

# DESY-Myon-Detektor auf der Polarstern

---

Stand: 7.8.2017

## 1. Kurzbeschreibung

Gerätename: Myon-Detektor

Hersteller: Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY  
Platanenallee 6  
15738 Zeuthen

Aufgabe: Der Detektor misst kosmische Teilchen, im Wesentlichen Myonen. Die Anzahl gemessener kosmischer Teilchen auf Meeresebene ist abhängig von verschiedenen Bedingungen wie z.B. Luftdruck, Temperatur und dem Erdmagnetfeld. Das Magnetfeld lenkt die niederenergetischen Teilchen zu den Polen hin, sodass die Datenrate am Äquator am geringsten ist. Mit der Datennahme auf der Polarstern lässt sich die Empfindlichkeit des Detektors auf diesen Effekt ermitteln. Das ermöglicht zusammen mit dem Neutron-Monitor die Registrierung von Sonneneruptionen. Dabei beeinflusst ein stark erhöhter Teilchenfluss niederenergetischer Protonen und Elektronen (Sonnenwind) die Rate der kosmischen Teilchen.

Kontakt: [carolin.schwerdt@desy.de](mailto:carolin.schwerdt@desy.de)  
[michael.walter@desy.de](mailto:michael.walter@desy.de)

## 2. Komponenten

- 2 Szintillations-Zähler-Ebenen im Abstand von 50 cm
- Datennahme-Elektronik
- GPS-Antenne
- Voltcraft 12 V Spannungsversorgung
- Notebook znpnb232
- Ethernet-Switch
- USB-Ethernet Adapter

### 3. Inbetriebnahme

#### 3.1 Überprüfung der Anschlüsse an die 220V Versorgung:

- Stecker der folgenden Komponenten in die 220V Verteilerleiste
  - Voltcraft Spannungsversorgung
  - Notebook
  - Ethernet-Switch
- Stecker von Verteilerleiste in die 220V stabilisierte Schukodose
- 12V Spannungsversorgung anschalten
- Notebook anschalten

Die Funktionsweise der einzelnen Komponenten und ihre Verkabelung untereinander wird unter Punkt 4 beschrieben.

#### 3.2 Notebook:

- DELL Latitude E4300 (znpnb158)
- 500 GB Festplatte, 128 GB SD Karte
- User: **cosmo**  
Passwort: **Astro11\***
- Betriebssystem: Ubuntu 16.04
- Shell: zsh
- Zeiteinstellung: UTC

#### 3.3 Starten und Kontrolle der Datennahme-Software:

- Prüfen, ob die Voltcraft Spannungsversorgung fuer die Datennahme-Elektronik eingeschaltet ist.
- Notebook booten, (Ubuntu),

User: cosmo

PW: Astro11\*

Nach dem Booten werden alle Programme (auch auf dem ARM-Prozessor der Datennahme-Elektronik) automatisch gestartet.

### 3.4 Beenden der Datennahme-Software:

- Es muss der Prozess `./master-daq` beendet werden
- `top` im Terminal (Anzeige der Datennahme) eingeben.

Es erscheint ein Fenster mit allen Prozessen. Rechts unter Befehl nach `master-daq` suchen, in der Zeile steht links unter PID die Prozess-ID, z.B. 26262

Mit `q` kann man `top` verlassen

- z.B. `kill -9 26262` eingeben, der Prozess wird gestoppt.
- Wenn der Prozess in `top` nicht gefunden wird, dann `ps -ux` eingeben und dort suchen. Die PID steht in der 2. Spalte (nach `cosmo`). `kill -9` entsprechende PID.

## 4. Software

### 4.1 Directory `polar_stern`:

- Eingabe: `cd /home/cosmo/polar_stern`
- Die Dir. hat folgende Subdirs.:

all analysis data-proc data-raw data-send doc fpga\_files

- all: siehe oben, Start der Datennahme
- analysis: enthält Python- und Shell-Scripts, die nach Mitternacht UCT als cron-jobs gestartet werden:

`ps-mu_trigger-per-h.py`: liest und bearbeitet das `*_Proc.Dat` File vom Vortag und schreibt das Output-File in die Dir. `data-send`

`tar-bz2_Dat.sh`: komprimiert die Datenfiles in `data-raw` und `data-proc`, kopiert die komprimierten und das Output-File vom Vortag in die entsprechenden Dir's der SD-Karte, löscht die unkomprimierten `*.Dat` und `*_Proc.Dat` Files vom Vortag.

`send_report.sh`: bereitet die email vor, die nach Mitternacht UTC das Ergebnis-Output-File vom Vortag an die im Script // eingetragenen Empfänger . Das Script ruft die beiden folgenden Python-Scripts auf:

`sendmail.py`: enthält die Adressen vom Mail-Server: 134.1.100.1 und vom Sender: `desydata@fs-polarstern.de`

- yesterday.py: bestimmt das Datum vom Vortag.
- data-raw: enthält die komprimierten und aktuellen \*.Dat Files
- data-proc: Die \*.Dat Files werden parallel zur Datennahme prozessiert und das Ergebnis z.B. im File Polar\_Stern\_20161031\_Proc.Dat abgespeichert. Die Größe des letzten,aktuellen Files erhöht sich bis 23:59:59 UTC. Es wird nach Mitternacht komprimiert (\*\_Proc.Dat.tar.bz2)
- data-send: Das \*\_Proc.Dat File vom Vortag wird von ps-mu\_trigger-per-h.py bearbeitet. Das Output-File, z.B. ps-mu\_20161030.txt, wird nach Mitternacht per email gesendet an [carolin.schwerdt@desy.de](mailto:carolin.schwerdt@desy.de) und [michael.walter@desy.de](mailto:michael.walter@desy.de).
- doc: enthält Dokumentations-Files
- fpga\_files: enthält Firmware

#### 4.2 Cron-Jobs:

- Eingabe: **crontab -e**
- Ausgabe: aktuelle cron-jobs

# m h dom mon dow command

20 0 \* \* \* python /home/cosmo/polar\_stern/analysis/ps-mu\_trigger-per-h.py

30 0 \* \* \* cd /home/cosmo/polar\_stern/analysis && ./send\_report.sh

40 0 \* \* \* cd /home/cosmo/polar\_stern/analysis && ./tar-bz2\_Dat.sh > compr.txt

Die Shell-Scripts, die von den Cron-Jobs nach Mitternacht UTC aufgerufen werden, senden die email, komprimieren die Datenfiles, löschen die unkomprimierten Datenfiles vom Vortag.

Die komprimierten Datenfiles und das per email versendete File werden zusätzlich auf die 128 GB SD Karte Muon-128 in die entsprechenden Directories gespeichert: data-raw, data-proc, data-send

## 5. Hardware Komponenten

5.1 Szintillations-Zähler-Ebenen (1 – oben, 2 - unten):

Jede Ebene enthält 4 Szintillations-Zähler-Platten (25x25x1.5 cm<sup>3</sup>).

In jeder Platte sind 8 Lichtleitfasern eingeklebt. Beim Durchgang eines Elementarteilchens durch die Platte wird Szintillationslicht erzeugt, von den Fasern zum Photomultiplier (PMT) transportiert und dort in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Zur Unterdrückung von elektronischem Rauschen werden die Fasern 1,3,5,7 vom PMT 1 und die Fasern 2,4,6,8 vom PMT 2 ausgelesen.

Es werden 4-Kanal Photomultiplier vom Typ Hamamatsu R5900U-00-M4 verwendet, sodass jede der 4 Szintillations-Zähler-Platten einem PMT-Kanal zugeordnet werden kann. Für die Ebenen 1 und 2 werden folgende Signaloutput-Nr. definiert:

- Ebene 1, Platte 1, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 1, Kanal 1, PMT 1 → 111  
Ebene 1, Platte 1, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 1, Kanal 1, PMT 2 → 112  
Ebene 1, Platte 2, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 1, Kanal 2, PMT 1 → 121  
Ebene 1, Platte 2, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 1, Kanal 2, PMT 2 → 122  
Ebene 1, Platte 3, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 1, Kanal 3, PMT 1 → 131  
Ebene 1, Platte 3, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 1, Kanal 3, PMT 2 → 132  
Ebene 1, Platte 4, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 1, Kanal 4, PMT 1 → 141  
Ebene 1, Platte 4, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 1, Kanal 4, PMT 2 → 142
- Ebene 2, Platte 1, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 2, Kanal 1, PMT 1 → 211  
Ebene 2, Platte 1, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 2, Kanal 1, PMT 2 → 212  
Ebene 2, Platte 2, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 2, Kanal 2, PMT 1 → 221  
Ebene 2, Platte 2, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 2, Kanal 2, PMT 2 → 222  
Ebene 2, Platte 3, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 2, Kanal 3, PMT 1 → 231  
Ebene 2, Platte 3, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 2, Kanal 3, PMT 2 → 232  
Ebene 2, Platte 4, Fasern 1,3,5,7 → Ebene 2, Kanal 4, PMT 1 → 241  
Ebene 2, Platte 4, Fasern 2,4,6,8 → Ebene 2, Kanal 4, PMT 2 → 242

Die Signale der 8 Kanäle jeder Ebene werden mit Lemo-Kabeln zur Datennahme-Elektronik-Box übertragen.

Die Spannungsversorgung der PMT's erfolgt über die dicken schwarzen Kabel. Diese dienen auch der Kommunikation zwischen Elektronik- und Szintillationszähler-Box.

## 5.2 Spannungsversorgung: Voltcraft Labornetzgerät FPS-1134

- Input: 220 V, Output: 12 V/DC,
- Stromanzeige bei Datennahme: 0.7 A

## 5.3 Datennahme-Elektronik:

Das TAXI-Board wurde für die schnelle und effektive Datennahme von Detektoren entwickelt, die kosmische Teilchen registrieren.

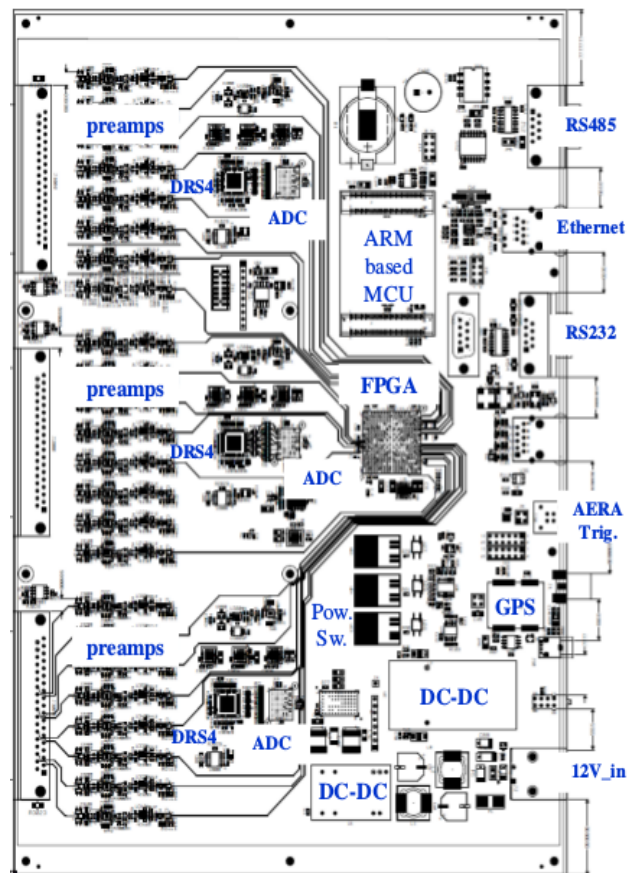
Für die Registrierung von Myonen werden verschiedene Koinzidenzbedingungen gestellt:

- ein Signal wird nur dann akzeptiert, wenn es in von beiden PMT's registriert wird, z.B. 111 & 112 für den Durchgang eines Myons in Platte 1 der oberen Detektorebene 1
- ein Signal wird nur dann akzeptiert, wenn in jeder Ebene jeweils nur 1 Platte von einem Teilchen durchdrungen wird
- das Zeitfenster für die Koinzidenzbedingungen beträgt etwa 20 nsec

Schematische Darstellung:

Signaleingänge (LEMO Buchsen)

Ebene1	142
	141
	132
	131
	122
	121
	112
	111
Ebene 2	242
	241
	232
	231
	222
	221
	212
	211



#### 5.4 GPS-Antenne:

Die GPS-Antenne ist auf der Backbordseite aussen über der Tür montiert. Die größere Antenne ist die vom Myon-Detektor, die kleinere vom Neutron-Monitor.

In der Röhre (Übergang innen/aussen) ist das schwarze Antennenkabel mit dem 25m langen, blauen Kabel verbunden, dass zur GPS-Eingangsbuchse der Datennahme-Box führt.

#### 5.5 Notebook znpnb158

- siehe 2.2.
- Einstellung der NetworkConnections (→ Klick auf **Wireless Symbol** oben rechts, → Klick auf **Edit Connections**, → Klick auf **Wired Connection 2**, → Klick auf **Edit**:

IP-Adresse: 192.168.3.90

Netzmaske: 255.255.255.0

Gateway: 192.168.3.254

DNS: 192.168.20.8

Search-Domains: fs-polarstern.de

#### 5.6 Ethernet-Switch

Zur Kommunikation des Notebooks mit der Datennahme-Box

#### 5.7 USB-Ethernet Adapter

Zur Kommunikation des Notebooks mit dem Bord-Ethernet

### 6. Ersatzteile

- 1 12-V-Steckernetzteil
- 2 Lemokabel
- 1 DELL Notebook Netzteil
- 1 32 GB Speicherstick

## 7. Schematische Darstellung Myon-Detektor

