licht Grüße versenden: der Platinen-Geschenkanhänger

von Mario Lukas



Abbildung 5-1: Der Platinen-Geschenkanhänger in Aktion

In diesem Kapitel wird gezeigt, wie man mit einfachen Mitteln einen Geschenkanhänger aus einer Leiterplatte bastelt. Dieser Geschenkanhänger ist mit einem Taster und ein bis zwei Leuchtdioden versehen. Für das Projekt wurde eine Geburtstagstorte mit brennender Kerze als Motiv gewählt. Am Ende des Kapitels gibt es weitere Ideen für andere Anlässe.

Im ersten Abschnitt wird das Motiv mithilfe eines wasserfesten Filzstifts auf das Basismaterial gezeichnet. Im zweiten Abschnitt wird aus dieser Vorlage eine richtige Leiterplatte erzeugt. Zum Schluss wird die Leiterplatte mit den nötigen Bauteilen versehen und zum Leuchten gebracht.

Der Zeitaufwand für das Platinen-Geschenkanhänger-Projekt beträgt 2 bis 3 Stunden.

Benötigte Bauteile und Werkzeuge

Liste der Bauteile

- 1 Einsteiger-Set zum Ätzen von Platinen, z. B. von Elektronik Reichelt (20 €)
- 1 LED (0,20 €)
- 1 Batteriehalter für Knopfzellen (0,50 €)
- 1 Vorwiderstand 220 Ohm (0,05 €)
- 1 Knopfzelle (0,50 €)
- 1 Stift Edding 3000 (2,50 €)

Liste der Werkzeuge

- Etwas Brennspiritus, Nagelackentferner oder Aceton
- · Bohrmaschine oder Dremel
- · Verschiedene Bohrer
- Schleifpapier
- · Kleiner Seitenschneider
- 1-mm-Bohrer
- Teppichmesser oder Säge
- Schutzbrille (aus dem Baumarkt)

Die Vorbereitung

Zunächst sollte man sich Gedanken zum Motiv des Geschenkanhängers machen. Im folgenden Beispiel wurde eine Torte mit Kerze als Motiv für einen Geburtstagsgeschenkanhänger gewählt. Die Kerze wird dabei später mithilfe einer LED zum Leuchten gebracht. Im hier gezeigten Beispiel besteht die Schaltung im Wesentlichen aus vier Komponenten, einer LED, einem Vorwiderstand für die LED, einem Kurztaster (im Folgenden nur Taster genannt) und einer Batterie. Als Batterie soll eine Knopfzelle verwendet werden, für die ein passender Halter angebracht werden soll.

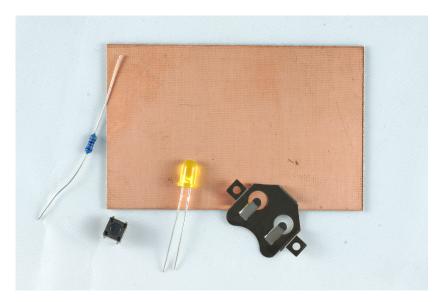


Abbildung 5-2: Benötigte Bauteile

Die folgenden Arbeitsschritte sollten auf einem stabilen Tisch ausführt werden. Eine Unterlage aus Pappe schützt den Tisch gegen Spritzer aus dem Säurebad. Wer ganz sichergehen will, verwendet ein entsprechend großes Holzbrett.

Die Umsetzung

Leiterplatten auf die richtige Größe bringen.

Das Platinenmaterial aus dem Ätz-Set besitzt in den meisten Fällen bereits geeignete Maße für einen Geschenkanhänger und muss deswegen nicht mehr zurechtgeschnitten werden. Dennoch soll hier kurz ein einfacher Weg zum Teilen von Leiterplattenmaterial gezeigt werden.

Wenn man das Motiv gewählt hat, bestimmt man somit auch die Größe des Geschenkanhängers bzw. der Platine. Hierzu zeichnet man ein Rechteck um das Motiv und überträgt es mit einem Bleistift auf das Platinen-Basismaterial. Dabei ist darauf zu achten, dass später noch Platz für die Batterie und den Taster benötigt wird. Dementsprechend großzügig zeichnet man die Umrandung. Jetzt stehen Bruchund Schnittkanten fest.



Da das Brechen oder Sägen von Platinenmaterial eine mühselige Arbeit sein kann, sollten möglichst viele Außenkanten des Materials mit einbezogen werden. Das spart Material, Zeit und Arbeit.

Zum Trennen wird das Material an der eingezeichneten Bruchstelle (Linien des Rechtecks) mite einem Teppichmesser beidseitig angeritzt. Der Schnitt ist idealerweise

ca. 2 Zehntelmillimeter tief. Um die geeignete Tiefe zu erreichen, kann der Vorgang mehrfach an einer Markierung wiederholt werden. Damit die Bruchkanten gerade werden, sollte ein Lineal als Führung zu Hilfe genommen werden.

Die Schwierigkeit besteht nun darin, die zweite Seite an der gleichen Stelle einzuritzen. Man kann sich hier mit einem einfachen Trick helfen, indem man die bereits geritzte Nut mit einem kleinen Bohrer von 1mm Durchmesser an beiden Enden mit Löchern versieht. Diese Löcher kann man nun auf der jeweils anderen Seite als Orientierungshilfe benutzen.

Die Leiterplatte ist dann zum Brechen vorbereitet und kann durch Brechen entlang der so entstandenen Sollbruchkante in die gewünschte Form gebracht werden. Dies geht am einfachsten, wenn die Platine mit einem Brett oder einer Schraubzwinge in Richtung der Bruchkante entlang einer Tischkante eingespannt wird. Mit leichtem Druck auf das überstehende Ende wird die Leiterplatte dann in zwei Stücke geteilt. Die Bruchstelle ist noch scharfkantig und sollte mit Schleifpapier geglättet werden. Der Vorgang wird für jede Kante wiederholt.



Bei einseitig beschichtetem Material sollte die Kupferseite beim Brechen nach oben zeigen. Alternativ kann das Material auch mit einer feinen Säge, zum Beispiel Puk- oder Stichsäge, zersägt werden. Es ist ratsam, eine Schutzbrille zu tragen, um die Augen vor Splittern zu schützen.

Die Vorderseite des Geschenkanhängers und das Motiv

Auf der rohen Platine befinden sich nun noch Staub, Fett und andere Verunreinigungen. Deshalb muss der Platinenrohling vor dem Auftragen des Motivs gründlich gereinigt werden. Hierzu verwendet man am besten ein Stück Küchenpapier und Spiritus. Zum Reinigen wird ein wenig Spiritus auf das gefaltete Stück Küchenpapier aufgetragen und über die Platine gerieben. Alternativ kann auch Stahlwolle benutzt werden.

Das Motiv wird mit einem Bleistift auf die Platine gezeichnet. Die Bleistiftlinien lassen sich mit einem Radiergummi wieder entfernen, wenn man etwas am Motiv verändern will. Sobald man mit der Zeichnung zufrieden ist, werden die Striche mit einem Edding 3000 auf der Vorderseite der Platine nachgezeichnet. Bei Platinen, die nur einseitig mit Kupfer beschichtet sind, muss das Motiv auf die kupferlose Seite gezeichnet werden.



Änderungen am Motiv können jederzeit vorgenommen werden. Bereits aufgezeichnete Edding-Linien lassen sich mithilfe von Spiritus und Küchenpapier wieder entfernen bzw. korrigieren.



Abbildung 5-3: Die Leiterplatte mit Motiv

Die Vorderseite ist nun fertig gestaltet, und es geht weiter mit dem Design einer einfachen LED-Schaltung.

Die Rückseite der Geschenkanhängers und die Schaltung

Die Rückseite des Geschenkanhängers enthält später die Schaltung. Keine Sorge, es handelt sich bei dem Geschenkanhänger um eine sehr einfache Schaltung mit LED, Vorwiderstand, Schalter und Batterie. Das hier verwendete Prinzip ähnelt dem aus dem Projekt »Das Glühwürmchen Glas«, mit dem Unterschied, dass die Kabel hier durch die Leiterplatte ersetzt werden und der Vorwiderstand neu hinzukommt. Die LED soll also leuchten, wenn der Taster gedrückt wird.

Themeninsel: Der Vorwiderstand

Jede LED hat eine sogenannte Flussspannung bei einem gewünschten LED-Strom. Sie liegt meist zwischen 1,2 (infrarot) und 3,4 (blau) Volt. Diese Spannung der LED kann deutlich geringer sein als die Spannung der verwendeten Spannungsquelle. Auf keinen Fall sollte eine LED direkt an die Versorgungsspannung oder einen Ausgangs-Pin des Arduino angeschlossen werden, da diese 5 Volt eine LED zerstören können. Stattdessen muss ein sogenannter Vorwiderstand an die LED angeschlossen werden, um den Strom, der durch sie fließt, zu begrenzen. Der Widerstand kann dabei vor oder hinter der LED angebracht werden.

Um das Ganze leichter zu verstehen, kann man sich den Vorwiderstand auch wie ein Ventil in einer Wasserleitung vorstellen. Die Wasserleitung entspricht dabei der Stromleitung und der Druck in der Leitung der Spannung. Mit dem Ventil kann nun der Wasserdruck verringert werden. Wird das Ventil ein wenig mehr geschlossen, steigt damit der Widerstand und es fließt weniger Strom.

Der Widerstand wird in der Einheit Ohm (Symbol: Ω) gemessen. Der Vorwiderstand einer LED kann mit einer einfachen Formel leicht berechnet werden.

$$R_{v} = \frac{U_{0} - U_{F}}{I_{F}}$$

Die Bezeichner sind dabei wie folgt gewählt:

- R_v entspricht dem gesuchten Widerstandswert
- U₀ entspricht der Batterie- bzw. Versorgungsspannung
- U_F entspricht der Vorwärtsspannung der LED
- I_F entspricht dem Strom, der durch die LED fließen soll

Ein Beispiel: An einem Ausgangs-Pin des Arduino liegen $U_0=5\,\mathrm{V}\,$ an. Es soll eine blaue LED mit $U_F=3,2\,\mathrm{V}\,$ verwendet und angenommen werden, dass diese Spannung konstant ist. Zunächst muss die Differenz der Spannungen ermittelt werden: $5\,\mathrm{V}-3,2\,\mathrm{V}=1,8\,\mathrm{V}.$ Die LED soll hell leuchten, deswegen sollen $I_F=20\,\mathrm{mA}\,$ durch sie fließen. Es ergibt sich folgender Vorwiderstand: $R_V=\frac{1.8}{0.02A}=90\,\Omega$

Da es eine Normreihe für Widerstände gibt, ist nicht jeder beliebige Wert erhältlich. Es sollte der nächst höhere, verfügbare Wert gewählt werden. 90-Ohm-Widerstände kann man kaufen, aber auch ein 91-Ohm-Widerstand arbeitet hier sehr gut.

Würde man im obigen Beispiel stattdessen einen 220-Ohm-Vorwiderstand verwenden, hätte das zur Folge, dass weniger Strom durch die LED flie-

ßen würde. Sie leuchtet dann weniger stark. Um auszurechnen, wie groß der Strom ist, kann die Formel umgestellt werden zu: $I_F=\frac{U_0-U_F}{R_v}=\frac{1.8\,\text{V}}{220\,\Omega}=0.008\,\text{A}=8\,\text{mA}$

Der Widerstand besitzt vier farbige Ringe. Diese Ringe kennzeichnen den Wert eines Widerstands. Zum Ermitteln des Widerstandswertes kann dabei auf verschiedene Mittel zurückgegriffen werden. Im Internet findet man zahlreiche Bastelanleitungen für sogenannte Widerstandsuhren. In der heutigen Zeit gibt es sogar eine Menge Smartphone-Apps, die bei der Ermittlung des richtigen Widerstands hilfreich sein können. Am einfachsten misst man den Widerstand aber mit einem digitalen Multimeter.

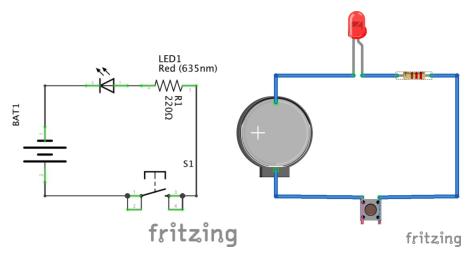


Abbildung 5-4:Links: Schaltplan für LED, Schalter und Batterie. Rechts: Übersichtsplan für LED, Schalter und Batterie.

Vor dem Aufzeichnen der Leiterbahnen ist es hilfreich, noch einige Löcher in die Platine zu bohren. Diese Löcher helfen bei der Positionierung der Bauteile in der Schaltung. Zum Bohren legt man die Platine vor sich auf den Tisch. Als Unterlage verwendet man am besten ein Holzbrett. Mit dem 1-mm-Bohrer werden dann Löcher für die LED und den Widerstand gebohrt. Durch diese Löcher werden später die LED und der Widerstand auf die Rückseite zu den Leiterbahnen geführt.



Abbildung 5-5:Zwei Löcher in die Flamme für die LED und zwei Löcher für den Widerstand

Taster und Batteriehalter werden auf der Rückseite verlötet. Es handelt sich dabei nicht um sogenannte bedrahtete, sondern um SMD(Surface-Mounted Device) -Bauteile.

Am einfachsten ist es, wenn man mit den Bohrungen für die LED beginnt. Dort zeichnet man zunächst zwei dicke Punkte ein, die später die Lötpunkte für die LED bilden. Das Gleiche wiederholt man für die Bohrungen des Vorwiderstands.



Abbildung 5-6:Lötstellen für den Vorwiderstand und LED



Das Ziel ist es, elektrische Leiterbahnen auf der kupferbeschichteten Seite der Basisplatine zu erzeugen. Zu diesem Zweck werden mit dem Edding Leiterbahnen aufgezeichnet. Flächen und Linien, die mithilfe des Eddings auf das Kupfer gezeichnet werden, sind beim Ätzvorgang »geschützt« und bleiben somit erhalten.

Nun wählt man für den Taster und den Batteriehalter eine geeignete Stelle aus. Dort positioniert man anschließend Taster und Batteriehalter. Auch für diese beiden Bauteile zeichnet man zunächst Punkte an: beim Taster an den vier Beinchen, für den Batteriehalter an den beiden Metallfahnen (Minuspol) und zusätzlich einen dicken Punkt genau in der Mitte, dort liegt später der Pluspol der Batterie.

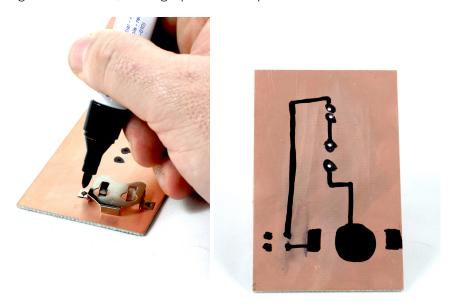


Abbildung 5-7:Links: Lötstellen für den Batteriehalter einzeichnen. Rechts: Gesamte Schaltung inklusive Lötstellen für Taster

Die Lötstellen für die Bauteile sind nun alle eingezeichnet. Es fehlen noch die Leiterbahnen. Man beginnt wieder an der LED und verbindet den Punkt des Pluspols der LED mit einem der Punkte des Widerstands. Vom zweiten Punkt des Widerstands zeichnet man dann weiter zu einem Punkt des Tasters, vom zweiten Punkt des Tasters dann weiter zum Pluspol der Batterie. Die Schaltung ist nun halb fertig. Es fehlt noch die Verbindung vom Minuspol der LED zum Minuspol der Batterie. Sie wird als durchgängige Linie eingezeichnet.



Die Linien unterschiedlicher Pole sollten sich nicht kreuzen, da es sonst zu einem Kurzschluss kommen kann. Werden dennoch kreuzende Linien benötigt, können sie als Drahtbrücken realisiert werden. Hierzu werden einfach weitere Bohrungen vor und hinter der jeweiligen Linie angebracht und jeweils mit einem weiteren Punkt versehen. Später können sie mit einem angelöteten Kabel verbunden werden.

Das Layout der Schaltung ist nun fertig eingezeichnet und die Leiterplatte vorbereitet für den Ätzvorgang.

Ätzen der Leiterplatte

In diesem Abschnitt wird aus der vorbereiteten Leiterplatte eine Platine mit Schaltung. Es wird gezeigt, wie ein Ätzbad angesetzt und eine Platine darin geätzt wird.



Zum Ätzen des kupferbeschichteten Platinenmaterials wird hier Natriumpersulfat eingesetzt. Bei Natriumpersulfat sollte man – genau wie beim Umgang mit anderen chemischen Stoffen – auf die eigene Gesundheit achten. In erster Linie sollte man also die Augen durch eine geeignete Schutzbrille schützen und während des gesamten Ätzvorgangs geeignete Gummihandschuhe oder Einmalhandschuhe tragen. Des Weiteren sind die Sicherheitshinweise auf der Verpackung der Chemikalien genauestens zu beachten.

Chemikalien gehören nicht in Toilette, Waschbecken oder Spülbecken. Die verbrauchten Ätzmittel sollte man deshalb an einer Schadstoff-Annahmestelle der Städte und Landkreise in der Nähe abgegeben.

Im Ätz-Set befinden sich außer den bereits verwendeten Platinen-Rohlingen eine Schale, eine Kunststoffpinzette und zwei Beutel mit Chemikalien. Die kleinere Packung, die den Entwickler beinhaltet, wird zur Herstellung des Geschenkanhängers nicht benötigt und kann zur Seite gelegt werden.



Abbildung 5-8: Platinen Ätz-Set



Man sollte während des Ätzvorgangs ältere Kleidung tragen, da die Säure ähnlich wie Bleichmittel hässliche Flecken auf der Kleidung verursachen kann. Optimal ist ein Laborkittel.

Die Kunststoffschale wird stabil auf einem Tisch aufgestellt. Für den Fall, dass Säure aus der Schale schwappt oder spritzt, verwendet man am besten ein größeres Stück Pappe als Unterlage. Dann werden 0,5 Liter Wasser in die Schale gefüllt. Die Wassertemperatur sollte ca. 50°C bis 60°C betragen. Dem Wasser wird anschließend das Ätzmittel (Ä100) zugegeben. Dazu entleert man den Beutel restlos in die Schale und verrührt alles mit der beiliegenden Pinzette, bis sich das Pulver komplett aufgelöst hat.



Abbildung 5-9: Auflösen des Ätzmittels in der Schale mit Wasser und Unterlage

Die vorbereitete Platine wird nun mit der Kupferseite nach oben in das Ätzbad gelegt. Um den Ätzvorgang zu beschleunigen, muss das Ätzbad bewegt werden. Hierzu wird das Bad leicht angehoben und wieder abgesenkt. Alternativ kann man auch die Platine mit der beigelegten Pinzette hin- und herschieben. Nach einigen Minuten beginnt sich das Kupfer an den Rändern der Platine zu lösen. Nach weiteren Minuten sind nur noch die aufgezeichneten Linien zu sehen. Die Platine muss dann mit der Pinzette aus dem Ätzbad genommen und unter fließendem Wasser kurz abgespült werden. Die Platine ist jetzt für die Bestückung bereit. Die auf der Rückseite gewonnenen Leiterbahnen müssen noch freigelegt werden. Dazu benutzt man, genau wie beim Reinigen, Spiritus und Küchenpapier.



Die Seite, die das Motiv enthält, muss nur dann wieder mit Spiritus behandelt werden, wenn das Basismaterial beidseitig kupferbeschichtet ist.









Abbildung 5-10:

Oben Links: Ätzen der Platine durch Bewegen mit der Pinzette. Oben Rechts: Nach einigen Minuten hat sich die Kupferbeschichtung aufgelöst. Unten Links: Abspülen der Platine unter laufendem Wasser. Unten Rechts: Entfernen der Edding-Rückstände mit Spiritus und einem Tuch.

Bestücken der Platine

In diesem Abschnitt werden alle Bauteile auf die frisch hergestellte Platine gelötet. Anschließend ist der Geschenkanhänger fertig und kann getestet werden.

Die Lötarbeiten beginnen mit der LED. Sie wird richtig herum gepolt durch die Bohrung der Platine gesteckt, bis sie flach aufsitzt. Die Polung hängt davon ab, wie die Leiterbahnen auf der Rückseite gezeichnet wurden. Der Pluspol der LED sollte also auch auf dem Pluspol der Leiterbahn liegen, umgekehrt sollte der Minuspol der LED auf der Leiterbahn liegen, die zum Minuspol der Batterie führt.

Damit das Löten einfacher geht, werden die Beinchen der LED auf der Platinenseite mit den Leiterbahnen leicht nach außen gebogen. Das gibt der LED etwas Halt, und sie rutscht beim Löten nicht so leicht aus der Bohrung. Die gleiche Vorgehensweise wendet man beim Vorwiderstand an; beim Widerstand muss nicht auf die Polung geachtet werden.

Nun nimmt man den Lötkolben zur Hand und hält ihn leicht geneigt an eines der LED-Lötaugen auf der Leiterbahn, so dass der Lötkolben auch das jeweilige Beinchen der LED berührt. Das Ganze wird ungefähr eine Sekunde lang so gehalten, bevor man mit der anderen Hand etwas Lötdraht zur Spitze des Lötkolbens hinzugibt. Der Löt-





Abbildung 5-11:

Links: LED und Widerstand durch die Bohrung stecken; Rechts: LED- und Widerstands-Beinchen auf der Rückseite nach außen biegen

draht zerfließt nun am Lötauge. Sobald das Lötauge vollkommen von Lötdraht umschlossen ist, kann der Lötkolben wieder von der Platine abgehoben werden. Dieser Vorgang wird für das zweite Beinchen der LED und für beide Beinchen des Vorwiderstands wiederholt.

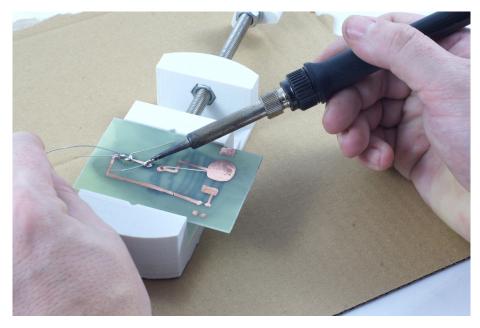


Abbildung 5-12: Verlöten von LED und Vorwiderstand



Ein kleiner Schraubstock oder eine Dritte Hand dienen als Löthilfe beim Halten der Platine während der Lötarbeiten.

Als Nächstes wird der Batteriehalter angebracht. Hierzu muss die Platine mit der Leiterbahn nach oben in die Löthilfe eingespannt werden. Anschließend werden die Lötaugen für den Batteriehalter vorverzinnt. Dazu wird der Lötkolben wiederum leicht schräg auf dem Lötauge aufgesetzt und Lötdraht hinzugeführt. Wenn das Lötauge komplett mit Lötzinn bedeckt ist, kann mit den restlichen Lötaugen für den Batteriehalter fortgefahren werden. Die Fläche in der Mitte, die für den Pluspol der Batterie gedacht ist, muss nicht verzinnt werden.

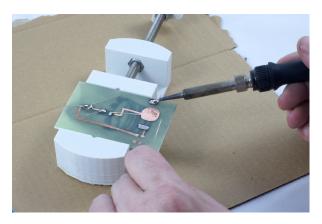


Abbildung 5-13: Vorverzinnen der Lötaugen für den Taster

Die Lötaugen sind nun vorverzinnt, und der Batteriehalter kann angebracht werden. Hierzu wird der Batteriehalter mit seinen Lötfahnen auf die vorverzinnten Lötaugen gesetzt. Der Lötkolben wird dann an eine Lötfahne des Batteriehalters geführt. Das vorher aufgebrachte Zinn wird wieder flüssig und umschließt die Lötfahne des Batteriehalters. Zusätzlich kann ein wenig Lötdraht nachgeführt werden, bis die Lötfahne fest mit der Platine verbunden ist. Dieser Vorgang wird für die zweite Lötfahne des Batteriehalters wiederholt.

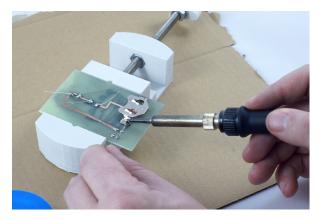


Abbildung 5-14:Anlöten des Batteriehalters

Ähnlich wie beim Batteriehalter werden auch die Beinchen des Tasters auf der Platine vorverzinnt. Der Verzinnungsvorgang für die Lötkontakte des Tasters ist schneller erledigt, da die Flächen kleiner sind und sie somit Wärme besser aufnehmen können. Abschließend wird der Taster nach der gleichen Vorgehensweise wie der Batteriehalter auf die Platine gelötet.

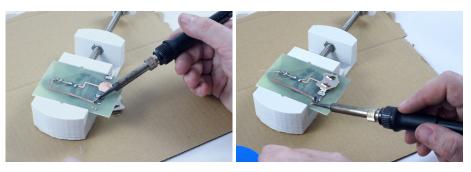


Abbildung 5-15:Links: Vorverzinnen der Lötaugen für den Taster. Rechts: Anlöten des Tasters.

Wenn alle Bauteile angelötet sind, können die überstehenden Beinchen mit einem Seitenschneider sauber an der Lötstelle abgetrennt werden.

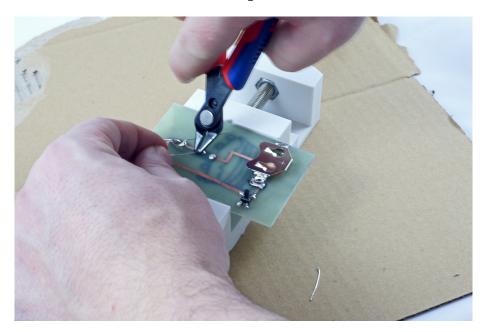


Abbildung 5-16: Abtrennen der überstehenden Beinchen

Die Platine ist nun fertiggestellt. Beim Drücken des Tasters sollte die LED leuchten. Natürlich kann die Motivseite der Platine noch bemalt werden, damit sie etwas schöner ist. Hierzu eignen sich sowohl Buntstifte als auch wasserfeste Filzstifte. Sollte die LED nicht leuchten, gibt es im nächsten Abschnitt ein paar nützliche Tipps zur Fehlersuche.

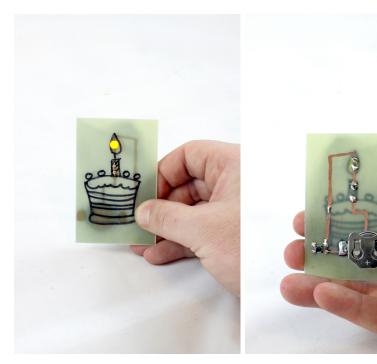


Abbildung 5-17:Links: Vorderseite des fertigen Geschenkanhängers Rechts: Rückseite des fertigen Geschenkanhängers

Fehlerbehebung

Natürlich kann es sein, dass die erste selbsthergestellte Leiterplatte mit Schaltung nicht auf Anhieb funktioniert. In diesem Fall sollte man nicht gleich den Kopf in den Sand stecken. Die häufigsten Fehler sind schnell gefunden.

Unterbrochene Leiterbahnen

Beim Ätzvorgang passiert es manchmal, dass zu viel Kupfer weggeätzt wird. In diesem Fall sind häufig Leiterbahnen unterbrochen. Man sollte also noch einmal genauestens prüfen, ob eine Unterbrechung in der Schaltung vorliegt. Am einfachsten geht das mit einem Multimeter. Dazu stellt man das Multimeter auf Durchgangsprüfung. Mit dieser Einstellung setzt man die Prüfspitzen des Multimeters immer auf Teilstücke der Leiterbahnen. Wenn das Multimeter piepst, ist alles in Ordnung.



Durch Taster wird eine Leiterbahn natürlich unterbrochen. Das heißt, auch für das Multimeter ist an dieser Stelle Schluss.

Unterbrochene Leiterbahnen können durch eine Lötbrücke repariert werden, sofern die Lücke nicht zu groß ist. Sollte die unterbrochene Stelle jedoch etwas breiter sein, kann man einfach ein Stück Schaltlitze einlöten. Auch die abgeschnittenen Enden der Bauteilbeinchen eignen sich hervorragend zum Überbrücken der Lücken.

Kontakt der Batterie

Zunächst sollte überprüft werden, ob die Batterie noch voll ist. Falls die Batterie noch gut ist, sollte man prüfen, ob die Batterie richtig im Halter sitzt und Kontakt zur Leiterplatte hat.

LED verpolt

Im Abschnitt »Löten des Geschenkanhängers« wurde beschrieben, wie die LED auf den Geschenkanhänger gelötet wird. Es passiert schnell, dass man die LED verpolt. Auch dies sollte man noch einmal überprüfen, die richtige Polung sieht man auf den Detailabbildungen der vorangegangenen Abschnitte.

LED defekt?

Eine LED kann mit einem Diodentester eines Multimeters auf Funktion und Polarität getestet werden. Hierzu wird einfach in beiden Richtungen der Durchgang gemessen. Im Dunkeln sollte ein leichtes Leuchten wahrnehmbar sein, wenn in die richtige Richtung gemessen wird. Dies hat den Vorteil, dass man auch gleich eine mögliche Verpolung feststellen kann.

Taster defekt?

Man kann sehr leicht prüfen, ob der Taster defekt ist, indem man mit einem kurzen Kabel die Leiterbahn vor und hinter dem Taster überbrückt. Leuchtet der Geschenkanhänger nur, wenn man den Taster überbrückt, jedoch nicht, wenn man ihn drückt, kann man von einem defekten Taster ausgehen. In diesem Fall muss der Taster ausgetauscht werden.

So geht's auch

Mit diesen grundlegenden Kenntnissen zum Platinenätzen sind der eigenen Kreativität keine Grenzen gesetzt. Es können weitere Geschenkanhänger, Grußkarten, Schlüsselanhänger etc. gebastelt werden.

Aber nicht nur Anhänger mit Motiven, sondern auch andere Schaltungen können auf diese Weise leicht erstellt werden. Vielleicht findet sich bei den folgenden Buchprojekten sogar eine Schaltung, für die man sich eine eigene Platine herstellen möchte.

So geht's auch 55



Abbildung 5-18:Die Leiterplatte mit Motiv, beidseitig kupferbeschichtet

Das Motiv und die Leiterbahnen können auch mithilfe des sogenannten Toner-Transfer-Verfahrens auf der Leiterplatte aufgebracht werden. Das Toner-Transfer-Verfahren hat den Vorteil, dass man beliebig komplexe und feine Vorlagen mit einem Laserdrucker ausdrucken kann. Zum Thema Toner-Transfer finden sich zahlreiche Anleitungen im Internet.

Links zu Projekten

Einen sehr ausführlichen Überblick zum Erstellen von Leiterplatten mit allen Möglichkeiten und Tricks findet man unter:

http://de.wikibooks.org/wiki/Platinen_selber_herstellen

Bastelanleitungen zu Widerstandsuhren findet man eine ganze Menge im Internet. Im Folgenden werden zwei Varianten aufgeführt:

http://www.elektronik-kompendium.de/public/arnerossius/bastel/wideruhr.htm http://dieelektronikerseite.de/Tools/Widerstandsuhr.htm

Dank an Ruth Stiefelhagen für die Erstellung der Fotos in diesem Kapitel.