

Klaus Dembowski

# Smartphone- und Tablet-Hacks

Mess-, Steuer- und Kommunikationsschaltungen  
selbst gebaut und programmiert



**dpunkt.verlag**

Klaus Dembowski

Lektorat: Dr. Michael Barabas

Copy-Editing: Sandra Gottmann

Satz: Frank Heidt

Herstellung: Susanne Bröckelmann

Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, [www.exclam.de](http://www.exclam.de)

Druck und Bindung: M. P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

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:

Print 978-3-86490-423-3

PDF 978-3-96088-108-7

ePub 978-3-96088-109-4

mobi 978-3-96088-110-0

1. Auflage 2017

Copyright © 2017 dpunkt.verlag GmbH

Wieblinger Weg 17

69123 Heidelberg

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar.

Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die im Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

# Vorwort

Smartphones und Tablets sind hochintegrierte Mini-Computer, die von der Leistungsfähigkeit her typische »Bastlersysteme« wie Arduino oder Raspberry Pi nicht selten weit übertreffen, selbst wenn sie älteren Baujahres sind. Sie verfügen standardmäßig über eine mobile Spannungsversorgung (Akku) und Mobilfunk, bieten ein hochauflösendes Display mit Touchscreen und besitzen Funkschnittstellen wie WLAN und Bluetooth, was bei den Bastlersystemen eben nicht standardmäßig dazugehört.

Deshalb sind Smartphones und Tablets prinzipiell hervorragende Plattformen, um hiermit eigene Anwendungen zu verwirklichen. Wenn dies überhaupt angedacht wird, beschränken sich diese jedoch meist auf das Programmieren von Apps, denn den Smartphones und Tablets fehlen entsprechende Schnittstellen wie frei programmierbare I/O-Leitungen, die bei den »Bastlersystemen« als GPIO-Ports standardmäßig zur Verfügung stehen.

In diesem Buch werden zahlreiche Möglichkeiten gezeigt, um die mobilen Geräte mit verschiedenen Schnittstellen auszustatten, sodass damit jetzt eigene Anwendungen aufgebaut werden können. Als Rüstzeug gehört dazu auch passendes Grundlagenwissen, etwa über elektronische Bauelemente und zur Messtechnik, damit die notwendigen Verstärker- und Sensorschaltungen korrekte und verlässliche Ergebnisse liefern.

Das Themenspektrum dieses Buches deckt somit in praxisorientierter Form die komplette Signalverarbeitungskette vom Sensor bis hin zum Internet of Things ab, wofür die relevanten Funktechniken ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Die dazu passende Software – in Form von Apps – darf natürlich nicht fehlen, denn sie ermöglicht die Kommunikation mit der Hardware und wird auch als Download für eigene Experimente zur Verfügung gestellt.

Ausrangierte Handys und Smartphones und mittlerweile auch Tablets liegen vielfach nutzlos herum, weil sie heutigen Ansprüchen nicht mehr genügen. Die Innovationszyklen scheinen immer kürzer zu werden, weshalb diese Geräte sehr schnell »aus der Mode kommen«. Für Android-basierte Geräte, für die der Hersteller schon längst keine Updates mehr anbietet, kann das Aufspielen einer alternativen Firmware (Custom ROMs) den Lebenszyklus noch eine ganze Weile verlängern und zudem neue Verwendungszwecke eröffnen, wie es im Buch gezeigt wird.

Sicherlich ist es nicht jedermanns Sache, ein Handy oder Smartphone auseinanderzunehmen und an dem Gerät herumzulöten. An ein altes Handy, welches ohnehin zu nichts anderem mehr eingesetzt werden soll, traut sich aber auch der eher ungeübte Bastler heran, um etwa einen Mobilfunkschalter zur Gerätefernsteuerung aufzubauen.

Gleichwohl ist das Löten in diesem Buch keine Pflichtübung, und die Verbindung eines aktuellen Smartphones mit eigenen Schaltungen – ganz einfach über einen Fotowiderstand oder komplexer über den USB – birgt bei den erläuterten Applikationen und sachgemäßer Anwendung keinerlei Gefahr für das gute Stück, vielmehr lädt es damit zum Basteln ein und gewinnt völlig neue Funktionalitäten. Viel Spaß dabei!

*Klaus Dembowski*, Oktober 2016



# Inhalt

# 1

## Gerätefunktion und -aufbau 1

1.1	Smartphones	2
1.1.1	Ausstattungsmerkmale	3
1.1.2	Interner Aufbau	4
1.1.3	SIM-Karten	6
1.2	Tablets	9
1.2.1	Displays	9
1.2.2	Ausstattungsmerkmale	10
1.2.3	Interner Aufbau	12
1.3	Spannungsversorgung	14
1.3.1	Leistung und Ladung	16
1.3.2	Power Banks	17
1.4	Schnittstellen	18
1.4.1	Universal Serial Bus – USB	18
1.4.2	SD Card – Flash	22
1.4.3	Audio – Klinkenbuchse	24
1.4.4	Video – HDMI	26

# 2

## Software im Einsatz 29

2.1	Das Android-Betriebssystem	30
2.1.1	Versionen	31
2.1.2	Architektur und Funktionsweise	31
2.2	Daten kopieren	35
2.3	Entwicklermodus – USB-Debugging	39
2.4	Backup	40
2.5	Geräte rooten	42
2.6	Alternative Firmware – Custom ROMs	45
2.6.1	Der Bootloader – Fastboot	47
2.6.2	Installation	50



2.7	Programmierung . . . . .	52
2.8	Arbeiten mit Android Studio . . . . .	55
2.8.1	Installation und Inbetriebnahme . . . . .	56
2.8.2	App-Erstellung im Überblick . . . . .	60
2.8.3	Das erste Programm . . . . .	64

# 3

## Werkzeuge und Bauelemente

71

3.1	Vorsichtsmaßnahmen . . . . .	72
3.2	Werkzeuge . . . . .	73
3.3	Bauelemente . . . . .	78
3.3.1	Widerstände . . . . .	78
3.3.2	Kondensatoren . . . . .	79
3.3.3	Dioden und Transistoren . . . . .	80
3.3.4	SMD-Bauelemente . . . . .	83

# 4

## Einfache Interfaces selbst gebaut

89

4.1	Handys öffnen . . . . .	90
4.2	Mobilfunkschalter kostenlos . . . . .	95
4.2.1	Optokoppler . . . . .	97
4.2.2	Ausschaltsignal . . . . .	97
4.2.3	Flexibel schalten mit Timerchip – NE 555 . . . . .	98
4.2.4	Betriebsspannung und Ausgangsschaltung . . . . .	101
4.2.5	Relais . . . . .	103
4.2.6	Halbleiterrelais . . . . .	104
4.3	Steuerung ohne Geräteeingriff . . . . .	106
4.3.1	Fotowiderstand . . . . .	107
4.4	Stationäre Spannungsversorgung . . . . .	111
4.4.1	Netzteil und Spannungsregler . . . . .	111

# 5

## Smartphone-Sensorik

115

5.1	Sensorfunktionen im Überblick . . . . .	116
5.2	Implementierung und Anwendung . . . . .	119
5.3	Apps für die Sensorsignalverarbeitung . . . . .	122
5.3.1	Verfügbarkeit überprüfen . . . . .	126
5.3.2	Sensorwerte abfragen . . . . .	128
5.3.3	Sensorwerte verarbeiten . . . . .	128
5.3.4	Minimieren und Beenden . . . . .	128

# 6

## Digitale Schnittstellen

131

6.1	Digitale Ein- und Ausgabe – GPIO . . . . .	132
6.2	Serielle Schnittstelle – UART . . . . .	132
6.3	Inter Integrated Circuit – I <sup>2</sup> C-Bus . . . . .	135
6.4	Serial Peripheral Interface – SPI . . . . .	138
6.5	USB-Implementierungen . . . . .	140
6.5.1	USB On-The-Go . . . . .	140
6.5.2	Access Mode und Host Mode . . . . .	141
6.5.3	Open Accessory Mode . . . . .	142
6.5.4	USB-Hosts im Überblick . . . . .	144
6.6	Android-System auf Arduino-Basis . . . . .	145
6.6.1	ADK-Installation und Ausführung . . . . .	146
6.6.2	Google Demo Shield . . . . .	148
6.6.3	Einfaches Kommunikationsbeispiel . . . . .	152
6.7	FTDI-Android USB Host Evaluation Kit . . . . .	161
6.7.1	Demo-Applikationen . . . . .	164
6.7.2	Chip-Kommunikation . . . . .	168
6.8	Accessory Development Starter Kit . . . . .	177
6.8.1	Übertragungsroutinen programmieren . . . . .	180

# 7

## Messen und Steuern

189

7.1	Analoge Signalverarbeitung	190
7.1.1	Auflösung	191
7.1.2	Abtastfrequenz	192
7.1.3	Anpassung	194
7.1.4	Operationsverstärker	196
7.1.5	Grundsaltungen mit Operationsverstärkern	199
7.2	Messen mit externen Sensoren	203
7.2.1	A/D-Wandler	207
7.2.2	Digitale Sensoren	212
7.3	Einsatz der Audioschnittstelle	215
7.3.1	Fernbedienungen	216
7.3.2	Signale erfassen und ausgeben	218
7.3.3	Mikrocontroller an der Audioschnittstelle	223

# 8

## Funk für Smart Home und das Internet of Things

227

8.1	Systeme im Überblick	228
8.2	Wireless Local Area Networks – WLANs	233
8.2.1	Aufbau von WLAN-Clients	235
8.2.2	Inbetriebnahme	237
8.2.3	Systemaufbau	239
8.2.4	Konfigurierung	239
8.3	Bluetooth und Bluetooth Low Energy – BLE	241
8.3.1	Adapter und Module	243
8.4	Smart Home	246
8.5	Plattformen für das Internet of Things	248

## Index

255