

# Optimierung der szintillierenden Tiefemperaturkalorimeter für den Nachweis der Teilchen der dunklen Materie

Michael Kiefer

Max-Planck-Institut für Physik, München

Heidelberg, 09.03.2007

# CRESST - Kurzbeschreibung

- Direkter Nachweis von WIMPs über elastische Streuung an Kernen

# CRESST - Kurzbeschreibung

- Direkter Nachweis von WIMPs über elastische Streuung an Kernen
- Kryogener Detektor (Licht und Wärmepulse)

# CRESST - Kurzbeschreibung

- Direkter Nachweis von WIMPs über elastische Streuung an Kernen
- Kryogener Detektor (Licht und Wärmepulse)
- Untergrundlabor in Gran Sasso



# Warum ein kryogener Detektor?

kalorimetrischer Nachweis  
(sowohl Licht als auch Wärme)

# Warum ein kryogener Detektor?

kalorimetrischer Nachweis  
(sowohl Licht als auch Wärme)

Absorber:

# Warum ein kryogener Detektor?

kalorimetrischer Nachweis  
(sowohl Licht als auch Wärme)

Absorber:

Thermometer:

# Warum ein kryogener Detektor?

kalorimetrischer Nachweis  
(sowohl Licht als auch Wärme)

Absorber:

Thermometer:

kleine Energien:

# Warum ein kryogener Detektor?

kalorimetrischer Nachweis  
(sowohl Licht als auch Wärme)

Absorber:

Thermometer:

kleine Energien: steile Antwortfunktion  
notwendig

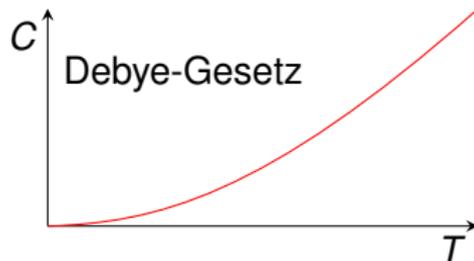
# Warum ein kryogener Detektor?

kalorimetrischer Nachweis  
(sowohl Licht als auch Wärme)

Absorber:           niedrige Wärmekapazität

Thermometer:

kleine Energien:   steile Antwortfunktion notwendig



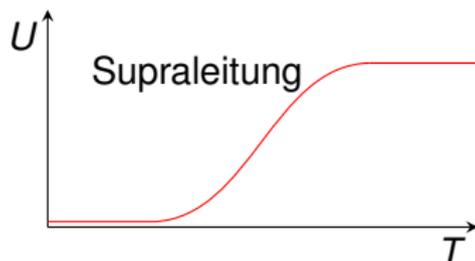
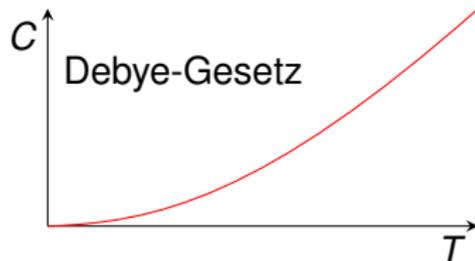
# Warum ein kryogener Detektor?

kalorimetrischer Nachweis  
(sowohl Licht als auch Wärme)

Absorber: niedrige Wärmekapazität

Thermometer: empfindlicher Messbereich

kleine Energien: steile Antwortfunktion notwendig



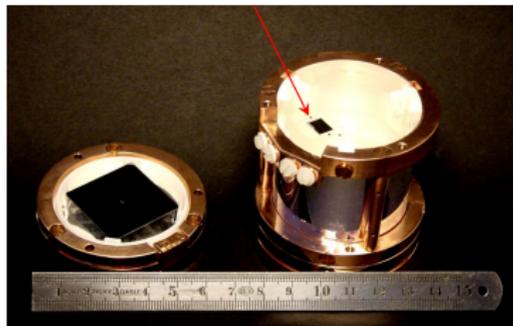
# Aufbau des Detektors

- Szintillationskristall  
(gleichzeitig Absorber des  
Wärmekalorimeters)  
 $\text{CaWO}_4$



# Aufbau des Detektors

- Szintillationskristall  
(gleichzeitig Absorber des  
Wärmekalorimeters)  
 $\text{CaWO}_4$
- Thermometer

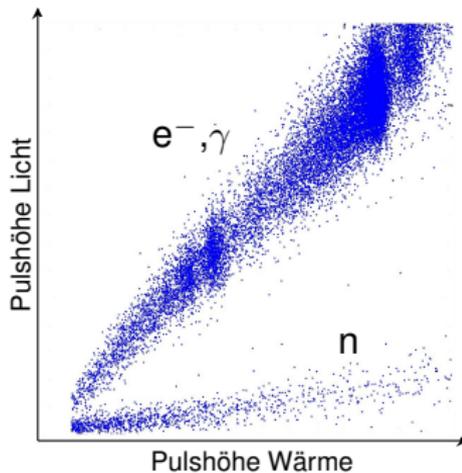


# Aufbau des Detektors

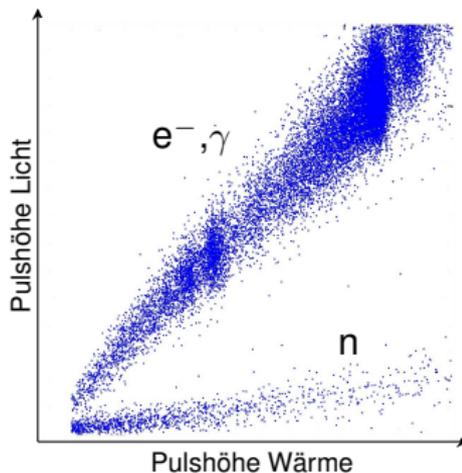
- Szintillationskristall  
(gleichzeitig Absorber des  
Wärmekalorimeters)  
 $\text{CaWO}_4$
- Thermometer
- Lichtdetektor (Si-Absorber  
+ Thermometer)



# Unterscheidung von Kern- und $e^-$ -Rückstößen

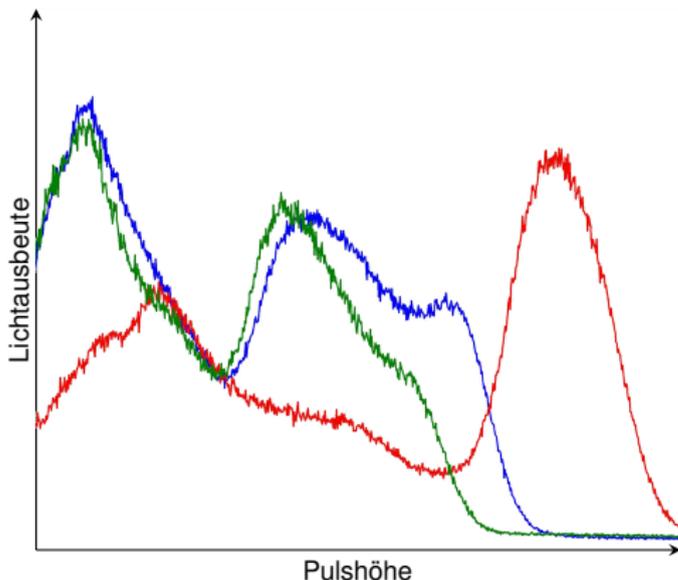


# Unterscheidung von Kern- und $e^-$ -Rückstößen



Lichtausbeute ist wichtig für Unterscheidung der Ereignisse

# Problem: Verschlechterung der Lichtausbeute



- $^{137}\text{Cs}$  -  $\text{CaWO}_4$  bei Auslieferung  
Normalisierte Lichtausbeute: 66%
- $^{137}\text{Cs}$  -  $\text{CaWO}_4$  nach Annealing in  $\text{O}_2$   
Normalisierte Lichtausbeute: 107%
- $^{137}\text{Cs}$  -  $\text{CaWO}_4$  nach W-Aufdampfung  
Normalisierte Lichtausbeute: 60%

# Lösungsansatz in meiner Diplomarbeit

Konzept:

- Aufdampfen des Thermometers auf einen separaten Kristall

# Lösungsansatz in meiner Diplomarbeit

Konzept:

- Aufdampfen des Thermometers auf einen separaten Kristall
- Aufkleben dieses Trägerkristalls auf den Szintillator

# Lösungsansatz in meiner Diplomarbeit

Konzept:

- Aufdampfen des Thermometers auf einen separaten Kristall
- Aufkleben dieses Trägerkristalls auf den Szintillator

Überprüfung:

# Lösungsansatz in meiner Diplomarbeit

Konzept:

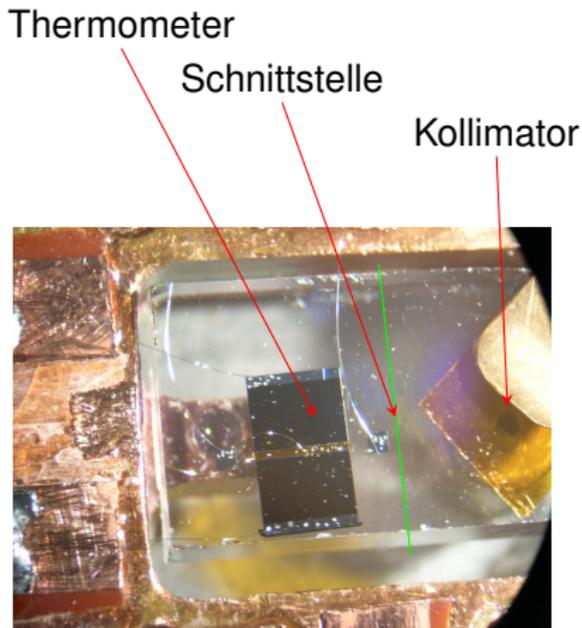
- Aufdampfen des Thermometers auf einen separaten Kristall
- Aufkleben dieses Trägerkristalls auf den Szintillator

Überprüfung:

- Zersägen und Zusammenkleben eines Test-Kristalls

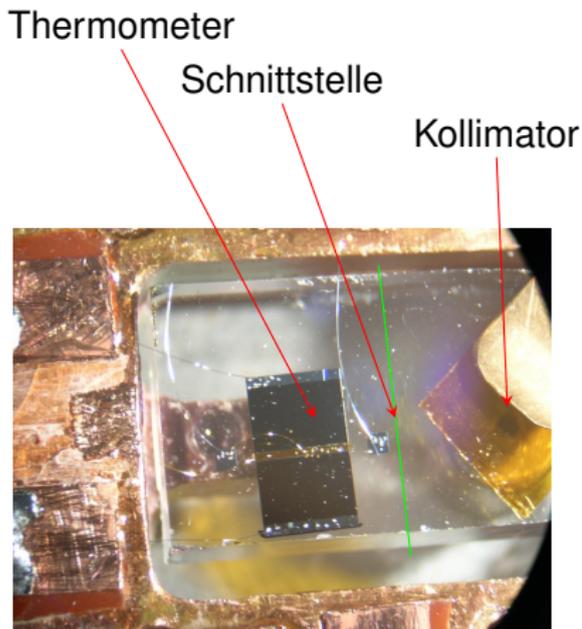
# Durchzuführende Messung

- Vergleichsmessung vor- und nach dem Klebevorgang:



# Durchzuführende Messung

- Vergleichsmessung vor- und nach dem Klebevorgang:
- Messen des Spektrums einer 60 keV  $\gamma$ -Quelle



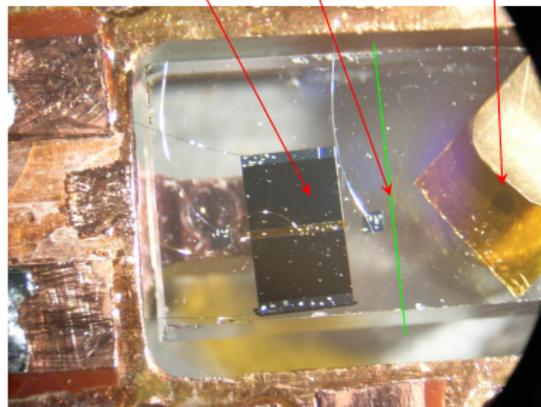
# Durchzuführende Messung

- Vergleichsmessung vor- und nach dem Klebevorgang:
- Messen des Spektrums einer  $60\text{ keV}$   $\gamma$ -Quelle
- Gibt es Verluste an Empfindlichkeit, bedingt durch den Klebstoff?

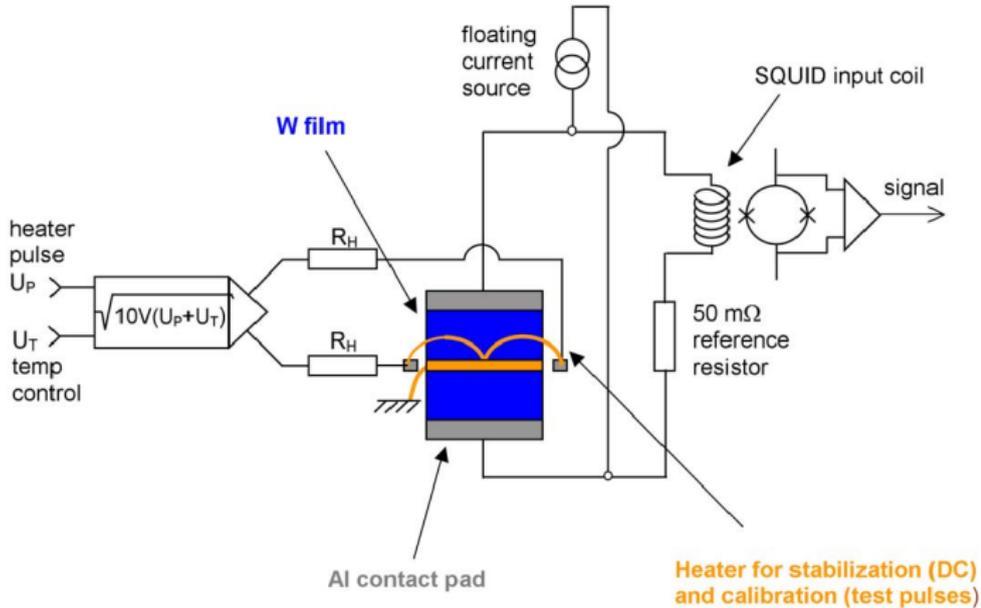
Thermometer

Schnittstelle

Kollimator

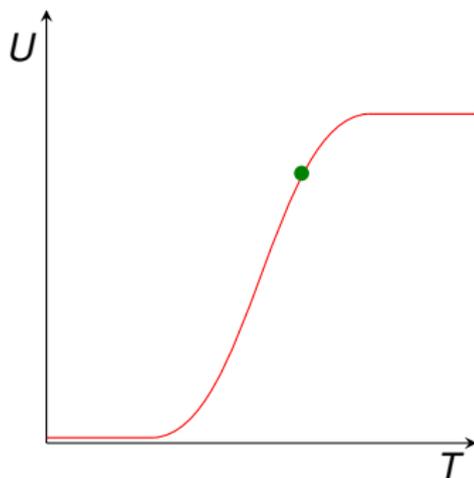


# Versuchsaufbau



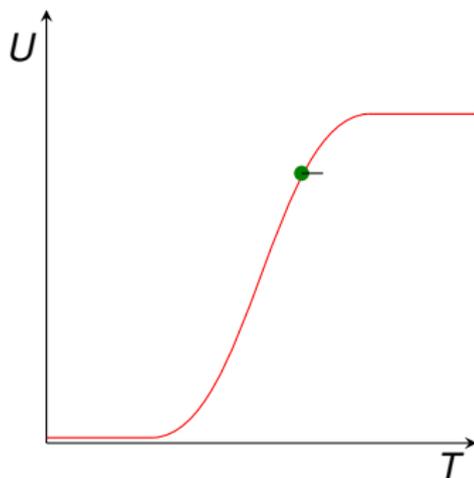
# Stabilisierung des Arbeitspunkts

- Film = Thermometer



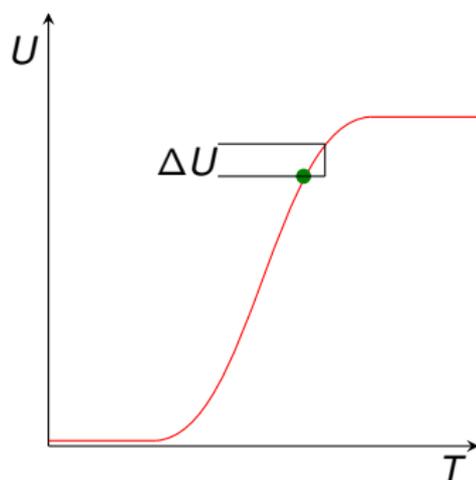
# Stabilisierung des Arbeitspunkts

- Film = Thermometer
- Injektion eines kleinen elektrischen Pulses



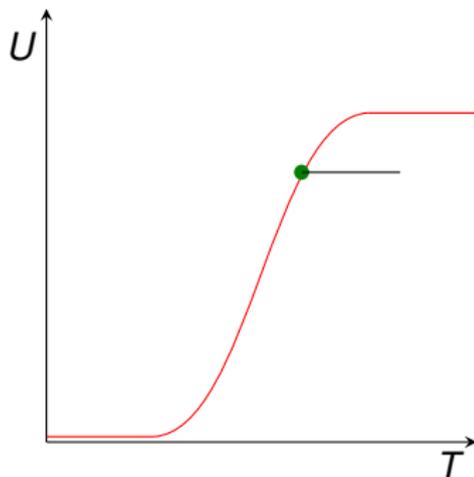
# Stabilisierung des Arbeitspunkts

- Film = Thermometer
- Injektion eines kleinen elektrischen Pulses
- Antwort auf diesen Puls



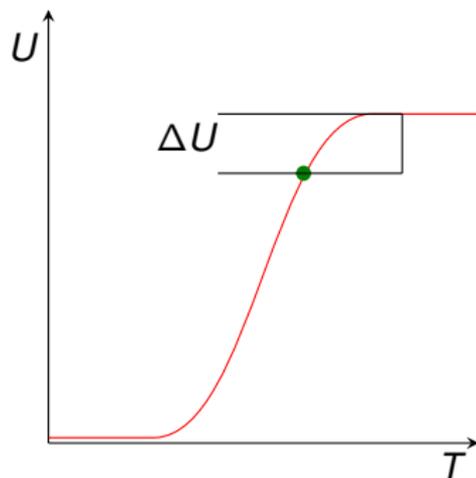
# Stabilisierung des Arbeitspunkts

- Film = Thermometer
- Injektion eines kleinen elektrischen Pulses
- Antwort auf diesen Puls
- Einschicken eines größeren Pulses



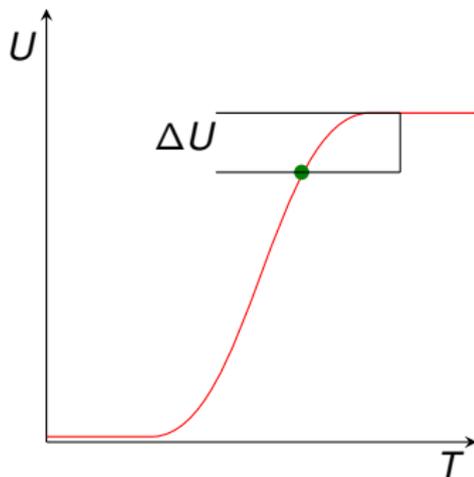
# Stabilisierung des Arbeitspunkts

- Film = Thermometer
- Injektion eines kleinen elektrischen Pulses
- Antwort auf diesen Puls
- Einschicken eines größeren Pulses
- Antwort  $\hat{=}$  Abstand zur Oberkante



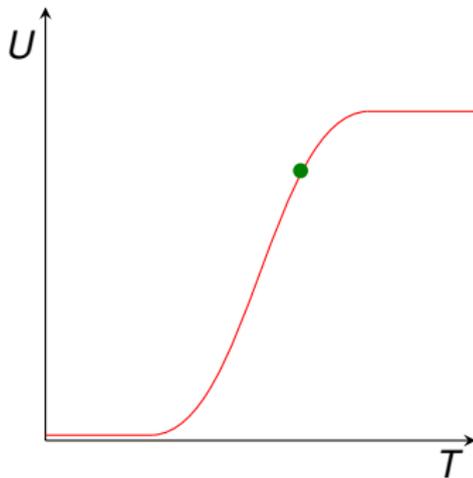
# Stabilisierung des Arbeitspunkts

- Film = Thermometer
- Injektion eines kleinen elektrischen Pulses
- Antwort auf diesen Puls
- Einschicken eines größeren Pulses
- Antwort  $\hat{=}$  Abstand zur Oberkante
- Regelung der Heizleistung zur Stabilisierung



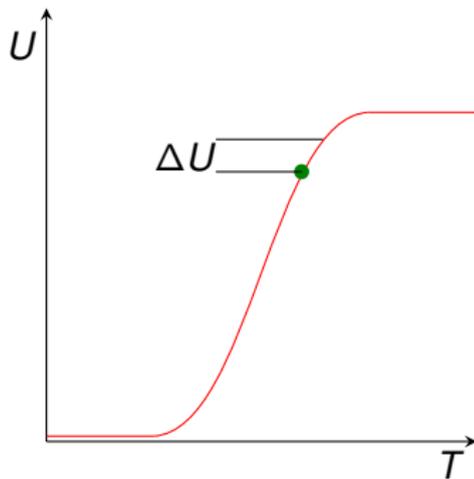
# Ablauf der Messung

- Temperatur am Arbeitspunkt stabilisiert



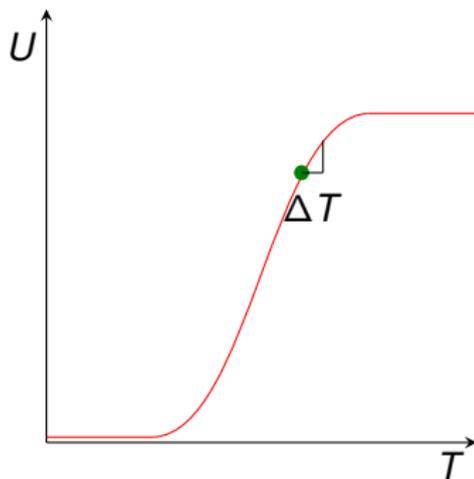
# Ablauf der Messung

- Temperatur am Arbeitspunkt stabilisiert
- Eintreffendes Teilchen erzeugt Puls



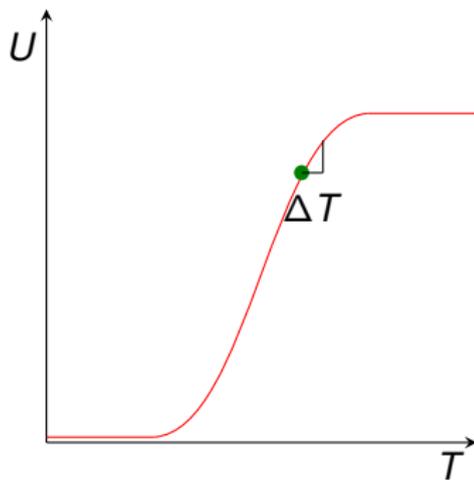
# Ablauf der Messung

- Temperatur am Arbeitspunkt stabilisiert
- Eintreffendes Teilchen erzeugt Puls
- Messung der Temperatur

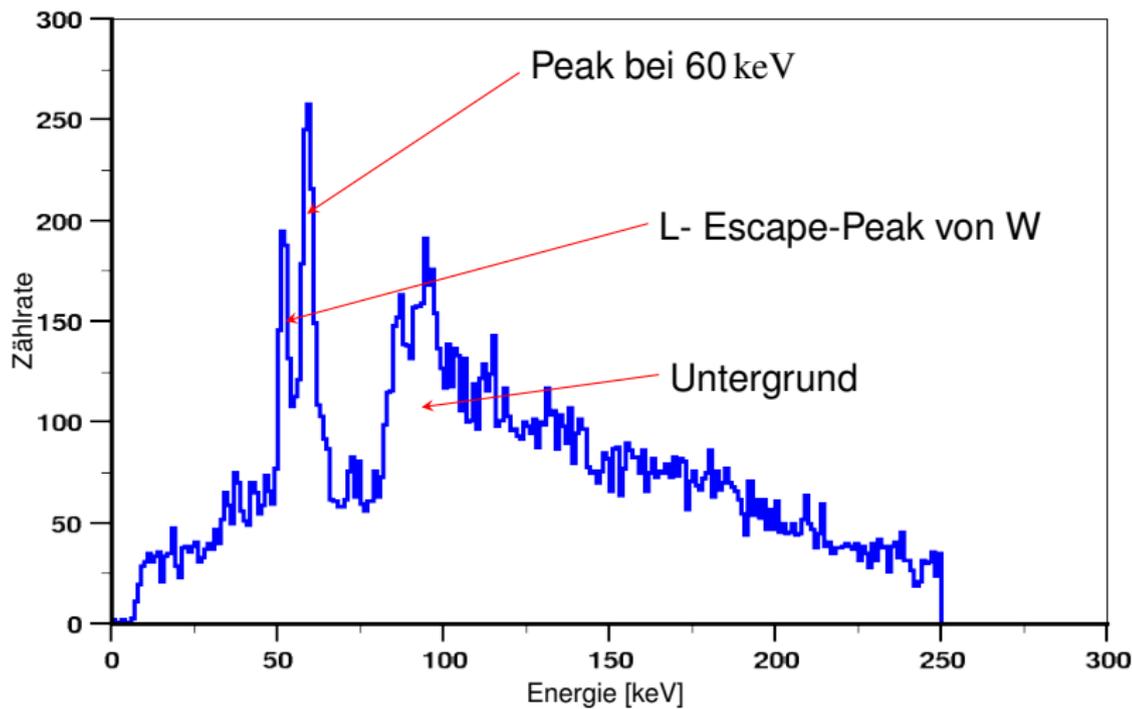


# Ablauf der Messung

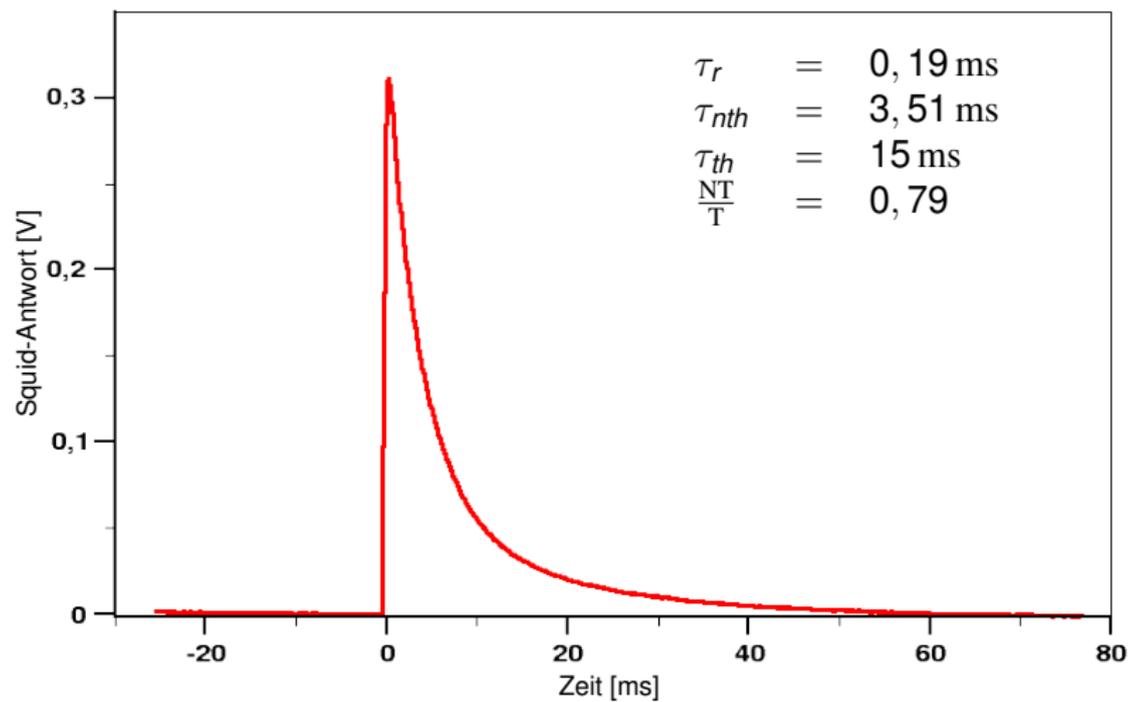
- Temperatur am Arbeitspunkt stabilisiert
- Eintreffendes Teilchen erzeugt Puls
- Messung der Temperatur
- Bestimmung der Energie



# Spektrum der 60 keV $\gamma$ -Quelle



## Puls aus dem Peak



- Amplitude des nonthermalen Teils ist entscheidend für die Bestimmung der Pulshöhe.
- Wenn die nonthermalen Pulse durch den Kleber passieren können, wird die Lichtausbeute verbessert, ohne die Auflösung des Detektors zu verschlechtern.