

**Strahlensuchgerät
Typen EMD1.1 und EMD1.2**

Bedienungsanleitung



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Verwendung	3
2. Lieferumfang	3
3. Prüfung der Betriebsbereitschaft	4
4. Einschalten	5
5. Funktionskontrolle	5
6. Strahlensuche	5
7. Strahlenmessung	6
7.1. Nulleffekt	6
7.2. γ -Strahlung	6
7.3. β -Strahlung	7
7.4. α -Strahlung	8
7.5. Messfehler	9
8. Besondere Betriebsbedingungen	
8.1. Strahlensuche und -messung an schwer zugänglichen Stellen	9
8.2. Betrieb bei hohem Geräuschpegel	9
8.3. Betrieb bei Frost	9
9. Wartung	
9.1. Batteriewechsel	9
9.2. Transport des Gerätes	10
9.3. Fehlerbeseitigung	10
10. Schaltung	11
11. Technische Daten	15

Einführung

Das Strahlensuchgerät, Type EMD1.1 oder EMD1.2, ist ein tragbarer batteriebetriebener Dosisleistungsmesser. Volltransistorisiert und mit gedruckter Schaltung versehen, zeichnet sich das Gerät durch geringe Abmessungen und niedriges Gewicht aus. Es ist besonders handlich dank der abgerundeten Ecken und Kanten sowie der bequemen Trageweise am Griff, wobei die Skala im Blickfeld liegt. Schwer zugängliche Stellen können auf Strahlung untersucht werden, indem der Messkopf aus dem Gehäuse genommen und über ein Kabel angeschlossen wird.

Die Einsatzbereitschaft bei Vorhandensein von Feuchtigkeit und chemisch aggressiven Stoffen wird dadurch gewährleistet, dass das Gehäuse gegen Spritzwasser abgedichtet und mit Hammerschlaglack korrosionsbeständig überzogen ist.

Die erwähnten Eigenschaften machen das Gerät zur Verwendung in Industrie und Forschung, Spitälern, Laboratorien, Reaktoranlagen, sowie für mineralogisch-geologische Untersuchungen, auch im Gelände, besonders geeignet.

1. Verwendung

Das Gerät dient

- a. zum Aufspüren und Lokalisieren von Quellen radioaktiver Strahlung,
- b. zur Messung der Dosisleistung von γ -Strahlung im Bereich 0 - 20 mr/h,
- c. zur Messung der Intensität von β - und α -Strahlung
(Impulsfrequenzbereich 0 - 30000 Imp./min.).

2. Lieferumfang

Das Gerät enthält, so wie es geliefert wird, alle zum Betrieb notwendigen Teile. Dazu gehören insbesondere der Messkopf mit Zählrohr und die Batterie, welche unmittelbar vor dem Versand in frischem Zustand eingesetzt worden ist.

Die Type EMD1.2 besitzt zusätzlich einen eingebauten Lautsprecher.

Weitere Zubehörteile, die die Einsatzfähigkeit des Gerätes erweitern, nämlich Sondenkabel, Kopfhörer und Kontrollpräparat, werden auf besondere Bestellung geliefert.

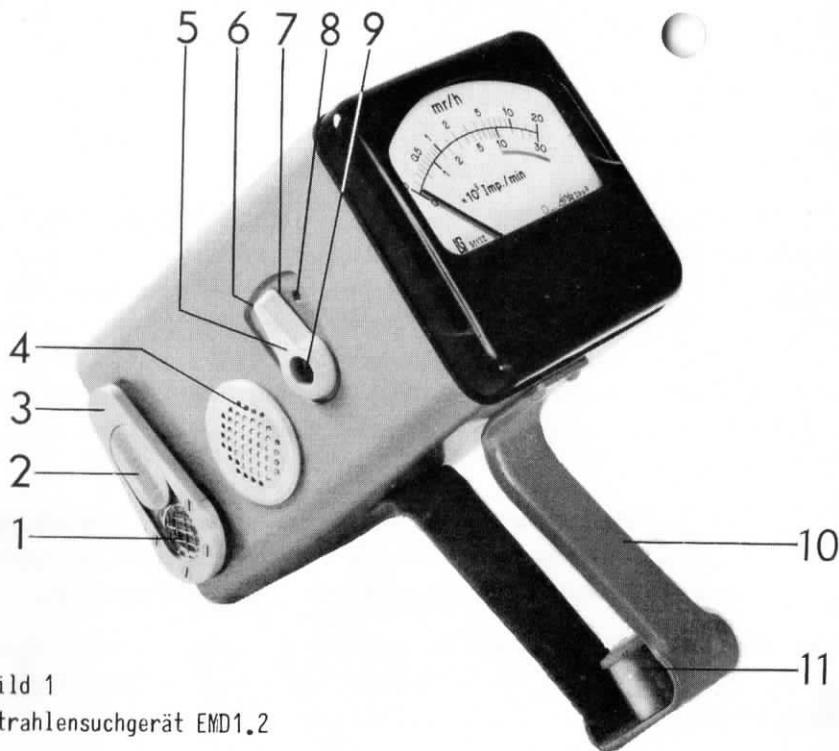


Bild 1
Strahlensuchgerät EMD1.2

- | | |
|---|--|
| 1. Fenster des Messkopfes | 6. Schaltstellung "Betrieb" |
| 2. Blende zur Absorption der β -Strahlung | 7. Schaltstellung "Aus" |
| 3. Hebel zum Herausdrehen des Messkopfes | 8. Schaltstellung "Batteriekontrolle" |
| 4. Lautsprecher | 9. Buchse für Anschluss des Kopfhörers |
| 5. Schalter | 10. Handgriff |
| | 11. Behälter für Kontrollpräparat |

3. Prüfung der Betriebsbereitschaft (Bild 1)

Das Gerät wird in betriebsbereitem Zustand geliefert. Der Schalter (5) muss sich bei nicht benutztem Gerät stets in der mittleren Stellung (7) befinden, also den roten Punkt verdecken, damit es nicht unnötig eingeschaltet ist.

Zur Kontrolle der Batterie Schalter auf den grünen Punkt (8) stellen. Der Zeiger des Messinstrumentes muss in den Bereich der grünen Linie auf Skala ausschlagen. Andernfalls ist die Batterie zu erneuern (siehe unter 9.1.).

Bei dieser Schaltstellung werden einfallende Strahlen bereits akustisch wahrgenommen, falls ein Kopfhörer angeschlossen ist oder, speziell bei der Type EMD1.2, im eingebauten Lautsprecher.

4. Einschalten des Gerätes (Bild 1)

Gerät am Handgriff (10) fassen oder so auf eine Unterlage stellen, dass das Gehäuse, durch den Griff unterstützt, um 45° geneigt ist.

Schalter (5) auf den schwarzen Punkt (6) stellen. Das Gerät benötigt keine Anheizzeit, es ist sofort messbereit. Blende (2) nach oben schieben, so dass das vergitterte Messkopffenster (1) sichtbar wird, welches das dahinter befindliche Zählrohr schützt.

Der Einfall der natürlichen Strahlung der Umgebung und der kosmischen Strahlung machen sich als Untergrund ("Background") durch Pendeln des Zeigers um etwa zwei Zeigerbreiten oberhalb der Nulllage bemerkbar ("Nulleffekt"). Falls ein Kopfhörer angeschlossen ist oder die Type EWD1.2 verwendet wird, ist vereinzelt Knacken (ca. 20 bis 25 Impulse pro Minute) zu hören. Bei Annäherung einer radioaktiven Substanz, z. B. eines Leuchtzifferblattes, an das Fenster (1) schlägt der Zeiger des Instrumentes merklich aus, das Knacken der akustischen Anzeige wird häufiger.

5. Funktionskontrolle (Bild 1)

In einem am Handgriff (10) angebrachten Behälter (11) lässt sich ein Kontrollpräparat unterbringen. Zur Funktionskontrolle des Gerätes wird, nach Prüfung der Batteriespannung gemäss 3., das Präparat unmittelbar an das Fenster (1) des Zählrohres gehalten. Der Zeiger des Messinstrumentes muss innerhalb der Messgenauigkeit ($\pm 15\%$ bei 20° C) den auf dem Garantieschein angegebenen Wert auf der Skala anzeigen. Falls ein zu hoher Wert angezeigt wird, ist zu untersuchen, ob sich nicht etwa fremde Strahler in der Nähe befinden oder das Gehäuse verseucht ist. Kann die Ursache für die Messwerterhöhung nicht gefunden werden oder ist die Anzeige zu niedrig, so senden Sie uns bitte das Gerät ein.

6. Strahlensuche

Beim Bewegen des eingeschalteten Gerätes mit dem unverdeckten Fenster in Richtung auf eine Strahlenquelle nehmen der Zeigerausschlag und die Häufigkeit des Knackens zu. Auch die Verseuchung eines Gegenstandes oder eines Platzes kann auf diese Weise wahrgenommen werden.

Zur Feststellung, ob die aufgespürte Quelle γ - oder β -Strahlung emittiert, ist das Gerät so zu halten, dass die Strahlung auf das Messkopf-

fenster (1) trifft. Nach Schliessen der Blende (2) geht in den meisten Fällen nur noch γ -Strahlung zur Anzeige, da β -Strahlen mit Energien kleiner als 2 MeV total absorbiert werden.

7. Strahlenmessung

Die obere Teilung der Skala ist in Milliröntgen pro Stunde zur Messung der γ -Dosisleistung, die untere in Impulsen pro Minute zur Messung der Impulsfrequenz bei β - und α -Strahlung geeicht.

Da der Zeiger des Instrumentes infolge der statistischen Verteilung der einfallenden Strahlen schwankt, ist als Messwert der Mittelwert im Schwankungsbereich zu nehmen.

Die Skaleneinteilung ist so gewählt, dass ein Ausschlag des Zeigers bis etwa Skalenmitte (2,5 mr/h) einer Dosisleistung von 100 mr in der 40-Stundenwoche entspricht.

Zur getrennten Untersuchung der einzelnen Anteile des Messresultates, nämlich Nulleffekt, γ -, β - und α -Strahlung, ist gemäss den folgenden Abschnitten zu verfahren.

7.1. Der Nulleffekt ist vor jeder Strahlenmessung zu ermitteln. Hierzu ist die Dosisleistung oder die Impulszahl, die die natürliche Strahlung der Umgebung hervorruft, möglichst weit abseits von dem zu untersuchenden Objekt abzulesen. Der Nulleffekt ist von der Höhe über dem Meeresspiegel und von dem in der Nähe befindlichen Gestein (Boden, Mauerwerk usw.) abhängig, muss also bei Ortsveränderung stets neu gemessen werden. Je geringer die Strahlungsintensität des Messobjektes ist, umso länger ist der Nulleffekt zu beobachten. Ist der Nulleffekt nur wenig kleiner als der Gesamteffekt, so muss er dadurch reduziert werden, dass die Messanordnung durch eine Bleiabschirmung umgeben wird.

Falls am Messobjekt γ -, β - und α -Anteile ermittelt werden sollen, so sind -- bei erhöhtem Untergrund -- γ -, β - und α -Komponente des Nulleffektes wie bei der Messung des Gesamteffektes zu bestimmen.

7.2. γ -Strahlung Zur Ablesung der Dosisleistung von γ -Strahlung allein Messkopffenster mit der Blende (2) verdecken. Dadurch werden alle β -Strahlen mit einer Energie von weniger als 2 MeV vollständig absorbiert. Gerät so zur Strahlenquelle richten, dass die Strahlen auf die Rückseite des

hen
Gehäuses treffen. Seitlich einfallende Strahlung gelangt dabei ebenfalls zur Anzeige.

Die Intensität eines homogenen Bündels von γ -Strahlen der Energie 1 MeV wird durch 100 m Luft, 10 cm Wasser, 3 cm Gestein oder 1 cm Blei auf die Hälfte geschwächt.

Die für die Dosisleistung zu benutzende obere Skalenteilung ist mit Radium geeicht und auch für die γ -Strahlung von Kobalt 60 gültig. Für γ -Strahlen anderer Energie zwischen 0,3 und 2 MeV beträgt die Abweichung vom Messwert höchstens 20%. Dagegen erfordert die Messung weicher und sehr harter γ -Strahlung besondere Eichung.

7.3. β -Strahlung Wenn bei der Strahlenmessung auch β -Strahlung nachgewiesen werden soll, ist die Blende (2) zu öffnen und das Messfenster auf die Strahlenquelle zu richten. Da die Dicke des Zählrohrfensters nur 2 - 3 mg/cm² beträgt, gelangen auch β -Strahlen mit verhältnismässig niedriger Energie in das Zählrohr.

Zur Ermittlung der von β -Strahlen allein bewirkten Impulsfrequenz ist, da die von β - und γ -Strahlen herrührenden Impulse gleichzeitig gezählt werden, die Differenz zu bilden: Impulsfrequenz bei unverdecktem Fenster minus Impulsfrequenz bei verdecktem Fenster (beide Ablesungen auf der unteren Skala).

β -Strahlen haben in Luft je nach ihrer Energie eine Reichweite von wenigen cm bis zu einigen m.

Auch bei der Messung der Dosisleistung lässt sich der von β -Strahlern herrührende Anteil angeben. Zur Berechnung der β -Dosisleistung in mrem/h ist der auf der oberen Skala in mr/h angezeigte Wert mit einem Faktor k zu multiplizieren, welcher berücksichtigt, dass β -Strahlen geringerer Energie eine hohe Ionisierung je Längeneinheit des zurückgelegten Weges hervorrufen. Diese Ionisierungsrate ist umso grösser, je mehr das Energiespektrum der Strahlen durch Absorption und Streuung nach niedrigen Werten verschoben ("gestört") ist. Um diesem, im übrigen schwer übersehbaren Effekt Rechnung zu tragen, empfiehlt es sich, $k = 5$ zu setzen. Die so ermittelte Dosisleistung von β -Strahlen, deren Energie in dem von Tl 204, RaE, P 32 und Sr 90/Y 90 gekennzeichneten Bereich liegen, weicht höchstens um 50% von der Dosisleistung an der Oberfläche des bestrahlten Gewebes ab.

Werden hinsichtlich der Genauigkeit höhere Ansprüche gestellt, so kann aus dem Diagramm (Bild 8) der Umrechnungsfaktor k in Abhängigkeit von der Maximalenergie E_{\max} abgelesen werden. Die untere Kurve gilt für das ungestörte Spektrum, also in Quellennähe. Aus der oberen Kurve kann der Faktor k entnommen werden, der sich nach einem Weg entsprechend ca. 50% der Reichweite in Abhängigkeit von der Maximalenergie E_{\max} des β -Strahlers ergibt. Diese Kurve trägt also der Absorption Rechnung. Bei Benutzung dieser Kurven dürfte der Fehler höchstens $\pm 20\%$ betragen. β -Strahlen mit Energien unterhalb 0,6 MeV können unberücksichtigt bleiben, da sie durch dünnste Schichten fast restlos absorbiert werden.

Bezeichnet man die mit verdecktem Zählrohrfenster gemessene γ -Dosisleistung mit D_γ , den mit offenem Fenster auf der mR/h -Skala abgelesenen Wert mit B , so ist die β -Dosisleistung:

$$D_\beta = k \cdot (B - D_\gamma) \quad (\text{mrem/h}).$$

(Die Dosis 1 rem ruft unter gleichen Bedingungen in weichem Gewebe die gleiche biologische Wirkung hervor wie eine γ -Strahlungsdosis von 1 r).

7.4. α -Strahlung Falls α -Teilchen mit einer Energie von mindestens 4 MeV auf das Messkopffenster treffen, werden diese bei der oben beschriebenen β -Messung gleichzeitig nachgewiesen. Ihr Anteil ergibt sich als Differenz der auf der unteren Skala abgelesenen Impulsfrequenz, nach-

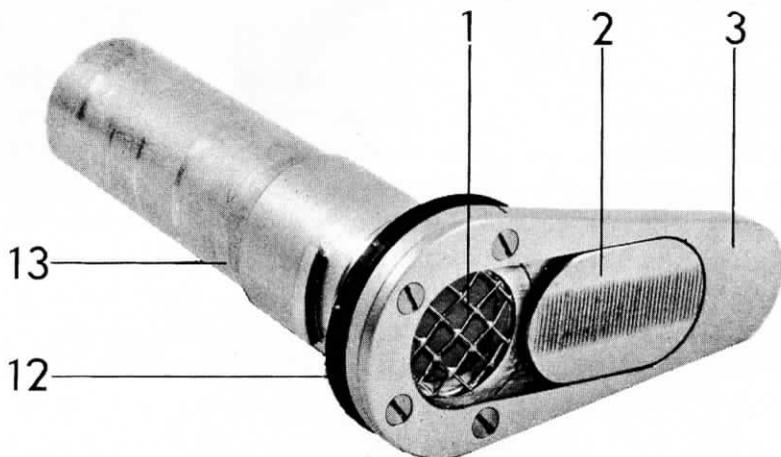


Bild 2 Messkopf, aus dem Gerät herausgenommen

- | | |
|---|---------------------|
| 1. Fenster des Messkopfes | 12. Dichtungsring |
| 2. Blende zur Absorption der β -Strahlung | 13. Zählrohrfassung |
| 3. Hebel zum Herausdrehen des Messkopfes | |

dem zu sehen Strahler und Fenster ein Blatt Papier geschoben worden ist.

7.5. Messfehler Als hauptsächliche Ursachen von Messfehlern sind zu beachten:

1. Statistische Schwankungen beim radioaktiven Zerfall. Sie führen zum statistischen Fehler bei der Messwertanzeige.
2. Absorption und Streuung in Luft und Deckschichten.
3. Geometrie der Messanordnung, insbesondere Raumwinkel des Strahlenbündels.
4. Radioaktive Verseuchung der Umgebung oder des Gerätes, versteckte Quellen.
5. Abhängigkeit des Nulleffektes vom Messort.

8. Besondere Betriebsbedingungen

8.1. Strahlensuche und -messung an schwer zugänglichen Stellen. Der Messkopf mit Zählrohr kann auch ausserhalb des Gerätes betrieben werden. Dann dient zur Verbindung das Sondenkabel (Bild 3). Der Messkopf wird durch eine Vierteldrehung des Hebels (3) (Bild 1) nach links aus seinem Bajonettverschluss gelöst, aus dem Gerät gezogen (Bild 2) und in die Kupplungshülse des Kabels gesteckt. Der Kupplungsstecker des Kabels passt in die am Gerät verbliebene Öffnung (Bild 5).

8.2. Betrieb bei hohem Geräuschpegel Erschweren beim Gerät EMD1.2 hoher Geräuschpegel oder räumliche Verhältnisse das Abhören des Lautsprechers oder wird beim Gerät EMD1.1 (ohne Lautsprecher) eine akustische Anzeige gewünscht, so kann ein Kopfhörer (Bild 4) angeschlossen werden. Der Stecker der Anschlussschnur wird in die im Schalter (5) befindliche Buchse (9) gesteckt (Bild 1).

8.3. Betrieb bei Frost Die Schaltung des Gerätes ist funktionsfähig bis herab zu -20°C . Die handelsüblichen Batterien geben jedoch nur bis zu etwa -10°C genügend Leistung ab. Ergibt bei niedriger Aussentemperatur die Batteriekontrolle gemäss 3. eine zu geringe Spannung, so empfiehlt es sich, die Batterie in einem warmen Raum oder in Körpernähe anzuwärmen. Dadurch kann erreicht werden, dass die Batterie wenigstens eine Zeitlang im Gerät nicht unter -10°C abkühlt.

9. Wartung

9.1. Batteriewechsel Eine Batterie reicht für ca. 100 Betriebsstunden. Zum Einsetzen einer neuen Batterie Schlitzschraube am Batteriedeckel mit einer Münze lösen und Deckel aufklappen (Bild 6), Normale 4,5 V-Taschenlampenbatterie (62 x 22 x 66 mm) verwenden. Polarität beachten!

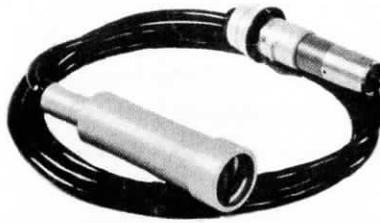


Bild 3

Sondenkabel mit Kupplungsstecker und -hülse, zum Anschluss des Zählrohres bei Strahlensuche an schwer zugänglichen Stellen.



Bild 4 Kopfhörer

9.2. Transport des Gerätes Das Gerät lässt sich, weil gegen Erschütterungen unempfindlich, ohne besondere Vorkehrungen transportieren. Es ist gegen Eindringen von Spritzwasser geschützt. Transport oder Lagerung gemeinsam mit radioaktivem Material (Gesteinsproben, verseuchte Gegenstände usw.) sind wegen der damit verbundenen Gefahr der Verseuchung des Gerätes **nur dann zulässig, wenn das Gerät verpackt ist, z.B. in einem Plastikbeutel.**

9.3. Fehlerbeseitigung Bei Störungen am Gerät sollte zunächst die Bedienungsweise überprüft werden. Diese Prüfung erstreckt sich auf

Batteriespannung gemäss 3.,
Funktion gemäss 6.,

festen Sitz des Messkopfes gemäss 8.1.,
etwaige Verseuchung des Gerätes.

Sollte die Prüfung nicht zum Erfolg führen, so empfehlen wir, das Gerät zur Durchsicht und Reparatur einzusenden.

Wir raten davon ab, das Gerät zu öffnen und die Reparatur selbst zu versuchen.



Bild 5 Anschluss des Messkopfes über Sondenkabel

10. Schaltung (Bild 7)

Das Gerät ist im Prinzip wie ein Impulsfrequenzmeter geschaltet.

Mit Hilfe des Transistors V 5 und des Transformators T 4 wird eine Hochspannung erzeugt, die der Gleichrichtersatz Gl 3, Gl 4, Gl 5 verdreifacht.



Bild 6 Batteriefach geöffnet

V 4

Die durch die Koronaröhre konstant gehaltene Gleichspannung wird dem Zählrohr V 1 über den in der Zählrohrsonde befindlichen Widerstand R 1 zugeführt. Die positiven Zählrohrimpulse gelangen von der Zählrohrkathode über den Transformator T 1 zu einer monostabilen Stufe, die aus Transistor V 3 und Transformator T 3 besteht. Diode D 1, Gleichrichter Gl 1 und Gl 2 sowie Kondensatoren C 1 und C 2 bilden die Rückkopplung. C 1 und C 2 werden bei jedem Impuls auf die Spannung der Zener-Diode D 2 aufgeladen. Die Entladung erfolgt über die Widerstände R 4 und R 5 auf den Kondensator C 3 und das Messinstrument J 1. Das Netzwerk aus C 3, C 4, R 8 und R 9 mittelt die statistischen Schwankungen mit einer Zeitkonstante von 3 s.

Im Gerät der Type EMD1,2 gelangen die Impulse über den Transformator T 2 und nach Verstärkung durch den Transistor V 2 zum Lautsprecher L 1.

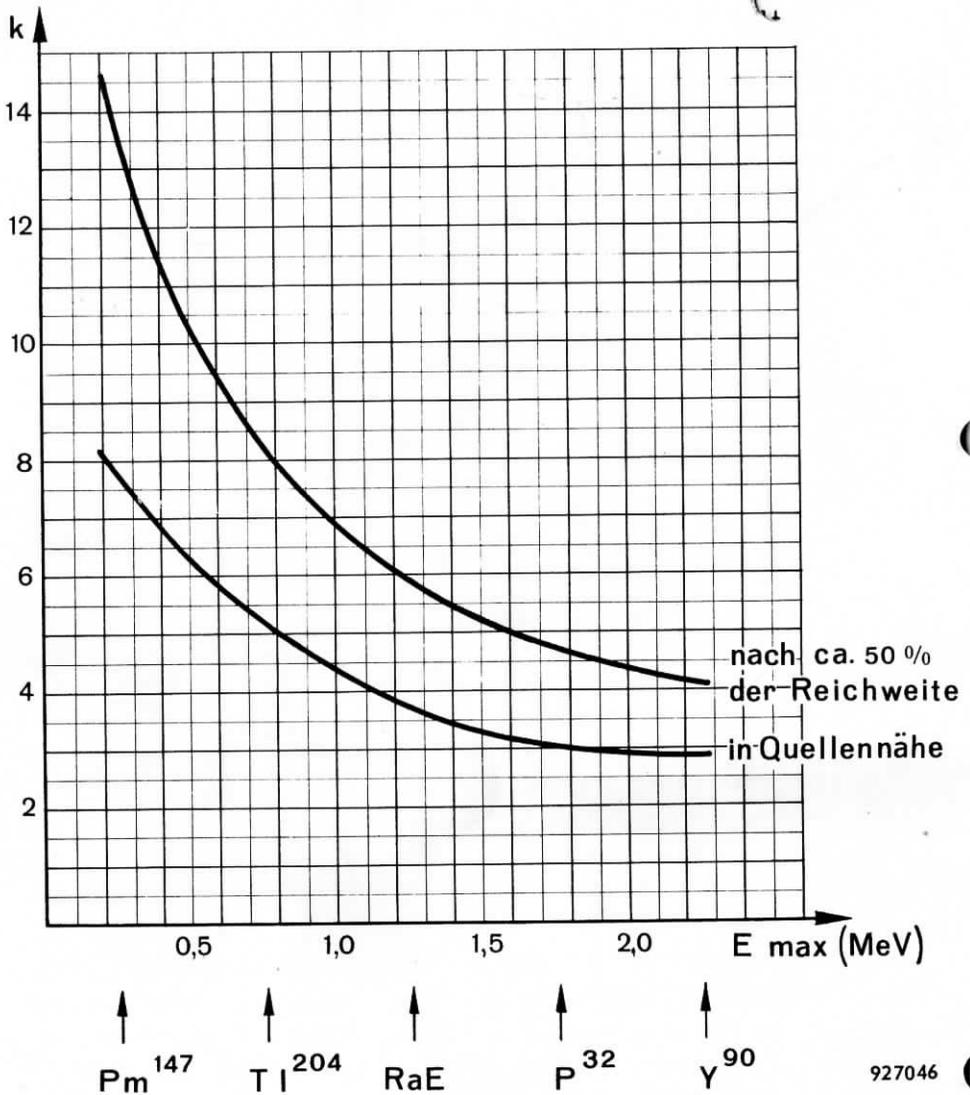


Bild 8

Umrechnungsfaktor in Abhängigkeit von der Maximalenergie,
zur Bestimmung der Dosisleistung von β -Strahlung.

11. Technische Daten

Messbereiche:

für γ -Dosisleistungsmessung 0 ... 20 mr/h
für β - und α -Intensitätsmessung 0 ... 30000 Imp./min.

Genauigkeit (bei 20°C): $\pm 15\%$ des abgelesenen Wertes

Eichung: mit Radium

Zulässige Umgebungstemperatur bei Betrieb:
- 20° ... + 50°C

(Batterie siehe unter 8.3.)

Zählrohr: Selbstlöschung durch Halogenzusatz

Fenster: Durchmesser 9 mm
Fläche ca. 65 mm²
Dicke 2 ... 3 mg/cm²

Mindestenergie der nachweisbaren
 α -Teilchen ca. 4 MeV

Blende: Dicke 1150 mg/cm²
Absorption sämtlicher α -Strahlen
Absorption aller β -Strahlen mit
weniger als 2 MeV

Zeitkonstante: ca. 3 s

Stromversorgung: 1 Taschenlampenbatterie 4,5 V Nennspannung, Ge-
funktionsfähig bis herab zu 3,4 V

Verbrauch ca. 10 mA bei 4 V

Betriebsdauer einer Batterie ca. 100 Std.

Abmessungen des Gehäu-
ses (ohne Griff) : 153 x 90 x 82 mm

Gewicht mit Batterie : ca. 1050 g

Auf besondere Bestellung:

Sondenkabel: Gewicht ca. 165 g, Länge ca 150 cm

Kopfhörer: Gewicht ca. 25 g

Kontrollpräparat: Aktivität ca. 0,01 μ c.

Kontrollpräparat

Geräte-Typ : EMD 1.2

Apparat-Nr. : 3 3 5 8 0 1 4 0

Kontroll-Präparat : Nr. 376

Isotop : Ra

Aktivität : $\sim 5 \cdot 10^{-3} \mu\text{C}$

Instrumentenausschlag
(Mittelwert) : 0,4 $\pm 5\% \text{mr/h}$

Datum:

10. JULI 1970

Visum:



LANDIS & GYR AG

ZUG

SCHWEIZ