

Raspberry Pi und Artgenossen

Proseminar Microcontroller und eingebettete Systeme WS2013/2014

Markus Obrull

Lehrstuhl für Echtzeitsysteme und Robotik

Fakultät für Informatik

Technische Universität München

Email: markus.obrull@tum.de

Abstract

In der Maker-Szene, in der sich immer mehr Hobbybastler zusammenfinden, um technische Projekte zu realisieren, hat sich der Raspberry Pi mehr als nur leicht etabliert. Was diese kleine Platine leisten kann und welche Möglichkeiten damit gegeben sind werden deshalb hier nähergebracht. Zudem wird gezeigt, wie er sich durch Python leicht ansteuern und Programmieren lässt. Die verschiedenen erhältlichen Modelle werden angesprochen und abschließend wird der Raspberry Pi noch mit ähnlichen Geräten verglichen, um sich einen Gesamteindruck zu ermöglichen.

CONTENTS

I	Einleitung	3
II	Technische Details	4
	II-A Überblick	4
	II-B GPIO-Header	4
III	Programmierung	6
IV	Modelle	6
	IV-A Modell A	7
	IV-B Compute Modul Development Kit	7
V	Vergleich mit ähnlichen Geräten	8
VI	Fazit	8
VII	Literaturverzeichnis	9

I. EINLEITUNG

Der Raspberry Pi ist ein Einplatinencomputer, der ungefähr die Größe einer Kreditkarte hat und Anschlüsse sowohl typisch für einen Computer, wie USB-Anschlüsse, als auch eine Pinleiste mit GPIOs besitzt, die eher im Microcontrollerbereich anzusiedeln sind.

Entwickelt wurde der Raspberry Pi von der britischen Raspberry Pi Foundation, einer eingetragenen Stiftung in Amerika, um einen billigen Computer zur Verfügung zu stellen, mit dem man Programmieren und Experimentieren kann. Er sollte mehr Erwachsene und Jugendliche dazu ermutigen, da sich die Angst gebildet hat, man könne etwas kaputt machen. Für den Zusammenbau wurden Smartphonekomponenten gewählt.

Das Erfolgserlebnis des Raspberry Pi übertraf dabei alle Erwartungen. Statt der 10.000 Stück, mit denen man gerechnet hatte, wurden innerhalb der ersten zwei Jahre drei Millionen Stück verkauft. Durch den großen Erfolg bildete sich auch eine große Community und der Einplatinencomputer wurde sogar zur Innovation des Jahres bei den T3 Gadget Awards 2012 gekürt. Im Juli 2014 brachte die Raspberry Pi Foundation ein Nachfolgermodell auf den Markt: das Modell B+. Bei einem gleichbleibenden Preis bot das neue Modell beispielsweise eine von 26 Pins auf 40 Pins erweiterte GPIO-Leiste und statt zwei, vier USB-Ports. Der Prozessor blieb der gleiche.

Erfolg hatte der Raspberry pi sicherlich auch wegen seiner Open-Source Philosophie. Als bevorzugtes Betriebssystem wurde die eigens für den Raspberry Pi angepasste Linux-Distribution Raspbian, aufgebaut auf Debian, entwickelt. Später kamen auch andere Betriebssysteme wie das auf Fedora aufbauende Pidora oder Openelec, ein XBMC Mediacenter. Zudem wird, wie der Name andeutet, als bevorzugte Programmiersprache Python verwendet, eine offene Programmiersprache, die sich sehr schnell erlernen und programmieren lässt.^{1 2}

¹Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.35/36

²E. F. Engelhardt: Coole Projekte mit dem Raspberry Pi, S.5

II. TECHNISCHE DETAILS

A. Überblick

Das Herzstück des Raspberry Pi bildet der BCM2835, ein SoC (System-on-a-chip), das die Rechenleistung der Platine ausmacht. Darin beinhaltet ist ein ARM1176JZFS Singlecore Prozessor, der standardmäßig auf 700 MHz taktet und auf der ARMv6 32 Bit Architektur basiert. Der Raspberry Pi lässt sich aber auch offiziell bis 1 GHz übertakten, was allerdings zu Stabilitätsproblemen führen kann. Der Grafikprozessor ist eine VideoCore-4-GPU und somit auch für das flüssige Abspielen von Blu-ray-Formaten geeignet. Der H.264-Standard mit 40 MBits/s wird unterstützt.³

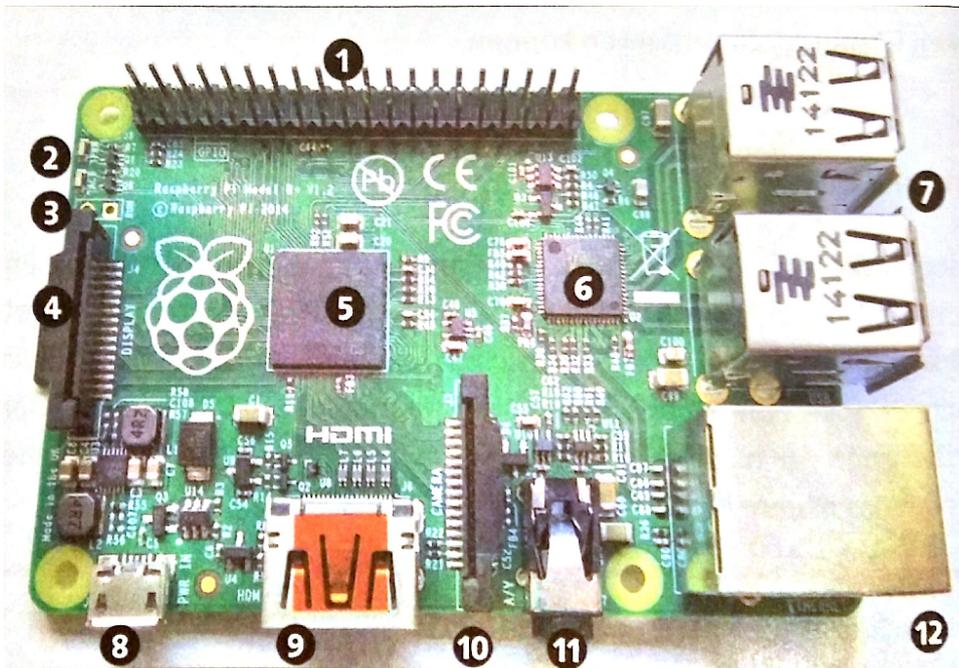


Abb 1) (Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.358)

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. GPIO-Header J8 40-polig | 7. 2x 2 USB-Ports |
| 2. Status LEDs | 8. Micro-USB-Buchse 5V |
| 3. P6-Header | 9. HDMI-Anschluss |
| 4. DSI-Anschluss für LC-Displays | 10. CSI-Anschluss für RPi-Camera-Module |
| 5. SoC BCM2835 | 11. 3,5 mm Audio- und Videoausgang |
| 6. LAN-Controller | 12. RJ45 LAN-Anschluss |

B. GPIO-Header

Auf dem Raspberry Pi ist eine Pinleiste verbaut, die sowohl General-Purpose-Input/Output Kontakten (GPIOs), die man für generelle Zwecke verwenden kann, beinhaltet, als auch zwei Versorgungsspannungen für 3,3 V und 5 V und auch Masseleiter. Durch diese lassen sich alle möglichen Arten von Sensoren und Aktoren anschließen. Egal ob man einen Wasserstand, die Luftfeuchtigkeit, Temperatur oder Bewegungen messen, oder Bewegungen mithilfe von Motoren oder Wasser mithilfe von Pumpen bewegen will, ist man mit dem Raspberry Pi an der richtigen Stelle.⁴

³Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.359

⁴E. F. Engelhardt: Sensoren am Raspberry Pi, S.24 - S.74

Name	BCM	Pin	Header P1	Pin	BCM	Name
3,3 V	-	1	□	2	-	5 V
SDA	2	3	○	4	-	5 V
SCL	3	5	○	6	-	0 V
GPIO7	4	7	○	8	14	TxD
0 V	-	9	○	10	15	RxD
GPIO0	17	11	○	12	18	GPIO1
GPIO2	27	13	○	14	-	0 V
GPIO3	22	15	○	16	23	GPIO4
3,3 V	-	17	○	18	24	GPIO5
MOSI	10	19	○	20	-	0 V
MISO	9	21	○	22	25	GPIO6
SCLK	11	23	○	24	8	CE0
0 V	-	25	○	26	7	CE1

Name	BCM	Pin	Header J8	Pin	BCM	Name
ID_SD	0	27	○	28	12	ID_SC
GPIO21	5	29	○	30	-	0 V
GPIO22	6	31	○	32	12	GPIO26
GPIO23	13	33	○	34	-	0 V
GPIO24	19	35	○	36	16	GPIO27
GPIO25	26	37	○	38	20	GPIO28
0 V	-	39	○	40	21	GPIO29

Abb 2) (Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.361 / S.368)

Zu beachten ist, dass Pin 1 und 17 zusammen nur mit 50 mA belastet werden dürfen, da sich sonst eine interne Sicherung aktiviert und sich der Raspberry Pi abschaltet. Auch senden viele elektronische Bauteile mit 5 V, wobei die meisten Pins 3,3 V erwarten. Dies könnte den Computer schädigen.

Abgesehen von den GPIO Funktionen haben bestimmte Pins spezielle Aufgaben, die man ihnen vergeben kann. So muss darauf geachtet werden, welchen Pin man benutzt, sobald man mehrere Anschlüsse verbaut.

Will man beispielsweise eine Komponente mit I²C Bussystem anschließen, eignen sich Pin 3 und 5, die diese Funktionalität bereitstellen.

Braucht man einen Taktgeber, ist Pin 7 geeignet, der standardmäßig von 1-Wire-Kerneltreiber genutzt wird.

Durch Pin 8 und 10 werden beim Bootvorgang Kernmeldungen ausgegeben. Benötigt man mehr GPIOs, können diese Pins als solche im Programmcode definiert werden.

Für SPI-Komponenten sind die Pins 11, 12 und 13 gedacht und senden auf SPI-Kanal 1. Pin 12 ist dabei besonders, er wird vom LIRC-Kerneltreiber (Linux Infrared Remote Control) genutzt und bietet sich an, um einen Infrarotsensor anzuschließen. Auch kann er ein PWM-Signal ausgeben, wobei darauf geachtet werden muss, dass ein Audiosignal als PWM-Signal ausgeht, sobald der Kopfhörerausgang in Verwendung ist.

Weitere SPI- Komponenten können an Pin 19,21,23,24 und 26 angeschlossen werden, hier allerdings an Kanal 0.

An Pin 27 und 28 bilden einen weiteren, aber nicht zur freien Verfügung gestellten I²C Bus, der zur Ansteuerung von EEPROMs gedacht ist. Zweck dieser Belegung ist es, dass Hersteller, die ein Erweiterungsboard für den Raspberry Pi entwickeln, darüber mit dem RPi kommunizieren können. So kann sich beispielsweise der Einplatinencomputer eigenständig auf die Boards konfigurieren und Treiber installieren, die auf den EEPROMs gespeichert sind.⁵

⁵Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.360 - S.369

III. PROGRAMMIERUNG

Will man den Raspberry Pi programmieren, erzielt man mit Python schnell Erfolge, da die wichtigsten Eigenschaften schon als Klassen oder Module vorgegeben sind. Im folgenden wird ein kleines Codebeispiel erläutert, wie man eine am Raspberry Pi angeschlossene LED dimmen kann. Da eine solche hardwaretechnisch nicht dimmbar ist, bedient man sich eines Tricks. Statt die LED dauerhaft mit Strom zu versorgen, gibt man Impulse an die LED weiter, was zu einem Flimmern führt. Ist dieses Flimmern hochfrequent genug, kann das menschliche Auge dieses nicht erkennen, die LED wirkt dunkler.

```
1. # !usr/bin/python
2. # coding=utf-8
3. from time import sleep
4. import RPi.GPIO as GPIO
5.
6. # Pysikalische Bezeichnung der Pins nutzen
7. GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
8.
9. GPIO.SETUP(26,GPIO.OUT)
10.
11. # PWM-Instanz erstellen für Pin 16 mit Frequenz 100 Hz
12. pwm = GPIO.PWM(26,100)
13.
14. # PWM starten mit Duty Cycle von 50 %
15. pwm.start(50)
16.
17. # ...
18.
19. GPIO.cleanup() 6
```

Man sieht sehr schön, dass man die LED mit vier effektiven Zeilen zum gedimmten Leuchten bringen kann. In Zeile 3 und 4 importiert man die nötigen Module, in Zeile 19 schließt man das Programm sauber ab. Für das eigentliche Dimmen setzt man in 7 den GPIO-Mode auf GPIO.BOARD, was der physikalischen Bezeichnung des Boards entspricht. In Zeile 9 setzt man fest, dass Pin 26 (physikalische Nummerierung) ein Ausgangssignal sendet. Da es bereits eine vorgegebene Klasse PWM gibt auf die man zugreifen können, wird in Zeile 12 nur eine Instanz dieser erstellt, dabei gibt man als Parameter erst die Pinbezeichnung (zB 26) und dann die Frequenz in Herz (hier 100 Hz) an. Schließlich startet man diese Instanz mit einem Duty Cycle von 50% in Zeile 15. 50 % des Signals innerhalb eines Taktes, ist dieses Signal aktiv. Dieses Beispiel erzeugt ein Software-PWM-Signal, dass auf allen Pins möglich ist. Hardware-PWM-Signale, die den Prozessor nicht belasten sind nur auf Pin 12 und 35 möglich. ⁷

IV. MODELLE

Die Raspberry Pi Foundation hat drei verschiedene Modelle entwickelt. Das Modell A, Das Modell B und das compute modul development kit. Zweiteres ist das allgemeinste Board und wurde im Vorhergehenden angesprochen.

⁶Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.419

⁷Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.421

A. Modell A

Das Modell A ist ein kleinerer Raspberry Pi als das Modell B. Grundsetzliche Unterschiede sind der fehlende Ethernet-Port und die Begrenzung der USB-Ports auf einen. Die Pins sind die gleichen. Erreicht wird damit ein geringerer Stromverbrauch und eine kleinere Fläche und ist somit für Projekte geeignet, die ein gutes Energiemanagement erfordern und kompakt gebaut werden. Auch hier brachte die Raspberry Pi Foundation das neue Modell A+ heraus.⁸

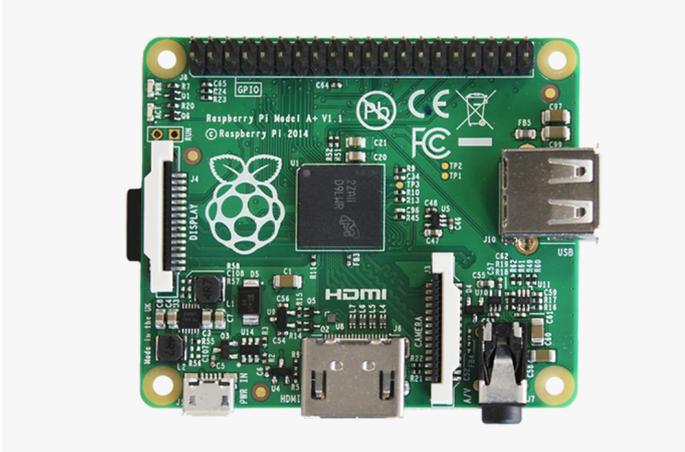


Abb 3) (<http://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2014/11/A-Overhead.jpg>)

B. Compute Modul Development Kit

Das Compute Modul Development Kit besteht aus zwei Teilen: das Compute Modul an sich, und ein Breakout-Board. Ersteres enthält den gleichen Prozessor wie alle anderen Modelle und hat die Form einer SODIMM Steckkarte. Ein 4 Gbyte eMMC Flashspeicher ist verbaut und ersetzt die sonst nötige SD-Karte.

Das Breakout-Board hat 120 GPIO pins, einen HDMI Port, einen USB-Port, zwei Kamera- und zwei Displaysteckplätze. Ziel dieses Modells ist es die Entwicklung industrieller Produkte zu ermöglichen und die Einschränkungen der Form möglichst gering zu halten.⁹

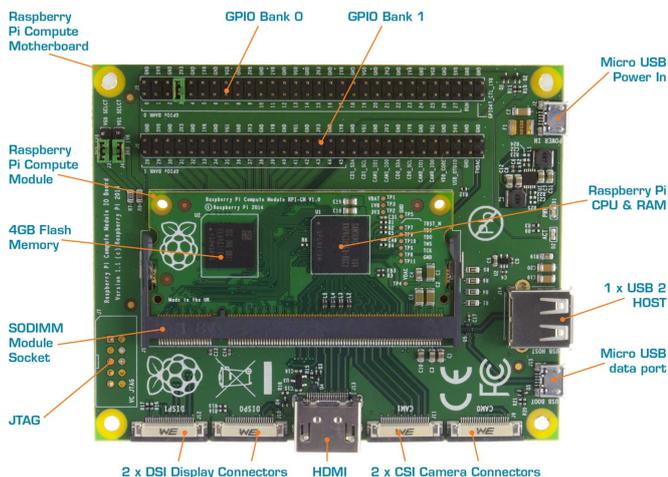


Abb 4) (<http://www.element14.com/community/servlet/JiveServlet/showImage/38-15320-194172/Rasp-Board-diagram.jpg>)

⁸<http://www.raspberrypi.org/products/model-a-plus/>

⁹<http://www.raspberrypi.org/products/compute-module-development-kit/>

V. VERGLEICH MIT ÄHNLICHEN GERÄTEN

TABLE I
VERGLEICH VERSCHIEDENER EINPLATINENCOMPUTER

Name	Raspberry Pi	BeagleBone Black	Banana Pi	Cubieboard	Odroid U3
Prozessor	ARM1176JZF-S	Cortex A8	Cortex-A7	Cortex A7	Cortex A9
Takt	700 - 1000 MHz	1 GHz	1GHz	max 1,2 GHz	1,7 GHz
Kerne	1	1	2	2	4
GPU	Broadcom VideoCore IV	PowerVR SGX530	Mali400MP2Complies	Mali-400MP-GPU und CedarX-VPU	Mali-400 Quad Core 440 MHz
Arbeitsspeicher	512 MB	512MB	1 GB	2 GB	2 GB
GPIO	40	65	26	54	0 (erweiterbar)
Ethernet	10/100-MBit	10/100-MBit	Gigabit	Gigabit	100 Mbit
Preis	ca 35 USD	ca 55 USD	ca 45 USD	ca 97 USD	ca 75 USD

10 11

Man sieht sehr schön, dass der Raspberry Pi im Vergleich zu ähnlichen Boards, eine relativ schwache Leistung bringt, aber auch der Preis am geringsten ist. Was am geeignetsten für ein Projekt ist muss man abwägen, da Rechenleistung nicht immer ausschlaggebend ist. Nimmt man etwa den Banana Pi als Alternative, muss beispielsweise berücksichtigt werden, dass dieser zudem einen größeren Stromverbrauch hat¹², was im mobilen Bereich (zum Beispiel ein ferngesteuertes Auto) nicht von Vorteil ist. Andersherum ist der Banana Pi als NAS (Network Attached Storage) besser geeignet, da dieser einen SATA-Port und einen Gigabit-Lan-Anschluss hat und in der Regel an einen festen Stromkreislauf angeschlossen ist. Allerdings ist die Community des RPi derzeit (Stand Dezember 2014) am größten, weswegen man bei Problemen im Internet auf die größte Unterstützung hoffen kann.

VI. FAZIT

Mit dem Raspberry Pi hat man einen allgemeinen, schnell zu verstehenden und leicht zu verwendbaren Einplatinencomputer, der alle nötigen Anschlüsse mitbringt, um vielfältigste Projekte zu realisieren. Reichen einmal die Anschlüsse nicht aus, gibt es zudem viele Erweiterungsboards, um die Funktionalitäten und Anschlussmöglichkeiten nochmal zu erweitern. So sind dem kreativen Bastler kaum Grenzen gesetzt. Durch Python lässt er sich schnell programmieren, sodass Projekte zudem sehr schnell Resultate bringen, was auch für ungeübte Programmierer sehr motivierend ist. Sowohl für Hobbybastler, als auch für professionelle Anwendungsmöglichkeiten ist er somit geeignet. Aus persönlichen Erfahrungen ist er auch sehr zuverlässig, da er eineinhalb Jahre ununterbrochen als Lan-To-Wlan-Bridge fungiert hatte und es dabei keinerlei Ausfälle gab.

¹⁰<http://www.pc-magazin.de/bildergalerie/raspberry-pi-alternativen-vergleich-galerie-2562710.html>

¹¹Preise Stand Dezember 2014

¹²Kofler / Kühnast / Scherbeck: Raspberry Pi, Das umfassende Handbuch, S.45

VII. LITERATURVERZEICHNIS

E. F. Engelhardt (2014): Coole Projekte mit Raspberry Pi. Mit viel Spaß und ohne Frust die Welt des Raspberry erobern. Würzburg.

E. F. Engelhardt (2014): Sensoren am Raspberry Pi. Der Raspberry Pi erfasst alles, analog oder digital: Temperatur, Abstand, Infrarotlicht, Bilder, Bewegung, Stromstärke, Gas, Neigung und mehr. 25 Sensoren, und Sie haben Ihre Umgebung im Griff. Haar bei München.

Kaufmann, Tim: Sechs Alternativen zum Mini-PC RPi. 09.09.2014. <http://www.pc-magazin.de/ratgeber/raspberry-pi-alternative-mini-pc-vergleich-2562707.html>, Zugriff am: 18.12.2014

Kofler / Kühnast / Scherbeck (2014): Raspberry Pi. Das umfassende Handbuch. Bonn.

Raspberry Pi Foundation: Compute Module Development Kit. <http://www.raspberrypi.org/products/compute-module-development-kit/>, Zugriff am: 23.12.2014

Raspberry Pi Foundation: Model A+. <http://www.raspberrypi.org/products/model-a-plus/>, Zugriff am: 23.12.2014