

Umweltdatenmessung mit dem Raspberry Pi

Vorwissenschaftliche Arbeit verfasst von

Lukas Winkler

Klasse 8A



Betreuer: MMag. Matthias Kittel

BG Rechte Kremszeile
Rechte Kremszeile 54
3500 Krems an der Donau

Krems an der Donau, Januar 2015

Diese Arbeit wurde mit Texmaker geschrieben, in Palatino mit Hilfe von pdfL^AT_EX und Biber gesetzt.

Die L^AT_EX Vorlage von Karl Voit basiert auf KOMA script und steht im Internet zum Download bereit: <https://github.com/novoid/LaTeX-KOMA-template>

Abstract

This is a placeholder for the abstract. It summarizes the whole thesis to give a very short overview. Usually, this the abstract is written when the whole thesis text is finished.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	iii
1 Einleitung	1
2 Hardware	2
2.1 Der Raspberry Pi	2
2.1.1 Geschichte	3
2.1.2 Technische Daten	3
2.2 Sensoren	3
2.2.1 Temperatur	4
2.2.2 Luftfeuchtigkeit	4
2.2.3 Luftdruck	5
2.2.4 Luftqualität	6
2.3 Display	7
2.4 Anschluss	7
Literatur	9
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	12
Glossar	13

Todo list

genauere Beschreibung 2

1 Einleitung

Im letzten Jahr habe ich mich damit beschäftigt, wie man mithilfe eines Raspberry Pi Umweltdaten messen, aufzeichnen und auswerten kann. Hierzu verwende ich mehrere Sensoren, die Lufttemperatur (sowohl im Klassenraum, als auch außen), Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und die relative Luftqualität. Diese Daten werden als [CSV-Datei](#) gespeichert und können grafisch und rechnerisch ausgewertet werden.

2 Hardware

Die Hardware besteht aus einem Raspberry Pi,

genauere
Beschreibung

2.1 Der Raspberry Pi

Der *Raspberry Pi* ist ein Einplatinencomputer, der 2012 von der *Raspberry Pi Foundation* auf den Markt gebracht wurde.

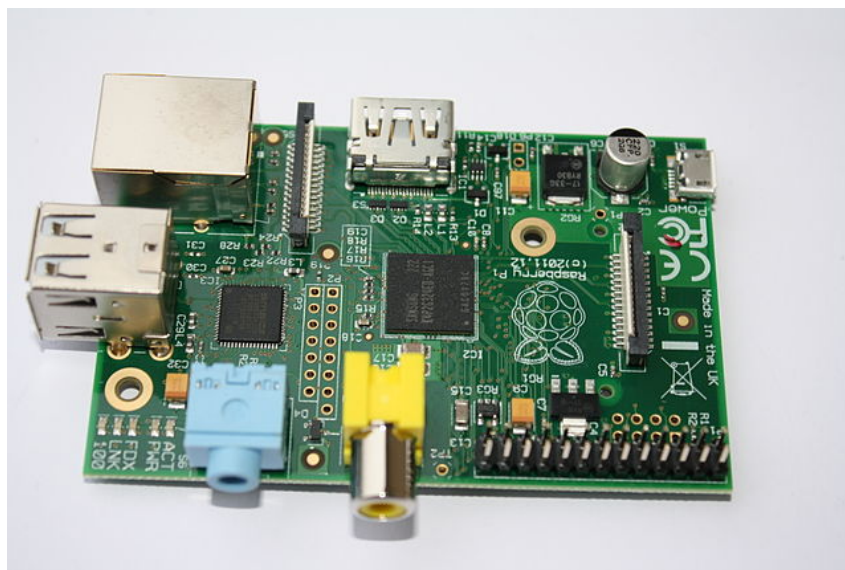


Abbildung 2.1: Raspberry Pi - Modell B¹

¹Bohk, 2012

2.1.1 Geschichte

Ursprünglich war er als günstiger Computer gedacht, um britischen Jugendlichen das Programmieren näher zu bringen. An der *University of Cambridge* stellte man fest, dass die Vorkenntnisse von Studienanfängern immer geringer wurden, weil sie – sowohl privat als auch in der Schule – sich immer weniger mit der Funktionsweise von Computern und Programmen beschäftigen. Daher wollte man einen Computer entwickeln, mit dem die Jugendlichen experimentieren können.^{2,3}

2.1.2 Technische Daten

Die Technik in einem Raspberry Pi ist vergleichbar mit der eines Smartphones. Der Raspberry Pi hat eine CPU mit 700 MHz, welche auf bis zu 1 GHz übertaktbar ist, und je nach Modell 256 oder 512 MB Arbeitsspeicher. Als Speichermedium für das Betriebssystem (verschiedene Linux-Distributionen stehen zur Auswahl) wird eine SD-Karte bzw. eine microSD-Karte verwendet.

Zur Stromversorgung genügt ein normales Handy-Ladegerät mit Micro-USB-Anschluss und 1 Ampere Stromstärke, denn der Raspberry Pi benötigt nur 3,5 Watt⁴ (Modell B).

Zum Anschließen anderer Hardware gibt es zwei USB-Anschlüsse und 26 GPIO-Pins.

2.2 Sensoren

Zur Messung der Werte werden folgende Sensoren verwendet:

- 4 Temperatursensoren *DS18B20* (2.2.1)
- Luftfeuchtesensor *DHT22* (2.2.2)

²Raspberry Pi Foundation, 2012.

³Wikipedia, 2014b, Geschichte.

⁴elinux, 2014.

2 Hardware

- Luftdrucksensor *BMP085* (2.2.3)
- Luftqualitätssensor *VOLTCRAFT CO-20* (2.2.4)
- CPU-Temperatur des Raspberry Pi

2.2.1 Temperatur

Mithilfe der Temperatursensoren werden die Innentemperatur, die Gehäusetemperatur und die Bodentemperatur (Außen) gemessen. Diese haben eine Messgenauigkeit von $\pm 0.5^\circ\text{C}$ und einen Messbereich von -10°C bis 85°C .⁵

Der Sensor wird mithilfe von einem 1-Wire-Bus ausgelesen. Hierbei benötigt man (außer für die Stromversorgung mit 5 Volt) nur ein Kabel, auf dem die Daten übertragen werden.⁶ Ein weiterer Vorteil von 1-Wire ist, dass nahezu beliebig viele Sensoren auf einem Datenkabel parallel geschaltet werden können. (Abb. 2.2)

Die Messdaten des *DS18B20* können auf dem Raspberry Pi sehr einfach ausgelesen werden, weil dies von einem Linux-Kernelmodul erledigt wird. Um die Temperatur zu erhalten, muss nur eine virtuelle Datei ausgelesen werden, welche das Messergebnis in tausendstel Grad Celsius enthält. (Siehe Abbildung 2.3)

2.2.2 Luftfeuchtigkeit

Zum Messen der Luftfeuchtigkeit der Außenluft wird der *DHT22* verwendet. Dieser kann auch die Temperatur messen. Die Messgenauigkeit beträgt $\pm 0.5^\circ\text{C}$ und $\pm 2\%$ relative Luftfeuchte.⁷ Wie der *DS18B20* (2.2.1) benötigt der Luftfeuchtigkeitssensor zusätzlich zur Stromversorgung nur ein Kabel zur Datenübertragung. Es können jedoch nicht mehrere Sensoren parallel geschaltet werden.⁸

⁵Maxim Integrated Products, 2008, S. 20.

⁶FHEMWiki, 2014.

⁷Aosong Electronics Co.,Ltd, 2011.

⁸Adafruit User LADY ADA, 2013, Wiring.

2 Hardware

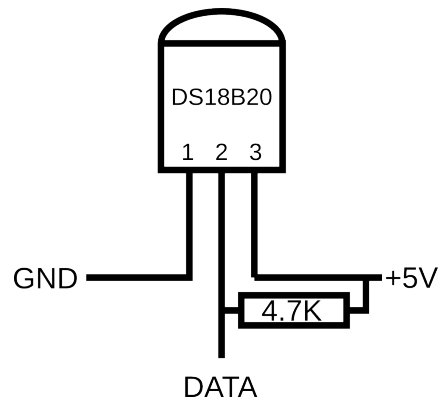


Abbildung 2.2: Pinbelegung des DS18B20 (eigenes Werk)

```
pi@raspberrypi /sys/bus/w1/devices $ cat 10-00080277a5db/w1_slave 10-00080277abe1/w1_slave
2f 00 4b 46 ff ff 08 10 78 : crc=78 YES
2f 00 4b 46 ff ff 08 10 78 t=23250
2f 00 4b 46 ff ff 08 10 78 : crc=78 YES
2f 00 4b 46 ff ff 08 10 78 t=23250
pi@raspberrypi /sys/bus/w1/devices $ cat 10-00080277a5db/w1_slave 10-00080277abe1/w1_slave
2f 00 4b 46 ff ff 01 10 ca : crc=ca YES
2f 00 4b 46 ff ff 01 10 ca t=23687
2f 00 4b 46 ff ff 07 10 60 : crc=60 YES
2f 00 4b 46 ff ff 07 10 60 t=23312
```

Abbildung 2.3: Die erste erfolgreiche Messung (eigenes Werk)

Die Daten des Sensors werden von einem C Programm von Adafruit ausgelesen.⁹

2.2.3 Luftdruck

Der *BMP085* ist der präziseste Sensor. Er wird zum Messen des Luftdruckes und der Außentemperatur verwendet und hat dabei eine Genauigkeit von ± 1.0 hPa und 0.5°C bei 25°C ¹⁰

Die Messdaten überträgt der Sensor über einen I²C-Bus. Dabei werden (zusätzlich zur Stromversorgung) **zwei** Kabel zur Datenübertragung benötigt. (siehe Abbildung 2.4) Zum einen ist das das gelbe Kabel, über welches der

⁹Adafruit User LADY ADA, 2013, Software Install.

¹⁰Bosch Sensortec, 2009, S. 6.

2 Hardware

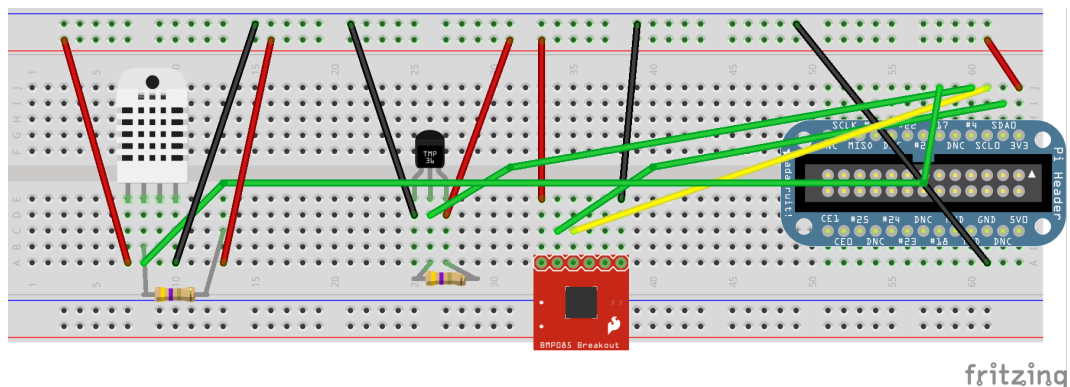


Abbildung 2.4: Anschlussskizze von *DS18B20* (Mitte; 2.2.1), *DHT22* (Links; 2.2.2) und *BMP085* (Rechts; 2.2.3) (eigenes Werk)

Raspberry Pi dem Sensor die Taktfrequenz schickt, in der er die Daten übertragen soll, und zum anderen das grüne Kabel, über das die eigentlichen Daten übertragen werden.¹¹

Auch dies wird von einem Programm von Adafruit übernommen.¹²

2.2.4 Luftqualität

Der letzte Sensor, der hinzugekommen ist, ist der *VOLTCRAFT CO-20*. Da reguläre CO₂-Sensoren und andere genaue Luftqualitätssensoren teuer sind, habe ich mich für einen einfachen *VOC*-Sensor entschieden. Dieser misst die Menge an *Flüchtigen organischen Verbindungen* in der Luft. Dies sind Stoffe, die schon bei niedrigen Temperaturen verdampfen. Sie können von verschiedensten Quellen stammen (z.B.: Benzindämpfe, Tabakrauch, Lacke)¹³ und von leichten Kopfschmerzen und Konzentrationsstörungen bis zu bleibenden Gesundheitsschäden führen.¹⁴

Der Sensor gibt einen Wert an, der die relative Verschlechterung seit dem Einschalten angibt. Hierbei steht 450 für die anfängliche Qualität ist und ein

¹¹Adafruit User KEVIN TOWNSEND, 2013, Hooking Everything Up.

¹²Ebd., Using the Adafruit BMP Python Library (Updated).

¹³Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes, 2008, S. 41 ff.

¹⁴WISSEN Wiki, 2014, Gesundheitliche Wirkung.

2 Hardware

höherer Wert für eine schlechtere Luftqualität. Da der *VOLTCRAFT CO-20* jedoch nicht mehr erhältlich ist, verwende ich den baugleichen *Raumluftfühler* von Velux.¹⁵



Abbildung 2.5: Velux Raumluftfühler

Der Sensor wird über USB an den Raspberry Pi angeschlossen. Um die Daten unter Linux auszulesen, wird „usb-sensors-linux“ verwendet.¹⁶

2.3 Display

2.4 Anschluss

¹⁵Velux, 2014.

¹⁶usb-sensors-linux, 2013.

Anhang

Literatur

Online-Literatur

- Adafruit User KEVIN TOWNSEND. *Using the BMP085/180 with Raspberry Pi or Beaglebone Black*. 2013. URL: <https://learn.adafruit.com/using-the-bmp085-with-raspberry-pi?view=all> (besucht am 10.25.2014) (siehe S. 6).
- Adafruit User LADY ADA. *DHT Humidity Sensing on Raspberry Pi or Beaglebone Black with GDocs Logging*. 2013. URL: <https://learn.adafruit.com/dht-humidity-sensing-on-raspberry-pi-with-gdocs-logging?view=all> (besucht am 10.25.2014) (siehe S. 4, 5).
- Aosong Electronics Co.,Ltd. *Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22*. 2011. URL: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf> (besucht am 11.08.2014) (siehe S. 4).
- Bohk, Philipp. *Rev. 2 des Raspberry Pi Model B - made in UK*. 2012. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LambdaPlaques.jpg> (besucht am 07.04.2014) (siehe S. 2).
- Bosch Sensortec. *BMP085 Digital pressure Sensor - Data Sheet*. 10. 15 2009. URL: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/General/BST-BMP085-DS000-05.pdf> (besucht am 10.25.2014) (siehe S. 5).
- elinux. *RPi Hardware - Power*. 2014. URL: http://elinux.org/index.php?title=RPi_Hardware&oldid=341192#Power (besucht am 07.04.2014) (siehe S. 3).
- FHEMWiki. *Kategorie:1-Wire - FHEMWiki*. 2014. URL: <http://www.fhemwiki.de/w/index.php?title=Kategorie:1-Wire&oldid=5092#1-Wire> (besucht am 10.18.2014) (siehe S. 4).

Literatur

- Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes. *LEITFADEN FÜR DIE INNENRAUMHYGIENE IN SCHULGEBÄUDEN*. 2008. URL: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3689.pdf> (besucht am 11.11.2014) (siehe S. 6).
- Maxim Integrated Products, Inc. *DS18B20 - Data Sheet*. 2008. URL: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf> (besucht am 10.17.2014) (siehe S. 4).
- Raspberry Pi Foundation. *The Making of Pi*. Raspberry Pi Foundation. 2012. URL: <http://www.raspberrypi.org/about/> (besucht am 07.04.2014) (siehe S. 3).
- usb-sensors-linux. *Install AirSensor on Linux*. 4. 29 2013. URL: https://code.google.com/p/usb-sensors-linux/wiki/Install_AirSensor_Linux (besucht am 11.08.2014) (siehe S. 7).
- Velux. *VELUX Raumluftfühler*. 2014. URL: http://www.velux.de/privatkunden/produkte/integra_system/produkte/produkteempfehlung/raumluftfuehler (besucht am 11.08.2014) (siehe S. 7).
- Wikipedia. *Bus*— *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*. 2014. URL: [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Bus_\(Datenverarbeitung\)&oldid=134938136](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Bus_(Datenverarbeitung)&oldid=134938136) (besucht am 07.04.2014) (siehe S. 13).
- *Raspberry Pi*— *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*. 2014. URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspberry_Pi&oldid=134104012#Idee (besucht am 07.04.2014) (siehe S. 3).
- WISSEN Wiki. *Flüchtige organische Verbindung*. 2014. URL: http://www.wissenwiki.de/index.php?title=Fl%C3%83%C2%BCchtige_organische_Verbindung&oldid=41478 (besucht am 11.11.2014) (siehe S. 6).

Abbildungsverzeichnis

2.1	Raspberry Pi - Modell B	2
2.2	Pinbelegung des DS18B20 (eigenes Werk)	5
2.3	Die erste erfolgreiche Messung (eigenes Werk)	5
2.4	Anschlussskizze von <i>DS18B20</i> (Mitte; 2.2.1), <i>DHT22</i> (Links; 2.2.2) und <i>BMP085</i> (Rechts; 2.2.3) (eigenes Werk)	6
2.5	Velux Raumlufftfühler	7

Tabellenverzeichnis

Glossar

[A](#) | [C](#) | [D](#) | [G](#) | [I](#) | [K](#) | [V](#)

A

Ampere

die SI-Basiseinheit der elektrischen Stromstärke 3, 12

C

C

C ist eine sehr weit verbreitete Programmiersprache

Hier wird sie oft zum Auslesen der Sensoren verwendet, da sie sehr schnell ausgeführt wird 5, 12

CPU

Central Processing Unit 3, 12

CSV-Datei

Comma-separated values

Hierbei werden Messungen in einer Textdatei durch Zeilenumbrüche und einzelne Werte durch Beistriche getrennt 1, 12

D

Datenbus

*ein System zur Datenübertragung zwischen mehreren Teilnehmern über einen gemeinsamen Übertragungsweg, bei dem die Teilnehmer nicht an der Datenübertragung zwischen anderen Teilnehmern beteiligt sind.*¹⁷ 12, 14

G

GPIO

General Purpose Input/Output

Kontakte, die Softwareseitig für verschiedene Zwecke angesteuert

¹⁷Wikipedia, 2014a.

Glossar

werden können

z.B.: Auslesen von Sensoren, Ansteuern von Displays 3, 12

I

I²C

Inter-Integrated Circuit (auf Deutsch gesprochen: *I-Quadrat-C*)
ein sehr weit verbreiteter [Datenbus](#) 5, 12

K

Kernelmodul

ein Programm, welches in das Betriebssystem geladen werden kann
und oft zur Unterstützung von Hardware verwendet wird 4, 12

V

VOC

volatile organic compound (dt. Flüchtige organische Verbindungen) 6,
12

Volt

die SI-Basiseinheit der elektrischen Spannung 4, 12

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Lukas Winkler, erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich diese vorwissenschaftliche Arbeit selbständig und ohne Hilfe Dritter verfasst habe. Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als Zitate kenntlich gemacht und alle verwendeten Quellen angegeben habe.

Krems an der Donau, am _____
Datum

Unterschrift