

Grundlagen zu Einplatinenrechnern

Aufbau und Funktionsweise von Raspberry Pi und Co.

Die schekkartengroßen Einplatinenrechner erfreuen sich nicht zuletzt wegen ihrer geringen Kosten großer Beliebtheit. Wir zeigen, was auf einer solchen Kleinstrechnerplatine sitzt und wozu es gut ist.

Von Tim Gerber

Die Idee ist bestechend und war erfolgreich: Auf einer kaum mehr als schekkartengroßen Platine kommt beim „Raspi“ alles zusammen, was man für einen PC unbedingt braucht. Und das für maximal 40 Euro. Möglich werden solche Bastelrechner vor allem durch die Entwicklung von so genannten Systems on Chip (SoCs) mit Prozessorkernen mit ARM-Architektur. Die stecken auch in Milliarden von Tablet-PCs und Smartphones und sind deshalb sehr günstig zu bekommen.

Obwohl sich die Chips deutlich weiterentwickelt haben und immer mehr Peripherie-Komponenten wie WLAN und Bluetooth hinzugekommen sind, sind nicht nur der Preis, sondern auch der Formfaktor und die Anschlüsse über die Raspi-Versionen (aktuell 3 B+) kompatibel geblieben.

Sonderlich rechenstark sind die auf den Bastelrechnern verbauten Chips allerdings nicht. Die Taktfrequenz liegt um die 1 GHz, ältere Modelle enthalten nur einen ARM-Kern, modernere (Version 3B+) immerhin schon vier. Für die Aufgaben eines Büro-PC reicht das nur knapp, nicht zuletzt weil der Arbeitsspeicher lediglich 1 GByte fasst.

Einige Funktionen der Handy-Chips machen sich auch die Raspi-Entwickler zunutze: Die im Chip integrierten Stan-

dard-Ports für Touchscreen (DSI) und Kamera (CSI-2) sind jeweils über Buchen für Flachbandkabel herausgeführt. Auf dem Markt gibt es dafür günstige Displays und Kameras, die direkt auf die Platine gesteckt werden können. Damit eignet sich der Raspi bestens für die Konstruktion individueller Bedienelemente oder für Überwachungsaufgaben.

Ein- und Ausgang

Eine Besonderheit unterscheidet den Bastelrechner von anderen Geräten mit ähnlichem Prozessor: die an eine 40-polige Stiftleiste herausgeführten Ports eines im Chip integrierten Mikrocontrollers – die so genannten GPIOs (General Purpose Input/Output). Sie lassen sich über bestimmte Register des Controllers als Ein- oder Ausgang nutzen und können Schalt- und Steueraufgaben ebenso übernehmen wie die Überwachung von Eingaben über Bedienelemente oder von Sensoren. So hat sich ein vielfältiger Markt günstiger Sensoren für Temperatur über Gewicht bis hin zu Licht oder UV-Strahlung entwickelt, die sich einfach anschließen und in eigenen Programmen auswerten lassen.

Einfachstes Beispiel für die Ausgabe ist der Anschluss einer LED, die ein GPIO-Pin direkt schalten kann. Für größere Lasten benötigt man Verstärker oder Relais-Schaltungen. Die Eingänge des Raspi sind nicht 5-Volt-tolerant. Spannungen über 3,3 Volt oder auch Kurzschlüsse an den GPIO-Pins zerstören das SoC; angeschlossene Schaltungen sollten deshalb unbedingt Strom und Spannung begrenzen und wo immer möglich galvanisch trennen.

Einige der PINs übernehmen zusätzlich Spezialaufgaben als serielle Schnittstelle (TTL, I²C, SPI), über die weitere Peripherie, zum Beispiel LED-Treiber oder Porterweiterungen angeschlossen werden kann. Außerdem sind auf der Stiftleiste auch Anschlüsse für Versor-

gungsspannungen (3,3 und 5 Volt) enthalten. Die Leistungsfähigkeit dieser Spannungsversorgung ist aber gering.

Die analoge Sound-Ausgabe über die Kopfhörerbuchse (3,5 Millimeter) ist nicht sonderlich gut, da sie nicht von einem Sound-Chip, sondern direkt vom SoC mittels Pulsweitenmodulation kommt. Auf dem HDMI-Port liegt aber ein digitaler Audioausgang, über den der Raspi auch als MP3-Player oder dergleichen fungiert.

Weichteile

Der Raspi benötigt ein auf seinen Chip und dessen ARM-Architektur zugeschnittenes Betriebssystem. In Betracht kommen verschiedene angepasste Linux-Distributionen wie Raspian oder Pidora, die es im Netz zum freien Download gibt. Eine spezielle ARM-Version von Windows 10 läuft ebenfalls auf neueren Raspis, ist aber nur für IoT-Sensoren gedacht (siehe c't 13/15, S. 148).

Das Betriebssystem kommt auf eine MicroSD-Karte; der Slot dafür befindet sich auf der Unterseite der Platine. Sonstige PC-Peripherie wird per USB 2.0 angebunden – USB 3.0, SATA oder PCIe kennt der Raspi nicht. Ein USB-Ethernet-Adapter ist bereits auf der Platine verbaut und als RJ45-Anschluss herausgeführt. Ebenso vier USB-A-Buchsen. Tastatur, Maus, aber auch etwa WLAN- oder Bluetooth-Adapter und andere Peripherie kann man darüber nachrüsten. Die beiden Funkverbindungen sind ab Raspi-Version 3 bereits auf der Platine mit verbaut.

Eine eigene Stromversorgung hat der Raspi nicht. Er benötigt ein handelsübliches USB-Netzteil, das mindestens 1 Ampere Strom liefert und über eine Micro-USB-Buchse angeschlossen wird. Ein Spannungsregler-IC wandelt die Eingangsspannung in die vom SoC und den weiteren Chips benötigten 3,3 und 1,8 Volt um. (tig@ct.de) **ct**

Aufbau Raspberry Pi Version 3 B+

4 × USB

Ethernet (RJ45) mit 10/100 MBit/s, ab Version 3 B+ mit 1 GBit/s

USB-zu-Ethernet-IC

2 × Power over Ethernet (ab Version 3 B+)

analoger Stereo/Audio-Ausgang

40-polige Stiftleiste mit 26 GPIO-Pins

Kamera-Anschluss (Camera Serial Interface, CSI-2)

HDMI-Anschluss

System on Chip (SoC) mit 4 ARM-Prozessorkernen

Micro-SD-Kartenslot

Micro-USB-Buchse für Stromversorgung

Spannungsregler-IC

Bluetooth- und WLAN-IC (ab Raspi 3 B).

Anschluss für Touchscreen (Display Serial Interface, DSI)

GPIO 21	40	39	GND
GPIO 20	38	37	GPIO 26
GPIO 16	36	35	GPIO 19
GND	34	33	GPIO 13
GPIO 12	32	31	GPIO 6
GND	30	29	GPIO 5
ID_SC	28	27	ID_SD
GPIO 7 (CE1)	26	25	GND
GPIO 8 (CE0)	24	23	(SCLK) GPIO 11
GPIO 25	22	21	(MISO) GPIO 9
GND	20	19	(MOSI) GPIO 10
GPIO 24	18	17	+ 3,3 V
GPIO 23	16	15	GPIO 22
GND	14	13	GPIO 27
GPIO 18	12	11	GPIO 17
GPIO 15 (RXD)	10	9	GND
GPIO 14 (TXD)	8	7	(GCLKO) GPIO 4
GND	6	5	(SCL) GPIO 3
+ 5 V	4	3	(SDA) GPIO 2
+ 5 V	2	1	+ 3,3 V