

Klaus Dembowski

# Smartphone- und Tablet-Hacks

Mess-, Steuer- und Kommunikationsschaltungen  
selbst gebaut und programmiert



**edition Make:**



dpunkt.verlag

Klaus Dembowski hat Nachrichtentechnik studiert und ist an der Technischen Universität Hamburg-Harburg tätig. Seine Schwerpunkte liegen in den Bereichen Mikrocontrollerentwicklung, Hard- und Software für Mikrosysteme sowie Energy Harvesting. Bei der Vermittlung aktueller Inhalte aus den Bereichen der Elektronik sowie der Informations- und Netzwerktechnik kann er auf eine langjährige Erfahrung als Autor und Dozent zurückgreifen. Die mittlerweile über 40 erschienenen Buchtitel zeichnen sich ebenso wie die regelmäßig erscheinenden Zeitschriftveröffentlichungen, Seminare und Vorträge durch eine verständliche und praxisorientierte Darstellung auch komplexer Sachverhalte aus.



Zu diesem Buch – sowie zu vielen weiteren dpunkt.büchern – können Sie auch das entsprechende E-Book im PDF-Format herunterladen. Werden Sie dazu einfach Mitglied bei dpunkt.plus<sup>+</sup>:

[www.dpunkt.de/plus](http://www.dpunkt.de/plus)

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



# 1

## Gerätefunktion und -aufbau

Von der Konstruktion her kann man sich ein aktuelles Smartphone als ein kleineres Tablet vorstellen, denn Tablets können genauso mit einem Mobilfunkteil ausgestattet sein, wie es ein Smartphone zwangsläufig ist. Hier kommt allerdings noch die Schwierigkeit hinzu, dass ein Smartphone mobilfunktechnisch abwärtskompatibel sein muss, denn es kann keineswegs davon ausgegangen werden, dass überall die neueste Mobilfunkgeneration zur Verfügung steht, die zu den vorherigen Mobilfunkstandards nicht kompatibel ist. Bei einem Tablet wird hingegen ein bestimmtes Funkmodul eingebaut, was auch als optional betrachtet werden kann.

## 1.1 Smartphones

Mittlerweile wird das sogenannte *Handy* vom Smartphone abgelöst, welches für den Internetzugang über Mobilfunk (UMTS, LTE) prädestiniert ist und über eine komplexe Elektronik für das Display, USB, WLAN, Bluetooth und weitere Einheiten verfügt. Die englische Bezeichnung *Handy* (zu Deutsch praktisch, nützlich) ist im Übrigen international unbekannt, denn dort spricht man von einem *Mobile Phone* oder *Cell Phone*.

Ein Smartphone ist im Prinzip eine andere Gerätekategorie – und führt zu einem anderen Benutzerverhalten – als ein Handy oder ein älteres Mobiltelefon, weil nicht das Telefonieren, sondern die Dienste des Internets mit der entsprechenden Darstellungsmöglichkeit, Vernetzung und Datenaustauschbarkeit im Vordergrund stehen. Die mobile Kommunikation beschränkt sich demnach nicht nur auf die Sprache, sondern im stark zunehmenden Maße auf den Datenverkehr, und das sowohl für den betrieblichen als auch den privaten Einsatz.

Bei der Entscheidung für ein bestimmtes Smartphone spielt das Betriebssystem insofern eine Rolle, weil dies zur Entscheidung zwischen den iPhones der Firma Apple mit iOS und den zahllosen Modellen mit Android führt. Android hat einen Marktanteil von ca. 80 Prozent.

Bei den Smartphones mit Android bieten Hersteller wie Samsung, LG, HTC oder Sony verschiedene Geräte in unterschiedlichsten Preis- und Leistungsklassen. Bei genauerer Betrachtung der Geräteeigenschaften fällt auf, dass die technischen Unterschiede bei aktuellen Modellen minimal bis mitunter kaum feststellbar sind, wenn man die offensichtlichen Merkmale wie die Geräte- und Displaygröße – und Qualität – außer Acht lässt, die in erster Linie für die Preisunterschiede verantwortlich sind.

Das jeweilige Design sowie zusätzliche Features, wie etwa Sensoren zur Fitnessbestimmung (Pulsmessung) oder eine NFC-Funktionalität (Near Field Communication), sind meist kaufentscheidender, ebenso das Kriterium, ob sich das Smartphone mit einer Hand bedienen lässt.



Abb. 1-1 Die Firma Samsung ist der Marktführer bei den Smartphones. Links ein Galaxy S6, rechts ein iPhone 6 von Apple.

### 1.1.1 Ausstattungsmerkmale

Angesichts der immer kürzeren Entwicklungszeiten werden Smartphones verhältnismäßig rasch günstiger, sodass die aktuelle High-End-Generation schnell zur Mittelklasse und dann zur Einsteigerklasse wird. Gleichwohl müssen die Hersteller laufend Neuerungen wie etwa Kamera-Objektive, die sich besonders gut für die Aufnahme von Selfies eignen, oder auch spezielle Audio- und Videooptionen vorsehen, damit weiterhin neue Modelle gekauft werden. An der eigentlichen Hardware ändert sich seit Jahren jedoch kaum etwas Grundsätzliches, sodass die für Smartphones typischen Ausstattungsmerkmale wie folgt sind:

- **Touchscreen** in einer Größe von 3,7 bis 6,4 Zoll
- **Grafikauflösung** je nach Display und Gerät von  $854 \times 480$  bis zu  $1920 \times 1080$  Pixel
- **Mikroprozessor** meist vom Typ ARM, zwei bis acht Kerne mit einer Taktfrequenz von bis zu 2,5 GHz, der mit der Grafikeinheit (GPU) und anderen Einheiten zu einem SoC kombiniert wird.
- **SDRAM-Speicher** von 512 MByte bis zu 3 GByte
- **Festwertspeicher:** Flash mit einer Kapazität von typisch 32 bis 128 GByte

- **MicroSD-Kartenslot:** Für Erweiterung des Festwertspeichers und/oder als Wechseldatenträger
- **Betriebssystem:** Android, iOS oder Windows Phone
- **Kamera:** Ein oder zwei Kameras auf der Vorder- und/oder Rückseite mit einer Auflösung von 2 bis 20 Megapixel für Fotografie und Camcorder-Funktion.
- **Integrierte Sensoren:** Meist für Fingerdruck, Bewegung/Beschleunigung, Helligkeit und Temperatur
- **USB:** Als Schnittstelle üblicherweise in der Version 2.0 mit Micro-USB-Anschluss
- **WLAN:** Verschiedene Implementierungen nach IEEE802.11 a/b/g/n im 2,4-GHz- oder auch 5-GHz-Band
- **Bluetooth:** Verschiedene Implementierungen, aktuell mindestens Bluetooth 4.0 mit stromsparendem BT Low Energy
- **Mobilfunk:** Aktuell LTE, aus Kompatibilitätsgründen sind auch GPRS/Edge sowie UMTS/HSDPA integriert.
- **GPS:** Ein integrierter Empfänger für das Global Positioning System zur satellitengestützten Positionsbestimmung. Benötigt für das Kartenmaterial möglicherweise eine Mobilfunkverbindung und ist dann nicht eigenständig wie bei einem Pkw-Navigationssystem (Onboard Navigation statt Offboard).
- **NFC:** Bei immer mehr Smartphones wird *Near Field Communication* vorgesehen, was für den Datenaustausch zur Identifizierung oder für Bezahlvorgänge per Magnetfeld und damit für kurze Distanzen im cm-Bereich vorgesehen ist.
- **Lithium-Ionen-Akku** mit einer Kapazität von ca. 1400 mAh bis zu 4200 mAh
- **Typisches Gewicht** von 120 bis 200 g

Aus Platzgründen ist der Akku bei einem Smartphone meist kleiner als bei einem Tablet, sodass sich hiermit bei vergleichbaren Anwendungen kürzere Laufzeiten ergeben können, was natürlich von der jeweiligen Akkukapazität und den genutzten Anwendungen abhängig ist.

### 1.1.2 Interner Aufbau

Die gesamte Elektronik befindet sich bei einem Smartphone auf einer einzigen Platine, sodass der Austausch einzelner Module (Mobilfunkteil, Bluetooth) generell nicht möglich ist. Die Komplexität der Elektronik – und letztlich der Funktionsvielfalt – geht im Vergleich zu einem Handy auf Kosten der Laufzeit, sodass der Akku eines Smartphones fast täglich aufgeladen werden muss, während der Akku bei einem Handy trotz üblicher Nutzung mehrere Wochen ohne Aufladung arbeitet.

In den meisten Smartphones wird als »Herzstück« der Elektronik ein spezieller SoC eingesetzt, dessen »Rechenkern« von der Firma ARM entwickelt wurde. Unter der Bezeichnung ARM-Architektur gibt es zahlreiche verschiedene Mikroprozessoren,

Mikrocontroller und SoCs, die von unterschiedlichen Firmen wie Atmel, Intel, NXP, Texas Instruments (OMAP, Abbildung 1–3) oder auch Toshiba angeboten werden.



Abb. 1–2 Komponenten eines Smartphones

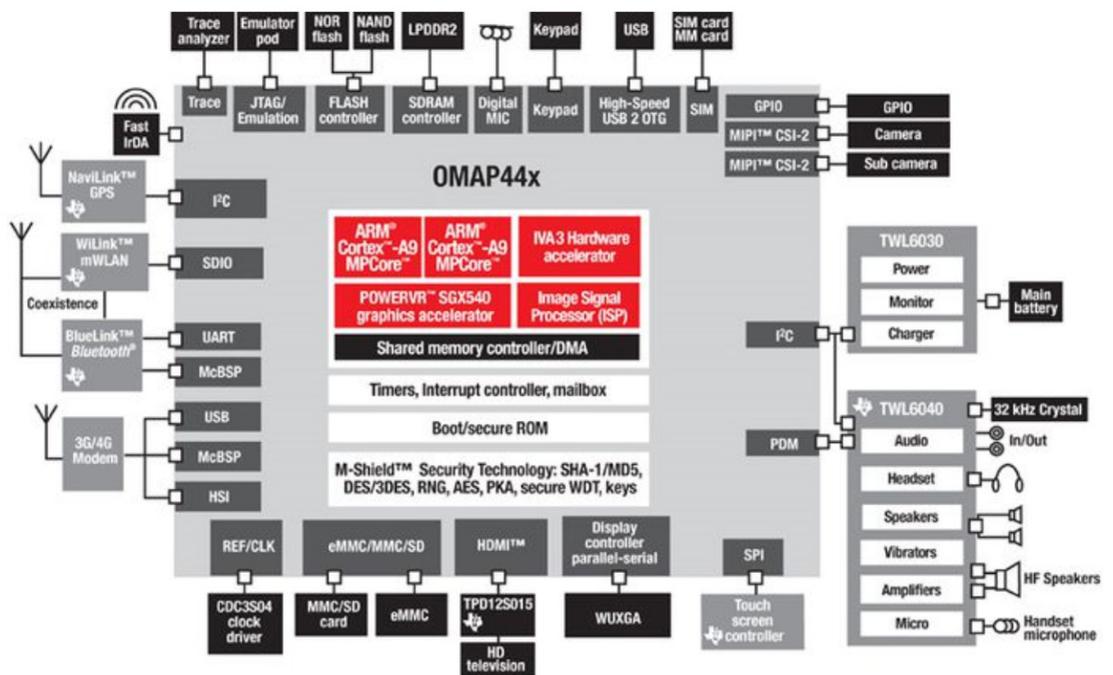


Abb. 1–3 Aufbau eines Smartphones mit Chips der Firma Texas Instruments, wobei der OMAP-SoC mit zwei ARM 9-Cores die zentrale Rolle spielt.

### 1.1.3 SIM-Karten

Jedes Mobiltelefon benötigt eine SIM-Karte (Subscriber Identity Module), die für die Identifizierung des Benutzers im Mobilfunknetz erforderlich ist. Sie wird direkt von den Mobilfunknetzbetreibern und verschiedenen Firmen angeboten, die entsprechende Verträge mit den Mobilfunkbetreibern abgeschlossen haben, sodass zahlreiche unterschiedliche Tarife und Abrechnungsverfahren möglich sind.

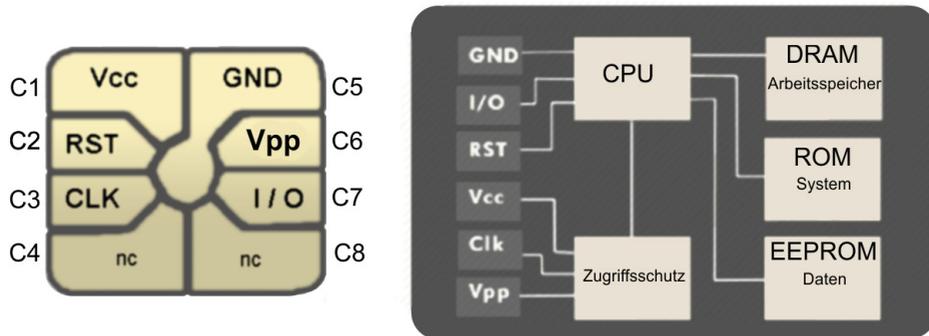


Abb. 1-4 Aufbau des SIM-Chips

Die *SIM Card* ist eine Chipkarte mit einer CPU und einem Speicher, der Informationen wie die Rufnummer und eine veränderbare PIN (Persönliche Identifikationsnummer) für den Kundenzugang enthält. Außerdem ist hier die *International Mobile Subscriber Identity* (IMSI) abgelegt, die für jeden Kunden weltweit einmalig ist und der eindeutigen Kundenidentifizierung in einem Mobilfunknetz dient. Sie hat prinzipiell nichts mit der zugeordneten Telefonnummer zu tun. Falls dreimal die falsche PIN eingegeben wird, wird die SIM-Karte meist (was vom jeweiligen Anbieter abhängt) gesperrt. Diese Sperre kann dann nur noch durch die Eingabe des PUK (Personal Unblocking Key) wieder aufgehoben werden.

Die IMSI wird bei der Netzsuche und dem Einbuchen unverschlüsselt übertragen, sodass ein Mithören von Gesprächen und Datenübertragungen sowie die Bestimmung des Standorts aus der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Funkzelle möglich ist. Nicht zu verwechseln ist die IMSI mit der IMEI (International Mobile Station Equipment Identity), die nicht für die SIM-Karte, sondern für die eindeutige Identifizierung des jeweiligen Mobilfunkgerätes zuständig ist. Bei Android-Geräten sind diese Daten beispielsweise über **EINSTELLUNGEN – TELEFON – IDENTITÄT** einsehbar.

Je nach Vertreiber der SIM Card sind hier verschiedene Verschlüsselungs- und Signalisierungsdaten sowie netz- und anbieterbezogene Daten gespeichert, die die Eigenschaften der Karte und somit der erlaubten Netzzugänge und Verwendungszwecke genauer definieren. Die Daten für ein Telefon- und Notizbuch sowie für die Short-Message-Service-Mitteilungen (SMS) und Listen für angerufene und empfan-

gene Telefonnummern können ebenfalls auf der SIM-Karte gespeichert sein. Durch das Einstecken der eigenen SIM Card in ein anderes Mobilfunkgerät nimmt man somit die Identität und die wichtigsten Daten mit, d. h., das neue Smartphone stellt eigentlich nur ein anderes Gehäuse dar.

SIM Cards verfügen über acht Kontaktflächen (vgl. Abbildung 1–4), die mindestens die in der Tabelle angegebenen Signale führen. Die mit *nc* (No Connection) oder mit *Reserviert* bezeichneten Kontakte werden möglicherweise ebenfalls verwendet, wobei jedoch nur die in der Tabelle 1–1 angegebenen standardisiert und damit allgemeingültig sind.

Kontakt	Signal	Funktion	Kontakt	Signal	Funktion
C1	Vcc	Versorgungsspannung	C5	GND	Masse
C2	RST	Reset für SIM-CPU	C6	Vpp	Programmierspannung
C3	CLK	Taktsignal	C7	I/O	Daten
C4	Nc	Reserviert	C8	nc	Reserviert

Tab. 1–1 Signale einer SIM Card

Anhand der Kontaktanzahl der jeweiligen SIM-Fassung im Mobilfunkgerät lässt sich leicht erkennen, ob nur die üblichen sechs- oder auch achtpolige Typen unterstützt werden. Die SIM-Kartenfassung ist in den Geräten mechanisch unterschiedlich ausgeführt, was dementsprechend auch eine unterschiedlich gute Befestigung bedeutet.

Bei einigen Geräten (Notebook, Tablet) wird die SIM Card in einen Schacht mit einer Verriegelung geschoben, wie es auch bei SD-Speicherkarten üblich ist. In Handys und Smartphones wird die Karte möglicherweise nur in einen ausgestanzten Schacht gelegt und mehr oder weniger gut eingeschnappt, sodass der darüber befindliche Akku dafür Sorge trägt, dass die Karte in Position bleibt. Besser ist ein Metallklapprahmen, in den die Karte zunächst hineingesteckt wird. Der Rahmen mit der Karte wird dann abgesenkt und rastet präzise in einer Metallhalterung ein. Mitunter ist dieses Prinzip nicht sofort zu erkennen, sodass die Karte fälschlicherweise nicht in den Rahmen eingesetzt, sondern (nur) durch ihn heruntergedrückt wird, was keinen zuverlässigen Kontakt ergibt und eigentlich auch nicht passen sollte.



Abb. 1–5 Bei diesem Smartphone wird die SIM-Karte in einen Rahmen gesteckt, der dann herunter in die Arretierung zu drücken ist.

Auf die Kontakte einer SIM-Karte sollte niemals draufgefasst werden (elektrostatische Aufladung), die im Laufe der Zeit, insbesondere wenn die Karte des Öfteren gewechselt wird, anlaufen und somit verschmutzen können, weshalb dann eine Reinigung mit etwas Kontaktspray und einem Wattestäbchen anzuraten ist. Grundsätzlich sollte eine SIM-Karte bei Handys und Smartphones stets im ausgeschalteten Zustand entnommen oder eingesetzt werden, Ausnahme sind einige Modelle, die über zwei SIM-Karten-Slots verfügen.

Die notwendige Versorgungsspannung ( $V_{cc}$ ) einer SIM-Karte kann prinzipiell 5 V, 3 V oder 1,8 V betragen, was auf der SIM-Karte durch einen Aufdruck zwar kenntlich gemacht sein sollte, in der Praxis jedoch oftmals eben nicht der Fall ist. Bereits seit längerer Zeit werden eigentlich nur noch SIM-Karten geliefert, die für 1,8 V vorgesehen sind. Üblicherweise »verträgt« dieser Typ auch die höhere Spannung in einem älteren Handy. Umgekehrt funktioniert dies hingegen nicht, also eine 5-V- oder 3-V-Karte arbeitet nicht in einem modernen Smartphone.

Falls die jeweilige SIM-Karte nicht die korrekte Versorgungsspannung erhält, kann es zu einem hohen Stromverbrauch kommen, sodass sich der Akku übermäßig schnell entlädt, und es können Fehlermeldungen sowie Abstürze auftreten. Mit einem SIM-Kartenleser und der entsprechenden Software lassen sich die SIM-Kartendaten, die dabei unverschlüsselt übertragen werden, auslesen.



Abb. 1-6 Durch entsprechendes Herausbrechen wird es eine Mini- oder Micro-SIM-Karte

## 1.2 Tablets

Ein Tablet eignet sich besonders für Internet-Anwendungen wie ganz allgemein das Surfen, E-Mail, YouTube und Chatten in sozialen Netzen und für Fotos als »Fotoalbum« mit eigener Kamera. Dabei kommt dem Touchscreen zunächst die größte Bedeutung zu, da über ihn die Applikationen (Apps) bedient und ausgeführt werden. Für Programme, bei denen klassische Eingabemedien wie Tastatur und Maus benötigt werden, wie bei Office- und auch Zeichenprogrammen, sind Tablets weniger geeignet, obwohl sich hier meist auch per USB oder Bluetooth eine Tastatur oder eine Maus anschließen lässt.

### 1.2.1 Displays

In der Tabelle 1-2 sind zur Orientierung die Display-Daten bekannter und beliebter Tablets angegeben, wobei die meisten in der Größe im Bereich von 10 bis 11,6 Zoll liegen. Kleinere Tablets kommen prinzipiell mit einer geringeren Auflösung (horizontal  $\times$  vertikal) als größere aus, wobei die Pixeldichte oder Punktdichte eine wichtige Rolle spielt, die ein Maß für die Detailgenauigkeit bei einer gerasterten Darstellung ist.

Display-Größe	Auflösung (x × y)	Dichte	Firma/Typen
7 Zoll	1920 × 1200	323 dpi	Google Nexus 7
7,9 Zoll	1024 × 768	162 dpi	Apple iPad Mini
7,9 Zoll	2048 × 1536	324 dpi	Apple iPad Mini Retina
8 Zoll	1280 × 800	189 dpi	Toshiba Encore
8,4 Zoll	2560 × 1600	359 dpi	Samsung Galaxy Tab S
9,7 Zoll	1024 × 768	132 dpi	Apple iPad
9,7 Zoll	2048 × 1536	264 dpi	Apple iPad Retina
10,1 Zoll	1920 × 1200	224 dpi	Medion Lifetab S 10334
10,1 Zoll	1920 × 1200	224 dpi	Sony Xperia Tablet Z
10,1 Zoll	2560 × 1600	299 dpi	Samsung Note 10.1
10,6 Zoll	1920 × 1080	208 dpi	Microsoft Surface 2
11,6 Zoll	1366 × 768	135 dpi	HP Pavilion 11
11,6 Zoll	1920 × 1080	190 dpi	Acer Aspire S7
11,6 Zoll	2560 × 1440	253 dpi	Dell XPS 11
12 Zoll	2160 × 1440	261 dpi	Microsoft Surface 3
12,2 Zoll	2560 × 1600	247 dpi	Samsung TabPro 12.2
12,5 Zoll	2560 × 1440	235 dpi	Asus Chi T300
13,3 Zoll	1366 × 768	118 dpi	Toshiba Satellite W30t
13,3 Zoll	1920 × 1080	166 dpi	HP Spectre 13x2

Tab. 1–2 Display-Daten verschiedener Tablets

Bei 7-Zoll-Tablets sind ab einer Dichte von 250 Bildpunkten keine einzelnen Pixel mehr auszumachen. Bei größeren Tablets darf die Dichte durchaus geringer ausfallen, weil man diese üblicherweise weiter weg hält. Die Pixeldichte wird meist in dots per inch (dpi) spezifiziert und berechnet sich wie folgt, wobei die Daten für das Samsung Note 10.1-Tablet hier als Beispiel angewendet wurden:

$$dpi = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\text{Displaygröße}} = \frac{\sqrt{2560^2 + 1600^2}}{10,1\text{Zoll}} = 299\text{dpi}$$

### 1.2.2 Ausstattungsmerkmale

Prinzipiell ist ein Tablet kein Notebook-Ersatz, denn es ist auf eine Touch-Oberfläche angewiesen, die sich mit dem Finger bedienen lässt, wie sie mit Android und iOS unterstützt wird. Microsoft hat hierfür mit Windows 8 die bekannte »Kacheloberfläche« eingeführt, die sich bei Notebooks und PCs demgegenüber eher als deplatziert darstellt.

Eine Kombination aus Notebook und Tablet bilden die *Convertibles*, die als Tablets mit integrierter Tastatur oder als Notebooks mit Touch-Bildschirm betrachtet werden können. Bezeichnungen wie *Two-in-One* (2-in-1 Tablet) oder *Multi-Mode-Notebooks* sind für diesen Gerätetyp ebenfalls anzutreffen. Bekannte Modelle sind die Surface-Modelle von Microsoft oder die Switch-Modelle der Firma Acer.

Wenn das Display vom Notebook abgezogen wird, verwandelt sich das Notebook-Display quasi in ein Tablet und ändert damit seine Funktionalität. Bei älteren Convertibles werden verschiedene Klapp- und Steckmechanismen angewendet, beispielsweise um die Tastatur unter das Display schieben zu können und Ähnliches. Bei den aktuellen Modellen sind noch nicht einmal elektrische Kontakte zwischen dem Display und dem Notebook-Korpus zu erkennen und die beiden Teile lassen sich einfach voneinander trennen bzw. wieder zusammenstecken.



Abb. 1-7 Convertibles oder Multi-Mode-Notebooks wie die Switch-Modelle der Firma Acer sind sowohl Tablet als auch Notebook und erlauben demnach beide Bedienungsprinzipien.

Für Convertibles sind Windows 8 und die folgenden Windows-Versionen besonders gut geeignet, weil sie sich sowohl mit Kachel- als aber auch mit gewöhnlicher Desktop-Funktionalität per Maus und Tastatur bedienen lassen. Convertibles werden im Folgenden jedoch nicht weiter betrachtet, sondern die »richtigen« Tablets, die typischerweise über die folgenden wichtigsten Ausstattungsmerkmale verfügen:

- **Touchscreen** in einer Größe von 7 bis 13,3 Zoll
- **Grafikauflösung** je nach Display und Gerät von  $1024 \times 768$  bis zu  $2560 \times 1600$  Pixel
- **Mikroprozessor** vom Typ ARM oder Atom (Intel), ein bis vier Kerne mit einer Taktfrequenz von bis zu 2 GHz, der mit der GPU zu einem SoC kombiniert wird.
- **SDRAM-Speicher** mit 1 bis 4 GByte
- **Festwertspeicher:** Flash mit einer Kapazität von typisch 16 bis 128 GByte
- **SD-Kartenslot:** Für Erweiterung des Festwertspeichers und/oder als Wechseldatenträger
- **Kamera:** Ein oder zwei Kameras auf der Vorder- und/oder Rückseite mit einer Auflösung von 2 bis 8 Megapixel
- **Mikrofon:** Aufnahme von Tonsignalen in oftmals geringer Qualität, was für Skype und ähnliche Anwendungen meist ausreichend ist.
- **Integrierte Sensoren:** Meist für Bewegung/Beschleunigung, Helligkeit und Temperatur
- **USB:** Als Schnittstelle meist in der Version 2.0 mit Standard und/oder Micro-USB-Anschluss
- **WLAN:** Verschiedene Implementierungen nach IEEE802.11 a/b/g/n im 2,4-GHz- oder auch 5-GHz-Band
- **Bluetooth:** Verschiedene Implementierungen, aktuell mindestens Bluetooth 4.0 mit stromsparendem BT Low Energy
- **Mobilfunk:** Meist optional über ein spezielles Modul nachrüstbar, aktuell LTE mit 100 MBit/s Download- und 50 MBit/s Upload-Datenrate
- **Grafikausgang** für die Ansteuerung eines Monitors oder Beamers meist per HDMI möglich, seltener per Display-Port oder auch nicht vorhanden.
- **Lithium-Ionen-Akku** mit einer Kapazität von ca. 20 bis 50 Wh, was zu Laufzeiten von fünf bis zehn Stunden führt und maßgeblich vom verwendeten Prozessor abhängt.
- **Typisches Gewicht** von 250 bis 600 g

### 1.2.3 Interner Aufbau

Wie es anhand der obigen Aufzählung zu erkennen ist, enthält ein Tablet eine Vielzahl von elektronischen Komponenten, was einen kompakten und flachen Aufbau erfordert. Die meisten der Komponenten befinden sich auf der Hauptplatine, sodass im Fehlerfall bei einem elektronischen Bauteil oftmals gleich die komplette Platine ausgetauscht werden müsste, was jedoch vom jeweiligen Modell und vom Hersteller abhängig ist.

Der Akku, das Mikrofon, die Frontkamera und mitunter auch der SD-Card-Slot sowie die Funkmodule werden hingegen separat positioniert bzw. sind steckbar, sodass sich deren Austausch prinzipiell einfacher gestaltet.

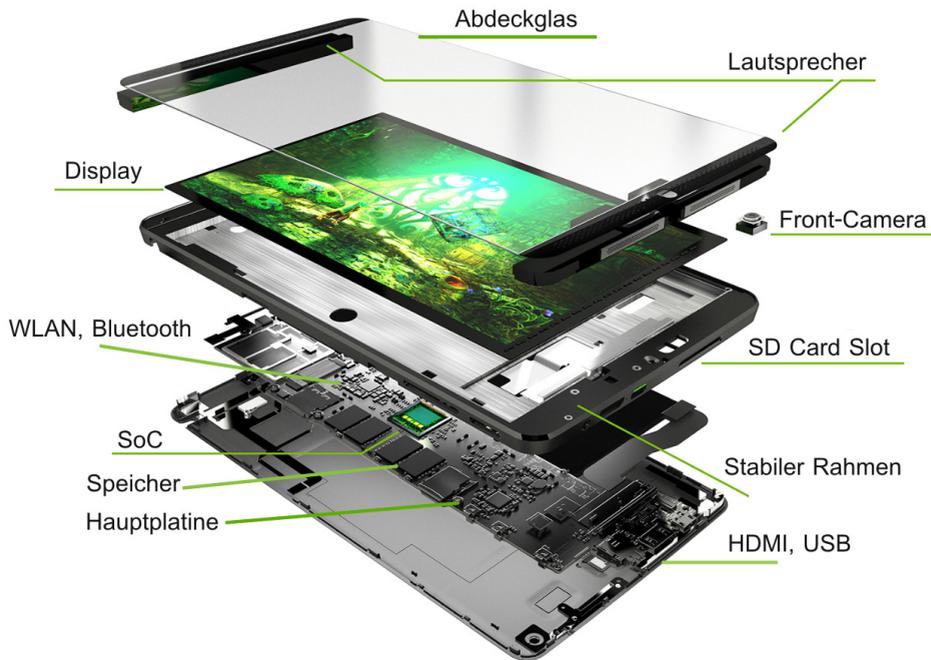


Abb. 1-8 Die wichtigsten Komponenten eines Tablets

Wie bei den Smartphones kommt auch in einem Tablet ein spezieller Mikroprozessor zum Einsatz (SoC, Applications Processor), der neben der eigentlichen Recheneinheit eine Vielzahl von Einzelkomponenten beinhaltet, gleichwohl aber noch weitere Peripherieschaltungen benötigt (Abbildung 1-9). Neben den Typen, die auf einem ARM-Prozessor beruhen, sind bei einem Tablet auch Prozessoren der Firma Intel (z. B. Atom) gebräuchlich, die dann meist mit einer Windows-Version und nicht mit Android, wie bei den Smartphones vorherrschend, arbeiten.

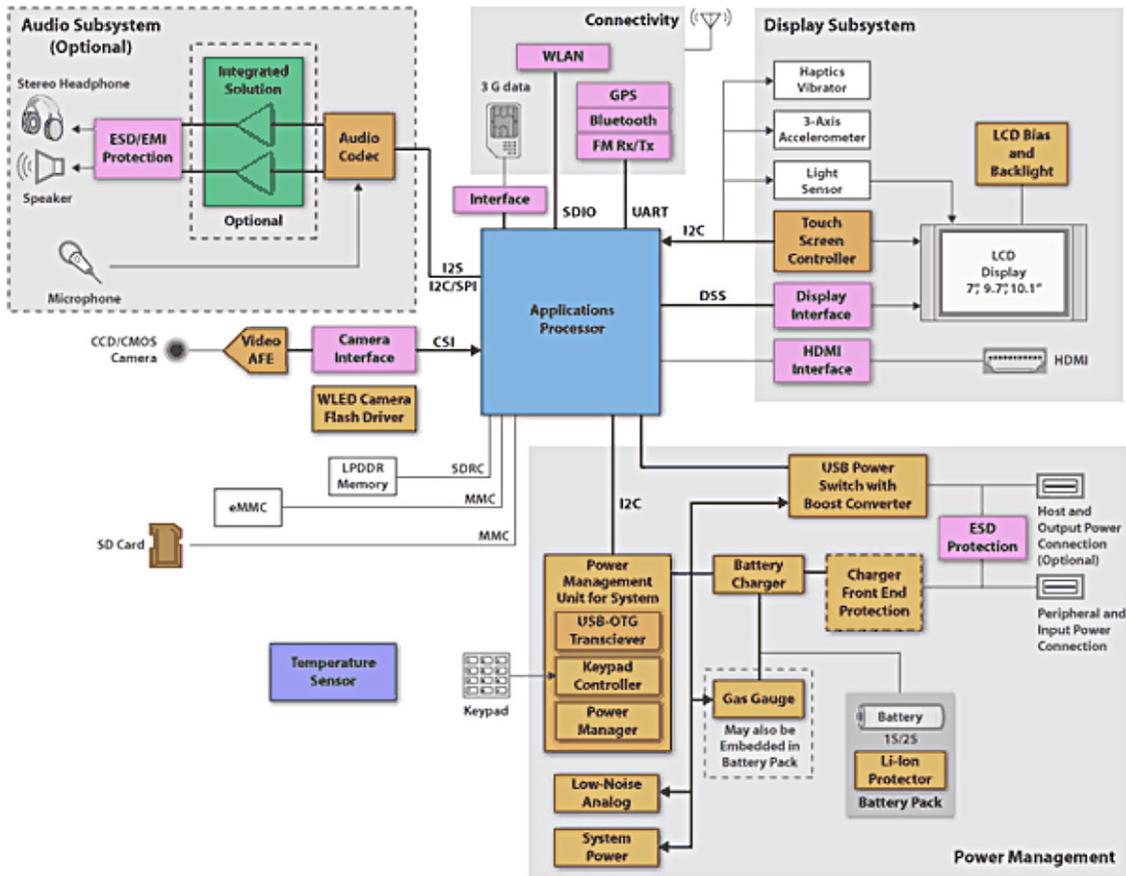


Abb. 1-9 Der Aufbau eines Tablets

### 1.3 Spannungsversorgung

Bei Smartphones und Tablets ist der integrierte Akkumulator – kurz Akku – für den Betrieb unerlässlich. Das zum Gerät mitgelieferte Netzteil fungiert dabei als Ladegerät für den Akku. Die Ladeschaltung ist aber im Gerät integriert und an den jeweils eingesetzten Akkutyp angepasst. Akkus – und die passenden Netzteile – gibt es in einer Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungen, die aktuell auf der Basis der Lithium-Ionen (Li-Ion) und Lithium-Polymer-Technik (Li-Po) hergestellt werden und die die höchste Energiedichte unter den verschiedenen Akkumulatortypen aufweisen.

Mitunter passt zu einem bestimmten Tablet auch nur ein ganz bestimmter Akku, und zwar nicht nur aus elektrischer Sicht, sondern auch von der Bauart her, die an die mechanischen Gegebenheiten des jeweiligen Gerätes angepasst ist.