

Geiger-Müller-Zähler

In enger Zusammenarbeit mit J.P. Haas

Jedes Kind kennt den Geigerzähler: Eine Art (Ver-) Wünschelrute des Atomzeitalters. Ein geheimnisvolles Kästchen verkündet unheimlich tickend und knatternd Gefahr, Bedrohung, Unheil. Unsere Angst vor den Geistern, die die Wissenschaft rief und die die Menschheit nicht mehr loswird, projiziert sich auch auf den Indikator: Ein unscheinbares, simples Gerätchen, das man leicht selbst bauen kann, wie dieser Beitrag zeigt.

Der Vorwurf ist nicht von der Hand zu weisen: Elektor betreibt das Geschäft mit der Angst. Warum sonst die Veröffentlichung eines Geigerzählers?

Sicher, die Angst ist da, nicht zuletzt genährt durch aktuelle Ereignisse in Hamburg und Erfstadt, von anderen "Störfällen" ganz abgesehen. Aber auch das Interesse und die Neugier: Wie sieht denn so ein Geigerzähler aus, wie funktioniert er, wie kann man ihn bauen?

Wie funktioniert ein Geigerzähler?

Ein Geigerzähler ist am ehesten zu vergleichen mit einem Belichtungsmesser: Ein Meßgerät für Strahlungen.

Im Falle des Belichtungsmessers für relativ energiearme, harmlose Strahlungen, die wir als Licht *sehen* können. Der Geigerzähler mißt unsichtbare, energiereiche, schädliche Strahlungen, aufgrund ihrer Eigenschaften "ionisierende" Strahlungen genannt. Dazu zählen: α -, β - und γ -Strahlen und die mit letzteren verwandten Röntgenstrahlen. Mehr über "Strahlen" im gleichnamigen Beitrag in dieser Ausgabe.

Aufgrund der Eigenschaften der ionisierenden Strahlungen ist auch ein entsprechendes, anderes Meßverfahren als beim Belichtungsmesser erforderlich. Hierum haben sich die deutschen Physiker *H. Geiger* und *W. Müller* verdient gemacht. Sie erfanden das Geiger-Müller-Zählrohr. Bild 1a zeigt den prinzipiellen Aufbau, Bild 1b die Prinzipschaltung. In einem gasgefüllten Metallzylinder befindet sich isoliert ein dünner Metalldraht. Zwischen Zylinder und Draht wird eine so hohe Spannung angelegt, daß gerade noch keine Entladung durch Funkenüberschlag (Ionisation) einsetzt. Fliegen nun geladene, energiereiche Teilchen (z.B. Elektronen oder Ionen) durch das Rohr, so wird die Gasfüllung ionisiert und damit leitend, eine Entladung setzt ein, die sich am Amperemeter (im Prinzipschaltbild) als Zeigerausschlag bemerkbar macht. Die Gasfüllung besteht im allgemeinen aus einem Edelgas-Gemisch und einer Löschesubstanz (meist Äthylalkohol). Dadurch wird das selbsttätige "Löschen" des Entladungsvorgangs nach erfolgter Ionisation erreicht. Der Spannungsabfall am Arbeitswiderstand reicht zur Beendigung der Entladung aus. Jeder Entladungsvorgang ist ein Nachweis für das "Einfliegen" eines energiereichen

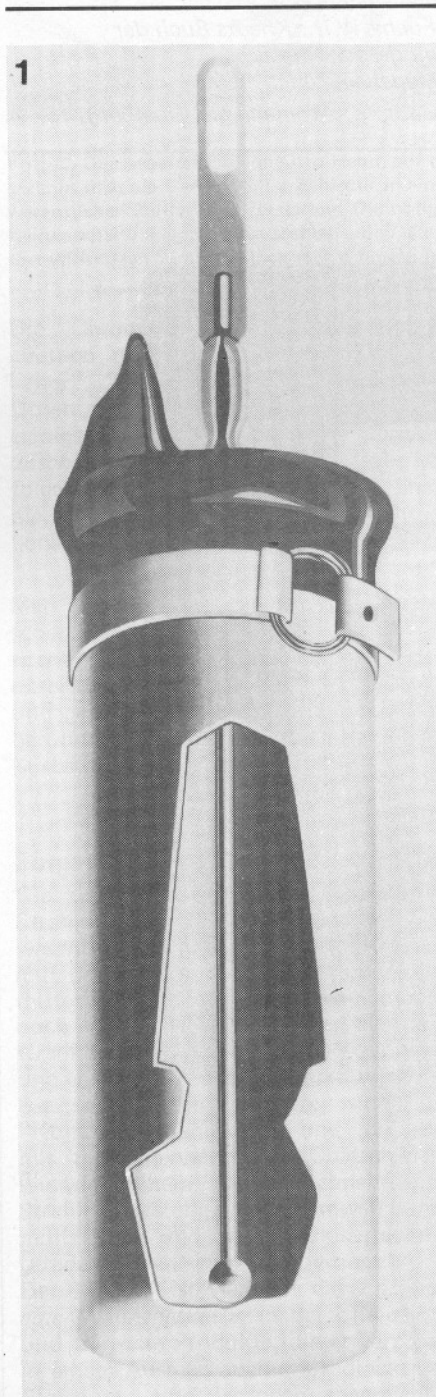


Foto 1. Blick ins Innere eines Mantelzählrohrs. Man erkennt deutlich die innenliegende Elektrode, die Anode. Der Metallkolben (Mantel) bildet die Katode des Zählrohrs.

Teilchens in das Zählrohr und verursacht einen Stromimpuls durch das Amperemeter bzw. einen Spannungsimpuls an einem Widerstand anstelle des Amperemeters. Das Maß für die Intensität einer Strahlung ist die Anzahl von Teilchen = Impulse pro Zeiteinheit, z.B. pro Sekunde oder Minute. Für eine quantitative Anzeige benötigt man eine Zähleinheit, die diese Impulsrate anzeigt.

Noch einige Worte zu den Zählrohren. Die an positivem Potential liegende Elektrode (der Metalldraht) bezeichnet man als Anode, den die Anode umgebenden Metallzylinder als Katode. Bei einigen Zählrohren ist die Katode noch von einem Glaskolben umgeben. Zählrohre mit einem geschlossenen Metallzylinder werden Mantelzählrohre genannt, befindet sich im Zylinder eine mit einer Glimmerscheibe abgedeckte Öffnung, so handelt es sich um ein Fensterzählrohr.

Die Teilchen einer Strahlung werden vom Metallmantel je nach Wandstärke und Material mehr oder weniger gebremst. Empfindliche Mantelzählrohre sind sehr dünnwandig und dementsprechend vorsichtig zu behandeln. Bei Fensterzählrohren sorgt das Glimmerfenster für nahezu ungebremsen Eintritt der Teilchen und entsprechend hohe Empfindlichkeit. Die Glimmerscheibe ist ebenfalls hauchdünn und sollte möglichst nicht berührt werden.

Mantelzählrohre eignen sich zur Messung von Gamma-Strahlung sowie Beta- und Gamma-Strahlung, mit Fensterzählrohren lassen sich Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung messen.

Das Blockschaltbild eines Geiger-Müller-(GM-)Zählers ist in Bild 2 dargestellt und besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: Einem Hochspannungsgenerator, der eine stabilisierte Hochspannung im Bereich zwischen etwa 400 und 800 V (je nach Rohr) erzeugt, und einer Meßschaltung zur akustischen und optischen Anzeige der Impulsrate (Strahlungsintensität).

Realisierung der Schaltung

Der Gesamtschaltplan ist in Bild 3 dargestellt und besteht aus dem Hochspannungsteil oben im Bild, Röhre und akustische Meßschaltung (Verstärkerteil) links darunter und Anzeigeteil mit Drehspulinstrument unten rechts im Bild.

Zuerst zur Hochspannungserzeugung: Am Punkt A am Eingang der Regelschaltung liegt die am Ausgang der Kaskade (Punkt A) erzeugte Hochspannung an. Eine Reihenschaltung von sechs 10-M-Widerständen (R2a bis R2f) bildet zusammen mit P1 und R1 einen Spannungsteiler an der Basis von Transistor T1. Mit P1 ist der Spannungsteiler und damit die Hochspannung zwischen etwa 300 und 1000 V einstellbar. Die Regelung der Hochspannung erfolgt mit T1:

Solange die Hochspannung unter dem mit P1 eingestellten Sollwert liegt, ist T1 gesperrt, die Basisspannung (= durch Spannungsteiler heruntergeteilte Hochspannung) beträgt unter 0,7 V. Am Kollektor von T1 liegt daher positives Potential (logisch 1), so daß der mit dem Schmitt-Trigger N1 aufgebaute Oszillator schwingt. Der Oszillator steuert über N2 als Pufferstufe und T2 und T3 als Treiberstufe den Transformator. Aufgrund der niedrigen Oszillatorfrequenz dient ein normaler Kleinetztrafo als Übertrager. Auf der Sekundärseite des Transformators (220-V-Wicklung) liegt dann eine Spannung von etwa 250 V, die eine Spannungsvervielfacherkaskade (D4 bis D11 und C4 bis C11) auf bis zu 1 kV erhöht. Wenn der Oszillator eingeschaltet ist, steigt die Spannung am Ausgang der Kaskade so lange an, bis sie den eingestellten Wert erreicht. Die Basisspannung von T1 beträgt nun 0,7 V, T1 wird leitend, die Spannung am Kollektor wird logisch 0, schaltet den Oszillator S1 aus und verhindert so ein weiteres Ansteigen der Hochspannung. Sinkt die Hochspannung durch Entladung der Kondensatoren in der Kaskade unter den eingestellten Wert, so nimmt der Oszillator mit dem Sperren von T1 wieder seinen Betrieb auf, die Kaskade wird impulsartig nachgeladen. Der Kondensator C1 verhindert ein Oszillieren von T1. Die Diode D1 in der Masseleitung des Schmitt-Trigger-ICs 74LS13 hebt das "0"-Potential des ICs auf 0,7 V an und sorgt so dafür, daß der Oszillator N1 von T1 unter allen Umständen sicher abgeschaltet werden kann.

Die Zenerdiode D2 mit Vorwiderstand R4 stabilisiert über Emitterfolger T8 die Versorgungsspannung für das IC und die Anzeigeschaltung auf ca. 5,6 V. Die Hochspannung selbst wird durch die Schaltregelung über T1 auf etwa 2% konstant gehalten, was für die vorliegende Anwendung mehr als ausreicht.

Über R19 erhält das GM-Zählrohr die Hochspannung. Sobald ein ionisierendes Teilchen eintritt, wird das Rohr kurzzeitig leitend, am Widerstand R8 entsteht ein positiver Spannungsimpuls, der über das Differenzglied C12/R10 die Transistoren T4 und T5 durchsteuert. Dieser Darlingtonverstärker produziert ein deutlich vernehmbares Knacken im Lautsprecher. Am Kollektor des Transistors T5 kann die Anzeigeschaltung angeschlossen werden.

Der Transistor T6 in der Anzeigeschal-

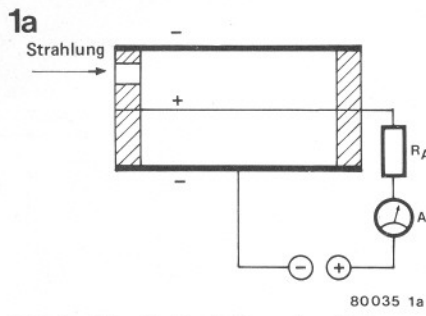


Bild 1a. Prinzipieller Aufbau eines Geiger-Müller-Zählrohrs. Es besteht aus einem mit Edelgasgemisch (meist Halogen) gefüllten Metallzylinder (Katode), in dem sich isoliert ein dünner Metalldraht (Anode) befindet. Die angelegte Gleichspannung ist so hoch, daß gerade noch keine Funkenentladung (Ionisation) im Rohr beginnt. Sobald aber ein geladenes, energiereiches Teilchen oder eine energiereiche Wellenstrahlung in die Kammer eindringt, setzt Ionisation ein, der Stromfluß durch das Rohr wird vom Amperemeter angezeigt. Da das Zählrohr die Ionisation selbstständig beendet ("löscht"), lassen sich die Ionisationvorgänge einzeln zählen. Die Anzahl der Stromstöße (Impulse) pro Zeiteinheit ist ein Maß für die Intensität der Strahlung.

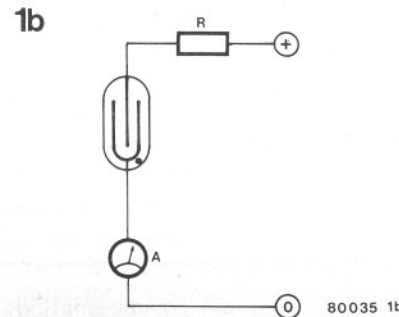


Bild 1b zeigt die Prinzipschaltung eines GM-Zählrohrs.

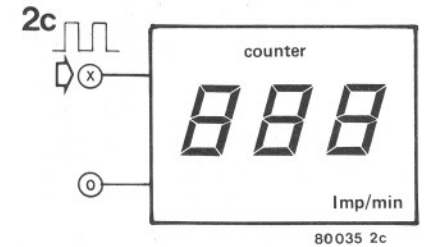
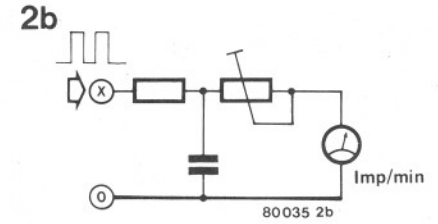
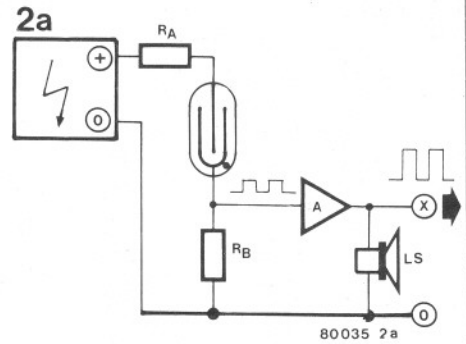


Bild 2. Blockschaltung des Elektor-Geigerzählers, im wesentlichen bestehend aus: Hochspannungsgenerator, Zählrohr mit Anoden- und Katodenwiderstand, Impulsverstärker und analogen Impulszähler (Integrator mit Drehspulinstrument, Bild 1b). Am Ausgang des Impulsverstärkers befindet sich ein Lautsprecher zur akustischen Anzeige. Alternativ oder ergänzend zum analogen Impulszähler kann auch ein digitaler Zähler (Bild 2c) an den Impulsausgang angeschlossen werden.

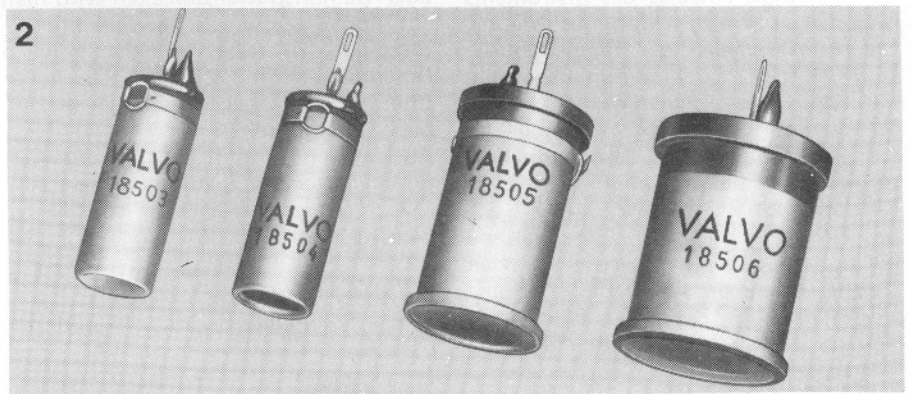


Foto 2. Verschiedene Geiger-Müller-Zählrohre. Von links nach rechts: Mantelzählrohr 18503 (ZP 1200), das gleiche Zählrohr mit Fenster als 18504 (ZP 1400) sowie zwei weitere, empfindliche Fensterzählrohre.

tung dient als Pulsformer- und Treiberstufe. Der Kollektorwiderstand ist als Spannungsteiler ausgeführt, an dessen Mittelpunkt D TTL-kompatible Impulse zur Ansteuerung eines digitalen Frequenzzählers zur Verfügung stehen. Der über R15 durch D13 fließende Gleichstrom läßt an der Diode eine konstante Spannung von 0,7 V abfallen, die den Arbeitspunkt des Transistors T7 aus dem Knick der Kennlinie raushält

(Basisvorspannung). Kondensator C13 integriert die vom Kollektor des Transistors T6 kommenden Impulse. Die Diode D12 verhindert eine Entladung über R13, R14, so daß die Zeitkonstante lediglich vom Kondensator und P2 bestimmt wird. P2 erlaubt eine Anpassung an die Empfindlichkeit des Anzeigeelements. Auf den Impedanzwandler mit Transistor T7, der die Belastung von C13/P2 gering hält, folgt noch ein

3

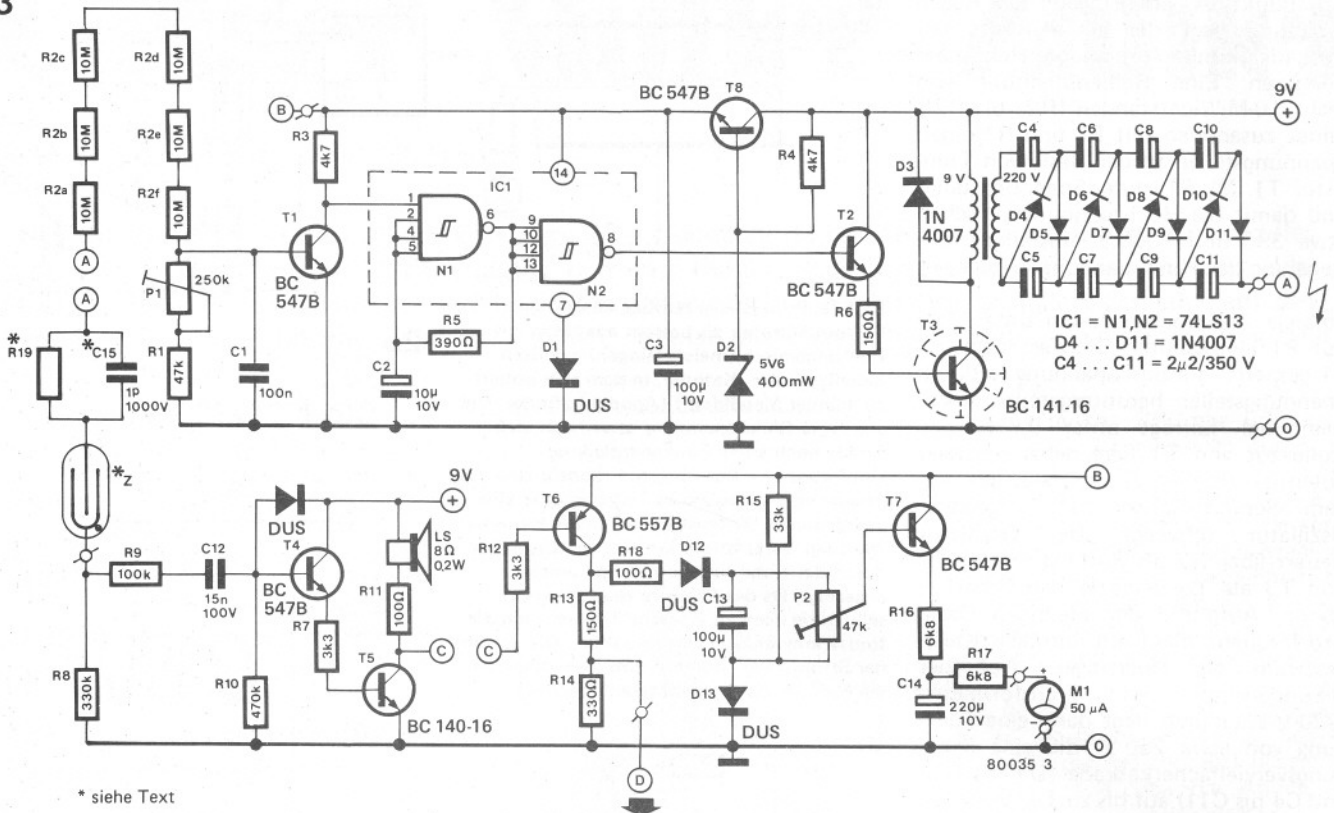


Bild 3. Gesamtschaltung des Geigerzählers, der Übersichtlichkeit halber dargestellt in drei Teilschaltungen:
 – Hochspannungsgenerator, bestehend aus TTL-Oszillator mit 74LS13, Leistungstreiber mit BC 141-16, Netztransformator 9 V als Überträger
 1 : 25, Gleichrichter-kaskade zur Vervielfachung der Trafo-Sekundärspannung und geschaltete Regelung der Hochspannung über Transistor T1.
 – Zählrohr mit Impulsverstärker und Lautsprecher
 – Analoge Impulszählung mit Drehspul-Anzeigeelement. Am Anschluß D kann ein digitaler Impuls- (Frequenz-) Zähler mit TTL-kompatiblem Eingang angeschlossen werden.

weiteres Siebglied mit R16/C14 und R17 und dann die Anzeige mit Drehspulinstrument. Da die Versorgung der gesamten Anzeigeschaltung stabilisiert ist, bleibt die Anzeige des Instruments unabhängig von der Batteriespannung. Sie ist proportional der Impulsfrequenz und damit der Strahlungsintensität und kann mit P2 abgeglichen werden.

Durch die geschaltete Regelung der Hochspannung ist die Stromaufnahme der Gesamtschaltung mit etwa 10 mA sehr niedrig. Bei relativ seltenem Gebrauch reicht eine 9-V-Blockbatterie für insgesamt etwa 10 Betriebsstunden aus. Bei häufiger Verwendung ist eine Versorgung mit zwei 4,5-V-Flachbatterien oder NiCd-Akkus empfehlenswert.

Wahl des Zählrohrs

Die Wahl des Zählrohrs richtet sich nach Anwendungsbereich und Kosten. Die Preise liegen minimal bei etwa 50 DM für ein einfaches Mantelzählrohr wie z.B. ZP 1310 (mißt Gamma- und starke Beta-Strahlung). Ein Fensterzählrohr, mit dem sich auch schwache Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlungen messen lassen, z.B. ZP 1430, kostet etwa 180 DM. Unter den kostengünstigeren Rohren stellt der Typ ZP 1400 einen guten Kompromiß dar. Dieses Fensterzählrohr kostet etwa 70 DM, eignet sich zur Messung von Beta- und Gamma-Strahlung und ist deutlich empfindlicher als das ZP 1310. Für Strahlenschutz-

messungen reicht ein gamma-empfindliches Zählrohr vollkommen aus, lediglich für den Nachweis von Alpha-Strahlung zu Versuchs-, Unterrichts- oder Demonstrationszwecken wird man ein Alpha-Rohr wie ZP 1430 benötigen. Eine gute Übersicht mit ausführlichen Datenblättern findet man in dem in der Literaturliste angegebenen Valvo-Handbuch "Zählrohre".

Auszugsweise sind in Tabelle I die wichtigsten Daten der zuvor genannten Zählrohre angegeben. Hierzu eine kurze Begriffsdefinition:

Betriebsspannung U_B
 ist die Spannung, bei der das Zählrohr

betrieben werden soll

Plateau
 ist der Speisespannungsbereich, in dem die Impulsanzahl weitgehend unabhängig von der Speisespannung ist.

Nulleffekt
 ist die unerwünschte Zählung, z.B. durch kosmische Strahlung, oder Strahlung aus dem Material des Zählrohrs.

Totzeit
 ist die Zeit, die das Zählrohr zum selbsttätigen Löschen nach vorangegangener Ionisation benötigt. Während dieser Zeit spricht es auf weitere einfallende Strahlung

4

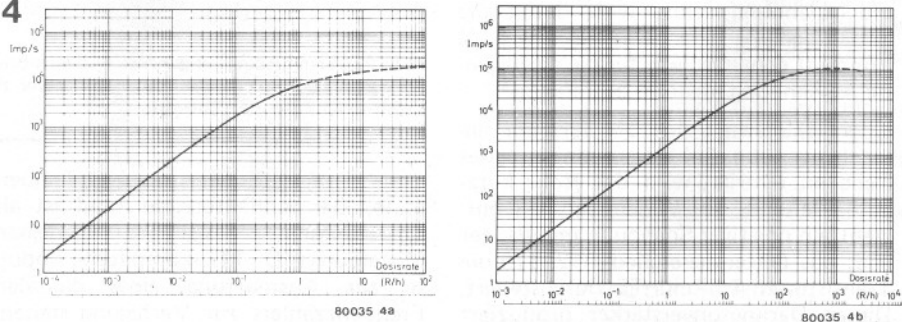


Bild 4. Zusammenhang zwischen Impulsrate (Imp/s) und Dosisrate (R/h) für zwei Zählrohre im Diagramm als Kennlinie dargestellt: ZP 1400 (Bild 4a) und ZP 1310 (Bild 4b). Das Fensterzählrohr ZP 1400 ist um den Faktor 10 empfindlicher als das Miniatur-Mantelzählrohr ZP 1310. (Quelle: Valvo Handbuch "Zählrohre" 1977)

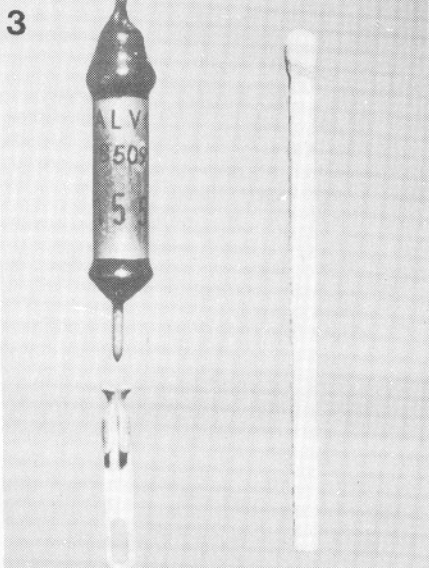


Foto 3. Das Miniatur-Mantelzählrohr 18509 (ZP 1310) im Größenvergleich mit einem Streichholz.

Tabelle 1

Typ	18509 (ZP 1310)	18504 (ZP 1400)	18526 (ZP 1430)
α -Empfindlichkeit	nein	nein	ja
β -Empfindlichkeit	> 0,5 MeV	ja	ja
γ -Empfindlichkeit	$10^{-3} \dots 3 \cdot 10^2$ R/h	$10^{-4} \dots 1$ R/h	$10^{-5} \dots 1$ R/h
U_B (typ.)	580 V	500 V	575 V
Plateau	500 ... 650 V	400 ... 600 V	450 ... 700 V
R_A (typ.)	2M2	10 M	10 M
Nulleffekt	≤ 2 Imp/min	≤ 10 Imp/min	= 25 Imp/min
Totzeit	$\leq 15 \mu s$	$\leq 90 \mu s$	= 190 μs
U_B max. *)	650 V	600 V	700 V
R_A min. *)	2M2	4M7	2M2
ϑ_U min. *)	-40°C	-50°C	-50°C
ϑ_U max. *)	+75°C	+75°C	+75°C
ϑ_U max. bei Dauerbetr. *)	+50°C	+50°C	+50°C

*) absolute Grenzwerte

lung nicht an.

Grenzdaten

für Betriebsspannung U_B , Arbeitswiderstand R_A und Umgebungstemperatur ϑ_U dürfen unter keinen Umständen überschritten werden.

Kennlinie

ist der Zusammenhang zwischen Impulsrate (oder Anodenstrom) und Dosisrate (in Röntgen).

Bild 4b zeigt diese Kennlinie für das billigste Mantelzählrohr ZP 1310 (nur Gamma- und starke Beta-Strahlung), Bild 4a für das empfindlichere Fensterzählrohr ZP 1400 (Beta- und Gamma-Strahlung).

Die Unterschiede in der Empfindlichkeit werden deutlich: Bei gleicher Dosis von 1 mR (Milliroentgen) liefert das Fensterrohr etwa 20 Impulse pro Sekunde, das Mantelzählrohr hingegen nur 2 Impulse pro Sekunde, es liegt damit bereits am unteren Ende des Meßbereichs.

Aufbau auf Platine

Der Aufbau der Schaltung ist mit der in Bild 5 dargestellten Platine weitgehend unproblematisch. Wegen der auftretenden Hochspannung ist aber besonders im Bereich der Kaskade auf sauberes Lötten (keine zu großen Lötstellen!) und sorgfältiges Reinigen der Lötstellen zu achten, um Überschläge und Kriechstrecken zu vermeiden. Daß nur einwandfreie Bauteile eine sichere Schaltungsfunktion garantieren, ist (hoffentlich) selbstverständlich. Probleme könnte es mit der Bauteilerhältlichkeit geben. C15 ist mit 1 p/1000 V nicht unbedingt ein Standardbauteil. Hier gibt es eine einfache Lösung: Der Kondensator ist für die Schaltungsfunktion nicht unbedingt erforderlich, da der Widerstand R18 selbst schon eine aus-

reichende Parallelkapazität aufweist. C15 kann daher entfallen, es ist auch möglich, eine Reihenschaltung von 2 Kondensatoren 2,2 p/500 V zu verwenden. Ein kleineres Problem ist der erforderliche Netztrafo. Vergossene Kleintransformatoren für Printmontage mit Abmessungen von etwa 33 mm x 27 mm x 27 mm sind im Fachhandel relativ gut verbreitet, die Platine ist für die in Bild 5 gezeigte Anschlußbelegung ausgelegt. Bei abweichendem Rastermaß kann man den Trafo auch mit *gut isoliertem* Schaltdraht (Hochspannung auf der 220-V-Seite!) anschließen. Transformatoren mit größerer Leistung als angegeben *sind nicht verwendbar!* Anstelle des ICs 74LS13 läßt sich bei Beschaffungsproblemen auch der Standard-TTL-Typ 7413 verwenden, allerdings verdoppelt sich dann die Gesamtstromaufnahme der Schaltung von etwa 10 mA auf über 20 mA.

Zählrohr, Anodenwiderstand R19 und, falls vorhanden, Kondensator C15 sind nicht auf der Platine montiert. R19 und Parallelkondensator C15 werden unmittelbar an die Anode des Zählrohrs angeschlossen, um die Zuleitungskapazität

zwischen Anodenwiderstand und Anode so klein wie möglich zu halten. Der Anschluß an den Anodenstift erfolgt mittels einer Kelchfeder (Steckverbinder) mit Lötöse, die im Lieferumfang des Zählrohrs enthalten ist. Das Aufstecken der Feder auf den Anodenstift erfolgt *nach* dem Anlöten des Anodenwiderstands an die Lötöse. Der Anodenstift des Zählrohrs selbst darf weder erhitzt noch mechanisch beansprucht werden!

Inbetriebnahme und Abgleich

Vor dem ersten Einschalten wird das Zählrohr noch nicht angeschlossen. Trimmer P1 stellt man auf maximalen Widerstandswert (minimalen Wert der Hochspannung) ein (Schleifer liegt an R1). Nach dem Einschalten dauert es einige Sekunden, bis die Kaskade aufgeladen ist. Danach wird der Oszillator nur noch ganz kurz impulsartig eingeschaltet, um die Kaskade nachzuladen. Dies läßt sich durch Messung der Stromaufnahme überprüfen. Sie beträgt während der Einschaltphase etwa 120 mA und geht danach auf unter 10 mA zurück. Nun schließt man ein Multimeter (Meß-

4

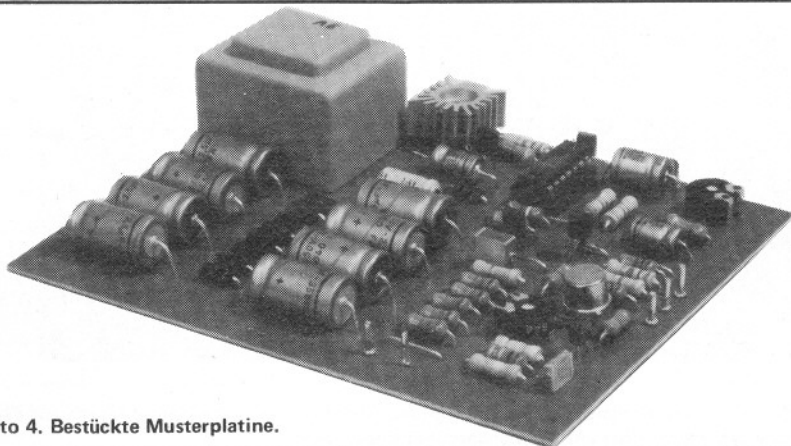


Foto 4. Bestückte Musterplatine.

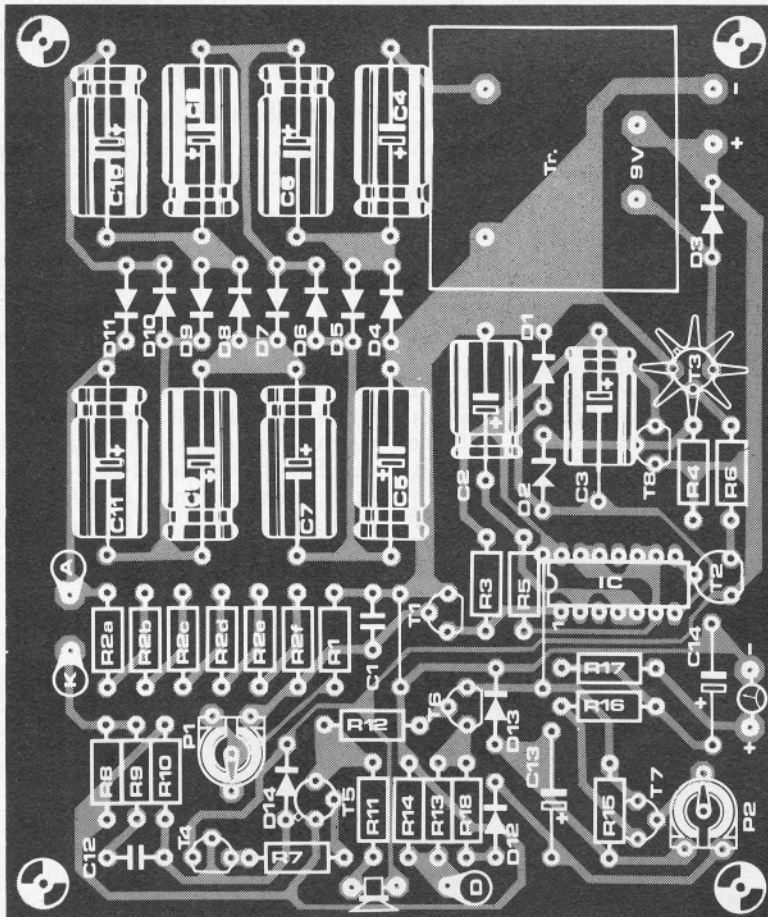
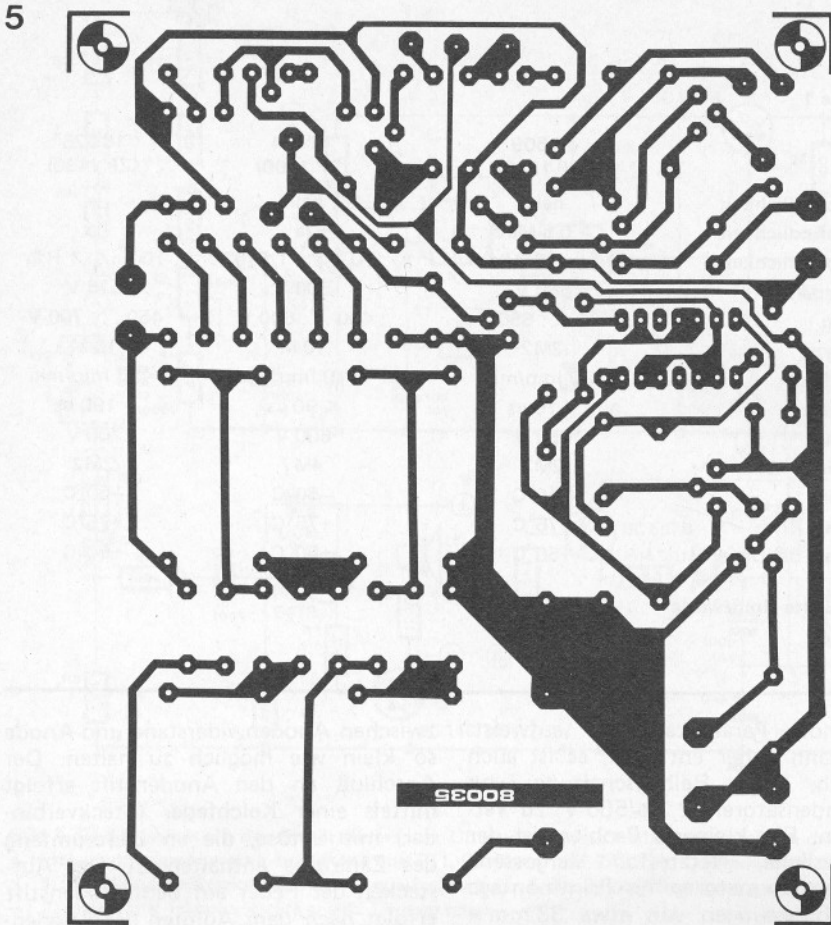


Bild 5. Platine des GM-Zählers mit Bestückungsplan. R19 und C15 befinden sich nicht auf der Platine, sondern unmittelbar am Anodenanschluß des Zählrohrs!

Stückliste

Widerstände:

R1 = 47 k
 R2a . . . R2f = 10 M
 R3, R4 = 4k7
 R5 = 390 Ω
 R6, R13 = 150 Ω
 R7, R12 = 3k3
 R8 = 330 k
 R9 = 100 k
 R10 = 470 k
 R11, R18 = 100 Ω
 R14 = 330 Ω
 R15 = 33 k
 R16, R17 = 6k8
 R19 = R_A (typ.), siehe Tabelle I,
 für ZP 1400: R19 = 10 M

Kondensatoren:

C1 = 100 n
 C2 = 10 μ /10 V
 C3, C13 = 100 μ /10 V
 C4 . . . C11 = 2 μ 2/350 V
 C12 = 15 n/100 V
 C14 = 220 μ /10 V
 C15 = 1 p/1000 V
 (kann auch entfallen)

Trimpotentiometer:

P1 = 250 k
 P2 = 47 k (50 k)

Halbleiter:

T1, T2, T4,
 T7, T8 = BC 547B, BC 107B
 T3 = BC 141-16
 T5 = BC 140-16, BC 141-16
 T6 = BC 557B, BC 177B
 D1, D12, D13,
 D14 = DUS (1N4148, 1N914)
 D2 = Zenerdiode 5V6/0,4 W
 D3 . . . D11 = 1N4007
 IC1 = 74LS13

Sonstiges:

Netztrafoformator
 prim. 220 V, sek. 9 V/180 mA
 (1,6 VA), nach VDE 0551,
 vergossen, Printmontage,
 Prüfspannung 6 kV
 Drehspulinstrument 50 μ A
 Lautsprecher 8 Ω /0,2 W
 Zählrohr 18504 (ZP 1400), Valvo

bereich 1 kV) zur Einstellung der Hochspannung an den Ausgang der Kaskade an und stellt die Hochspannung auf die für das Zählrohr angegebene Arbeitsspannung U_B typ. ein. Dabei ist folgendes zu beachten: **Vorsicht vor der Hochspannung!** Beim Messen unbedingt gut isolierte Prüfspitzen bzw. Meßklemmen verwenden. Berühren hochspannungsführender Schaltungsstelle unbedingt vermeiden. Die Hochspannung bleibt auch nach dem Ausschalten einige Zeit stehen. Für beschleunigtes Entladen Kaskade *nicht* kurzschließen, sondern über einen Widerstand von einigen Kiloohm entladen. Nun zum Abgleich des Anzeigebereichs: Hierzu wird ein Impulsgenerator (z.B. Funktionsgenerator mit Rechteckausgang) benötigt, der Impulse von minimal 5 V Amplitude in einem Frequenzbereich von 5 Hz bis etwa 20 Hz liefert. Den Meßbereich für Vollauschlag kann man selbst wählen. Die Anzeigeschaltung

ist so dimensioniert, daß bei maximaler Empfindlichkeit (Schleifer von P2 am Pluspol von C13) bei einem 50- μ A-Instrument mit ca. 7 Imp./s Vollausschlag erreicht wird, ein 100- μ A-Instrument zeigt dementsprechend bei ca. 15 Imp./s Vollausschlag.

Bei Verwendung eines Zählrohrs vom Typ ZP 1310 erhält man (mit 50- μ A-Instrument) einen empfindlichsten Meßbereich von etwa 4 mR/h, bei ZP 1400 ist die max. Empfindlichkeit um den Faktor 10 besser (0,4 mR/h). Beim Abgleich geht man zweckmäßigerweise folgendermaßen vor:

1. Aus dem Datenblatt des Zählrohrs Impulsfrequenz für den gewünschten Anzeigebereich der Dosisrate entnehmen (z.B. 20 Imp./s für eine Dosisrate von 1 mR/h beim Zählrohr ZP 1400).
2. Diese Frequenz (in unserem Beispiel 20 Hz) am Impulsgenerator einstellen und an den Eingang der Zählerschaltung (parallel zu R8) anschließen.
3. Trimmer P2 auf Vollausschlag des Drehspulinstruments abgleichen.

Zur Kontrolle der eingestellten Impulsfrequenz kann an den Punkt D ein Frequenzzähler angeschlossen werden. Der Geigerzähler ist nun abgeglichen und betriebsbereit, sobald das Zählrohr angeschlossen ist.

Wie kann man aber überprüfen, ob er auch tatsächlich funktioniert?

Zunächst einmal gibt schon der Nulleffekt Aufschluß über die Funktion des Geigerzählers: Im Lautsprecher wird es sporadisch knacken. Eine höhere Impulsrate läßt sich durch Messung an einem radioaktiven Präparat erzielen, das man in jedem guten Haushalts- und Campinggeschäft preiswert erwerben kann:

Einen Gasglühstrumpf, der nach dem von dem berühmten österreichischen Erfinder Auer von Welsbach entdeckten Verfahren unter anderem mit Thoriumoxyd getränkt und daher schwach radioaktiv ist. Diese schwache Radioaktivität ist mit dem GM-Zähler eindeutig nachweisbar und liefert je nach Zählrohr bis zu 50 Imp./s. Eine andere Testmöglichkeit liefert das Kalium⁴⁰-Präparat "Pottasche", erhältlich in Apotheken und Drogerien.

Praktische Hinweise

Die Stromversorgung erfolgt, wie erwähnt, mit Batterien oder NiCd-Akkus (z.B. 6 Stück Mignon-NiCd 450 mAh). In letzterem Fall sollte man in die Plus-Leitung eine flinke Sicherung 1 A aufnehmen, um größere Schäden bei Kurzschlüssen abzuwenden.

Wird für den Einbau der Schaltung ein Kunststoffgehäuse verwendet, so kann das Zählrohr mit in das Gehäuse eingebaut werden. Alpha- und Betaempfindliche Zählrohre müssen mit dem Glimmerfenster aus dem Gehäuse herausragen oder in einem eigenen Schutzgehäuse untergebracht und über ein Koax-Meßkabel mit dem Gerätegehäuse verbunden werden (siehe Foto des Mustergeräts). Bei Nichtgebrauch ist das

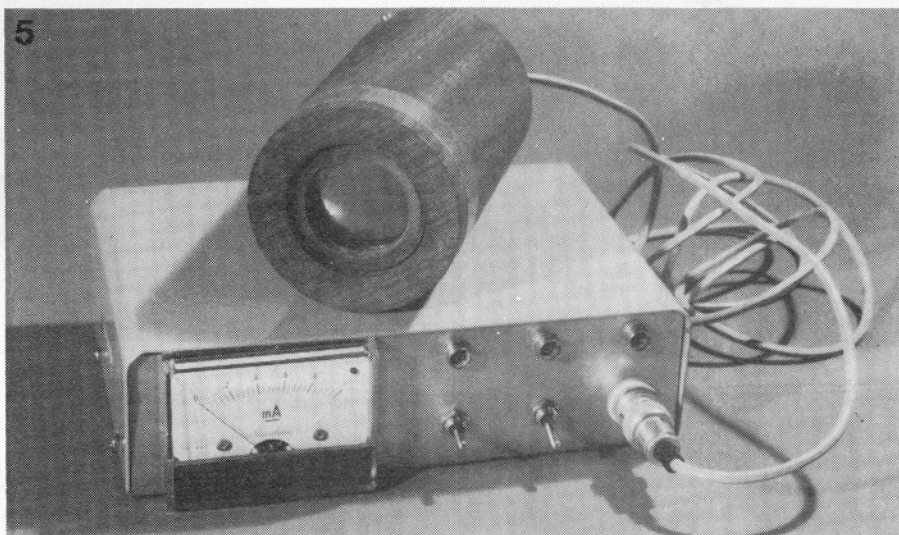


Foto 5. Ansicht des Mustergeräts. Das Zählrohr ist getrennt von der Elektronik in ein eigenes Gehäuse eingebaut ("Zählrohr-Sonde") und über Kabel und Koax-Buchse mit dem Gerätegehäuse verbunden. Die drei Umschalter auf der Frontplatte haben folgende Funktion: Ein/Aus, Batterie/Netz und Meßbereichumschaltung.

Zählrohrfenster mit einer Abdeckkappe zu verschließen, um die empfindliche Glimmerscheibe zu schützen. Es ist auch zu empfehlen, dünnwandige Zählrohre im Gehäuse mit Schaumstoff oder Watte zu "polstern" sowie mechanische Belastungen und Erschütterungen zu vermeiden. Wegen der abschirmenden Wirkung können Zählrohre nicht in ein Metallgehäuse eingebaut werden.

Noch einige Hinweise zum praktischen Gebrauch des Geigerzählers. Reicht die Lautstärke der akustischen Anzeige (wegen der sehr schmalen Zählimpulse) nicht aus, so kann der Widerstand R11 bis auf 10 Ω ohne Gefahr für Transistor T5 verkleinert werden, dann ist aber auch R7 auf 560 Ω zu ändern. Auch der Anschluß eines 8- Ω -Ohrhörers, zweckmäßig über Umschalt-Klinkenbuchse 3,5 mm, ist möglich. Außer für Versuchs-, Unterrichts- und Demonstrationszwecke wird man mit einem Meßbereich von etwa 1 bis

5 mR/h Vollausschlag auskommen. Mehrere verschiedene Meßbereiche lassen sich durch Verwendung mehrerer entsprechend abgeglichener Trimpotentiometer P2 und deren Umschaltung realisieren.

Bei Messungen im häuslichen Bereich oder in der freien Natur wird man keine wesentlich über den Nulleffekt hinausgehende Radioaktivität feststellen. Auch die manchmal der ungebührlichen Röntgenstrahlung verdächtigten Farbfernseher erwiesen sich bei Messungen im Elektor-Labor als unergiebig Strahlungsquellen.

Was aber soll man tun, wenn man tatsächlich eine starke (Gamma-)Strahlung (Anzeige 1 mR/h oder größer) feststellt? Zuerst einmal sollte man sich schleunigst aus dem mutmaßlich verseuchten Gebiet zurückziehen und bei begründetem Strahlungsverdacht die Polizei benachrichtigen, die dann ihrerseits die zuständigen Stellen informiert. Natürlich ist eine Fehl Anzeige des GM-Zählers nicht mit absoluter Sicherheit auszuschließen. Es ist wohl allgemein bekannt, daß Radioaktivität mit Blei abgeschirmt werden kann. Alpha- und Betastrahlungen werden vollständig abgeschirmt, Gamma- und Roentgenstrahlung in Abhängigkeit von der Wandstärke abgeschwächt. Als "Gegenprobe" kann man daher das Zählrohr mit einem Bleirohr (einseitig geschlossen) abschirmen. Geht die Anzeige dann deutlich zurück, so hat man offensichtlich eine Strahlung gemessen, die durch das Bleirohr abgeschwächt wird – also Radioaktivität.

Wir hoffen, daß dieser Fall nie eintritt! \blacksquare

Bildquellennachweis:

Bild 4a, Bild 4b: Valvo Handbuch Zählrohre 1977

Foto 1, Foto 2, Foto 3: VALVO Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH, Hamburg

Literatur:

Valvo: "Zählrohre 1977", Valvo Handbuch, Februar 1977.

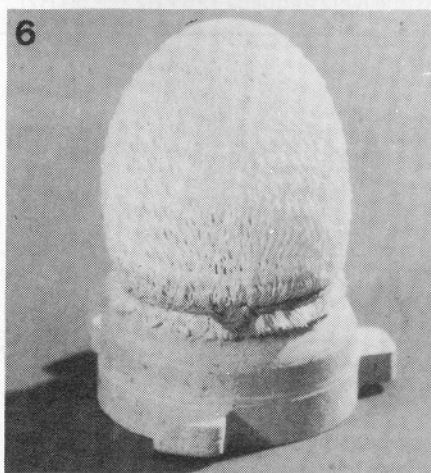


Foto 6. Radioaktives Präparat zum Testen des Geigerzählers: Ein handelsüblicher Gasglühstrumpf.