



mitp

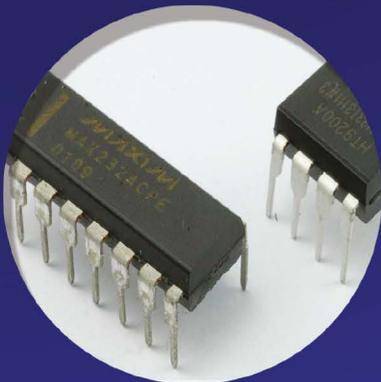
Simon Monk



Elektronik-Hacks

Ein Do-It-Yourself-Guide für Einsteiger

Zahlreiche Projekte mit Sensoren, Fernsteuerungen,
Motoren und Arduino



**komplett
in Farbe**

Hinweis des Verlages zum Urheberrecht und Digitalen Rechtemanagement (DRM)

Der Verlag räumt Ihnen mit dem Kauf des ebooks das Recht ein, die Inhalte im Rahmen des geltenden Urheberrechts zu nutzen. Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Der Verlag schützt seine ebooks vor Missbrauch des Urheberrechts durch ein digitales Rechtemanagement. Bei Kauf im Webshop des Verlages werden die ebooks mit einem nicht sichtbaren digitalen Wasserzeichen individuell pro Nutzer signiert.

Bei Kauf in anderen ebook-Webshops erfolgt die Signatur durch die Shopbetreiber. Angaben zu diesem DRM finden Sie auf den Seiten der jeweiligen Anbieter.

Simon Monk

Elektronik-Hacks

Ein Do-It-Yourself-Guide für Einsteiger

Zahlreiche Projekte mit Sensoren,
Fernsteuerungen, Motoren und Arduino

Übersetzung aus dem Englischen
von Knut Lorenzen



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN 978-3-8266-9551-3

1. Auflage 2014

www.mitp.de

E-Mail: kundenservice@hjr-verlag.de

Telefon: +49 6221 / 489 -555

Telefax: +49 6221 / 489 -410

© 2014 mitp, eine Marke der Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg

Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Original edition copyright 2013 by The McGraw-Hill Companies. All rights reserved.

Übersetzung der amerikanischen Originalausgabe: Simon Monk: Hacking Electronics: An Illustrated DIY Guide for Makers and Hobbyists, ISBN 978-0-07-180236-9

Lektorat: Sabine Schulz

Sprachkorrektorat: Petra Heubach-Erdmann

Satz: III-satz GbR, www.drei-satz.de

Cover: Cenveo Publisher Services

*Für Roger, der es mir ermöglichte,
mein Hobby zum Beruf zu machen.*

Inhaltsverzeichnis

	Danksagungen	17
	Einführung	19
I	Erste Schritte	23
1.1	Bezugsquellen	23
1.1.1	Beschaffung von Bauteilen	23
1.1.2	Geräte zum Hacken	24
1.1.3	Die wichtigsten Werkzeuge	25
1.2	Abisolieren eines Kabels	27
1.2.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	27
1.3	Kabelverbindung durch Verdrillen	30
1.3.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	30
1.4	Kabelverbindung durch Löten	31
1.4.1	Schutzvorkehrungen	31
1.4.2	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	32
1.4.3	Löten	32
1.4.4	Kabel verbinden	33
1.5	Durchgangsprüfung	34
1.5.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	34
1.6	Computerlüfter als Lötrauchabsauger	36
1.6.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	37
1.6.2	Aufbau	37
1.7	Zusammenfassung	41
2	Theorie und Praxis	43
2.1	Zusammenstellen einer Ausrüstung für Einsteiger	43
2.1.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	43
2.2	Identifizieren elektronischer Bauteile	44
2.2.1	Widerstände	44
2.2.2	Kondensatoren	46
2.2.3	Dioden	48
2.2.4	LEDs	48
2.2.5	Transistoren	50

2.2.6	Integrierte Schaltkreise (ICs)	50
2.2.7	Sonstiges	51
2.2.8	SMD-Bauteile	51
2.3	Strom, Widerstand und Spannung.	52
2.3.1	Strom.	52
2.3.2	Widerstand	53
2.3.3	Spannung	54
2.3.4	Das ohmsche Gesetz	54
2.4	Leistung	55
2.5	Lesen eines Schaltplans.	57
2.5.1	Erste Regel für Schaltpläne: Positive Spannungen gehören nach oben	58
2.5.2	Zweite Regel für Schaltpläne: Ablauf von links nach rechts	58
2.5.3	Bezeichnungen und Werte	58
2.5.4	Schaltzeichen	59
2.6	Zusammenfassung	60
3	Einfache Hacks	61
3.1	Erhitzen eines Widerstands	61
3.1.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	61
3.1.2	Das Experiment.	61
3.2	Verwenden von Widerständen zur Spannungsteilung.	63
3.2.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	63
3.3	Umwandeln eines Widerstandswerts in eine Spannung (und Bau eines Belichtungsmessers)	66
3.3.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	66
3.4	Mobile Kleinleuchte mit Dämmerungsschalter	68
3.4.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	69
3.4.2	Steckplatine.	70
3.4.3	Schaltungsaufbau	72
3.5	Auswahl eines Bipolartransistors	76
3.5.1	Datenblätter.	76
3.5.2	MOSFETs	78
3.5.3	PNP- und N-Kanal-Transistoren	78
3.5.4	Gebäuchliche Transistoren.	79
3.6	Steuern eines Motors per Leistungs-MOSFET	80
3.6.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	80
3.6.2	Steckplatine.	81

3.7	Auswahl eines geeigneten Schalters	82
3.7.1	Taster	83
3.7.2	Mikroschalter	84
3.7.3	Wechselschalter	85
3.8	Zusammenfassung	86
4	LEDs	87
4.1	LEDs vor dem Durchbrennen schützen	87
4.1.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	88
4.1.2	Dioden	88
4.1.3	LEDs	88
4.1.4	Testen	90
4.2	Auswahl einer geeigneten LED	91
4.2.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	92
4.2.2	Helligkeit und Öffnungswinkel	92
4.2.3	Mehrfarbige LEDs	92
4.2.4	Infrarot- und Ultraviolett-LEDs	94
4.2.5	LEDs zur Beleuchtung verwenden	95
4.3	Konstantstromquelle mit dem LM317	95
4.3.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	96
4.3.2	Schaltungsentwurf	96
4.3.3	Steckplatine	97
4.3.4	Schaltungsaufbau	99
4.4	Flussspannung einer LED messen	100
4.4.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	101
4.5	Verwenden vieler LEDs	101
4.6	LEDs blinken lassen	103
4.6.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	103
4.6.2	Steckplatine	103
4.7	Verwenden einer Lötstreifenrasterplatine zum Aufbau des LED-Blinkers	105
4.7.1	Entwurf des Schaltungsaufbaus	106
4.7.2	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	108
4.7.3	Schaltungsaufbau	108
4.7.4	Fehlerbehebung	113
4.8	Verwendung eines Laserdioden-Moduls	113
4.9	Hacken eines Spielzeugautos	114
4.9.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	114
4.9.2	Ladung eines Kondensators	115

4.9.3	Schaltungsentwurf	116
4.9.4	Schaltungsaufbau	117
4.9.5	Testen	118
4.10	Zusammenfassung	118
5	Batterien und Stromversorgung	119
5.1	Auswahl einer geeigneten Batterie	119
5.1.1	Speicherkapazität	119
5.1.2	Maximale Entladungsrate	120
5.1.3	Einwegbatterien	120
5.1.4	Akkus	123
5.2	Laden von Batterien und Akkus	125
5.2.1	C	125
5.2.2	Überladung	125
5.2.3	Tiefentladung	126
5.2.4	Lebensdauer	126
5.3	Laden eines NiMH-Akkus	126
5.3.1	Normales Laden	126
5.3.2	Schnelles Laden	127
5.4	Laden eines verschlossenen Bleiakkus	128
5.4.1	Laden mit regelbarem Labornetzgerät	128
5.5	Laden eines LiPo-Akkus	129
5.6	Hacken eines Mobiltelefonakkus	130
5.7	Spannungsregelung	131
5.7.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	133
5.7.2	Steckplatine	133
5.8	Spannungsverstärkung	134
5.9	Berechnung der Laufzeit	135
5.10	Notstromversorgung	136
5.10.1	Dioden	136
5.10.2	Ladungserhaltung	138
5.11	Solarzellen	139
5.11.1	Überprüfen eines Solar-Moduls	140
5.11.2	Ladungserhaltung via Solar-Modul	141
5.11.3	Minimierung des Energieverbrauchs	142
5.12	Zusammenfassung	142
6	Arduino-Hacks	143
6.1	Anschluss des Arduinos und eine blinkende LED	144

6.1.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	144
6.1.2	Arduino anschließen	144
6.1.3	Sketch zum Blinken der LED ändern	148
6.2	Relaissteuerung per Arduino	150
6.2.1	Relais	150
6.2.2	Arduino-Ausgänge	151
6.2.3	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	152
6.2.4	Schaltungsaufbau	153
6.2.5	Software	154
6.3	Umbau eines elektronischen Spielzeugs	155
6.3.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	155
6.3.2	Schaltungsaufbau	156
6.3.3	Der serielle Monitor	158
6.3.4	Software	158
6.4	Spannungsmessung mit dem Arduino	159
6.4.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	160
6.4.2	Schaltungsaufbau	160
6.4.3	Software	161
6.5	LED-Ansteuerung per Arduino	162
6.5.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	163
6.5.2	Schaltungsaufbau	163
6.5.3	Software (Blinken)	164
6.5.4	Software (Helligkeit)	166
6.6	Tonwiedergabe mit dem Arduino	166
6.6.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	167
6.6.2	Schaltungsaufbau	167
6.6.3	Software	168
6.7	Arduino-Shields	169
6.8	Relaissteuerung über eine Webseite	170
6.8.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	171
6.8.2	Schaltungsaufbau	171
6.8.3	Netzwerkconfiguration	172
6.8.4	Testen	174
6.8.5	Software	174
6.9	Steuern eines LCD-Shields per Arduino	178
6.9.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	179
6.9.2	Schaltungsaufbau	179
6.9.3	Software	179

6.10	Steuern eines Servos mit dem Arduino	181
6.10.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	181
6.10.2	Schaltungsaufbau	182
6.10.3	Software	182
6.10.4	Charlieplexen von LEDs	183
6.10.5	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	185
6.10.6	Schaltungsaufbau	185
6.10.7	Software	186
6.11	Automatische Kennworteingabe	188
6.11.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	188
6.11.2	Schaltungsaufbau	189
6.11.3	Software	189
6.12	Zusammenfassung	190
7	Modul-Hacks	191
7.1	Bewegungsmelder	191
7.1.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge (PIR und LED)	192
7.1.2	Steckplatine	192
7.1.3	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge (PIR und Arduino)	194
7.1.4	Schaltungsaufbau	194
7.1.5	Software	195
7.2	Entfernungsmessung per Ultraschall	196
7.2.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge (PIR und Arduino)	197
7.2.2	Der Entfernungsmesser HC-SR04	197
7.2.3	Der Entfernungsmesser MaxBotix LV-EZ1	200
7.3	Funkfernsteuerungen	202
7.3.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	203
7.3.2	Steckplatine	203
7.4	Funkfernsteuerung und Arduino	204
7.4.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	205
7.4.2	Software	205
7.5	Drehzahlregelung per Leistungs-MOSFET	206
7.5.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	207
7.5.2	Steckplatine	207
7.5.3	Software	209
7.6	Steuerung eines Gleichstrommotors mit einem H-Brücken-Modul	210
7.6.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	213
7.6.2	Steckplatine	214

7.7	Steuerung eines Schrittmotors mit einem H-Brücken-Modul.	216
7.7.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	218
7.7.2	Schaltungsaufbau.	219
7.7.3	Software.	219
7.8	Ein einfaches Roboterfahrzeug.	221
7.8.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	222
7.8.2	Schaltungsaufbau.	223
7.8.3	Testen	225
7.8.4	Software.	226
7.9	Siebensegmentanzeigen	227
7.9.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	229
7.9.2	Schaltungsaufbau.	230
7.9.3	Software.	231
7.10	Echtzeituhr.	232
7.10.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	233
7.10.2	Schaltungsaufbau.	234
7.10.3	Software.	235
7.11	Zusammenfassung	236
8	Sensor-Hacks	237
8.1	Gasmelder	237
8.1.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	237
8.1.2	Der Komparator LM311	238
8.1.3	Steckplatine.	240
8.1.4	Anschluss des Methangas-Sensors am Arduino	241
8.2	Farbmessung	242
8.2.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	243
8.2.2	Schaltungsaufbau.	244
8.2.3	Software.	245
8.3	Vibrationsmessung	247
8.3.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	248
8.3.2	Schaltungsaufbau.	248
8.3.3	Software.	248
8.4	Temperaturmessung.	250
8.4.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	250
8.4.2	Schaltungsaufbau.	250
8.4.3	Software.	251
8.5	Beschleunigungsmessung	252
8.5.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge.	254

8.5.2	Schaltungsaufbau	254
8.5.3	Software	255
8.6	Magnetfelder messen	257
8.6.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	257
8.6.2	Schaltungsaufbau	257
8.6.3	Software	258
8.7	Zusammenfassung	259
9	Audio-Hacks	261
9.1	Audiokabel	261
9.1.1	Allgemeines	262
9.1.2	Löten an Audiosteckern	262
9.1.3	Stereosignal zu Mono konvertieren	264
9.2	Mikrofon-Module	265
9.3	UKW-Abhörwanze	268
9.3.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	269
9.3.2	Schaltungsaufbau	269
9.3.3	Testen	271
9.4	Auswahl von Lautsprechern	272
9.5	1-Watt-Audioverstärker	273
9.5.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	275
9.5.2	Schaltungsaufbau	275
9.5.3	Testen	276
9.6	Tonerzeugung mit dem Timer-Baustein 555	277
9.6.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	278
9.6.2	Schaltungsaufbau	278
9.7	Steuerung elektronischer Musikinstrumente via USB	279
9.7.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	280
9.7.2	Schaltungsaufbau	280
9.7.3	Software	280
9.8	Aussteuerungsmessung per Software	282
9.8.1	Erforderliche Bauteile und Werkzeuge	283
9.8.2	Schaltungsaufbau	283
9.8.3	Software	283
9.9	Zusammenfassung	284
10	Elektronische Geräte öffnen und reparieren	285
10.1	Vermeidung von Stromschlägen	285

10.2	Auseinandernehmen und Wiederzusammenbauen von Geräten . . .	286
10.3	Überprüfen von Sicherungen	287
10.4	Überprüfen von Batterien	289
10.5	Überprüfen einer Heizspirale	289
10.6	Aufspüren und Ersetzen defekter Bauteile	290
	10.6.1 Überprüfen von Bauteilen	290
	10.6.2 Entlöten	290
	10.6.3 Bauteile ersetzen	291
10.7	Ausbau noch brauchbarer Bauteile	292
10.8	Wiederverwendung eines Mobiltelefonladegeräts	293
10.9	Zusammenfassung	294
II	Werkzeuge	295
II.1	Verwendung eines Multimeters	295
	II.1.1 Durchgangsprüfer und Diodentest	295
	II.1.2 Widerstand	296
	II.1.3 Kapazität	297
	II.1.4 Temperatur	297
	II.1.5 Wechselspannung	298
	II.1.6 Gleichspannung	299
	II.1.7 Gleichstrom	299
	II.1.8 Wechselstrom	300
	II.1.9 Frequenz	300
II.2	Überprüfen eines Transistors mit dem Multimeter	300
II.3	Regelbare Labornetzgeräte	301
II.4	Kurz vorgestellt: Das Oszilloskop	303
II.5	Software	304
	II.5.1 Simulation	304
	II.5.2 Fritzing	305
	II.5.3 EAGLE	305
	II.5.4 Online-Rechner	306
	II.5.5 Widerstandsrechner	306
II.6	Zusammenfassung	307
A	Bauteile	309
B	Über den Autor	317
	Stichwortverzeichnis	319

Danksagungen

Vielen Dank an die Belegschaft von McGraw-Hill Education, die beim Entstehen dieses Buches großartige Arbeit geleistet hat. Mein Dank gilt insbesondere meinem Lektor Roger Stewart sowie Vastavikta Sharma, Jody McKenzie, Mike McGee und Claire Splan.

Besonderer Dank gebührt auch Duncan Amos, John Heath und John Hutchinson für die technische Prüfung des Materials und ihre Unterstützung.

Und nicht zuletzt einmal mehr Dank an Linda, für ihre Geduld und ihre Großzügigkeit, mir den nötigen Raum hierfür zu geben.

Einführung

Dieses Buch handelt vom »Hacken«, also dem Umbau und Modifizieren elektronischer Geräte und ist kein formal aufgebautes theoretisches Werk. Der einzige Zweck ist es, dem Leser die Fähigkeiten zu vermitteln, die er braucht, um mit elektronischen Geräten etwas anstellen zu können – sei es nun Grundlegendes, wie das Verbinden verschiedener Bauteile, oder vorhandene elektronische Gerätschaften für neue Nutzungsmöglichkeiten einzurichten.

Sie werden erfahren, wie man experimentiert und wie Sie dabei Ihre Ideen so sortieren, dass das Resultat auch funktioniert. Dabei werden Sie allmählich ein Verständnis dafür entwickeln, warum die Geräte funktionieren und wo deren Leistungsgrenzen liegen. Sie werden lernen, auf der Steckplatine ohne zu löten Prototypen anzufertigen, Bauteile direkt miteinander zu verlöten und eine Lötstreifenrasterplatine zu verwenden.

Sie werden außerdem den Umgang mit der beliebten Mikrocontroller-Platine Arduino kennenlernen, die zu einem der wichtigsten Werkzeuge für Elektronikbastler geworden ist. Das Buch enthält mehr als 20 Beispiele dafür, wie sich eine Arduino-Platine zusammen mit anderer Elektronik einsetzen lässt.

Im Bereich der Elektronik hat sich einiges getan. Dieses zeitgemäße Buch kommt ohne die Theorie aus, die Sie vermutlich ohnehin nie benötigen, und konzentriert sich stattdessen darauf, wie Sie die verfügbaren vorgefertigten Module zum Bau elektronischer Geräte verwenden können. Letzten Endes ist es doch sinnlos, das Rad immer wieder neu zu erfinden.

Im Buch werden unter anderem die folgenden Dinge erklärt und erläutert:

- Verwendung von LEDs und Hochleistungs-LEDs (die nach dem Produkt eines bekannten Herstellers auch als *Lumileds* bezeichnet werden)
- Verwendung von LiPo-Akkus (Lithium-Polymer-Akkumulatoren) und Spannungswandler-Modulen
- Verwendung von Sensoren zur Erfassung von Helligkeit, Temperatur, Vibration, Beschleunigung, Lautstärkepegel und Farbe
- Anschluss von Erweiterungsplatinen (sogenannter »Shields«) an das Arduino-Board, wie etwa des Ethernet-Shields oder eines LCD-Shields (Flüssigkristallanzeige)
- Verwendung von Servos und Schrittmotoren (Steppermotoren)

Und hier sind einige der Geräte, deren Bau im weiteren Verlauf des Buches beschrieben wird:

- ein Detektor für gesundheitsschädliche Gase (wie z.B. Lötrauch)
- ein via Internet gesteuertes elektronisches Spielzeug
- ein Farbmessgerät
- ein Ultraschallentfernungsmesser
- ein ferngesteuertes Roboterfahrzeug
- eine Version des Spiels »Eierlaufen«, die auf Beschleunigungsmessung beruht
- ein 1-Watt-Audioverstärker
- eine Abhörwanze, die aus einem gehackten MP3-UKW-Minisender gebaut wird
- funktionierende Bremslichter und Scheinwerfer für ein Auto der Modellrennbahn

Erforderliche Bauteile und Werkzeuge

Das Buch ist sehr anwendungsorientiert und praxisnah ausgerichtet. Sie benötigen daher einige Werkzeuge und Bauteile, um es auch wirklich auszureizen.

Was das Werkzeug betrifft, werden Sie kaum mehr als ein Multimeter und eine einfache Lötausrüstung oder eine kleine Lötstation benötigen.

Für elektronische Bastelprojekte, bei denen es sinnvoll ist, einen Mikrocontroller zu verwenden, ist eine Arduino-Uno-Platine am bestens geeignet. Sie sollten sich also lieber einen dieser Mikrocontroller beschaffen, bevor Sie versuchen, eines der Projekte nachzubauen.

Sämtliche im Buch verwendeten Bauteile sind (zusammen mit einer Bezugsquelle) im Anhang aufgeführt. Die meisten dieser Bauteile sind Bestandteil der verschiedenen verfügbaren Arduino-Starter-Kits.

In vielen der Anleitungen gibt es einen Abschnitt *Erforderliche Bauteile und Werkzeuge*. Dort sind für die Bauteile Codes angegeben, die Sie im Anhang nachschlagen können, um eine Bezugsquelle zu finden.

Aufbau dieses Buches

Das Buch ist in Kapitel unterteilt, die sich jeweils einem bestimmten Fachgebiet widmen. Die nummerierten Abschnitte der einzelnen Kapitel enthalten größtenteils Anleitungen zu bestimmten Themenkreisen der Elektronik.

Es gibt die nachstehenden Kapitel:

Kapitel	Titel	Beschreibung
Kapitel 1	Erste Schritte	Zunächst erfahren Sie, wo Sie Geräte und Bauteile sowie Apparate, die es zu hacken lohnt, erwerben können. Außerdem behandelt dieses Kapitel die Grundlagen des Lötens und erläutert, wie Sie einen alten Computerlüfter dazu verwenden können, den beim Löten entstehenden Rauch abzuleiten.
Kapitel 2	Theorie und Praxis	Dieses Kapitel stellt die verschiedenen elektronischen Bauteile vor, zumindest diejenigen, die Sie wahrscheinlich verwenden werden, und erklärt, woran man diese erkennt und was sie leisten. Hier wird auch ein wenig unverzichtbarer Theorie erläutert, die Sie ständig brauchen werden.
Kapitel 3	Einfache Hacks	In diesem Kapitel finden Sie einige eher simple Anleitungen zum Hacken, mit denen die Verwendung von Transistoren an Beispielprojekten erläutert wird. Unter anderem wird eine mobile Kleinleuchte modifiziert, die sich dann bei Dunkelheit automatisch einschaltet, und die Steuerung eines Motors durch einen Leistungs-MOSFET (engl. <i>Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor</i> , Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren) erklärt.
Kapitel 4	LEDs	Neben der Erläuterung der Verwendung herkömmlicher LEDs (Blinken lassen usw.) wirft dieses Kapitel auch einen Blick auf die Ansteuerung einer größeren Anzahl von LEDs oder einer Laserdiode.
Kapitel 5	Batterien und Stromversorgung	Es kommen nicht nur Einwegbatterien und wieder aufladbare Akkus zur Sprache, sondern auch das Laden von LiPo-Akkus. Auch automatisches Aufladen, Spannungsregelung und Solarzellen werden behandelt.
Kapitel 6	Arduino-Hacks	Arduino ist bei Elektronikbastlern zur beliebtesten Mikrocontroller-Platine avanciert. Die im Sinne des Open-Source-Gedankens quelloffene Hardware vereinfacht den Einsatz komplexer Geräte wie eines Mikrocontrollers sehr. Dieses Kapitel führt Sie in die Verwendung des Arduinos ein und stellt einige einfache Projekte vor, wie beispielsweise den Einsatz von Relais, die Wiedergabe von Tönen und die Ansteuerung eines Servos. Und auch die Verwendung von Arduino-Shields wird betrachtet.
Kapitel 7	Modul-Hacks	Beim Bau von Geräten lassen sich häufig zumindest für Teile eines Projekts vorgefertigte Module verwenden. Solche Module gibt es für die verschiedenartigsten Zwecke, von drahtlosen Fernbedienungen bis hin zu Motorsteuerungen.
Kapitel 8	Sensor-Hacks	Es sind Sensoren in Form von ICs oder Modulen verfügbar, die zum Erfassen von allem Möglichen geeignet sind (wie etwa Temperatur, Gas oder Beschleunigung). In diesem Kapitel werden wir uns eine Reihe davon näher ansehen, ich werde die Verwendung erläutern und einige davon an einem Arduino anschließen.

Kapitel	Titel	Beschreibung
Kapitel 9	Audio-Hacks	Das Kapitel enthält mehrere nützliche Anleitungen zu den Themen Elektronik und Audio, beispielsweise das Anfertigen und Anpassen von Audiokabeln oder Audioverstärkern und die Verwendung von Mikrofonen.
Kapitel 10	Elektronische Geräte öffnen und reparieren	Das Instandsetzen von Geräten und das Ergattern von noch verwendbaren Bauteilen aus defekten Apparaten sind für den Elektronikhacker lohnende Tätigkeiten. In diesem Kapitel wird erklärt, wie man Geräte auseinandernimmt und gelegentlich auch, wie man sie wieder zusammenbaut.
Kapitel 11	Werkzeuge	Das letzte Kapitel soll Ihnen als Referenz dienen und beschreibt, wie Sie Werkzeuge wie Multimeter oder regelbare Netzgeräte bestmöglich einsetzen.

Erste Schritte

Im ersten Kapitel wollen wir uns einige der zum Hacken elektronischer Geräte unabdingbaren Werkzeuge und Techniken ansehen. Zunächst wollen wir ein wenig löten und den Lüfter eines ausrangierten Computers dazu verwenden, uns den beim Löten entstehenden Rauch vom Leib zu halten.

Wie bereits der Titel des Buches erahnen lässt, soll es insbesondere um das »Hacken« von Elektronik gehen. Nun ist das Wort »Hacken« ein wenig überbeansprucht. In diesem Buch ist damit »Tun Sie es einfach!« gemeint. Zum Basteln oder Umbauen elektronischer Geräte ist kein Abschluss als Elektroingenieur notwendig. Die beste Lernmethode ist es, Dinge einfach auszuprobieren. Sie werden dabei aus Ihren Fehlern ebenso viel lernen wie aus Ihren Erfolgen.

Anfangs werden Sie beim Basteln und Experimentieren womöglich die theoretische Seite besser verstehen wollen. Die herkömmlichen Elektroniklehrbücher sind allerdings ziemlich abschreckend, wenn man nicht vergleichsweise gute Kenntnisse in höherer Mathematik mitbringt. Das Buch ist vor allem bestrebt, es Ihnen zu ermöglichen, sofort loszulegen. Über die Theorie können Sie sich auch später noch Gedanken machen.

Zunächst einmal benötigen Sie einige Werkzeuge und müssen in Erfahrung bringen, wo Sie die Bauteile und Komponenten für Ihre Projekte herbekommen.

1.1 Bezugsquellen

Von der Beschaffung von Bauteilen und Werkzeugen einmal abgesehen, gibt es eine Menge preisgünstiger und interessanter Unterhaltungselektronik, die sich hacken und zu ganz anderen Zwecken einsetzen lässt oder aber als Lieferant interessanter Bauteile dienen kann.

1.1.1 Beschaffung von Bauteilen

Die meisten Bauteile werden im Internet eingekauft, es gibt allerdings auch Elektronikläden wie Conrad, in denen Sie Komponenten kaufen können. In solchen traditionellen Ladengeschäften ist die Produktauswahl oft begrenzt und die Preise sind häufig nicht besonders günstig. Schließlich kostet das Ladengeschäft den Betreiber ja auch Geld. Dennoch sind diese Elektronikläden von unschätzbarem Wert, wenn Sie hin und wieder etwas ganz dringend benötigen. Vielleicht fehlt

Ihnen eine LED, weil Sie versehentlich eine durchgeschmort haben, oder Sie möchten sich die Gehäuse ansehen, die dort im Sortiment sind.

Manchmal möchte man eben ein Werkzeug oder eine Komponente tatsächlich in der Hand haben und nicht nur versuchen, sich anhand eines Fotos auf der Webseite eine Vorstellung davon zu machen.

Wenn Sie sich eingehender mit Elektronik beschäftigen, werden sich bei Ihnen wahrscheinlich allmählich Bauteile und Werkzeuge ansammeln, auf die Sie bei neuen Projekten zurückgreifen können. Die meisten Komponenten sind vergleichsweise preiswert, sodass ich beim Einkauf normalerweise gleich zwei oder drei Stück bestelle, manchmal sogar auch fünf, wenn sie besonders günstig zu haben sind. Sie werden dann beim Beginn eines neuen Projekts nicht selten feststellen, dass Sie alle benötigten Dinge bereits beisammenhaben.

Die Beschaffung von Bauteilen hängt jedoch auch davon ab, wo Sie wohnen. In Deutschland dürften Conrad, Reichelt und Völkner auf dem Markt der Komponenten für Hobbyelektroniker zu den größten Lieferanten gehören. Auch Farnell hat so ziemlich alles im Angebot, was man sich wünschen kann, und liefert weltweit.

Wenn es speziell um vorgefertigte elektronische Module für Ihr Projekt geht, sind SparkFun, Seeed Studio, Adafruit, ITead Studio und in Deutschland Watterott electronic und Fritzing.org oftmals hilfreich. Alle bieten ein breites Spektrum an Modulen an, und schon das Stöbern in den Online-Katalogen macht ziemlichen Spaß.

Für fast alle der im Buch verwendeten Komponenten ist im Anhang die Artikelnummer bei einem oder mehreren der genannten Händler angegeben. Eine Ausnahme sind hier einige sehr ungewöhnliche Module, die Sie am ehesten über eBay beziehen können.

Es gibt außerdem eine Vielzahl von Online-Auktionsseiten, auf denen elektronische Komponenten verfügbar sind. Viele davon stammen direkt aus Fernost und sind häufig extrem preiswert zu haben. Solche Seiten sind oft die richtige Anlaufstelle, wenn Sie unübliche Komponenten oder Bauteile wie Laser-Module oder Hochleistungs-LEDs suchen, die bei den regulären Händlern sehr teuer sind. Hier lassen sich häufig auch größere Mengen sehr günstig erwerben. Manchmal gehören die angebotenen Komponenten allerdings nicht zur Güteklasse A; Sie sollten daher die Produktbeschreibung sorgfältig lesen und nicht allzu enttäuscht sein, wenn einige der Artikel einer Charge bereits im Auslieferungszustand defekt sind.

1.1.2 Geräte zum Hacken

Da Sie sich nun als Elektronikhacker betätigen, müssen Sie sich zunächst mit dem Gedanken vertraut machen, dass sich das Verhalten Ihrer Freunde und Bekannten ändert. Defekte elektronische Geräte werden künftig bei Ihnen abgeladen. Seien

Sie in Ihrer neuen Rolle als Sperrmüllsammler aber wachsam, denn so manches der »defekten« Geräte lässt sich ohne Weiteres wiederbeleben.

Eine weitere bedeutende Quelle nützlicher Kleinteile sind 1-Euro-Läden. Begeben Sie sich zur Abteilung mit elektronischem Krimskrams: Taschenlampen, Ventilatoren, solarbetriebenes Spielzeug, beleuchtete Ständer zum Kühlen von Laptops usw. Es ist verblüffend, was man für einen einzigen Euro kaufen kann. Häufig bekommen Sie Motoren und Reihen von LEDs zu einem deutlich niedrigeren Preis als denjenigen, den Sie für die einzelnen Bauteile bei einem konventionellen Händler zahlen müssten.

Auch in ganz normalen Supermärkten findet sich preiswerte Elektronik, die sich hacken lässt. Schöne Beispiele hierfür sind billige PC-Lautsprecher, Mäuse, Netzteile, Radios, LED-Taschenlampen und Computertastaturen.

1.1.3 Die wichtigsten Werkzeuge

Sie glauben doch nicht etwa, dass Sie in diesem Kapitel davonkommen, ohne etwas gelötet zu haben? Dazu benötigen Sie einige einfache Werkzeuge. Diese müssen auch gar nicht teuer sein. Tatsächlich ist es beim Beginn neuer Projekte meist eine gute Idee, zunächst mit preisgünstigen Objekten zu hantieren, damit es nicht weiter schlimm ist, wenn Sie etwas beschädigen. Sie würden ja auch kaum auf einer Stradivari das Geigenspiel erlernen wollen. Und außerdem: Worauf sollten Sie sich noch freuen, wenn Sie schon jetzt nur Spitzenwerkzeuge kaufen?

Es sind eine Menge Werkzeugsätze für Anfänger verfügbar. Für unsere Zwecke sind ein einfacher Lötkolben, Lötzinn, ein Lötkolben-Ablageständer, eine Flachzange, ein Seitenschneider und ein oder zwei Schraubendreher erforderlich. Bei SparkFun gibt es einen solchen Werkzeugsatz (siehe Anhang, Code T1). Beschaffen Sie sich bei einem der genannten Händler diesen oder einen ähnlichen Werkzeugsatz.

Sie brauchen außerdem ein Multimeter (Abbildung 1.1). Ich empfehle ein preisgünstiges Digitalmultimeter, das keinesfalls mehr als 20 Euro kosten sollte. Selbst wenn Sie später ein besseres Gerät kaufen, werden Sie doch auch immer wieder das alte verwenden, da es oft sinnvoll ist, mehr als eine Messung gleichzeitig durchzuführen. Entscheidend ist, dass Sie Gleichspannung, Gleichstromstärke und Widerstand messen können und dass das Gerät eine Funktion als Durchgangsprüfer besitzt. Alles andere ist Spielerei und wird nur alle Jubeljahre gebraucht. Suchen Sie nach einem Modell, das den im Anhang (Code T2) genannten vergleichbar ist, oder einem unwesentlich besser ausgestatteten wie das in Abbildung 1.1.

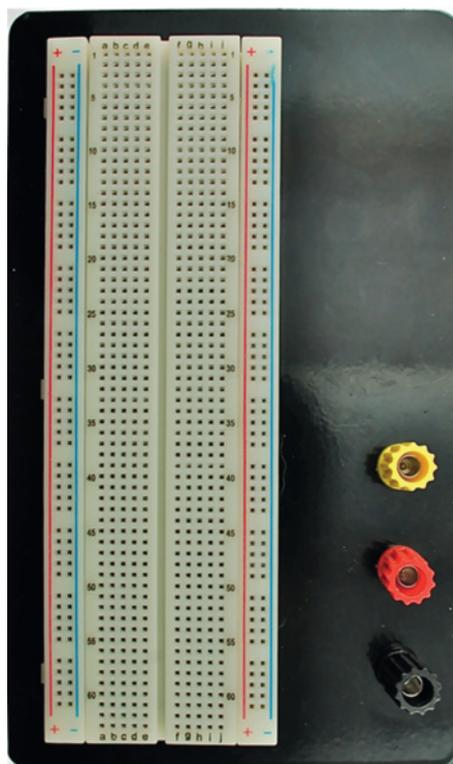


Abb. 1.1: Ein Digitalmultimeter

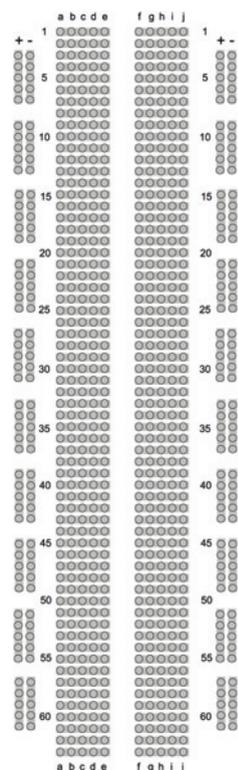
Steckplatinen (Abbildung 1.2) ermöglichen es, ohne Lötarbeiten schnell mal eine Schaltung auszutesten. Sie müssen einfach nur die Anschlussbeinchen in die kleinen Buchsen einer Anschlussleiste stecken – und schon sind alle in diese Leiste eingesteckten Bauteile durch eine hinter den Buchsen befindliche Metallklammer miteinander verbunden. Und diese Steckplatinen sind auch nicht teuer (siehe Code T5 im Anhang). Darüber hinaus brauchen Sie Drähte in verschiedenen Farben (T6), um Verbindungen auf der Steckplatine herzustellen. Es gibt zu diesem Zweck auch preiswerte vorgefertigte Verbindungsstecker, die äußerst nützlich, aber nicht unbedingt notwendig sind.

Diese Steckplatinen gibt es in den verschiedensten Größen und Formen. Besorgen Sie sich im Zweifel lieber eine möglichst große. Wenn ich im Buch eine Steckplatine verwende, handelt es sich um das Modell mit dem Code T5 (siehe Anhang). Auf dieser Platine gibt es zwei Spalten mit 63 Anschlussleisten, die jeweils fünf Kontakte bereitstellen. Außerdem gibt es links und rechts jeweils zwei durchgehende Leisten für die Stromversorgung (Abbildung 1.2a). Das von mir genutzte Modell ist außerdem auf einer Aluplatte montiert, die ihrerseits auf Gummifüßchen steht, um ein Verrutschen zu verhindern. Ein solches Arrangement ist sehr verbreitet und etwas Vergleichbares ist bei den meisten Anbietern im Angebot.

In Abbildung 1.2b ist dargestellt, wie die Anschlussleisten unter der Kunststoffoberfläche der Steckplatine angeordnet sind. Die Buchsen mit zusammenhängendem grauen Hintergrund sind in Fünfergruppen leitend miteinander verbunden. Die langen vertikalen Reihen links und rechts, jeweils eine positive und eine negative, dienen zur Stromversorgung der Komponenten und sind farblich gekennzeichnet (rot und blau).



(a)



(b)

Abb. 1.2: Steckplatine: Schaltungen ohne Löten

1.2 Abisolieren eines Kabels

Beginnen wir mit einigen grundlegenden Techniken, die Sie kennen sollten. Die einfachste davon dürfte das Entfernen der Isolierung von einem Kabelende sein.

1.2.1 Erforderliche Bauteile und Werkzeuge

Anzahl	Objekt	Code im Anhang
	Kabel zum Abisolieren	T9 oder Kabelreste
1	Flachzange	T1
1	Seitenschneider	T1

Beim Hacken elektronischer Geräte haben Sie es fast immer mit irgendwelchen Kabeln zu tun. Sie sollten daher damit umzugehen wissen. Abbildung 1.3 zeigt eine kleine Auswahl gängiger Kabeltypen und zum Größenvergleich ein Streichholz.

Direkt neben dem Streichholz befinden sich drei eindrätige Kabelabschnitte. Dieser Typ wird auch als *Schalt draht* bezeichnet und wird vornehmlich auf Steckplatinen verwendet, da er nur aus einer einzelnen Ader innerhalb der Kunststoffisolierung besteht und früher oder später bricht, wenn er verbogen wird. Die einzelne Ader bedeutet aber auch, dass sich dieser Draht beim Aufbau von Prototypen sehr leicht in die Buchsen der Steckplatine einstöpseln lässt, da er sich im Gegensatz zur Litze dabei nicht aufspaltet.



Abb. 1.3: Gängige Kabeltypen

Für die Verwendung mit der Steckplatine gibt es vorgefertigte Sortimente in verschiedenen Farben (siehe im Anhang Code T6) oder Rollen mit Draht, den Sie sich selbst zuschneiden können (siehe im Anhang Code T7, T8, T9). Aus praktischen Gründen sollte man mindestens drei verschiedene Farben verwenden, wobei Rot, Gelb und Schwarz eine gute Wahl sind. Wenn Sie beispielsweise Rot bzw. Schwarz für die positive und negative Spannungsversorgung und Gelb für alle anderen Verbindungen verwenden, wird der Aufbau Ihres Bastelprojekts sehr viel übersichtlicher.

Rechts oben in Abbildung 1.3 sehen Sie ein Stück mehradriger Litze und darunter ein Stück Zwillingslitze. Litze wird zum Verbinden der Module eines Bastelprojekts verwendet. Beispielsweise könnte die Zwillingslitze dazu verwendet werden, einen Lautsprecher an ein Verstärker-Modul anzuschließen. Es ist praktisch, immer etwas Litze griffbereit zu haben. Die Litze aus defekten Geräten lässt sich bestens wiederverwenden und der Neukauf ist preisgünstig (siehe im Anhang Code T10 und T11).

Das Kabel im unteren Bereich von Abbildung 1.3 ist abgeschirmt. Dieser Typ wird insbesondere für Audio- und Kopfhörerkabel eingesetzt. Das Innere besteht aus einer mehradrigen isolierten Litze, die von einer Abschirmung umgeben ist. Solche Kabel finden Verwendung, wenn das auf dem inneren Kabel transportierte Signal nicht durch elektrische Störungen beeinflusst werden soll, wie etwa dem Netzbrummen (in Deutschland 50Hz bei 230V-Geräten). Das äußere Kabel schirmt das innere vor anderen, fehlgeleiteten Signalen und Störungen ab. Es gibt verschiedene Varianten solcher Kabel, bei denen mehr als eine Leitung abgeschirmt ist, wie etwa Stereo-Audiokabel.

Für unsere Zwecke sind isolierte Kabel nicht zu gebrauchen, sofern wir keine Möglichkeit finden, die Isolierung am Ende zu entfernen, denn hier wollen wir schließlich irgendetwas anschließen. Man bezeichnet das als *Abisolieren* des Kabels. Es gibt spezielle Abisolierzangen, bei denen Sie den Durchmesser des Kabels einstellen können, was natürlich voraussetzt, dass Sie den Durchmesser auch kennen. Das ist jedoch nicht der Fall, wenn Sie Kabel aus einem defekten Gerät wiederverwenden möchten. Mit ein klein wenig Übung können Sie Kabel aber genauso gut mit einer Flachzange und einem Seitenschneider abisolieren.

Diese beiden Werkzeuge sind für einen Elektronikhacker unverzichtbar, dabei müssen sie gar nicht teuer sein. Tatsächlich bekommen Seitenschneider schnell Scharfen und sind dann kaum noch zu gebrauchen. Daher ist ein preiswerter Seitenschneider (ich bezahle etwa 2 Euro), der regelmäßig durch einen neuen ersetzt wird, viel praktischer.

Abbildung 1.4a und Abbildung 1.4b zeigen, wie man mit einer Flachzange und einem Seitenschneider ein Kabel abisoliert. Das Kabel wird durch den kräftigen Griff der Flachzange stillgehalten, während die eigentliche Abisolierung mit dem Seitenschneider durchgeführt wird.

Ergreifen Sie das Kabel ca. 2 bis 3cm vor dem Ende mit der Flachzange (Abbildung 1.4a). Setzen Sie dann den Seitenschneider an der für die Abisolierung vorhergesehenen Stelle an. Manchmal wird der Vorgang erleichtert, wenn vorher die Isolierung hier rundum eingeritzt wird. Ziehen Sie nun die Isolierung mit dem Seitenschneider ab (Abbildung 1.4b).

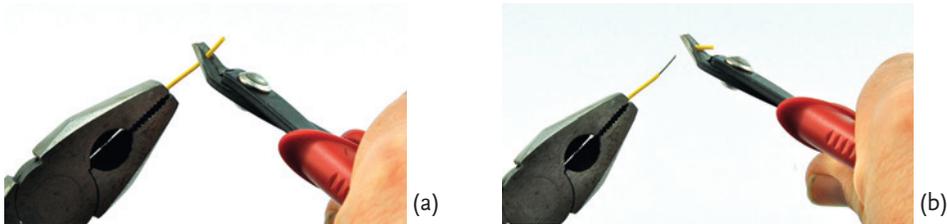


Abb. 1.4: Kabel abisolieren

Längere Kabel können Sie auch ein paar Mal um den Finger wickeln, anstatt die Zange zu verwenden.

Hierfür ist etwas Übung erforderlich. Gelegentlich wird es Ihnen passieren, dass Sie den Seitenschneider zu kräftig drücken und versehentlich das ganze Kabel durchtrennen. Hin und wieder werden Sie auch nicht kräftig genug drücken und die Isolierung bleibt an Ort und Stelle oder dehnt sich. Bevor Sie sich an wichtigen Werkstücken versuchen, sollten Sie das Abisolieren an Kabelresten üben.

1.3 Kabelverbindung durch Verdrillen

Kabel können auch ohne Löten miteinander verbunden werden. Zwar ist eine Lötverbindung beständiger, aber manchmal ist dieses Verfahren ausreichend.

Die einfachste Methode ist es, einfach die blanken Enden zweier Kabel miteinander zu verdrillen. Das funktioniert mit mehradriger Litze erheblich besser als mit einadrigem Schaltdraht, aber wenn es richtig gemacht wird, ergibt sich dennoch eine stabile Verbindung.

1.3.1 Erforderliche Bauteile und Werkzeuge

Um das Verdrillen zweier Kabel auszuprobieren (das ein wenig aufwendiger ist, als Sie vielleicht denken), brauchen Sie folgende Dinge:

Anzahl	Objekt	Code im Anhang
2	Zu verbindende Kabel	T10
1	PVC-Isolierband	T3

Falls Sie die Kabel noch abisolieren müssen, um an das blanke Kupfer zu gelangen, siehe Abschnitt 1.2.

Abbildung 1.5 zeigt die einzelnen Schritte beim Verbinden zweier Kabel durch Verdrillen.

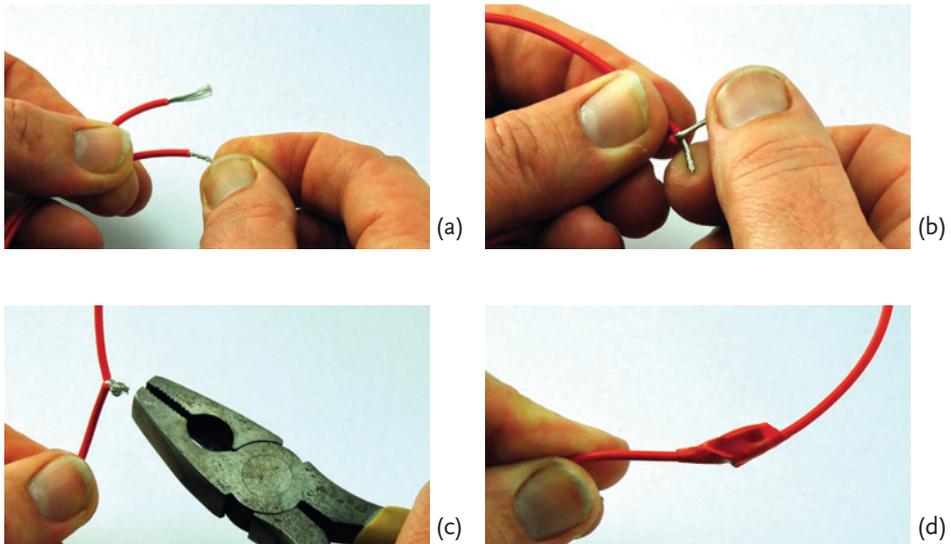


Abb. 1.5: Kabelverbindung durch Verdrillen