

Auf einen Blick

Einführung	23
-------------------------	-----------

Teil I: Elektronikbasteln und dessen Sinn im Zeitalter des Internets	27
---	-----------

Kapitel 1: Warum elektronische Schaltungen selber aufbauen.	29
Kapitel 2: Basteln mit Widerstand, Transistor und Co.	45
Kapitel 3: Elektronische Schaltungen nach Schaltbildern aufbauen und in Betrieb nehmen	67
Kapitel 4: Bauteile aus alten Geräten ausbauen und verwenden.	85
Kapitel 5: Akkutechnologien, Netzteile, Spannungswandler und Solartechnik	101
Kapitel 6: Löt- und Entlöttechnik	115

Teil II: Messtechnik und Fehlersuche	125
---	------------

Kapitel 7: Messungen mit dem Oszilloskop durchführen.	127
Kapitel 8: Fehlersuche in elektronischen Schaltungen und Geräten	141
Kapitel 9: Die Signalverfolgung in elektronischen Schaltungen und Geräten	159
Kapitel 10: Kontaktschwierigkeiten: kalte Lötstellen, defekte Steckverbindungen und andere häufige Fehler.	173

Teil III: Weitere interessante Bereiche der Elektronik	191
---	------------

Kapitel 11: Niederfrequenz- und Hochfrequenztechnik	193
Kapitel 12: Mikrocontroller-Grundlagen	209
Kapitel 13: Audiotechnik – Verstärker, Lautsprecher und einfache Effektechnik	227
Kapitel 14: Analog- und Digitaltechnik und Signale umwandeln.	249
Kapitel 15: Einige Grundlagen zur Röhrentechnik	267
Kapitel 16: Wie funktioniert eigentlich	287

Teil IV: Einige Projekte zum Nachbauen und Experimentieren	307
---	------------

Kapitel 17: Verschiedene Oszillatorschaltungen aufbauen und mit ihnen experimentieren	309
Kapitel 18: Sinussignale erzeugen mit dem Phasenschieber-Oszillator.	323
Kapitel 19: Schaltungen mit LED-Levelanzeigen	333
Kapitel 20: Empfindliches Verstärkermikrofon und andere Verstärkerschaltungen.	345
Kapitel 21: Elektronische Signalgeber für Türklingeln oder als Alarm-/Signalgeber	357
Kapitel 22: Transformatoren verschiedener Art und die drahtlose Energieübertragung durch Induktivität	365
Kapitel 23: Spannungsverdoppler und andere Schaltungen für Spannungswandler.	381
Kapitel 24: Einige Miniprojekte zum Nachbauen und Experimentieren	395

Teil V: Der Top-Ten-Teil **415**

Kapitel 25: Zehn Dinge und einige weitere wichtige Informationen
 für den Elektronikbastler 417

Stichwortverzeichnis **433**

Inhaltsverzeichnis

Einführung	23
Über dieses Buch	23
Konventionen in diesem Buch	23
Was Sie nicht lesen müssen	24
Törichte Annahmen über den Leser	24
Wie dieses Buch aufgebaut ist	24
Teil I: Bauteile, Werkzeuge und sonstige benötigte Dinge	24
Teil II: Schaltzeichen und etwas Theorie	25
Teil III: Die ersten praktischen Erfahrungen	25
Teil IV: Schaltungen zum Nachbauen und Experimentieren	25
Teil V: Weitere Bauteile und Komponenten zum Elektronikbasteln	25
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	25
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	26

TEIL I ELEKTRONIKBASTELN UND DESSEN SINN IM ZEITALTER DES INTERNETS

27

Kapitel 1	
Warum elektronische Schaltungen selber aufbauen	29
Das Basteln mit »echten« Bauteilen	30
Das erste Beispiel zum Aufbau einer Schaltung	30
Die Widerstände	30
Elektrolytkondensatoren	32
Die Transistoren vom Typ BC548	33
Leuchtdioden (LEDs)	34
Die übrigen Bauteile	35
Die (erste) Schaltung für den Selbstaufbau	35
Der Aufbau der Schaltung nach dem Schaltbild	36
Der Aufbau der Schaltung auf dem Steckboard	37
Der LED-Wechselblinker aus der Beispielschaltung	40
Mögliche Veränderungen der Schaltung zum Experimentieren	41
Eine Schaltungsvariante aufbauen	41
Der Wechselblinker mit einstellbarer Blinkfrequenz	42
Der Anfang ist getan	44

Kapitel 2	
Basteln mit Widerstand, Transistor und Co.	45
Die Stromversorgung für zukünftige Schaltungen und Experimente	46
Einfache Schaltungen mit Widerständen und Kondensatoren	47
Widerstände an Spannungsquellen	47
Reihenschaltungen mit unterschiedlichen Widerständen	49

14 Inhaltsverzeichnis

Spannung, Strom, Widerstand und Wärme.	51
Variabel: das Potenziometer als veränderbarer Widerstand	52
Das Potenziometer im Experiment kennenlernen	54
Die Reihenschaltung aus LED und (Vor-)Widerstand	55
Widerstände und Kondensatoren im Stromkreis	56
Kondensator und Elektrolytkondensator (Elko).	56
Die ersten Experimente mit Kondensator und Elko	57
Was passiert, wenn ein Elektrolytkondensator falsch angeschlossen wird?	59
Kondensatoren und Widerstände im Zusammenspiel.	59
Eile mit Weile: Kondensatoren zeitverzögert auf- und entladen.	60
Schalten und warten mit dem Transistor.	61
Weitere Schaltungen in den folgenden Kapiteln.	65
 Kapitel 3	
Elektronische Schaltungen nach Schaltbildern	
aufbauen und in Betrieb nehmen.	67
Die wichtigsten Schaltzeichen	68
Schaltzeichen leicht interpretiert: einige Erläuterungen	68
Gute Verbindung: die Leitungen und Verbindungen in Schaltbildern	70
Einfache Schaltbilder mit Stromkreisen und ein paar Bauteilen	70
Von der Theorie zur Praxis: Schaltbild und Aufbau der Schaltung.	71
Energiequelle: die Stromversorgung und ihre Kennzeichnung im Schaltbild	72
Bauelemente in Schaltbildern erkennen	73
Einfache Transistorschaltungen zum Aufbauen und Messen	75
Strommessung an Basis und Emitter	77
Emitter- und Kollektorschaltung	80
Transistor und Relais im Vergleich	81
Schaltbilder selber zeichnen oder erstellen	84
 Kapitel 4	
Bauteile aus alten Geräten ausbauen und verwenden	85
Zuerst ein paar wichtige Sicherheitshinweise	86
Suche nach verborgenen Schätzen: Bei welchen Geräten lohnt sich das Zerlegen überhaupt?	87
Ein paar Beispiele für zerlegte Geräte und deren Komponenten.	89
Weitere Geräte und Bauteile, die daraus ausgebaut werden können.	90
Ein paar Beispiele für Geräte mit geeigneten Bauteilen	90
Worauf Sie beim Ausbau der Bauteile achten sollten	93
Halbleiter und integrierte Schaltungen verwenden	95
Welche Art Bauteile Sie wahrscheinlich weniger benötigen	95
Ein Beispiel, wie aus Bauteilen etwas gebaut werden kann	95
Weitere interessante Bauteile zum Auslöten und Aufheben.	99

Kapitel 5	
Akkutechnologien, Netzteile,	
Spannungswandler und Solartechnik	101
Batterien und Akkus zur Stromversorgung nutzen	102
Auch Akkus und Batterien können gefährlich werden.....	103
Batterien für eigene Schaltungen verwenden.....	103
Konstante Kraft: Netzteile zur Energieversorgung Ihrer	
elektronischen Schaltungen.....	105
Trafonetzteile und Schaltnetzteile verwenden	107
Spannungswandler und ihre Wirkungsweise	107
Zur Praxis: der Testaufbau für das Experiment.....	109
Automatische Ansteuerung der Spule	110
Die Solartechnik und praktische Anwendungen.....	112

Kapitel 6	
Löt- und Entlöttechnik	115
Heiße Sache: der Lötkolben	116
Feine Sache: ein Feinlötkolben mit geringer Leistung	116
Lötstation oder Lötkolben?	117
Übung macht den Meister: zum Lötvorgang	117
Schaltungen auf der Lochrasterplatine aufbauen.....	118
Löten rückwärts: Entlöten mit Entlötpumpe und Entlötlitze	119
Bauteile nur mit dem Lötkolben auslöten	120
Bauteile mit mehr als zwei oder drei Anschlüssen auslöten.....	121
Werkzeuge, die Sie sonst noch gebrauchen können	122
Kabel und Adapter herstellen	123

TEIL II

MESSTECHNIK UND FEHLERSUCHE

125

Kapitel 7	
Messungen mit dem Oszilloskop durchführen	127
Was ist ein Oszilloskop und wie funktioniert es?	128
Zur Funktion eines Oszilloskops	128
Analoge und digitale Oszilloskope	129
Die grafische Darstellung von Spannungsverläufen	130
Die wichtigsten Bedienelemente eines Oszilloskops	132
Einfache Messungen mit dem Oszilloskop	135
Die Auswertung des Signals	137
Sinuswellen mit dem Phasenschieber erzeugen.....	138

Kapitel 8	
Fehlersuche in elektronischen Schaltungen und Geräten ...	141
Zur Fehlersuche in elektronischen Schaltungen oder Geräten	142
Die Sicherheit sollte stets an erster Stelle stehen.....	142
Andere Gefahren bei der Reparatur von elektronischen Geräten	144

16 Inhaltsverzeichnis

Bevor Sie an die Fehlersuche gehen. 145

 Sicherungen ebenfalls überprüfen 146

 Mit Akkus oder Batterien betriebene Geräte. 148

Die Sicht- und Riechprobe am Anfang der Fehlersuche 148

Beschädigte Platinen und schlechte Lötstellen. 150

 Kalte Lötstellen und schlechte Lötverbindungen 152

Kurzschlüsse finden und beseitigen. 152

 Was ein Kurzschluss ist und wie er sich bemerkbar macht. 153

Wenn Bedienelemente die Fehlerquellen sind. 155

Wichtige Hilfsmittel für die Fehlersuche 156

In eigenen Schaltungen Fehler vermeiden 156

Kapitel 9
Die Signalverfolgung in elektronischen Schaltungen und Geräten 159

Die Fehlersuche mit System. 160

Was genau ist die Signalverfolgung? 160

 Auf Spurensuche: die Signalverfolgung in dieser Verstärkerschaltung . . . 163

 Ein Signal in die Verstärkerschaltung einspeisen 167

 Einen Prüfverstärker als zusätzliches Hilfsmittel aufbauen und einsetzen. . . 167

Die Signalverfolgung in heutigen, modernen Geräten und Schaltungen 168

 Die Folgen der Miniaturisierung für die Fehlersuche
 sowie die Signalverfolgung in der SMD-Technik 170

Kapitel 10
Kontaktschwierigkeiten: kalte Lötstellen, defekte Steckverbindungen und andere häufige Fehler. 173

Die Fehlersuche mit dem Durchgangsprüfer 174

Häufige Fehler in gedruckten Schaltungen und elektronischen Geräten. 174

Kalte Lötstellen aufspüren und reparieren 174

 Mechanische Beanspruchungen durch Bedienelemente 175

 Fehlerhaft durchgeführte Lötvorgänge und deren Auswirkungen. 176

 Die Reparatur von kalten oder schlechten Lötstellen. 178

Fehlerhafte Kabelverbindungen und Steckverbindungen
aufspüren und reparieren 180

 Einige häufige Fehlerbilder an Kabeln und Kabelverbindungen. 180

 Der Fehler im Detail: Steckverbindungen immer genau ansehen 184

Auf Spurensuche: Unterbrechungen und Wackelkontakte
aufspüren und beseitigen 185

 Durchgangsprüfer für die Fehlersuche einsetzen. 186

Verdächtige Kabel- und Leiterplattenverbindungen probeweise überbrücken . . 188

TEIL III

WEITERE INTERESSANTE BEREICHE DER ELEKTRONIK 191

Kapitel 11

Niederfrequenz- und Hochfrequenztechnik 193

Zu den Begriffen Niederfrequenztechnik und Hochfrequenztechnik	194
Die Niederfrequenztechnik beziehungsweise Niederfrequenz.	194
Die Hochfrequenztechnik und ihre Besonderheiten	195
Elektromagnetische Wellen	195
Elektromagnetische Wellen hörbar machen	195
Selber NF- und HF-Signale erzeugen	197
Hochfrequenzsignale und deren Erzeugung	201
Die beiden wesentlichen Bereiche der Schaltung	202
Der eigentliche Oszillator für die Hochfrequenz	202
Ein Testaufbau dieser Schaltung	203
Schwingungen erzeugen mit einem Schwingkreis	204
Damit das Ganze am Schwingen bleibt	205
Hochfrequente Wellen zur Signalübertragung nutzen	206
Besserer Klang: die Frequenzmodulation	206
Die Lautstärke verändert die Amplitude: die Amplitudenmodulation	206
AM und FM im Vergleich	207

Kapitel 12

Mikrocontroller-Grundlagen 209

Was sind Mikrocontroller eigentlich?	209
Futter für den Mikrocontroller: Ohne Software geht nichts	210
Vorteile von Mikrocontrollern gegenüber anderen Schaltungen	210
Mikrocontroller verschiedener Arten	211
Der Arduino als Entwicklungsumgebung	212
Wie kommt der Code auf den Mikrocontroller?	212
Die notwendige Software für den Computer	213
Beispiel für eine Anwendung eines Mikrocontrollers	214
Was benötigen Sie für die ersten Schritte?	214
Erste Schritte mit einem Mikrocontroller	215
Welcher Arduino soll es sein?	215
Die Software herunterladen, installieren und einrichten	216
Futter für den Arduino: der Programmcode	218
Den Code verändern - trauen Sie sich ruhig	219
Mehr Input: Anschlüsse als Eingänge schalten und auslesen	220
Töne mit dem Arduino erzeugen	222
Die Klangerzeugung durch den Arduino	223
Auch hier gilt: Probieren geht über Studieren	223
Musikalischer Arduino: Eine Melodie abspielen	225
Andere Arduinos oder Mikrocontroller verwenden	226

Kapitel 13
Audiotechnik – Verstärker, Lautsprecher
und einfache Effekttechnik 227

- Die Verstärkertechnik und die Grundlagen 228
 - Aus klein mach groß: elektrische Signale verstärken 228
 - Eine einfache Verstärkerschaltung als Mikrofonverstärker 229
 - Mehr Leistung: Verstärker mit TDA2003 230
- Ohne Lautsprecher kein Klang 232
 - Ein Lautsprecher etwas genauer untersucht 233
 - Kleines Experiment: Funktioniert der Lautsprecher auch ohne Membran? .. 234
 - Vielfältig und klangstark: Lautsprecher unterschiedlicher Art 235
 - Lautsprecher mal anders genutzt als Mikrofon 237
 - Lautsprecher (noch) mal anders: der Piezoschallwandler 238
 - Geteilte Arbeit: Lautsprecher für verschiedene Frequenzbereiche 240
 - Arbeitsteilung: Hoch-, Tief- und Mitteltöner für verschiedene Frequenzbereiche 240
 - Klangverteiler: Frequenzweichen in Lautsprecherboxen 241
 - Auf andere Art den Klang beeinflussen: Klangeffekte 244

Kapitel 14
Analog- und Digitaltechnik und Signale umwandeln 249

- Analog und digital im Alltag 250
- Analoge und digitale Signale und die Unterschiede 250
 - Analog ist stufenlos 250
 - Die Helligkeit stufenweise einstellen 251
 - Schalter = digital, Poti = analog? 254
- Analog in digital umwandeln und umgekehrt 256
 - Analog zu digital: die Auswertung analoger Spannungswerte 257
 - Die LED-Zeile für die Spannungsanzeige 257
 - Zahlen sprechen lassen: Ziffern statt LEDs 259
- Analog zu digital umwandeln und der Zeitfaktor 265

Kapitel 15
Einige Grundlagen zur Röhrentechnik 267

- Der Aufbau von Elektronenröhren 268
 - Der Aufbau und die Funktion von Elektronenröhren 268
 - Die erste Inbetriebnahme einer Elektronenröhre 270
 - Den Elektronenstrom steuern mit dem Gitter 271
- Röhrenarten und Röhren identifizieren 274
 - Kein Geheimcode: die Typenbezeichnungen von Elektronenröhren 274
 - Die einfache Identifizierung anhand von Beispielen 274
 - Diode, Triode, Pentode und andere Röhrenarten 277
- Einige Röhrenexperimente und Schaltungen zum Ausprobieren 278
 - Astabile Kippstufen mit Röhren 278
- Einfache Verstärker mit Röhren aufbauen 280
 - Etwas stärker: Mikrofonverstärker mit BC548 und EL95 282

Weitere Infos zu Elektronenröhren	284
Kaputte Röhren identifizieren	284
Magische Augen und andere Anzeigeröhren	285

Kapitel 16

Wie funktioniert eigentlich 287

Analoge Audiosignale digitalisieren und speichern	288
Probieren Sie es doch selbst mal aus	289
Die Tonaufzeichnung auf Speicherchips und die Vorteile	290
Speichermodule zur Audioaufzeichnung verwenden	290
Einige Bauteile und deren Funktionen sowie Besonderheiten	293
Lichtempfindlich: die Fotodiode und wie sie eingesetzt wird	293
Empfindlich in Sachen Magnetfelder: der Reedkontakt	295
Temperaturempfindlich: der NTC (Heißleiter)	297
Leuchtendes Beispiel: die Glühlampe	299
LED-Anzeigen ansteuern mit Mikrocontrollern	302
Die Problemstellung: um was es eigentlich geht	302
Die Lösung: Anschlüsse und Leitungen sparen dank Multiplexing	302
Mehr als Zahlen: Zeitmultiplexing bei Matrixanzeigen	304

TEIL IV

EINIGE PROJEKTE ZUM NACHBAUEN UND EXPERIMENTIEREN 307

Kapitel 17

Verschiedene Oszillatorschaltungen aufbauen und mit ihnen experimentieren 309

Verschiedene Arten von Oszillatorschaltungen	310
Zu den einzelnen Oszillatorschaltungen	310
Die Hartley-Oszillatorschaltung mit selbst hergestelltem Ausgangstrafo ...	310
Die Herstellung der Spule	311
Das zweite Beispiel: die Colpitts-Oszillatorschaltung	313
Die dritte Schaltung ohne Spule	315
Der Meißner-Oszillator mit Schwingkreis	317
Impulsgebend: Schaltungen für Impulsgeneratoren	319
Unmodulierte und modulierte Oszillatorschaltungen	321

Kapitel 18

Sinussignale erzeugen mit dem Phasenschieber-Oszillator 323

Was bedeutet der Begriff Phasenschieber?	323
Wie die zeitliche Verschiebung erreicht wird	324
Zum zeitlichen Versatz des Spannungsverlaufs	326
Rückgekoppelte Verstärker erzeugen Sinussignale	326
Der Phasenschieber-Oszillator	327
Das Ausgangssignal der Schaltung weiterverwenden	328
Eine Variante der Schaltung mit zwei Transistoren	328
Die Ansteuerung einer LED mit dem Phasenschieber	330

Kapitel 19

Schaltungen mit LED-Levelanzeigen..... 333

Einfache LED-Zeilen und deren Aufbau	334
Die LED-Zeile als Füllstandanzeige	334
Ein Lauflicht mit der LED-Zeile	337
Eine LED-Levelanzeige mit dem LM3914	340
Minimal- und Maximalwert einstellen	341
Anzeige eines festgelegten Spannungsbereichs	342

Kapitel 20

Empfindliches Verstärkermikrofon und andere Verstärkerschaltungen..... 345

Hörhilfe: ein sehr empfindlicher Mikrofonverstärker mit konstanter Wiedergabelautstärke	346
Zum Aufbau der Schaltung	346
Eine Variante dieses Mikrofonverstärkers zum Anschluss an den Computer oder an einen Verstärker	349
Ein Verstärker für elektrodynamische Mikrofone	351
Eine Verstärkerschaltung zum Experimentieren	353

Kapitel 21

Elektronische Signalgeber für Türklingeln oder als Alarm-/Signalgeber..... 357

Einen klingelähnlichen Signalton erzeugen	358
Experimentieren erwünscht: verschiedene Möglichkeiten	358
Die Länge eines Signaltons bestimmen	359
Eigene Klänge als Klingeltöne verwenden	360
Eine Alarmsirene mit zwei Transistoren	362
Der Aufbau der Schaltung für experimentierfreudige Bastler	363

Kapitel 22

Transformatoren verschiedener Art und die drahtlose Energieübertragung durch Induktivität..... 365

Die kontaktlose Energieübertragung in einem Transformator	366
Drei Komponenten, ein Trafo	367
Der charakteristische Aufbau eines gängigen Transformators	368
Schaltzeichen eines Transformators	369
Die Windungszahl und die Drahtstärke	369
Vom Trafo zur drahtlosen Übertragung von elektrischem Strom	370
Wireless Power Transfer = drahtlose Übertragung elektrischer Energie	370
Die Energieübertragung mithilfe von Kopplungsspulen	371
Die Herstellung der benötigten Spulen zur Energieübertragung	371
Der Aufbau der ersten Schaltung	372
Eine andere Schaltung zur Stromübertragung	374
Spannende Sache: die Energieübertragung durch hochfrequente Wechselfeldspannungsfelder	376
Noch einige Hinweise zum Aufbau und zur Inbetriebnahme der Schaltung	379

Kapitel 23**Spannungsverdoppler und andere Schaltungen für Spannungswandler 381**

Wofür Gleichspannungswandler benötigt werden.	382
Einfache Schaltungen für Spannungswandler.	383
Ein einfacher Spannungsverdoppler mit dem NE555.	383
Der Spannungswandler mit etwas höherer Leistung	385
Die Polarität einer Eingangsspannung verändern	386
Ein Spannungswandler mit einem NF-Verstärker.	387
Aus 12 Volt wesentlich höhere Spannungen erzeugen	389
Wie die Schaltung funktioniert.	390
Aus 1,5 Volt mach' mehr: Spannungswandler für eine einzige Batteriezelle	392

Kapitel 24**Einige Miniprojekte zum Nachbauen und Experimentieren 395**

Einfache Schaltungen mit Transistoren	396
Eine einfache Zeitschaltung mit Transistoren	396
Einen Verbraucher mit Tastendruck ein- und ausschalten	398
Die zweckentfremdete LED: Leuchtdiode als Lichtsensor	401
Einige einfache Schaltungen mit dem NE555 und anderen integrierten Schaltungen	402
Verbraucher mit einer Taste ein- und ausschalten.	402
Einfacher Transistortester mit dem NE555	404
Impulsdetektor mit dem NE555.	405
Mögliche Schaltungsvarianten.	406
Weicher Blinker mit dem NE555	407
Radiorekorder mit CD als Teilesponder	408
Das Zerlegen des Geräts.	409
Das Kassettenlaufwerk in Betrieb nehmen	411

TEIL V**DER TOP-TEN-TEIL 415****Kapitel 25****Zehn Dinge und einige weitere wichtige Informationen für den Elektronikbastler 417**

Einige interessante Seiten mit Schaltungen beziehungsweise Schaltbildern.	418
Seiten mit Informationen zur Elektronik und mit Schaltbildern	418
Zehn Dinge, die Sie beim Aufbau elektronischer Schaltungen beachten sollten.	419
Noch ein Hinweis zur Verwendung von Steckboards und Steckbrücken ..	420
Zehn häufige Fehler beim Aufbau elektronischer Schaltungen	421
Oft sind es nur Flüchtigkeitsfehler.	421
Einfache, aber wichtige Grundsaltungen, die Sie kennen sollten.	422
Astabile Kippstufe	422
Wichtige Gleichrichterschaltungen	423
Der Elektrolytkondensator nach dem Gleichrichter	424

22 Inhaltsverzeichnis

Die Spannungsstabilisierung mithilfe einer Z-Diode 424

Die Spannungsstabilisierung mit Z-Diode und Transistor 425

Eine Verstärkerschaltung mit Transistor 426

Der Spannungswandler mit einem Transistor..... 427

Die drei Grundsaltungen eines Transistors 427

Einfache Spannungsregelung mit dem LM317 428

Die Wechselschaltung mit zwei Schaltern 429

Stichwortverzeichnis433