

Messung eines Gamma-Spektrums

(siehe auch martinlehner.ch)

Annahme: Python 3 und die nötigen Programme für die Arduino-Ansteuerung sind bereits auf dem Raspberry installiert.

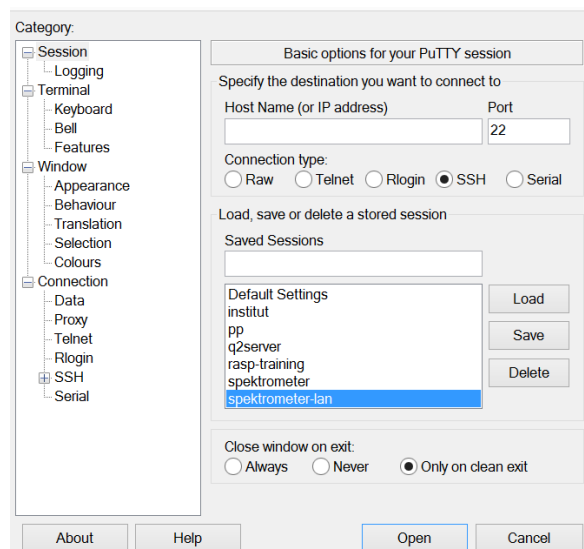
1) Verbindung mit dem Raspberry

In einem Terminalfenster (Bsp. Putty) wird die Verbindung zum Raspberry geöffnet.

```
login as: pi
pi@10.163.234.177's password:
```

Hier sind einige Meldungen weggelassen.

```
bashrc fertig
pi@raspberrypi:~ $
```



2) Messprogramm auf den Arduino kopieren

In der Datei .bashrc können u.a. Abkürzungen für die Compilierung und den Upload von Arduinoprogrammen abgelegt werden.

```
grep ardm .bashrc
alias ardm2="acompile messen2/ && aupload messen2/"
alias ardm3="acompile messen3/ && aupload messen3/"
```

Messung eines Spektrums
Koinzidenzmessungen

Mit dem Befehl ardm2 wird also das Programm messen2.ino im Ordner messen2 compiliert und auf den Arduino geladen.

```
pi@raspberrypi:~ $ ardm2
Sketch uses 10742 bytes (33%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 1538 bytes (75%) of dynamic memory, leaving 510 bytes for local
variables. Maximum is 2048 bytes.
Low memory available, stability problems may occur.
```

Auf dem Arduino stehen nur 2048 Byte für Variablen zur Verfügung. An den Analogeingängen wird mit 10 Bit Auflösung bis maximal 5 V gemessen, es können also 1024 Spannungswerte unterschieden werden. Von den 1538 verwendeten Byte entfallen 800 Byte auf den Vektor der Slot-Belegung, was einem Spannungsbereich von 0 V bis knapp 4 V entspricht. Dies reicht normalerweise für die Aufnahme eines Spektrums. Trotz der Warnung wurden nie Stabilitätsprobleme beobachtet. Möchte man bis zur maximal möglichen Spannung von 5 V messen, so bräuchte man weitere 200 Byte, was im Prinzip möglich wäre (Parameter kama erhöhen). Man könnte auch am unteren Ende abschneiden und also einen Puls der Höhe j im Slot (j-200) registrieren. Zu kleine Pulse sind sowieso meist uninteressant.

3) Messung eines Spektrums

Nun kann das Programm spektrum.py auf dem Raspberry gestartet werden:

```
pi@raspberrypi:~ $ python3 spektrum.py
Messung eines Gammaskpektrums, Kanalwahl
1 nur Messung A0, 2 Testanalyse A0, 3 nur Messung A1, 4 Testanalyse A1
Analyse-Parameter ? 3
Kontrolle: 3
Zeit1 0.919313907623291
Warten auf Arduino-Start 1
Warten auf Arduino-Start 2
```

Nach einigen Sekunden ist der Arduino bereit und es folgen noch einige Kommunikations-Tests. Dann wird die mittlere Abnahme der RC-Entladung bestimmt (Verhältnis V aus der zweiten und der dritten Analogmessung, Zeitdifferenz ca. $56 \mu\text{s}$).

```
Mittleres Verhaeltnis 1.25 Pulsgrenze 800
Verh.-Bereich 1.13 1.38
```

Der Verhältnissbereich wurde hier automatisch festgelegt (Mittelwert $\pm 10\%$), nur Messungen mit V in diesem Bereich werden akzeptiert. Trifft z.B. während der Messzeit ein zweiter Puls ein, so wird die Messung verworfen.

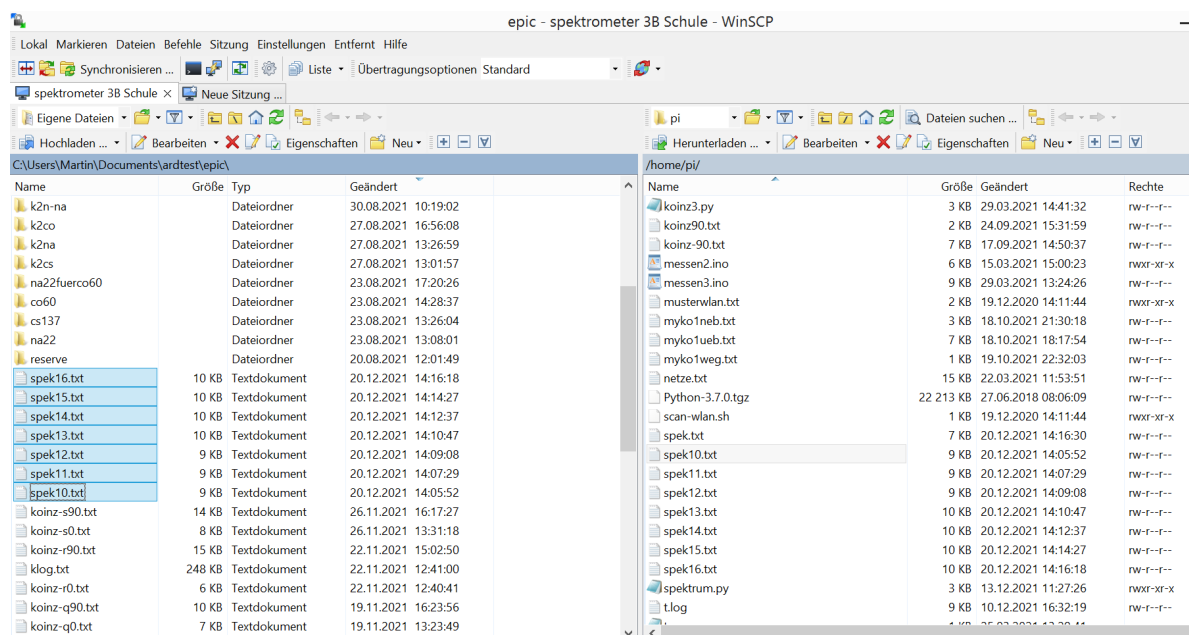
```
Spektrum 2000 Zeit 13456 ms
Max. Besetzung 30 in Slot 304
Zwischenresultate speichern
```

Nach z.B. 2000 Peaks (Parameter imo2) wird das aktuelle Spektrum zwischen gespeichert. Überschreitet die Population eines Slots erstmals z.B. 200 (Parameter imo1), wird die Datei endgültig geschlossen und eine neue Serie begonnen.

```
Spektrum 16000 Zeit 99244 ms
Max. Besetzung 210 in Slot 307
File spek10.txt
Spektrum Null gesetzt
```

4) Dateien vom Raspberry auf den Laptop kopieren

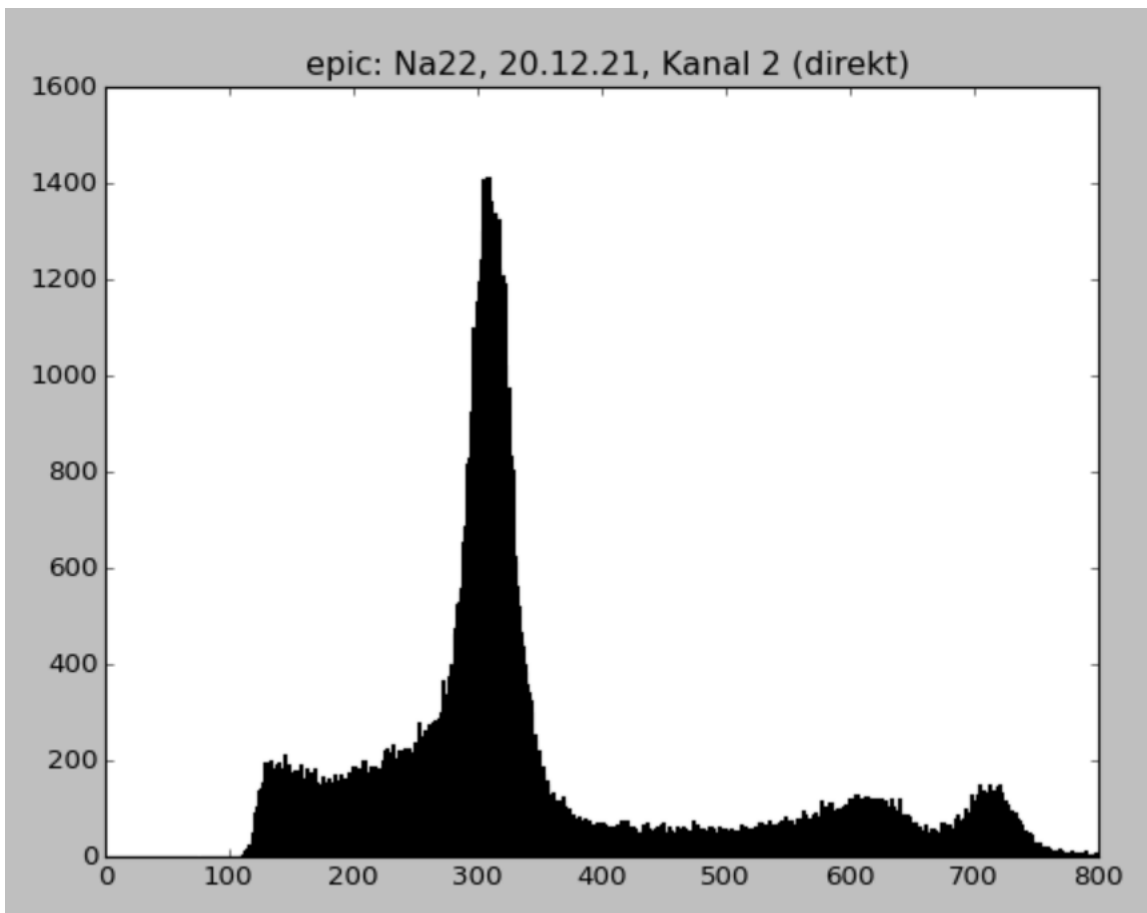
Sind genügend Daten gesammelt, können die Files (hier spek10.txt bis spek16.txt) vom Raspberry auf den steuernden Computer (Laptop) übertragen werden:



Auf dem Laptop schaut man sich mit Hilfe eines einfachen Analyseprogramms (z.B. in Python geschrieben) zuerst mal die Rohdaten an:

```
Hoechster belegter Slot 799, Anzahl 6
Maximum 1412 im Kanal 307
Totale Anzahl Pulse 118000
```

In diesem Beispiel wurden also knapp 200 Pulse pro Sekunde als Beitrag zum Spektrum akzeptiert. Falls der Energiebereich nicht wie gewünscht aussieht, so muss der Verstärkungsgrad (oder die Dämpfung) verstellt werden.



Hier wurde Na-22 als Quelle verwendet. Der Hauptpeak (ca. Slot 307) kommt von der Positron-Annihilation (511 keV), der kleinere Peak (ca. Slot 715) entspricht einer Gamma-Energie von 1275 keV. Wie man leicht nachrechnet, ist eine leichte Nichtlinearität zu beobachten. Typischerweise 'landen' die höchsten Pulse in einem etwas zu tiefen Slot.

Jeweils 'links' von den Peaks ist der 'Compton-Hügel' zu sehen. Die Comptonkante E_{CE}

berechnet sich nach

$$E_{CE} = E_{Peak} \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{2 E_{Peak}}{m_e c^2}} \right)$$

Je nach Genauigkeitsanspruch kann mit einer primitiven Einpunkt-Eichung in keV umgerechnet werden, oder man verwendet eine Zweipunkt-Eichung mit Korrektur der Nichtlinearität (siehe separate Anleitung in Eichung.pdf).