



1

**Agenda**

- Teil 1: Grundlagen
  - IoT
  - Elektronik
- Teil 2: Vorstellung Raspberry Pi mit Beispielen und Übungen
  - Grundlagen Raspberry Pi Zero W{H}
  - HATs und Sensoren
  - Cloud Computing: ThingSpeak, IFTTT, Node-RED
- Teil 3: Mini Hackathon - DiY

© Michael Stal, 2020  
Page 2

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

A photograph of a tablet lying on a wooden surface. The screen displays the word "agenda" in a large, bold, black serif font. Above the tablet is a white cup and saucer, to its right is a black calculator, and below it are a pair of glasses and a pen.

2

## Sachdienlicher Hinweis: Git-Repository für das Tutorium

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

- Git-Repository
  - <https://github.com/ms1963/IoTDeeperDiveOOP2020.git>
- Klonen auf dem Raspberry Pi mit dem Kommando:
  - git clone <https://github.com/ms1963/IoTDeeperDiveOOP2020.git>



- Das Repository enthält
  - Quelldateien der Lösungen => src
  - Datasheets/Informationen => datasheets
  - Handouts der vorliegenden Folien => handouts
  - In datasheets befindet sich auch ein Bild mit dem GPIO-Header-Layout vom Raspberry Pi {ZERO }

© Michael Stal,2020  
Page 3

3

## IoT Geräte und Komponenten

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

Wichtige Themen:

- Konzeptioneller Aufbau
- Autonomes Embedded Gerät basierend auf Microcontroller/CPU
- Sensoren und Aktuatoren zum Beobachten und Interagieren mit der Umgebung
- Integration in Mesh-Netzwerke (lokal) / Internet (global)
- Lokale Verarbeitung (Edge) und/oder am Server
- Kommunikation mit Cloud-Diensten (Melden/Empfangen von Ereignissen/Daten/Kommandos)



© Michael Stal,2020  
Page 4

4

**IoT Praxis in diesem Tutorium**

Siehe Anhang D

**Hardware**

- Raspberry Pi Zero WH plus Netzteil
- BME280-Sensor von Bosch
- PIR – Bewegungserkennungssensor
- PCF8591 A/D Wandler Board
- Breadboard, Widerstände, Drähte/Kabeln, LEDs, Push Buttons
- Raspberry Pi Cam
- Micro-USB auf USB-A Kabel

**Software**

- Visual Studio Code (optional)
- Raspberry Pi
- Python und Bibliotheken

**Dienste**

- Clouddienst ThingSpeak, um Messwerte zu visualisieren

© Michael Stal, 2020  
Page 5

5

**Kommunikation Protokolle**

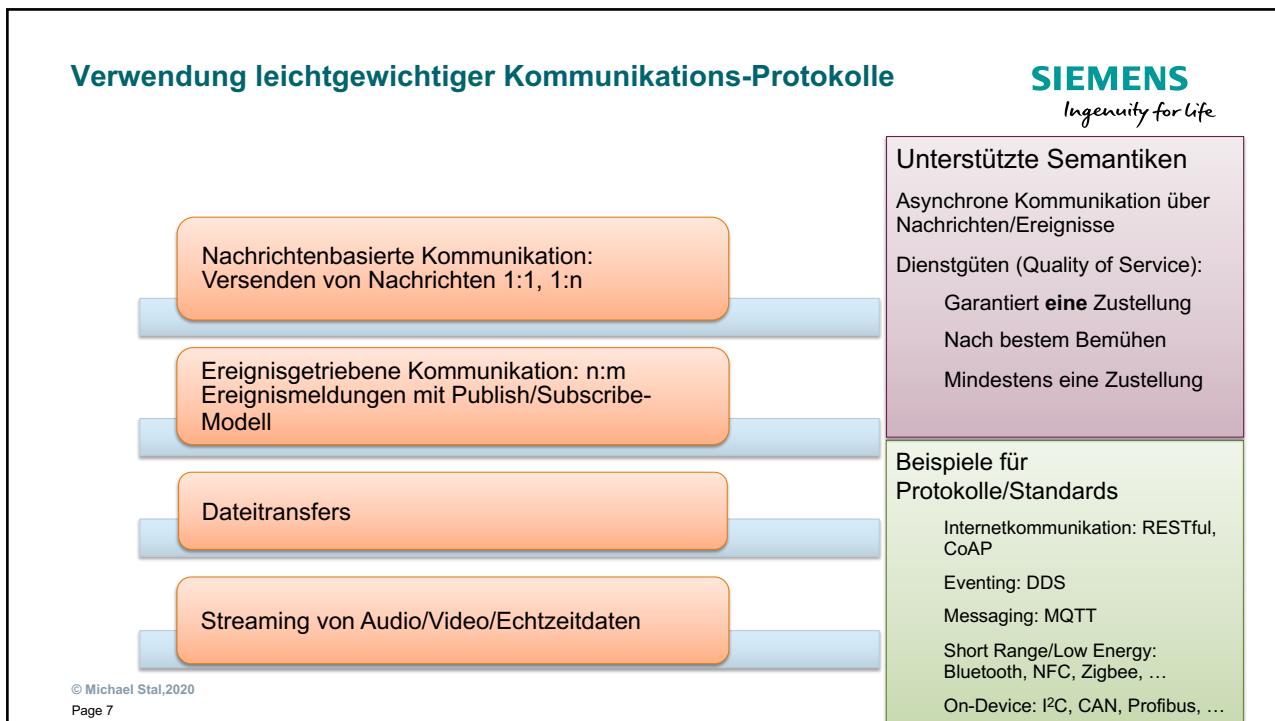
 Zum einen Nutzung von TCP/IP und HTTP. Lokal: ZigBee, Remote: LoRa

 Besser: anwendungsnahe standardisierte Protokolle

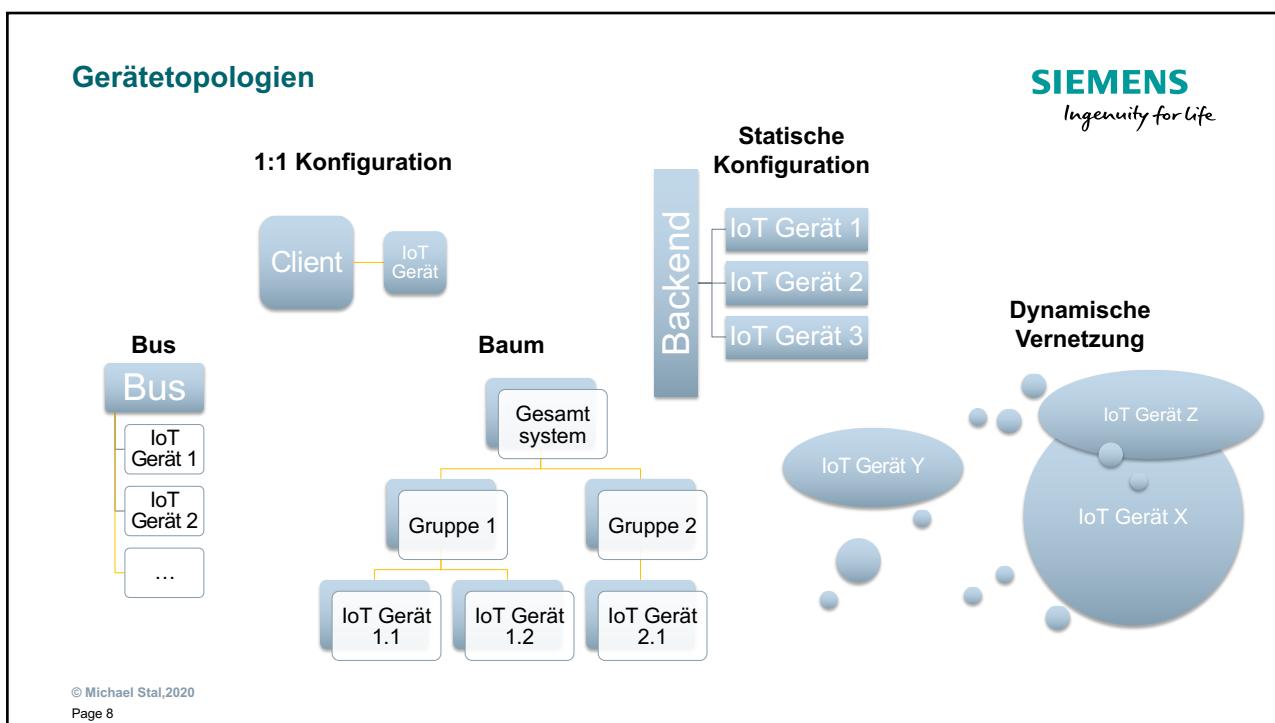
 Im IoT gibt es zwei verbreitete Standards  
MQTT  
REST/CoAP

© Michael Stal, 2020  
Page 6

6



7

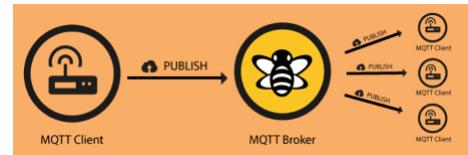


8

## MQTT

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- MQTT hieß ursprünglich MQ Telemetry Transport. Heute ist es ein Standard: OASIS- bzw. ISO (ISO/IEC PRF 20922)
  - Folgt dem Publisher/Subscriber Pattern
  - Erfordert einen MQTT Broker, um Nachrichten in Topics zu speichern und zu verwalten
  - Dienstgüten (Quality of Service): fire'n forget, at-least-once, exactly-once
  - Nachrichten: volatile oder persistent, last will, good known state
  - Benutzt verschiedene Ports abhängig von den Sicherheitsanforderungen (Nicht gesicherter Port: 1883)
  - Ignoriert Nachrichteninhalte



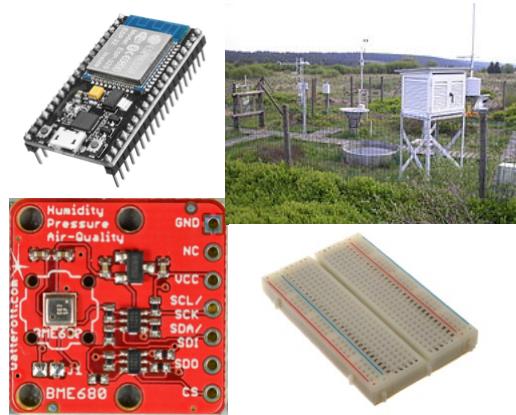
© Michael Stal, 2020  
Page 9

9

## Projektbeispiel: Wetterstation Light

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Embedded Microcontroller, der über Sensorik Wetterdaten erfasst (Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit, Luftqualität, ...)  
Diese Messungen erfolgen periodisch. Die Daten sendet der Controller jeweils über WiFi (oder LoRa, SigFox, ...) an einen Clouddienst  
Mit einem Webbrowser lassen sich die Messdaten und ihr zeitlicher Verlauf beobachten

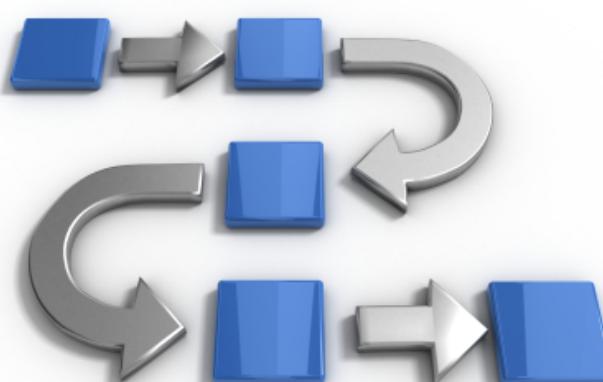


© Michael Stal, 2020  
Page 10

10

## Elektronik Grundlagen

SIEMENS  
*Ingenuity for life*

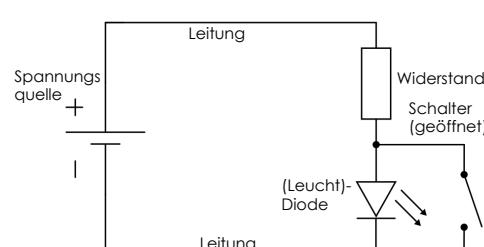


© Michael Stal, 2020  
Page 11

11

## Typische Elemente einer Schaltung

SIEMENS  
*Ingenuity for life*



Batterie/Zelle/Netzteil/USB-Ausgang:  
Spannungsquelle  
Lampe, Widerstand, Diode: Verbraucher  
Schalter: Um Verbindung herzustellen/zu trennen  
Leitungen verbinden Spannungsquellen und Verbraucher  
**Strom fließt nur in geschlossenen Stromkreisen**  
Grundannahme: Wir benutzen  
„Independent Voltage Sources“ (erzeugen konstante Spannung)  
• Es gibt auch „Independent Current Sources“!

© Michael Stal, 2020  
Page 12

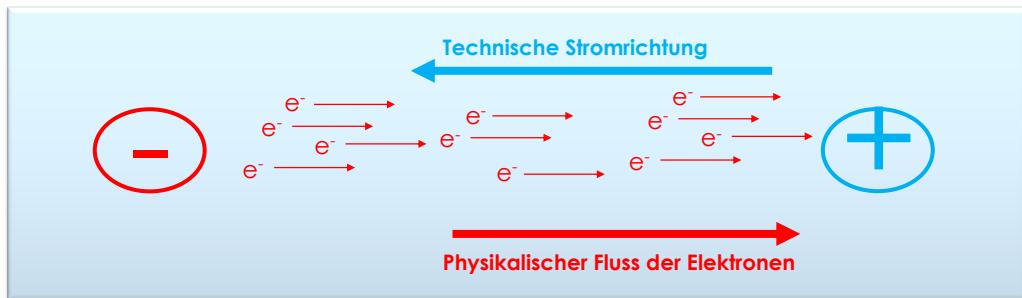
12

## Stromflussrichtung

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Im Gegensatz zur Physik (Flussrichtung der Elektronen) fließt Strom technisch von

der Anode (+) zur Kathode (-)



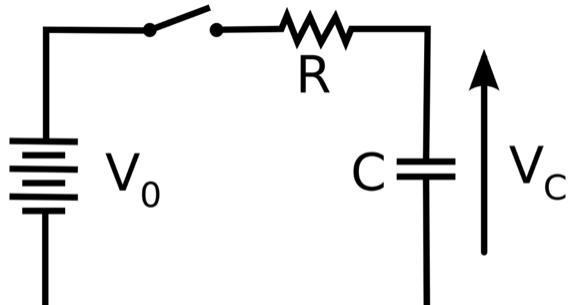
© Michael Stal, 2020  
Page 13

13

## Widerstand ist nicht zwecklos

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- **Problem:** Verbraucher, die nur eine gewisse Stromstärke tolerieren
- **Lösung:** Widerstände als Verbraucher (Wandlung von Strom in Wärme) zur Reduktion der Stromstärke
- Alle Teile einer Schaltung haben Widerstand, sogar Leitungen (meistens vernachlässigbar)
- Ein geöffneter Schalter hat unendlichen Widerstand



© Michael Stal, 2020  
Page 14

14

**Ohm's Gesetz**

$$\text{Spannung} = \text{Widerstand} \times \text{Stromstärke}$$

$$U = R \times I$$

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

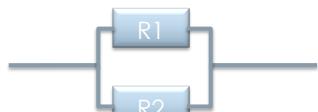
**Serielle Schaltung:**  $R_{\text{seriell}} = R_1 + R_2 + \dots$

**Hinweis:** Es ist allgemeine Praxis, Widerstände zu kombinieren, um sich einem gewünschten Widerstandswert zu nähern



Gleiche Stromstärke, Verschiedene Spannungen

**Parallelschaltung:**  $\frac{1}{R_{\text{parallel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$



Gleiche Spannung, Verschiedene Stromstärken

© Michael Stal, 2020  
Page 15

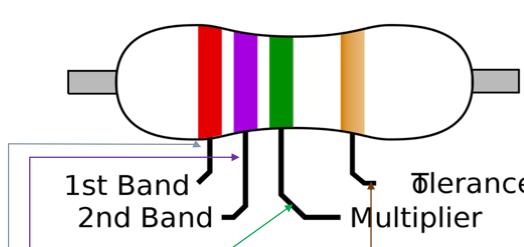
15

**Herr der Ringe**

Farbe	Multiplikator	Toleranz
Braun	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rot	$\times 100$	$\pm 2\%$
Orange	$\times 1 K$	
Gelb	$\times 10 K$	
Grün	$\times 100 K$	$\pm .5\%$
Blau	$\times 1 M$	$\pm .25\%$
Violett	$\times 10 M$	$\pm .1\%$
Grau		$\pm .05\%$
Gold	$\times .1$	$\pm 5\%$
Silber	$\times .01$	$\pm 10\%$

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

3 Ringe: Ring 1,2 sind Zahlenwerte, Ring 3 ist Multiplikator, Zusatzring: Genauigkeit  
 4 Ringe: Ringe 1,2,3 sind Zahlenwerte, Ring 4 ist Multiplikator, Zusatzring: Genauigkeit.



**Beispiel 3 Ringe:**  $27 \times 100 K = 2.7 M \text{ Ohm mit Genauigkeit } \pm 1\%$

© Michael Stal, 2020  
Page 16

16

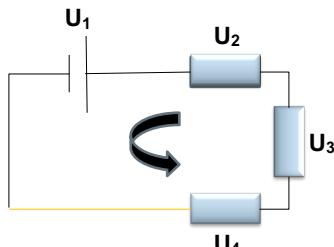
## Kirchhoff's Spannungsgesetz

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

### Kirchhoff's Voltage Law:

In einer geschlossenen Schleife ist die Summe aller Spannungs erzeuger gleich der Summe aller Spannungsverbraucher.

Summe aller Spannungen in einer geschlossenen Schleife ist immer 0 (egal ob im oder gegen den Uhrzeigersinn aufsummiert)



In Stromrichtung (+ => -)  
 Erzeuger: negative Spannung  
 Verbraucher: positive Spannung  
 Gegen Stromrichtung (- => +)  
 Erzeuger: positive Spannung  
 Verbraucher: negative Spannung

$$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 0$$

© Michael Stal, 2020  
 Page 17

17

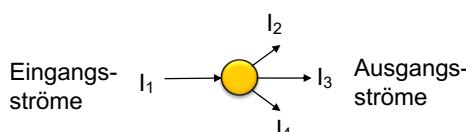
## Kirchhoff's Stromstärkengesetz

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

### Kirchhoff's Current Law:

Summe aller Eingangsströme an einem Knoten ist gleich der Summe aller Ausgangsströme.

Summe aller in einem Knoten ein- und abgehenden Ströme ist immer 0



$$\begin{aligned} I_1 &= I_2 + I_3 + I_4 \Rightarrow \\ I_1 - (I_2 + I_3 + I_4) &= 0 \end{aligned}$$

© Michael Stal, 2020  
 Page 18

18

### Praxis

- Verbindung einer Spannungsquelle mit Raspberry Pi-Board, LED und Widerstand
- Ein Raspberries arbeitet mit 3.3V, sollte maximal 8 mA Stromstärke an einem I/O-Pin nutzen
- Die Durchlassspannung einer roten LED liegt bei 2V und die Stromstärke sollte etwa bei 8 mA liegen
- Um die restlichen 1.3V zu "konsumieren", verwenden wir einen Widerstand (Kirchhoff's Voltage Law)
- Laut Ohm's Gesetz:  $U = R * I \Rightarrow R = U / I = 1.3 \text{ V} / 8 \text{ mA} = 162.5 \text{ Ohm} \Rightarrow$  Entweder 150 Ohm oder nächsthöheren Widerstand verwenden, z.B. 220 Ohm (Rot/Rot/Braun)

3-Band-Farbcodes: Rot/Rot/Braun = 220 Ohm  
4-Band-Farbcodes: Rot/Rot/Schwarz/Schwarz

© Michael Stal, 2020  
Page 19

19

### Microcontroller im Überblick

- Microcontrollers (bzw. µC, uC oder MCU) sind nicht CPUs, sondern komplett „Systems on a Chip“ (SoC) mit
  - Prozessor
  - Bussystemen
  - Speicher
  - Ein-/Ausgabe-Peripherie
- Noch immer haben weit über die Hälfte der Microcontroller 8 Bits
- Meistens erfolgt die Programmierung der Embedded Systeme in C/C++, oder sogar Assembler
- Inzwischen kommen Skriptsprachen wie Python, Lua hinzu

Quelle: <http://www.mikroe.com/chapters/view/16/chapter-3-pic16f887-microcontroller/>

**Geheimsprache des µC**

USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter
SPI	Serial Peripheral Interface
I <sup>2</sup> C	Inter-Integrated-Bus
SFR	Special Function Registers
WDT	WDT
PWM	PWM
CCP	Capture, Compare, and Pulse Width Modulation- PIC18 µC
V <sub>ref</sub>	Reference Voltage

© Michael Stal, 2020  
Page 20

20

## Sensoren und Aktuatoren

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

- Sensoren
- Temperatur
  - Gyro
  - Luftdruck
  - Gasgehalt
  - Feuchtigkeit
  - Wind
  - Berührung
  - Höhe
  - GPS
  - ...



- Aktuatoren
- Motoren
  - LEDs bzw. Licht
  - Steckdosen
  - Displays
  - Lautsprecher
  - Spannung
  - Kommunikation



© Michael Stal,2020  
Page 21

21

## HAT (steht bei Raspberry Pis für Hardware on Top)

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

- Raspberry Pi Hats lassen sich auf Raspberry Pi Boards aufstecken, um die Funktionalität zu erweitern
- Dafür gibt es zwei spezielle Pins zur I<sup>2</sup>C-Kommunikation (siehe spätere Folien)
- Dazu muss HAT ein EEPROM mit genaueren Daten (Herstellerinformation, Art der Erweiterung, ....) zur Verfügung stellen
- Pendant bei Arduino: Shields



Beispiel: Sense Hat

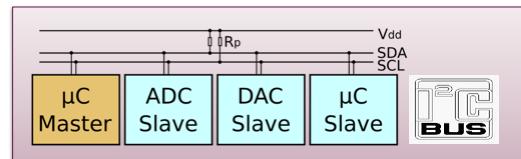
© Michael Stal,2020  
Page 22

22

## I<sup>2</sup>C\* – Low Speed Bussystem

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Von Philips Semiconductors erfundenes Multi-Master-Serial-Single-ended Bussystem  
In meisten Hardwareboards eingesetzt, um Peripherie mit kleiner Geschwindigkeit anzuschließen (Geschwindigkeit 10 Kb/s-100Kb/s; neuere Versionen bis zu 3.6 Mb/s)  
Zwei bidirektionale Open-Drain Verbindungen : Serial Data Line (SDA) und Serial Clock (SCL)  
Pull-up Widerstände um fluktuierende Signale zu vermeiden  
Es gibt Bibliotheken, um einfacher auf I<sup>2</sup>C zuzugreifen



Master generiert Takt und initiiert Kommunikation  
Slave empfängt Takt und reagiert, sobald ihn der Master adressiert  
Master sendet nur, wenn er auf der Leitung kein Start- oder Stop-Bit eines anderen Masters liest  
Austausch einzelner oder mehrerer Nachrichten mit Slave

\* I<sup>2</sup>C = Inter-Integrated Circuit, erfunden von Philips Semiconductor Division, heute NXP

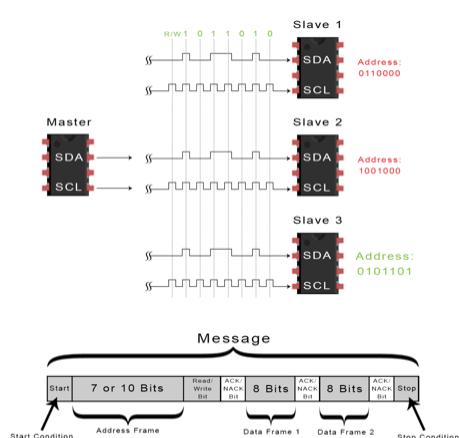
© Michael Stal, 2020  
Page 23

23

## I<sup>2</sup>C Kommunikation zwischen Master und Slaves (1)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- ▶ Ein Master kommuniziert mit mehreren Slaves (Multi-Master ebenfalls möglich)
- ▶ Pins SDA, SCL
- ▶ Synchronisation durch Master
- ▶ Nachrichten
  - ▶ Start Condition Bit: SDA von HIGH auf LOW, dann SCL von HIGH auf LOW
  - ▶ Address Frame: 7 – 10 Bits. Damit adressiert der Master den gewünschten Slave
  - ▶ Read/Write Bit: Master will senden (LOW) oder empfangen (HIGH)
  - ▶ ACK/NACK Bit: Address/Data Frames werden von einem ACK/NACK-Bit abgeschlossen. ACK vom Empfänger an Sender der Nachricht (bei Erfolg)
  - ▶ Stop Condition Bit: SDA von LOW auf HIGH, dann SCL von LOW auf HIGH



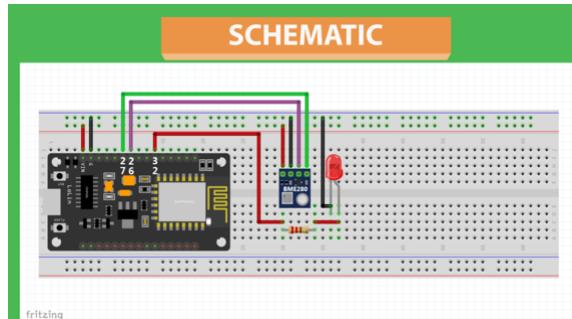
© Michael Stal, 2020  
Page 24

24

## I<sup>2</sup>C Kommunikation zwischen Master und Slaves (2)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Beispiel: ESP32 mit I<sup>2</sup>C-Anbindung eines BME280



Quelle: educ8s.tv

### Ablauf

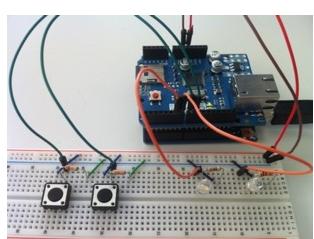
- ▶ Sobald Master bei der Suche nach dem Slave (Address Frame) erfolgreich ist, erhält er ein ACK des Slaves
- ▶ Nun kann er die eigentlichen Nachrichten an den Slave senden (Data Frames) ...
- ▶ ... oder Information vom Slave erhalten

© Michael Stal, 2020  
Page 25

25

## Breadboards

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



Es ist sinnvoll, das Microcontroller-Board für das Prototyping zusammen mit einem Breadboard zu benutzen. Dadurch entfällt das Löten

Ist die Schaltung fertig (getestet), lässt sich ein PCB (Printed Circuit Board) verwenden

Breadboards haben Löcher (um Bauteile aufzunehmen), die sich in Terminal Strips oder Bus Strips organisieren

Terminal Strip: Vertikaler Verbindungsstreifen

Kontaktlose Aussparung (Notch) in der Mitte (um ICs mit DIPs zu platzieren)

Bus Strips zur Stromversorgung, blau = Erde, rot = Spannung

© Michael Stal, 2020  
Page 26

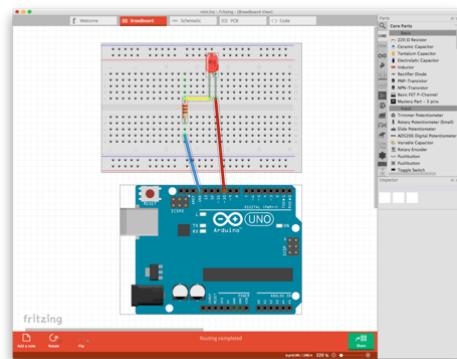
26

## Fritzing zum Entwerfen von Schaltungen

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Open Source Fritzing Editor zum Zeichnen von Schaltungen, und mehr

Download verfügbar über <http://fritzing.org> (Mac OS, Windows, Linux) – frei, aber kleine Spende empfohlen



© Michael Stal, 2020  
Page 27

27

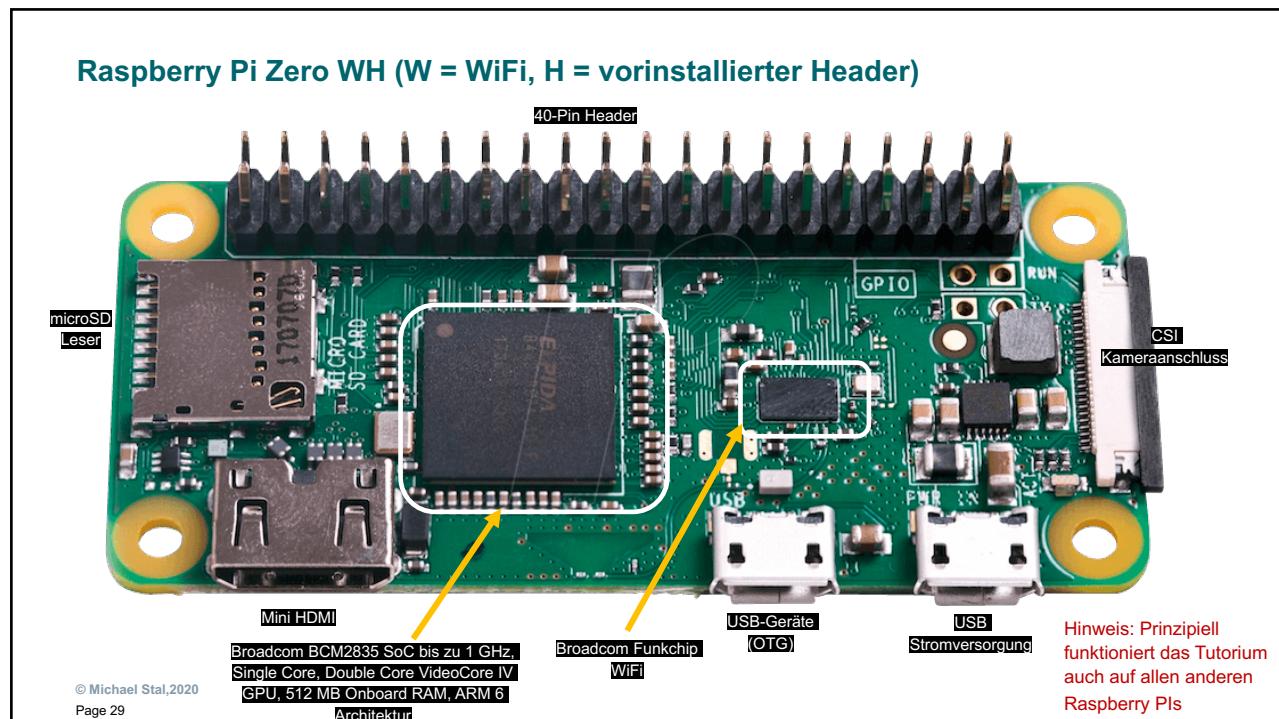
# Und jetzt zur Hardware

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

© Michael Stal, 2020  
Page 28

28

### Raspberry Pi Zero WH (W = WiFi, H = vorinstallierter Header)



29

### Header mit GPIOs

- 802.11 b/g/n Wireless LAN
- Bluetooth 4.1
- Bluetooth Low Energy (BLE)
- 1GHz, Einkern-CPU
- 512MB RAM
- Mini HDMI und USB On-The-Go Ports
- Micro USB Stromversorgung
- HAT-kompatibler 40-Pin Header (HAT = Hardware on Top)
- Composite Video plus Reset Headers
- Mini-CSI Camera-Anschluss



**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

Power	3V3	1	2	5V	Power
SDA I2C	GPIO2	3	4	5V	Power
SCL I2C	GPIO3	5	6	Ground	
Ground		7	8	GPIO14	UART0_TXD
GPIO17		9	10	GPIO15	UART0_RXD
GPIO27		11	12	GPIO18	PCM_CLK
GPIO22		13	14	Ground	
Power	3V3	15	16	GPIO23	
GPIO24		17	18	GPIO24	
MOSI	GPIO10	19	20	Ground	
MISO	GPIO9	21	22	GPIO25	
SCLK	GPIO11	23	24	GPIO8	CE0_N
Ground		25	26	GPIO7	CE1_N
I2C ID EEPROM	ID_SD	27	28	ID_SC	I2C ID EEPROM
		29	30	Ground	
		31	32	GPIO12	
		33	34	Ground	
		35	36	GPIO16	
		37	38	GPIO20	
		39	40	GPIO21	

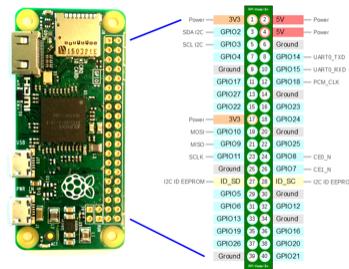
© Michael Stal, 2020  
Page 30

30

## Technische Spezifikation GPIO Header

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- 2 Pins mit 5 Volt, um Board mit Strom zu versorgen
- 2 Pins mit Spannung von 3,3 Volt
- 2 Pins zur Identifikation des HAT über I<sup>2</sup>C (EEPROM/DeviceTree-Information)
- 8 Pins als Masse
- 17 Pins bzw. 26 Pins frei programmierbar (für Spannung von 3,3 Volt ausgelegt)
- 5 Pins als SPI-Schnittstelle
- 2 Pins mit 1,8-kΩ-Pull-up-Widerstand (auf 3,3 V) - für I<sup>2</sup>C nutzbar
- 2+ Pins als UART-Schnittstelle
- GPIO-Schnittstelle P6 erlaubt Rücksetzen/Start des Raspberry Pi
- Zur Steuerung der GPIOs: Bibliotheken für diverse Programmiersprachen. Auch Steuerung durch Terminal oder Webinterfaces möglich
- Empfehlung: maximal 8 mA pro GPIO-Port



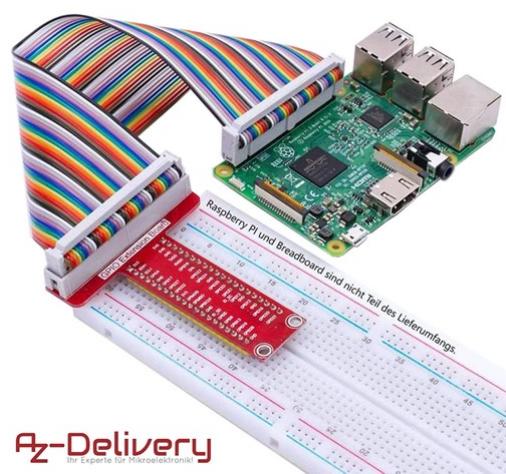
© Michael Stal,2020  
Page 31

31

## Mögliche Option für Maker: T-Coppler (GPIO Breakout-Board)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Direkte Verbindung des Raspberry Pi Headers über Flachbandkabel mit dem Breadboard
- Dadurch stehen die GPIO-Pins direkt auf dem Breadboard zur Verfügung
- Zusätzliche externe Stromquellen lassen sich mit den roten/blauen Strängen des Breadboards verbinden



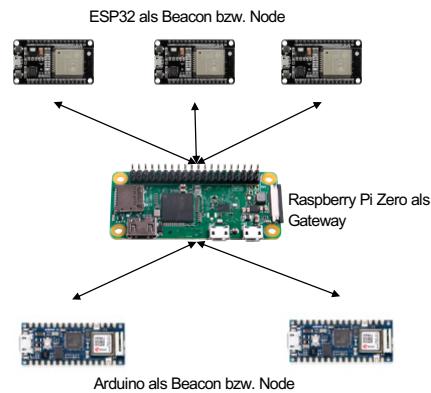
© Michael Stal,2020  
Page 32

32

## Mögliche Konfiguration für IoT-Anwendungen

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Raspberry Pi leistungsstark aber nicht wirklich fähig zu Echtzeit
  - nur wenige I/O-Schnittstellen
  - durch Aufsetzboards (HATs) wie Gert Board oder Gertduino kompensierbar (dort sind „Arduino“-Microcontroller verbaut)
- ESP32, Arduino: weit weniger performant, aber eingebettet, echtzeitfähig, mit vielen I/O-Schnittstellen
- Konstellation mit Gateway als Edge-Knoten (Raspberry Pi), Beacons als Sensornetzwerk (Arduino, ESP32)
- Nutzung von Tensorflow Lite auf Raspberry Pi zur Analytik von Messdaten
- Kommunikation zwischen Beacons und Gateway im lokalen Mesh z.B. über serielle Ports, Bluetooth, LoRA, WiFi, IR, Funk



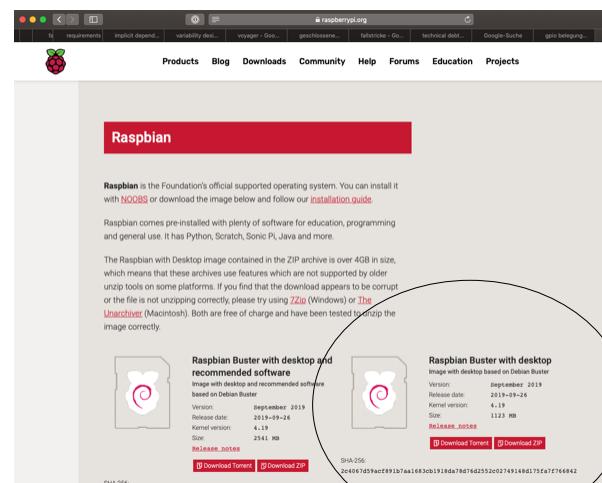
© Michael Stal, 2020  
Page 33

33

## Installation von Embedded Linux/Raspian

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Download von *Raspbian Buster with desktop* von Seite <https://www.raspberrypi.org/downloads/>



© Michael Stal, 2020  
Page 34

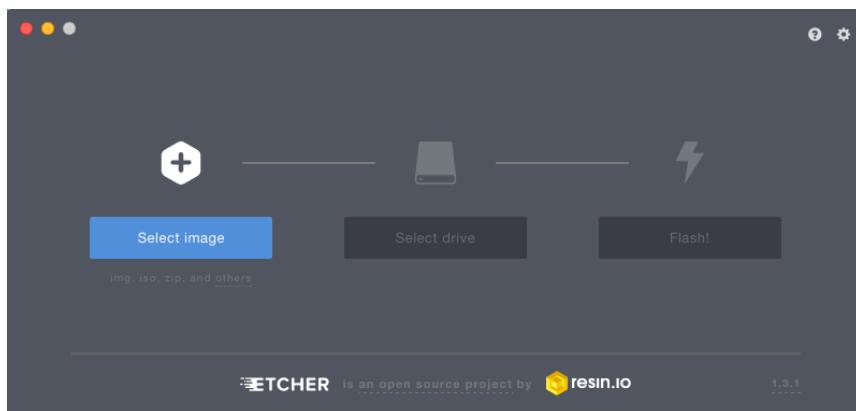
34

## Image auf microSD-Karte kopieren

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Übertragung des Raspbian-Images auf Raspbian über Werkzeug *balenaEtcher*

Downloadseite: <https://www.balena.io/etcher>



© Michael Stal, 2020  
Page 35

35

## Kopflose (headless) Installation

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Zwei Optionen:
  - **Installation als SBC** (Single Board Computer) mit Maus, Tastatur, Bildschirm (*im Tutorial nicht machbar*)
  - **Installation zum Zugriff über SSH**
    - Zwei Dateien auf Boot-Verzeichnis der microSD-Karte: `ssh` (leere Datei) und `wpa_supplicant.conf` (siehe rechts)
    - Linux verschiebt diese Dateien bei Systemstart an die richtigen Verzeichnisse
    - Achtung: Bitte auf Linux/Unix-Zeichenenden achten. Keine Windowszeilenenden!

```
country=DE
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant
GROUP=netdev update_config=1
network={
    ssid="meine WLAN SSID"
    scan_ssid=1
    psk="mein WLAN Passwort"
    key_mgmt=WPA-PSK
}
```

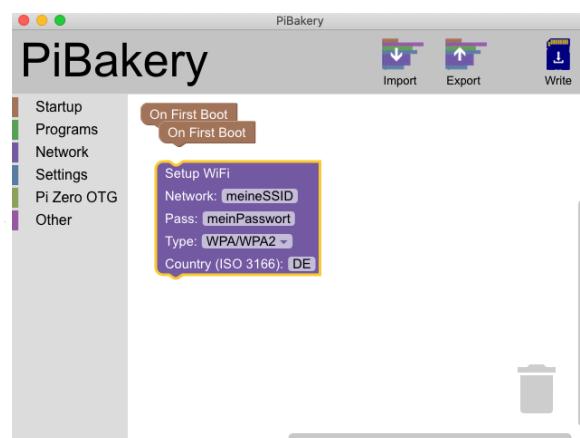
© Michael Stal, 2020  
Page 36

36

## Weitere Option PiBakery

- Lohnt sich bei häufigen Änderungen oder bei Beschreiben unterschiedlicher SD-Karten mit u.U. diversen Konfigurationen
- Speziell von Vorteil bei Installation vieler Images
- Rezepte (recipes = Konfigurationen) lassen sich hinzufügen, ändern
- Konfigurationen importierbar und exportierbar
- PiBakery schreibt Image mit Konfiguration auf (micro-)SD-Karte
- Download über: <https://www.pibakery.org/>

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



© Michael Stal, 2020  
Page 37

37

## Nach Booten von Raspbian

- Zugriff auf Raspberry Pi Zero WH über ssh von Windows, Linux, Mac, Android, iOS, ...
- *Rechtes Bild:* Zugriff auf Rechner über App *termius* vom iPad aus
- Rechnername: *rpiz<n><n>*
- User: *pi*
- Initiales Passwort: *raspberry* (bitte ändern!)
- Eigene IP-Adresse ermitteln über *hostname -I*
- Geregeltes Herunterfahren\* mit *sudo shutdown -H 0*

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

```
Linux raspberrypi 4.19.75 #1278 Tue Sep 24 18:38:54 BST 2019 armv6l
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*copyright*.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.

Last login: Tue Sep 24 18:38:52 2019 from 192.168.178.85
pi@raspberrypi: ~ ls -al
total 5396
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Dec 31 17:00 .
drwxr-xr-x 1 pi pi 9145 Dec 31 16:40 .bash_history
drwxr-xr-x 1 pi pi 3523 Sep 26 01:09 .bashrc
drwxr-xr-x 6 pi pi 4096 Dec 28 19:43 .cache
drwxr-xr-x 1 pi pi 4096 Sep 26 01:09 .config
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Sep 26 01:32 Desktop
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Sep 26 01:32 Documents
drwxr-xr-x 3 pi pi 4096 Sep 26 01:31 Downloads
drwxr-xr-x 3 pi pi 4096 Sep 26 01:31 .emmc
drwxr-xr-x 5 pi pi 4096 Dec 28 19:43 .local
drwxr-xr-x 1 pi pi 4096 Sep 26 01:32 .local/share
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Sep 26 01:32 Music
drwxr-xr-x 5 pi pi 4096 Dec 31 16:47 osp2020
drwxr-xr-x 1 pi pi 4096 Sep 26 01:32 Pictures
drwxr-xr-x 3 pi pi 4096 Sep 26 01:32 Public
drwxr-xr-x 1 pi pi 4096 Sep 26 01:32 .session-history
drwxr-xr-x 1 pi pi 0 Dec 31 15:42 .x11
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Sep 26 01:32 Templates
drwxr-xr-x 3 pi pi 423396 Sep 23 18:00 .thumbnails
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Sep 26 01:32 Videos
drwxr-xr-x 1 pi pi 256 Dec 31 17:00 .Xauthority
drwxr-xr-x 1 pi pi 2314 Dec 31 17:08 .xsession-errors
drwxr-xr-x 1 pi pi 2314 Dec 30 00:57 .xsession-errors.old
pi@raspberrypi: ~ hostname -I
192.168.178.85
pi@raspberrypi: ~
```

© Michael Stal, 2020  
Page 38

38

## Immer aktuell

Jetzt sollte Raspbian auf den aktuellen Stand gebracht werden:

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt update  
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt full-upgrade
```

Warnung: Gerade letzteres kann ein paar Minuten dauern



**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

```
michael — pi@raspberrypi: ~ ssh pi@raspberrypi — 80x24  
pi@raspberrypi's password:  
Linux raspberrypi 4.19.75+ #1270 Tue Sep 24 18:38:54 BST 2019 armv6l  
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;  
the exact distribution terms for each program are described in the  
individual files in /usr/share/doc/*copyright.  
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.  
Last login: Wed Jan  8 08:54:58 2020  
pi@raspberrypi:~ $ raspistill -o test.jpg  
pi@raspberrypi:~ $ raspistill -o test.jpg  
pi@raspberrypi:~ $ nodered  
-bash: nodered: command not found  
pi@raspberrypi:~ $ node-red  
-bash: node-red: command not found  
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt update  
Get:1 http://archive.raspberrypi.org/debian buster InRelease [25.2 kB]  
Get:2 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian buster InRelease [15.0 kB]  
Get:3 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian buster/main armhf Packages [13.0  
MB]  
Get:4 http://archive.raspberrypi.org/debian buster/main armhf Packages [260 kB]  
68% [3 Packages 7797 kB/13.0 MB 60%] 572 kB/s 9s
```

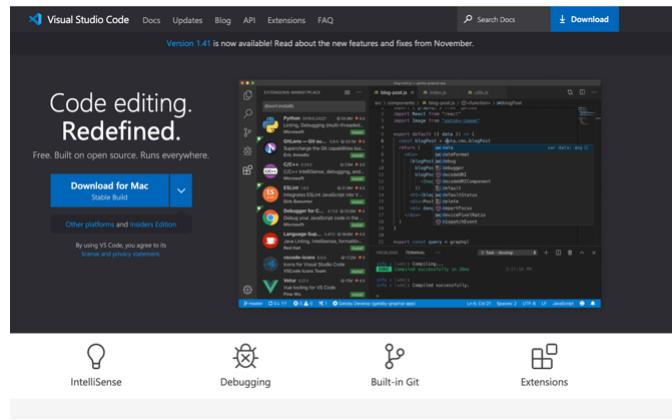
© Michael Stal, 2020  
Page 39

39

## Editieren von Programmdateien

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

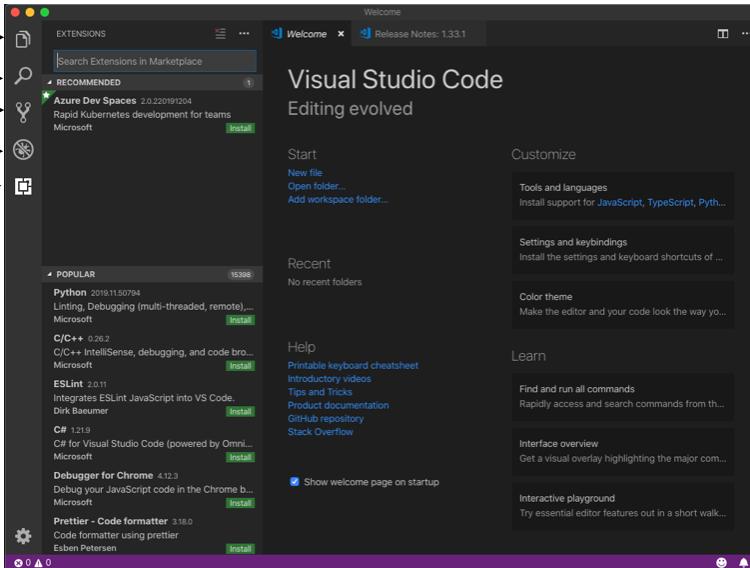
- Eine Möglichkeit: Editieren mit `vim`, `vi`, `emacs`, `nano` direkt auf dem Raspi
- Andere Möglichkeit: VS Code (auf Windows, Mac, Linux) *plus* `rmate` (auf Raspbian)
  - Download über [code.visualstudio.com](http://code.visualstudio.com)



© Michael Stal, 2020  
Page 40

40

### Visual Studio Code lässt sich mittels Extensions erweitern

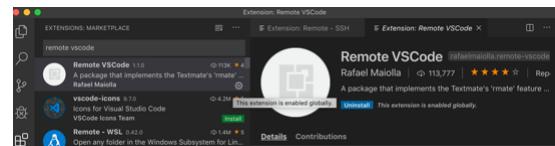


The screenshot shows the Visual Studio Code interface. On the left, there is a sidebar titled "EXTENSIONS" with a search bar "Search Extensions in Marketplace". Below it, under "RECOMMENDED", is the "Azure Dev Spaces" extension by Microsoft. The main area displays the "Welcome" screen with sections for "Start", "Recent", "Customize", "Help", and "Learn". A sidebar on the right lists various extensions like Python, C/C++, ESLint, and Debugger for Chrome. At the bottom, there is a footer with copyright information: "© Michael Stal, 2020" and "Page 41".

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

41

### Installation Python und Remote VSCode



The screenshot shows the Visual Studio Code Extension Marketplace. It displays two extensions: "Python" by Microsoft and "Remote VSCode" by Rafael Malolla. Both extensions have high ratings (4.5 stars) and are marked as installed. The Python extension page includes links for "Details", "Contributions", and "Changelog". The Remote VSCode extension page also includes "Details", "Contributions", and "Changelog".

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

**Python**

- Stellt Python IDE zur Verfügung

**Remote VSCode**

- Erlaubt Fern-Editieren auf Raspberry Pi

© Michael Stal, 2020  
Page 42

42

## Konfigurieren von Remote VSCode und rmate

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

### Schritt 1: Host mit VSCode (Mac, Linux, Windows)

- Bei Erweiterung Einstellungen anklicken (Zahnrad von Remote VSCode in der Übersicht installierter Extensions)
- Configure Extension Settings auswählen
  - Remote Don't Show Port Already in Use Error-Kästchen selektieren
  - Remote Host: 127.0.0.1
  - Remote: Onstartup: Kästchen auswählen
  - In Remote: Port 52698 eingeben
- In Visual Studio Code auf F1-Taste drücken und Remote: Start Server wählen
- Auf Konsole/Terminal einen SSH-Tunnel errichten:  
\$> ssh -R 52698:127.0.0.1:52698 pi@<ip-adresse>

### Schritt 2: Raspberry Pi Zero WH

- rmate (Python-Version) installieren:  
pip install rmate
- Zu editierende Datei selektieren mit  
rmate -P 52698 meinedatei.py
- Nun erscheint die Datei im Editor-Fenster von Visual Studio Code

Anmerkung: Leider unterstützt die wesentlich ausgereiftere Extension Remote Development (momentan nur lauffähig unter VS Code Insider Versionen!) (noch) nicht die ARM61-Architektur des Raspberry Pi Zero WH

© Michael Stal, 2020  
Page 43

43

## Python – print("Wir nutzen Python 3")

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Das Tutorium nutzt Python 3 als Sprache
- Deutsches Tutorial z.B. auf <https://py-tutorial-de.readthedocs.io/de/python-3.3/>
- Interpreter python3
- ... und zugehöriges Paketinstallationsprogramm pip3



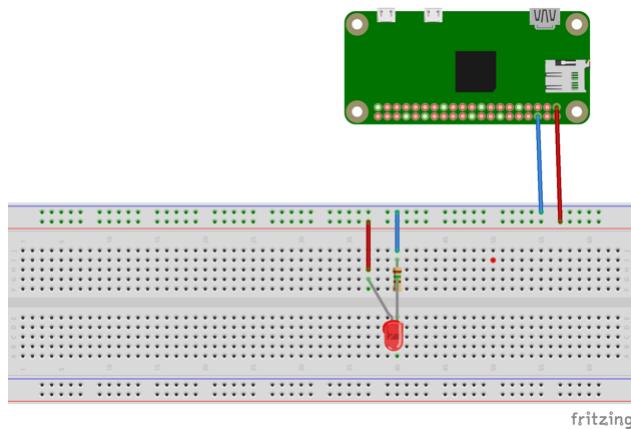
© Michael Stal, 2020  
Page 44

44

### Kleiner Test des Raspberry Pi GPIO

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Anschluss einer LED über Pin 1 (3.3V) und Pin 6 (Erde/Ground)
- Widerstand, z.B. 150 Ohm, 220 Ohm
- Wir wissen bereits:
  - Pins mit maximal 8 mA beladen
  - LED braucht  $\geq 2$  V
  - $\Rightarrow R \geq 162,5$  Ohm
- Für einen kurzen Test lässt sich eine LED auch ohne Widerstand anschließen.
  - Das ist aber nicht für längere Zeit ratsam.
  - Grüne/blaue/weiße LEDs haben oft eine hohe Verbrauchsspannung (3.0-3.3V)



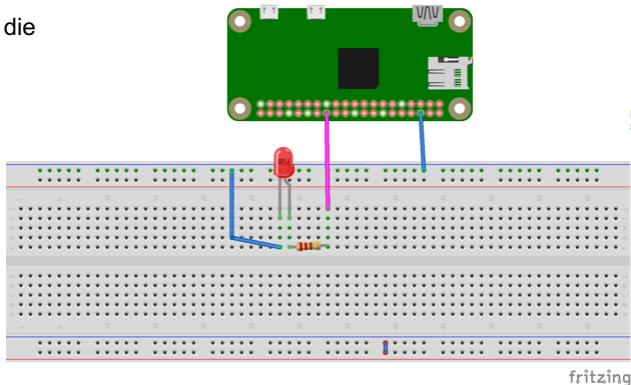
© Michael Stal, 2020  
Page 45

45

### Blinkende LED – das übliche Beispiel 😊

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Schaltung über Pin 26
  - Zunächst ohne Programmierung über die Kommandozeile mit
    - Setzen des Ausgabemodus für Pin 26
    - Schreiben von 1 auf Pin 26 (LED an)
    - Schreiben von 0 auf Pin 26 (LED aus)
    - Lesen des Wertes an Pin 26
- ```
gpio -1 mode 26 out
gpio -1 write 26 1
gpio -1 write 26 0
gpio -1 read 26
```



© Michael Stal, 2020  
Page 46

46

## Programmatischer Ansatz

- Die LED blinkt 10 mal jeweils im Sekundentakt
- Das Programm verwendet dafür die Bibliothek `RPi.GPIO`
- Der Modus `GPIO.BORD` sorgt dafür, dass Entwickler die physikalischen Pins angeben können
- Alternative wäre `GPIO.BCM` (Broadcom GPIO Numbers). In diesem Fall entspricht die Angabe von 7 dem Port `GPIO7`, was wiederum dem physikalischen Pin 26 entspricht

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

```
#!/usr/bin/python3
import RPi.GPIO as GPIO
import time
# Die Nummerierung der Pins erfolgt
# anhand der Position am Board
GPIO.setmode(GPIO.BORD)

# LED an Pin 26
LEDPIN = 26

# LEDPIN ist Ausgabe-Port
GPIO.setup(LEDPIN, GPIO.OUT)

for i in range(10):
    print("Schleifendurchgang ", i+1)
    GPIO.output(LEDPIN, GPIO.HIGH)
    print("An")
    time.sleep(0.5)
    GPIO.output(LEDPIN, GPIO.LOW)
    time.sleep(0.5)
    print("Aus")
GPIO.cleanup()
```

© Michael Stal,2020  
Page 47

47

## Software-mäßiges Dimmen über PWM

- Über PWM lässt sich die LED auch dimmen
- Als Frequenz nutzen wir 100 Hz (`pwm = GPIO.PWM(PIN, 100)`)
- Die Helligkeit wird über `pwm.ChangeDutyCycle(percentage)` gesteuert
- Das Argument legt fest, zu wieviel Prozent eines Zyklus die volle Spannung anliegt => Mittelwert per Zyklus definiert Helligkeit
- Je höher dieser Wert desto heller leuchtet die LED
- Das Programm rechts erhöht in der `while`-Schleife zunächst die Helligkeit in 4er-Schritten, um sie dann wieder schrittweise zu verringern

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

```
#!/usr/bin/python3
from time import sleep
import RPi.GPIO as GPIO

PIN = 26
GPIO.setmode(GPIO.BORD)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setup(PIN, GPIO.OUT)
pwm=GPIO.PWM(PIN, 100);
pwm.start(0)
maxreps = 10
repetitions = 0
while repetitions < maxreps:
    for i in range(0,100,4):
        pwm.ChangeDutyCycle(i)
        sleep(0.1)
    for i in range(0,101,4):
        pwm.ChangeDutyCycle(100-i)
        sleep(0.1)
    repetitions += 1
GPIO.cleanup()
```

© Michael Stal,2020  
Page 48

48

## Hardware-mäßiges Dimmen über PWM



- Ist weniger ratsam, lässt sich aber testen
- Nicht alle GPIO-Pins sind PWM-fähig!
- Installation der Bibliothek `wiringpi` notwendig  
`pip3 install wiringpi2`

```
#!/usr/bin/python3
import wiringpi
import time

LED_PIN = 12
wiringpi.wiringPiSetupPhys()

wiringpi.pinMode(LED_PIN, 2)

maxreps = 10
repetitions = 0

while repetitions < maxreps:
    for i in range(0,1001,50):
        wiringpi.pwmWrite(LED_PIN, i)
        time.sleep(0.1)
    for i in range(0,1001,50):
        wiringpi.pwmWrite(LED_PIN, 1000-i)
        time.sleep(0.1)

    repetitions += 1

wiringpi.pwmWrite(LED_PIN, 0)
```

© Michael Stal,2020  
Page 49

49

## Hinweis zu GPIO-Bibliotheken

- Eine weitere alternative Bibliothek ist übrigens `gpiozero` (siehe URL <https://gpiozero.readthedocs.io/>)
  - Deren Installation erfolgt über
    - `sudo pip3 install gpiozero`
  - Weitere Alternative: `pigpio`

© Michael Stal,2020  
Page 50

50

### Anschluss eines PIR-Sensors

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Steht für Pyroelectric Infrared Sensor
- Typ: HC-SR501
- Erkennt Bewegungen
- Über zwei Potis sind regulierbar:
  - Verzögerungszeit und
  - Dauer der Aktivierung
- Benötigt 5V Versorgungsspannung
- Funktioniert mit 3.3V-Signalen an seinen Dateneingängen und -ausgängen
- Optionale Dip-Switches erlauben 2 Arbeitsmodi:
  - Bewegungsmeldung und dann Signal wieder auf 0
- Solange Bewegungen vorhanden, bleibt Sensor alarmiert (Signal = 1)



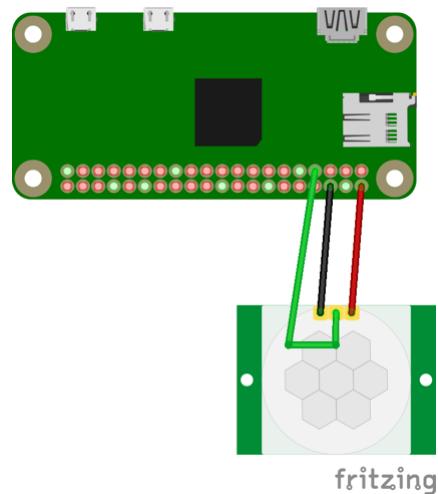
© Michael Stal,2020  
Page 51

51

### Beispiele-Schaltung

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Rot: 5V des Raspi an Pin 2
- Schwarz: GND des Raspi an Pin 6
- Grün: Dateneingang des Sensors an Pin 7



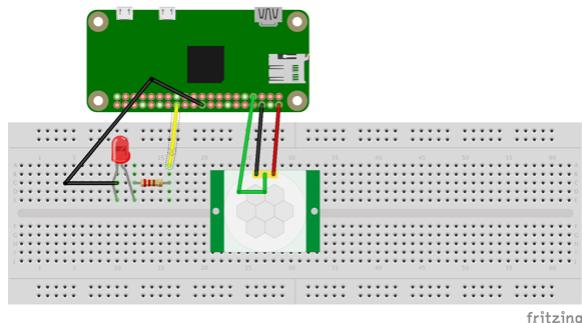
© Michael Stal,2020  
Page 52

52

## Ein kleines Experiment: Bewegungserkennung & LED

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Rot: 5V des Raspi an Pin 2
- Schwarz: GND des Raspi an Pin 6 bzw. Ground an Pin 20
- Grün: Dateneingang des Sensors an Pin 7
- Gelb: Steuerung der LED über Pin 26
- Widerstand 220 V
- Ziel: Sobald Bewegung erkannt, soll LED für eine konfigurierte Zeit leuchten



© Michael Stal, 2020  
Page 53

53

## Das Programm: Deklarationen

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Wir nutzen an Pin 7 einen Pull-Down-Widerstand, um versehentliches internes Auslösen zu verhindern
- Eine LED ist an Pin 26 angebracht
- Der PIR Sensor liegt an Pin 7

```
#!/usr/bin/python3

import sys
from time import sleep
import RPi.GPIO as GPIO

# Zeit, während die die LED leuchtet
SLEEP_TIME = 10
# Verwendete LED an Pin 26
LEDPIN = 26

# Verwendet werden die physikalischen Pins
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
# LEDPIN ist Ausgabeport
GPIO.setup(LEDPIN, GPIO.OUT)

# Pin 7 greift den Status des PIR-Sensors ab
GPIO.setup(7, GPIO.IN, pull_up_down = GPIO.PUD_DOWN)

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal, 2020  
Page 54

54

## Das Programm: Ausführungslogik

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Der Callback-Handler `bewegung_erkannnt()` wird bei GPIO angemeldet
  - reagiert auf steigende Signalflanken
- Behandlung der Ereignisse im Callback-Handler
  - Handler schaltet für eine konstante Zeit das Licht ein, dann wieder aus
  - Zusätzlich wird Meldung am Bildschirm ausgegeben

```
# Callback bei Statusänderungen am PIR
def bewegung_erkannnt(pin):
    print("Bewegung registriert")
    # LED an bei Bewegungserkennung
    GPIO.output(LEDPIN, GPIO.HIGH)
    sleep(SLEEP_TIME)
    GPIO.output(LEDPIN, GPIO.LOW)
    return

# Auslösung der Ereignisse durch
# aufsteigende Signalflanken
GPIO.add_event_detect(7, GPIO.RISING)
GPIO.add_event_callback(7, bewegung_erkannnt)

print("CONTROL-C beendet das Programm")
try:
    while True: # Endlosschleife
        sleep(0.5)
except KeyboardInterrupt: # Schleifenende bei Interrupt
    GPIO.cleanup()
    sys.exit()

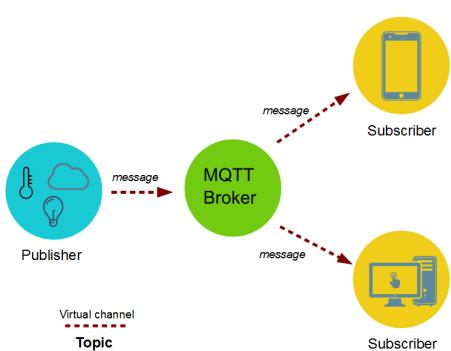
# Ende
```

© Michael Stal, 2020  
Page 55

55

## Raspberry Pi und MQTT

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



© Michael Stal, 2020  
Page 56

56

## Mosquitto als MQTT Broker

- Spricht MQTT
- Stellt Topics zur Verfügung
- Ist Ansprechpartner für Sender (Publisher) und Receiver (Subscriber)
- Benötigt Broker-Dienst
- Wir nutzen als Broker: *Eclipse Mosquitto*
- Installation
 

```
sudo apt update
sudo apt install -y mosquitto-clients
```
- Auto-Start beim Booten:
 

```
sudo apt update
sudo systemctl enable mosquitto.service
```
- Abfrage der installierten Version:
 

```
mosquitto -v
```



© Michael Stal, 2020  
Page 57

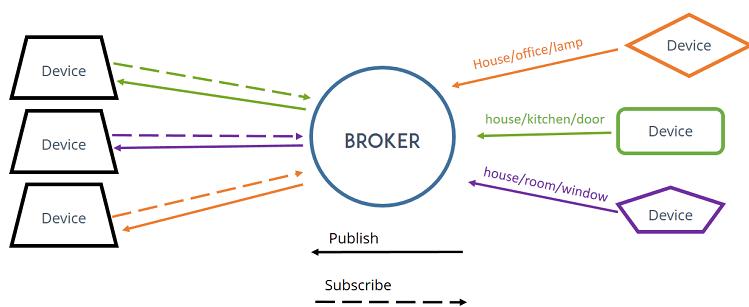
57

## Test der Installation



Auf dem Raspi-Terminal geben wir ein:

```
mosquitto_sub -d -t meinTestTopic&
mosquitto_pub -d t meinTestTopic -m "Hallo, OOP 2020!"
```



© Michael Stal, 2020  
Page 58

58

## MQTT Beispiel mit Python - Subscriber

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Installation von Bibliothek notwendig  
sudo pip3 install paho-mqtt
- Alternativ  
git clone  
<https://github.com/eclipse/paho.mqtt.python.git>
- Start des Programmes mit  
python3 mqttsub\_bsp.py&

```
import paho.mqtt.client as mqtt

# Callback für Verbindungsaufbau
def on_connect(client, userdata, flags, rc):
    print("Verbindung aufgebaut mit Fehlercode " + str(rc))
    client.subscribe("oop2020/test")
# Callback für Nachrichtenempfang
def on_message(client, userdata, msg):
    print("Neue Nachricht im Topic " + msg.topic + " "
Inhalt: " + str(msg.payload))
# MQTT Client anlegen
client = mqtt.Client()
# Callbackhandler zuweisen
client.on_connect = on_connect
client.on_message = on_message
# Verbindung zum Broker aufbauen
client.connect("localhost", 1883, 60)
# Auf eingehende Nachrichten warten
client.loop_forever()
```

© Michael Stal,2020  
Page 59

59

## MQTT Beispiel mit Python - Publisher

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

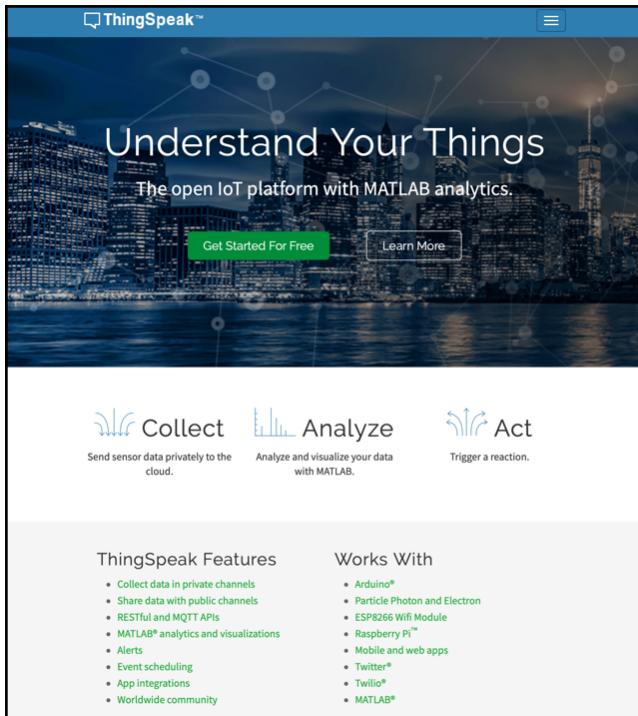
- Start des Programmes mit  
python3 mqttpub\_bsp.py

```
import paho.mqtt.client as mqtt

# Einen Client kreieren
client = mqtt.Client("node")
# Mit dem lokalen Broker an Port 1883 verbinden:
client.connect("localhost")
# topic: Nachrichtenwarteschlange, dazu Inhalt = payload
# QoS (0:at most once 1: at least once 2: exactly once)
# Parameter 4: retained? (Nachricht wird jedem zugesandt)
client.publish("oop2020/test", "Diese Nachricht bekommen
alle zu sehen", 1, True)
client.publish("oop2020/test", "Hallo liebe
Tutorialbesucher", 1, False)
client.publish("oop2020/test", "Ich hoffe, alle geniessen
die Arbeit", 1, False)
```

© Michael Stal,2020  
Page 60

60



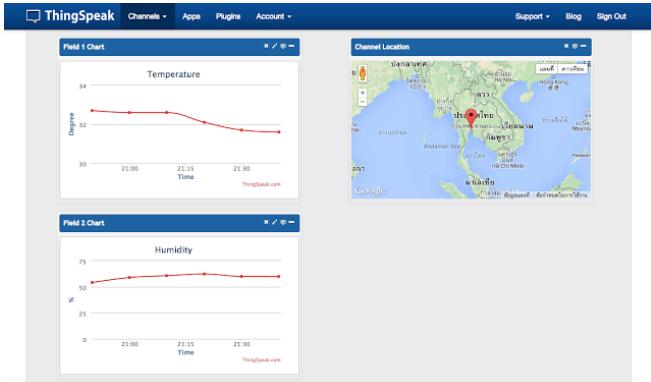
The screenshot shows the homepage of ThingSpeak. At the top, there's a banner with the text "Understand Your Things" and "The open IoT platform with MATLAB analytics." Below the banner are three main sections: "Collect" (Send sensor data privately to the cloud.), "Analyze" (Analyze and visualize your data with MATLAB.), and "Act" (Trigger a reaction.). On the left, under "ThingSpeak Features", there's a list of capabilities including collecting data from Arduino, Particle Photon, ESP8266, Raspberry Pi, mobile and web apps, Twitter, Twilio, and MATLAB. To the right, under "Works With", there's a list of supported platforms like Arduino, Particle Photon, ESP8266, Raspberry Pi, mobile and web apps, Twitter, Twilio, and MATLAB.

# SIEMENS Ingenuity for life

# ThingSpeak

## – Cloudservice für's IoT

61



The screenshot shows the ThingSpeak interface. At the top, it says "ThinkSpeak Features". Below that is a list of features: Daten in privaten Kanälen speichern, Mit öffentlichen Kanälen Daten publizieren, RESTful und MQTT APIs, MATLAB® Analytiken und Visualisierungen, Alarne, Ereignisverteilung, Integration von Apps, Weltweite Community. To the right, there are two charts: "Field 1 Chart" showing Temperature over time (values around 32-34 degrees Celsius) and "Field 2 Chart" showing Humidity over time (values around 50-55%). Below the charts is a map titled "Channel Location" showing the geographical distribution of channels across Asia and Australia.

# SIEMENS Ingenuity for life

62

## Registrierung

Auf initialer Webseite "Get Started For Free" wählen

Dann MathWorks Konto anlegen (siehe Bild rechts)

Zuletzt anmelden

© Michael Stal, 2020  
Page 63

63

## Kanäle verwalten

Nach der Anmeldung sehen Sie die Webseite mit Ihren Kanälen  
Mit New Channel lässt sich ein neuer Kanal anlegen  
Existierende Kanäle werden ebenfalls angezeigt

© Michael Stal, 2020  
Page 64

64

## Anlegen eines neuen Kanals

SIEMENS  
Ingenuity for life

Geben Sie die Daten für Ihren Kanal ein und klicken Sie anschließend ganz unten auf Save Channel

Name des Datenkanals  
Beschreibung  
Datenfelder  
Metainformation  
...

Save Channel

© Michael Stal, 2020  
Page 65

## Visualisierung gestalten

- Auf der nun angezeigten Seite können Sie die Visualisierung Ihres neuen Kanals konfigurieren
- Wichtig für den späteren programmatischen Zugriff ist die Channel ID (hier: 669466)
- Gehen Sie anschließend auf API Keys

© Michael Stal, 2020  
Page 66

## Zugriffsschlüssel

In den Feldern finden Sie die API Keys zum Lesen und Schreiben (hier unkenntlich gemacht)  
Die benötigen Sie später zum programmatischen Zugriff auf den Kanal

© Michael Stal,2020  
Page 67

67

## Going Public

Standardmäßig ist der Kanal nur privat für Sie sichtbar  
Mittels des Registers *Sharing* lässt sich das ändern  
Wir machen den Kanal öffentlich

© Michael Stal,2020  
Page 68

68

### Trockendock - Würfelbeispiel

Eine App greift auf den zuvor kreierten Kanal zu  
Sie ermittelt die Ergebnisse zweier Würfel und schickt diese als Datenfelder an *ThingSpeak*  
Achtung: In der freien Version darf ein Kanal maximal einmal pro 20 Sekunden aktualisiert werden



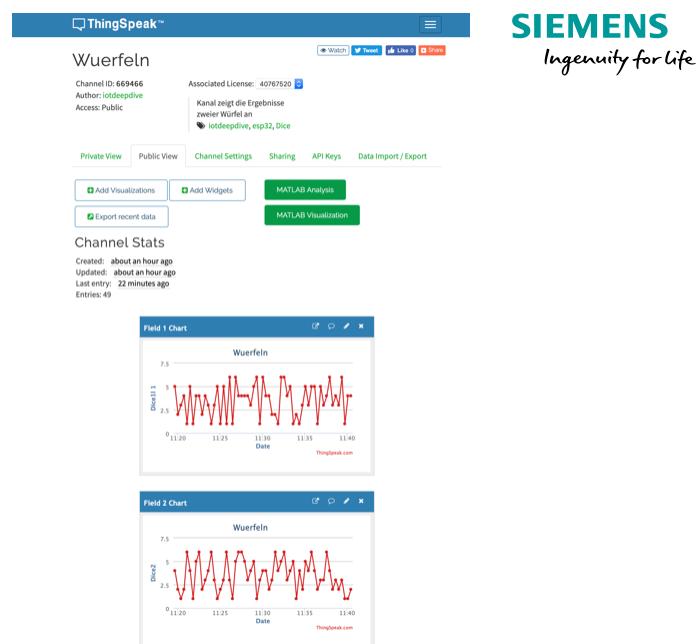
© Michael Stal, 2020  
Page 69

69

### Trockendock - Visualisierung auf ThingSpeak

**Wir sehen auf der Webseite den Verlauf der Würfelergebnisse bei Würfel 1 (oben) und Würfel 2 (unten)**

**Keine Angst – bald folgt ein richtiges Beispiel mit Code**



© Michael Stal, 2020  
Page 70

70

## Programmbeispiel Hardwaredatenvisualisierung auf ThingSpeak

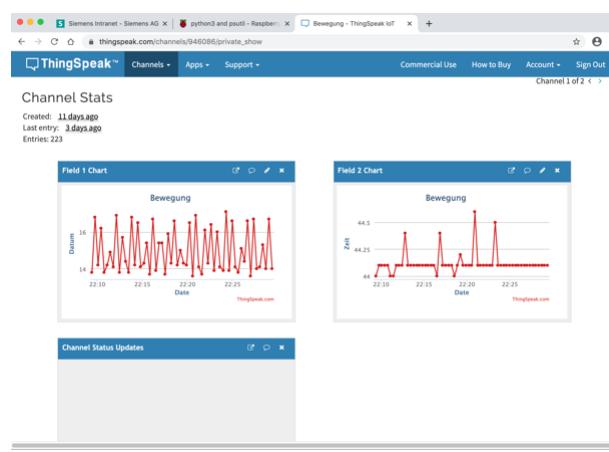
**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Dazu soll auf dem RasPi Zero die Erfassung von Werten wie RAM-Verbrauch erfolgen
- Installation der Python-Bibliothek psutil  
nötig: sudo pip3 install psutil

```
import psutil
...
cpuPercent =
psutil.cpu_percent(interval=20)

ramPercent =
psutil.virtual_memory().percent
cpuFrequency = psutil.cpu_freq()
```

- Datenpakete werden mittels MQTT an den ThingSpeak-Channel übertragen



© Michael Stal, 2020  
Page 71

71

## Programmatischer Zugriff (1)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Installation ThingSpeak Bibliothek
  - dient zum Zugriff auf ThingSpeak  
sudo pip3 install thingspeak
- Installation der psutil-Bibliothek
  - dient zum Anzeigen von  
Hardwaredaten des Raspi  
sudo apt-get update  
sudo pip3 install psutil

```
# ThingSpeak Update Using MQTT
# Copyright 2016, MathWorks, Inc

# This is an example of publishing to multiple fields
# simultaneously.
# Connections over standard TCP, websocket or SSL are
possible by setting
# the parameters below.
#
# CPU and RAM usage is collected every 20 seconds and
published to a
# ThingSpeak channel using an MQTT Publish
#
# This example requires the Paho MQTT client package which
# is available at: http://eclipse.org/paho/clients/python

from __future__ import print_function
import paho.mqtt.publish as publish
import psutil
# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal, 2020  
Page 72

72

## Programmatischer Zugriff (2)



- Hier eigenen Channel ID und eigenen API Key eintragen

```
### Start of user configuration ###

# ThingSpeak Channel Settings

# The ThingSpeak Channel ID
# Replace this with your Channel ID
channelID = myChannelID

# The Write API Key for the channel
# Replace this with your Write API key
apiKey = myAPIKey

# MQTT Connection Methods
# Set useUnsecuredTCP to True to use the default MQTT port
# of 1883
# This type of unsecured MQTT connection uses the least
amount of system resources.
useUnsecuredTCP = True

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 73

73

## Programmatischer Zugriff (3)



- Konfiguration des Zugriffs auf *ThingSpeak*

```
# Set useUnsecuredWebSockets to True to use MQTT over an
unsecured websocket on port 80.
# Try this if port 1883 is blocked on your network.
useUnsecuredWebsockets = False

# Set useSSLWebsockets to True to use MQTT over a secure
websocket on port 443.
# This type of connection will use slightly more system
resources, but the connection
# will be secured by SSL.
useSSLWebsockets = False

### End of user configuration ###

# The Hostname of the ThingSpeak MQTT service
mqttHost = "mqtt.thingspeak.com"

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 74

74

## Programmatischer Zugriff (4)



```
# Set up the connection parameters based on the connection type
if useUnsecuredTCP:
    tTransport = "tcp"
    tPort = 1883
    tTLS = None

if useUnsecuredWebsockets:
    tTransport = "websockets"
    tPort = 80
    tTLS = None

if useSSLWebsockets:
    import ssl
    tTransport = "websockets"
    tTLS = {'ca_certs':"/etc/ssl/certs/ca-certificates.crt",'tls_version':ssl.PROTOCOL_TLSv1}
    tPort = 443

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 75

75

## Programmatischer Zugriff (5)



- Eigentliche Erfassung der Daten

```
# Create the topic string
topic = "channels/" + channelID + "/publish/" + apiKey

# Run a loop which calculates the system performance every
# 20 seconds and published that to a ThingSpeak channel
# using MQTT.
while(True):

    # get the system performance data
    cpuPercent = psutil.cpu_percent(interval=20)
    ramPercent = psutil.virtual_memory().percent
    cpuFrequency = psutil.cpu_freq()
    print (" CPU =",cpuPercent," RAM =",ramPercent, " FREQ =", cpuFrequency)

    # build the payload string
    tPayload = "field1=" + str(cpuPercent) + "&field2=" +
    str(ramPercent)

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 76

76

## Programmatischer Zugriff (6)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Versenden des Datenpakets an *ThingSpeak*

```
# attempt to publish this data to the topic
try:
    publish.single(topic, payload=tPayload,
    hostname=mqttHost, port=tPort, tls=tTLS,
    transport=tTransport)

except (KeyboardInterrupt):
    break

except:
    print ("There was an error while publishing
the data.")

# Ende
```

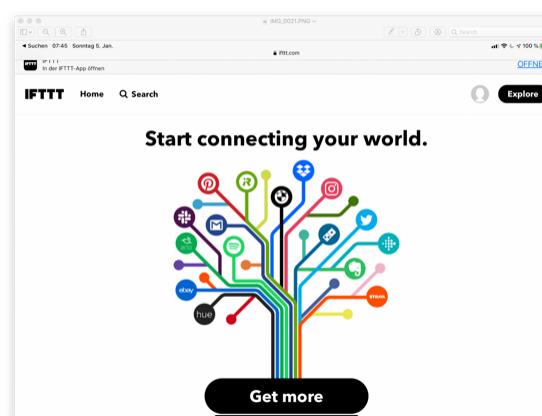
© Michael Stal,2020  
Page 77

77

## Zurück ans PIR mit IFTTT

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- IFTTT ist ein Cloud-Dienst
- steht für **If This Then That**
- verbindet Geräte und Dienste
  - Ein praktisches Beispiel:
    - **This** = Wenn NASA ein neues Astronomie-Foto bereitstellt
    - **That** = dann sende dieses Foto an meine E-Mail-Adresse
  - Oder:
    - **This** = Wenn jemand einen Knopf meiner Elektronikschaltung drückt
    - **That** = dann aktiviere meine Hue-Lampen
- Sowohl das **This** als auch das **That** lassen sich selbst bereitstellen oder aus der Bibliothek zahlreicher IFTTT-Komponenten nutzen

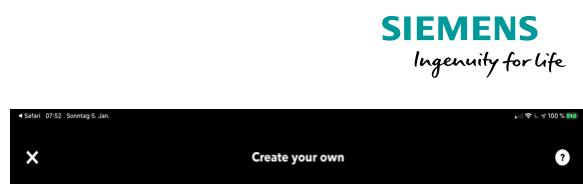


© Michael Stal,2020  
Page 78

78

## Erzeugen eines eigenen IFTTT-Dienstes

- Wir bauen erneut unsere PIR-Schaltung auf
- Immer wenn der Sensor eine Bewegung erkennt, soll IFTTT eine E-Mail an eine von uns festgelegte Adresse versenden
- Dazu wählen wir die Option *Create your own* auf der IFTTT-Webseite IFTTT.COM
- Zunächst müssen wir das **This** definieren



If  
+This  
Then  
That

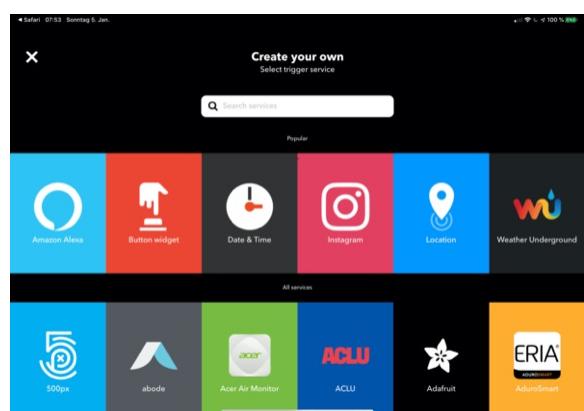
© Michael Stal,2020  
Page 79

79

## Erzeugen eines eigenen IFTTT-Dienstes

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

- Nach Auswahl von **This** erscheint eine Auswahlpalette
- Im Suchfeld geben wir *Webhooks* ein
- Mittels Webhooks ist es möglich, eigenständig Ereignisse an IFTTT zu senden (als Trigger), die daraufhin die gewünschten Aktionen auslösen



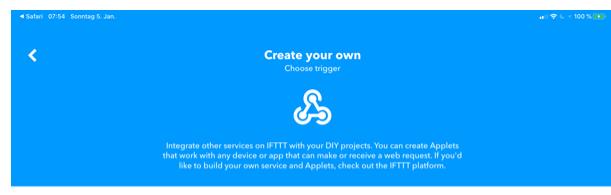
© Michael Stal,2020  
Page 80

80

## Erzeugen eines eigenen IFTTT-Dienstes

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Innerhalb des Webhooks-Dialogs lassen sich Web-Requests festlegen



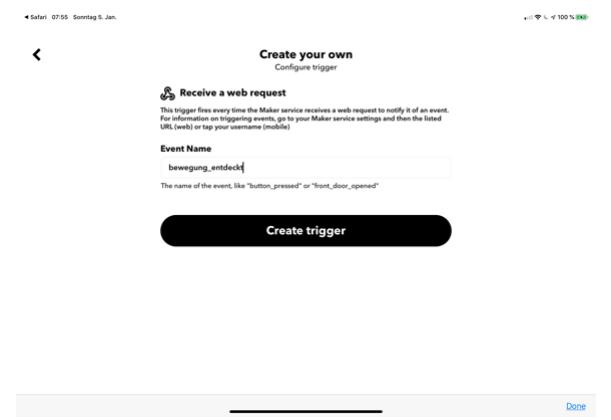
© Michael Stal, 2020  
Page 81

81

## Erzeugen eines eigenen IFTTT-Dienstes

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Unser Event heißt bewegung\_entdeckt



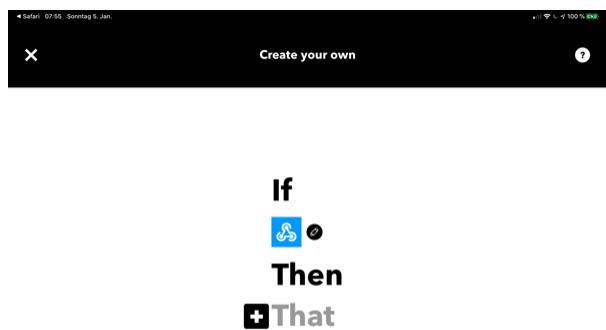
© Michael Stal, 2020  
Page 82

82

## Erzeugen eines eigenen IFTTT-Dienstes

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Nach Betätigen von Create Trigger erhalten wir weitere Information darüber, wie der Aufruf aussehen soll, unter anderem einen geheimen Schlüssel
- Nun legen wir fest, was passieren soll, wenn der Webhook unseren Request erhält
- Kurz gesagt, wir definieren das **That**



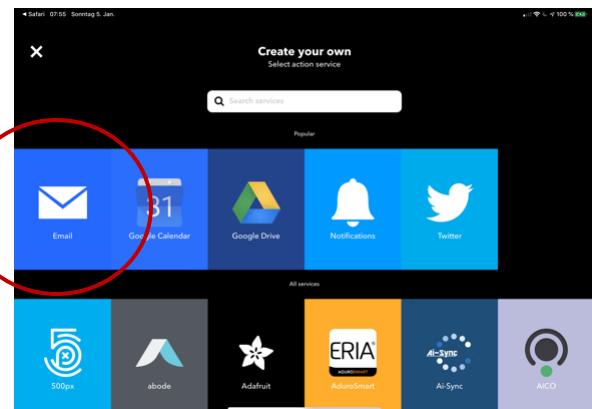
© Michael Stal,2020  
Page 83

83

## Erzeugen eines eigenen IFTTT-Dienstes

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Wir könnten IFTTT veranlassen einen Tweet zu senden oder eine Nachricht an unser Smartphone
- ... oder eine E-Mail



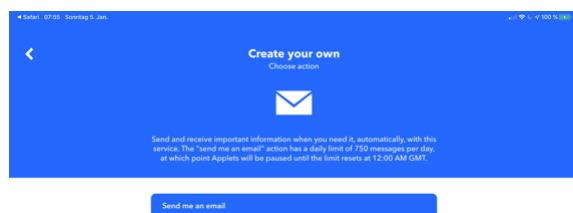
© Michael Stal,2020  
Page 84

84

## Erzeugen eines eigenen IFTTT-Dienstes

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Danach erhalten wir den Dialog
- Klicken Sie auf Send me an email



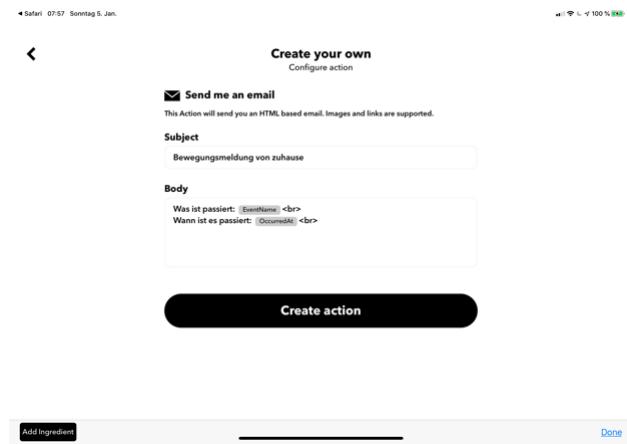
© Michael Stal,2020  
Page 85

85

## Gerüst der gewünschten Mail

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Geben Sie nun die gewünschte Überschrift an
- Im Body spezifizieren Sie die Inhaltszeilen Was ist passiert? und Wo ist es passiert
- Betätigen Sie nun Create action
- Und jetzt heißt es programmieren



© Michael Stal,2020  
Page 86

86

## Programmierung mit PIR und IFTTT (1)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Für das Programm benötigen wir diverse Bibliotheken, unter anderem requests
- Sollte das noch nicht installiert sein, dann holen wir es nach: `sudo pip3 install requests`
- Zudem erfolgt die Festlegung von
  - Leuchtdauer (LED) bei Bewegung
  - Pin für PIR
  - Pin für LED

```
import sys
from time import sleep
import RPi.GPIO as GPIO
import requests

# Leuchtdauer bei Bewegungserkennung
LED_ON_TIME = 10
# Verwendete LED
LEDPIN = 26
# PIR Sensor
PIRPIN = 7

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 87

87

## Programmierung mit PIR und IFTTT (2)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Definition der GPIO-Ein- und Ausgänge

```
# Verwendet werden die physikalischen Pins
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
# Keine Warnungen wie "Port ist bereits belegt"
GPIO.setwarnings(False)
# LEDPIN ist Ausgabeport
GPIO.setup(LEDPIN, GPIO.OUT)

# PIRPIN greift den Status des PIR-Sensors ab
GPIO.setup(PIRPIN, GPIO.IN, pull_up_down = GPIO.PUD_DOWN)

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 88

88

### Programmierung mit PIR und IFTTT (3)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Definition des „Eventhandlers“
- Der Eventhandler sendet einen POST-Request an den IFTTT-Webhook-Service
- ... und lässt die LED für die festgelegte Dauer leuchten

```
# Ereignisbehandlung, wenn Bewegung erkannt
def bewegung_erkannnt(pin):
    print("Bewegung registriert")
    # Code fuer IFTTT-Post
    data =
    requests.post("https://maker.ifttt.com/trigger/bewegungerkannt/with/key/<<Ihr
IFTTT-Webhook-Key>>")
    print (data.text)
    # LED an bei Bewegungserkennung
    GPIO.output(LEDPIN, GPIO.HIGH)
    sleep(LED_ON_TIME)
    GPIO.output(LEDPIN, GPIO.LOW)
    return
# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 89

89

### Programmierung mit PIR und IFTTT (4)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Nun tragen wir die Methode `bewegung_erkannnt` bei der GPIO ein
- Dieser haben wir zuvor bekanntgegeben, dass wir nur bei steigender Signalflanke am `PIRPIN` reagieren wollen
- Am Schluss erfolgt eine „unendliche“ `while`-Schleife
- Bei Programmablauf müsste jede Bewegungserkennung über IFTTT den Versand einer Mail auslösen

```
# Auslösen der Ereignisse durch
# aufsteigende Signalfanken
GPIO.add_event_detect(PIRPIN, GPIO.RISING)
GPIO.add_event_callback(PIRPIN, bewegung_erkannnt)

print("CONTROL-C beendet das Programm")

try:
    while True: # Endlosschleife
        sleep(0.5)
except KeyboardInterrupt: # Schleifenende bei Interrupt
    GPIO.cleanup()
    sys.exit()

# Ende
```

© Michael Stal,2020  
Page 90

90



# Bosch Sensortec BME280



- ▶ **Baustein** mit integrierten Umweltsensoren
- ▶ **Druck:** Barometrischer Druck
- ▶ **Relative Feuchtigkeit:** Schnelle Messung der relativen Feuchtigkeit
- ▶ **Temperatur**

© Michael Stal,2020  
Page 91

91



## Technische Daten

- **Sonstiges**
  - Temperaturbereich
    - -40 ... 85 °C
- **Ausführung**
  - Luftfeuchtigkeit
  - 0-100%
- **Allgemeines**
  - Bauform
    - 8-Pin LGA
  - Ausführung
    - I<sup>2</sup>C und SPI
- **Elektrische Werte**
  - Spannung
    - 1,71 ... 3,60 V

| Technical data                                                   | BME280 (prelim.)                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Package dimensions                                               | 8-Pin LGA with metal<br>2.5 x 2.5 x 0.93 mm <sup>3</sup>                                |
| Operation range<br>(full accuracy)                               | Pressure: 300...1100 hPa<br>Temperature: -40...+85 °C                                   |
| Supply voltage V <sub>DDIO</sub>                                 | 1.2 ... 3.6 V                                                                           |
| Supply voltage V <sub>DD</sub>                                   | 1.71 ... 3.6V                                                                           |
| Interface                                                        | I <sup>2</sup> C and SPI                                                                |
| Average current<br>consumption (typ.)<br>(1Hz data refresh rate) | 1.8 µA @ 1 Hz (H, T)<br>2.8 µA @ 1 Hz (P, T)<br>3.6 µA @ 1Hz (H, P, T)<br>T=temperature |
| Average current con-<br>sumption in sleep mode                   | 0.1 µA                                                                                  |
| <b>Humidity sensor</b>                                           |                                                                                         |
| Response time ( $\tau_{63\%}$ )                                  | 1s                                                                                      |
| Accuracy tolerance                                               | ±3% relative humidity                                                                   |
| Hysteresis                                                       | ≤ 2% relative humidity                                                                  |
| <b>Pressure sensor</b>                                           |                                                                                         |
| RMS Noise                                                        | 0.2 Pa (equiv. to 1.7 cm)                                                               |
| Sensitivity Error                                                | ±0.25 % (equiv. to 1 m at<br>400 m height change)<br>±11.5 Pa/K                         |
| Temperature<br>coefficient<br>offset                             | (equiv. to ±12.6 cm at 1°C<br>temperature change)                                       |
| RoHS compliant, halogen-free, MSL1                               |                                                                                         |

Datenblätter:

- [https://cdn-reicheit.de/documents/datenblatt/B400/BST-BME280\\_DS001-10.pdf](https://cdn-reicheit.de/documents/datenblatt/B400/BST-BME280_DS001-10.pdf)
- [https://cdn-reicheit.de/documents/datenblatt/B400/BOSCH SENSORTEC FLYER\\_BME280.pdf](https://cdn-reicheit.de/documents/datenblatt/B400/BOSCH SENSORTEC FLYER_BME280.pdf)

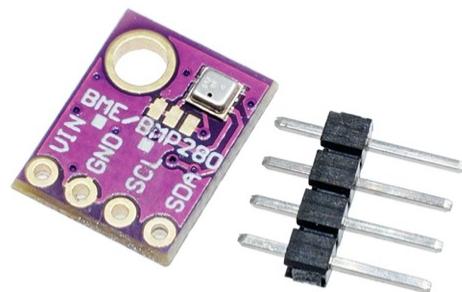
© Michael Stal,2020  
Page 92

92

### Das verwendete BME280-Sensor-Modul

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Das Board nutzt I<sup>2</sup>C
- Pins:
  - VIN: Eingangsspannung
  - GND: Erde
  - SCL: I<sup>2</sup>C Control
  - SDA: I<sup>2</sup>C Data



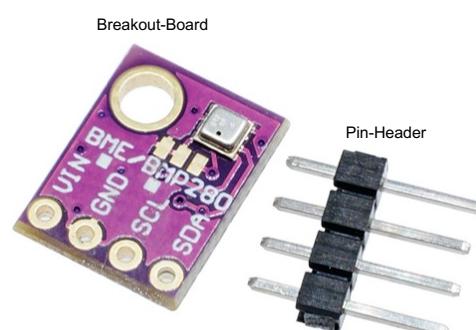
© Michael Stal,2020  
Page 93

93

### Löten der Header-Pins an das BME240 Breakout-Board

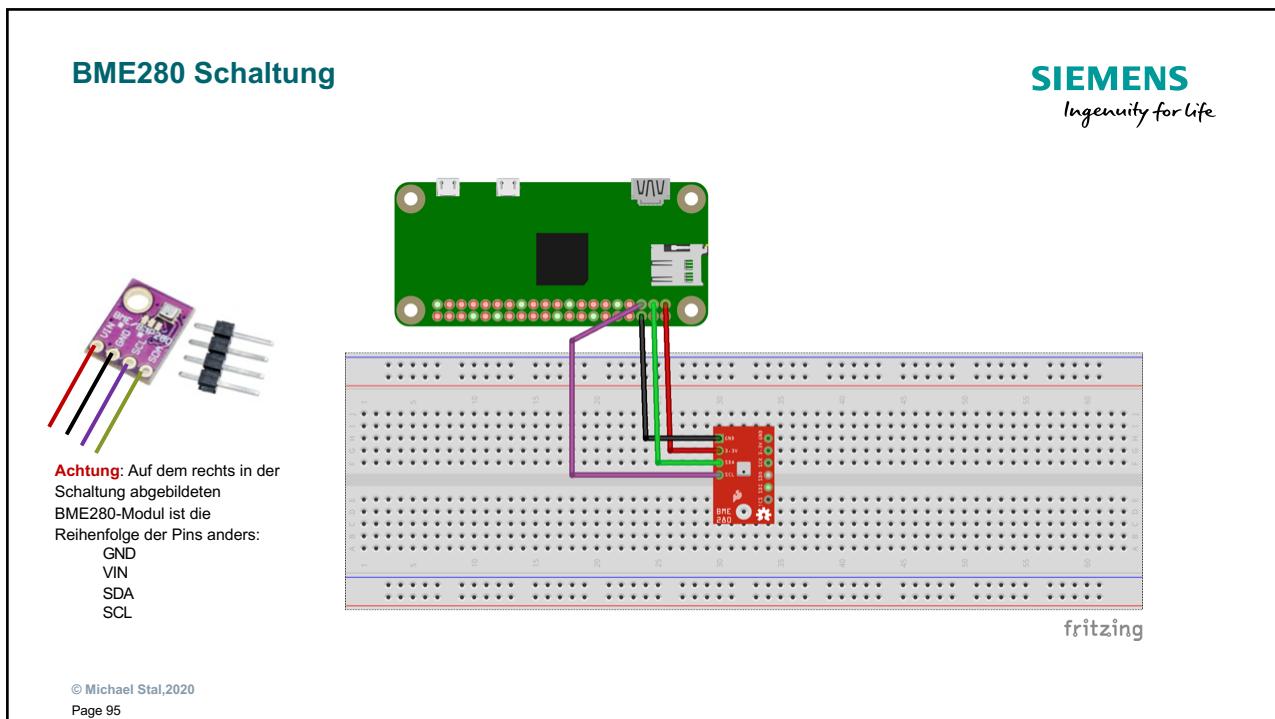
**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Header-Pins mit den kurzen Seiten von unten in das Board stecken (d.h. kurze Pinseite zeigt nach oben)
- Beides auf Breadboard stecken
- Gegenstand (z.B. Münzen) unterlegen, damit das Board parallel zum Breadboard liegt
- Jetzt die 4 Header-Pins von oben auf das Breakout-Board löten

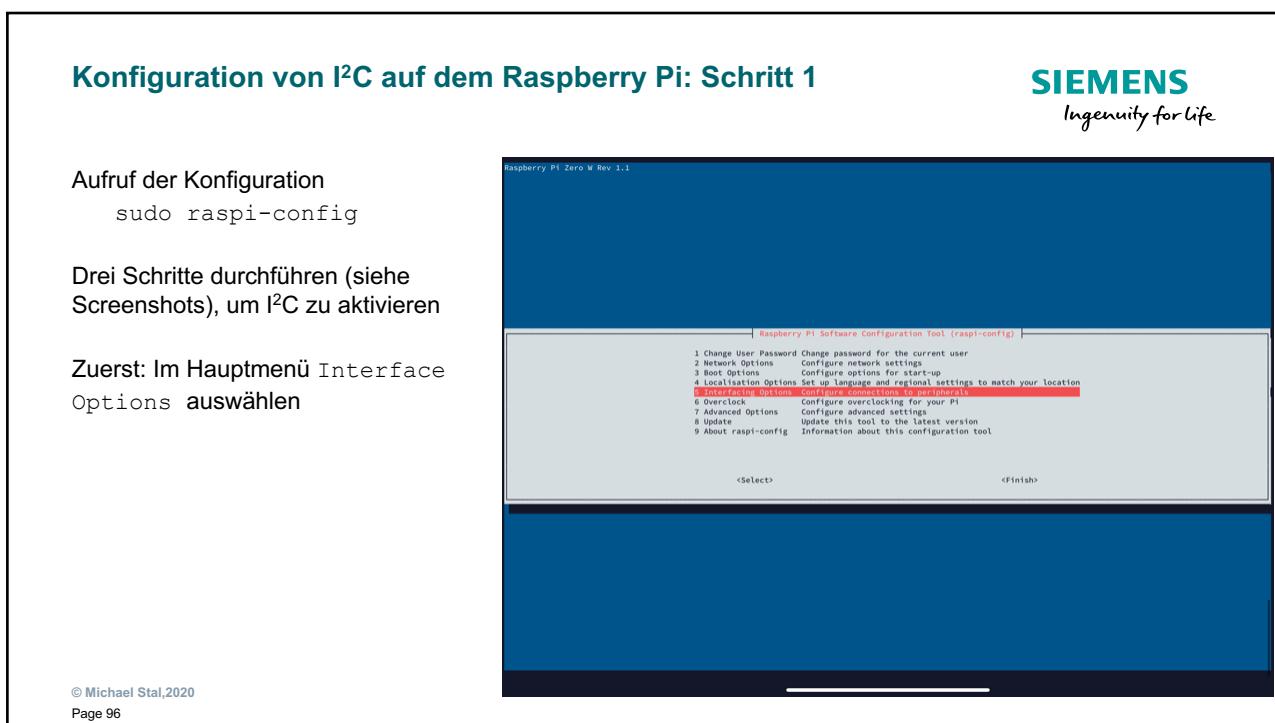


© Michael Stal,2020  
Page 94

94



95

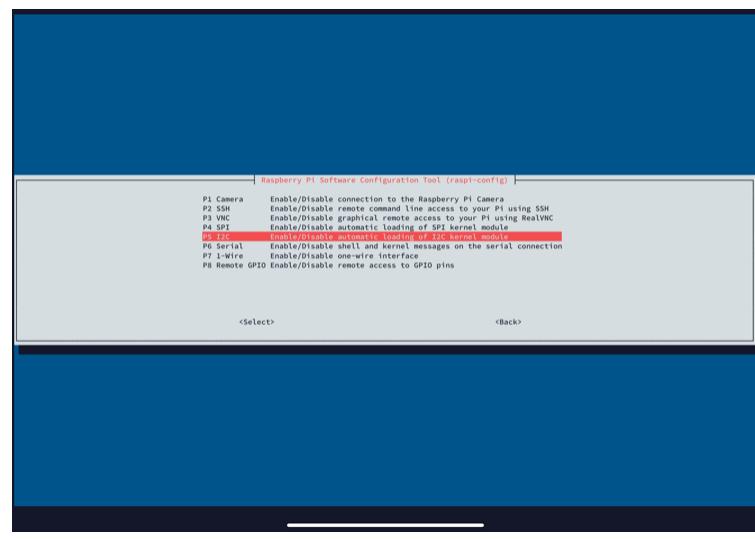


96

## Konfiguration von I<sup>2</sup>C auf dem Raspberry Pi: Schritt 2

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Im Submenü I<sup>2</sup>C auswählen



© Michael Stal, 2020  
Page 97

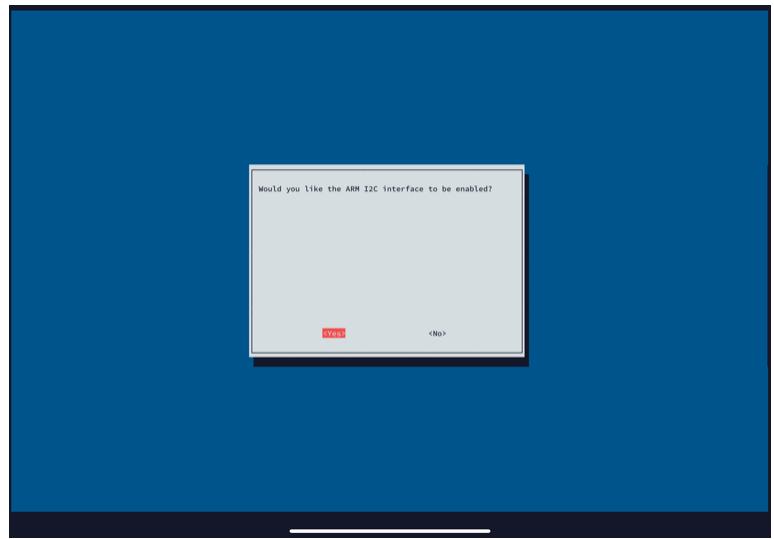
97

## Konfiguration von I<sup>2</sup>C auf dem Raspberry Pi: Schritt 3

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Im Dialog YES auswählen

Danach raspi-config verlassen und rebooten!



© Michael Stal, 2020  
Page 98

98

## Wo genau hängt das BME-Modul am I<sup>2</sup>C?

- i2cdetect -y 1  
=> Tabelle rechts
- Das BME280-Modul verwendet Adresse 0x76
- Für nachfolgende Programmierung des I<sup>2</sup>C (auch bekannt als SMBus) ist die Bibliothek smbus bzw smbus2 nötig
  - Installation auf Raspi über pip3 install smbus2

```
pi@raspberrypi:~ $ i2cdetect -y 1
  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00: --
10: --
20: --
30: --
40: --
50: --
60: --
70: -- 76 --
pi@raspberrypi:~ $
```

© Michael Stal,2020  
Page 99

99

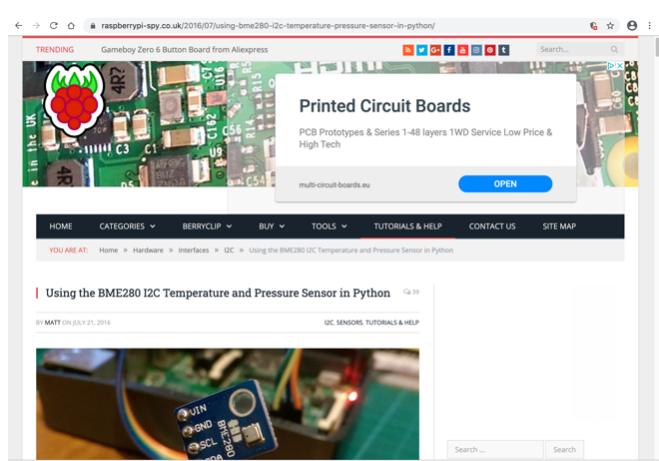
## Bibliothek für BME280

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

### Laden über

wget <https://bitbucket.org/MattHawkinsUK/rpispy-misc/raw/master/python/bme280.py>

Bibliothek auf Verzeichnis kopieren, in dem die BME280-Programmdateien liegen



© Michael Stal,2020  
Page 100

100

## Testen des BME280 über einfaches Programm

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

Durch Nutzen der  
Bibliothek `bme280` für  
den BM280 gestaltet  
sich der Zugriff sehr  
einfach

```
from bme280 import readBME280All
from time import sleep

print( "---- STARTEN DER MESSWERTERFASSUNG VOM BME280 ----")
while True:

    temperature,pressure,humidity = readBME280All()
    print( "Temperatur : " + str(temperature) + " C" )
    print( "Luftdruck : " + str(pressure) + " hPa" )
    print( "Feuchtigkeit : " + str(humidity) + " %" )
    print( "-----" );
    sleep(2)
```

© Michael Stal,2020  
Page 101

101

## Ein etwas komplexeres Beispiel (1)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Periodisches Übertragen von Wetterdaten an ThingSpeak
  - Kanal einrichten
  - ChannelID und Writer API Key vermerken
  - Nachfolgendes Programm sendet alle 20 Sekunden die Messdaten an den ThingSpeak-Kanal

```
from __future__ import print_function
import paho.mqtt.publish as publish

from bme280 import readBME280All
from time import sleep

### Start of user configuration ####
# ThingSpeak Channel Settings
# The ThingSpeak Channel ID
# Replace this with your Channel ID
channelID = << Your Channel ID>>

# The Write API Key for the channel
# Replace this with your Write API key
apiKey = << Your Write API Key >>
# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 102

102

## Ein etwas komplexeres Beispiel (2)



- Wegen des Mehraufwands für die Integration von SSI-Keys verwenden wir ungesichertes TCP zur Datenübertragung
- Für sensitive Information natürlich nicht empfehlenswert!

```
# MQTT Connection Methods
# Set useUnsecuredTCP to True to use the default MQTT port of 1883
# This type of unsecured MQTT connection uses the least amount of system
resources.

useUnsecuredTCP = True
# Set useUnsecuredWebSockets to True to use MQTT over an unsecured
websocket on port 80.
### End of user configuration ###

# The Hostname of the ThingSpeak MQTT service
mqttHost = "mqtt.thingspeak.com"

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 103

103

## Ein etwas komplexeres Beispiel (3)



- Der genutzte Port für den MQTT-Broker (von ThingSpeak) lautet 1883

```
# Set up the connection parameters based on the connection type
if useUnsecuredTCP:
    tTransport = "tcp"
    tPort = 1883
    tTLS = None

# Create the topic string
topic = "channels/" + channelID + "/publish/" + apiKey

# Run a loop which calculates the system performance every
# 20 seconds and published that to a ThingSpeak channel
# using MQTT.
# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 104

104

### Ein etwas komplexeres Beispiel (4)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- In der while-Schleife liest das Programm die Daten des BME280, baut die Nutzdaten auf, und sendet sie an den MQTT-Broker
- Beenden des Programmes über <control> + <C>

```
while(True):
    temperature, pressure, humidity = readBME280All()
    # build the payload string
    print ("Temperature in C %5.2f Humidity in Percentage %5.2f Air Pressure in
HPa %5.2f" %(temperature, humidity, pressure))
    tPayload = "field1=" + str(temperature) + "&field2=" + str(humidity) + "&field3="
+ str(pressure)
    # attempt to publish this data to the topic
    try:
        publish.single(topic, payload=tPayload, hostname=mqttHost, port=tPort,
tls=tLS, transport=tTransport)
    except (KeyboardInterrupt):
        break
    except:
        pass
# Ende
```

© Michael Stal,2020  
Page 105

105

### Raspberry Pi Zero WH plus Raspi Cam

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



- Camera mit 2 Megapixeln
- Anschluss über mitgeliefertes Kabel
- Kabelaustausch: Dazu an den CSI-Ein/Ausgängen schwarze Plastikklammer vorsichtig nach vorne (d.h. von dem Anschluss weg-) ziehen
- Neues Kabel einstecken (sichtbare Leitungen liegen unten), zur Befestigung Klammer wieder nach innen drücken, fertig!

© Michael Stal,2020  
Page 106

106

## Konfiguration der Kamera über Raspbian (1)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Auf Raspberry Pi Zero:  
`sudo raspi-config`
- Auf Raspberry Pi Zero:  
 5 Interfacing Options wählen
- Beim Folgedialog:  
 P1 Camera wählen



© Michael Stal,2020  
Page 107

107

## Konfiguration der Kamera über Raspbian (2)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Jetzt bei Frage nach Aktivierung der Kamera:  
 <Yes> wählen
- Im Dialog:  
 <Ok> wählen
- Konfigurationstool verlassen und Reboot  
`sudo reboot`
- Nach Neustart Testaufnahme mit:  
`raspistill -o test.jpg`



© Michael Stal,2020  
Page 108

108

## Demoanwendung (1)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Der PIR-Sensor kommt wieder zum Einsatz
- Bibliothek picamera ist nötig  
    sudo pip3 picamera
- Es kommen die üblichen Pins der PIR-Schaltung zum Einsatz
- Neben GPIO muss jetzt auch die Kamera initialisiert werden

```
#!/usr/bin/python3
import picamera, sys, time
import RPi.GPIO as GPIO

PIR_PIN = 7
SLEEP_TIME = 10
LED_PIN = 26

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
cam = picamera.PiCamera()
cam.resolution = (1920, 1080)
GPIO.setup(PIR_PIN, GPIO.IN, pull_up_down = GPIO.PUD_DOWN)
GPIO.setup(LED_PIN, GPIO.OUT)

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 109

109

## Demoanwendung (2)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Im Eventhandler ist nun zusätzlich ein Trigger, der die Kamera auslöst  
    cam.capture()
- Der Name des Fotos enthält Datum und Uhrzeit
- Das Foto wird im Programmordner abgelegt. Es ließe sich aber auch ein absoluter Pfad angeben

```
def bewegungsmeldung(pin):
    tme = time.strftime("%Y_%m_%d-%H:%M:%S")
    cam.capture("Foto-%s.jpg" %tme)
    GPIO.output(LED_PIN, GPIO.HIGH)
    print("Foto gespeichert")
    time.sleep(SLEEP_TIME)
    GPIO.output(LED_PIN, GPIO.LOW)
    return

GPIO.add_event_detect(PIR_PIN, GPIO.RISING)
GPIO.add_event_callback(PIR_PIN, bewegungsmeldung)

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 110

110

### Demoanwendung (3)

- Bei Programmabbruch sollte die Anwendung ebenfalls den Port zur Kamera schließen

```

GPIO.add_event_detect(PIR_PIN, GPIO.RISING)
GPIO.add_event_callback(PIR_PIN, bewegungsmeldung)

try:
    while True:
        time.sleep(1)
    except KeyboardInterrupt:
        GPIO.cleanup()
        cam.close()
        sys.exit()

# Ende

```

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

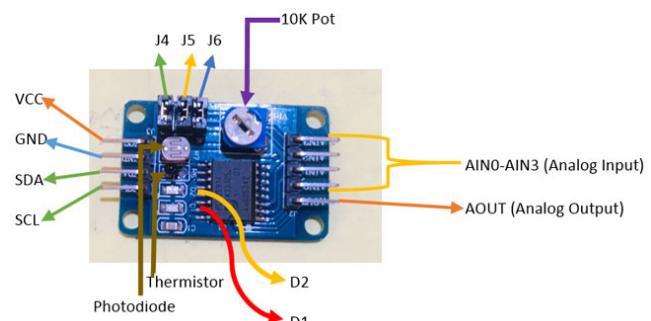
© Michael Stal, 2020  
Page 111

111

### A/D-Wandler - Gut muss nicht teuer sein

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Der Raspberry Pi besitzt keine analogen GPIO-Eingänge bzw. -Ausgänge
- Viele Sensoren funktionieren analog
- Mögliche Lösung: Kauf eines Gert-Boards oder eines Gertduino (teuer!!!)
- Die kostengünstige Alternative heißt **PCF8591**
  - < 10 Euronen
  - Anschluss über I<sup>2</sup>C-Bus, 3.3V
  - Enthält A/D-Ausgänge und -Eingänge
  - Zusätzlich vorhanden: Poti (Regelbarer Widerstand), ein temperaturabhängiger Widerstand

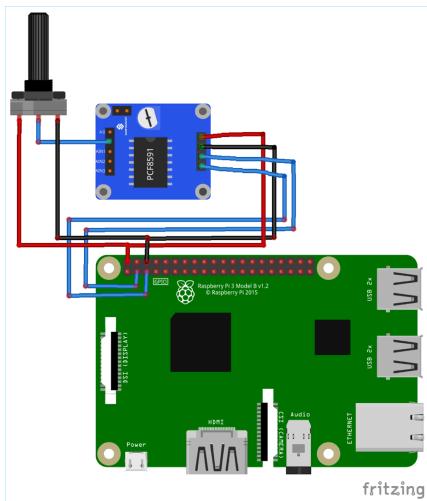


© Michael Stal, 2020  
Page 112

112

## Beispielsschaltung

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



- Links ist eine Beispielschaltung zu sehen
- Ein Poti fungiert als analoger Eingabesensor
- Der PCF8591 lässt sich an 5V oder 3.3V und GND anschließen (besser an 3.3V)
- Verbinden über I<sup>2</sup>C erfordert Pins 3 und 5
- Voraussetzung: I<sup>2</sup>C installiert: siehe Folien 96 ff.
- Test des Anschlusskanals mit `i2cdetect -y 1`

© Michael Stal,2020  
Page 113

113

## Zugriff auf PCF8591 über Python (1)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Import der Bibliotheken
- Initialisierung des I<sup>2</sup>C-Busses
- Und Definition einer Hilfsmethode zum Lesen von Daten

```
#!/usr/bin/python3

from smbus2 import SMBus # i2c
import time

i2cbus = SMBus(1)
adr = 0x48

def read(cmd):
    write = i2cbus.write_byte_data(adr, cmd, 0)
    read = i2cbus.read_byte(adr)
    return read

# Fortsetzung auf nächster Folie
```

© Michael Stal,2020  
Page 114

114

## Zugriff auf PCF8591 über Python (2)

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

- Es werden Bytes empfangen
- Alle Werte liegen zwischen 0 und 255
- Beispielsweise wird nicht die tatsächliche Spannung am Poti ausgegeben sondern ein Wert zwischen 0 (dunkel) und 255 (hell)
- Mehr Infos zum PCF8581 finden Sie in dem Datenblätter-Verzeichnis

```
for i in range(100):
    licht = read(0x41)
    print("Lichtwiderstand " + str(licht))
    temp = read(0x42)
    print("Temperatur " + str(temp))
    ain2 = read(0x43)
    print("Analogeingang " + str(ain2))
    poti = read(0x40)
    print("Poti-Spannung " + str(poti))
    time.sleep(2)

# Ende
```

© Michael Stal,2020  
Page 115

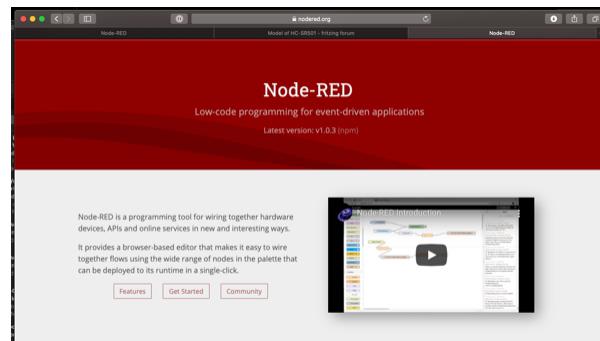
115

## Integration über Node-RED

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

„Node-RED ist ein Programmierwerkzeug, um Hardwaregeräte, APIs und Online-Dienste auf neue und interessante Weise miteinander zu verbinden.“

Es bietet einen Browser-basierten Editor, der es einfach macht, Flows aus einer breiten Palette von Knoten (Nodes) zu kreieren, die sich mit nur einem einzigen Klick in seiner Laufzeitumgebung bereitstellen lassen“



Node-RED basiert auf JavaScript und Node.js

© Michael Stal,2020  
Page 116

116

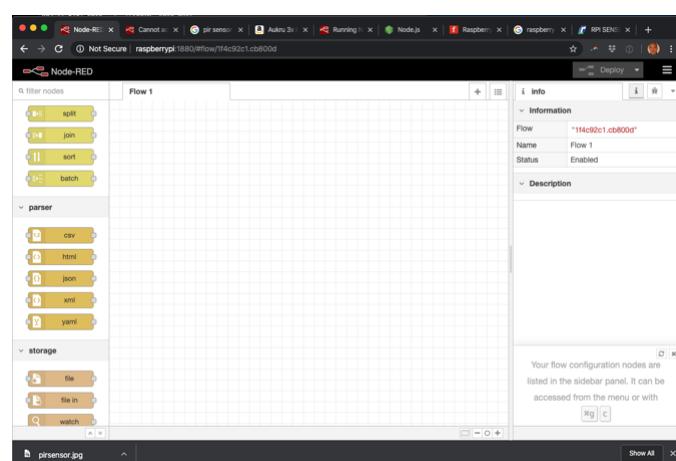
## Node-RED Installation

- Installation, wenn noch nicht vorhanden  
(bitte vorher testen über Kommando node-red-pi)
  - sudo apt-get install build-essential
  - sudo apt-get install nodered
  - node-red-pi

Nun über PC (Windows, Mac, Linux) und Browser auf

`http://<raspiname>:1880`  
navigieren (sobald Node-RED hochgefahren ist)

Es erscheint ein Menü wie rechts im Bild zu sehen



© Michael Stal, 2020  
Page 117

117

## Mini-Tutorial auf der Raspberry Pi Projekt-Seite

SIEMENS  
*Ingenuity for life*

Durchlaufen Sie das Tutorial auf der folgenden Webseite:

<https://projects.raspberrypi.org/en/projects/getting-started-with-node-red/>

Hinweise:

- Starten von Node-RED mit `node-red-pi`
- Das Tutorial spricht von einem 330 Ohm Widerstand. Zur Erinnerung: Es genügt jeder Widerstand  $\geq 162.5$  Ohm

© Michael Stal, 2020  
Page 118

118

### Mini-Hackathon

Unter der Verwendung der verfügbaren Bauteile bauen Sie in Gruppen (2 - 4 Personen) ein kleines IoT-System

Es ist natürlich erlaubt, sämtliche Komponenten aller beteiligten Personen zu nutzen

Die Gruppen entscheiden selbst, was sie bauen

Es gibt keine Bewertung. Die einzige Vorgabe ist Edutainment, d.h. Spaß

© Michael Stal,2020  
Page 119



119



## Das Finale

© Michael Stal,2020  
Page 120

120

## Es gibt viele Ideen für weitere Projekte

- Tensorflow Lite zur Objekterkennung über Raspi-CAM
- Tensorflow-Lite zur Anomalieerkennung, z.B. bei Wetterdaten  
Empfehlung: RNNs (Recurrent Neural Networks) mit LSTM-Zellen (= Long-Short-Term-Memory) oder Autoencoder oder schlicht Gauß'sche Verteilung für mehrdimensionale Räume
- Messung von Feinstaub, Regen, Wind, UV, Radioaktivität, CO<sub>2</sub>
- Roboterbau (Drohnen, Fahrzeuge)
- Heimautomatisierung
- Mobiler Einsatz (d.h., externe Stromversorgung mit Akkus)
- LoRA-Nutzung
- AlexaPi: Konstruktion eines eigenen Amazon Echo-Geräts (benötigt Sound- bzw. Audio-HAT sowie LED-Ring)
- Nutzung von Docker: Achtung auf der ARM6-Architektur sind nicht alle Container lauffähig
- ... und vieles mehr!

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

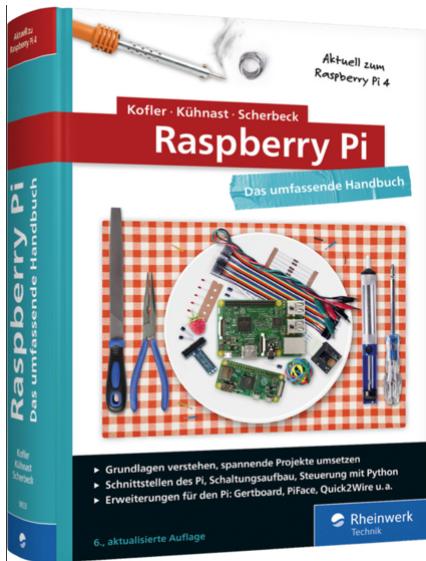
## Raspberry Pi Projects



© Michael Stal, 2020  
Page 121

121

## Buchempfehlung



**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

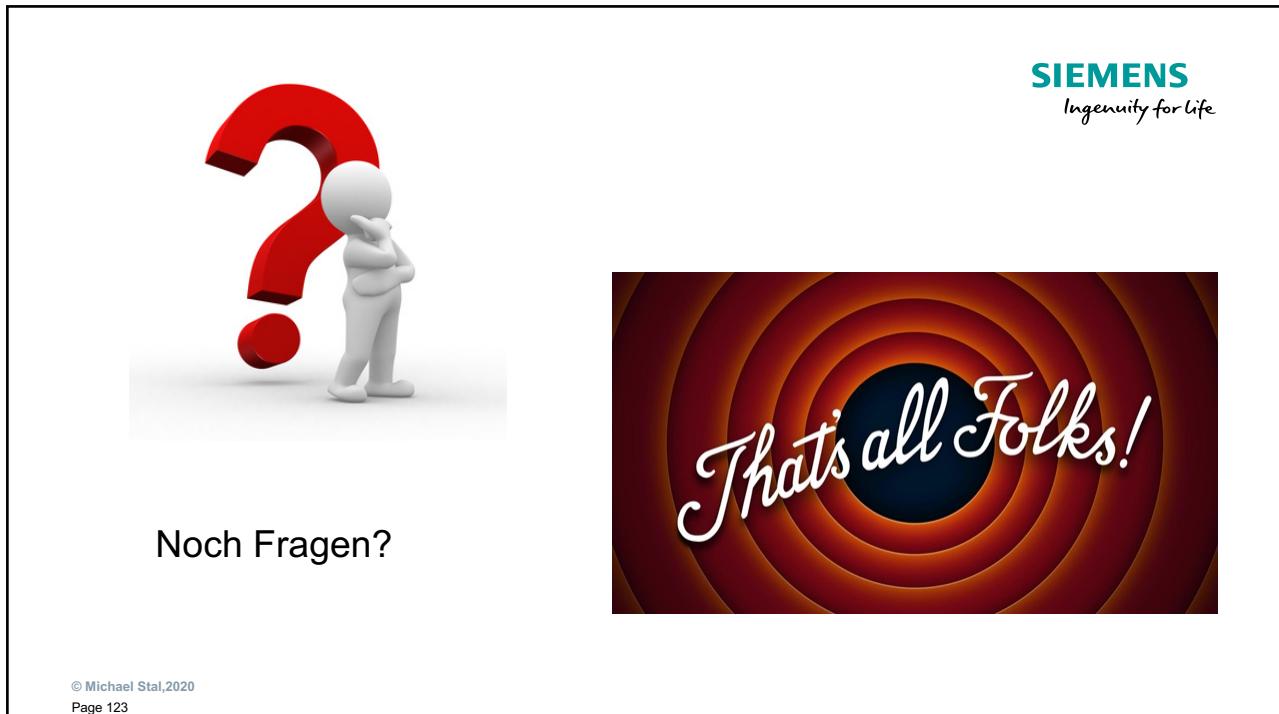
Bezug zum Beispiel über

[https://www.amazon.de/Raspberry-Pi-umfassende-Handbuch-Tekkies/dp/3836269333/ref=sr\\_1\\_1?\\_mk\\_de\\_DE=AMAŽÖÑ&keywords=raspberry+pi+kofler&qid=1578223545&sr=8-1](https://www.amazon.de/Raspberry-Pi-umfassende-Handbuch-Tekkies/dp/3836269333/ref=sr_1_1?_mk_de_DE=AMAŽÖÑ&keywords=raspberry+pi+kofler&qid=1578223545&sr=8-1)

Preis: 44,90 Euro

© Michael Stal, 2020  
Page 122

122



123



124



125



126

**Addendum A (Fortsetzung)**

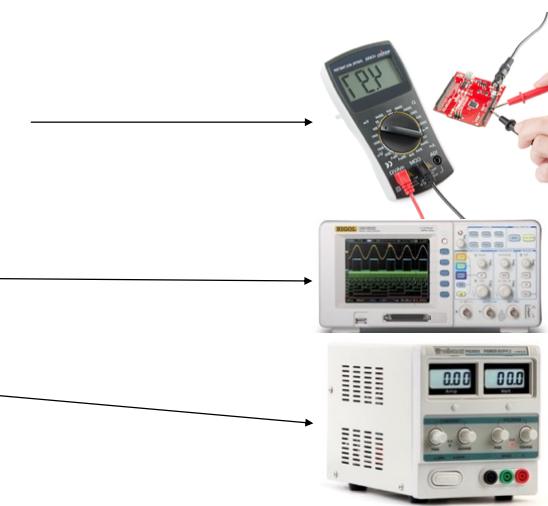
Multimeter: 20-40€  
Strom, Spannung (AC/DC, DC), Widerstand, Diodentester, Kapazität, Induktion

Oszilloskop: ca. 300€  
Hohe Bandbreite, Frequenzzähler, Hohe Sampling-Rate, 2 Kanäle plus ein externer Kanal

Flexible Stromversorgung: 50-80€  
Variables Einstellen von Spannung & Stromstärke (z.B. 0-30V bzw. 0-5A)



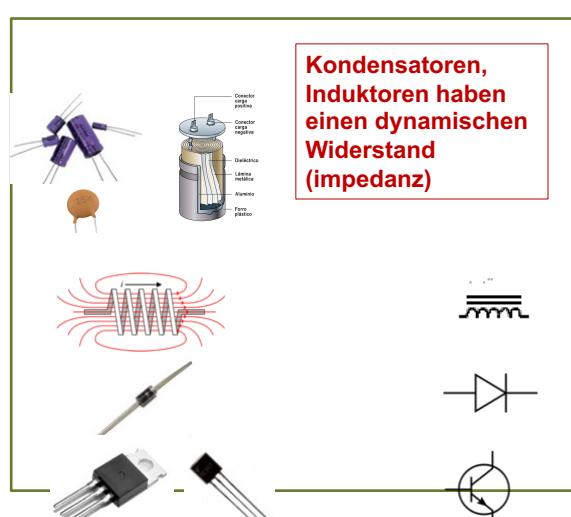
© Michael Stal, 2020  
Page 127



127

**Addendum B: Kondensatoren, Induktoren, und mehr ...**

- Kondensatoren speichern Energie & glätten Signale, verfügbar in diversen Materialien (Keramik => Polung irrelevant, Elektrolyt. => Polung relevant). Wichtig für Hochpass/Tiefpass/Bandbass Filter
- Induktoren sind Spulen, die ein Magnetfeld erzeugen, sobald Strom fließt. Umgekehrt erzeugen sie Strom bei Bewegung durch ein Magnetfeld. Wichtig für Wandler und Motoren
- Dioden (LEDs sind auch Dioden) lassen Strom in nur einer Richtung passieren
- Transistoren nötig für Logikgates (z.B. Flip-Flops) und Schalter (um eine Schaltung mit hohen Strömen zu kontrollieren bzw. von einer Schaltung mit niedrigen Stromstärken zu trennen)



**Kondensatoren, Induktoren haben einen dynamischen Widerstand (Impedanz)**

128

### Addendum C: Nützliche ICs

## Beispiele

- **555 Timer IC**: Timer, Taktgenerator, Oszillator
- **Half-Bridge** (SN754410 hat z.B. 4 Halbbrücken)\* erlaubt Kontrolle über Stromrichtung (z.B. Motorbewegung in/gegen Uhrzeigersinn). Kann auch Schaltungen mit hohen Stromstärken kontrollieren.
- **Operationsverstärker** (z.B. 741, LM 358, LM386)\* : verstärken Eingangssignal um das mehrere Hundert-/Tausend-fache -=> Als Vergleicher einsetzbar. Im Rückkopplungsmodus lassen sich verschiedene Transferfunktionen realisieren.
- **Schieberegister** (HC74HC595)\*: nehmen ein Byte, konvertieren es zu einem Bitfeld, bei dem jedes Bit ein Ausgangsignal kontrolliert. Beispielsverwendung: Zahl der von einem Microcontroller benutzten Ausgänge reduzieren.
- **Optokoppler**(PC817)\*: nutzen Licht, um von einem Stromkreis verbindungslos einen anderen zu kontrollieren.
- **Darlington Transistor** (ULN2003)\* kombiniert 2 Transistoren, um die Verstärkung noch weiter zu erhöhen: genutzt zur Motorkontrolle.

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



Für weitere Details:  
<http://arduino-info.wikispaces.com/Popular-ICs>

\*In Klammern stehen jeweils  
Beispiels-ICs

© Michael Stal,2020  
Page 129

129

### Addendum D: Was ist in der Box



Raspberry Pi Zero WH



PFC8591 A/D Board



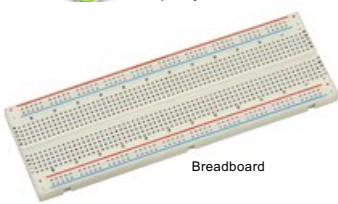
Bewegungsmelder/PIR



BME280 Board



Raspberry Pi Camera



Breadboard



Widerstände 220/470 Ohm



Taster



Verschiedenfarbige LEDs



Netzteil



MicroSD Karte 32 GB  
mit Raspbian Buster



Verbindungskabel/Jumper Wires



© Michael Stal,2020  
Page 130

130