

Analyse der IBHS Dateien

Mariusz Sapinski, LOAO

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

Operateursschulung 2016

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einführung
 - Beschleunigerdaten
 - IBHS Dateien
- 2 pyGADA framework
 - Beschreibung
 - Struktur
 - Beispielscript
- 3 Some results
 - 238U-UL-SU-TKU beam
 - Andere Strahlen
- 4 Schlussfolgerungen
- 5 Anhang

Einführung

- ① Analyse der Beschleunigerdaten = **besseres Verständnis der Maschine.**
- ② CERN zentrales Logging-Projekt: LEP von 1992 (3 Jahre nach Inbetriebnahme), LHC von 2004.
- ③ 2013 wurden am CERN 50 TB Daten von ca. 1 Million Signalen gespeichert
- ④ Diamond Light Source, UK: 100,000 Signalen.
- ⑤ z.B.: Trafo-Ströme werden alle 1 s – 10 min weggeschrieben
- ⑥ Wir reden hier aber nur über IBHS File-Analyse
- ⑦ Ursprüngliche Idee von W.Kaufmann 'Warum sind manche IBHS-Saves besser als andere'
- ⑧ Bislang gibt es noch keine Antwort auf diese Frage.

IBHS Dateien

- Enthält Informationen über: Ionensorte, Feldstärke, HF-Amplitude, Phasen und Strahlstrme (insgesamt über 570 Zeilen)
- Wird manuell von den Operateuren (also **euch**) gespeichert

HS-197AU-140419-2025-UR-SU-UZ6.DAT - /home/sapinski/PHYS/bbe/pyGADA/tru

File Edit Search Preferences Shell Macro Windows											
Kommentar: Strahl auf Diamant ohne Folie											
BetriebsMode: Beam											
Abschwächung: Abschwächung durch GUH2Q014											
Gerät	Prop.	SaveWert	Strom v.	IMax	NormKons	U_	197AU	140419-2025		A4	3.6 MeV/u
!GUR3QQ01	VOLTS	2.349			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR3QQ01	FIELDS	0.12748E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR3QQ02	VOLTS	3.269			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR3QQ02	FIELDS	-0.17735E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR3QQ03	VOLTS	4.091			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR3QQ03	FIELDS	0.22171E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR3QQ04	VOLTS	3.074			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR3QQ04	FIELDS	-0.16679E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR4QT11	VOLTS	1.370			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR4QT11	FIELDS	0.21667E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR4QT12	VOLTS	2.348			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR4QT12	FIELDS	-0.36979E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR4QT13	VOLTS	0.897			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR4QT13	FIELDS	0.14241E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR4MS1H	VOLTS	0.029			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR4MS1H	FIELDS	0.95931E-04	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR4MS1V	VOLTS	-1.524			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR4MS1V	FIELDS	-0.50414E-02	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR4DT5	[mA]	0.04025									
!GUR5MS2H	VOLTS	0.005			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR5MS2H	FIELDS	0.16540E-04	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR5MS2V	VOLTS	1.765			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR5MS2V	FIELDS	0.58386E-02	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR5QD21	VOLTS	1.613			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
#GUR5QD21	FIELDS	0.25479E+01	0.00000*IMax		0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u
!GUR5QD22	VOLTS	1.281			0.00000	UR	197AU	8 140419-2025	66547	A4	3.6 MeV/u

IBHS files statistics

- Es gibt ca. 260 Arten von Dateien (virtuelle Beschleuniger) vom Dez. 2000 - Nov. 2015.
- Insgesamt: ca. 3700 Files

1	238U _UL-SU-TKU	227	2008-02-14 21:26:00	2014-10-27 17:43:00
2	238U _UL-SU-TKG	201	2008-02-21 19:53:00	2014-11-04 17:45:00
3	_50TI-UR-SU-UX8	201	2011-04-18 14:04:00	2012-06-18 00:52:00
4	197AU-UR-SU-UX0	158	2008-04-25 21:32:00	2015-09-23 16:28:00
5	197AU-UR-SU-UM3	144	2009-02-16 20:50:00	2015-09-18 12:52:00
6	_40AR-UL-SU-UY7	143	2008-12-09 16:19:00	2010-01-31 18:43:00
7	197AU-UR-SU-UM1	89	2010-02-14 13:55:00	2015-09-24 06:14:00
8	_40AR-UL-SU-US3	89	2004-04-27 17:10:00	2011-07-14 04:44:00
9	_48CA-UN-UN-UX8	74	2014-09-29 13:37:00	2015-10-08 15:07:00
10	_48CA-UN-UN-UY7	71	2014-09-29 11:10:00	2015-10-08 14:51:00
11	_6D3-UL-SU-TKG	69	2014-06-23 17:31:00	2014-06-30 08:20:00
12	_28N2-UL-SU-TKU	69	2011-04-30 08:30:00	2014-09-16 08:27:00
13	_28N2-UL-SU-TKG	67	2014-10-13 22:16:00	2014-10-13 22:16:00
14	_40AR-UL-SU-TKU	52	2008-02-01 20:04:00	2011-05-30 05:58:00
15	238U _UL-SU-US3	50	2002-08-06 10:52:00	2014-11-04 18:52:00
16	_40AR-UR-SU-UY7	46	2007-06-27 09:01:00	2015-07-25 00:13:00
17	_40AR-UN-UN-UCW	45	2012-09-10 14:47:00	2015-08-06 07:06:00
18	197AU-UL-SU-TKU	44	2012-04-03 23:51:00	2012-05-07 13:58:00
19	_40AR-UR-SU-UX8	43	2006-11-02 13:31:00	2015-07-15 09:26:00
20	86KR-UL-SU-TKU	40	2010-03-24 12:31:00	2014-04-02 15:02:00

statistical analysis significant
from about 30 files

Save IBHS files
regularly to
increase
statistics!

Die interessantesten Strahlen

Die interessantesten Dateien für eine Analyse (vor 2016) - vielleicht können wir schon etwas für dieses Jahr lernen (Vorschlag von D.Severin).

- ^{238}U – UL – SU – TKU - $E_{\text{beam}} = 11.4 \text{ MeV/u}$ (2014), 46 files
- ^{238}U – UL – SU – TKG ...
- ^{197}Au – UR – SU – UX0 ...
- ^{197}Au – UR – SU – UM3 ...
- ^{197}Au – UR – SU – UM1
- ^{48}Ca – UN – UN – UX8 ...
- ^{48}Ca – UN – UN – UY7
- ^{238}U – UL – SU – UM3
- ^{12}C – UN – UN – TKU
- ^{15}CH – UL – SU – UM3

python **GSI** Accelerator Data Analysis

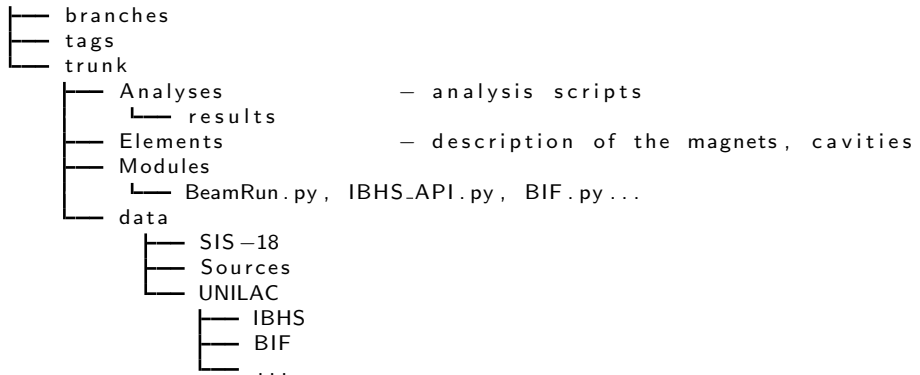
pyGADA - Ein python basiertes Framework für generelle Datenanalyse

- Enthält im Moment ein Modul für IBHS-Files (inspiriert von P.Gerhards Script) und BIF-Profilanalysen
- Es befindet sich im BBE SVN-Repository - jeder kann es verwenden.
- Wer möchte daran mitarbeiten?

Weitere Entwicklung (einige Ideen):

- Mehr Daten (mehr Trafos, SIS IPM, Tune)
- Fortgeschrittene Analysemethoden (z.B.: Kategorisierungsalgorithmus)
- Ich brauche **EUER** Wissen über die Maschine

Aktuelle Struktur

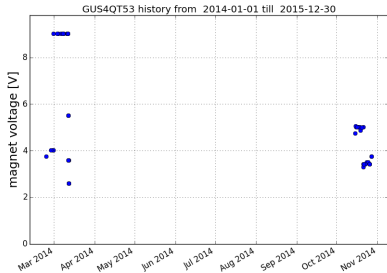


Beispielscript

```
# ana_example1.py
import sys
sys.path.append("Modules/") # path to analysis modules
from BeamRun import *      # main class

# declare the beam run (IBHS name patter and dates):
b=BeamRun("data/UNILAC/IBHS/HS-238U-*UL-SU-TKU.DAT", "2014-1-1", datet
b.addBeamlineSegment("GUL_2015", "GUH_2015", "GUS_2015",
"GUA_2015", "GUE_2015", "GUT_2015")
# IBHS data reading:
b.readIBHS()
# test integrity of IBHS files wrt Beamline Segments:
b.integrityIBHS_MAG()
# selection: keep only main magnets (QS, QD, QT and QQ)
b.ibhs.retainMainMagnets() # optional
# can be:
#b.ibhs.retainSteeringMagnets()
#b.ibhs.retainMagnets(["GUS4QT53", "GUA4QT11"])
```

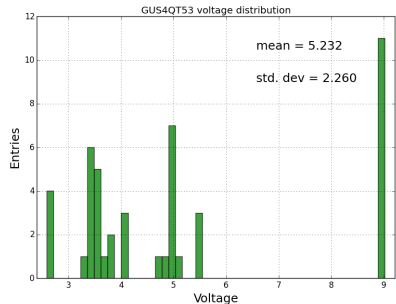
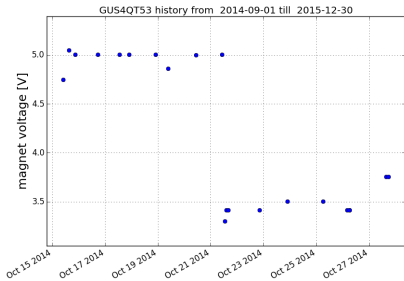
```
b.ibhs.plotVoltHist(" GUS4QT53")
```



238U-UL-SU-TKU Strahl Einstellungsvariation

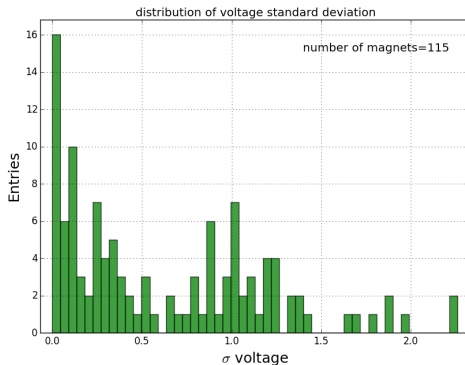
Plot: Spannung eines speziellen Magnets (historische Verteilung):

```
b.ibhs.plotVoltHist(" GUS4QT53",start_date=datetime(2014,9,1))  
b.ibhs.plotVoltDist(" GUS4QT53" )
```



238U-UL-SU-TKU Strahl - Einstellungsvariation

`b.ibhs.plotVoltStdDist(stdThr=1.0)`



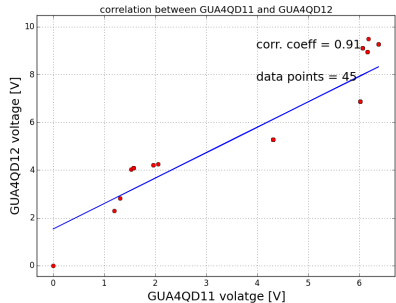
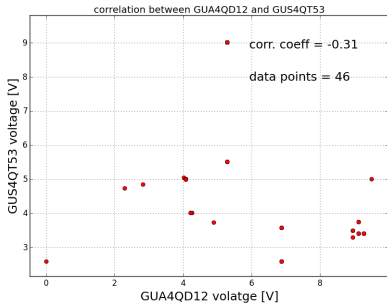
Magnet	σ
GUA4QD12	2.2
GUA4QD11	2.0
GUS4QT51	1.9
GUS4QT53	2.3
GUA1QS1Z	1.9
GUA2QS3Z	1.8
GUA2QS4Z	1.7

238U-UL-SU-TKU Strahl - Korrelation zwischen Magneten

```
b.ibhs.plotMagnetsCorr("GUA4QD12","GUS4QT53")
```

another, more pronounced correlation:

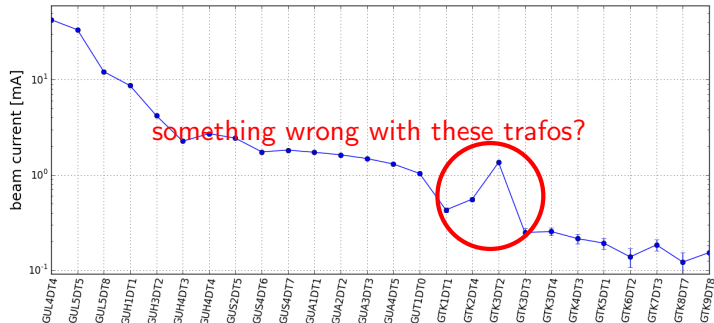
```
b.ibhs.plotMagnetsCorr("GUA4QD12","GUA4QD11",fit=True)
```



238U-UL-SU-TKU Strahl - Strahlstrom

Trafodaten werden in IBHS-Files nur für einen einzelnen Schuss abgespeichert. Das ist nicht repräsentativ für die Qualität der Einstellung. In Zukunft brauchen wir bessere Daten. Strahlstrom:

`b.ibhs.plotBcurLoss()`

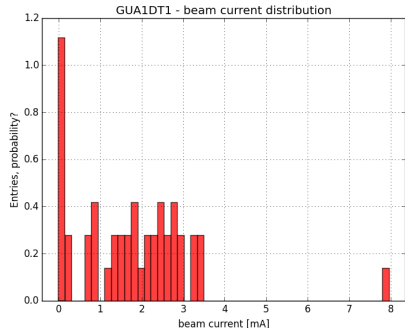
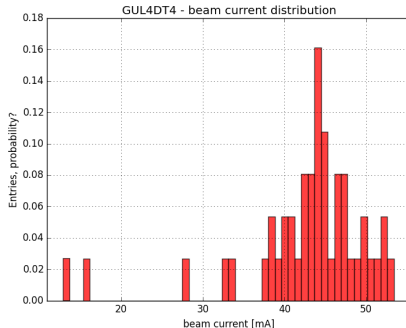


Use two trafos to define global transmission: GUL4DT4 and GUA1DT1:

`b.ibhs.defineTrss("GUL4DT4", "GUA1DT1")`

238U-UL-SU-TKU Strahl - Trafo Datenqualitt

```
b.ibhs.plotBcurDist("GUL4DT4")  
b.ibhs.plotBcurDist("GUA1DT1")
```

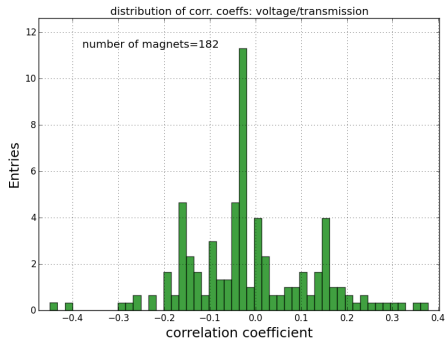


Hohe Streuung der Daten. GUADT1: oft sehr kleine Werte, Einzelschuss-Transmissionsdaten sind nicht sehr gut. Spätere Trafos sind noch schlechter.

238U-UL-SU-TKU Korrelationen

Korrelationen zwischen Magneteinstellung und Transmission.

`b.ibhs.plotVoltTrssCorrDist(corrThr=0.3)`



Magnet	r
GUH2QQ14	0.377
GUH4MS6V	0.313
GUA4QD11	-0.411
GUA4QD12	-0.450
GTK5MO1	0.350

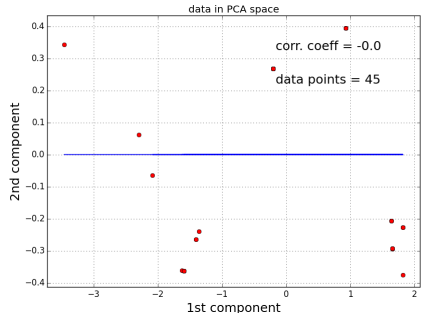
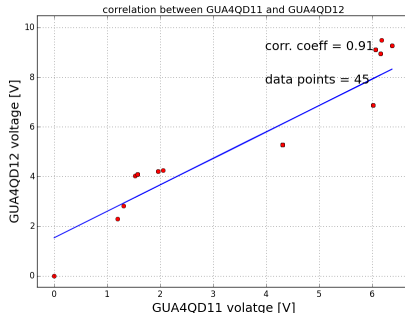
Die Korrelationen eines einzelnen Elementes sind schwach. Das ist nicht überraschend - das ist der Grund, warum **Operator ein herausfordernder Job ist!**

Why peak at $r=-0.04$?

Principal Component Analysis

PCA ist eine lineare Transformation welche ein Set aus möglicherweise korrelierten Daten in ein Set aus nicht korrelierten Daten konvertiert .

$PCA1 = A \cdot GUA4QD11 + B \cdot GUA4QD12$ -beschreibt einen **Trend in den Daten**.



found recently: C. Bloomer, G. Rehm, *Using Principal Component Analysis to Find Correlations and Patterns at Diamond Light Source*, IPAC2014, THPME188 (again: some GBbytes of data analysed!)

238U-UL-SU-TKU beam - PCA

```
# select magnets with high variation of settings:
b.ibhs.retainVaryingMagnets(1.)
b.ibhs.makeMAGrunTsData() # additional operation
b.ibhs.runRootPCA()
```

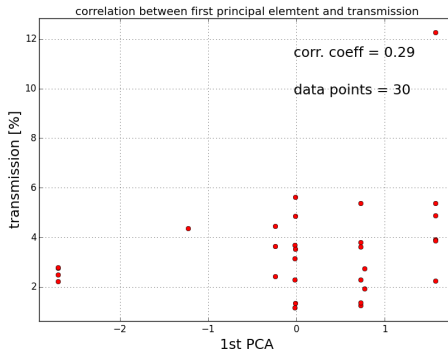
keeping 13
out of 115
magnets:

Magnet	1st comp. contribution
GUH2QQ14	0.015
GUS4QT51	0.081
GUS4QT53	-0.085
GUA1QS1Z	0.169
GUA1QS2Z	0.242
GUA2QS3Z	0.174
GUA2QS4Z	0.192
GUA2QS5Z	0.227
GUA3QS6Z	0.220
GUA3QS7Z	0.228
GUA4QS9Z	0.238
GUA4QD11	0.131
GUA4QD12	0.123

238U-UL-SU-TKU beam - PCA

Korrelation der ersten PCA zur Transmission

`b.ibhs.plot1PCADist()`

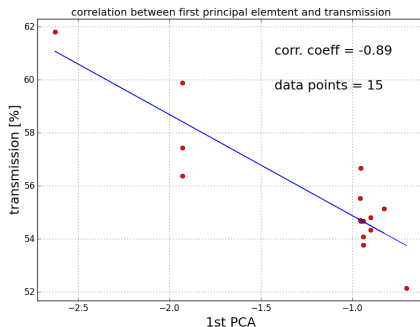
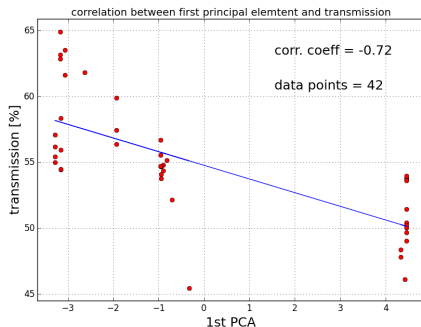


Keine Korrelation! aber was ist mit anderen Strahlen?

48Ca-UN-UN-UX8 beam - PCA

Korrelation der ersten PCA zur Transmission

```
b.ibhs.retainVaryingMagnets(1.0)  
b.ibhs.plot1PCADist(fitline=True)  
b.ibhs.plot1PCADist(pcarange=(-3.,-0.5),fitline=True) # zoom
```

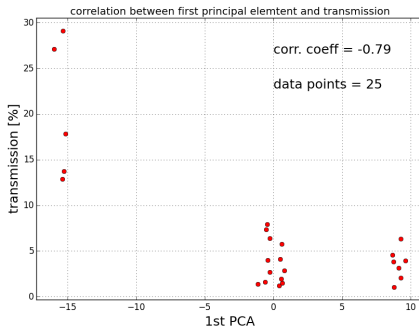


Starke Korrelation! Basiert auf der PCA von 13 Magneten. Daraus könnte ein Einstellungsvorschlag folgen.

197Au-UR-SU-UM3 at 4.7 MeV/u - PCA

Korrelation der ersten PCA zur Transmission

`b.ibhs.plot1PCADist()`



Potential algorithm:

$$V_{\text{mag1}} = a_1 * x$$

$$V_{\text{mag2}} = a_2 * x$$

$$V_{\text{mag3}} = a_3 * x$$

...

and optimal x :

$$x = x_1 \dots x_2$$

Wieder eine starke Korrelation!

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

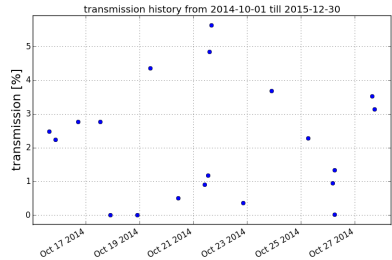
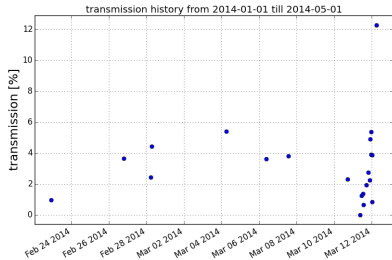
- 1 Analyse der Beschleunigerdaten verbessert SAT-Zeit, Einstellzeit und Transmission
- 2 Lasst uns 2016 eine grosse Menge Datensammeln und analysieren: BIF, Trafos, SIS-Tune, IPM, Orbit etc
- 3 (für FAIR ist ein spezielles Archivierungssystem geplant, welches aber 2016 noch nicht einsatzbereit sein wird)
- 4 Wir versuchen 2016 Strahlen unter Anwendung der Ergebnisse der Analyse einzustellen
- 5 Es gibt viel zu tun. Wer würde helfen? Technologien: Linux und Python

Special thanks to: Wolfgang, Stephan, Petra, Peter.

Danke für die Aufmerksamkeit!

238U-UL-SU-TKU beam - transmission evolution

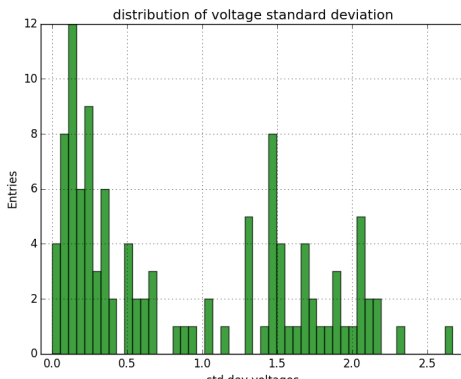
```
b.ibhs.plotTrssHist(end_date=datetime(2014,5,1))  
b.ibhs.plotTrssHist(start_date=datetime(2014,10,1))
```



Appendix 1: results 238U UL SU TKG

- xx files from Feb 2008 till October 27th, 2014.
- energy 11.4 MeVn - energy analysis!
- used only 2014 data (62 files).

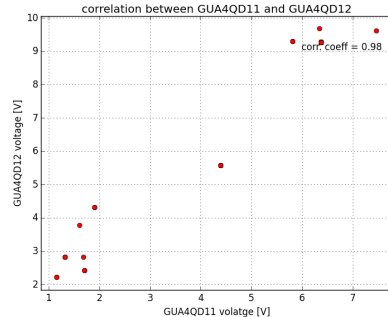
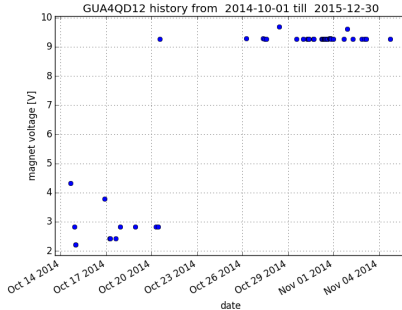
b. `ibhs.plotVoltStdDist(printThreshold=2.0)`



Magnet	σ
GUS4QT53	2.1
GUA1QS01	2.1
GUA1QS05	2.1
GUA1QS09	2.0
GUA1QS13	2.0
GUA1QS1Z	2.2
GUA2QS3Z	2.1
GUA4QD12	2.7
GTK5QD41	2.3
GTK5QT51	2.2
GTK5QT52	2.1

Appendix 1: results 238U UL SU TKG

History and correlations.



Appendix 1: results 238U UL SU TKG

