

Der Raspberry Pi

Arno Uhlig
Vortrag im Rahmen des Hauptseminars

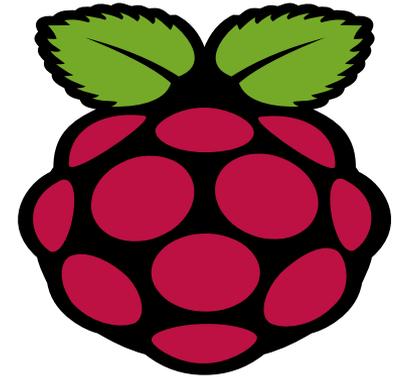
Dresden, 16.01.2014



- 01 Hintergrund zum Rpi
- 02 Spezifikationen
- 03 Low-Level-Peripherie
- 04 Betriebssysteme
- 05 Komponenten
- 06 Inbetriebnahme
- 07 Einsatzmöglichkeiten
- 08 Alternativen
- 09 Quellenverzeichnis

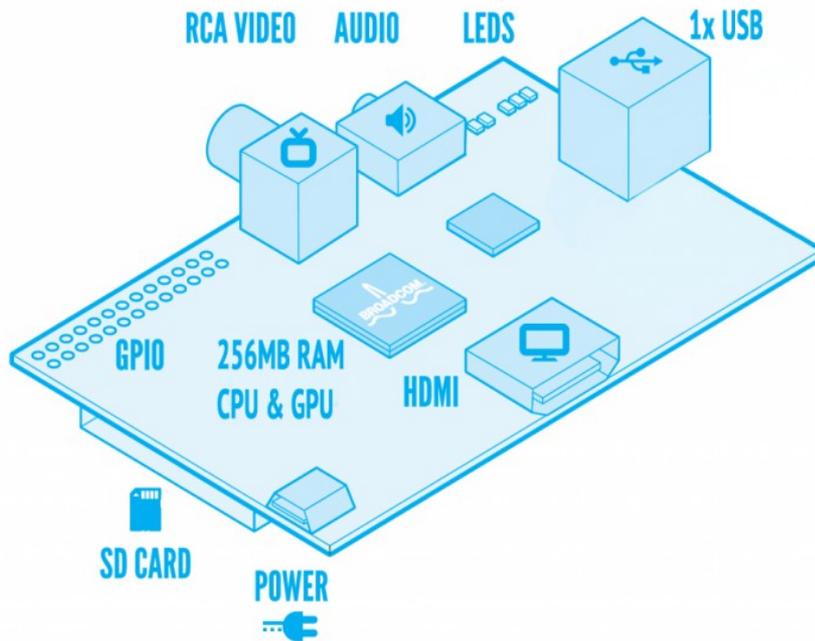
01 Hintergrund zum RPi

- Raspberry Pi („Pie“ - Python Interpreter)
- Kreditkartengrosser Rechner
- Entwickelt von Raspberry Pi Foundation; Stiftung ansässig in South Cambridgeshire, GB mit Ziel der Foerderung der Informatik
- Einfache und recht guenstige Alternative zu vorhandenen PC
- Gut geeignet zum experimentieren und programmieren (Python)

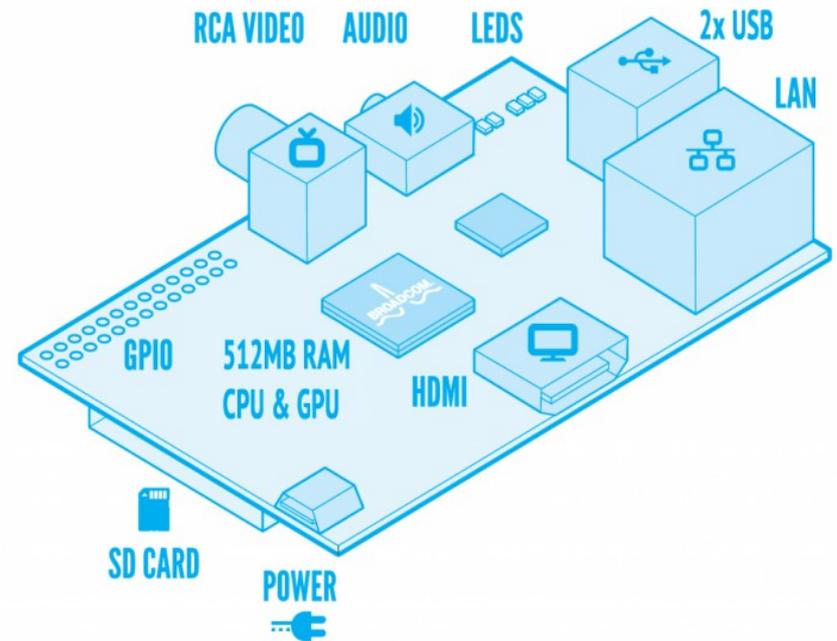


01 Hintergrund - Modelltypen

RASPBERRY PI MODEL A - \$25



RASPBERRY PI MODEL B - \$35



http://d19vp51bag8rf.cloudfront.net/wp-content/uploads/2013/03/raspberry_pi_comparison-1500x663.png

02 Spezifikationen – Gemeinsamkeiten

- Broadcom BCM2835 SoC mit
 - CPU: ARM1176JZFS v6 32Bit Single Core mit mathematischem Koprozessor (VPU) und DSP, 700 MHz
 - GPU: Videocore IV, Dual Core, 128 KB L2-Cache, 250 MHz
 - unterstützt OpenGL ES 2.0
 - unterstützt OpenVG 1.1
 - belegt 32, 64 oder 128 MB des RAM (konfigurierbar, CMA-Dynamic Memory Split)
- SD Memory Card Slot (SDHC), kompatibel zu Class 4 und Class 6 Karten
- HDMI 1.3a
- Low-Level-Peripherie (GPIO,UART,I²C- und SPI-Bus)
- Keine Echtzeituhr verfügbare

02 Spezifikationen – ARM-Architektur (Einschub)

- Advanced RISC Machines
- 32-Bit-System
- Grosser Vorteil ist der geringe Energiebedarf, effiziente Befehlssatz
- Nutzung in fast allen Smartphones, Tablets, Router, viele eingebettete Systeme
- Mehrere Versionen: Rpi verwendet ARMv6 (2002)
- 3-Register-Befehlssatz
 - Bsp: `ADD r0, r1, r2 ; r0 := r1 + r2`

02 Spezifikationen – Modell A

- Für ca. 25\$ zu haben
- Arbeitsspeicher: SDRAM 256 MB
- 1xUSB-2.0-Anschluss
- Kein Netzwerkanschluss verfügbar
- Leistungsaufnahme bei 5V, 0.5A

02 Spezifikationen – Modell A

- Für ca. 25\$ zu haben
- Arbeitsspeicher: SDRAM 256 MB
- 1xUSB-2.0-Anschluss
- Kein Netzwerkanschluss verfügbar
- Leistungsaufnahme bei 5V, 0.5A

02 Spezifikationen – Modell B (R3)

- Für ca. 35\$ zu haben
- Mehrere Revisionen (R1 bis, inzwischen, R3)
- Arbeitsspeicher:
SDRAM 512 MB
- 2xUSB-2.0-Anschluss
- 10/100 Mbit-Ethernet-
Controller (USB-Bus)
- Leistungsaufnahme
bei 5V, 0.7A



03 Low-Level-Peripherie

- Rpi bietet frei programmierbare Schnittstellen (GPIO) zu Ansteuerung externer Geräte
- Seit Rev2: P6, zum resetten oder starten des Pi
- 3.3V Anschluss ist mit max. 50mA zu belasten
- 6 GPIO Anschlüsse, aber meist Nutzung von Anschluss P1
- P1 besteht aus 26 Pins
- Verfügbare Bibliotheken: quick2wire (python), bcm2835 (C)

<http://www.wulli.at/wp-content/uploads/2013/02/RasPi-PinBelegung.png>

Funktion	Pin	Pin	Funktion
3.3 VDC Power	1	2	5.0 VDC Power
GPIO 2 (SDA)	3	4	--
GPIO 3 (SLC)	5	6	GND
GPIO 4 (GPCLK0)	7	8	GPIO 14 (TxD)
--	9	10	GPIO 15 (RxD)
GPIO 17	11	12	GPIO 18 (PCM_CLK)
GPIO 27 (PCM_DOUT))	13	14	--
GPIO 22	15	16	GPIO 23
--	17	18	GPIO 24
GPIO 10 (MOSI)	19	20	--
GPIO 9 (MISO)	21	22	GPIO 25
GPIO 11 (SCKL)	23	24	GPIO 8 (CE0)
	25	26	GPIO 7 (CE1)

© 2013 wulli.at



03 Low-Level-Peripherie - GPIO

Unterstützung durch Kernelmodule, Filesystem /dev und /sys

Programmierbeispiel:

```
# GPIO 17 als Ausgang  
echo "17" > /sys/class/gpio/export  
echo "out" > /sys/class/gpio/gpio17/direction
```

```
# GPIO 17 auf High-Pegel  
echo "1" > /sys/class/gpio/gpio17/value
```

03 Low-Level-Peripherie - I²C

- Inter-Integrated Circuit, serieller Datenbus auf Master-Slave-Prinzip beruhend
- Master initiiert, angesprochener Slave (Adresse) reagiert
- Ermöglicht es einfache I²C-Geräte (Servo Decoder, Input-/Output Pin Erweiterungen) am Pi zu betreiben
- 2 Signalleitungen: Takt, Daten
- Adressierung der Slaves mit 8-Bit Adressen
- Nutzbar mittels Packet i2c-tools
- Kontrolle eines ganzen Netzwerks an integrierten Schaltungen möglich

03 Low-Level-Peripherie - Weitere

- UART - Universal Asynchronous Receiver Transmitter
 - Serieller Datenstrom mit fixem Rahmen (Start-,Daten-,Stop-,Parity-Bit)
 - Zugriff mittels `dev/ttyAMA0`
- SPI - Serial Peripheral Interface
 - Sync. Serieller Datenbus
 - Digital
 - M-S-Prinzip
 - 3 gemeinsame Leitungen DataOut, DataIn, Clock

04 Betriebssysteme

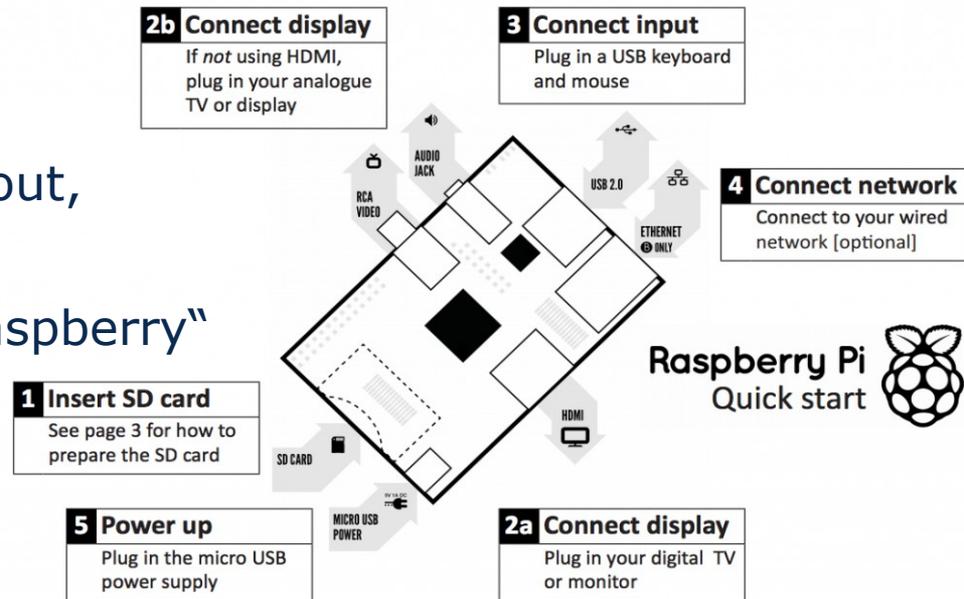
- Anforderung: OS muss ARMv6-Architektur (ARM11) unterstützen und technische Spezifikationen erfüllen
- Grosse Auswahl an Open-Source OS
 - RISC OS 5, Plan 9, FreeBSD, NetBSD, ArchLinux, Wheezy(Debian), Raspbian, XBMC, Android, ...
- Angepasste Linuxversionen
- WindowsRT erfüllt ARM-Anforderung, aber benötigt mind. 1GB RAM
- Werden dem Pi mittels SD-Karte bereitgestellt
- Schneller, einfacher Wechsel der Karte und somit des OS möglich

05 Komponenten

- Was wird benoetigt?
 - Raspberry Pi
 - SD-Karte mit min. 2GB Kapazitaet
 - Netzteil mit Leistung dem Modell entsprechend
 - USB-Tastatur, evtl. Maus (aktiver USB-Hub!)
 - Monitor mit HDMI Eingang
 - LAN- oder WLAN-Modul
 - Zusaetzlich koennen MPEG2- und VC1-Codeclizenzen erworben werden

06 Inbetriebnahme – Quick Start

- Installation der ausgewählten Linux Distro auf SD-Karte
 - Inzwischen Installer mit GUI verfügbar; sehr leicht und schnell von unterschiedlichen OS durchführbar
- Pi mit Netzteil verbinden
- Konfigurationen beim ersten Start
(Sprache, Tastaturlayout, Zeitzone,...)
- Login mit „pi“ und „raspberrypi“
- Fertig!



<http://www.raspberrypi.org/quick-start-guide>

06 Inbetriebnahme - Bootvorgang

- Rpi wird eingeschaltet. ARM-Core, SDRAM sind aus. GPU-Core ist ein.
- First-Stage-Bootloader:
 - Fest programmiert, ROM-Chip in SoC, einbinden der FAT32-Partition der SD-Karte
- Second-Stage Bootloader: (bootloader.bin)
 - Bootloader.bin wird in L2-Cache geladen und exekution
 - Laedt GPU-Firmware (proprietären OS) und start Dieser
- Third-Stage-Bootloader: (start.elf)
 - GPU startet CPU und konfiguration des SDRAM fuer GPU,CPU (aufteilen gemaess eingestellter Werte)

06 Inbetriebnahme - Bootvorgang

- Rpi wird eingeschaltet. ARM-Core, SDRAM sind aus. GPU-Core ist ein.
- First-Stage-Bootloader:
 - Fest programmiert, ROM-Chip in SoC, einbinden der FAT32-Partition der SD-Karte
- Second-Stage Bootloader: (bootloader.bin)
 - Bootloader.bin wird in L2-Cache geladen und exekution
 - Laedt GPU-Firmware (proprietären OS) und start Dieser
- Third-Stage-Bootloader: (start.elf)
 - GPU startet CPU und konfiguration des SDRAM fuer GPU,CPU (aufteilen gemaess eingestellter Werte)

06 Inbetriebnahme - Bootvorgang

- Final Stage:
 - Start.elf laedt config.txt, cmdline.txt, kernel.img
- Bsp. fuer Systemparameter aus Config.txt:
 - arm_freq, gpu_freq, core_freq, h264_freq, isp_freq, v3d_freq, sdram_freq

07 Einsatzmöglichkeiten

- Sehr vielfaeltig, grosse Verbreitung, viele Ideen, grosse Auswahl an zusaetlichen Komponenten
- Natuerlich als vollwertigen Linux-Arbeitsplatz-Rechner
- Lehr- und Ausbildungsrechner
- MediaCenter: XBMC, Raspbmc, OpenELEC, Musikserver
- Stromsparendes NAS, Nachteil ist die Begrenzung der Geschwindigkeit durch den verbauten 10/100MBit Anchl.
- Ansteuerung bei HomeAutomation
- VPN-Server
- Roboter
- Verbaut in Tablet: PiPad
(mehr oder minder sinnvoll)



08 Alternativen

- Rpi bekam nach seinem grossen Erfolg Konkurrenz durch
 - Cutieboard (schnellere ARM-CPU, mehr RAM, 49US\$)
 - BeagleBoard (schnellere ARM-CPU, 45US\$)
 - Arduino
 - Ethernut
 - Pandaboard
 - Tinkerforge
 - Cubieboard
- Dennoch: Grösste Community beim RPi

09 Quellen

- <http://raspberrycenter.de/handbuch/technische-daten>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/ARM-Architektur>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- Offizielles Raspeberry Pi Manual
- <http://bitkistl.blogspot.co.at/2013/02/linux-on-arm-powered-devices.html>
- <http://thekandancode.wordpress.com/2013/09/21/how-the-raspberry-pi-boots-up/>
- <http://elinux.org/RPiconfig>



»Wissen schafft Brücken.«