

Geiger-Müller-Zähler GMZ 2

Für professionellen Einsatz

- **Gamma-Strahlungsmesser mit Valvo-Zählrohr ZP 1310**
- **4-stellige Digital-LCD Anzeige**
- **6 Meßbereiche:**
 1. **kumulierend (fortlaufend zählend mit einer Empfindlichkeit von ca. 0,17 μrem pro Impuls),**
 2. **1 mrem/h, Auflösung 0,1 $\mu\text{rem}/\text{h}$ (!)**
 3. **10 mrem/h, Auflösung 1 $\mu\text{rem}/\text{h}$**
 4. **100 mrem/h, Auflösung 10 $\mu\text{rem}/\text{h}$**
 5. **1 rem/h, Auflösung 100 mrem/h**
 6. **10 rem/h, Auflösung 1 mrem/h**
- **hohe Grundgenauigkeit von typ. 5 %**
- **große Auflösung von 0,1 $\mu\text{rem}/\text{h}$ (!)**
- **Meßzeiten von ca. 0,6 sec (Meßbereich 6) bis 6000 sec. (Meßbereich 2)**
- **zusätzlich zur Digitalanzeige wahlweise akustische oder optische Anzeige eines jeden Zählimpulses (kurzer 2kHz Signalton oder LED-Leuchtimpuls)**
- **Anzeige direkt in der gebräuchlichen Einheit „Millirem pro Jahr“**
- **hohe Ansprechempfindlichkeit, d. h. bereits die normale Umweltstrahlung von ca. 10 bis 40 $\mu\text{rem}/\text{h}$ wird mit einer Stelle hinter dem Komma (z. B. 20,0 $\mu\text{rem}/\text{h}$) aufgelöst**
- **elektronisch stabilisierte 400 V-Zählrohrspannung mit hohem Wirkungsgrad**
- **geringer Stromverbrauch von ca. 2,5 mA**
- **Unterspannungs- und Überlaufanzeige**



Allgemeines

Bestückt mit insgesamt 13 zum Teil höher integrierten ICs, 7 Transistoren, 12 Dioden sowie zahlreichen passiven Bauelementen ist dieser hochwertige professionelle Geiger-Müller-Zähler auf einer doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte in kompakter Bauweise gefertigt. Nicht zuletzt daraus resultiert die hohe Leistungsfähigkeit des Gerätes mit insgesamt 6 Meßbereichen. Da für den Abgleich stark radioaktiv strahlende Präparate benötigt werden, wird der GMZ 2 nur als Fertiggerät angeboten.

Im „ELV journal“ Nr. 46 ist unter der Überschrift „Radioaktivität – Entstehung, Messung und Wirkung“ von Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Fellmann auf 10 Seiten ein ausführlicher Bericht veröffentlicht, der sich mit dem komplexen Thema rund um die Radioaktivität befaßt. Hierbei werden neben den Grundlagen ausführlich die Strahlendosimetrie, die Strahlenbelastung, die Strahlenschädigung, der Strahlenschutz sowie aktuelle Komponenten ausführlich behandelt. Wir wollen uns daher an dieser Stelle auf die Eigenschaften des hier vorgestellten GMZ 2 beschränken.

Darüber hinaus ist ebenfalls im „ELV journal“ Nr. 46 die ausführliche Bauanleitung des Geiger-Müller-Zählers GMZ 1 veröffentlicht. Im Rahmen des 5-seitigen Artikels ist neben einer leicht verständlichen allgemeinen Einführung in die Ra-

dioaktivitätsmessung ein Kapitel den Auswirkungen auf den Menschen sowie ein weiteres Kapitel den Verhaltensempfehlungen bei erhöht auftretender radioaktiver Strahlung gewidmet. Der interessierte Leser wird in den beiden vorstehend erwähnten Artikeln sicherlich viele Informationen finden.

Allgemeine Betriebshinweise

Auf der linken Geräteseite befindet sich ein 3-stelliger Schiebeschalter.

In Mittelstellung („aus“) ist das Gerät ausgeschaltet. Wird der Schiebeschalter in die obere Stellung (Lautsprechersymbol) gebracht, so ertönt bei jedem Zählrohrimpuls ein kurzer, 30 millisec. andauernder 2-kHz-Signalton.

In der unteren Schalterstellung (Lampensymbol) erfolgt die Anzeige eines jeden Zählrohrimpulses optisch über eine LED. Der 2-kHz-Signalgeber ist ausgeschaltet.

Ein Rücksetzen der 4-stelligen Digitalanzeige auf „0000“ erfolgt durch Drehen des 6-stelligen Meßbereichsschalters aus einer beliebigen Stellung heraus auf Stellung „1“.

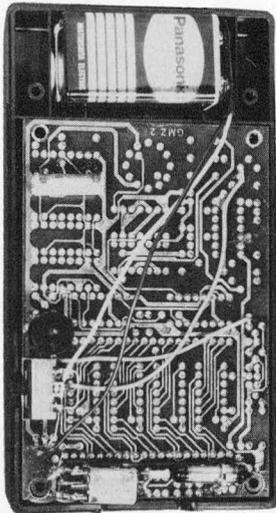
Die Lebensdauererwartung des verwendeten Zählrohres beträgt 5×10^{10} Impulse. Dies entspricht einer ca. 10-jährigen Dauerbetriebszeit bei einer Dosisleistung von 10 mrem/h (Meßbereichsendwert des 3. Meßbereiches).

Meßbereiche des GMZ 2

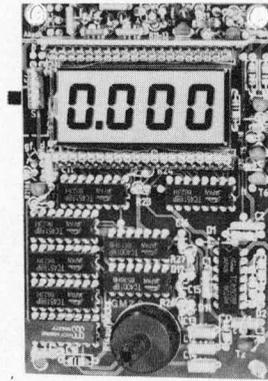
Die eingangs beschriebenen herausragenden Daten des GMZ 2 konnten durch den konsequenten Einsatz neuester Technologie realisiert werden. Hierzu zählt u. a. der sehr große Meßbereichsumfang, der 8 Dekaden überstreicht (gemeint ist das Verhältnis vom Meßbereichsendwert des größten Meßbereiches zur Auflösung des kleinsten Meßbereiches; hier: 10 rem/h : 0,1 $\mu\text{rem}/\text{h}$ = 100 000 000). Auf diese Weise kann sowohl die kleinstmögliche zu erwartende Umweltstrahlung mit guter Auflösung gemessen werden, als auch extrem hohe Dosisleistungen. Das Gerät ist somit universell einsetzbar.

1. Meßbereich:

Dieser erste Meßbereich unterscheidet sich von den 5 weiteren Bereichen wesentlich. Hier werden die vom Zählrohr abgegebenen Impulse fortlaufend gezählt (kumulierende Messung), und zwar ohne zeitliche Begrenzung. Jeder angezeigte Impuls steht hierbei für eine mittlere typische Strahlendosis von 0,17 μrem . Die Meßzeit kann somit für einen nahezu beliebigen Zeitraum manuell festgelegt werden. In dem Moment, in dem der 6stellige Meßbereichswahlschalter in Stellung „1“ gebracht wird, erfolgt ein automatisches Zurücksetzen des Zählers und der Anzeige auf „0000“. Die maximal mögliche Meßzeit wird lediglich durch die Zählkapazität von 5×10^{10} Impulsen und



Rückansicht des ELV-Geiger-Müller-Zählers GMZ 2 (Gehäuserückwand abgenommen)



Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV-Geiger-Müller-Zählers GMZ 2



Ansicht des betriebsfertigen ELV-Geiger-Müller-Zählers GMZ 2

die Batteriebensdauer (je nach verwendetem Typ bis zu 200 Stunden) begrenzt. Geeignet ist dieser Meßbereich bevorzugt für die Registrierung sehr geringer radioaktiver Strahlung.

2. Meßbereich:

Dies ist der empfindlichste Meßbereich zur Messung kleinster Dosisleistungen. Der Meßbereichsendwert beträgt 1 mrem/h bei einer Auflösung von 0,1 μ rem/h. Die Meßzeit beträgt hierbei ca. 100 Minuten. Beim Einschalten des Gerätes zeigt die Anzeige einen beliebigen Wert. Durch Verdrehen des Meßbereichswahlschalters zunächst in Stellung „1“ und anschließend wieder auf „2“ (oder eine andere Stellung) wird die Anzeige auf „0000“ zurückgesetzt. Nach Ablauf von ca. 100 Minuten erscheint dann der Meßwert auf der Anzeige. Dieser Wert bleibt solange erhalten, bis nach weiteren 100 Minuten der bei der 2. Messung ermittelte Wert zur Anzeige gebracht wird usw. Die Messungen erfolgen fortlaufend, wobei das Ergebnis unmittelbar nach Beendigung eines jeden Meßzyklus angezeigt wird, wobei gleichzeitig der nächste Meßzeitraum beginnt.

3. Meßbereich:

Der Meßbereichsendwert beträgt 10 mrem/h bei einer Auflösung von 1 μ rem/h und einer Meßzeit von ca. 10 Minuten pro Meßzyklus.

4. Meßbereich:

Der Meßbereichsendwert beträgt 100 mrem/h bei einer Auflösung von 10 μ rem/h und einer Meßzeit von ca. 1 Minute pro Meßzyklus.

5. Meßbereich:

Der Meßbereichsendwert beträgt 1000 mrem/h entsprechend 1 rem/h bei einer Auflösung von 100 μ rem/h und einer Meßzeit von ca. 6 Sekunden pro Meßzyklus.

6. Meßbereich:

Der Meßbereichsendwert beträgt 10000 mrem/h entsprechend 10 rem/h bei einer Auflösung von 1 mrem/h und einer Meßzeit von ca. 0,6 Sekunden pro Meßzyklus.

Genauigkeit:

Die Grundgenauigkeit des Gerätes, d. h. der Elektronik einschließlich des Zählrohres liegt bei typ. 3 %. Dies gilt für die Meßbereiche 2 bis 6. Der Meßbereich 1 ist nicht kalibrierfähig, so daß dort die Genauigkeit bei typ. 5 % liegt.

Im folgenden soll noch auf eine wesentliche Besonderheit im Zusammenhang mit der Messung radioaktiver Strahlung hingewiesen werden:

Die Impulsrate des Geiger-Müller-Zählrohres steht in weiten Grenzen in direktem linearen Zusammenhang mit der Stärke der radioaktiven Strahlung. Die Impulshäufigkeit folgt jedoch darüber hinaus statistischen Gesetzmäßigkeiten. In den Meßergebnissen ist demzufolge eine gewisse Unregelmäßigkeit zu erkennen.

In der Praxis bedeutet dies, daß bei einer konstanten Dosisleistung die Streuung der einzelnen Meßwerte der mathematischen Gauß-Verteilungskurve folgen. In der Praxis bedeutet dies, daß 70 % der Meßwerte im Bereich $x \pm \sqrt{x}$ liegen, während 95 % der Meßwerte im Bereich $x \pm 2\sqrt{x}$ liegen und 99,7 % der Meßwerte im Bereich von $x \pm 3\sqrt{x}$. Mit „x“ ist hierbei der absolut korrekte Meßwert bezeichnet.

Zum besseren Verständnis soll folgendes Beispiel dienen:

Wir nehmen hierzu an, daß der korrekte Wert („x“) der Dosisleistung 9000 mrem/h beträgt.

Wird nun im Meßbereich 3 gemessen, so würde aufgrund der Auflösung in diesem Meßbereich die korrekte Anzeige 9000 mrem/h betragen. Ca. 70 % der Meßwerte, die auf der Anzeige nacheinander abzulesen sind, liegen jetzt im Bereich zwischen $9000 \text{ mrem/h} \pm \sqrt{9000} \text{ Digit} = 9000 \pm 95$, also 8905 und 9095.

Wird die gleiche Messung im 4. Meßbereich durchgeführt, so erscheint beim korrekten Meßwert auf der Anzeige „0900“, also nur 900 Digit. 70 % der

nacheinander folgenden Meßwerte liegen somit im Bereich zwischen $900 \pm \sqrt{900} = 900 \pm 30$, also 870 und 930.

Aus vorstehendem Beispiel ist zu erkennen, daß die Genauigkeit mit steigender Anzahl der auf der Anzeige erscheinenden Digits zunimmt.

Abschließend sei noch erwähnt, daß vorgenanntes Verhalten keine spezielle Eigenschaft des GMZ2 ist, sondern grundsätzlich bei der Messung radioaktiver Strahlung zu berücksichtigen ist.

Die verhältnismäßig lange Meßzeit der empfindlichsten Meßbereiche zur Erzielung der extrem hohen Auflösung spielt im allgemeinen eine untergeordnete Rolle, da üblicherweise bei der Ausmessung extrem geringer Dosisleistungen keine Eile geboten ist.

Ist zu vermuten, daß eine erhöhte radioaktive Strahlung vorhanden ist, die möglichst sofort erfaßt werden soll, beginnt man mit der Messung sinnvollerweise im Meßbereich 6, da hier das Ergebnis bereits nach weniger als 1 Sekunde angezeigt wird. Liegt das Ergebnis im Bereich von wenigen Digits (oder sogar bei 0), so schaltet man auf Meßbereich 5 (6 Sekunden Meßzeit) zurück, um eine genauere Aussage zu erhalten. Ist die Dosisleistung so gering, daß auch hier nur wenige Digits bzw. „0“ auf der Anzeige erscheint, kann auf Meßbereich 3 oder 2 zurückgeschaltet werden, um bei entsprechendem Zeitaufwand eine hohe Auflösung zu erreichen.

In der Mitte des 4-stelligen Displays befindet sich ein Doppelpunkt, der beim Meßbereichsüberlauf sowie bei Batterieunterspannung erscheint. Ist die Überschreitung der Anzeigenkapazität die Ursache, verlischt der Punkt, sobald auf den größten Meßbereich („6“) geschaltet wird (wir gehen hierbei davon aus, daß keine höheren Dosisleistungen als 10 rem/h auftreten). Ist eine Batterieunterspannung die Ursache, so muß innerhalb der nächsten wenigen Stunden eine frische Batterie eingesetzt werden.