

# Strahlungsmonitor

## VRM-BTD

Der Strahlungsmonitor registriert Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. In Kombination mit verschiedenen Interfaces können damit Zählraten bestimmt werden.

Mögliche Anwendungen:

- Die Anwesenheit einer Strahlungsquelle ermitteln.
- Unterschiede der Hintergrundstrahlung in verschiedenen Höhen untersuchen.
- Die Radioaktivität der Umgebung über einen längeren Zeitraum untersuchen.
- Beobachten der Zählimpulse, wenn verschiedene Stärken einer speziellen Abschirmung zwischen das Zählrohr des Sensors und eine Beta- oder Gammaquelle platziert werden.
- Die Auswirkungen verschiedener Materialien zur Abschirmung von Beta- oder Gammastrahlung vergleichen.
- Ein Histogramm mit sehr langer Laufzeit anlegen, um zu zeigen, wie sich die anfängliche Zufälligkeit von Daten zuerst in einer Poisson-Verteilung und anschließend in einer Gauß-Verteilung ausprägt.
- Die Strahlung von radioaktiven Alltagsgegenständen messen (Glühstrümpfe oder Festtagsgeschirr aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg <sup>1</sup>).
- Die Zählimpulse pro Intervall einer Beta- oder Gammastrahlungsquelle als Funktion des Abstandes zwischen der Quelle und dem Strahlungsmessgerät untersuchen.



Strahlungsmonitor

### Lieferumfang

- Vernier Strahlungsmonitor
- Handbuch (diese Anleitung)

Bitte beachten Sie, dass die Produkte von Vernier speziell für Unterrichtszwecke entwickelt werden. Sie sind für Industrie-, Medizin-, Forschungs- und Produktionszwecke nicht geeignet.

### Unterstützte Geräte

Erfassung der Messwerte von digitalen BTD-Sensoren						
Referenz	LabQuest2	LabQuest	LabQuest Mini mit Computer	GO!Link	Sensor DAQ	TI Nspire / LabCradle
MD-BTD	●	●	●	○	○	●
RMV-BTD	●	●	●	○	○	●
VDC-BTD	●	●	●	○	●	●
VPG-BTD	●	●	●	○	●	●
VRM-BTD	●	●	●	○	●	●

Unter [www.vernier.com/manuals/vrm-btd](http://www.vernier.com/manuals/vrm-btd) finden Sie eine aktuelle Liste zur Unterstützung auch neuer Interfaces wie GW-LINK und LabQuest Stream mit zugehöriger Software.

### Software zur Messwernerfassung

Sie benötigen ein Interface mit BTD-Anschluss und eine geeignete Software zur Darstellung und Auswertung der Daten.

- Logger Pro (in Verbindung mit LabQuest, LabQuest Mini oder Go! Link)
- Logger Lite (in Verbindung mit LabQuest , LabQuest Mini oder Go! Link)
- LabQuest App (in Verbindung mit LabQuest als eigenständigem Gerät)

Weitere Informationen z.B. zur drahtlosen Übertragung auf iOS und Android Geräte finden Sie unter [www.vernier.com/vrm-btd](http://www.vernier.com/vrm-btd).

<sup>1</sup>für Rottöne wurde zum Teil Uranoxid verwendet

# Messungen mit dem Strahlungsmonitor durchführen

## Gamma- und Röntgenstrahlen

Halten Sie die Spitze des Strahlungsmonitors in Richtung der Strahlungsquelle. Niederenergetische Gammastrahlung (10-40 keV) kann die Seitenwand des Zählrohres nicht durchdringen, kann jedoch durch das Glimmerfenster nachgewiesen werden.

## Alphastrahlung

Stellen Sie den Sensor so auf, dass sich die Strahlungsquelle direkt vor dem Glimmerfenster befindet. Alphastrahlung bewegt sich nicht weit durch die Luft, deshalb sollte die Strahlungsquelle so nah wie möglich am Glimmerfenster platziert werden, ohne es zu berühren. Ein feuchter Tag kann die ohnehin kurze Reichweite der Alphateilchen weiter begrenzen.

## Betastrahlung

Um Betastrahlung nachzuweisen, positionieren Sie das Glimmerfenster in Richtung der Strahlungsquelle. Betastrahlung hat eine größere Reichweite in der Luft als Alphateilchen, kann aber sehr leicht abgeschirmt werden (z. B. durch millimeterdünnes Aluminium). Hochenergetische Betateilchen können möglicherweise auch durch die Rückseite des Gehäuses wahrgenommen werden.

Um zu bestimmen, ob es sich um Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung handelt, halten Sie die Spitze des Sensors in Richtung des Prüfkörpers. Gibt es ein Anzeichen von Radioaktivität, handelt es sich am wahrscheinlichsten um Gamma- oder hochenergetische Betastrahlung. Halten Sie ein Stück Aluminium (etwa 3 mm dick) zwischen das Gehäuse und den Prüfkörper. Stoppt die Anzeige, handelt es sich am wahrscheinlichsten um Betastrahlung. (Bis zu einem gewissen Grad emittieren die meisten radioaktiven Isotope sowohl Beta- als auch Gammastrahlung.) Gibt es über die Rückseite des Gehäuses keine Anzeige, dann stellen Sie das Glimmerfenster nah an den Prüfkörper, ohne diesen zu berühren. Gibt es jetzt eine Anzeige, handelt es sich am wahrscheinlichsten um Alpha- oder Betastrahlung. Wird ein Blatt Papier zwischen Glimmerfenster und Prüfkörper gehalten und die Anzeige stoppt, handelt es sich wahrscheinlich um Alphastrahlung. Halten Sie das Prüfstück nicht direkt über das Glimmerfenster, um zu vermeiden, dass Teilchen in das Instrument fallen.

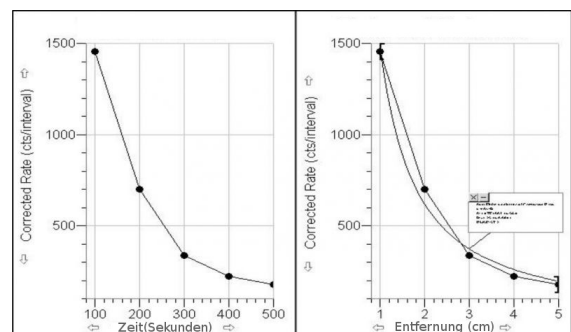
Der Strahlungsmonitor erkennt keine Neutronen, Mikrowellenstrahlung, Funkfrequenzen, Laserstrahlung, Infrarotstrahlung und ultraviolette Strahlung. Isotope, die recht gut erkannt werden, sind Caesium-137, Cobalt-60, Technetium-99m, Phosphor-32 und Strontium-90.

Manche Arten von Strahlung können von dem Strahlungsmonitor nur schwer oder gar nicht erkannt werden. Betastrahlung aus Tritium ist zu schwach, um registriert zu werden. Americium-241, das in manchen Rauchmeldern verwendet wird, kann das Zählrohr überreizen, was dazu führt, dass eine höhere Strahlung angezeigt wird, als tatsächlich vorhanden ist.

## Experimente mit dem Strahlungsmonitor

### Intervall im Vergleich zum Abstand

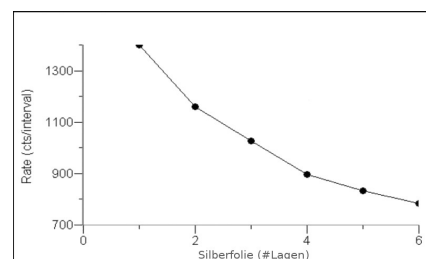
Die Daten zu den beiden nachfolgenden Graphen wurden ermittelt, indem Gammastrahlung in verschiedenen Abständen zum Strahlungsmonitor gemessen wurde, jeweils 100 Sekunden lang. Nach jedem 100-Sekunden-Intervall wurde die Strahlungsquelle einen Zentimeter weiter vom Sensor entfernt. Da der Abstand proportional zur Zeit ist (300 s im ersten Graphen entsprechen 3 cm im zweiten Graphen, usw.), wurde eine neue Einteilung für den Abstand angelegt, indem die Zeit durch 100 geteilt wurde. Die angezeigte Kurvenanpassung entspricht dem Abstand in der negativen zweiten Potenz (invers quadriert).



Zählrate gegen Zeit und Entfernung

### Impulse/Intervall im Vergleich zur Abschirmung

Die Daten zum nachfolgenden Graphen wurden ebenfalls durch Messung von Gammastrahlung ermittelt, wobei immer mehr Metallfolie zwischen die Strahlungsquelle und den Sensor gebracht wurde. Ein Messintervall betrug jeweils 100 Sekunden. Nach jedem Messintervall wurde ein weiteres Stück Folie zwischen Strahlungsquelle und Sensor platziert. Da die Anzahl der Stücke proportional zur Zeit ist (300 s entsprechen 3 Stk. Alufolie, 400 s entsprechen 4 Stk., usw.), wurde eine neue Einteilung angelegt, indem die Zeit durch 100 geteilt wurde.



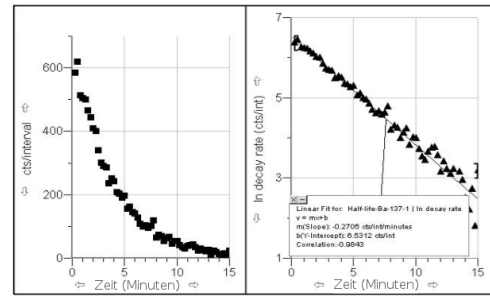
Zählrate gegen Abschirmung (Metallfolie)

## Halbwertszeitbestimmung (Impulse/Intervall im Vergleich zur Zeit)

Mit Hilfe eines Tochterisotopengenerators ist es möglich, Isotope mit einer relativ kurzen Halbwertszeit zu erzeugen. Eine Lösung, die selektiv Tochterisotope mit kurzer Halbwertszeit löst, wird durch den Generator geleitet. Die lineare graphische Darstellung des natürlichen Logarithmus der Zerfallsrate gegenüber der Zeit wird genutzt, um die Halbwertszeit der Tochterisotope zu bestimmen. Dies geschieht mit der Formel:

$$\ln 2 = \lambda \times t_{1/2} \text{ bzw. } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Die Halbwertszeit des Tochterisotops  $t_{1/2}$  ergibt sich aus der Konstanten  $\lambda$  und dem  $\ln 2 = 0,69314\dots$



Bestimmung der Halbwertszeit

Im linken Bild sind die reinen Messwerte aufgetragen, man sieht dass sich die Zählung an Null annähert. Im zweiten Bild ist der natürliche Logarithmus der Messwerte über der Zeitachse aufgetragen, die Steigung dieser Geraden entspricht der konstanten Zerfallsrate.

Im Beispiel in der Abbildung hat die Software durch lineare Anpassung eine Steigung von  $m = -0,2705$  ermittelt, die Halbwertszeit ergibt sich damit zu

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,69314}{0,2705} = 2,56 \text{ Min}$$

## Datenanalyse im Histogramm

Sie können ein einfaches Klassenexperiment durchführen, indem Sie ein Histogramm mit sehr langer Laufzeit einrichten und die Messwerterfassung starten. Immer dann, wenn der Graph die Spitze des Graphen überschreitet, wird er neu skaliert. Diese Messwerterfassung zeigt, wie aus anfänglicher Zufälligkeit von Daten eine Gauß-Verteilung entsteht. In der Abbildung wurde eine Gammastrahlungsquelle verwendet.

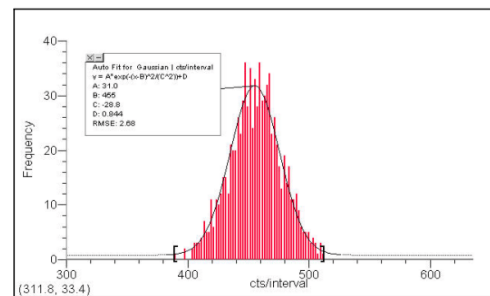
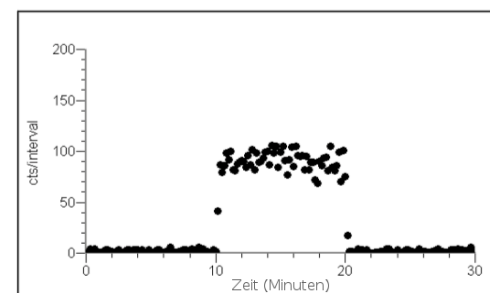


Diagramm der Verteilung, Laufzeit 14 Stunden

## Glühstrümpfe

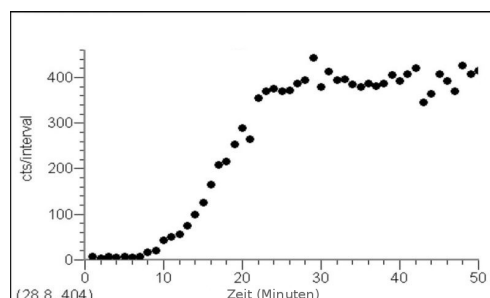
Der Graph zeigt eine Untersuchung von alten und neuen Glühstrümpfen für Gaslampen. Die Glühstrümpfe enthielten früher Thorium und wurden häufig für Strahlungsdemonstrationen verwendet. Anfang der 1990er Jahre wurde das Herstellungsverfahren geändert, so dass die Glühstrümpfe heute nicht mehr radioaktiv sind.



Vergleich alter und neuer Glühstrümpfe

## Hintergrundstrahlung

Die Abbildung zeigt die Zählrate während eines Linienfluges vom Start bis zum Erreichen der Reiseflughöhe von 12.000 m Höhe.



Messung der Strahlung in einem Flugzeug

## Videos

Unter [www.vernier.com/vrm-btd](http://www.vernier.com/vrm-btd) finden Sie Videos zu diesem Sensor.

## Funktionsweise

Der Strahlungsmonitor registriert mit Hilfe eines Geiger-Müller-Zählrohres ionisierte Strahlung. Das Zählrohr befindet sich vollständig im Sensorgehäuse. Trifft ionisierte Strahlung auf das Zählrohr, wird dies elektronisch erfasst und von einem Computer oder durch ein blinkendes Zähllicht angezeigt. Die Strahlung wird in Zählimpulsen pro Zeitintervall gemessen, was in der Messwerterfassungssoftware eingestellt werden kann. Etwa 5 bis 25 Zählimpulse können in zufälligen Intervallen jede Minute als natürliche Hintergrundstrahlung erwartet werden (abhängig von Ort und Höhenlage).

Am Ende des Zählrohres befindet sich ein dünnes Glimmerfenster, das durch eine Blende am Ende des Sensors geschützt wird. Es ermöglicht Alphateilchen das Geiger-Müller-Zählrohr zu erreichen um auch diese zu registrieren. Außerdem kann das Glimmerfenster niederenergetische Betateilchen und Gammastrahlung wahrnehmen, die das Kunststoffgehäuse oder die Seite des Zählrohres nicht durchdringen können.

**Hinweis:** Sehr niederenergetische Strahlung kann auch durch das Glimmerfenster nicht wahrgenommen werden.

## Problembehandlung

Unter [www.vernier.com/til/3207](http://www.vernier.com/til/3207) finden Sie weitere Informationen zur Problembehandlung sowie einen FAQ-Bereich.

## Technische Daten

Sensor:	LND 712 (oder äquivalentes) halogengefülltes Geiger-Müller-Zählrohr mit 1,5 bis 2,0 mg/cm <sup>2</sup> Glimmerfenster
Gammaempfindlichkeit:	18 cps / mR / he bezogen auf Co-60
Temperaturbereich:	-20°C bis 50°C
Einsatzbereich cps (Impulse pro Sekunde):	0 - 3.500

## Zubehör

- Buch *Nuclear Radiation with Vernier* - NRV

## Gewährleistung

Vernier gibt auf dieses Produkt fünf Jahre Garantie ab dem Tag der Auslieferung an den Kunden. Die Garantie ist beschränkt auf fehlerhaftes Material oder fehlerhafte Herstellung. Fehler durch falsche Handhabung sind von der Garantie ausgeschlossen.



Technik-LPE GmbH  
Friedrichsdorfer Landstr. 64  
69412 Eberbach

06271 944650-1  
info@technik-lpe.com

*basiert auf Stand 16.10.2014 Stand  
15. Juni 2016*