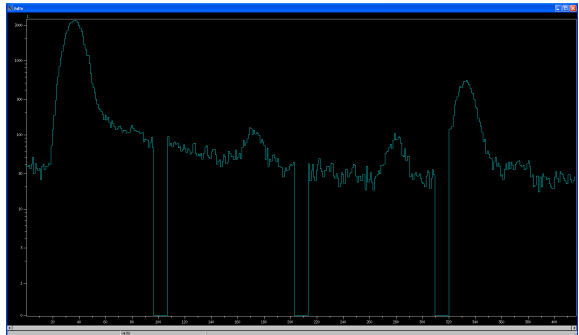


Weiterentwicklung der Online-Datenanalyse sowie der Ladungs- und Stromauslese am LINTOTT-Spektrometer

Sergej Bassauer



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB 634

- ▶ Alte Auslese

- ▶ Alte Auslese
- ▶ Anforderungen und Konzept



- ▶ Alte Auslese
- ▶ Anforderungen und Konzept
- ▶ LINTOTT-Spektrometer

- ▶ Alte Auslese
- ▶ Anforderungen und Konzept
- ▶ LINTOTT-Spektrometer
- ▶ Stromauslese

- ▶ Alte Auslese
- ▶ Anforderungen und Konzept
- ▶ LINTOTT-Spektrometer
- ▶ Stromauslese
- ▶ HDTV-Programm und erweiterte Befehle

- ▶ Alte Auslese
- ▶ Anforderungen und Konzept
- ▶ LINTOTT-Spektrometer
- ▶ Stromauslese
- ▶ HDTV-Programm und erweiterte Befehle
- ▶ Erster Testlauf



- ▶ Alte Auslese
- ▶ Anforderungen und Konzept
- ▶ LINTOTT-Spektrometer
- ▶ Stromauslese
- ▶ HDTV-Programm und erweiterte Befehle
- ▶ Erster Testlauf
- ▶ Zusammenfassung und Ausblick



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



-
- ▶ ~~Spektrum lediglich als Bild im Browser darstellbar~~

Anforderungen

- ▶ Einfache und sofortige Anzeige des Spektrums



- ▶ Einfache und sofortige Anzeige des Spektrums
- ▶ Möglichkeit zur Änderung der Darstellungsart

- ▶ Einfache und sofortige Anzeige des Spektrums
- ▶ Möglichkeit zur Änderung der Darstellungsart
- ▶ Diverse Manipulationsmöglichkeiten



- ▶ Einfache und sofortige Anzeige des Spektrums
- ▶ Möglichkeit zur Änderung der Darstellungsart
- ▶ Diverse Manipulationsmöglichkeiten
- ▶ Möglichkeit zum Abspeichern und Ausdrucken des Spektrums

- ▶ Einfache und sofortige Anzeige des Spektrums
- ▶ Möglichkeit zur Änderung der Darstellungsart
- ▶ Diverse Manipulationsmöglichkeiten
- ▶ Möglichkeit zum Abspeichern und Ausdrucken des Spektrums
- ▶ Modernisierung der Stromauslese

- ▶ Einfache und sofortige Anzeige des Spektrums
- ▶ Möglichkeit zur Änderung der Darstellungsart
- ▶ Diverse Manipulationsmöglichkeiten
- ▶ Möglichkeit zum Abspeichern und Ausdrucken des Spektrums
- ▶ Modernisierung der Stromauslese
- ▶ Einbindung der Stromauslese in den Ausleseprozess

- ▶ Verwendung eines Programms namens HDTV

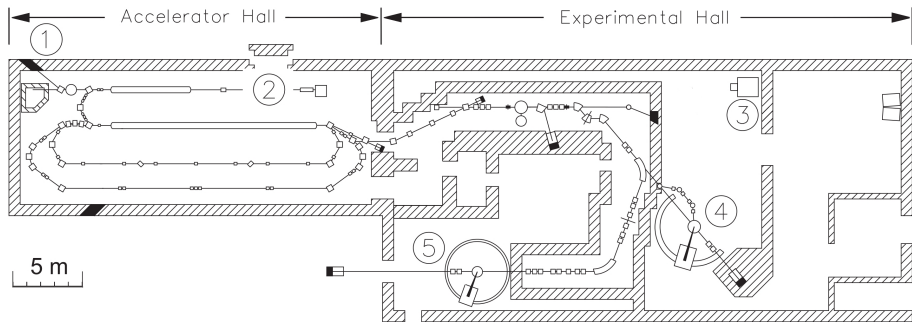
- ▶ Verwendung eines Programms namens HDTV
- ▶ Erweiterung des Programms mittels eines Plug-ins

- ▶ Verwendung eines Programms namens HDTV
- ▶ Erweiterung des Programms mittels eines Plug-ins
- ▶ Vollständige Steuerung der Online-Auslese über HDTV

- ▶ Verwendung eines Programms namens HDTV
- ▶ Erweiterung des Programms mittels eines Plug-ins
- ▶ Vollständige Steuerung der Online-Auslese über HDTV
- ▶ Stromauslese mit der QM07-Elektronik

- ▶ Verwendung eines Programms namens HDTV
- ▶ Erweiterung des Programms mittels eines Plug-ins
- ▶ Vollständige Steuerung der Online-Auslese über HDTV
- ▶ Stromauslese mit der QM07-Elektronik
- ▶ **Stromauslese ebenfalls über HDTV**

S-DALINAC



Quelle: O. Burda, Dissertation, 2007

LINTOTT-Spektrometer



Quelle: O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009

- ▶ Ablenkung der Elektronen um 169° und Nachweis am Fokalebeneendetektor



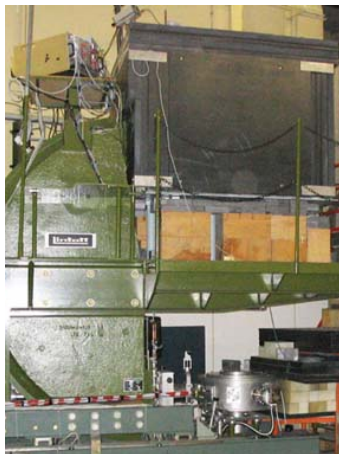
Quelle: O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009

- ▶ Ablenkung der Elektronen um 169° und Nachweis am Fokalebeneendetektor
- ▶ Messungen zwischen 33° und 165° in Schritten von 12° möglich



Quelle: O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009

- ▶ Ablenkung der Elektronen um 169° und Nachweis am Fokalebenenendetektor
- ▶ Messungen zwischen 33° und 165° in Schritten von 12° möglich
- ▶ Fokalebenenendetektor besteht aus 4 Modulen à 96 Streifenzählern



Quelle: O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009

- ▶ Ablenkung der Elektronen um 169° und Nachweis am Fokalebenenendetektor
- ▶ Messungen zwischen 33° und 165° in Schritten von 12° möglich
- ▶ Fokalebenenendetektor besteht aus 4 Modulen à 96 Streifenzählern
- ▶ Zwei Betriebsmodi



Quelle: O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009

- ▶ Ablenkung der Elektronen um 169° und Nachweis am Fokalebenenendetektor
- ▶ Messungen zwischen 33° und 165° in Schritten von 12° möglich
- ▶ Fokalebenenendetektor besteht aus 4 Modulen à 96 Streifenzählern
- ▶ Zwei Betriebsmodi
 - ◆ Dispersiver Modus



Quelle: O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009

- ▶ Ablenkung der Elektronen um 169° und Nachweis am Fokalebeneendetektor
- ▶ Messungen zwischen 33° und 165° in Schritten von 12° möglich
- ▶ Fokalebeneendetektor besteht aus 4 Modulen à 96 Streifenzählern
- ▶ Zwei Betriebsmodi
 - ◆ Dispersiver Modus
 - ◆ Energieverlustmodus



Quelle: O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009

- ▶ Verwendung von QM07 mit verschiedenen Einschüben

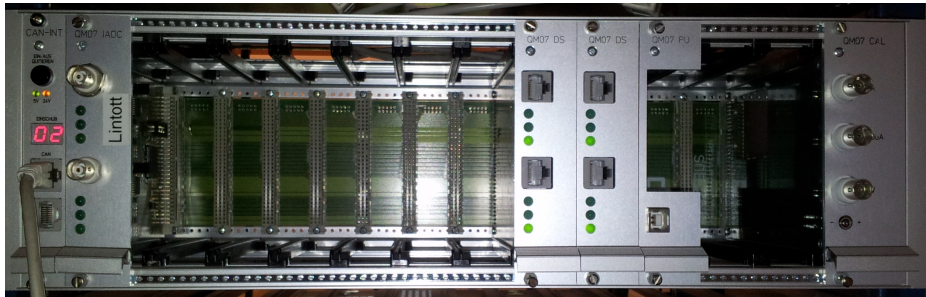


Foto: Andreas Krugmann

CAN-Adapter

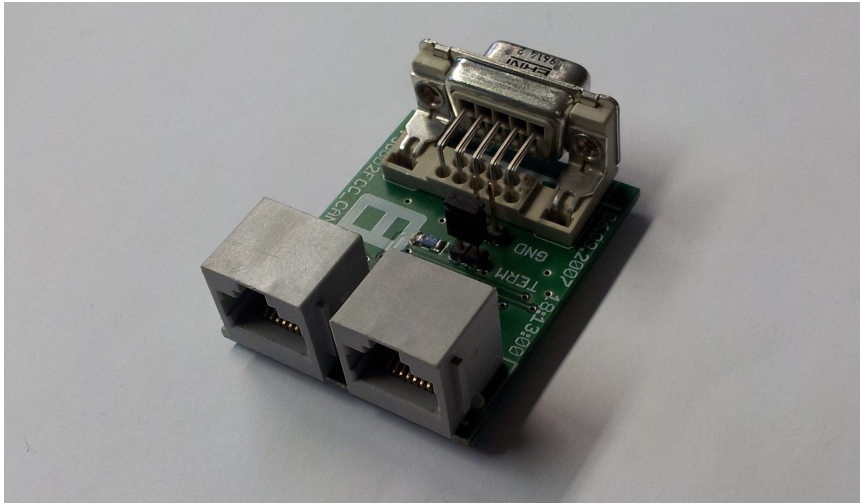
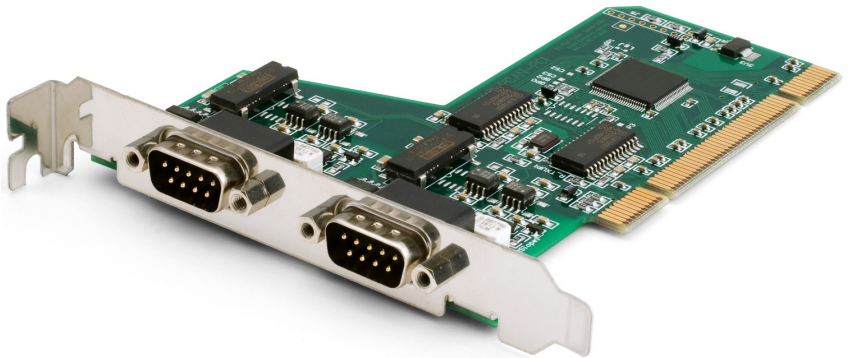


Foto: Andreas Krugmann

PEAK-Adapterkarte



Quelle: <http://gridconnect.com/pcan/pcan-adapters/can-pci.html>



- ▶ Erhaltene Daten sind hexadezimal kodiert



- ▶ Erhaltene Daten sind hexadezimal kodiert
- ▶ Positiver Strom

$$I = I_{dez} \cdot \frac{101,6 \times 10^{-6} \text{ A}}{2^{28} - 1}$$



- ▶ Erhaltene Daten sind hexadezimal kodiert
- ▶ Positiver Strom

$$I = I_{dez} \cdot \frac{101,6 \times 10^{-6} \text{ A}}{2^{28} - 1}$$

- ▶ Negativer Strom

$$I = (2^{32} - I_{dez}) \cdot \frac{-101,6 \times 10^{-6} \text{ A}}{2^{28}}$$



- ▶ Erhaltene Daten sind hexadezimal kodiert
- ▶ Positiver Strom

$$I = I_{dez} \cdot \frac{101,6 \times 10^{-6} \text{ A}}{2^{28} - 1}$$

- ▶ Negativer Strom

$$I = (2^{32} - I_{dez}) \cdot \frac{-101,6 \times 10^{-6} \text{ A}}{2^{28}}$$

- ▶ Aufaddierter Strom

$$I = I_{dez} \cdot 256 \cdot \frac{101,6 \times 10^{-6} \text{ A}}{2^{28}}$$

Berechnung der gesammelten Ladung und des mittleren Stroms

► Gesammelte Ladung

$$Q = (I_{Ende} - I_{Start}) \cdot \frac{T_{Ende} - T_{Start}}{N_{Ende} - N_{Start}}$$

Berechnung der gesammelten Ladung und des mittleren Stroms

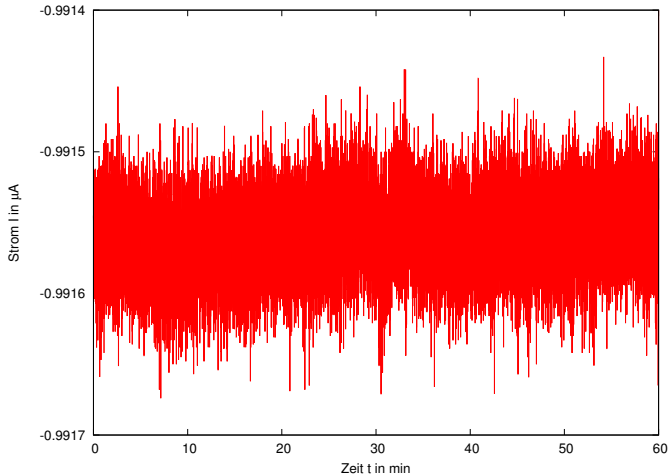
- ▶ Gesammelte Ladung

$$Q = (I_{Ende} - I_{Start}) \cdot \frac{T_{Ende} - T_{Start}}{N_{Ende} - N_{Start}}$$

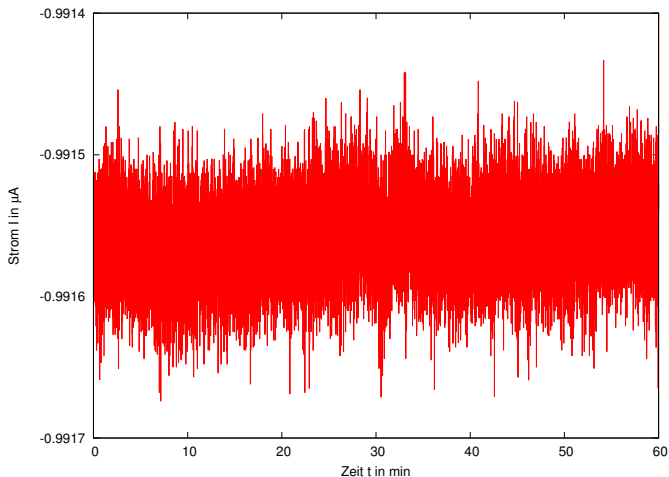
- ▶ Mittlerer Strom

$$I_{Mittel} = \frac{I_{Ende} - I_{Start}}{N_{Ende} - N_{Start}}$$

Messung der Stromschwankung über eine Stunde bei $1 \mu\text{A}$

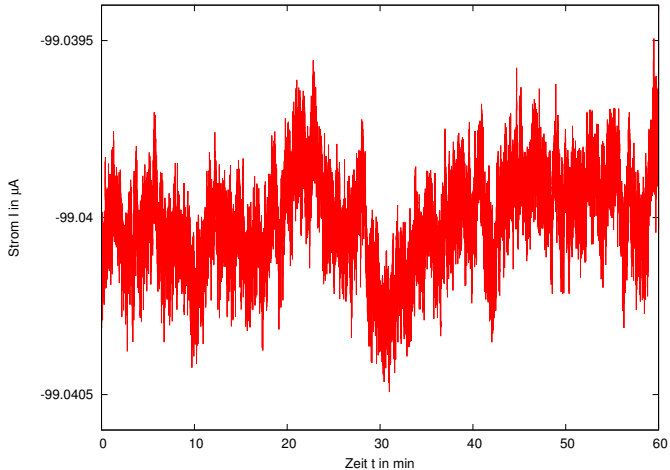


Messung der Stromschwankung über eine Stunde bei $1 \mu\text{A}$

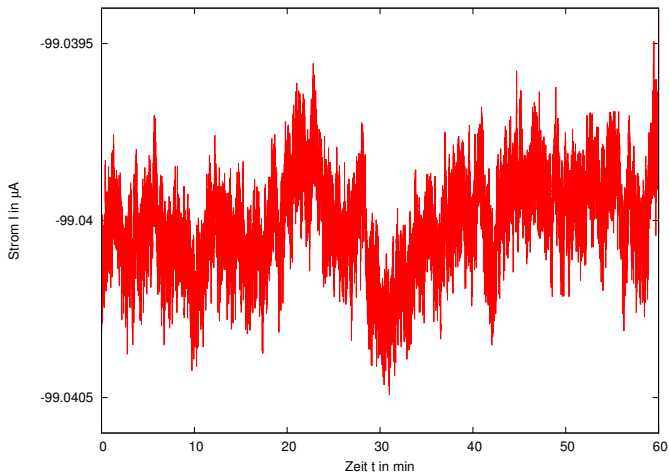


- Mittlere Abweichung beträgt $0,023 \text{ nA}$ ($0,023\%$)

Messung der Stromschwankung über eine Stunde bei $100\ \mu\text{A}$



Messung der Stromschwankung über eine Stunde bei $100 \mu\text{A}$



- Mittlere Abweichung beträgt $0,107 \text{ nA}$ ($0,001\text{‰}$)

- Unsicherheit der gesammelten Ladung

$$\Delta Q = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{I_{Ende} - I_{Start}}{N_{Ende} - N_{Start}} \cdot \Delta T \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{T_{Ende} - T_{Start}}{N_{Ende} - N_{Start}} \cdot \Delta I \right)^2}$$

- ▶ Unsicherheit der gesammelten Ladung

$$\Delta Q = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{I_{\text{Ende}} - I_{\text{Start}}}{N_{\text{Ende}} - N_{\text{Start}}} \cdot \Delta T \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{T_{\text{Ende}} - T_{\text{Start}}}{N_{\text{Ende}} - N_{\text{Start}}} \cdot \Delta I \right)^2}$$

- ▶ Unsicherheit des mittleren Stroms

$$\Delta I_{\text{Mittel}} = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{\Delta I}{N_{\text{Ende}} - N_{\text{Start}}} \right)^2}$$

► Unsicherheit des Stroms

$$\Delta I = 0,023 \text{ nA} + 0,096515 \text{ nA} \approx 0,12 \text{ nA}$$

- ▶ Unsicherheit des Stroms

$$\Delta I = 0,023 \text{ nA} + 0,096515 \text{ nA} \approx 0,12 \text{ nA}$$

- ▶ Unsicherheit der gesammelten Ladung

$$\Delta Q = \sqrt{2 \cdot (1 \mu\text{A} \cdot 1 \times 10^{-3} \text{ s})^2 + 2 \cdot \left(\frac{0,12 \times 10^{-3} \mu\text{A}}{7 \text{ Hz}}\right)^2} \approx 1,4 \text{ nC}$$

- ▶ Unsicherheit des Stroms

$$\Delta I = 0,023 \text{ nA} + 0,096515 \text{ nA} \approx 0,12 \text{ nA}$$

- ▶ Unsicherheit der gesammelten Ladung

$$\Delta Q = \sqrt{2 \cdot (1 \mu\text{A} \cdot 1 \times 10^{-3} \text{ s})^2 + 2 \cdot \left(\frac{0,12 \times 10^{-3} \mu\text{A}}{7 \text{ Hz}}\right)^2} \approx 1,4 \text{ nC}$$

- ▶ Unsicherheit des mittleren Stroms

$$\Delta I_{\text{Mittel}} = \sqrt{2 \cdot (0,12 \text{ nA})^2} \approx 0,17 \text{ nA}$$

- ▶ Entwickelt an der Uni Köln

- ▶ Entwickelt an der Uni Köln
- ▶ Geschrieben in C++ und Python

- ▶ Entwickelt an der Uni Köln
- ▶ Geschrieben in C++ und Python
- ▶ Möglichkeit zum **fitten von Elektronenstreuenspektren**



- ▶ Entwickelt an der Uni Köln
- ▶ Geschrieben in C++ und Python
- ▶ Möglichkeit zum fitten von Elektronenstreuenspektren
- ▶ Diverse weitere Manipulationsmöglichkeiten

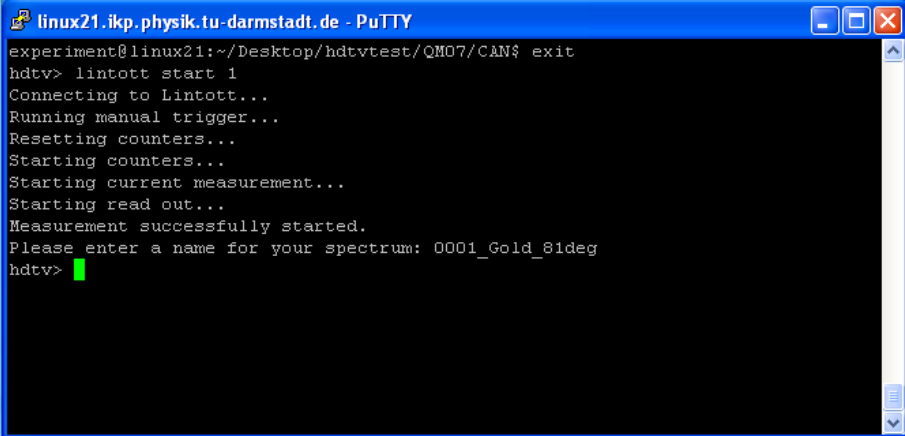
Neue Befehle

Auslese

- ▶ *lintott start* [Auslesezeit]

Neue Befehle

Auslese



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21:~/Desktop/hdtvtest/QM07/CAN$ exit
hdtv> lintott start 1
Connecting to Lintott...
Running manual trigger...
Resetting counters...
Starting counters...
Starting current measurement...
Starting read out...
Measurement successfully started.
Please enter a name for your spectrum: 0001_Gold_81deg
hdtv> █
```

Neue Befehle

Auslese



- ▶ *lintott start* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott update* [Auslesezeit]

Neue Befehle

Auslese

```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

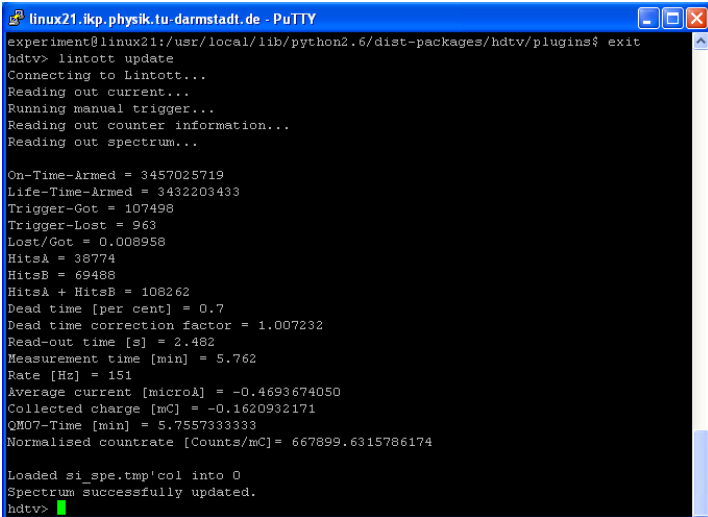
Auslese

```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...
⇒ On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```


Neue Befehle

Auslese



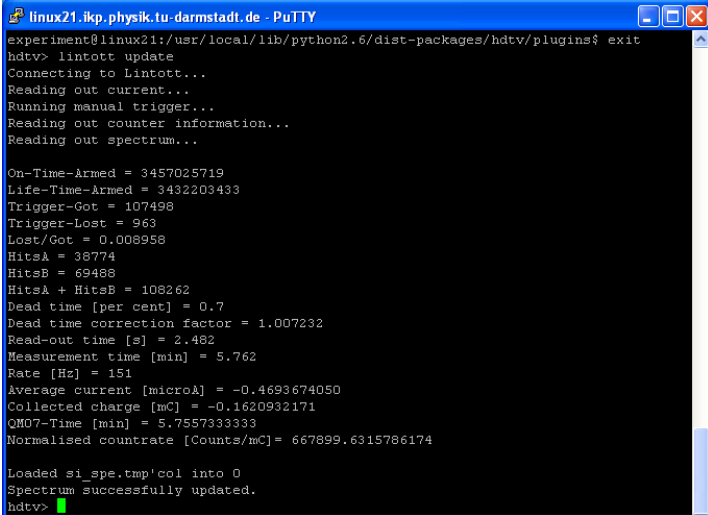
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



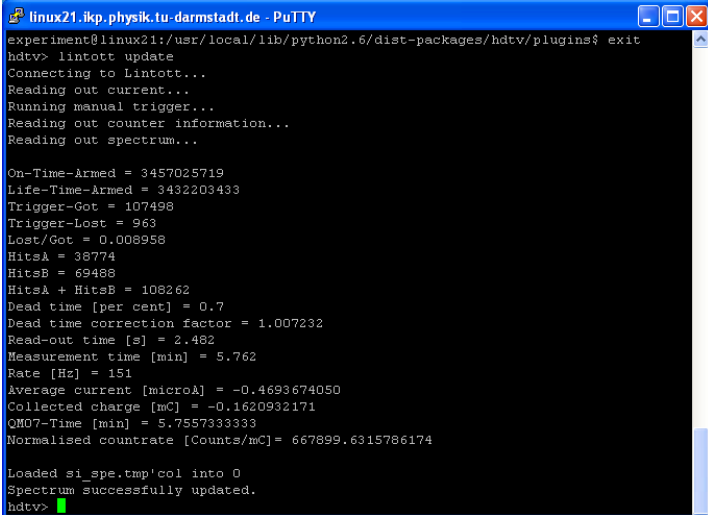
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC]= 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



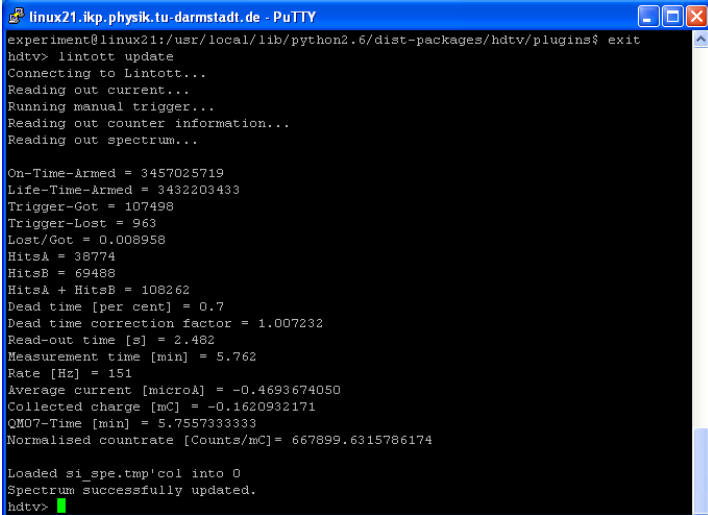
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



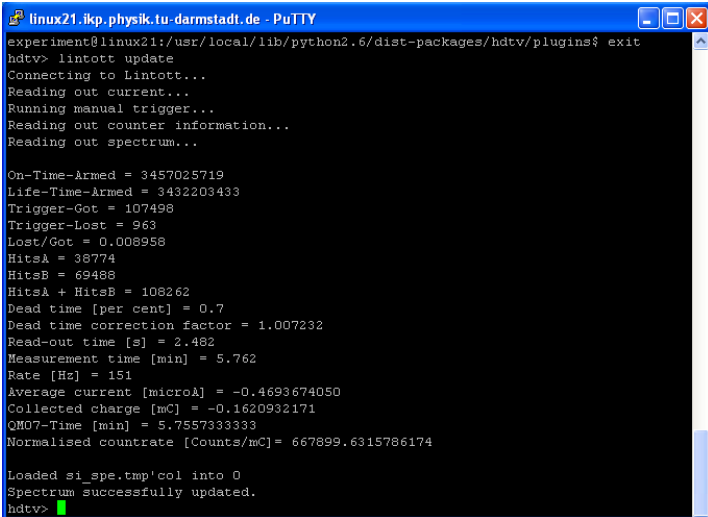
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
⇒ HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



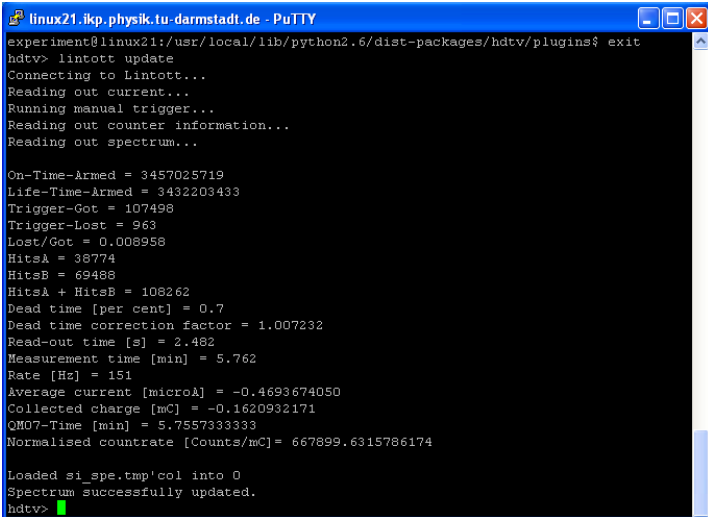
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



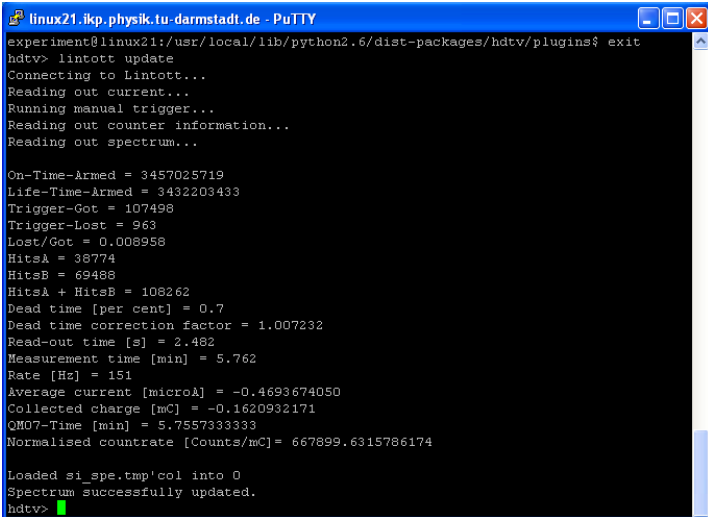
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```


Neue Befehle

Auslese

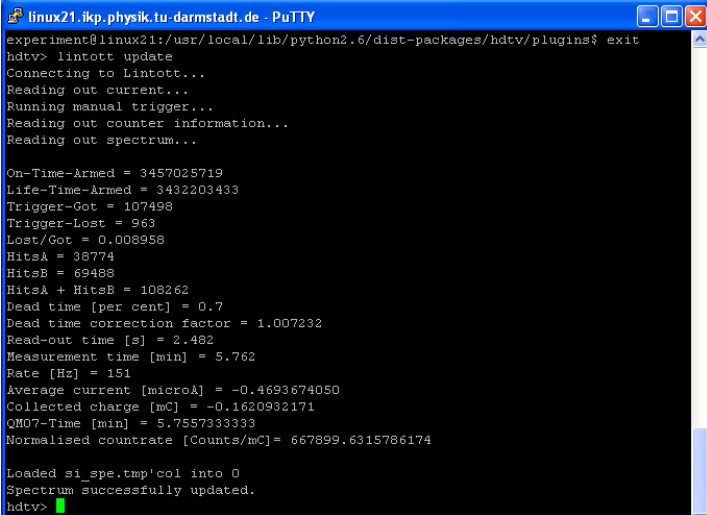
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
⇒ Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



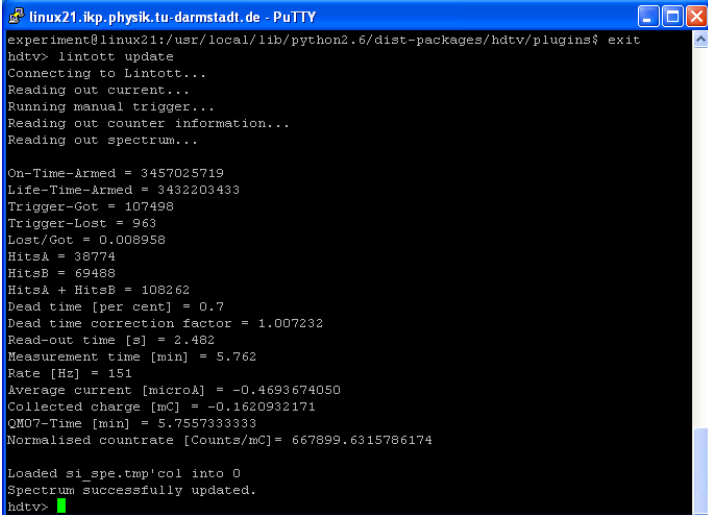
```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```

Neue Befehle

Auslese

```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```



Neue Befehle

Auslese

```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMD7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```



Neue Befehle

Auslese

```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```



Neue Befehle

Auslese

```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21: /usr/local/lib/python2.6/dist-packages/hdtv/plugins$ exit
hdtv> lintott update
Connecting to Lintott...
Reading out current...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

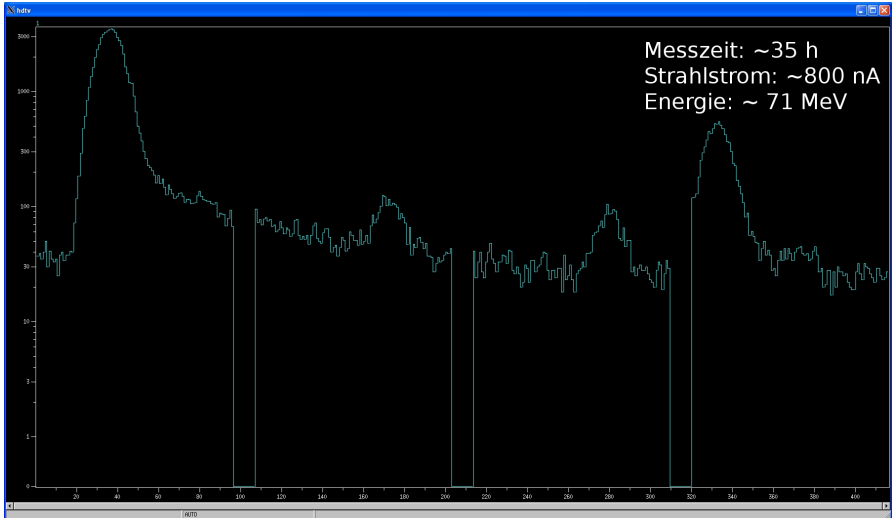
On-Time-Armed = 3457025719
Life-Time-Armed = 3432203433
Trigger-Got = 107498
Trigger-Lost = 963
Lost/Got = 0.008958
HitsA = 38774
HitsB = 69488
HitsA + HitsB = 108262
Dead time [per cent] = 0.7
Dead time correction factor = 1.007232
Read-out time [s] = 2.482
Measurement time [min] = 5.762
Rate [Hz] = 151
Average current [microA] = -0.4693674050
Collected charge [mC] = -0.1620932171
QMO7-Time [min] = 5.7557333333
Normalised countrate [Counts/mC] = 667899.6315786174

Loaded si_spe.tmp'col into 0
Spectrum successfully updated.
hdtv>
```



Neue Befehle

Spektrum von ^{94}Zr unter 165°



Neue Befehle

Auslese



- ▶ *lintott start* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott update* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott stop* [Auslesezeit]

Neue Befehle

Auslese



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21:~$ exit
hdtv> lintott stop
Connecting to LINTOTT...
Reading out current...
Stopping read out...
Running manual trigger...
Reading out counter information...
Reading out spectrum...

On-Time-Armed = 72698360236
Life-Time-Armed = 72695992970
Trigger-Got = 10253
Trigger-Lost = 1
Lost/Got = 0.000098
HitsA = 97
HitsB = 75
HitsA + HitsB = 172
Dead time [per cent] = 0.0
Dead time correction factor = 1.000033
Read-out time [s] = 0.237
Measurement time [min] = 121.164
Rate [Hz] = 1
Average current [microA] = -0.0000915119
Collected charge [mC] = -0.0006652615
QMO7-Time [min] = 121.1612166667
Normalised countrate [Counts/mC] = 258544.9438787405

Loaded si_spe.tmp.col into 0
The spectrum was saved in /home/experiment/Work/Lintott/Lintott_Control/lintottdata/0001_Gold_81deg_2012-03-15_17-15-11/
Measurement successfully stopped.
hdtv>
```

Neue Befehle

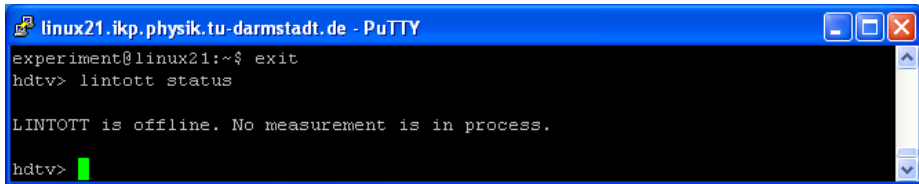
Auslese



- ▶ *lintott start* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott update* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott stop* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott status*

Neue Befehle

Auslese



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21:~$ exit
hdtv> lintott status

LINTOTT is offline. No measurement is in process.

hdtv> █
```

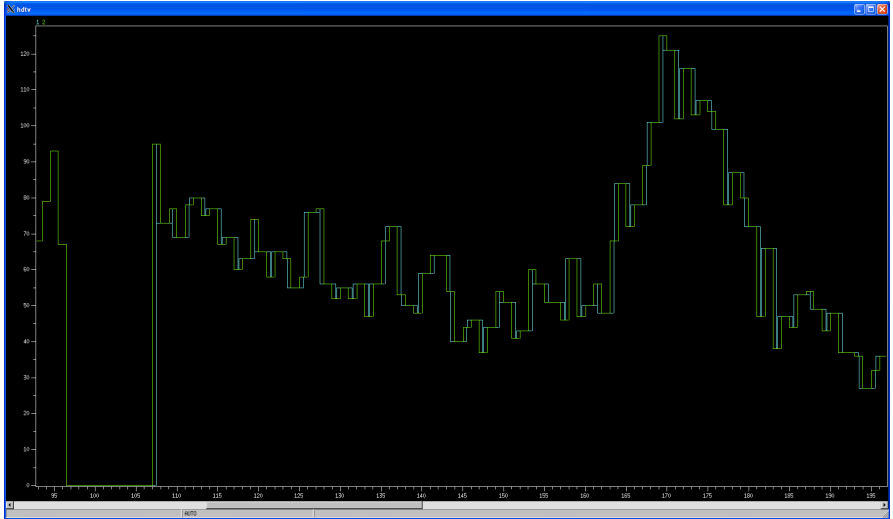
Neue Befehle

Auswertung



- ▶ *lintott start* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott update* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott stop* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott status*
- ▶ *lintott load* [Datei1, Datei2, ...]

Neue Befehle Auswertung



Neue Befehle

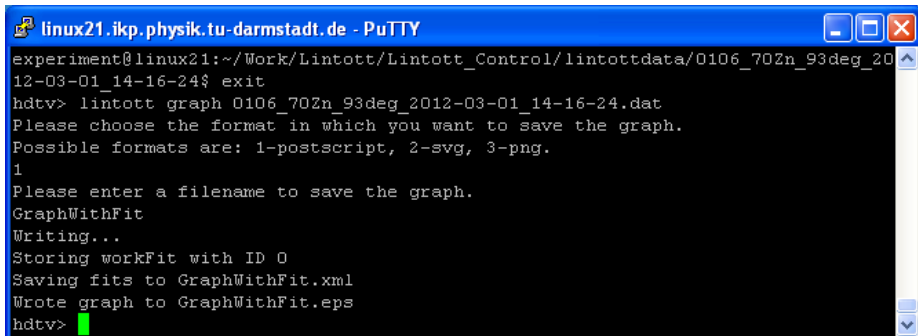
Auswertung



- ▶ *lintott start* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott update* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott stop* [Auslesezeit]
- ▶ *lintott status*
- ▶ *lintott load* [Datei1, Datei2, ...]
- ▶ *lintott graph* [Datei1, Datei2, ...]

Neue Befehle

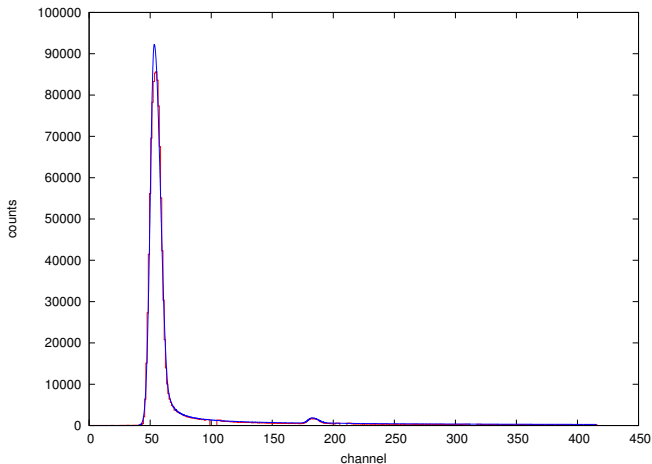
Auswertung



```
linux21.ikp.physik.tu-darmstadt.de - PuTTY
experiment@linux21:~/Work/Lintott/Lintott_Control/lintottdata/0106_70Zn_93deg_20
12-03-01_14-16-24$ exit
hdtv> lintott graph 0106_70Zn_93deg_2012-03-01_14-16-24.dat
Please choose the format in which you want to save the graph.
Possible formats are: 1-postscript, 2-svg, 3-png.
1
Please enter a filename to save the graph.
GraphWithFit
Writing...
Storing workFit with ID 0
Saving fits to GraphWithFit.xml
Wrote graph to GraphWithFit.eps
hdtv>
```


Neue Befehle

Spektrum von ^{70}Zn unter 93°





- ▶ Testlauf mit einer Batterie und einem Widerstand

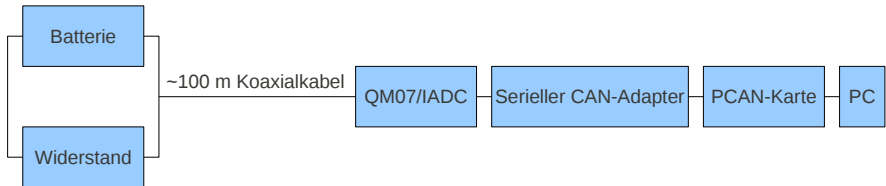


- ▶ Testlauf mit einer Batterie und einem Widerstand
- ▶ Testen der Datenauslese und Umwandlung in Stromwerte

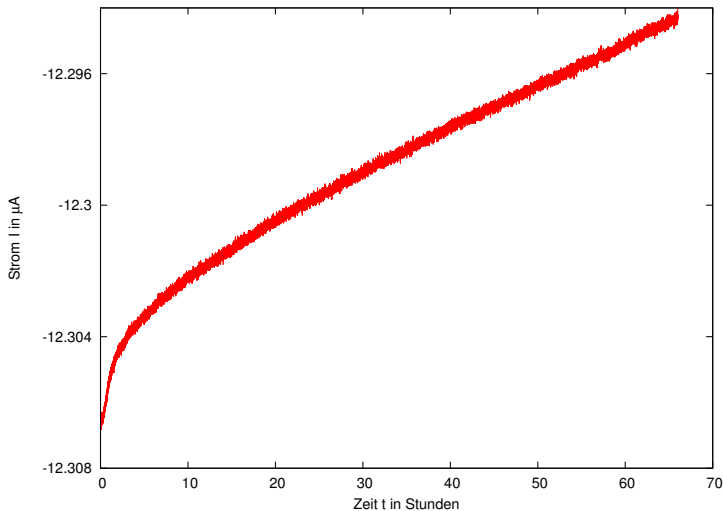


- ▶ Testlauf mit einer Batterie und einem Widerstand
- ▶ Testen der Datenauslese und Umwandlung in Stromwerte
- ▶ Testen der Zuleitungen vom Messraum zum Faraday-Cup

- ▶ Testlauf mit einer Batterie und einem Widerstand
- ▶ Testen der Datenauslese und Umwandlung in Stromwerte
- ▶ Testen der Zuleitungen vom Messraum zum Faraday-Cup
- ▶ $I = \frac{U}{R} = \frac{1,5\text{ V}}{120\text{ k}\Omega} = 12,5\ \mu\text{A}$



Messung einer Batterieentladung



- ▶ Open-Source-Software zur Entwicklung von Kontrollsystemen für Beschleuniger



- ▶ Open-Source-Software zur Entwicklung von Kontrollsystemen für Beschleuniger
- ▶ Ermöglicht Informationsabruf von angeschlossenen Systemen

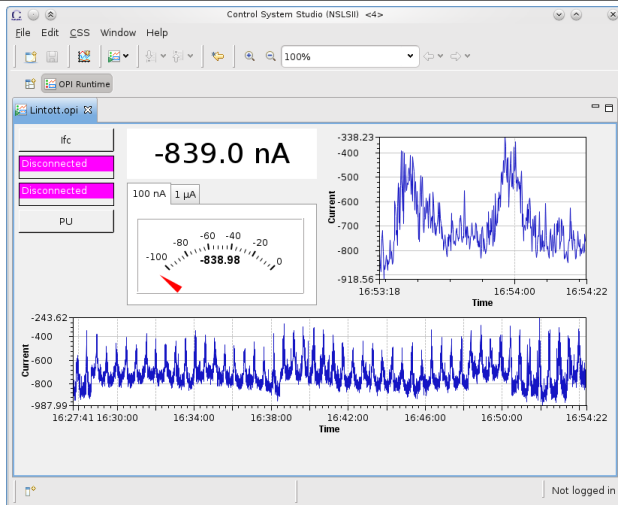


- ▶ Open-Source-Software zur Entwicklung von Kontrollsystemen für Beschleuniger
- ▶ Ermöglicht Informationsabruf von angeschlossenen Systemen
- ▶ Steuerung der HF-Regelung, der thermionischen Kanone und weiterer Instrumente



- ▶ Open-Source-Software zur Entwicklung von Kontrollsystemen für Beschleuniger
- ▶ Ermöglicht Informationsabruf von angeschlossenen Systemen
- ▶ Steuerung der HF-Regelung, der thermionischen Kanone und weiterer Instrumente
- ▶ Abruf der QM07-Daten nun ebenfalls möglich

Anzeige im Kontrollraum



Christoph Burandt und Martin Konrad

- ▶ Neu Befehle im HDTV-Programm



- ▶ Neu Befehle im HDTV-Programm
- ▶ QM07 erfolgreich in den Ausleseprozess integriert



- ▶ Neu Befehle im HDTV-Programm
- ▶ QM07 erfolgreich in den Ausleseprozess integriert
- ▶ QM07-Daten können vom Kontrollraum aus abgerufen werden



- ▶ Neu Befehle im HDTV-Programm
- ▶ QM07 erfolgreich in den Ausleseprozess integriert
- ▶ QM07-Daten können vom Kontrollraum aus abgerufen werden
- ▶ **Ausblick**

- ▶ Neu Befehle im HDTV-Programm
- ▶ QM07 erfolgreich in den Ausleseprozess integriert
- ▶ QM07-Daten können vom Kontrollraum aus abgerufen werden
- ▶ Ausblick
 - ◆ Unsicherheiten ausgeben

- ▶ Neu Befehle im HDTV-Programm
- ▶ QM07 erfolgreich in den Ausleseprozess integriert
- ▶ QM07-Daten können vom Kontrollraum aus abgerufen werden
- ▶ Ausblick
 - ◆ Unsicherheiten ausgeben
 - ◆ Direkter Vergleich von Fläche/Ladung-Verhältnissen



- ▶ Neu Befehle im HDTV-Programm
- ▶ QM07 erfolgreich in den Ausleseprozess integriert
- ▶ QM07-Daten können vom Kontrollraum aus abgerufen werden
- ▶ Ausblick
 - ◆ Unsicherheiten ausgeben
 - ◆ Direkter Vergleich von Fläche/Ladung-Verhältnissen
 - ◆ Modernisierung der Stromauslese beim QCLAM

A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004.

O. Burda, Dissertation, 2007

O. Burda und A. Krugmann, Manual, 2009.

U. Tietze und C. Schenk, *Halbleiter-Schaltungstechnik*, 2002.

<https://www.ikp.uni-koeln.de/projects/hdtv/trac>

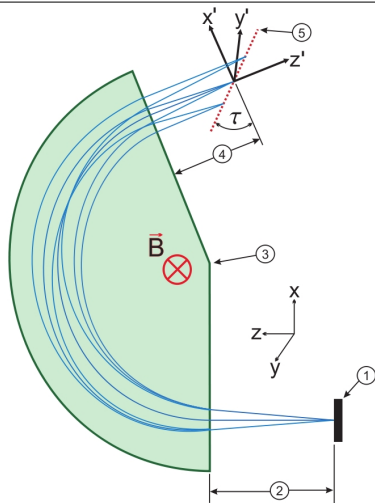
<http://ikpweb.ikp.physik.tu-darmstadt.de/mediawiki/index.php/QM07-ELEKTRONIK>

<http://ikpweb.ikp.physik.tu-darmstadt.de/mediawiki/index.php/EPICS>

<http://gridconnect.com/pcan/pcan-adapters/can-pci.html>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

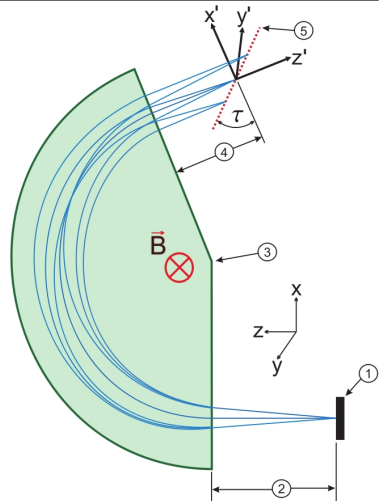
Dispersiver Modus



Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Dispersiver Modus

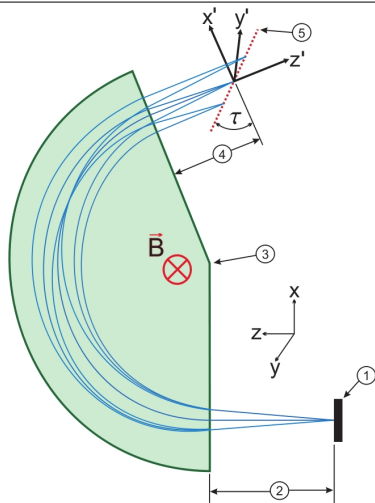
- ▶ Ablenkung der Elektronen, je nach Impuls, auf verschiedenen Bahnen



Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Dispersiver Modus

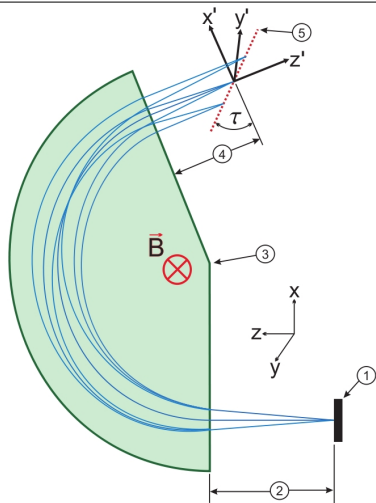
- ▶ Ablenkung der Elektronen, je nach Impuls, auf verschiedenen Bahnen
- ▶ Umwandlung der Impulsinformation in eine Ortsinformation



Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Dispersiver Modus

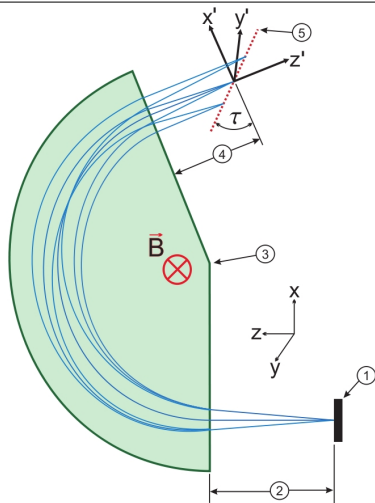
- ▶ Ablenkung der Elektronen, je nach Impuls, auf verschiedenen Bahnen
- ▶ Umwandlung der Impulsinformation in eine Ortsinformation
- ▶ Projektion von Elektronen mit gleichem Impuls und unterschiedlichen Eintrittswinkeln auf den selben Punkt



Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Dispersiver Modus

- ▶ Ablenkung der Elektronen, je nach Impuls, auf verschiedenen Bahnen
- ▶ Umwandlung der Impulsinformation in eine Ortsinformation
- ▶ Projektion von Elektronen mit gleichem Impuls und unterschiedlichen Eintrittswinkeln auf den selben Punkt
- ▶ Spektrometer wirkt radial fokussierend

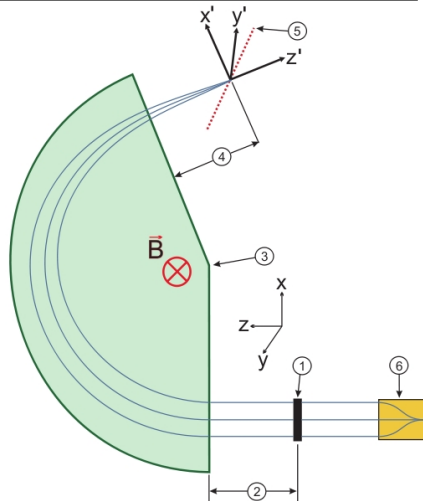


Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Energieverlustmodus



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



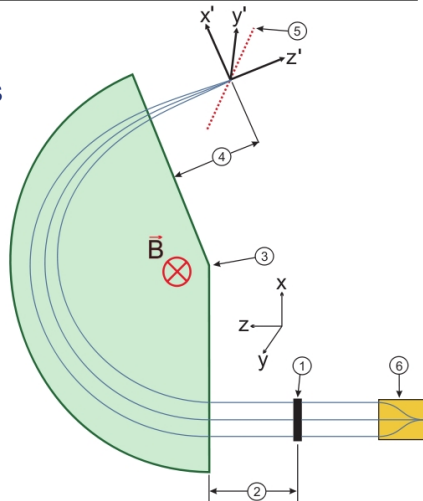
Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Energieverlustmodus



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Abbildung des Elektronenstrahls als schmalen Streifen auf dem Target



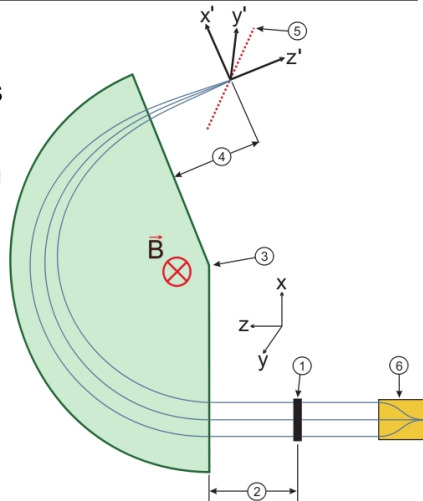
Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Energieverlustmodus



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- ▶ Abbildung des Elektronenstrahls als schmalen Streifen auf dem Target
- ▶ Projektion der Elektronen mit einem speziellen Energieverlust mit einem entsprechenden Versatz auf die Fokalebene



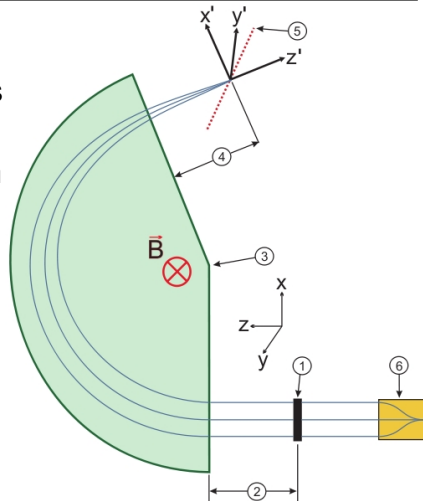
Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Energieverlustmodus



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- ▶ Abbildung des Elektronenstrahls als schmalen Streifen auf dem Target
- ▶ Projektion der Elektronen mit einem speziellen Energieverlust mit einem entsprechenden Versatz auf die Fokalebene
- ▶ Messungen sind von der Energieunschärfe des Elektronenstrahls unabhängig



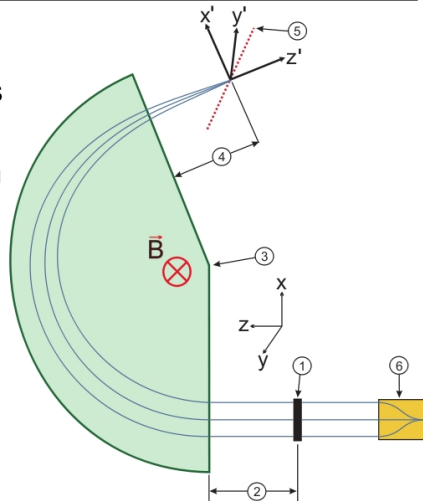
Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Energieverlustmodus



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- ▶ Abbildung des Elektronenstrahls als schmalen Streifen auf dem Target
- ▶ Projektion der Elektronen mit einem speziellen Energieverlust mit einem entsprechenden Versatz auf die Fokalebene
- ▶ Messungen sind von der Energieunschärfe des Elektronenstrahls unabhängig
- ▶ Gute Energieauflösung



Quelle: A. W. Lenhardt, Dissertation, 2004

Elektronenenergiebereich	(20-120) MeV
Streuwinkelbereich	33°-165° (12° Schritte)
Radius der zentralen Trajektorie	1 m
Neigung der Fokalebene	35°
Dispersion	3,76 cm/1%
Impulsakzeptanz	±2,1%
Raumwinkelakzeptanz	6 msr
Auflösung (FWHM)	0,015%
Magnetfeldstärke	(0,6-4,0) kG
