

Übung 5: TSL2591 mit I2C

Ziele dieser Laborübung

- **Verständnis des I2C-Busses:** Lernen, wie der I2C-Bus für die Kommunikation mit externen Sensoren wie dem TSL2591 verwendet wird.
- **Installation und Nutzung von Python-Bibliotheken:** Installation und Verwendung der Adafruit CircuitPython-Bibliothek zur Kommunikation mit dem TSL2591 über I2C.
- **Datenaufzeichnung und Fehlerbehandlung:** Sensorwerte in einer CSV-Datei speichern und grundlegende Fehlerbehandlung (try-except) implementieren.

Tipps

- Dokumentation / Libraries für Adafruit-Circuitpython-tsl2591
 - <https://pypi.org/project/adafruit-circuitpython-tsl2591/>
 - <https://pypi.org/project/Adafruit-ADS1x15/>
 - https://github.com/adafruit/Adafruit_CircuitPython_TSL2591
- I2C (Rpi) Infos
 - <https://www.raspberry-pi-geek.de/ausgaben/rpg/2015/01/der-i-c-bus-des-raspberry-pi-teil-1/>
- TSL2591 Dokumentation
 - https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TSL25911_Datasheet_EN_v1.pdf

Aufgaben

1. Recherchiere, wofür I2C steht und erkläre kurz, was man mit I2C machen kann. Ziehe einen Vergleich zur Datenübertragung mit GPIO-Pins.

- ☐ "Inter-Integrated Circuit".
- ☐ 2 Leitungen: SDA (Daten), SCL (Takt).
- ☐ Adressierung mehrerer Geräte.
- ☐ Weniger Kabel, einfacher als GPIO.

2. Erkläre, wofür SDA bzw. SCL innerhalb des I2C verantwortlich sind. Erläutere, was einen „seriellen Master-Slave-Bus“ wie I2C kennzeichnet.

- ☐ **SDA:** Datenübertragung.
- ☐ **SCL:** Takt für Synchronisation.
- ☐ **Master-Slave-Bus:** Master steuert, Slaves folgen. I²C ist ein serieller Master-Slave-Bus

3. Fasse die wesentlichen Features des Sensors „TSL2591“ kurz zusammen. Nutze hierfür das Datenblatt des Sensors.

- ☐ Lichtmessung: 188 μ Lux bis 88.000 Lux.
- ☐ 2 Kanäle: Breitband, Infrarot.
- ☐ Anpassbare Empfindlichkeit.
- ☐ I²C-kompatibel.


4. Verbinde den TSL2591 laut Datenblatt bzw. I2C-Dokumentation korrekt mit deinem Rpi und verbinde dich via SSH mit dem Rpi.
 5. Erstelle einen Ordner „*TSL2591_TEST*“ und aktiviere darin eine virtuelle Umgebung mit einem Namen deiner Wahl.
 6. Installiere mit pip (in der venv) das Modul „*adafruit-circuitpython-tsl2591*“
 7. Aktiviere als sudo in „raspi-config“ das I2C Kernel Modul und führe einen *reboot* durch
8. Überprüfe im Terminal, ob I2C aktiv ist und ob der TSL2591 erkannt wird und speichere die hexadezimale Adresse (z.B. 0x29) in deiner Dokumentation

sudo i2cdetect -y 1

9. Notiere, wie viele I2C-Geräte du (theoretisch) im 7-Bit-Adressraum, der am Rpi für I2C zur Verfügung steht, adressieren könntest. Recherchiere, wie viele I2C-Geräte du praktisch mit deinem Rpi (ohne Multiplexer) gleichzeitig verwenden kannst.
10. Erstelle die Datei „*simple_test.py*“ innerhalb deiner venv und bearbeite diese Datei
11. Folge der Anleitung für das installierte Modul und verändere den Code in „*simple_test.py*“ so, dass folgende Werte angezeigt werden:
 12. Gesamthelligkeit: 169.81 Lux
 13. Infrarotlicht: 543
 14. Sichtbares Licht: 35587436
 15. Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 35587979
16. Erstelle die Datei „*uebung_tsl2591.py*“ und implementiere folgende Anforderungen:
 - Einmal pro Sekunde werden alle 4 Sensorwerte des TSL2591 sowie ein „timestamp“ in eine CSV-Datei „*tsl2591_data.csv*“ geschrieben
 - Verwende try-except, um Fehler abzufangen
 - Bei Sensorwerten außerhalb des erlaubten Bereiches (0-100000) soll kein Eintrag in die csv-Datei erstellt werden

Die Datei „*tsl2591_data.csv*“ sollte folgendermaßen ausschauen:

1. Gesamthelligkeit: 169.81 Lux Infrarotlicht: 543 Sichtbares Licht: 35587436 Gesamtspektrum (IR + Sichtbares Licht): 35587979

```
TSL2591_TEST > tsl2591_venv >  tsl2591_sensor_data.csv
```

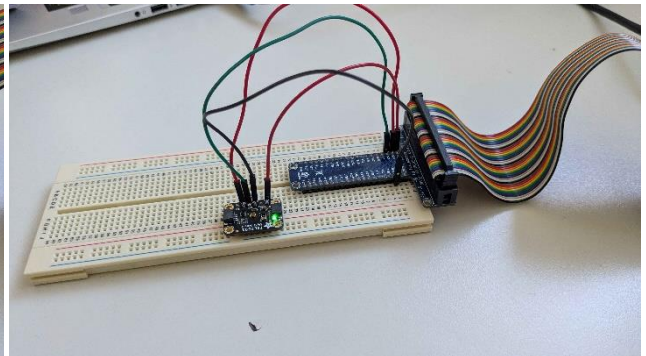
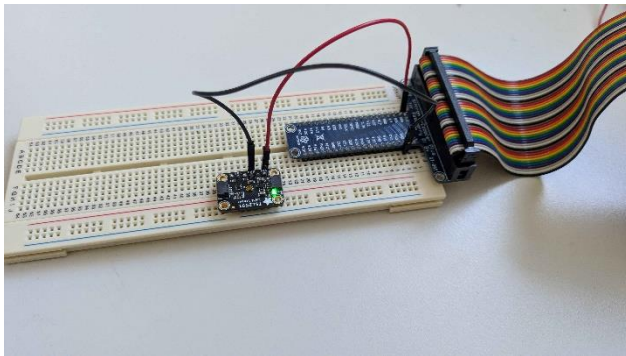
```
1 Timestamp,Gesamthelligkeit (Lux),Infrarotlicht,Sichtbares Licht,Gesamtspektrum
2 2024-09-23 15:46:16,388.050432,2016,132124244,132126260
3 2024-09-23 15:46:17,384.0096,2000,131075633,131077633
4 2024-09-23 15:46:18,384.290304,2002,131206708,131208710
5 2024-09-23 15:46:19,382.63219200000003,1996,130813478,130815474
```

Bonusaufgaben:

1. Finde eine Möglichkeit, die Datei „tsl2591_data.csv“ automatisiert alle 5 Sekunden via SSH vom Rpi an deinen lokalen Laptop zu senden.
2. Erstelle eine Datei „tsl2591_plot.py“ auf deinem Laptop (nicht am Rpi). In diesem Programm sollen alle Sensorwerte aus der Datei „tsl2591_data.csv“ mit dem Modul *matplotlib* visualisiert werden. Die Visualisierung soll eine update-Funktion beinhalten, so dass der Plot alle 5 Sekunden neu erzeugt wird.

Dokumentation

1. Theorie
2. Theorie
3. Theorie
4. RaspberryPi mittels SSH an den Laptop connecten. Den Sensor auf das Steckbrett stecken, und richtig verkabeln (siehe Bild)



5. Eine Virtuelle Maschine Erstellen mit dem Command `python -m venv „TSL“`. Anschließend die VM aktivieren, und reingehen.

```
● pi@raspberrypi:~ $ cd Desktop
● pi@raspberrypi:~/Desktop $ cd TSL2591_TEST
● pi@raspberrypi:~/Desktop/TSL2591_TEST $ python -m venv TSL
● pi@raspberrypi:~/Desktop/TSL2591_TEST $ ls
TSL
○ pi@raspberrypi:~/Desktop/TSL2591_TEST $ 
● pi@raspberrypi:~/Desktop/TSL2591_TEST $ cd TSL
● pi@raspberrypi:~/Desktop/TSL2591_TEST/TSL $ source bin/activate
● (TSL) pi@raspberrypi:~/Desktop/TSL2591_TEST/TSL $ which python
/home/pi/Desktop/TSL2591_TEST/TSL/bin/python
○ (TSL) pi@raspberrypi:~/Desktop/TSL2591_TEST/TSL $
```

6. Mittels PIP in der VM das Modul „*adafruit-circuitpython-tsl2591*“ herunterladen. Funktionierte nicht, da wir nicht im internet waren. Wir benutzten *htl_wifi connect*. Dadurch kamen wir wieder ins Internet, und konnten die Library hinzufügen. Es ging mit dem Befehl: `pip install adafruit-circuitpython-tsl2591`

```
Running setup.py install for rpi-ws281x ... done
Successfully installed Adafruit-Blinka-8.50.0 Adafruit-Circuitpython-ConnectionManager-3.1.2 Adafruit-PlatformDetect-3.75.0 Adafruit-PureIO-1.1.11 RPi.GPIO-0.7.1 adafruit-circuitpython-busdevice-5.2.10 adafruit-circuitpython-requests-4.1.8 adafruit-circuitpython-tsl2591-1.3.13 adafruit-circuitpython-typing-1.11.1 binho-host-adapter-0.1.6 pyftdi-0.55.4 pyserial-3.5 pyusb-1.2.1 rpi-ws281x-5.0.0 sysv-ipc-1.1.0 typing-extensions-4.12.2
(TSL) pi@raspberrypi:~/Desktop/TS2591_TEST/TS2 $
```

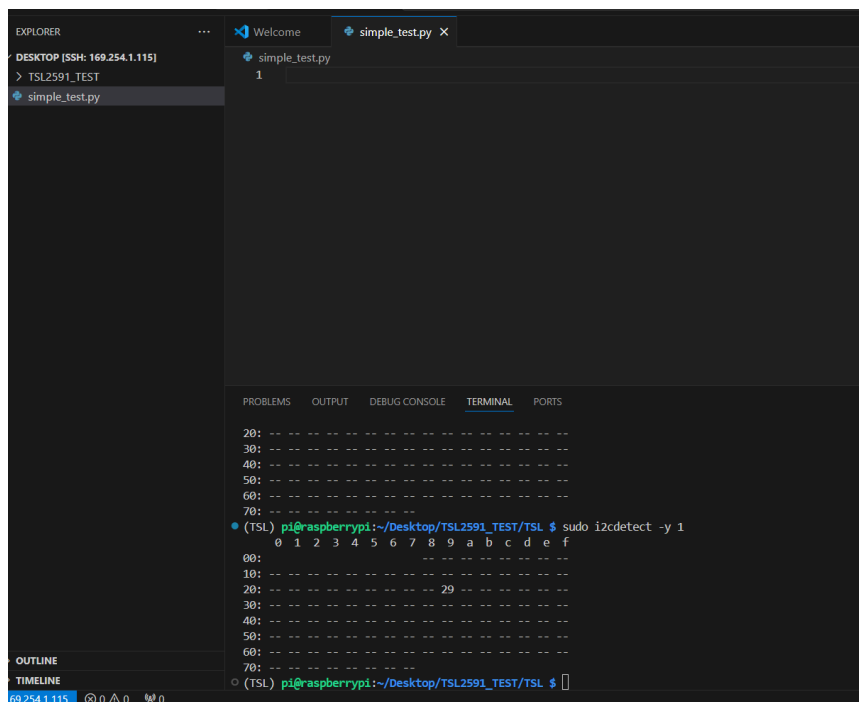
7. Einen Reboot durchführen auf dem RaspberryPi mit dem Befehl `sudo rapsi-config` und dann `sudo reboot`. Wir fanden es unter Interface → I²C. K

8. Überprüfen, ob I²C aktiv ist, und der TSL erkannt wird.

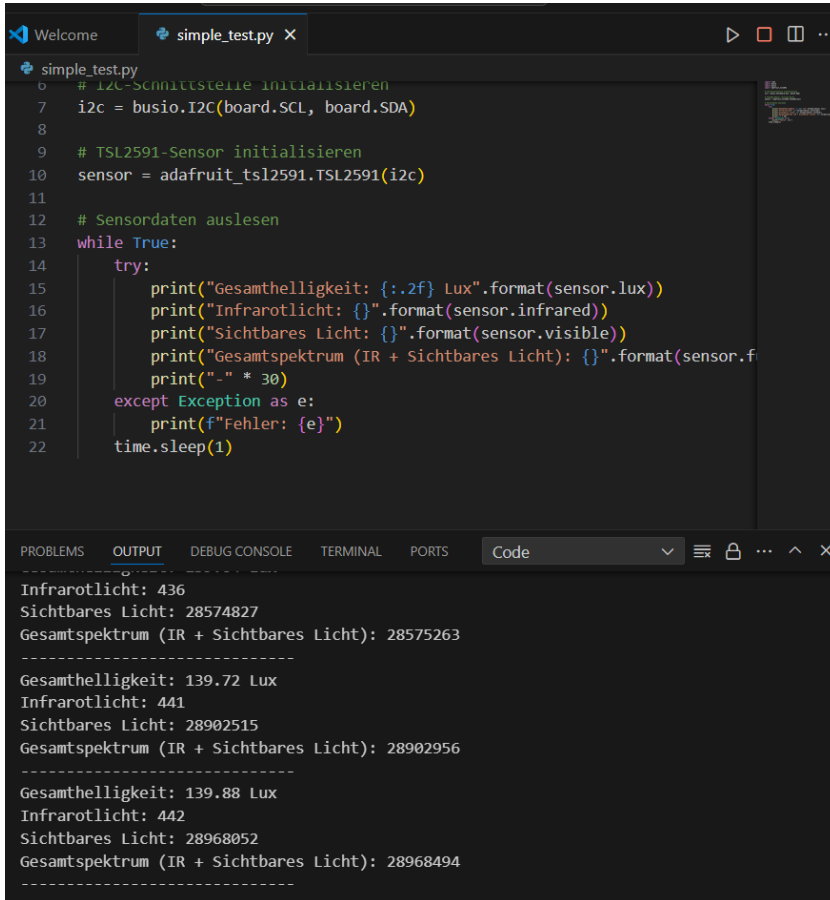
```
(TSL) pi@raspberrypi:~/Desktop/TS2591_TEST/TS2 $ sudo i2cdetect -y 1
    0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  --  29  --  --  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
50:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
(TSL) pi@raspberrypi:~/Desktop/TS2591_TEST/TS2 $
```

9. Man kann 105 Dateien speichern

10. Erstelle eine `simple_text.py` datei



11.



```
simple_test.py
# I2C-Schnittstelle initialisieren
7 i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
8
9 # TSL2591-Sensor initialisieren
10 sensor = adafruit_tsl2591.TSL2591(i2c)
11
12 # Sensordaten auslesen
13 while True:
14     try:
15         print("Gesamthelligkeit: {:.2f} Lux".format(sensor.lux))
16         print("Infrarotlicht: {}".format(sensor.infrared))
17         print("Sichtbares Licht: {}".format(sensor.visible))
18         print("Gesamtspektrum (IR + Sichtbares Licht): {}".format(sensor.full_spectrum))
19         print("-" * 30)
20     except Exception as e:
21         print(f"Fehler: {e}")
22     time.sleep(1)
```

OUTPUT

```
Infrarotlicht: 436
Sichtbares Licht: 28574827
Gesamtspektrum (IR + Sichtbares Licht): 28575263
-----
Gesamthelligkeit: 139.72 Lux
Infrarotlicht: 441
Sichtbares Licht: 28902515
Gesamtspektrum (IR + Sichtbares Licht): 28902956
-----
Gesamthelligkeit: 139.88 Lux
Infrarotlicht: 442
Sichtbares Licht: 28968052
Gesamtspektrum (IR + Sichtbares Licht): 28968494
-----
```

- 12. Oben
- 13. Oben
- 14. Oben
- 15. Oben

```

1  import time
2  import csv
3  import board
4  import busio
5  import adafruit_tsl2591
6
7  # I2C-Schnittstelle initialisieren
8  i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
9
10 # TSL2591-Sensor initialisieren
11 sensor = adafruit_tsl2591.TSL2591(i2c)
12
13 # CSV-Datei erstellen oder Öffnen
14 csv_filename = "tsl2591_data.csv"
15 with open(csv_filename, "w", newline="") as csvfile:
16     writer = csv.writer(csvfile)
17
18     # Spaltenüberschriften hinzufügen
19     writer.writerow(["Timestamp", "Gesamthelligkeit (Lux)", "Infrarotlicht", "Sichtbares Licht", "Gesamtspektrum"])
20     print(f"CSV-Datei '{csv_filename}' wurde erstellt.")
21
22 while True:
23     try:
24         # Sensordaten auslesen
25         lux = sensor.lux
26         infrared = sensor.infrared
27         visible = sensor.visible
28         full_spectrum = sensor.full_spectrum
29
30         # Werte validieren (z. B. Lux darf nicht None sein)
31         if lux is not None and 0 <= lux <= 100000:
32             timestamp = time.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
33
34             # Formatierten Eintrag erstellen
35             formatted_entry = [
36                 f"Zeit: {timestamp}",
37                 f"Gesamthelligkeit: {lux:.2f} Lux",
38                 f"Infrarotlicht: {infrared}",
39                 f"Sichtbares Licht: {visible}",
40                 f"Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): {full_spectrum}"
41             ]
42
43             # Werte in die CSV-Datei schreiben
44             writer.writerow(formatted_entry)
45             csvfile.flush() # Puffer leeren und Daten sofort schreiben
46             print(f"Gespeichert: {formatted_entry}")
47         else:
48             print("Ungültige Werte, Eintrag übersprungen.")
49
50     except Exception as e:
51         print(f"Fehler: {e}")
52
53     # 1 Sekunde warten, bevor der nächste Eintrag gemacht wird
54     time.sleep(1)

```

```

1  tsl2591_data.csv > data
2  Timestamp,Gesamthelligkeit (Lux),Infrarotlicht,Sichtbares Licht,Gesamtspektrum
3  Zeit: 2024-11-15 13:07:47,Gesamthelligkeit: 179.53 Lux,Infrarotlicht: 589,Sichtbares Licht: 38602181,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38602770
4  Zeit: 2024-11-15 13:07:48,Gesamthelligkeit: 179.13 Lux,Infrarotlicht: 585,Sichtbares Licht: 38340032,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38340617
5  Zeit: 2024-11-15 13:07:49,Gesamthelligkeit: 179.07 Lux,Infrarotlicht: 584,Sichtbares Licht: 38274495,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38275079
6  Zeit: 2024-11-15 13:07:50,Gesamthelligkeit: 178.74 Lux,Infrarotlicht: 584,Sichtbares Licht: 38274493,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38275077
7  Zeit: 2024-11-15 13:07:51,Gesamthelligkeit: 178.58 Lux,Infrarotlicht: 584,Sichtbares Licht: 38274492,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38275076
8  Zeit: 2024-11-15 13:07:52,Gesamthelligkeit: 178.38 Lux,Infrarotlicht: 582,Sichtbares Licht: 38143417,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38143999
9  Zeit: 2024-11-15 13:07:53,Gesamthelligkeit: 178.40 Lux,Infrarotlicht: 581,Sichtbares Licht: 38077881,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38078462
10 Zeit: 2024-11-15 13:07:54,Gesamthelligkeit: 177.75 Lux,Infrarotlicht: 581,Sichtbares Licht: 38077877,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38078458
11 Zeit: 2024-11-15 13:07:55,Gesamthelligkeit: 177.75 Lux,Infrarotlicht: 581,Sichtbares Licht: 38077877,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38078458
12 Zeit: 2024-11-15 13:07:56,Gesamthelligkeit: 177.75 Lux,Infrarotlicht: 581,Sichtbares Licht: 38077877,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38078458
13 Zeit: 2024-11-15 13:07:57,Gesamthelligkeit: 177.59 Lux,Infrarotlicht: 581,Sichtbares Licht: 38077876,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38078457
14 Zeit: 2024-11-15 13:08:00,Gesamthelligkeit: 177.59 Lux,Infrarotlicht: 581,Sichtbares Licht: 38077875,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38078456
15 Zeit: 2024-11-15 13:08:01,Gesamthelligkeit: 177.37 Lux,Infrarotlicht: 580,Sichtbares Licht: 38012338,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 38012918
16 Zeit: 2024-11-15 13:08:02,Gesamthelligkeit: 176.43 Lux,Infrarotlicht: 578,Sichtbares Licht: 37881259,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 37881837
17 Zeit: 2024-11-15 13:08:03,Gesamthelligkeit: 176.27 Lux,Infrarotlicht: 578,Sichtbares Licht: 37881258,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 37881836
18 Zeit: 2024-11-15 13:08:04,Gesamthelligkeit: 176.16 Lux,Infrarotlicht: 579,Sichtbares Licht: 37946794,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 37947373
19 Zeit: 2024-11-15 13:08:05,Gesamthelligkeit: 176.43 Lux,Infrarotlicht: 578,Sichtbares Licht: 37881259,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 37881837
20 Zeit: 2024-11-15 13:08:06,Gesamthelligkeit: 176.49 Lux,Infrarotlicht: 579,Sichtbares Licht: 37946796,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 37947375
21 Zeit: 2024-11-15 13:08:07,Gesamthelligkeit: 176.27 Lux,Infrarotlicht: 578,Sichtbares Licht: 37881258,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 37881836
22 Zeit: 2024-11-15 13:08:08,Gesamthelligkeit: 176.00 Lux,Infrarotlicht: 579,Sichtbares Licht: 37946793,Gesamtspektrum (IR + sichtbares Licht): 37947372
23

```