

Kontaminations Monitor

LB 122

**Id No.: 81 092 BA1
Rev. No.: 02 06.06.2001**

Inhalt

SICHERHEITSHINWEISE	5
1. ZUR ARBEITSWEISE DES MONITORS	7
1.1 Überblick	7
1.2 Die Arbeitsweise von Proportionalzählrohren	8
1.3 Was wird gemessen?	9
2. BESCHREIBUNG DES LB 122	11
2.1 Meß- und Anzeigeeinheit	11
2.2 Die Detektoren	17
2.2.1 Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr LB 6358 G	18
2.2.2 Alpha-Betadetektor mit P 10-Gasfüllung LB 6359 mit Nachfüllstation	21
2.2.3 Beta-Gamma-Zählrohr mit Xenonfüllung	23
2.3 Zählrohrwechsel	23
2.4 Ansprechvermögen der Detektoren	25
2.4.1 Vergleich mit und ohne Schutzgitter	25
2.4.2 Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zeit	27
3. ÜBERSICHT ÜBER DIE GERÄTETYPEN	28
3.1 Grundgerät und Zählrohre	28
3.2 Gerät mit Feuerwehrezulassung	28
3.3 Geräte mit unterschiedlichen Einheiten	28
3.4 Landessprachen	29
3.5 Lieferumfang	29
4. INBETRIEBNAHME	30
4.1 Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr LB 6358 G	30
4.2 Alpha-Betadetektor mit P 10-Gasversorgung	33
4.3 Beta-Gamma-Xenonzählrohr	34
4.4 Mögliche Fehler bei der Inbetriebnahme	35
5. MESSUNG VON KONTAMINATIONEN	36
5.1 Voraussetzungen von Kontaminationsmessungen	37
5.2 Messung von Oberflächenkontaminationen	40
5.2.1 IPS-Messung	41
5.2.2 Messung der Flächenaktivitäten	41
5.3 Erläuterungen zu den einzelnen Meßarten	43
5.4 Hinweise zur Genauigkeit der Anzeige in Bq/cm ²	47
5.5 Einfluß elektromagnetischer Störungen	47
6. FUNKTIONEN DES KONTAMINATIONS-MONITORS	48
6.1 Einschalten des Gerätes	48
6.2 Akustische Einzelimpuls-Anzeige	49
6.3 Anzeigebereich, Meßbereich und Bereichsüberschreitung	50
6.4 Anzeigenwechsel	50
6.5 Wahl eines Nuklids aus der Nuklidbibliothek	51
6.6 Nulleffektmessung	53

6.7	Einstellen der Warnschwellen und Grenzwerte	56
6.8	Meßwertanzeige als Vielfaches des Schwellenwertes	58
6.9	Funktionskontrollen	58
6.10	Anzeige der Kalibrierfaktoren	61
6.11	Einstellen der freien Kalibrierfaktoren	61
6.12	Wechsel der Aktivitätseinheiten	62
6.13	Betriebs- und Arbeitspunkte	63
6.14	Einstellen der Abschaltautomatik	64
6.15	Sprachumschaltung	64
6.16	Display-Test	64
6.17	Reset-Funktion	64
7.	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	65
7.1	Berechnung der Impulsrate	65
7.2	Ratemeter-Funktion	65
7.3	Statistische Meßgenauigkeit	67
7.4	Bq-Berechnung und die Ermittlung der Kalibrierfaktoren	68
7.5	Kalibrierfaktoren, Nachweis- und Erkennungsgrenzen für LB 122	70
7.5.1	Strahlungsquellen	70
7.5.2	Die Berechnung der programmierten Kalibrierfaktoren	71
7.5.3	Erkennungsgrenze und Nachweisgrenze	71
7.5.4	Tabelle mit Kalibrierfaktoren, Erkennungs- und Nachweisgrenzen	72
7.5.5	mit β - γ Detektor	73
8.	WARTUNG	74
8.1	Reinigen der Zählrohrfenster	74
8.2	Auswechseln der Fensterfolie bei den α - β -Zählrohren	75
8.3	Batteriewechsel	76
9.	TECHNISCHE DATEN	77

Sicherheitshinweise

Der Kontaminations-Monitor LB 122 ist ein tragbares Gerät zum Aufspüren und Ausmessen von Alpha-, Beta- und Gamma-Strahler auf Oberflächen von Gegenständen, Kleidung, Personen etc.. Sein Einsatzgebiet ist überall dort, wo Kontaminationen durch radioaktive Stoffe auftreten und kontrolliert werden sollen:

Im medizinischen Nuklidlabor, in der Strahlenforschung, in Kernkraftwerken ebenso wie in der Umwelt im allgemeinen.

Der Hersteller hat alles unternommen, um ein sicheres Arbeiten des Gerätes zu gewährleisten. Der Benutzer muß dafür sorgen, daß der LB 122 so eingesetzt und gehandhabt wird, daß sein sicherer Gebrauch nicht beeinträchtigt wird. Das gilt vor allem für:

Die empfindliche Fensterfolie der Zählrohre:

- Vorsicht beim Ausmessen von unebenen oder spitzen Gegenständen, damit die Folie nicht beschädigt wird.
- Einhalten der Vorschriften beim Füllen des Alpha-Beta-Zählrohrs LB 6358 G, um die Folie nicht zu zerstören.
- Einhalten der Grenzwerte für den Gasfluß beim Betrieb des Alpha-Beta-Zählrohrs LB 6359.

Die Behandlung der Gaspatrone:

- Vorsichtig mit der Gaspatrone (beim Alpha-Beta-Butanfüllzählrohr) umgehen, nicht über 50°C erwärmen (z.B. nicht in der Sonne stehen lassen!).

Der bestimmungsgemäße Gebrauch und die Handhabung des Kontaminations-Monitors LB 122 setzt die Kenntnis der Bedienungsanleitung voraus. Obwohl die Bedienung äußerst einfach ist, sollte die Anleitung dennoch gelesen werden.

Für die Funktionsfähigkeit des Gerätes sind die vom Hersteller empfohlenen Überprüfungen und Wartungsmaßnahmen durchzuführen. Alle über die Bedienungsanleitung hinausgehenden Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen dürfen nur von der Firma BERTHOLD oder durch von der Firma BERTHOLD autorisierte Techniker ausgeführt werden.

**Zum Gebrauch
der Bedienungsanleitung**

Ein kurzer Überblick über den Aufbau der vorliegenden Bedienungsanleitung soll es Ihnen erleichtern, die für Sie wichtigen Informationen schnell und leicht zu finden:

- Kapitel 1* Hier erfahren Sie einiges Grundsätzliche über die Arbeitsweise des Kontaminations-Monitors: Wie funktioniert ein Proportionalzählrohr, was bedeuten die Anzeigen ips und Bq/cm²?
- Kapitel 2* enthält die Beschreibung des Monitors: Der Aufbau des Geräts mit seinen Bedien- und Anzeigeelementen, der Bedeutung der Funktionstasten sowie Aufbau und Handhabung der Zählrohre. Hier erfahren Sie Prinzipielles über Aufbau und Bedienung des LB 122.
- Kapitel 3* enthält eine Übersicht über die lieferbaren Gerätetypen, den Lieferumfang und die technischen Daten des LB 122.
- Kapitel 4* Hier wird die Inbetriebnahme des LB 122 für jeden der drei lieferbaren Detektortypen beschrieben.
- Kapitel 5* Hier finden Sie die Informationen zur Kontaminations-Messung: Voraussetzungen der Messung, Ablauf der Messung und Erläuterung zu den einzelnen Meßarten.
- Kapitel 6* dokumentiert alle Funktionen des LB 122. Er stellt den Nachschlageteil der Bedienungsanleitung mit ausführlichen Erläuterungen der Monitorfunktionen dar.
- Kapitel 7* gibt Auskunft über die für den LB 122 verwendeten Berechnungsgrundlagen und die statistische Meßgenauigkeit. Außerdem wird die Umrechnung der Meßeinheit von Impulsen pro Sekunden in Flächenaktivitäten beschrieben, so daß Sie anhand der angegebenen Formel und mittels eines Kalibrierstrahlers eigene Kalibrierfaktoren ermitteln und diese im LB 122 eingeben können. Schließlich erhalten Sie in diesem Kapitel Hintergrundinformationen zu den programmierten Kalibrierfaktoren und zu den Nachweis- und Erkennungsgrenzen.
- Kapitel 8* enthält die Beschreibung der notwendigen Wartungsarbeiten.
- Kapitel 9* enthält die technischen Daten.
- Legende** 1 B/□ entspricht 1 Bq/cm²

1. Zur Arbeitsweise des Monitors

1.1 Überblick

Der tragbare Kontaminationsmonitor LB 122 dient zum Aufspüren und Ausmessen von radioaktiven Alpha-, Beta- und Gammakontaminationen auf Oberflächen wie Böden, Wänden, Tischen, Gegenständen, Kleidung oder der Haut. Er besteht aus dem Anzeigegerät mit Mikroprozessorelektronik und einem, in die Unterseite eingesetzten, leicht wechselbaren Großflächen-Proportionalzählrohr mit 160 cm² effektiver Fensterfläche. Es sind folgende Zählrohrtypen für den LB 122 lieferbar, deren Namen bereits sagen, für welche Strahlertypen sie geeignet sind:

1. Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr (LB 6358 G)
2. Alpha-Beta-P10-Gas-Durchflußzählrohr (LB 6359⁽¹⁾)
3. Beta-Gamma-Xenon-Zählrohr.(LB 6357)

Nur die beiden Zählrohrtypen für Alpha- und Betastrahler benötigen eine Zählgasversorgung (Butangasflasche bzw. lokale oder zentrale P10-Gasversorgung). Spülen und Nachfüllen des Zählgases kann der Benutzer ohne weiteres vornehmen. Dafür sind die entsprechenden Ventile an den Zählrohren vorgesehen. Beim Beta-Gamma-Zählrohr hingegen ist das Xenon-Zählgas in einer luftdicht verschlossenen Kammer, die weder gespült noch nachgefüllt werden muß.

Die Anzeige kann wahlweise als Impulsrate (ips= Impulse pro Sekunde) oder als Flächenaktivität (Bq/cm² bzw. pCi/cm²) erfolgen.

Das Gerät ist gegen Umwelteinflüsse wie Feuchtigkeit, Staub und Temperatur bestmöglich geschützt und daher auch für die Verwendung im Freien und unter rauen Einsatzbedingungen geeignet.

Die Ausführung LB 122 BF ist für die Verwendung bei Feuerwehren zugelassen. Die Bedienung ist bei dieser Ausführung auf wenige Elemente reduziert und auch für Nichtfachleute leicht und einfach.

Eine bei Kontaminationsmonitoren bisher einmalige Eigenschaft ist die praktisch trägheitslose Anzeige, durch die der digitale Meßwert problemlos ablesbar wird. Dies ist nur einer der zahlreichen Vorteile, die eine konsequente Ausnutzung der modernen Mikroprozessortechnologie im LB 122 dem Benutzer bietet. Da mit dem Kontaminations-Monitor nicht nur Fachleute arbeiten, möchten wir im folgenden einige kurze Hinweise zur Arbeitsweise von Proportionalzählrohren und zum Messen von Radioaktivität geben.

(1) In Österreich im eichpflichtigen Verkehr nicht zugelassen.

1.2 Die Arbeitsweise von Proportionalzählrohren

Der Kontaminations-Monitor LB 122 verwendet zur Messung der Radioaktivität sog. Proportionalzählrohre.

Die Arbeitsweise dieser Zählrohre beruht auf dem Prinzip der Ladungsvervielfachung in der unmittelbaren Umgebung eines dünnen Zählrahtes, welcher auf positiver Hochspannung liegt und von speziellem Zählgas (P10-Gas, Butan, Xenon) umgeben ist:

Die Alpha- und Betateilchen bzw. die Sekundärelektronen der Gammaquanten, die in das Zählrohr eindringen, ionisieren entlang ihrer Flugbahn die Atome des Zählgases, erzeugen also Ladungsträger (Ionen und Elektronen). Die dabei frei werdenden Elektronen bewegen sich mit zunehmender Geschwindigkeit auf diesen Anodendraht (Zählraht) zu und gewinnen dabei - je näher sie kommen - laufend Energie, bis sich neue Ionenpaare bilden und in der Drahtnähe die Anzahl dieser Ionenpaare lawinenartig ansteigt. Durch diesen Vervielfachungsprozeß gelangt die Ladung in einen meßbaren Bereich. Die hierbei entstandene Ladung - also die am Zählraht entstehenden elektrischen Impulse - sind der primären Ladungszahl (Primärionisation) proportional. Dadurch lassen sich Alpha- und Betateilchen unterscheiden.

Die für den Ladungs-Vervielfachungsprozeß anzulegende Hochspannung ist für die Messung von Alphastrahlern einerseits und Betastrahlern bzw. Gammastrahlern andererseits unterschiedlich und wird für jeden Detektor empirisch ermittelt (sog. Alpha- bzw. Beta-Plateau).

Der optimale Arbeitspunkt - das heißt der für die Ausbeute günstigste Hochspannungswert - ist beim LB 122 für jeden Detektortyp bereits werkseitig eingestellt. Die Umschaltung zwischen den beiden Hochspannungswerten erfolgt bei den Alpha-Beta-Zählrohren automatisch je nach angewähltem Nuklid bzw. Betriebsart.

1.3 Was wird gemessen?

a) Impulse pro Sekunde (ips)

Mit dem Kontaminationsmonitor wird die Strahlungsaktivität auf der Oberfläche von Personen oder Gegenständen in Impulsen pro Sekunde gemessen. Mit dem Alpha-Beta-Zählrohr kann zwischen Alpha- und Betastrahlern unterschieden werden, da beide eine stark unterschiedliche Ionisation aufweisen. Bei dieser Meßart (ips) werden also jeweils alle Alpha- bzw. alle Alpha- und Betaimpulse pro Sekunde gezählt und angezeigt. Da die pro Sekunde erfaßte Impulszahl statistischen Schwankungen unterliegen, wird eine laufende Mittelwertbildung durchgeführt, so daß der angezeigte Meßwert an die Impulsrate angepaßt wird und der angezeigte Meßwert bereits nach kurzer Meßdauer immer weniger den statistischen Schwankungen unterliegt. Beim Beta-Gammadetektor ist eine Unterscheidung dieser Strahlentypen nicht möglich. Bei diesem Zählrohr wird die Summe der Beta- und Gammaimpulse pro Sekunde gezählt.

Eine Feuerwehruzulassung erlaubt nur die genannte ips-Messung. Diese eingeschränkte Version trägt den Namen LB 122 BF.

b) Aktivitäten pro Fläche (Bq/cm²)

Wenn die Kontamination in Bq/cm² (also die Aktivitäten pro Fläche) gemessen werden soll, so muß die Impulsrate auf Flächenaktivitäten umgerechnet werden. Der Umrechnungsfaktor ist für jedes Nuklid unterschiedlich. Die einzelnen Faktoren sind im Gerät gespeichert. Vor einer Messung muß daher am Gerät jeweils das zu messende Nuklid bzw. Nuklidgemisch eingestellt werden.

Das bedeutet nun nicht, daß der Kontaminationsmonitor dieses Nuklid selektiv messen könnte, vielmehr bewertet der Monitor lediglich die Kontamination (also die gemessene Impulsrate) so, als ob sie von dem jeweiligen Radionuklid verursacht würde.

Die Umrechnung basiert auf Kalibrierfaktoren, die für jedes Nuklid und für Ihren Monitor ermittelt wurden. Sie sind nicht nur abhängig von

- Strahlungsart,
- Strahlungsenergie und
- Zerfallschema des jeweiligen Nuklids,

sondern hier gehen weitere Faktoren ein wie z.B.:

- Detektorempfindlichkeit,
- Meßgeometrie,
- Selbstabsorption im Kalibrierstrahler.

Der Kalibrierfaktor gibt also an, mit welchem Wert die Impulse pro Sekunde multipliziert werden müssen, um die Anzeige in Bq/cm² zu erhalten.

Dementsprechend ist also eine Bq/cm² - Messung nur dann korrekt, wenn das eingestellte und das gemessene Nuklid übereinstimmen.

Bei Einstellung der Einheit Bq/cm² und Wahl des betreffenden Nuklids erfolgt beim LB 122 automatisch eine Umrechnung von den gemessenen ips auf Bq/cm². Zur Messung von Flächenaktivitäten enthält die Software eine Nuklid-Bibliothek mit derzeit 25 verschiedenen Nukliden und den entsprechenden Kalibrierfaktoren. Weiterhin stehen hier zwei Freipositionen zur Verfügung, in die der Benutzer z.B. für andere Nuklide Kalibrierfaktoren eingeben kann.

Was machen, wenn das Nuklid nicht bekannt ist?

Da aber in der Praxis nicht alles so eindeutig ist, sondern Nuklidgemische oder unbekannte bzw. nur teilweise bekannte Nuklide auftreten, seien folgende Möglichkeiten zur Lösung angeführt:

Nuklidgemisch von unbekannter Zusammensetzung

Bei unbekannter Zusammensetzung kann für Alpha- bzw. Beta-Strahler ein Kalibrierfaktor gewählt werden, der aus einem Durchschnittswert der am häufigsten vorkommenden Alpha- bzw. Betastrahler nach einem Kernkraftwerksunfall gebildet wird.

Wenn die Nuklide nicht bekannt sind, verwendet man die Einstellung: A-GES (= Alpha-Gesamt) bzw. B-GES (Beta-Gesamt).

Nuklidgemisch mit bekannter Zusammensetzung

Möchten Sie Aktivitäten von mehreren Ihnen bekannten Nukliden (Alpha oder Beta) gleichzeitig messen, können Sie die Mittelung (gegebenenfalls mit Gewichtung) selbst durchführen und den Kalibrierfaktor eingeben. Die dafür zur Verfügung stehenden Freipositionen werden in Kapitel 6.11 beschrieben.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, ein sogenanntes Leitnuklid einzustellen. Das bedeutet, daß Sie ein in der Nuklid-Bibliothek des Gerätes gespeichertes Isotop wählen, das eine mittlere Energie hat und dem zu messenden Nuklidgemisch entspricht.

Abzug der Nullrate

Außer der Kontaminationsmessung kann für Beta- und Gammastrahler der Nulleffekt (ips), d. h. die natürliche Umgebungsstrahlung, gemessen werden. Im Meßmodus Bq/cm² wird die zuvor gemessene und gespeicherte Nullrate automatisch abgezogen, so daß in dieser Betriebsart immer die Nettrate pro cm² verrechnet wird.

Bei Messung in ips erfolgt keine Nullraten-Subtraktion.

2. Beschreibung des LB 122

2.1 Meß- und Anzeigeeinheit

Gehäuse mit Elektronikteil Das schwallwasser geschützte Gehäuse enthält die Meß- und Steuerelektronik, die Software und die Bedienelemente des Monitors (s. Bild 2-1). Die gesamte Elektronik (inkl. Software) ist an der Unterseite des Geräts durch eine abnehmbare, stufenförmige Metallplatte geschützt. In einer Aussparung sitzt der Stecker für das Flachbandkabel, mit dem das jeweilige Zählrohr angeschlossen wird. Das Zählrohr wird mittels zwei Schnappverschlüssen (an den Schmalseiten des Gerätes) befestigt. Die Steuerelektronik erkennt das angeschlossene Zählrohr und wechselt sofort zu den entsprechenden Parametern und der Einstellung, mit der zuletzt mit diesem Zählrohr gemessen wurde. Die Stromversorgung erfolgt über drei 1,5 Volt Batterien, die sich im Griff (vgl. Bild 2-1) des Gerätes befinden und durch eine Sicherungsschraube gehalten werden. Diese Schraube ist leicht mit einem Geldstück zu öffnen (vgl. Kapitel 9.3). Als Option ist auch ein Netzteil erhältlich, das an die Buchse an der rechten Seite des Kontaminations-Monitors angeschlossen wird.

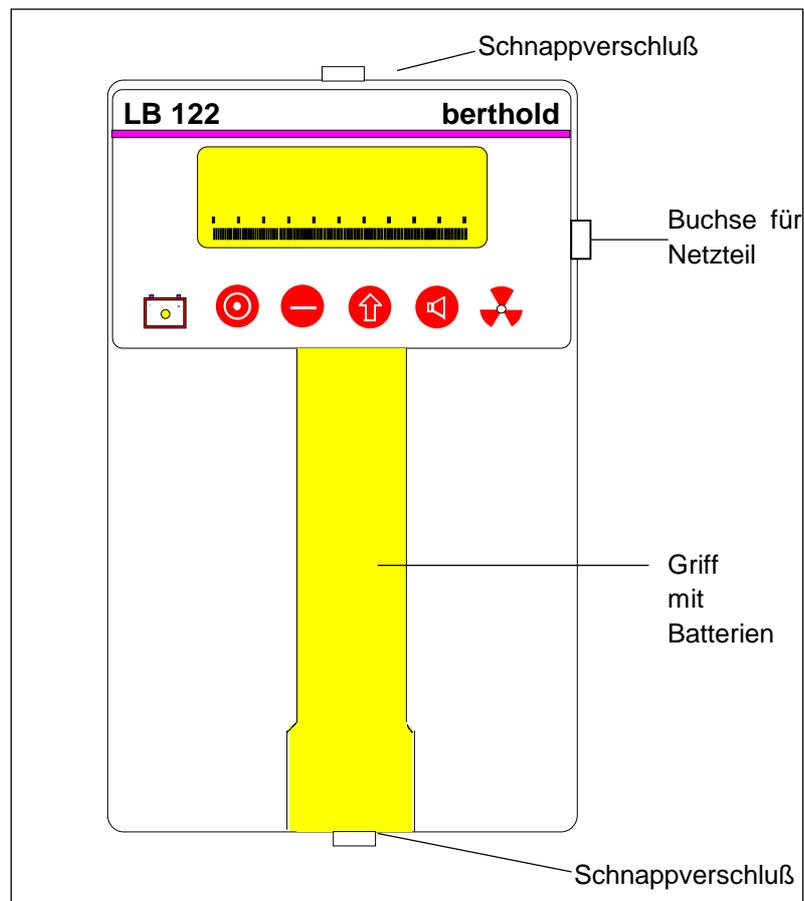


Bild 2-1: Kontaminations-Monitor (Draufsicht)

Bedien- und Anzeigeelemente

Messung, Bedienung und Anzeige werden über die im LB 122 integrierte Software (Version 2.7) gesteuert. Die Anzeige der Meßwerte und die Benutzerinformationen erfolgen über eine zweizeilige Fluoreszenz-Anzeige (LCD-Anzeige mit 2 x 20 Zeichen und Graphikfunktionen). Es werden zwei Informationsebenen gleichzeitig angegeben (vgl. Bild 2-2):

1. Ebene: Hier werden Maßeinheit, Meßwert sowie ggf. das Nuklid oder Hinweise für den Benutzer im Klartext angegeben (z.B. ob Gas nachgefüllt oder die Batterie gewechselt werden muß).
2. Ebene: Eine Skala von 0 - 100 %. Darunter wird in einer Balkengraphik der Meßwert als Vielfaches des eingegebenen Schwellenwertes angezeigt.

Unterhalb des Displays befinden sich vier Funktionstasten und zwei LED-Anzeigen.

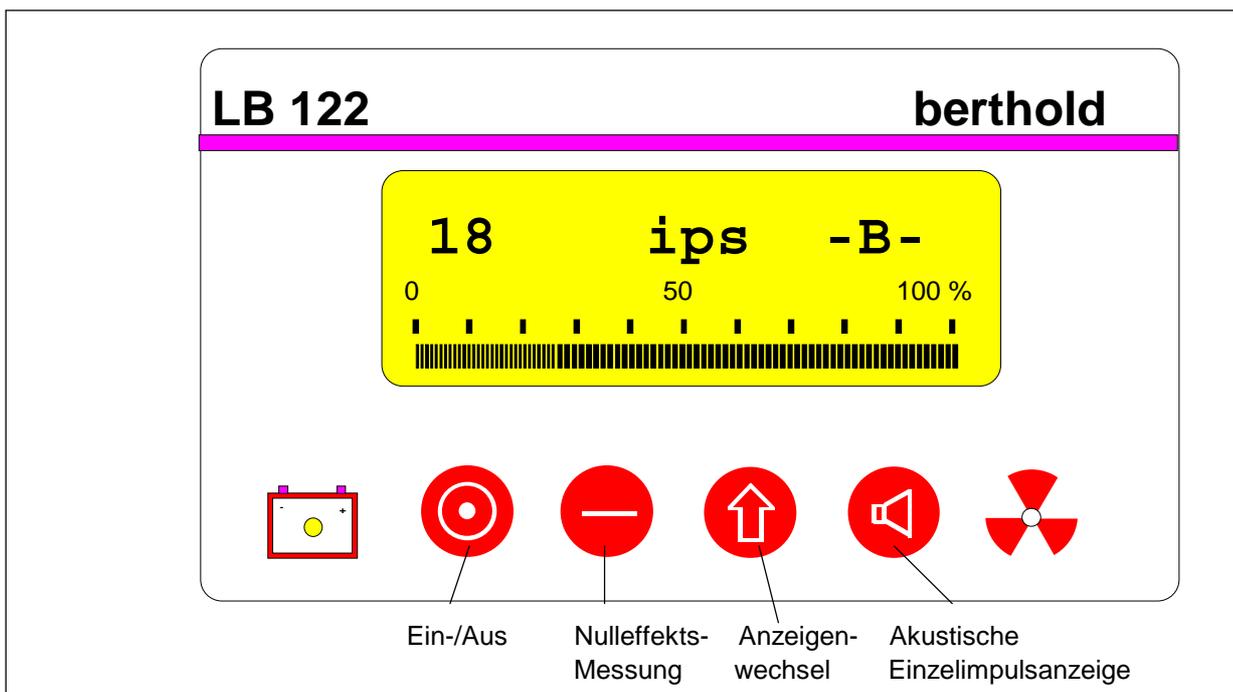


Bild 2-2: Bedien- und Anzeigeelemente

Die Anzeige auf Bild 2-2 bedeutet:

18 ips - B -

Es werden die Impulse pro Sekunde (ips), die vom Detektor ermittelt werden, angezeigt. Im Wesentlichen handelt es sich um Beta-Strahler. Die Impusrate enthält auch die von der natürlichen Umgebungsstrahlung verursachte Nulleffektsrate.

0.....50.....100%

Die Balkengraphik gibt den Meßwert in % des eingestellten Schwellenwertes an. In diesem Fall sind Meßwert und Schwellenwert gleich groß (100%). Bei Überschreiten des Schwellenwertes wird die Prozent-Anzeige mit den Faktoren 10, 100 bzw. 10 x 100 (=1000) umgeschaltet .

Die Funktionstasten und ihre Bedeutung



Taste 1: Ein- und Ausschalten

Nach dem Einschalten und einem kurzen Kontrolllauf wird mit dem jeweils angeschlossenen Detektor sofort eine Kontaminationsmessung durchgeführt. Die Meßeinstellung entspricht der letzten, mit dem jeweils angeschlossenen Detektor durchgeführten Messung (mit den Parametern: Meßeinheit, gegebenenfalls Nuklid, Warnschwelle, Nulleffekt).



Taste 2: Starten einer Nulleffektmessung

Eine laufende Messung wird unterbrochen und eine Nulleffektmessung durchgeführt. Das Ergebnis wird nur gespeichert, wenn die Nulleffektmessung mindestens zehn Sekunden lang dauert. Anderenfalls bleibt der alte Wert (der während der Nulleffektmessung angezeigt bleibt) beibehalten (Kapitel 6.6).

Diese Taste hat bei der Eingabe der Warnschwellen und der Kalibrierfaktoren eine weitere Bedeutung (siehe Tastenkombinationen)



Taste 3: Bei kurzem Drücken: -> Anzeigewechsel

(bei Kontaminationsmessung)

Wechseln der Meßart bzw. des eingestellten Nuklids.

Durch Drücken dieser Taste wechselt der Benutzer die Anzeige. Es erscheinen in zyklischer Reihenfolge,

bei angeschlossenem Alpha-Betadetektor:

↓	ips	-A-
	Bq/□	A-GES
	ips	-B-
	Bq/□	Nuklid 1, z.B. C-14
	Bq/□	Nuklid 2, z.B. P-32

bei angeschlossenem Beta-Gammadetektor:

↓	ips	-B-
	Bq/□	Nuklid 1
	Bq/□	Nuklid 2

Bei einer Kontaminationsmessung wird je nach gewählter Einstellung (= Anzeige) das Meßergebnis interpretiert:

Als Impulse pro Sekunde oder als Flächenaktivitäten.

Nuklid 1 und Nuklid 2 sind zwei Positionen, die mit frei wählbaren Nukliden belegt werden können, die der Benutzer aus der

integrierten Nuklidbibliothek auswählt, um diese für den häufigen Gebrauch einstellen zu können. (In Österreich gelten diese Positionen als nicht geeicht.)



Taste 3: Längeres Drücken: Nuklidwahl aus Nuklid-Bibliothek

Wenn eines der beiden frei wählbaren Nuklide angezeigt wird, kann durch länger andauerndes Drücken die Nuklid-Bibliothek aufgerufen werden.

Wenn Sie bei Anzeige von Nuklid 1 auf diese Taste drücken und diese gedrückt halten, springt die Anzeige zunächst kurz zu Nuklid 2, zeigt dieses mit Meßwert an und kehrt zu Nuklid 1 zurück, um dann die Nuklid-Bibliothek ab diesem Nuklid solange zu durchlaufen, bis Sie mit dem Drücken aufhören.

Dasjenige Nuklid, das bei Loslassen der Taste angezeigt wird, ersetzt das bisherige in Position Nuklid 1 angezeigte Nuklid. Beim Aufruf der Nuklid-Bibliothek werden die Nuklide in zyklischer Folge nach steigender Massenzahl angezeigt.

In gleicher Weise wird das 2. Nuklid eingestellt (s. Kapitel 6.5).



Taste 4: Akustische Einzelimpulsanzeige / Skalenbeleuchtung

Durch Drücken dieser Taste werden (zusätzlich zur Anzeige am Display) die vom Detektor ermittelten Impulse hörbar gemacht. Erneutes Drücken schaltet zusätzlich die Skalenbeleuchtung ein. Weiteres Drücken schaltet nacheinander die akustische Anzeige und dann die Beleuchtung wieder aus.

Das Drücken dieser Taste schaltet also in zyklischer Folge die

- akustische Anzeige ein
- Skalenbeleuchtung ein
- akustische Anzeige aus
- Skalenbeleuchtung aus.

**Skalenbeleuchtung belastet die Batterie stark.
Nur bei wirklichem Bedarf einschalten!**

Tasten-Kombinationen

Tasten 2 und 3:

a) Warnschwelle einstellen mit Anzeige der Kalibrier-Faktoren
Das Einstellen der Warnschwelle erfolgt bei eingeschaltetem Gerät durch gleichzeitiges Drücken der beiden nebenstehenden Tasten.

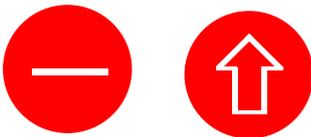
Für das eingestellte Nuklid wird die werksseitig programmierte Warnschwelle angezeigt. Ab Fabrik sind als Schwellenwerte für die Alarmabgabe, generell 5 Bq/cm² bzw. 30 ips eingestellt. Je nach Anwendungsbereich und Nuklid sind die Schwellenwerte vom Benutzer zu ändern. In Kapitel 6.7. wird das Einstellen der Warnschwellen genau beschrieben.



Nach Anzeige bzw. Änderung der Warnschwelle wird für das gewählte Nuklid der Kalibrierfaktor angezeigt. Er kann nicht geändert werden.

Das Überschreiten der Schwelle löst Daueralarmton und die optische Anzeige im Symbol "Radioaktivität" aus.

Tasten 2 und 3:



b) Einstellen der freien Kalibrier-Faktoren

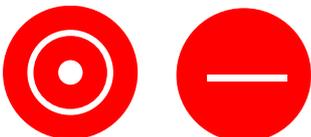
Innerhalb der Nuklidbibliothek gibt es zwei freie Positionen (B1 und B2), die jeweils für ein Nuklid bzw. Nuklidgemisch Ihrer Wahl reserviert sind und für die Sie die Kalibrierfaktoren selbst definieren und eingeben können.

Wenn eine der beiden Positionen am Display angezeigt ist (siehe Nuklidwahl aus der Nuklidbibliothek), drücken Sie die nebenstehende Tastenkombination. Es wird zuerst die Warnschwelle angezeigt, die gegebenenfalls geändert werden kann (vgl. Kapitel 6.8). Nach Durchlaufen der Stellen des angezeigten Zahlenwertes mittels **Taste 2** wird der Kalibrierfaktor angezeigt, der jetzt eingestellt bzw. geändert werden kann (vgl. Kapitel 6.11).



Tasten 1 und 3: Sprachen einstellen

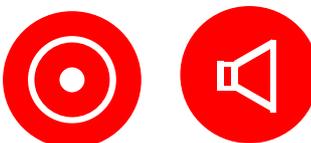
Um die gewünschte Landessprache zu wählen, wird bei ausgeschaltetem Gerät nebenstehende Tastenkombination gedrückt, wobei zuerst die **Taste 3** gedrückt werden muß.



Tasten 1 und 2: Display-Test

Hierbei wird das Display mit allen Anzeigefunktionen durchgecheckt.

Hierzu ist bei ausgeschaltetem Gerät nebenstehende Tastenkombination zu drücken, wobei die **Taste 2** zuerst gedrückt werden muß.



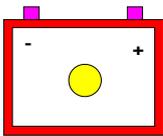
Tasten 1 und 4: Einstellen der Abschaltautomatik

Im Gerät ist eine Abschaltautomatik integriert, die das Gerät nach 30 Minuten Dauerbetrieb abschaltet. Zum Ein- bzw. Ausschalten dieser Funktion drücken Sie nebenstehende Tastenkombination bei ausgeschaltetem Gerät, wobei die **Taste 4** zuerst gedrückt werden muß.

**Alle 4 Tasten: Reset-Funktion**

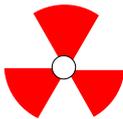
Bei Aktivieren der Resetfunktion werden alle vom Benutzer eingestellten Parameter (sie befinden sich alle im RAM-Speicher) gelöscht. Es werden dann die werkseitig definierten Defaultwerte aus dem ROM-Speicher übernommen. Das betrifft alle Warnschwellen, die eingestellten Nuklide und die frei wählbaren Kalibrierfaktoren.

Diese Funktion wird - bei ausgeschaltetem Gerät - durch gleichzeitiges Drücken aller 4 Funktionstasten aktiviert.

LED-Warn-Anzeigen**Batteriewechsel**

Nahende Batterie-Erschöpfung wird durch Blinken der mit dem Batteriezeichen markierten Leuchtdiode angezeigt.

In diesem Fall müssen die Batterien ausgetauscht werden.

**Überschreiten der Warnschwelle**

Bei Überschreiten der eingestellten Warnschwelle blinkt die Leuchtdiode, die durch das Radioaktivitätssymbol markiert ist. Außerdem warnt ein akustischer Dauerton.

2.2 Die Detektoren

Allen drei Zählrohrtypen ist gemeinsam, daß sie aus einer mit Zählgas gefüllten Zählkammer mit Zähldrähten bestehen. Die Zählrohre enthalten bereits die zugehörige Betriebselektronik mit Verstärker und Hochspannungserzeugung, so daß die Steckverbindung zum Gerät keine Hochspannung führt und daher gefahrlos berührt werden kann.

Die zugehörige Hochspannung ist für jedes Zählrohr im Werk bereits optimal eingestellt und liegt etwa bei folgenden Werten:

Detektor	LB 6357 (Xenon)	LB 6358 G (Butangas)	LB6359 (P10-Gas)¹⁾
Plateau			
Beta-Plateau	1850 V	3100 V	1800 V
Alpha-Plateau	- -	2100 V	1100 V

Eine Kontrolle und Änderung der Hochspannung ist nur mit Hilfe eines Service-Adapters und durch erfahrenes Service-Personal möglich.

Die Zählrohre besitzen einen Schaumgummiring. Somit ist ein eingesetztes Zählrohr feuchtigkeitsdicht mit dem Meßgerät verbunden.

Das jeweils eingesetzte Zählrohr wird von dem Kontaminationsmonitor erkannt, so daß gleich die richtigen Werte, Kalibrierfaktoren, Benutzerinformationen etc. angezeigt werden. Eine besondere Einstellung durch den Benutzer ist nicht notwendig.

¹⁾ In Österreich im eichpflichtigen Verkehr nicht zugelassen.

2.2.1 Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr LB 6358 G

Dieses Zählrohr besteht aus dem detektorspezifischen Elektronikteil (Aufsatz auf dem Zählrohr) und der Zählkammer mit den Zähldrähten sowie dem Zählrohrfenster an seiner Unterseite (siehe Bild 2-3). Die Zählkammer ist mit einer dünnen Fensterfolie gegen Gasaustritt verschlossen. Diese Spezialfolie - sie besteht aus beidseitig metallisiertem Kunststoff - ist extra dünn angefertigt ($0,3 \text{ mg/cm}^2$), um einen hohen Wirkungsgrad des Detektors auch für Alpha-Strahler zu gewährleisten.

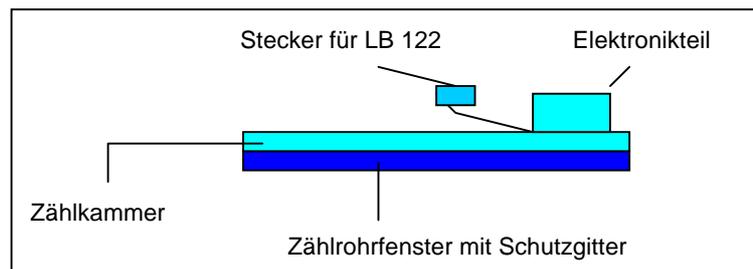


Bild 2-3: Aufbau des Zählrohrs LB 6358 G

Die Folie selbst ist gegen mechanische Beschädigung durch zwei Gitter geschützt (vgl. Bild 2-8 und 2-9, wo der Wirkungsgrad des Detektors mit und ohne Schutzgitter verglichen wird):

Aufbau des Zählrohrfensters

1. Maschengitter-Rahmen
2. Quadratgitter-Rahmen, an dessen Unterseite die Folie aufgeklebt ist (vgl. Bild 2-4).

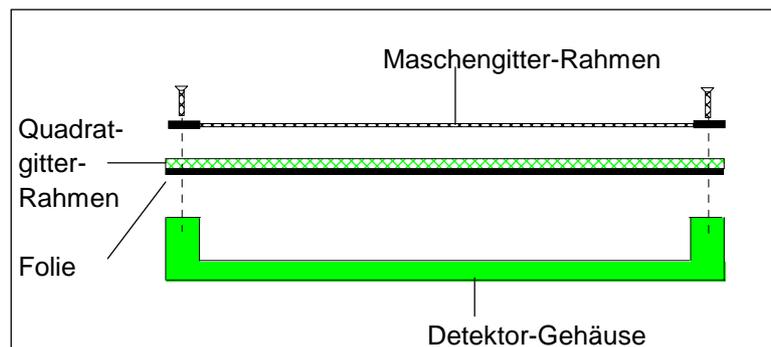


Bild 2-4: Aufbau des Zählrohrfensters

Bei normaler Füllung drückt die Folie gegen den Quadratgitter-Rahmen und wölbt sich etwas nach außen. Dies ist ein Zeichen dafür, daß die Folie dicht ist.



Trotz dieser Absicherung kann die Fensterfolie leicht beschädigt werden. Es sollte alles vermieden werden, was zur Zerstörung der Fensterfolie führen könnte: Vorsicht ist besonders geboten bei Messung von spitzen Gegenständen, oder, wie häufig nach Tschernobyl häufig geschehen, Ausmessen von Stoppeläckern, Rosenhecken oder Katzenpfoten.

Bei Beschädigung der Folie kann mit dem Zählrohr nicht mehr gemessen werden, da in der Zählkammer nicht mehr ausreichend Zählgas vorhanden ist. Die Fensterfolie muß in diesem Fall ausgewechselt werden. Eine bereits auf einem Rahmen aufgezogenen Ersatzfolie ist Standardzubehör dieses Zählrohrs. Weitere Folien können vom Werk bezogen werden. Das Auswechseln des Fensterfolien-Rahmens wird in Kapitel 9.2 beschrieben.

Das Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr besitzt zum Füllen, Nachfüllen bzw. Spülen mit Butangas stirnseitig einen Füllnippel. Auf der rechten Vorderseite befindet sich das Überdruckventil, das mit einer Rändelschraube verschlossen werden kann (vgl. Bild 2-5).

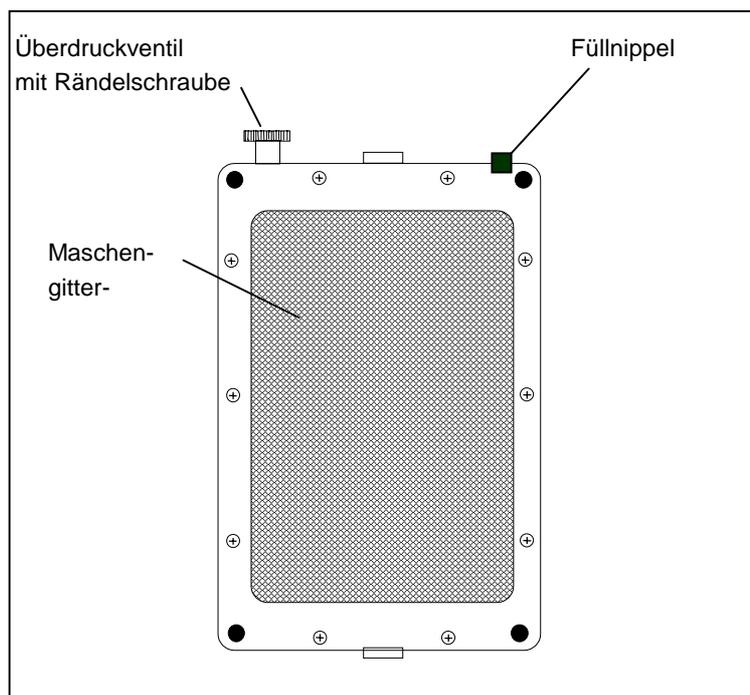


Bild 2-5: Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr (Ansicht von unten)



Vor dem Füllen, Nachfüllen oder Spülen, immer zuerst das Überdruckventil (Rändelschraube) ganz aufdrehen, damit kein Überdruck in der Zählkammer entsteht und die Fensterfolie zerstört wird.

Verwenden Sie nur das vom Hersteller empfohlene und von der Firma Berthold ständig kontrollierte Gas: Steinel spezialgereinigtes Butangas garantiert einwandfreies Funktionieren und einwandfreie Meßergebnisse!

Füllen des Zählrohrs

Bei **erstmaligem Füllen** (oder erneuten Füllen nach längerer Lagerzeit) muß die Luft aus dem Detektor durch mehrmaliges Spülen mit Butangas verdrängt werden.

1. Schalten Sie das Gerät aus.
2. Öffnen Sie die Rändelschraube am Überdruckventil.
3. Spülen Sie dann - durch Aufsetzen und Andrücken des Druckventils der Steinel-Patrone an den Füllnippel - vier- bis fünfmal ca. 5 Sekunden lang mit Abständen von 30 Sekunden.

In den Pausen ist an einem zischenden Geräusch zu hören, wie die verdrängte Luft bzw. das überschüssige Gas am Überdruckventil austritt. Dabei geht auch die Auswölbung der Fensterfolie, die beim Füllen auftritt, weitgehend zurück. Eine geringe Restwölbung bleibt bestehen, die anzeigt, daß die Fensterfolie dicht ist.

4. Nach Beendigung der Spülvorgänge warten Sie ca. zwei bis drei Minuten, um den völligen Druckausgleich zu ermöglichen.
5. Schließen Sie dann die Rändelschraube am Überdruckventil.
6. Schalten Sie das Gerät ein, und überprüfen Sie im **IPS - B-Modus**, ob die Anzeige "**GAS NACHFÜLLEN**" verschwindet. Dies kann gelegentlich bis zu einer Minute dauern.

Nachfüllen/Spülen

Wenn die Anzeige am Display "**GAS NACHFÜLLEN**" erscheint, ist ein kurzer Spülvorgang von fünf Sekunden Dauer hinreichend. Gehen Sie dabei wie oben beschrieben vor:

1. Gerät Abschalten
2. Rändelschraube öffnen
3. Gaspatrone auf Füllnippel setzen und ca. fünf Sekunden andrücken.
4. Auch hier wieder einige Minuten warten, bis Sie die Rändelschraube wieder schließen.
5. Schalten Sie das Gerät ein, und überprüfen Sie **im IPS - B-Modus**, ob die Anzeige "**GAS NACHFÜLLEN**" verschwindet. Dies kann gelegentlich bis zu einer Minute dauern.

Sollte im Laufe der Zeit - etwa durch starke Temperaturschwankungen - die Auswölbung der Fensterfolie zunehmen, so kann durch kurzes Öffnen der Rändelschraube der Überdruck im Zählrohr beseitigt werden.

Kontrolle der Impulsraten

nach dem Füllen bzw. Spülen: Nach dem Füllen bzw. Spülen schalten Sie das Gerät ein und überprüfen durch Messung des mitgelieferten Kontrollstrahlers im Bereich "ips Alpha" und anschließend im Bereich "ips Beta", ob die angegebenen Impulsraten erreicht werden (siehe dazu Kapitel 6.9). Falls dies nicht der Fall sein sollte, schalten Sie bitte das Gerät aus, und wiederholen Sie den Spülvorgang.

Im allgemeinen reicht eine Füllung unter normalen Umständen für mehrere Stunden Betriebszeit.

2.2.2 Alpha-Betadetektor mit P 10-Gasfüllung LB 6359 mit Nachfüllstation

Dieses Zählrohr ist ähnlich wie das Butan-Füllzählrohr aufgebaut:

Elektronikteil als Aufsatz auf der Zählkammer, die Zählkammer mit den Zähldrähten, die auswechselbare Fensterfolie (ebenfalls aus beidseitig metallisiertem Kunststoff, 0,3 mg/cm²) und der Maschengitter-Rahmen.

Der prinzipielle Unterschied zum vorhergehenden Zählrohr liegt darin, daß dieser Detektor an eine lokale oder zentrale P 10-Gasversorgung angeschlossen werden kann und beim Einhängen in die Wandhalterung automatisch aufgefüllt und gespült wird.

Funktionsweise der Nachfüllstation (Tankstelle)

Zum Spülen und Füllen kann eine P 10-Gasflasche (lokal) mit Doppeldruckminderer oder eine zentrale P 10-Gasversorgung verwendet werden. Das P 10-Gas ist ein Gasgemisch aus 90 % Argon und 10 % Methan.

Bei zentraler Gasversorgung ist ein vorgeschalteter Druckregler bzw. ein Nadelventil zu verwenden. Der maximale Durchfluß sollte 100 cm³/min nicht übersteigen!

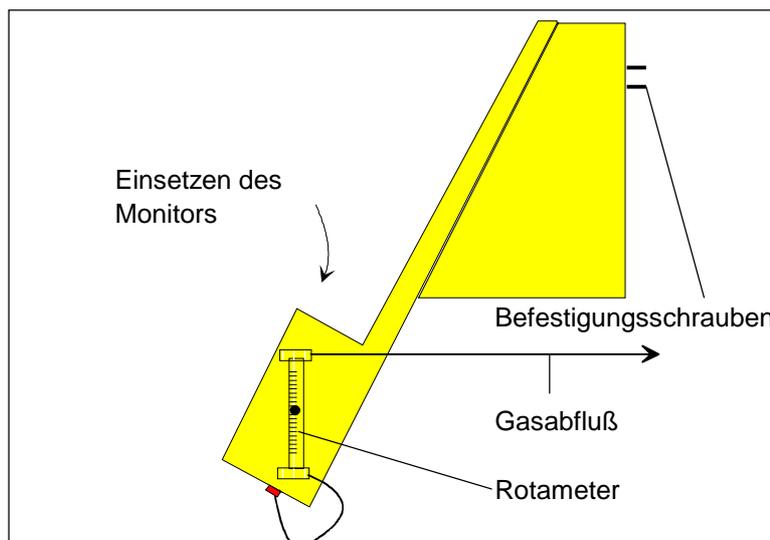


Bild 2-6: Wandhalterung für Alpha-Beta-Detektor LB 6359

Gasfluß

Gaszu- und -abfluß erfolgen über je 2 selbstschließende Ventile an der Wandhalterung und an der Rückseite des Zählrohres. Der LB 122 wird mit eingesetztem Zählrohr so in die Wandhalterung (vgl. Bild 2-6) eingeführt, daß die Ventile (am Schluß gegen einen geringen Widerstand) ineinandergeschoben werden, bis sie vollständig aufeinandersitzen. Dadurch rasten die Ventile ein und werden geöffnet: Das P 10-Gas strömt in den Detektor und verläßt bei entsprechendem Überdruck wieder das Zählrohr. Der Gasabfluß wird über einen Rotameter geführt, so daß ein adäquater Gasdurchfluß eingestellt werden kann (vgl. Bild 2-7). Die Wandhalterung ist so konstruiert, daß die Ventile sichtbar sind, und Sie das korrekte Aufeinandersitzen der Ventile leicht überprüfen können.

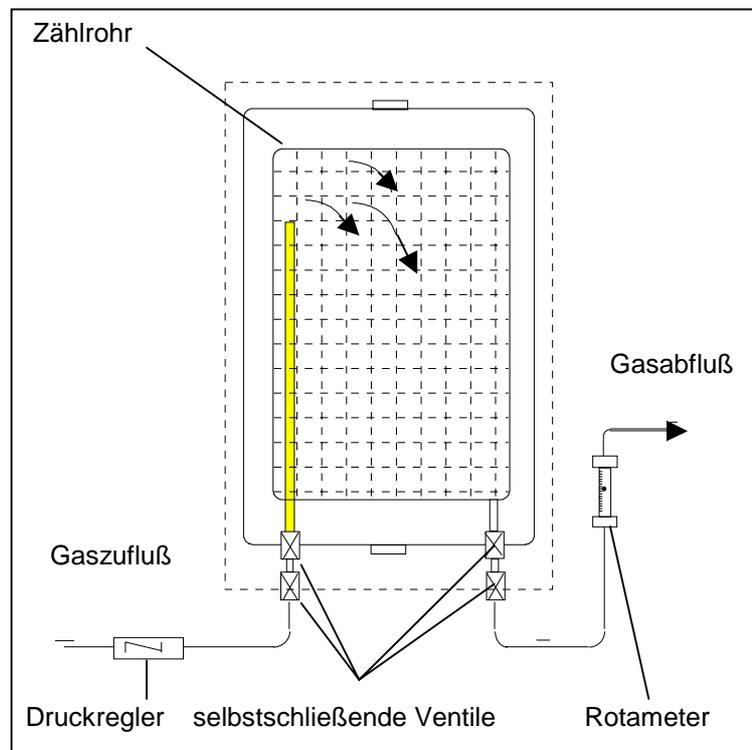


Bild 2-7: Funktionsweise der P10-Gas-Nachfüllstation

Das Rotameter zeigt einen Durchfluß von 0 bis 300 cm³/min auf einer Skala an, die von 0 bis 30 reicht (Multiplikationsfaktor 10). Es sollte kein größerer Durchfluß als 100 cm³/min eingestellt werden, damit die Fensterfolie nicht beschädigt wird!

Wird der Monitor aus der Halterung genommen, schließen sich automatisch alle Ventile, so daß einerseits die Gaszufuhr gestoppt und andererseits das P 10-Gas in der Zählkammer gehalten wird. Auf diese Weise kann der Monitor in Ruhelage gespült bzw. nachgefüllt werden bzw. es ist - wenn er als stationäres Gerät eingesetzt wird - kein extra Spülvorgang er-

forderlich. Die Betriebsdauer nach Füllung oder Spülung beträgt mind. 8 Stunden bei weniger als 5% Ausbeuteverlust. Siehe dazu das Bild 2-10, welches die Ausbeute nach einer Zählrohrfüllung mit P 10-Gas im Verlauf von 3 Tagen zeigt.

2.2.3 Beta-Gamma-Zählrohr mit Xenonfüllung

Dieses Zählrohr ist mit Xenon gefüllt und fest verschlossen. Es muß weder nachgefüllt noch gespült werden, weshalb auch keine Nachfüllstutzen oder Ventile vorhanden sind. Das Xenonzählrohr zur Messung vom Beta- und Gammastrahlen kann vom Benutzer nicht geöffnet werden. Ein Austauschen der Fensterfolie (5 mg/cm² Titanfolie) kann nur werksseitig durch die Firma Berthold durchgeführt werden. Zur Reinigung der Folie kann jedoch ebenfalls der Maschengitter-Rahmen abgeschraubt werden (siehe Kapitel 8.1)⁽²⁾.

2.3 Zählrohrwechsel

Das Zählrohr im Unterteil des Geräts kann leicht und ohne Werkzeug gewechselt werden.

Ein Zählrohrwechsel ist notwendig, wenn

1. zwischen Beta-Gamma- und Alpha-Beta-Messungen gewechselt werden soll. Zur Beta-Gamma-Messung wird das abgeschlossene, Xenon-gefüllte Zählrohr LB 6357 verwendet. Zur Alpha-Beta-Messung wird das Butan-Zählrohr LB 6358 verwendet;
2. Ein defektes Zählrohr gegen ein neues ausgetauscht werden muß.⁽¹⁾

Der Mikroprozessor des Geräts erkennt den angeschlossenen Zählrohrtyp und stellt sein Programm sowie alle Kalibrierfaktoren, Warnschwellen etc. entsprechend ein.

Die Zählrohre enthalten bereits die zugehörige Betriebselektronik mit Verstärker und Hochspannungserzeuger, so daß die Steckverbindung zum Gerät keine Hochspannung führt und gefahrlos berührt werden kann.

Die Zählrohre sind feuchtigkeitsdicht in das Meßgerät eingesetzt. Die Abdichtung wird durch einen Schwammgummiring auf dem Zählrohr gewährleistet.

(1) In Österreich wird die Verwendung im eichpflichtigen Verkehr bei einem Zählrohraustausch eine neue Eichung notwendig.

(2) In Österreich ist im eichpflichtigen Verkehr nach Austausch des Maschengitters eine Neueichung notwendig.

Achten Sie beim Zählrohrwechsel darauf, daß

- *der Schwammgummiring nicht beschädigt wird;*
- *der Wechsel an einem trockenen und staubfreien Ort erfolgt, und daß auf keinen Fall während des Wechsels Feuchtigkeit oder Schmutz in den Zwischenraum eindringen kann!*

Vorgehensweise zum Wechseln des Zählrohres

1. Gerät ausschalten;
2. Gerät mit dem Zählrohr nach oben auf eine feste, saubere Unterlage legen;
3. die beiden Schnappverschlüsse öffnen;
4. Zählrohr vorsichtig abheben;
5. Verbindungsstecker am Meßgerät an der dafür vorgesehenen Lasche abziehen;
6. Stecker des neuen Zählrohrs aufstecken, auf richtigen Sitz achten, so daß die Nase am Stecker in die Nut der Buchse geführt wird!
7. Zählrohr vorsichtig aufsetzen, Zählrohrkabel nicht verdrehen oder verklemmen.
8. Schnappverschlüsse ohne Gewalt schließen.

Achtung: Niemals einen der Schnappverschlüsse öffnen, wenn das Gerät nicht auf einer festen Unterlage steht! Das Zählrohr könnte sonst herunterfallen und/oder das Zählrohrkabel abreißen.

2.4 Ansprechvermögen der Detektoren

2.4.1 Vergleich mit und ohne Schutzgitter

Das folgende Diagramm zeigt das Ansprechvermögen (Ausbeute) des Alpha-Beta- und des Beta-Gamma-Detektors bei Messungen **ohne** Schutzgitter.

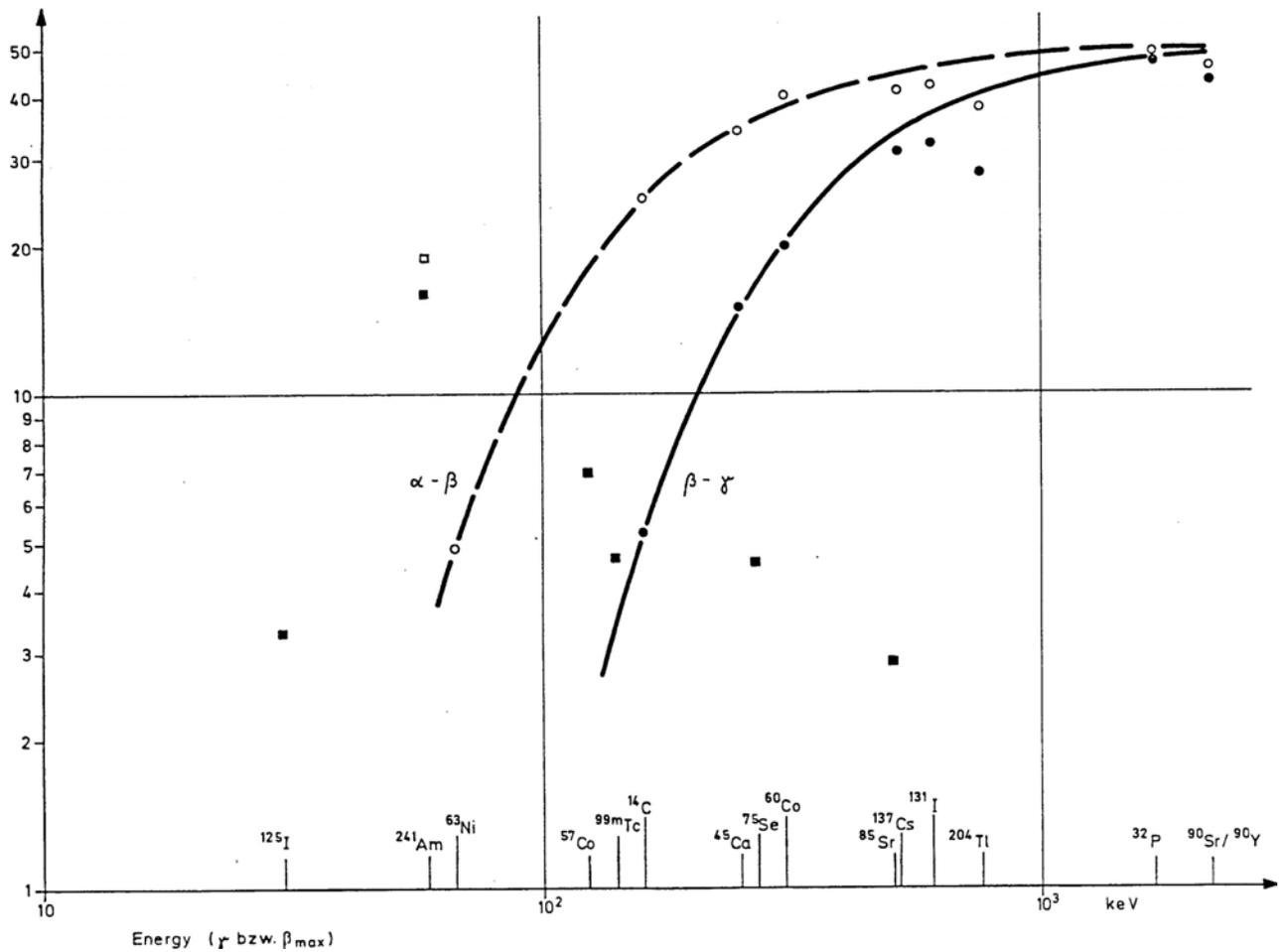


Bild 2-8: Ansprechvermögen ohne Schutzgitter

Das folgende Diagramm zeigt das Ansprechvermögen (Ausbeute) des Alpha-Beta- und des Beta-Gamma-Detektors bei Messungen **mit** Schutzgitter.

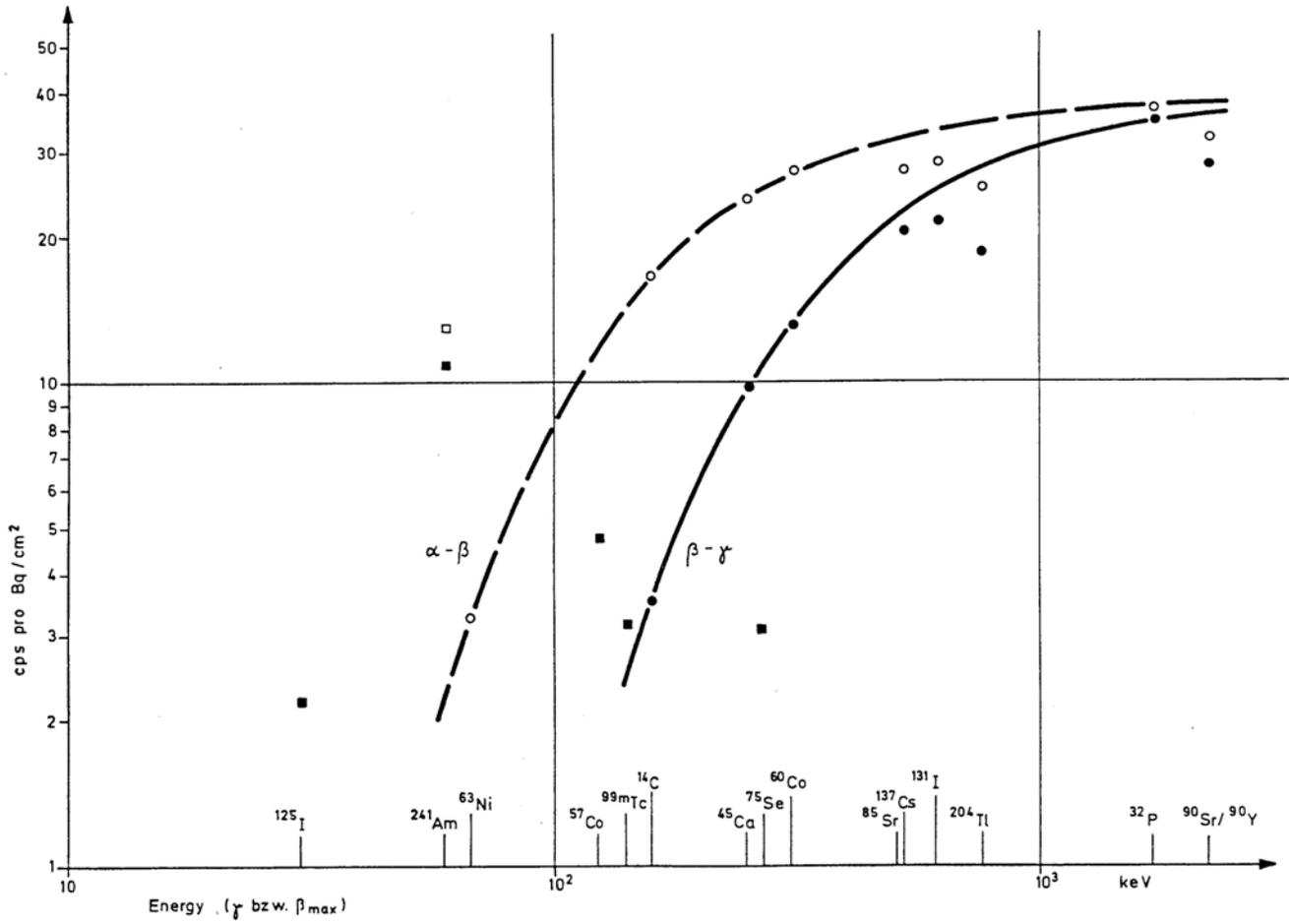


Bild 2-9: Ansprechvermögen mit Schutzgitter

2.4.2 Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zeit

Das folgende Diagramm zeigt die Zeitabhängigkeit der Ausbeute nach einer Zählrohrfüllung mit P10-Gas, einmal für Alpha- und einmal für Beta-Strahler.

Der Ausbeuteverlust für Betastrahler beträgt durchschnittlich 0,1% / h.

Der Ausbeuteverlust für Alphastrahler beträgt durchschnittlich 0,05 % / h.

Für diesen Zählrohrtyp soll die Spezifikation erfüllt werden, daß über mind. 8 Stunden der Ausbeuteverlust kleiner als 5% sein soll (Alpha- und Betaplateau).

Wie aus folgendem Diagramm ersichtlich ist, wird diese Spezifikation problemlos erfüllt.

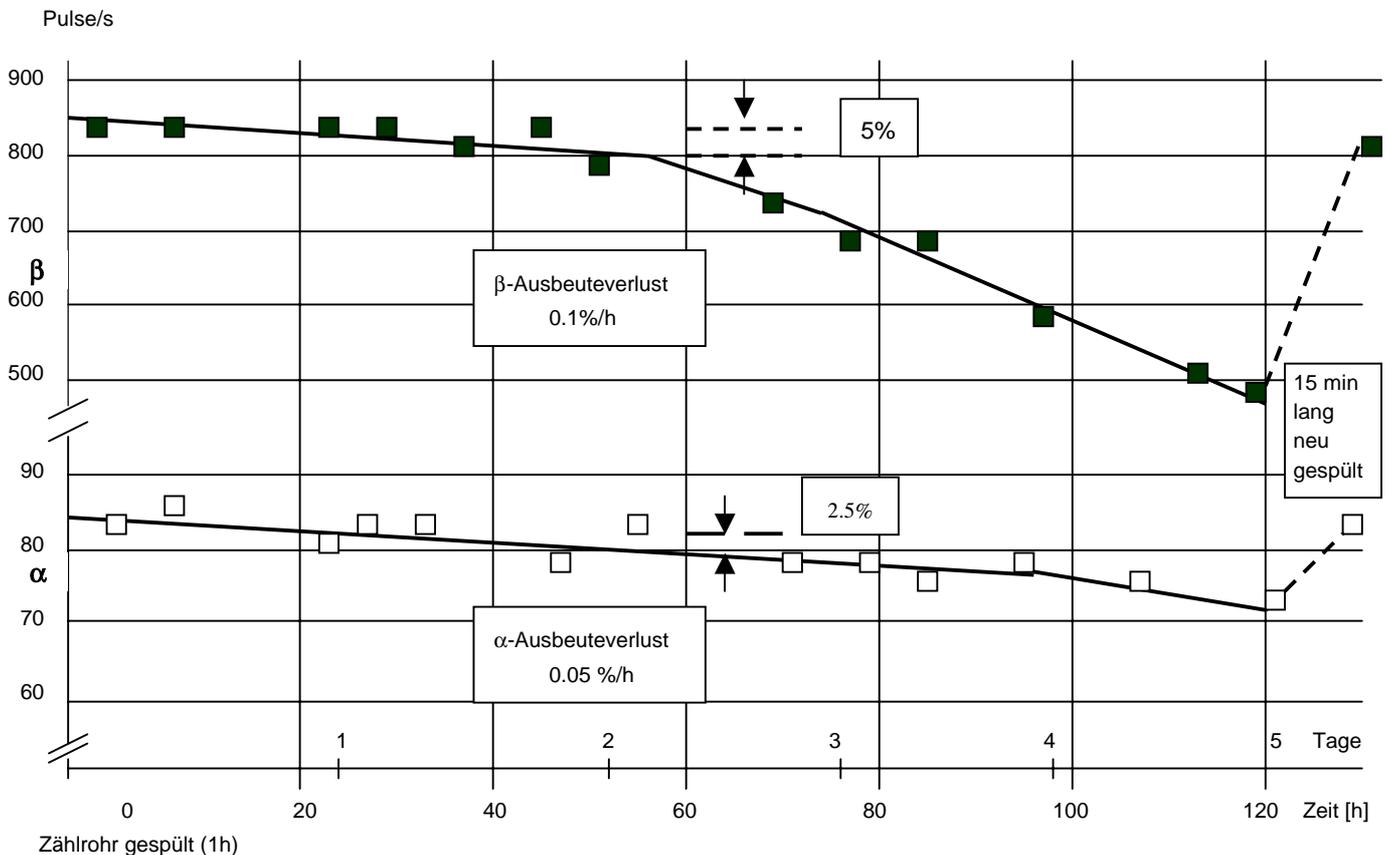


Bild 2-10: Zeitabhängigkeit der Ausbeute nach einer Zählrohrfüllung mit P10-Gas

3. Übersicht über die Gerätetypen

3.1 Grundgerät und Zählrohre

Die Bezeichnung LB 122 erfaßt als Oberbegriff den softwaremäßig voll bestückten Kontaminationsmonitor mit der Meß- und Anzeigeelektronik LB 1220 und wahlweise einem der drei derzeit verfügbaren Zählrohrtypen.

Dies sind

- der xenongefüllte, abgeschlossene Beta-Gammadetektor LB 6357,
- der Alpha-Beta-Butanfüll-Detektor LB 6358 G und
- der Alpha-Beta-Durchfluß-Detektor LB 6359 mit P10-Gas-Nachfüllstation ⁽¹⁾.

Bei allen nachfolgenden Gerätevarianten kann eines der drei genannten Zählrohre wechselweise benutzt werden. Andere Zählrohrtypen sind nicht anschließbar.

3.2 Gerät mit Feuerwehrezulassung

Geräte und Gerätekomponenten, die konstruktionsseitig die Bedingungen für die Feuerwehrezulassung erfüllen, werden werksintern mit dem Zusatz "F" versehen (nur auf dem jeweiligen Typenschild erkennbar). Das Gesamtgerät ist unter der Bezeichnung LB 122 BF, mit der Prüfnummer K/FW/GSF-128706, für die Verwendung bei Feuerwehren zugelassen.

Da die Feuerwehrezulassung nur die Meßwertanzeige in ips, nicht aber in Bq/cm² erlaubt, haben diese Geräte eine entsprechende Softwareblockade. Sie sind dadurch kenntlich, daß nach Einschalten der Anzeige die Bezeichnung "FWR" erscheint. Die Blockade läßt sich über eine - nur geräteintern zugängliche - Hardwarebrücke ein- und ausschalten.

3.3 Geräte mit unterschiedlichen Einheiten

Durch eine - nur geräteintern zugängliche - Hardwarebrücke läßt sich die angezeigte Aktivitätseinheit bei allen Programmen mit Kennziffer ab 1.1 von Bq/cm² in pCi/cm² (Piko-Curie/cm²) umschalten. Die werksinterne Kennzeichnung lautet 1 für Bq/cm² und 2 für pCi/cm², also beispielsweise für die Ausführung mit pCi/cm²-Anzeige: LB 122-2.

(1) In Österreich im eichpflichtigen Verkehr nicht zugelassen.

3.4 Landessprachen

Alle Geräte enthalten die Programmversion in deutscher, englischer und französischer Sprache. Die Umstellung kann der Benutzer mittels der Drucktasten selbst einstellen (siehe Kap. 6.).

3.5 Lieferumfang

Grundausrüstung

Meß- und Anzeigeeinheit LB 120 mit eingesetztem Zählrohr, je nach Bestellung mit
 Beta-Gammadetektor LB 6357 oder
 Alpha-Betadetektor LB 6358 G bzw.
 Alpha-Beta-Durchflußzählrohr LB 6359 ⁽¹⁾ mit
 Wandhalterung mit Ventilen, Rotameter, Gasschläuchen und Befestigungsschrauben (Gasnachfüllstation)

Falls bestellt:

Wahlweise ein gleichartiges Ersatzzählrohr oder ein Wechselzählrohr zur Messung der jeweils anderen Strahlertypen und damit zur Komplettierung der Einsatzmöglichkeiten.

Serienmäßiges Zubehör

1 Satz Ersatzbatterien
 Bedienungsanleitung

Nur bei Alpha-Beta-Detektor LB 6358 G
 1 Steinel-Gaspatrone

Wahlweises Zubehör

1 Platte mit je einem Kontrollstrahler für ²⁴¹Am und für ⁹⁰Sr für die Zählrohr LB 6358 G und 6359 ⁽²⁾
 1 Platte mit einem Kontrollstrahler für ⁹⁰Sr für Zählrohr LB 6357
 1 Aluminium-Transportkoffer*), 35 cm x 40 cm x 20 cm.
 1 Wandhalterung für teilstationären Betrieb
 1 Netzteil

Nur bei Alpha-Beta-Zählrohren

1 Folienrahmen mit Ersatzfensterfolie*)
 1 Schraubendreher*)

Nur bei Alpha-Beta-Detektor LB 6359

P10-Gasflache
 Doppeldruckminderer

(* = bei Feuerwehrausführung serienmäßig)

⁽¹⁾ In Österreich im eichpflichtigen Verkehr nicht zugelassen

⁽²⁾ In Österreich ist der Kontrollstrahler bei der Eichung mit vorzulegen („Radioaktive Kontrollvorschrift“).

4. Inbetriebnahme

Im folgenden wird die jedem Zählrohrtyp entsprechende Inbetriebnahme beschrieben. Vorausgesetzt wird dabei, daß bereits das gewünschte Zählrohr mit der Meß- und Anzeige-einheit verbunden ist.

Falls dies noch nicht der Fall sein sollte, wechseln Sie das Zählrohr folgendermaßen:

Zählrohrwechsel

1. Legen Sie an einem staubfreien und trockenen Raum das ausgeschaltete Gerät mit dem Zählrohr nach oben auf eine feste, saubere Unterlage.
2. Öffnen Sie die beiden Schnappverschlüsse, und heben Sie das Zählrohr vorsichtig ab.
3. Ziehen Sie den Verbindungsstecker an der dafür vorgesehenen Lasche von der Meßeinheit ab.
4. Stecken Sie den Stecker des neuen Zählrohrs auf (Nase am Stecker muß in die Nut der Buchse!), und setzen Sie das Zählrohr vorsichtig auf, ohne das Kabel zu verdrehen oder zu verklemmen.
5. Verschließen Sie die Schnappverschlüsse. Sie müssen sich ohne Kraftaufwand verschließen lassen.

4.1 Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr LB 6358 G

1. Der Detektor LB 6358 G wird vor Einschalten des Gerätes mit Butan aus einem Flüssiggas-Vorratsbehälter (Gaspatrone mit 100 ml) gefüllt.

Verwenden Sie nur das vom Hersteller empfohlene Gas:

Steinel spezialgereinigtes Butangas !

Der Detektor besitzt zu diesem Zweck stirnseitig einen Füllnippel sowie ein Überdruckventil, das zusätzlich mit einer Rändelschraube verschlossen werden kann.



Vergewissern Sie sich immer, daß diese Rändelschraube während des Füllvorganges oder auch während des Spülvorganges geöffnet ist! Andernfalls könnte sich im Detektor ein so hoher Überdruck aufbauen, daß die Fensterfolie des Detektor zerstört wird.

Bei erstmaliger Füllung oder nach längerer Lagerzeit muß die Luft aus dem Detektor durch mehrmaliges Spülen verdrängt werden.

Zur erstmaligen Füllung des Butan-Füllzählrohrs lesen Sie bitte den Abschnitt Füllen Kapitel 2.2.1.



2. Nach Abschluß dieses Spülvorganges schalten Sie das Gerät durch Drücken der **Taste 1** ein. Es erscheinen am Display für die Dauer von 2 Sekunden nacheinander folgende Anzeigen:

a) Geräteerkennung:

Laborgerät:

2.7	LAB/G	A-B
------------	--------------	------------

Feuerwehrgerät:

2.7	FWR	A-B
------------	------------	------------

Es bedeuten:

- 2.7** die jeweils eingebaute Programmversion.
FWR die für die Feuerwehren ausschließlich zugelassene, eingeschränkte Softwareversion, mit Anzeige in ips.
LAB die für allgemeine Laboranwendungen benutzte, vollständige Softwareversion, mit Anzeige sowohl ips wie in Bq/cm² bzw. pCi/cm².
G Zählrohrtyp mit Gasfüllung (Butan).

b) Batteriezustand

4.5	VOLT	BATT
------------	-------------	-------------

Der Zahlenwert gibt die Batteriespannung, die Balkenanzeige die Kapazität der Batterie in % an.

c) Meßwert

Nach dem Einschalten beginnt das Gerät sofort mit der Kontaminationsmessung und zwar jeweils in der gleichen Meßart und mit den gleichen Parametern wie bei der letzten Messung mit diesem Detektor. Bei Inbetriebnahme wird mit den werkseitig eingestellten Defaultwerten gemessen. Es erscheint z.B.:

21	IPS	- B -
-----------	------------	--------------

Es werden die Impulse pro Sekunde einschließlich der Umgebungsstrahlung angezeigt.

3. Messen Sie nun den mitgelieferten Kontrollstrahler im Bereich "IPS -A-" (= Messung der Alphastrahlung) und anschließend im Bereich "IPS -B-" (= Betastrahlung), und überzeugen Sie sich dadurch, daß die auf der Kontrollstrahlerplatte angegebenen Impulsraten erreicht werden (siehe Kapitel 6.9).

Kontrollmessung Vorgehensweise



1. Schalten Sie mit der Taste (Anzeigenwechsel) auf "IPS - A -" (Alpha-Messung) um.
2. Legen Sie den Kontrollstrahler im Koffer in die Aufnahmevertiefung des Monitors mit dem Am-241-Prüfstrahler nach oben, und setzen Sie den Monitor auf diesen Punktstrahler.
3. Lesen Sie nach etwa 10 Sekunden Meßzeit den ermittelten Meßwert ab, und vergleichen Sie ihn mit dem auf dem Prüfstrahler angegebenen Wert. Ihr Meßwert sollte etwa diesen Wert mit einer Toleranz von +/-20 % erreichen.
4. Nehmen Sie nun den Monitor aus der Vertiefung heraus, drehen die Platte mit den Prüfstrahlern um.
5. Messen Sie jetzt - nach dem Sie die auf "IPS - B -" (Beta-Messung) umgeschaltet haben - den Prüfstrahler Sr-90.
6. Vergleichen Sie Ihren Meßwert mit dem auf der Platte angegebenen Wert. Ihr Meßwert sollte nach ca. 10 Sekunden etwa diesen Wert mit einer Toleranz von +/- 10% erreichen.
7. Falls die angegebenen Impulsraten nicht erreicht werden, schalten Sie das Gerät aus und wiederholen den Spülvorgang.

Eine Füllung reicht unter normalen Umständen (keine größeren Druck- und Temperaturschwankungen) für mehrere Stunden Betriebszeit. Dennoch wird bei länger andauernden Messungen empfohlen, gelegentlich mit dem Kontrollstrahler die Funktion zu überprüfen.

Nun ist der Kontaminations-Monitor betriebsbereit, und Sie können mit den Messungen beginnen, wie sie im Kapitel 5 beschrieben sind.

4.2 Alpha-Betadetektor mit P 10-Gasversorgung

Schrauben Sie als erstes den Ventilöffner heraus (gegen den Uhrzeigersinn), der sich in einem der beiden Ventile des P-10-Durchflußzählrohres befindet. Der Ventilöffner, eine Schraube mit Bohrung, dient dazu, daß beim Transport im Detektor kein Über- oder Unterdruck entsteht, der die Folie des Detektors beschädigen könnte. Bewahren Sie den Ventilöffner auf, und verwenden Sie ihn für eigene Transport- oder Lagerzwecke.

Bringen Sie die Wandhalterung für den Monitor LB 122 - unter Verwendung der mitgelieferten Schrauben und Dübel - an einer senkrechten Wand in der für Sie günstigsten Höhe an. Wenn Sie den Monitor nicht nur für Feldmessungen, sondern auch als teilstationäres Gerät zur Messung der Hände benutzen möchten, ist die Wandhalterung etwas höher anzubringen, damit die Hand bequem von unten an die Messfläche gehalten werden kann. Falls Sie ein Netzteil verwenden, ist für eine entsprechende Verbindung von Netz und Monitor zu sorgen (die Entfernung beachten!).

Anschließen der Gasversorgung

Bei Verwendung von P 10-Gasflaschen schrauben Sie zunächst ein Doppeldruckminderer auf die Gasflasche, wobei der Druckminderer verschlossen sein muß.

Wenn Sie das Gerät an die zentrale P 10-Gasversorgung an-

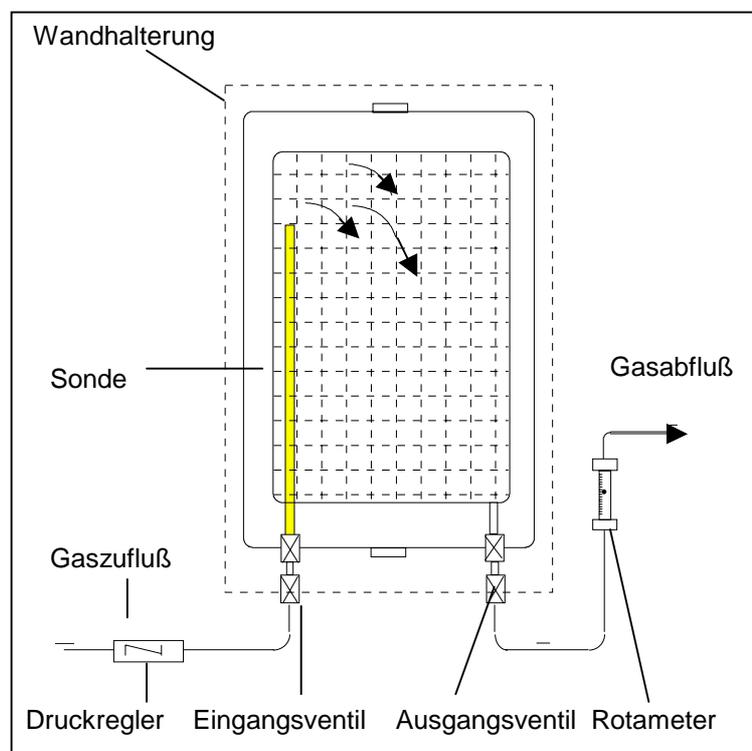


Bild 4-1: Anschließen der P10-Gasversorgung

schließen, muß ein Druckregler bzw. ein Nadelventil vorhanden sein, der bei der Inbetriebnahme zugedreht sein muß.

1. Stecken Sie nun das eine Ende des mitgelieferten PVC-Schlauches auf den linken Ventilstutzen der Wandhalterung, und schließen Sie das andere Ende an Ihre Gasquelle (Druckminderer der Gasflasche bzw. zentrales Gasversorgungssystem) an (vgl. Bild 4-1).
2. Verbinden Sie das Ausgangsventil mit dem Rotameter.
3. Bringen Sie ein weiteres Schlauchstück am Rotameterausgang für den Gasabfluß an. Es sollte nicht länger als 6 m sein.
4. Führen Sie den Monitor in der Weise in die Wandhalterung ein, daß die Ventile ineinander (am Schluß gegen einen geringen Widerstand) geschoben werden, bis sie vollständig aufeinandersitzen (Sichtprüfung!). Dadurch sind die selbstschließenden Ventile an der Wandhalterung und am Detektor fest miteinander verbunden.
5. Öffnen Sie nun langsam den Gasdurchflußregler, damit das Gas durch den Detektor entsprechend Bild 4-1 strömen kann.
6. Warten Sie, bis das Rotameter auf den Gasfluß reagiert, bevor Sie den Durchfluß erhöhen.
7. Drehen Sie nun auf diese Weise Schritt für Schritt den Regler soweit auf, daß Sie einen Durchfluß zwischen 70 und 100 cm³/min erreichen (d.h. die Anzeige auf dem Rotameter muß zwischen den Zahlen 5 und 10 stehen, da die Anzeige "10" 100 cm³/min entspricht).
Nach ca. 15 Minuten ist der Detektor aufgefüllt und betriebsbereit (Betriebsdauer mind. 8 Stunden mit weniger als 5% Ausbeuteverlust).
8. Nehmen Sie den Monitor aus der Wandhalterung, und schalten Sie den Monitor durch Drücken der **Taste 1** ein.
9. Führen Sie eine Kontrollmessung anhand der Prüfstrahlerplatte durch, wie es im vorigen Abschnitt für das Alpha-Beta-Butan-Füllzählrohr beschrieben ist.

4.3 Beta-Gamma-Xenonzählrohr

Eine besondere Inbetriebnahme ist bei Verwendung des Beta-Gamma-Zählrohres nicht erforderlich.

Schalten Sie das Gerät durch Drücken der **Taste 1** ein, und prüfen Sie mit dem Kontrollstrahler das Funktionieren des Gerätes, wie dies bereits für das Butan-Füllzählrohr beschrieben ist .

4.4 Mögliche Fehler bei der Inbetriebnahme

Es können folgende Fehler bzw. Fehlermeldungen bei der Inbetriebnahme auftreten:

Fehler(meldung)	Fehler-Ursache/Fehler-Behebung
Keinerlei Anzeige am Display oder Blinken der roten Leuchtdiode im Batteriesymbol links von der Einschalttaste	Die Batterien sind erschöpft. Batterien wechseln. Die Batterien sind erschöpft. Batterien wechseln.
Soll-Impulsrate des Kontrollstrahlers wird nicht erreicht oder Nulleffektszählrate ist zu niedrig. oder angezeigte Zählrate ist " 0.0 IPS " oder Meldung " keine Impulse! "	Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist in diesen Fällen das Zählrohr defekt. Führen Sie eine Sichtprüfung durch: Die Folie muß bei intaktem Zählrohr glatt, angespannt und jeweils in den sechs längsverlaufenden Bahnen leicht nach außen gewölbt sein. Lockere, faltige Folie bedeutet defektes Zählrohr, Zählrohr wechseln! z.B. kein Detektor angeschlossen
ERROR PROM defekt	Teile des Programms sind beschädigt.
ERROR RAM GELÖSCHT	Das RAM ist gelöscht, alle Schwellenwerte etc. sind gelöscht. Es sind nur die werkseitig vorgegebenen Defaultwerte vorhanden.
ERROR RAM BATT LEER	RAM-Batterie ist leer. Das RAM muß ausgetauscht werden.

5. Messung von Kontaminationen

Kontaminationsmessungen können direkt nach Inbetriebnahme des Gerätes durchgeführt werden. Nach dem Einschalten des Kontaminations-Monitors beginnt das Gerät sofort mit der Messung und zeigt die Ergebnisse entsprechend dem angeschlossenen Zählrohr und der Parameter-Einstellung (in ips oder Bq/cm² bzw. pCi/cm²) an.

Erläuterungen zur Parameter-Einstellung und zur Verwendung der Meßarten finden sie in den Abschnitten 5.4 und 5.5.



Beachten Sie jedoch, daß Sie als Voraussetzung zu einer adäquaten Kontaminationsmessung folgende 3 Operationen durchgeführt haben:

1. Nach der Inbetriebnahme des Monitors und in regelmäßigen Abständen sollten Sie eine Funktionskontrolle durchführen und sich von der korrekten Arbeitsweise des Gerätes überzeugen. Dies ist auch in § 72 der Strahlenschutzverordnung vorgeschrieben.
2. Üblicherweise mißt man zuerst die von der Umgebungsstrahlung verursachten Aktivitäten (= Nulleffekt), um die reine Oberflächenstrahlung zu erhalten. Bei der Messung von Flächenaktivitäten (Bq/cm²) ist dies unerlässlich, da während der Messung ein automatischer Nulleffektsabzug erfolgt.
3. Für die zu messende Strahlung gibt man Warnschwellen ein, bei deren Überschreitung akustische und optische Warnsignale ausgelöst werden.

Falls Sie diese Schritte bereits durchgeführt haben, lesen Sie bitte gleich bei Abschnitt 5.2 weiter.

5.1 Voraussetzungen von Kontaminationsmessungen

a) Funktionskontrolle

1. Schalten Sie das Gerät ein, und überzeugen Sie sich, daß eine ausreichende Batteriekapazität sowie bei den Alpha-Betazähl-Rohren, genügend Zählgas vorhanden ist.



Warnhinweise:

Nahende Batterieerschöpfung wird durch die, mit dem Batteriesymbol markierte, Leuchtdiode angezeigt.

Die Aufforderung zum Gasnachfüllen erscheint am Display, wenn nicht mehr genügend Zählgas in der Meßkammer vorhanden ist.

Vor einer Messung müssen diese Mängel behoben werden!



2. Wählen Sie, falls nicht bereits eingestellt, mit der **Taste 3** die Betriebsart IPS -A- bzw. IPS -B-.
3. Setzen Sie den Monitor bündig auf den Prüfstrahler (am besten im Koffer), und lesen Sie, nach ca. zehn Sekunden den Meßwert ab. Nach Ablauf dieser Zeit ist eine ausreichende Meßgenauigkeit erreicht.
4. Vergleichen Sie den gemessenen Wert mit dem Sollwert, der auf dem Prüfstrahler für den jeweiligen Detektortyp und die gewählte Strahlerart angegeben ist. Nur wenn Ihr Meßwert innerhalb der angegebenen Schwankungsbreite liegt, arbeitet das Gerät richtig.

Beachten Sie: regelmäßige Funktionskontrollen sind in §72 der Strahlenschutzverordnung vorgeschrieben. Sie sollten deshalb zumindest wöchentlich und bei Verdacht auf Gerätefehler sofort durchgeführt werden (in Österreich nicht relevant).

b) Nulleffekt speichern

Der Nulleffekt, also die Umgebungsstrahlung, wird in IPS gemessen. Er wird im Meßmodus Bq/cm² automatisch abgezogen, so daß Sie in dieser Meßart immer die Netto-Impulsrate erhalten. Im Meßmodus IPS werden nur Bruttowerte ausgegeben. In diesem Fall können Sie sich den Nulleffekt notieren und ihn mit dem Meßergebnis der folgenden Kontaminationsmessung vergleichen.



Zum Starten der Nulleffektmessung drücken Sie bei eingeschaltetem Gerät die Taste 2.

Ausschalten bzw. Beenden der Nulleffektmessung erfolgt durch erneutes Drücken dieser Taste.

Nach dem Start wird am Display zuerst die bereits gespeicherte Nulleffektrate des eingesetzten Zählrohres angezeigt, z.B.

4	IPS	ALT
---	-----	-----

Anschließend springt die Anzeige über zur neuen Nulleffektrate, z.B.

2,5	IPS-N	40
Impulse pro Sekunde		Meßdauer in Sekunden

Bild 5-1: Meßwertanzeige bei einer Nulleffektmessung

Links stehen die Impulse pro Sekunde und rechts wird die Meßdauer der Nulleffektmessung in Sekunden angegeben.

Der Meßwert der neuen Nulleffektmessung wird nur dann übernommen, wenn diese mindestens zehn Sekunden gedauert hat. Bei zu kurzer Meßdauer erscheint die Meldung neben dem neuen Meßwert:

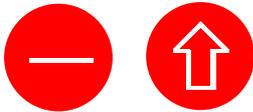
3.1	ZU KURZ
-----	---------

Dieser Wert wird dann verworfen und die alte Nulleffektrate beibehalten.

Achtung:

Um genaue Ergebnisse zu erhalten, sollten Sie Nulleffektmessungen von ca. 60 Sekunden durchführen!

Nulleffekt täglich bzw. bei Umgebungswechsel neu messen und speichern, da andernfalls bei der Bq-Meßart falsche Ergebnisse resultieren!

b) Warnschwelle einstellen

Diese Funktion wird bei eingeschaltetem Gerät durch gleichzeitiges Drücken der Tasten 2 und 3 aktiviert.

Für das jeweils eingestellte Nuklid bzw. die eingestellte Strahlart (IPS -A- oder IPS -B-) wird die momentan gültige Warnschwelle angezeigt: Entweder die vom Benutzer eingegebene oder die werkseitig programmierte Warnschwelle.

Die Anzeige des Schwellenwertes sieht z.B. folgendermaßen aus:

5.000	Bq/□	C-14
--------------	-------------	-------------

Auf der linken Seite steht der eingestellte Schwellenwert, rechts das zugehörige Nuklid bzw. der Strahlertyp.

Es blinkt die erste Ziffer (in unserem Beispiel wäre es die "5") als Kennzeichen, daß diese Position geändert werden kann.

Zur Änderung der blinkenden Position drücken Sie die Taste:



Hier wird die Ziffer zyklisch von 0 bis 9 geändert. Blinkt die Kommastelle, so wird sie dadurch nach links geschoben.

Zum Durchlaufen der Stellen und damit zur Rückkehr zur Messung drücken Sie die Taste:



Vor Verlassen dieser Funktion wird kurz der zugehörige Kalibrierfaktor eingeblendet, der im IPS-Meßmodus immer 1.0, im Bq-Modus für jedes Nuklid unterschiedlich ist.

Auf diese Weise kann für jedes im LB 122 programmierte Nuklid eine Warnschwelle gespeichert werden.

Wird die Schwelle bei einer Messung überschritten, so wird ein Daueralarmton und die optische Anzeige im Symbol "Radioaktivität" ausgelöst. Näheres finden Sie dazu in Kapitel 6.7 Einstellen der Warnschwellen und Grenzwerte.

5.2 Messung von Oberflächenkontaminationen

Für die Messung von Oberflächenkontaminationen bestehen zwei Meßarten:

1. Messung der Brutto-Impulsrate in IPS (Impulse pro Sekunde) von Alpha- bzw. Betastrahlern.
2. Messung der Nettoaktivitäten pro Fläche mit der Einheit Bq/cm², wobei das zu messende Nuklid bzw. Nuklidgemisch einzustellen ist.



Die Wahl der Meßart und des Nuklids erfolgt bei eingeschaltetem Gerät durch Drücken der Taste 3 (Anzeigenwechsel).

Einstellen der Meßart



Durch wiederholtes Drücken der Taste 3 durchlaufen Sie in zyklischer Reihenfolge folgende Anzeigen (= kleine Schleife), um die gewünschte Meßart einzustellen:

Beim Alpha-Beta-Detektor:

↓	1.6	IPS	-A-
	0.0	Bq/□	A-GES
	3.2	IPS	-B-
	0,2	Bq/□	Nuklid 1
↓	0,2	Bq/□	Nuklid 2

Beim Beta-Gammadetektor

↓	3.2	IPS	-B-
	0,2	Bq/□	Nuklid 1
↓	0,2	Bq/□	Nuklid 2

Jede Anzeige enthält links den augenblicklichen Meßwert, dann die Maßeinheit und rechts den Strahlertyp (Alpha oder Beta) bzw. das gewählte Nuklid. Bei Anzeigenwechsel wird praktisch ohne Zeitverzögerung der Meßwert für die neue Einstellung angezeigt (zur weiteren Verwendung als Meßergebnis sollte die Meßdauer jedoch mindestens zehn Sekunden, bei niedrigen Impulsraten 1 bis 3 Minuten betragen, damit die statistischen Schwankungen ausgeglichen werden, vgl. Kapitel 7.2 Statistische Meßgenauigkeit).

Die hier mit **Nuklid 1** und **Nuklid 2** symbolisierten Anzeigen stellen Positionen für Nuklide dar, die aus der im Programm integrierten Nuklid-Bibliothek (=große Schleife) in die "kleine Schleife" gewählt werden können.

5.2.1 IPS-Messung



Wählen Sie - bei eingeschaltetem Gerät - durch Drücken der **Taste 3** die Meßart IPS, beim Alpha-Betadetektor auch den Strahlertyp: Also **-A-** oder **-B-**.

Der Detektor ist so nahe wie möglich an die zu messende Oberfläche zu halten (Vorsicht, damit die Folie nicht verletzt wird!). Je nach Höhe der Impulsrate ist eine unterschiedliche Meßdauer angebracht, um einen möglichst geringen statistischen Fehler zu erhalten. Das Abnehmen der statistischen Schwankungen erkennt man deutlich daran, daß die die angezeigten Meßwerte immer weniger Abweichungen aufweisen. (Den genauen Zusammenhang zwischen Meßdauer, Impulsrate und statistischem Fehler entnehmen Sie bitte Kapitel 7.2.)

Unterhalb des Meßwerts zeigt eine Graphik an, in welchem Verhältnis der jeweils gemessene Wert zum eingestellten Schwellenwert steht: Die Angaben erfolgen in Prozent des Schwellenwertes. Wird die Schwelle überschritten, wird ein akustisches Alarmsignal ausgelöst, und es erscheint der Multiplikationsfaktor neben der Graphik: x10; x100 oder x 10 x 100.

In dieser Meßart wird nur die Brutto-Impulsrate angezeigt.

5.2.2 Messung der Flächenaktivitäten



Bei eingeschaltetem Gerät wählen Sie durch Drücken der **Taste 3** das gewünschte Nuklid bzw. Nuklidgemisch, das Sie messen wollen.

↓	IPS	-A-	
	Bq/□	A-GES	
	IPS	-B-	
	Bq/□	C-14	Bei diesen Anzeigen besteht die Möglichkeit zum Aufruf der Nuklidbibliothek
	Bq/□	SR-90	

Bild 5-2: Beispiel der "kleinen Schleife" (Alpha-Beta-Detektor). Die frei einstellbaren Positionen sind hier mit C-14 und SR-90 belegt, bei deren Anzeige die Nuklidbibliothek aktiviert werden kann.

In der gewählten Meßart (Bq/cm²) werden die detektierten Impulsraten (ips) mit einem im Gerät eingegebenen Kalibrierfaktor auf Flächenaktivitäten umgerechnet (entweder Bq/cm² oder pCi/cm²). Die zuvor gespeicherte Nulleffektsrate wird dabei automatisch abgezogen, so daß hier immer die Netto-Flächenaktivitäten angezeigt werden.

Wahl aus der Nuklidbibliothek Befindet sich das Nuklid bzw. Nuklidgemisch, das Sie messen möchten, noch nicht in der kleinen Schleife, ist es folgendermaßen aus der Nuklidbibliothek in die kleine Schleife zu wählen:



Wenn das nicht mehr gewünschte Nuklid (z.B. P-32) angezeigt ist, drücken Sie die **Taste 3** und halten diese gedrückt. Dadurch erscheint zuerst die nächste Anzeige der kurzen Schleife (in unserem Beispiel von Bild 5-3 ist es das Nuklid C-14) und dann nochmals das zu überschreibende Nuklid (P-32).

Halten Sie die Taste weiterhin gedrückt, so durchlaufen Sie in zyklischer Folge - geordnet nach steigender Massenzahl - die gespeicherten Nuklide. Die Auswahl des gewünschten Nuklides erfolgt durch Loslassen der **Taste 3**. Nach dem Loslassen dieser Taste werden automatisch die Meßwerte für das neugewählte Nuklid angezeigt, das sich jetzt in der kleinen Schleife anstelle des abgewählten P-32 befindet.

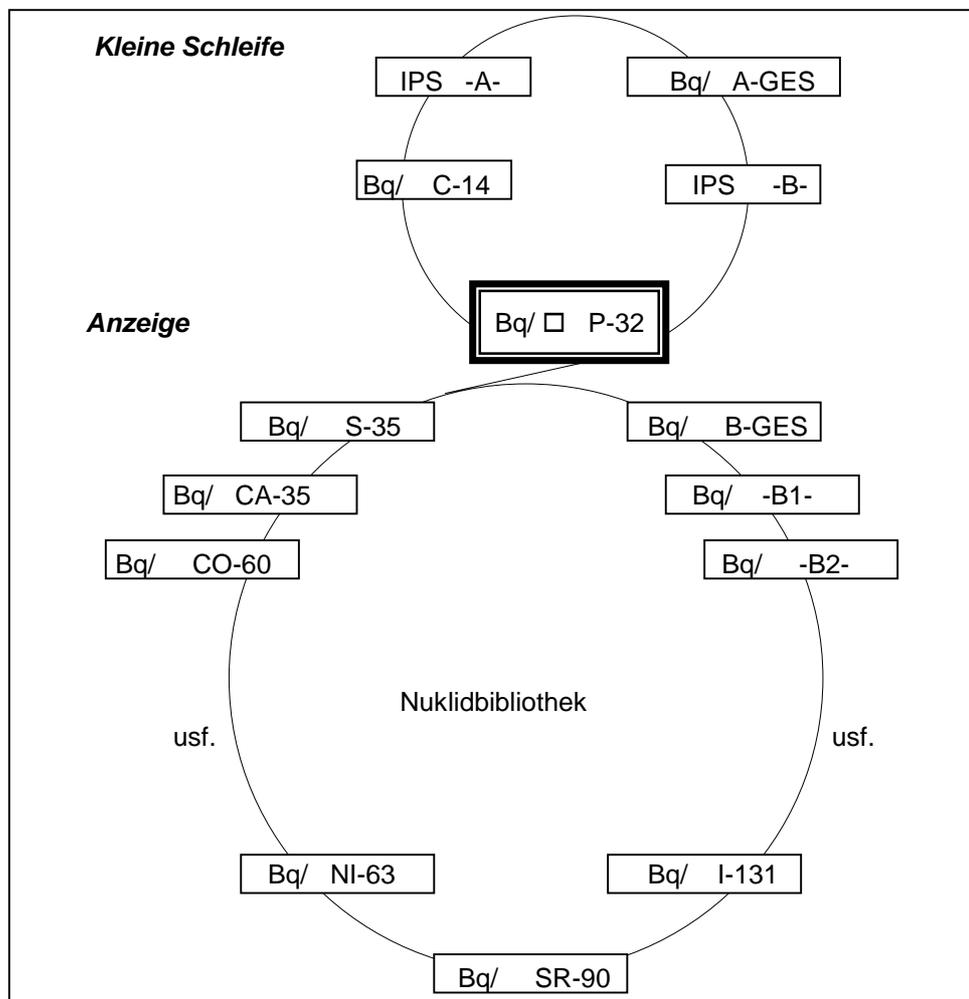


Bild 5-3: Wahl eines Nuklids aus der Nuklidbibliothek bei angeschlossenem Alpha-Beta-Detektor. Durch längeres Drücken der Taste 3 bei angezeigtem P-32 springen Sie aus der kleinen Schleife in die Nuklidbibliothek. Sie bleiben solange in der Bibliothek, solange Sie diese Taste gedrückt halten.

5.3 Erläuterungen zu den einzelnen Meßarten

Im folgenden werden einige Hinweise gegeben, in welchen Situationen welche Meßart einzustellen ist und was die jeweilige Einstellung bedeutet:

Bei angeschlossenem Beta-Gamma-Zählrohr

IPS -B-

Impulse pro Sekunde - Betastrahler

In dieser Meßart wird die vom Detektor kommende Impulsrate angezeigt. Sie enthält immer auch die - von der natürlichen Umgebungsstrahlung verursachte - Nulleffektsrate.

Diese Meßart wird immer dann benutzt, wenn man Kontaminationen sucht oder eine Veränderung des Kontaminationsgrads oder des Strahlungspegels generell feststellen will.

Bq/□ -B-GES-

Flächenaktivitäten - Beta-Strahler (Gesamt)

In dieser und der folgenden Meßart werden die Detektorimpulsraten (ips) mit einem, im Gerät eingegebenen, Kalibrierfaktor auf Flächenaktivitäten (Bq/cm² bzw. pCi/cm²) umgerechnet. Die zuvor gespeicherte Nulleffektsrate wird dabei automatisch abgezogen!

B-GES bedeutet "Beta-Gesamt". In diesem Fall wird der Umrechnungsfaktor nicht auf ein bestimmtes Radionuklid, z.B. 131-Jod, bezogen, sondern der mittlere Faktor eines Nuklid-Gemischs zugrundegelegt, wie es typisch nach einem Reaktorunfall zu erwarten ist.

Diese Meßart wird dann benutzt, wenn

- a) das Überschreiten von durch Verordnung oder Vorschriften festgelegten Grenzwerten für Oberflächenkontamination geprüft werden soll, und
- b) die Kontamination von einem Kraftwerksunfall herrührt, der sich erst kürzlich ereignet hat und deren Zusammensetzung nicht bekannt ist.

Bq/□ 137 Cs
(bzw. anderes Nuklid)

In dieser Meßart wird der Umrechnungsfaktor auf die Flächenaktivität eines bestimmten Einzelnuklids bezogen. Das Nuklid kann aus der eingebauten Nuklid-Bibliothek abgerufen werden (siehe Abschnitt 20).

Diese Meßart wird dann benutzt, wenn

- a) das Überschreiten von durch Verordnung oder Vorschriften festgelegten Grenzwerten geprüft werden soll, und
- b) die Kontamination von einem bekannten Radionuklid herührt.

Bei Gemischen von Radionukliden, bei denen die einzelnen Nuklide bekannt sind, wird man sich auf ein sogenanntes Leitnuklid beziehen, das entweder den Hauptanteil des Gemisches ausmacht oder besonders gefährlich ist (bei frischen Spaltprodukten beispielsweise fast immer 131-J).

Achtung! Diese Meßart bedeutet nicht, daß der Monitor die Kontamination eines bestimmten Radionuklids in einem Gemisch gezielt und selektiv messen kann. Er bewertet lediglich die Kontamination so, als ob sie von dem jeweiligen Radionuklid verursacht würde.

- B1- oder - B2 -

In dieser Meßart hat der Benutzer einen Umrechnungsfaktor eingegeben, der sich auf ein Einzelnuklid oder Nuklidgemisch bezieht, das nicht in der Nuklidbibliothek des LB 122 enthalten ist.

Diese Meßart wird dann benutzt, wenn

- a) Sie ein Nuklid messen wollen, das nicht in der Nuklidbibliothek enthalten ist. Voraussetzung ist dafür eine Kalibrierung des Gerätes mit einem entsprechenden Prüfstrahler (vgl. Kapitel 7.4).
- b) Sie ein spezielles Nuklidgemisch aus den in der Nuklidbibliothek vorhandenen Nukliden messen wollen.

Bei angeschlossenem Alpha-Beta-Zählrohr LB 6358 G oder 6359

IPS	-A-	<p>In dieser Meßart wird die vom Detektor kommende Alpha-Impulsrate angezeigt. Beta- und Gamma-Strahlung, auch die äußere Umgebungsstrahlung, werden nicht erfaßt.</p> <p><i>Diese Meßart wird immer dann benutzt,</i> wenn man Kontaminationen sucht oder eine Veränderung des Kontaminationsgrads generell feststellen will.</p>
Bq/□	-A-GES-	<p>In dieser Meßart wird die Alpha-Impulsrate (ips) mit einem im Gerät eingegebenen Kalibrierfaktor auf Flächenaktivitäten (Bq/cm² bzw. pCi/cm²) umgerechnet. Da alle praktisch vorkommenden künstlichen Alphastrahler nur wenig unterschiedliche Strahlungsenergie haben, wird hier der Kalibrierfaktor von 241-Americium angewandt.</p> <p>Da die Nulleffektsrate im Alpha-Bereich sehr klein ist, ist ein Nulleffektsabzug hier nicht notwendig und nicht vorgesehen.</p> <p><i>Achtung! Wegen der geringen Reichweite der Alphastrahlen ist das Meßergebnis sehr stark abhängig vom Abstand Detektor - kontaminierte Oberfläche, sowie von der Beschaffenheit der auszumessenden Oberfläche. Diese Meßart sollte daher nur von erfahrenen Fachleuten benutzt werden.</i></p>
IPS	-B-	<p>In dieser Meßart wird die vom Detektor kommende Impulsrate angezeigt. Sie enthält immer auch die - von der natürlichen Umgebungsstrahlung verursachte - Nulleffektsrate und, bei Vorhandensein von alphastrahlenden Radionukliden, auch die von Alphas verursachte Impulsrate.</p> <p>Gammastrahlende Radionuklide werden nur mit einem so geringen Wirkungsgrad erfaßt, daß man den Detektor praktisch als unempfindlich für Gammastrahler bezeichnen kann.</p> <p><i>Diese Meßart wird immer dann benutzt,</i> wenn man Kontaminationen sucht oder eine Veränderung des Kontaminationsgrads oder des Strahlungspegels generell feststellen will.</p>

Bq/□ -B-GES-

In dieser und der folgenden Meßart werden die Detektorimpulse (ips) mit einem im Gerät eingegebenen Kalibrierfaktor auf Flächenaktivitäten (Bq/cm² bzw. pCi/cm²) umgerechnet. Die zuvor gespeicherte Nulleffektsrate wird dabei automatisch abgezogen!

B-GES bedeutet "Beta-Gesamt". In diesem Fall wird der Umrechnungsfaktor nicht auf ein bestimmtes Radionuklid, z.B. 131-Jod, bezogen, sondern der mittlere Faktor einem Nuklid-Gemisches zugrundegelegt, wie es typisch nach einem Reaktorunfall zu erwarten ist.

Diese Meßart wird dann benutzt, wenn

- a) das Überschreiten von durch Verordnung oder Vorschriften festgelegten Grenzwerten für Oberflächenkontaminationen geprüft werden soll, und
- b) die Kontamination von einem Kernkraftwerksunfall herrührt, der sich erst kürzlich ereignet hat und deren Nuklidzusammensetzung nicht bekannt ist.

Bq/□ -137-Cs
(bzw. anderes Nuklid)

In dieser Meßart wird der Umrechnungsfaktor auf die Flächenaktivität eines bestimmten Einzelnuclids bezogen. Das Nuklid kann aus der eingebauten Nuklid-Bibliothek abgerufen werden

Achtung! Wenn in dem zu messenden Nuklidgemisch gleichzeitig alphastrahlende Nuklide vorliegen, was durch eine vorangehende Alpha-Messung festgestellt werden kann, dann können die Beta-Meßwerte verfälscht werden.

Abhilfe: Abschirmung der Alpha-Strahlen durch ein dünnes Blatt Papier zwischen Detektor und Oberfläche während der Beta-Messung!

- B1- oder - B2 -

In dieser Meßart hat der Benutzer einen Umrechnungsfaktor eingegeben, der sich auf ein Einzelnuclid oder Nuklidgemisch bezieht, das sich nicht in der Nuklidbibliothek des LB 122 befindet.

Diese Meßart wird dann benutzt, wenn

- a) Sie ein Nuklid messen wollen, das nicht in der Nuklidbibliothek enthalten ist. Voraussetzung ist dafür eine Kalibrierung des Gerätes mit einem entsprechenden Prüfstrahler (vgl. Kapitel 7.4).
- b) Sie ein spezielles Nuklidgemisch aus den in der Nuklidbibliothek vorhandenen Nukliden messen wollen.

Bei der Ausführung LB 122 BF (Gerät mit Feuerwehruzulassung) sind die Meßarten "Bq/cm²" und der Übergang in die Nuklid-Bibliothek softwaremäßig blockiert. Nur die Meßarten "IPS -B-" bzw. "IPS -A-" sind benutzbar.

5.4 Hinweise zur Genauigkeit der Anzeige in Bq/cm²

Die im Werk ermittelten und im LB 122 gespeicherten Kalibrierfaktoren für die Bq/cm² -Anzeige beziehen sich auf Kalibrierstrahler der Abmessungen 10 cm x 10 cm und einer vom Deutschen Kalibrierdienst DKD zertifizierten Oberflächen-Emissionsrate (siehe auch Seite 7-4).

Vergleichsmessungen mit anderen Geräten, die gleichermaßen in Bq/cm² anzeigen, werden daher nur dann zu übereinstimmenden Ergebnissen führen, wenn diese Geräte ebenfalls mit solchen Quellen kalibriert wurden. Wenn Sie also bei Vergleichsmessungen andere Werte erhalten, als der LB 122 anzeigt, dann prüfen Sie bitte

- a) ob jeweils das gleiche Radionuklid eingestellt wurde, und
- b) ob der zur Kalibrierung verwendete Strahler den oben genannten Anforderungen entspricht.

Bei der Ausmessung flächiger Kontaminationen spielt auch die Ausdehnung der Kontamination im Verhältnis zu der genormten Fläche des Kalibrierstrahlers von 100 cm² eine Rolle.

Die Fläche von 100 cm² leitet sich aus der Forderung der Strahlenschutzverordnung ab, bei der Messung von Kontaminationen über 100 cm² zu mitteln.

Bei Kontaminationen kleiner als 100 cm² erfolgt aufgrund der genannten Kalibrierbedingungen diese Mittelung automatisch. Eine Kontamination von beispielsweise 10 Bq/cm², aber einer flächenhaften Ausdehnung von nur 50 cm², wird als Folge dieser Mittelung mit 5 Bq/cm² (verteilt über 100 cm²) angezeigt.

Ist die Ausdehnung der Kontamination allerdings größer als 100 cm², bewertet der Monitor über: Er zeigt bei 10 Bq/cm², verteilt über 150 cm², beispielsweise 15 Bq/cm² an.

Infolge der Fensterfläche der Detektoren von 228 cm² kann diese Überbewertung maximal den Faktor 2,3 betragen.

Bei geringfügigen Überschreitungen des Grenzwerts bis zu diesem Faktor empfiehlt es sich daher, die Ausdehnung der gemessenen Kontaminationen zu überprüfen und den Meßwert gegebenenfalls zu korrigieren.

5.5 Einfluß elektromagnetischer Störungen

Elektromagnetische Störfelder können die Funktion des Monitors stören oder die Meßergebnisse verfälschen. Solche Felder können in der Nähe von Hochfrequenzsendern, die in Einrichtungen der Nachrichtentechnik, der Industrie oder in der Medizin verwendet werden, erzeugt werden. Sie wirken sich auf die Anzeige des Monitors in ähnlicher Weise aus wie äußere Gammastrahlungsfelder, d.h. sie sind eindeutig von Kontaminationen auf Oberflächen zu unterscheiden, da sie unabhängig von der Lage des Detektorfensters in Relation zur möglicherweise kontaminierten Fläche auftreten.

6. Funktionen des Kontaminations-Monitors

6.1 Einschalten des Gerätes



Durch Drücken der **Taste 1** wird der Kontaminations-Monitor eingeschaltet. Nach dem Einschalten arbeitet das Gerät - entsprechend dem angeschlossenen Zählrohr - in jeweils der gleichen Meßart und mit den gleichen Parametern, wie vor dem Ausschalten. Bei der erstmaligen Inbetriebnahme sind die werkseitig programmierten Defaultwerte für jeden Detektor vorgegeben. Diese Parameter (z.B. Warnschwellen) können im Verlauf ihrer Arbeit überschrieben werden.

Unmittelbar nach dem Einschalten erscheint für eine Dauer von ein bis zwei Sekunden, je nach Geräteversion, eine der folgenden Anzeigen:

Geräteversion	Gerätetyp	Zählrohrtyp
3.2	FWR	Beta-Gamma
3.2	FWR	Alpha-Beta
3.2	LAB	Beta-Gamma
3.2	LAB/G	Alpha-Beta
3.2	LAB/GP	Alpha-Beta

Die Anzeige enthält also drei Informationen über die jeweils vorliegende Soft- und Hardware-Konfiguration.

- 2.7** bedeutet die jeweils eingebaute Programmversion.
FWR⁽¹⁾ bedeutet die für die Feuerwehren ausschließlich zugelassene, eingeschränkte Softwareversion, mit Anzeige in ips.
LAB bedeutet die für allgemeine Laboranwendungen benutzte, vollständige Softwareversion, mit Anzeige sowohl ips wie in Bq/cm² bzw. pCi/cm².
G bedeutet Zählrohrtyp mit Gasfüllung.
GP⁽¹⁾ bedeutet Durchflußproportional-Zählrohr unter Verwendung von P 10-Gas.

Beta-Gamma bzw. **Alpha-Beta** zeigt die Strahlerarten an, die der jeweils angeschlossene Detektortyp mißt. Nach ein bis zwei Sekunden wird diese Anzeige gelöscht und der Benutzer über den Batteriezustand informiert:

4,5	VOLT	BATT
-----	------	------

Unterhalb dieser Anzeige wird die Kapazität der Batterien in Prozent graphisch dargestellt. Die Skala reicht von 0 bis 100 %. Darunter zeigt eine Balkengraphik den Prozentsatz der Kapazität.

(1) In Österreich im eichpflichtigen Verkehr nicht zugelassen.

Falls nach dem Einschalten überhaupt keine Anzeige am Display erscheint, oder falls die rote Leuchtdiode links von der Einschalttaste blinkt, müssen die Batterien gewechselt werden (siehe dazu Kapitel 4.4 Fehlermeldungen).

Nach dem Einschalten des Gerätes wird ein automatischer Selbsttest durchgeführt. Es werden PROM und RAM geprüft. Tritt ein Fehler auf, so kann zwei Sekunden lang eine der folgenden Meldungen auf der oberen Zeile des Displays erscheinen:

ERROR PROM DEFECT

Der Prozessor bildet die Quersumme über sämtliche PROM-Zellen und vergleicht diese mit einem bekannten Wert. Bei Abweichung können Teile des Programmes beschädigt sein.

ERROR RAM BAT LEER

Die Batterie des RAM ist leer. Das RAM muß dann ausgewechselt werden. Die Lebensdauer der Batterie beträgt mehr als 11 Jahre bei 70° C Lagertemperatur und bei 40° C Lagertemperatur mehr als 100 Jahre.

ERROR RAM GELÖSCHT

Das RAM ist vollständig oder teilweise gelöscht worden, alle Schwellen sind auf die Standardwerte zurückgesetzt. In diesem Fall sind nurmehr die werksseitig vorgegebenen Defaultwerte vorhanden.

Bei den ersten beiden genannten Fehlermeldungen muß das Gerät zur Überprüfung und Reparatur zur Firma Berthold eingeschickt werden. Bei der dritten Fehlermeldung sind einfach die neuen Warnschwellen und anderen Schwellwerte neu einzugeben. Wiederholt sich diese Fehlermeldung laufend, so dürfte ein defekt der RAM-Batterie vorliegen. In diesem Fall ist ebenfalls das Gerät einzuschicken.

6.2 Akustische Einzelimpuls-Anzeige



Durch ein Tonsignal im Lautsprecher können die vom Detektor erzeugten Impulse direkt und einzeln hörbar gemacht werden. Das Auffinden von Kontaminationen wird dadurch wesentlich erleichtert, weil:

- a) die Anzeige trägeheitslos erfolgt
- b) das Ohr schon kleine Unterschiede in der Tonfolge gut erkennen kann und
- c) der Benutzer nicht ständig auf die Anzeige schauen muß, sondern seine Aufmerksamkeit der Führung und Positionierung des Meßgerätes widmen kann.

Um die akustische Einzelimpulsanzeige zu aktivieren, drücken Sie die **Taste 4**. Erneutes Drücken beleuchtet das Display, während die Einzelimpulsanzeige weiterläuft. Nochmaliges Drücken schaltet die Einzelimpulsanzeige aus. Beim nächsten Drücken dieser Taste wird die Beleuchtung ausgeschaltet und Sie befinden sich wieder im Anfangszustand.

6.3 Anzeigebereich, Meßbereich und Bereichsüberschreitung

Der angezeigte Zahlenwert hat maximal sieben Stellen. Die höchste Zahl ist demnach 9.999.999. Bei niedrigen Impulsraten bzw. Flächenaktivitäten, werden bis zu drei Nachkommastellen angezeigt, wobei die Anzahl der angezeigten Nachkommastellen automatisch der Impulsrate derart angeglichen wird, daß keine falsche Genauigkeit vorgetäuscht wird. Somit erhalten Sie nur statistisch signifikante Nachkommastellen.

Da bei hohen Impulsraten infolge der Totzeit des Detektors die Impulsrate nicht mehr proportional ist, gibt das Gerät in diesem Bereich automatisch eine Fehlermeldung aus (ab 20.000 ips). Diese Impulsrate entspricht bei 131-Jod beispielsweise einer Flächenaktivität von rd. 1.000 Bq/cm².

6.4 Anzeigenwechsel



Anzeigewechsel bei Kontaminationsmessung

Wechseln der Meßart bzw. des eingestellten Nuklids erfolgt durch Drücken der **Taste 3**. Es erscheinen in zyklischer Reihenfolge ("kleine Schleife")

bei angeschlossenem Alpha-Betadetektor:

↓	IPS	-A-
	Bq/□	-A-GES
	ips	-B-
	Bq/□	Nuklid 1
▼	Bq/□	Nuklid 2

bei angeschlossenem Beta-Gammadetektor:

↓	ips	-B-
	Bq/□	Nuklid 1
▼	Bq/□	Nuklid 2

Bei einer Kontaminationsmessung wird je nach gewählter Einstellung (= Anzeige) das Meßergebnis interpretiert: Als Impulse pro Sekunde oder als Flächenaktivitäten.

Nuklid 1 und Nuklid 2 sind zwei Positionen, die mit frei wählbaren Nukliden belegt werden können, die der Benutzer aus der integrierten Nuklidbibliothek (= große Schleife) auswählt und in der "kleinen Schleife" ablegt.

6.5 Wahl eines Nuklids aus der Nuklidbibliothek



Wird eines der beiden frei wählbaren Nuklide angezeigt, kann durch länger andauerndes Drücken der **Taste 3** die Nuklid-Bibliothek aufgerufen werden.

Wenn Sie bei Anzeige von Nuklid 1 (in Bild 6-1 ist es P-32) auf diese Taste drücken und sie gedrückt halten, springt die Anzeige zunächst kurz zu Nuklid 2 (C-14), zeigt dieses mit Meßwert an und kehrt zu Nuklid 1 zurück, um dann ab diesem Nuklid (also P-32, S-35 usw.) die Nuklid-Bibliothek solange zu durchlaufen, bis Sie mit dem Drücken aufhören.

Dasjenige Nuklid, das bei Loslassen der Taste angezeigt wird, ersetzt das bisherige in der Position Nuklid 1 (P-32) angezeigte. Die Nuklide nach steigender Massenzahl geordnet angezeigt. In gleicher Weise wird das 2. Nuklid eingestellt.

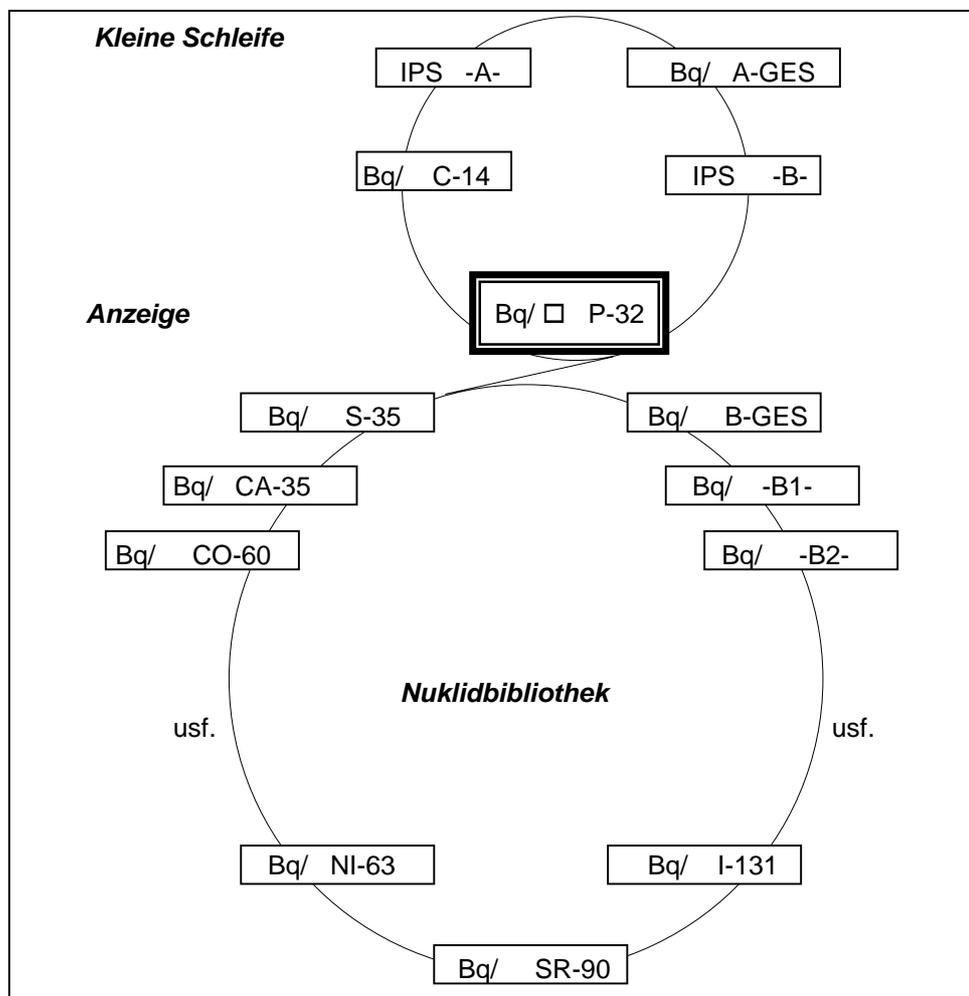


Bild 6-1: Wahl eines Nuklids aus der Nuklidbibliothek bei angeschlossenem Alpha-Beta-Detektor. Durch längeres Drücken der Taste 3 bei angezeigtem P-32 springen Sie aus der kleinen Schleife in die Nuklidbibliothek. Durch Loslassen dieser Taste wird das gewünschte Nuklid gewählt.

Die Nuklidbibliothek enthält folgende Nuklide mit Kalibrierfaktoren außerdem ein Nuklidgemisch für Beta-Strahler "B-GES" und zwei Positionen ("B1" und "B2"), die der Benutzer mit eigenen Kalibrierfaktoren belegen kann. Bei angeschlossenem Beta-Gamma-Detektor erscheinen alle im folgenden aufgeführten Nuklide in der aufgeführten Reihenfolge. Die mit *) markierten Nuklide erscheinen nicht bei angeschlossenem Alpha-Beta-Detektor.

C	14	Tc	99m
F	18	In	111
Na	22*)	Sn	113
P	32	I	123
P	33	I	125
S	35	I	131
Cl	36	KB/L I ⁽¹⁾	131
CA	45	Cs	137
C	51*)	KB/L Cs ⁽¹⁾	137
Mn	54	Pm	147
Fe	55*)	AU	198*)
Co	57*)	TI	201
Co	58	TI	204
Fe	59	Pb	210
Co	60	Po	210
Ni	63 (nur bei alpha-beta-Detektor)	Ra	226**)
Ga	67	U	238**)
Se	75	Pu	238**)
Sr	85*)	AM	241**)
Sr	89	B1	frei
SrY	90	B2	frei
		B-GES	Nuklidgemisch von Betastrahlern

Die mit 2 Sternchen **) gekennzeichneten Nuklide werden im Beta-Plateau gemessen, wenn sie als Einzelnuklide eingestellt sind. Sie werden bei Einstellung A-GES im Alpha-Plateau gemessen.

Die Bibliothek enthält für die beiden Nuklide I-131 und Cs-137 auch die Kalibrierfaktoren für Becquerel pro Liter in Einheiten von KB/l.

Alle Kalibrierfaktoren - mit Ausnahme der Positionen B1 und B2 - stehen im PROM und können vom Benutzer nicht geändert werden.

(1) In Österreich im eichpflichtigen Verkehr nicht zugelassen.

6.6 Nulleffektmessung



Strahlungsmeßgeräte wie der Kontaminationsmonitor LB 122 zeigen auch ohne Vorliegen einer Kontamination eine als "Nulleffekt" bezeichnete Zählrate. Sie wird verursacht durch das umgebende (Gamma-)Strahlungsfeld natürlichen Ursprungs.

Nach kerntechnischen Unfällen mit großräumiger Kontamination kann zu dem natürlichen Strahlenpegel noch ein zusätzlicher, künstlicher Anteil hinzukommen.

Bei der Messung von Kontaminationen in Bq/cm² oder pCi/cm² muß vor der Umrechnung in die Aktivitätseinheit die Nulleffektsrate immer abgezogen werden, da diese sonst eine möglicherweise nicht vorhandene Aktivität vortäuschen kann.

Dieser Nulleffektsabzug geschieht beim LB 122 automatisch. Dazu wird ein als Nulleffekt gespeicherter Wert von einer vorangegangenen "Nulleffektmessung" verwendet. Die Nulleffektmessung erfolgt immer in ips im Beta-Bereich. Im Alpha-Bereich (IPS -A-) ist sie weder möglich noch wirksam.

Eine Nulleffektmessung wird ausgelöst durch kurzes Drücken der Taste 2. Dies kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt und in jeder Meßart (mit Ausnahme **IPS -A-**) geschehen. Nach Drücken dieser Taste beginnt das Gerät mit einer Messung. (Ausschalten bzw. Beenden der Nulleffektmessung erfolgt durch erneutes Drücken dieser Taste.)

Nach dem Start wird am Display zunächst die bereits gespeicherte Nulleffektsrate des eingesetzten Zählrohres angezeigt, z.B.

4	IPS	ALT
---	-----	-----

Anschließend springt die Anzeige über zur neuen Nulleffektsrate, z.B.

2,5	IPS-N	40
Impulse pro Sekunden		Meßdauer in Sekunden

Bild 6-3: Meßwertanzeige bei einer Nulleffektmessung

Links stehen die Impulse pro Sekunde und rechts wird die Meßdauer der Nulleffektmessung in Sekunden angegeben.

Der Meßwert der neuen Nulleffektmessung wird nur dann anstelle des alten übernommen, wenn diese mindestens zehn Sekunden gedauert hat. Bei zu kurzer Meßdauer (wenn also die Taste 2 zum Beenden der Messung gedrückt wird) erscheint die Meldung neben dem neuen Meßwert:

3.1

ZU KURZ

Dieser Wert wird dann verworfen und die alte Nulleffektrate beibehalten.

Der Meßwert einer Nulleffektmessung wird nicht gespeichert, wenn die Messung durch Ausschalten des Gerätes beendet wird.

Nur das Beenden einer Nulleffektmessung durch Drücken der Taste 2 nach mindestens 10 Sekunden garantiert eine Speicherung des Nulleffekts!

Das Gerät beendet die Nulleffektmessung selbständig, wenn eine statistische Genauigkeit von rund 1 % (2σ) erreicht ist, maximal jedoch nach 200 Sekunden. Die Beendigung ist dadurch erkennbar, daß die angezeigte Speicherzeit nicht mehr weiterläuft.

Der Benutzer muß auch dann die Taste 2 drücken, um den Wert zu speichern. Soll der angezeigte Wert nicht in den Speicher übernommen werden, ist das Gerät kurz aus- und wieder einschalten.

Während der Nulleffektmessung überwacht das Gerät selbsttätig, ob sich die Zählrate stärker als eine vorgegebene statistische Schwankungsbreite (3.5σ) ändert. Ist dies der Fall, so wird die Messung abgebrochen und neu begonnen, erkenntlich durch die Rückstellung der angezeigten Zeit für die Meßwert-Akkumulierung. Dadurch wird verhindert, daß ein undefinierter Meßwert als Nulleffekt gespeichert werden kann.

Die Nulleffektmessung erfolgt genauso auch bei der Geräteversion LB 122 BF, bei der die Bq/cm² Meßarten blockiert sind. Dort wird allerdings keine Nulleffekts-Subtraktion vorgenommen. Man kann deshalb die Funktion "Nulleffekt messen" dazu benutzen, einen beliebigen Meßwert zu speichern und später wieder abzurufen oder mit einem anderen Meßwert zu vergleichen.

Achtung! In der Meßart "Nulleffekts-Messung" ist keine Alarmschwelle wirksam.

Es kann aus statistischen Gründen vorkommen, daß der gespeicherte und abgezogene Nulleffekt größer ist als die momentan gemessene Impulsrate. Dies wird bei der Anzeige in der Meßart "Bq/cm²" durch ein Minuszeichen vor dem Zahlenwert 0.0 gekennzeichnet. Negative Zahlenwerte werden unterdrückt, um den Benutzer nicht zu verwirren.

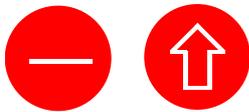
Wenn die negativen Werte in der Tat nur eine Folge der statistischen Schwankungen sind, dann wird das Minuszeichen in unregelmäßigen Abständen erscheinen und verschwinden. Das ist ein gutes Zeichen dafür, daß der gespeicherte und der momentan gemessene Nulleffekt im Mittelwert übereinstimmen.

Sollte jedoch das Minuszeichen ständig zu sehen sein, so ist das ein Hinweis darauf, daß der gespeicherte Nulleffekt zu hoch ist. In diesem Fall: Nulleffekt überprüfen und gegebenenfalls neuen Wert speichern!

Um genaue Ergebnisse zu erhalten, sollten Sie Nulleffektmessungen von ca. 60 Sekunden durchführen!

Nulleffekt täglich bzw. bei Umgebungswechsel neu messen und speichern, da andernfalls bei der Bq-Meßart falsche Ergebnisse resultieren!

6.7 Einstellen der Warnschwellen und Grenzwerte



Das Einstellen der Warnschwelle erfolgt bei eingeschaltetem Gerät durch gleichzeitiges Drücken der Tasten 2 und 3. Daraufhin wird für das jeweils eingestellte Nuklid die werk-seitig programmierte Warnschwelle angezeigt.

Im Geräte LB 122 sind ab Fabrik als Schwellenwerte für die Alarmabgabe generell 5 Bq/cm² für jedes Nuklid bzw. 30 IPS für **-A-** bzw. **-B-** eingestellt.

Je nach Anwendungsbereich und Nuklid können die Schwellenwerte geändert werden.

Schwellenwert einstellen

Die Anzeige des Schwellenwertes sieht folgendermaßen aus:

5.000	Bq/□	C-14
--------------	-------------	-------------

Auf der linken Seite steht der eingestellte Schwellenwert (wobei die erste Ziffer blinkt), rechts das zugehörige Nuklid bzw. der Strahlertyp.

Die jeweils blinkende Ziffer des Schwellenwertes kann durch Drücken der Taste 3 geändert werden. Dadurch werden in zyklischer Folge die Ziffern von 0 bis 9 durchlaufen.

Um zu einer anderen Stelle dieses Schwellenwertes zu gelangen, drücken Sie die Taste 2.

Durch wiederholtes Drücken der Taste 2 durchlaufen Sie alle Stellen von links nach rechts, bis Sie zum Komma gelangen und schließlich diese Funktion wieder verlassen.

Die Position des Kommas kann ebenfalls durch Drücken der Taste 3 geändert werden. Es wird dadurch von rechts nach links verschoben.

Um aus der Warnschwellenfunktion zur Messung zurückzukehren, müssen alle Stellen durchlaufen werden, gleichgültig ob Sie eine Stelle ändern möchten oder nicht.

Vor Verlassen dieser Funktion wird kurz der zugehörige Kalibrierfaktor eingeblendet (im IPS-Meßmodus immer 1.0, im Bq-Modus ist er für jedes Nuklid unterschiedlich).

Das Überschreiten der Schwelle löst Daueralarmton und die optische Anzeige im Symbol "Radioaktivität" aus.

Zusammenfassung:

-  = Änderung der blinkenden Position, wobei die Ziffern zyklisch von 0 bis 9 geändert und die Komma-stelle von rechts nach links geschoben wird.
-  = Durchlaufen der Stellen von rechts nach links (einschließlich Kommastelle), Anzeige des Kalibrierfaktors und schließlich Rückkehr zur Messung.

Grenzwerte

Gemäß der Strahlenschutzverordnung vom 27.05.1989 gelten folgende Grenzwerte für Kontaminationen durch Beta- und Gamma-Strahler:



Im betrieblichen Überwachungsbereich: 5 Bq/cm²
Außerhalb des Überwachungsbereiches: 0.5 Bq/cm²

Um den Faktor 10 höher, also 50 Bq/cm² (betrieblich)
 bzw. 5 Bq/cm² (außerbetrieblich)
 sind die gesetzlichen Grenzwerte für folgende in der Nuklidbibliothek des LB 122 gespeicherten Radionuklide:

C	14
S	35
CA	45
FE	55
NI	63
TC	99
TI	201

Für **Alpha-Strahler** liegen die Grenzwerte um den Faktor 10 tiefer, also 0.5 und 0.05 Bq/cm².



***Bei Überschreitung des Grenzwertes sind unverzüglich Maßnahmen zu treffen, um die Verbreitung der Kontamination zu verhindern (StrlSchV § 64 (3)).
 Außerdem ist in diesem Falle das Meßergebnis aufzuzeichnen (§ 66 (4)).***

6.8 Meßwertanzeige als Vielfaches des Schwellenwertes

Die Balkengraphik unterhalb der Meßwertanzeige gibt den Meßwert in % des eingestellten Schwellenwertes an. Dies gilt für jeden Meßmodus. Wird der Schwellenwert überschritten, erscheint neben der Anzeige "100%" ein Multiplikationsfaktor:

x 10

x 100

x 10 x 100

Dadurch kann die eine Überschreitung bis um das tausendfache der Warnschwelle angezeigt werden.

Bei Überschreiten des eingestellten Schwellenwertes ertönt ein akustischer Dauerton, der nur durch Ausschalten des Geräts oder Anzeigenwechsel abgestellt werden kann. Zusätzlich leuchtet die Leuchtdiode, die mit dem Radioaktivitätssymbol gekennzeichnet ist.

Beispiele

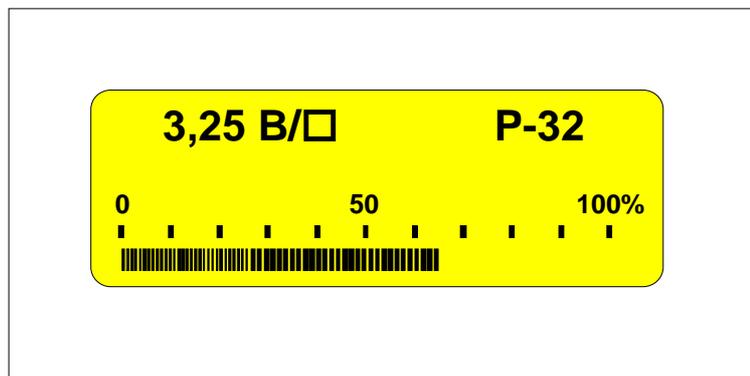


Bild 6-4: Der Meßwert hat 65% der Warnschwelle erreicht

Die Balken reichen bis 65%:

Der Meßwert hat 65% der Warnschwelle erreicht.

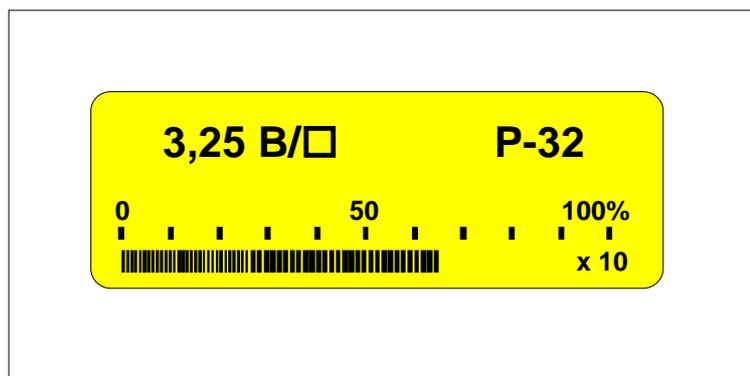


Bild 6-5: Der Meßwert hat das 6,5-fache der Schwelle erreicht

Die Balken reichen bis 65% und ein Faktor 10 ist angegeben:

Der Meßwert hat damit 650% der Warnschwelle erreicht oder anders ausgedrückt: Der Meßwert ist 6,5 mal so hoch wie die Warnschwelle.

6.9 Funktionskontrollen

Im Folgenden wird die Funktionsprüfung für alle 3 Zählrohrtypen beschrieben.

Die zur Funktionsprüfung benutzten Strahlenquellen sind in die Oberfläche einer dunkelbraunen Metallplatte mit den Abmessungen 235 mm x 140 mm x 2 mm eingelassen. Die Beschreibung der Strahler finden Sie in dem Zertifikatmuster im Anhang.

Auf der einen Seite der Metallplatte befindet ein Am-241-Strahler als Alpha-Prüfstrahler, auf der anderen Seite der Beta-Prüfstrahler Sr-90. Dieser kann sowohl für den Alpha-Beta- wie für den Beta-Gamma-Detektor zu testzwecken eingesetzt werden ⁽¹⁾.

Diese Alphastrahlenquelle darf bei Messung wegen deren geringen Reichweite nicht abgedeckt werden. Ihre Oberfläche ist deshalb ungeschützt, bitte vorsichtig behandeln, nicht reiben oder kratzen!

Die Platte mit den Strahlerquellen ist in die Aufnahmevertiefung für das Meßgerät im Transportkoffer eingelegt. Zur Funktionsprüfung wird das Meßgerät in die Aufnahmevertiefung eingesetzt. Dadurch wird eine vorgegebene und wiederholbare Meßgeometrie (Lage des Detektors relativ zum Kontrollstrahler) gewährleistet. Wenn eine Funktionsprüfung außerhalb des Transportkoffers vorgenommen werden soll, so ist sicherzustellen, daß die Platte mit den Strahlenquellen genau abschließend unmittelbar unter dem Detektor liegt.

Die Funktionskontrolle erfolgt immer in der Meßart IPS. Da es sich bei den Testquellen um Punkt- und nicht um Flächenstrahler handelt, kann der Kontrollstrahler nicht zur Prüfung der Kalibrierwerte für die Bq/cm²-Anzeige der Nuklide Sr-90 oder Am-241 benutzt werden. Die Sollwerte für die Impulsrate, die bei funktionsfähigem Gerät erreicht werden müssen, sind auf der Strahlerplatte eingetragen. Sie können von Strahler zu Strahler leicht variieren, sind aber weitgehend Geräteunabhängig, d. h. ein Kontrollstrahler kann auch für mehrere Geräte benutzt werden.

Die Kontrollstrahlerplatte trägt folgende Beschriftung:

Alpha-Prüfstrahler für LB 122			
241-AM	ca.	75 Bq (zwei nCi)	
Alpha-Betadetektor LB 635 G			
Sollwert	ips	11	+/- 20 %
(Beta-Prüfstrahler auf Rückseite)			

Die Americium-Strahlenquelle hat einen Sollwert von 11 ips. Beim Messen dieses Teststrahlers kann es zu Schwankungen von +/- 20 % ips kommen.

⁽¹⁾ In Österreich sind die Kontrollstrahler bei der Eichung mit vorzulegen („Radioaktive Kontrollvorschrift“)

Auf der anderen Seite des Kontrollstrahlers befindet sich die Sr-90 Strahlerquelle folgendem Text:

Beta-Prüfstrahler für LB 122.			
90 Sr	ca.	220 Bq (6 nCi).	
Beta-Gammadetektor LB 6357			
Sollwert	ips	112	+/- 10 %
Alpha-Betadetektor LB 6358 G			
Sollwert	ips	126	+/- 10 %

Bedeutung:

Dieser Strahler kann zu Prüfzwecken sowohl mit dem Beta-Gammadetektor als auch mit dem Alpha-Betadetektor gemessen werden, da es sich um einen Betastrahler handelt.

Messungen mit dem Beta-Gammadetektor sollten eine Zählrate von ca. 112 ips mit +/- 10 % Schwankungsbreite erreichen.

Messen Sie mit dem Alpha-Betadetektor, so sollte Ihr Gerät einen Wert von 126 ips anzeigen (Schwankungsbreite +/- 10%).

Halbwertszeitkorrektur

Wegen der Halbwertszeit des radioaktiven Zerfalls von Sr-90 mit 28 Jahren muß die Sollanzeige im Laufe der Zeit korrigiert werden. Die Korrekturfaktoren finden Sie in der folgenden Tabelle:

Korrektur des Kontrollwertes für Sr-90 im Laufe der Zeit:

Jahre nach Auslieferung										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,0	0,98	0,955	0,93	0,905	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78

Nulleffektmessung

Eine zweite Möglichkeit der Funktionsprüfung besteht in der Durchführung einer Nulleffektmessung.

Die Nulleffektzählrate im Meßmodus IPS-Beta ist groß genug um als Anhaltspunkt für die korrekte Funktion des Gerätes dienen zu können. Die Nulleffektrate ist derjenige Meßwert, der vom Gerät ohne zusätzliche Strahlenquelle, als Folge der natürlichen Umgebungsstrahlung angezeigt wird. Sie liegt bei Geräten mit Beta-Gammazählrohr LB 6357 je nach Meßart zwischen etwa 12 und 18 ips, mit den Alpha-Betazählrohren LB 6358 G und 6359 zwischen etwa 8 und 12 ips.

Der geübte Benutzer erkennt auf den ersten Blick, ob der gewohnte Nulleffektswert erreicht wird und das Gerät somit funktionsbereit ist. Man kann die Prüfung aber auch dadurch genauer gestalten, daß man den momentanen Wert mit dem zuvor gespeicherten vergleicht.

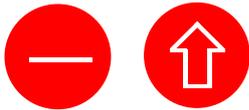
Dieses Verfahren setzt allerdings voraus, daß beide Messungen unter den gleichen äußeren Bedingungen, also am gleichen Ort gemacht worden sind.

6.10 Anzeige der Kalibrierfaktoren

Für alle Meßarten und die in der Nuklidbibliothek enthaltenen Radionuklide können die programmierten Kalibrierfaktoren angezeigt werden. Dies erfolgt automatisch nach dem Einstellen der Warnschwelle (vgl. Abschnitt 6.7).

Für die Meßart IPS beträgt der Kalibrierfaktor immer 1.0.

Vorgehensweise



1. Stellen Sie das Nuklid am Display ein, dessen Kalibrierfaktor angezeigt werden soll.
2. Drücken Sie gleichzeitig die beiden Tasten 2 und 3. Dadurch wird die für dieses Nuklid gültige Warnschwelle angezeigt.
3. Durchlaufen Sie durch 5-maliges Drücken der Taste 3 die Stellen des Warnschwellenwertes (einschließlich der Kommastelle). Daraufhin wird kurz der programmierte Kalibrierfaktor angezeigt.

Die Kalibrierfaktoren stehen im PROM und können nicht geändert (Ausnahme die beiden Positionen B1 und B2, siehe dazu nächsten Abschnitt).

6.11 Einstellen der freien Kalibrierfaktoren

Innerhalb der Nuklidbibliothek gibt es zwei freie Positionen (B1 und B2), die jeweils mit einem Nuklid bzw. Nuklidgemisch Ihrer Wahl belegt werden können, indem Sie hier die erforderlichen Kalibrierfaktoren eingeben. Die eingegeben Kalibrierfaktoren⁽¹⁾ können jederzeit wieder überschrieben werden. Zur Ermittlung von Kalibrierfaktoren lesen Sie bitte Kapitel 7.4.

Vorgehensweise



1. Stellen Sie B1 oder B2 am Display ein.
2. Drücken Sie gleichzeitig die beiden **Tasten 2** und **3**. Dadurch wird die für die angezeigte Position (B1 bzw. B2) die gültige Warnschwelle angezeigt (gegebenenfalls ändern, vgl. Abschnitt 6.7).
3. Durchlaufen Sie durch 5-maliges Drücken der **Taste 2** die Stellen des Warnschwellenwertes (einschl. der Kommastelle).
4. Daraufhin wird der bisher gültige Kalibrierfaktor angezeigt, wobei die erste Stelle der Zahl blinkt.
5. Eine Änderung des Wertes erfolgt wie bei der Eingabe der Warnschwelle (siehe Kapitel 6.7):
Blinkende Position ändern durch Drücken von **Taste 3**.
Dadurch werden die Zahlen 0 bis 9 zyklisch durchlaufen.
Durchlaufen der Stellen von rechts nach links durch Drücken von **Taste 2**.
6. Nachdem Sie alle Stellen des Kalibrierfaktors durchlaufen haben, kehren Sie zur Kontaminationsmessung zurück, wobei mit der Einstellung des soeben definierten Nuklids gemessen wird.

⁽¹⁾ Diese Positionen gelten in Österreich als nicht geeicht.

6.12 Wechsel der Aktivitätseinheiten

Ab Programmversion 1.1 kann durch eine - geräteintern zugängliche - Steckbrücke die Meßeinheit gewechselt werden: Nur IPS, IPS und Bq/cm², IPS und pC/cm² oder KCPM und KDPM/cm² (1). Dabei werden automatisch die Kalibrierfaktoren mit umgeschaltet. Die vom Benutzer definierten Faktoren müssen jedoch der neuen Einheit angepaßt werden: Warnschwellen und die beiden Kalibrierfaktoren für B1 und B2.

Umstecken der Brücke (vgl. Bild 6-6 auf der folgenden Seite)

1. Nehmen Sie bei ausgeschaltetem Gerät das Zählrohr ab: Dazu legen Sie das Gerät - in staubfreier und trockener Umgebung mit dem Zählrohrfenster nach oben. Zählrohr vorsichtig abnehmen und den Stecker an der Elektronik des Anzeigergerätes abziehen.
2. Schrauben Sie das Abdeckblech der Elektronik im Anzeigergerät LB 1220 ab.
3. Auf Bild 6-6 sind die beiden Stecker J3 und J4 markiert. Durch Stecken oder entfernen der Brücken erfolgt die Einstellung der Aktivitätseinheiten.
Es bedeuten:
Brücke J4 geschlossen = Labor, IPS und Bq/cm²
Brücke J3 geschlossen = Feuerwehr, nur IPS
Beide Brücke offen = Pico-Curie, IPS und pCi/cm²
Beide Brücken geschlossen = KCPM und KDPM/cm².
4. Stecken Sie die Brücken entsprechend Ihren Wünschen.
5. Verschließen Sie die Elektronik mit dem Abdeckblech (beachten Sie, daß keiner der Federringe im Elektronikteil verbleibt), verbinden Sie Zählrohr und Anzeigergerät mit dem Flachbandkabel, und setzen Sie das Zählrohr wieder ein. Hierbei auf richtigen Sitz achten. Das Schließen der Schnappverschlüsse muß ohne Kraftaufwand erfolgen.

(1) In Österreich sind bei Verwendung im eichpflichtigen Verkehr nur die Versionen IPS und B/□ zugelassen.

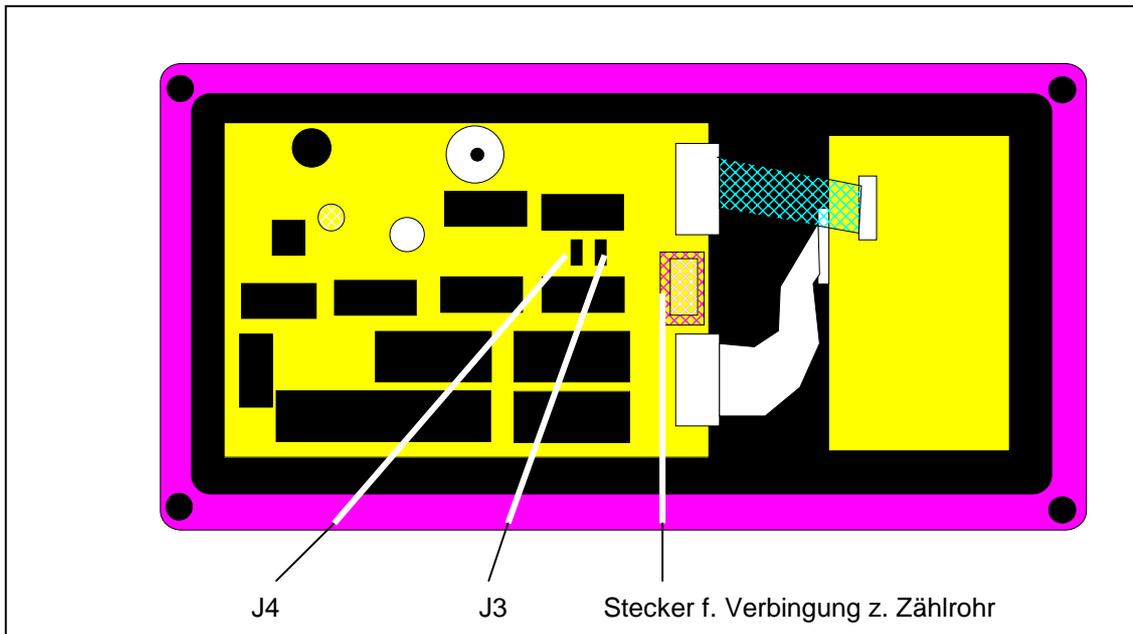


Bild 6-6: Elektronikteil des Anzeigergerätes LB 1220 (offen). Durch Ändern der Brückenbelgung (bei den Steckern J3 und J4) erfolgt Wechsel der Aktivitätseinheiten.

6.13 Betriebs- und Arbeitspunkte

Zur Zeit sind 3 Zählrohrtypen verfügbar:

- Das abgeschlossene Beta-Gamma-Zählrohr LB 6357 mit Xenonfüllung und 5 mg/cm² -Titan-Fensterfolie,
- das Alpha-Beta-Butanfüllzählrohr LB 6358 G mit 0,3 mg/cm² Fensterfolie aus beidseitig metallisiertem Kunststoff und
- das Alpha-Beta-Durchflußzählrohr (P10-Gas mit Nachfüllstation) LB 6359 mit 0,3 mg/cm² -Fensterfolie, ebenfalls aus beidseitig metallisiertem Kunststoff.

Die zum Betrieb notwendige Hochspannung wird am Detektor selbst erzeugt. Der Hochspannungsteil ist vergossen, so daß keine Störungen durch Staub oder Feuchtigkeit zu erwarten sind.

Die zugehörige Hochspannung wird für jedes Zählrohr im Werk optimal eingestellt. Sie beträgt für das

im Beta-Arbeitspunkt ca. 1850 V
im Beta-Arbeitspunkt ca. 3100 V
im Alpha-Arbeitspunkt ca. 2100V
im Beta-Arbeitspunkt ca. 1800 V
im Alpha-Arbeitspunkt ca. 1100 V

Xenon-Zählrohr LB 6357
Butan-Zählrohr LB 6358 G

P10-Zählrohr LB 6359

Typische Plateaukurven für beide Zählrohre sind als Anhang beigefügt.

Kontrolle und Änderung der Hochspannung ist nur mit Hilfe eines Service-Adapters und durch erfahrenes Service-Personals möglich.

6.14 Einstellen der Abschaltautomatik



Im Gerät ist eine Abschaltautomatik integriert, die das Gerät nach 30 Minuten Dauerbetrieb abschaltet. Zum Ein- bzw. Ausschalten dieser Funktion drücken Sie nebenstehende Tastenkombination (Tasten 1 und 4) bei ausgeschaltetem Gerät, wobei die Taste 4 zuerst gedrückt werden muß.

Beim automatischen Abschalten nach 30 Minuten ertönt ein Signalton.

6.15 Sprachumschaltung



Sprachen einstellen.

Um die gewünschte Landessprache zu wählen, wird bei ausgeschaltetem Gerät nebenstehende Tastenkombination (Tasten 1 und 3) gedrückt, wobei die Taste 3 zuerst gedrückt werden muß.

6.16 Display-Test



Hierbei wird das Display mit allen Anzeigefunktionen durchgecheckt.

Hierzu ist bei ausgeschaltetem Gerät nebenstehende Tastenkombination (Tasten 1 und 2) zu drücken, wobei die Taste 2 zuerst gedrückt werden muß.

6.17 Reset-Funktion



Bei Aktivieren der Resetfunktion werden alle vom Benutzer eingestellten Parameter (die sich alle im RAM-Speicher befinden) gelöscht. Es werden dann die werkseitig definierten Defaultwerte aus dem ROM-Speicher übernommen. Das betrifft alle Warnschwellen, die eingestellten Nuklide und die frei wählbaren Kalibrierfaktoren.

Diese Funktion wird - bei ausgeschaltetem Gerät - durch gleichzeitiges Drücken aller 4 Funktionstasten aktiviert.

7. Berechnungsgrundlagen

7.1 Berechnung der Impulsrate

Beim LB 122 wird im Meßmodus IPS (Impulse pro Sekunde) die Anzeige der Impulsrate jede Sekunde erneuert. Für die weitere Berechnung werden die Impulszahlen dieser sog. Basis-Intervalle von 1 Sekunde verwendet:

Der Rechner speichert die Impulszahlen für jedes Basis-Intervall. Er addiert jeweils die Impulszahlen des jüngsten Basis-Intervalls zu den vorhergehenden und bildet den neuen Impulsraten-Mittelwert über alle Basis-Intervalle in ips.

Es gibt maximal 200 Basis-Intervalle, d.h. die längste Mittelungszeit beträgt 200 Sekunden.

Ab 200 s werden jeweils die im ältesten Basis-Intervall gespeicherten Meßwerte gelöscht. Somit kommen immer nur die letzten 200 s für die Mittelwertbildung in Frage.

Bei höheren Zählraten kann - aus statistischen Gründen - die Anzahl der verwendeten Basis-Intervalle verringert werden. Im LB 122 erfolgt diese Verringerung nach folgendem Schema:

Zählrate größer	0	30	100	300	1000	3000	10000	30000	100000
Anzahl Basis-Intervalle	200	150	100	63	40	25	16	10	6

Bei einer Nulleffekts-Zählrate der Xenon-Sonde von 15 ips resultiert bei der maximalen Meßzeit von 200 s eine statistische Fehlerbreite (2 Sigma) von 4%.

7.2 Ratemeter-Funktion

Im LB 122 ist das folgende Berechnungsprinzip für die Ratemeter-Funktion zugrunde gelegt:

Der Rechner teilt am Ende eines jeden Basis-Intervalls und vor Erneuerung der Anzeige die Gesamt-Anzahl der aufgelaufenen Basis-Intervalle in einen Bereich "ältere Meßwerte" und in einen Bereich "neuere Meßwerte" ein. Die Anzahl der Intervalle im Bereich "neuere Meßwerte" wird "Test-Breite" genannt.

Für die Test-Breiten sind Stufen von 64; 32; 16; 8; 4 und 2 s festgelegt. Der Rechner wählt jeweils die Test-Breite aus, die am nächsten unterhalb der halben Anzahl der gesamten Basis-Intervalle liegt.

Dann wird die Differenz zwischen der mittleren Impulsrate im Intervall "Test-Breite" und der Impulsrate im restlichen, zurückliegenden Intervall gebildet.

Die Differenz wird mit einem zu erwartenden statistischen Fehler verglichen, der aus der Fehler-Summe beider Intervalle gebildet wird. Ist die Differenz kleiner als der statistische Fehler, dann ist der Vorgang beendet und beginnt erst nach Ende des folgenden Basis-Intervalls wieder.

Ist die Differenz größer als der statistische Fehler, dann werden die Meßwerte aus dem Intervall "ältere Meßwerte" abgeworfen, und der bisherige Bereich "Test-Breite" wird als neuer Ausgangsbereich angesehen.

Der entscheidende Punkt ist nun der, daß jetzt diese Rechnung augenblicklich mit der jeweils nächst-kleineren Test-Breite wiederholt wird.

Die so ermittelte Impulsrate wird dann angezeigt, wenn entweder die Abweichung in der Statistik liegt oder die kleinste Testbreite von 2 Sekunden erreicht wird.

Dies alles geschieht ohne erkennbare Zeitverzögerung bei der Anzeigenerneuerung am Ende jedes Basisintervalls.

**Formel zur Berechnung
des statistischen Fehlers**

$$F = 3,7 \times \sqrt{\text{ips}_{1+2}} \times \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2}}$$

ips_{1+2} = Mittlere Rate alle Basis-Intervalle

n_1 = Anzahl der Basis-Intervalle im Bereich "ältere Meßwerte"

n_2 = Anzahl der Basis-Intervalle im Bereich "Test-Breite"

7.3 Statistische Meßgenauigkeit

Wie in den beiden vorhergehenden Abschnitten beschrieben, wird der angezeigte Meßwert als gleitender Mittelwert mit der Taktzeit (Basis-Intervall) von 1 Sekunde errechnet. Die Anzahl der zur Mittelwertbildung benutzten Meßintervalle wird durch die Höhe der statistischen Abweichung des jeweils letzten Wertes von den vorausgegangenen Mittelwerten bestimmt. Dadurch wird die raschest mögliche Anpassung des angezeigten Wertes an die tatsächliche Impulsrate erreicht.

Die Anzahl der Basis-Intervalle ist impulsraten-abhängig und beträgt maximal 200. Längeres Messen als 200 Sekunden erhöht die statistische Genauigkeit nicht mehr. Es ergeben sich somit - bei gleichbleibender mittlerer Impulsrate - folgende bestenfalls erreichbare statistische Meßgenauigkeiten:

Meßzeit (s)	mittlere Impulsrate (ips)	statistischer Fehler (%) (2s)
6	> 100.000	< 0,25
10	> 30.000	< 0,36
16	> 10.000	< 0,5
25	> 3.000	< 0,7
40	> 1.000	< 1,0
63	> 300	< 1,4
100	> 100	< 2
150	> 30	< 3
200	> 30	2,5
200	> 10	4,5
200	> 1	14

7.4 Bq-Berechnung und die Ermittlung der Kalibrierfaktoren

Die Darlegung der Grundlagen für die Becquerel-Berechnung hat nicht nur dokumentarischen Charakter, sondern soll Sie auch befähigen, Kalibrierfaktoren für weitere Nuklide zu ermitteln, die nicht in der Nuklidbibliothek des LB 122 enthalten sind. Dazu sind die beiden Positionen B1 und B2 vorgesehen (vgl. Kapitel 6.5).

Soweit es sich nicht um die Feuerwehr-Version handelt, können die mit dem Kontaminations-Monitor LB 122 ermittelten Impulsraten auch als Flächenaktivitäten angezeigt werden. Dafür sind in der Nuklidbibliothek bereits für 25 Radionuklide die entsprechenden Umrechnungsfaktoren enthalten.

Um Impulse pro Sekunde in Impulse pro Sekunde pro cm² umrechnen zu können, muß für jedes Nuklid und jeden Detektortyp die Konstante K gemäß der Formel

$$\text{Bq/cm}^2 = K \times \text{ips}$$

ermittelt werden.

Bq/cm² = Flächenaktivität

K = Umrechnungskonstante Bq x s pro cm²

ips = gemessene Impulse pro Sekunde

Zur Bestimmung von K wird ein Kalibrierstrahler mit bekannter Aktivität pro cm² verwendet (genormt mit 100 cm²) und mit dem LB 122 gemessen. Das Meßergebnis wird nach der Formel

$$K = \frac{A_{\text{Test}}}{\text{ips}}$$

in Bq/cm² umgerechnet.

A_{Test} = Testpräparat-Aktivität in Bq/cm², bzw. doppelte Oberflächenemissionsrate

Anforderungen an den Kalibrierstrahler

Zur Kalibrierung für Alpha- und Beta-Messungen sollen Strahler gemäß der internationalen Norm ISO Nr. 8769 "Reference Sources for Calibration of Surface Contamination Monitors" verwendet werden. Diese Norm schreibt vor, den Meßwert auf die Oberflächen-Emissionsrate zu beziehen, das sind (Alpha- oder Beta-) Teilchen pro Sekunde und cm², die aus der Präparatoberfläche austreten. Die Flächenaktivität der Quelle in Bq/cm² beträgt dann den doppelten Wert der Oberflächen-Emissionsrate in s⁻¹ · cm⁻².

Vorgehensweise

Beachten Sie, daß der ermittelte Kalibrierfaktor vom Detektortyp abhängig ist. Wenn Sie also einen neuen Kalibrierfaktor programmieren, den Sie für den Alpha-Beta- und den Beta-Gamma-Detektor verwenden möchten, so müssen Sie die Kalibrierung mit jedem der beiden Detektortypen durchführen und jeweils den Kalibrierfaktor eingeben, der zum angeschlossenen Detektor gehört (die Nuklidbibliothek wird detektor-spezifisch aktiviert!).

1. Wählen Sie die Meßart IPS: Je nach angeschlossenem Detektor und zu messendem Nuklid IPS -A- oder IPS -B-.
2. Setzen Sie den Kontaminations-Monitor LB 122 auf den Kalibrierstrahler möglichst bündig, damit so wenig wie möglich Aktivitäten verloren gehen.
3. Messen Sie den Kalibrierstrahler mit einer Meßdauer von mindestens 10 Sekunden (entsprechend der Tabelle zur statistischen Meßgenauigkeit auf Seite 7-3).
4. Berechnen Sie nach der genannten Formel die Konstante K.
5. Geben Sie den ermittelten Kalibrierfaktor in eine der freien Positionen B1 oder B2 ein. B1 bzw. B2 ist zunächst aus der Nuklidbibliothek aufzurufen (vgl. Kapitel 6.5).
Nun wird durch Drücken der Tastenkombination   die Warnschwelle angezeigt. Durchlaufen Sie die einzelnen Stellen dieser Zahl durch 5-maliges Drücken von . Daraufhin wird der bisherige Kalibrierfaktor für diese Position angezeigt. Ändern Sie diesen Wert durch den neuen mit Hilfe der beiden Tasten:



= Ändern der blinkenden Position, wobei die Ziffern zyklisch von 0 bis 9 geändert und die Kommastelle von rechts nach links geschoben wird.



= Durchlaufen der einzelnen Stellen von rechts nach links und der Kommastelle. Danach wird die Funktion Eingabe des Kalibrierfaktors beendet.

Die mitgelieferten Prüfstrahler sind keine Kalibrierstrahler. Sie sind Punktstrahler und können daher nicht zur Berechnung von Flächenaktivitäten herangezogen werden.

7.5 Kalibrierfaktoren, Nachweis- und Erkennungsgrenzen für LB 122

Zur Beurteilung von Messverfahren und Messergebnissen muss der Anwender von Strahlungsmessgeräten die Erkennungs- und Nachweisgrenzen seiner Messgeräte kennen. Diese können nach Norm DIN 25 482⁽²⁾ mit verschiedenen Parametern, die im folgenden zusammengestellt sind, berechnet werden. Die folgenden Angaben gelten für den Kontaminations-Monitor LB 122 mit Detektoren für α - β bzw. für β - γ Messung. Die Kalibrierfaktoren beruhen in der Regel auf Messungen mit zertifizierten Strahlungsquellen und in wenigen Fällen auf Rechnungen.

7.5.1 Strahlungsquellen

Als Strahlungsquellen wurden zertifizierte Flächenstrahler von der Firma AEA Technology QSM (ehemals Amersham Buchler GmbH & Co KG) verwendet. Aufgrund der teilweise sehr kurzen Halbwertszeiten wurden die Messungen in deren Kalibrierlabor in Braunschweig durchgeführt.

Das Labor ist durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt als Kalibrierlaboratorium für Messgrößen der Radioaktivität akkreditiert und kann Kalibrierscheine des Deutschen Kalibrierdienstes ausstellen (DKD). Als Strahlungsquellen wurden Flächenquellen mit der aktiven Oberfläche 100 mm × 100 mm verwendet. Die zertifizierten Aktivitäten und Oberflächen-Emissionsraten hatten eine relative Unsicherheit von 5%. Die Messgrößen waren direkt rückführbar auf Primärnormal der PTB. Ausserdem erfüllte das Labor die Qualitätsanforderungen des USNRC Regulatory Guide 4.15 Revision 1, Februar 1979 und die Messungen sind deshalb auch auf NIST Standards rückführbar. Die Homogenität der räumlichen Verteilung der Oberflächenaktivität war besser als 6%. Die Strahler waren nach ISO/DIS 8769 "Klasse 2 Quellen".

Die Strahlungsquellen mit Nukliden kurzer Halbwertszeit wurden als offene Strahler präpariert. Im Unterschied zu den üblichen Referenzstrahlern fehlte die dünne abdeckende Folie und deshalb traten weiche Emissionen leichter aus. Diese Situation kommt realen Kontaminationen mit offenen Nukliden sehr nahe.

7.5.2 Die Berechnung der programmierten Kalibrierfaktoren

Alle Kalibrierfaktoren für die Messung von Oberflächenkontaminationen wurden unter Bezug auf die zeitkorrigierte Aktivität des angegebenen Radionuklids auf der Kalibrierquelle berechnet. Die Ergebnisse wurden in der Einheit Bq/cm² pro ips Nettozählrate und unter Zugrundelegung einer Fläche von 100 cm² bestimmt. Als Sonderfall wurde für ⁹⁰Sr+⁹⁰Y der Kalibrierfaktor auf die Gesamtsumme von Mutter- und Tochteraktivität im radioaktiven Gleichgewicht bezogen. Alle Kalibrierfaktoren für am Messgerät vorwählbare Radionuklid-Einstellungen mit Ausnahme der Einstellung "Alpha-gesamt" beziehen sich auf den β-γ-Messkanal.

7.5.3 Erkennungsgrenze und Nachweisgrenze

Die Erkennungsgrenze erlaubt eine Entscheidung darüber, ob der durch die Messgröße quantifizierte physikalische Effekt vorliegt. Die Nachweisgrenze gibt an, welcher kleinste wahre Wert der Messgröße mit einem anzuwendenden Messverfahren noch nachgewiesen werden kann. Sie erlaubt damit eine Entscheidung, ob das Messverfahren gestellten Anforderungen genügt und für den Messzweck geeignet ist ⁽¹⁾.

Da der Messvorgang statistischen Gesetzen unterliegt, ergibt sich einerseits die Möglichkeit, ein Signal zu erkennen, obwohl in Wirklichkeit kein Probenbeitrag vorliegt (Fehler 1. Art) und andererseits die Möglichkeit kein Signal zu erkennen, obwohl in Wirklichkeit ein Probenbeitrag vorliegt (Fehler 2. Art). Die Wahrscheinlichkeiten für Fehler der 1. Art und der 2. Art wurden für die Berechnung zu jeweils 5% angenommen.

Bei normalem Gebrauch des Kontaminations-Monitors LB 122 wird zunächst der Nulleffekt gemessen und gespeichert. Bei der eigentlichen Kontaminations-Messungen wird dieser gespeicherte Wert abgezogen. Der Nulleffekt wird deshalb als bekannt angenommen.

Für die Messzeiten wird Zeitvorwahl angenommen. Und zwar wird für die Nulleffektmessung und für die Probenmessung jeweils ein Zeitintervall von 200 s zugrundegelegt. Diese Messzeiten entsprechen der maximalen Mess- und Mittelungszeit im normalen Betriebsmodus. Die angegebenen Nachweis- und Erkennungsgrenzen werden deshalb nur erreicht, wenn mindestens so lange gemessen wird.

Der Nulleffekt eines Kontaminations-Monitors LB 122 hängt vom externen Strahlungspegel und von anderen Faktoren ab und ist daher keine feste Geräteeigenschaft. Die Erkennungs- und Nachweisgrenzen sind natürlich Funktionen des Nulleffekts. Zu ihrer gerätespezifischen Berechnung müssen mittlere Nulleffekte verwendet werden. In der Realität können andere Werte auftreten. Die angegebenen Erkennungs- und Nachweis-

grenzen haben nur insoweit Gültigkeit, als die realen Nulleffekte nahe bei den hier angenommenen mittleren Nulleffekten liegen. Wenn sich die Verhältnisse drastisch ändern, z. B. beim Auftreten eines hohen Nulleffekts infolge einer Kontamination des Messgeräts, können die Erkennungs- und die Nachweisgrenzen erheblich höher als hier angegeben liegen. Als mittlerer β - γ -Nulleffekt wird für das Messgerät in der Version mit Xenon-Grossflächen-Zählrohr (LB 6357) 15 ips angenommen, während für das Gerät in den Versionen zur α - β Mesung mit dem Butan-Zählrohr (LB 6358) oder mit dem Durchfluss-Zählrohr für P10-Zählgas (LB 6359) jeweils 10 ips angenommen werden.

Referenzen:

- (1) R. Michel und K. Kirchhoff, *Nachweis-, Erkennungs- und Vertrauensgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen*, Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz, TÜV-Verlag, Köln, 1999
- (2) DIN 25482 Teil 1, *Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen*, März 1992

7.5.4 Tabelle mit Kalibrierfaktoren, Erkennungs- und Nachweisgrenzen

Kalibrierfaktoren K in Bq/cm² pro ips, Erkennungs- bzw. Nachweisgrenzen EKG und NWG in Bq/cm² soweit nicht anderst angegeben in Spalte Nuklid.

Die angegebenen Kalibrierfaktoren gelten ab Programmversion 3.2.

LB 122	7.5.5 mit β - γ Detektor			mit α - β Detektor		
	K	EKG	NWG	K	EKG	NWG
"-A-"	gesperrt			0,080		
"-B-Gesamt"	0,050	0,032	0,065	0,036	0,019	0,039
"-B1-"	variabel			variabel		
"-B2-"	variabel			variabel		
C-14	0,567	0,363	0,737	0,091	0,048	0,097
F-18	0,068	0,044	0,089	0,048	0,025	0,051
Na-22	0,048	0,031	0,062	-	-	-
P-32	0,040	0,025	0,051	0,033	0,017	0,035
P-33	0,158	0,101	0,206	0,055	0,029	0,059
S-35	0,411	0,263	0,535	0,072	0,038	0,077
Cl-36	0,050	0,032	0,065	0,036	0,019	0,039
Ca-45	0,100	0,064	0,130	0,050	0,027	0,054
Cr-51	0,655	0,419	0,851	-	-	-
Mn-54	1,160	0,743	1,508	1,235	0,654	1,321
Fe-55	1,500	0,960	1,950	-	-	-
Co-57	0,377	0,241	0,490	0,696	0,369	0,745
Co-58	0,281	0,180	0,366	0,230	0,122	0,246
Fe-59	0,095	0,061	0,124	0,048	0,025	0,051
Co-60	0,105	0,067	0,137	0,052	0,028	0,057
Ni-63	-	-	-	0,300	0,159	0,321
Ga-67	0,251	0,161	0,327	0,156	0,083	0,167
Se-75	0,241	0,155	0,314	0,543	0,288	0,581
Sr-85	0,500	0,320	0,650	-	-	-
Sr-89	0,044	0,028	0,057	0,036	0,019	0,038
SrY90	0,045	0,029	0,058	0,035	0,018	0,037
Tc99m	0,465	0,297	0,604	0,335	0,178	0,358
In111	0,311	0,199	0,404	0,354	0,187	0,378
Sn113	0,099	0,063	0,128	0,096	0,051	0,103
I-123	0,235	0,150	0,305	0,222	0,117	0,237
I-125	0,333	0,213	0,433	0,576	0,305	0,616
I-131	0,071	0,046	0,093	0,043	0,023	0,046
I-131 [kBq/l]	0,425	0,272	0,553	0,290	0,154	0,310
Cs137	0,060	0,038	0,078	0,040	0,021	0,043
Cs137 [kBq/l]	0,360	0,230	0,468	0,260	0,138	0,278
Pm147	0,286	0,183	0,372	0,088	0,046	0,094
Au198	0,028	0,018	0,036	-	-	-
Tl201	0,200	0,128	0,260	0,141	0,075	0,151
Tl204	0,063	0,041	0,082	0,043	0,023	0,046
Po210	-	-	-	0,053	0,028	0,057
Pb210	0,042	0,027	0,055	0,021	0,011	0,023
Ra-226	0,090	0,058	0,117	0,080	0,042	0,086
U-238	0,029	0,018	0,037	0,012	0,006	0,013
Pu238	0,140	0,090	0,183	0,057	0,030	0,061
Am241	0,109	0,070	0,142	0,043	0,023	0,046
Bgrd/Rate [ips]	15,0	0,640	1,300	10,0	0,530	1,070

8. Wartung

8.1 Reinigen der Zählrohrfenster



Die Fensterfolien aller 3 Zählrohrtypen sind empfindlich gegen mechanische Beschädigungen. Die Zählrohre haben deshalb relativ dichte Abdeck- und Schutzgitter. Dennoch sollte alles vermieden werden, was zur Zerstörung der Fensterfolie führen könnte (spitze Gegenstände, Ausmessen von Stoppeläckern, Rosenhecken und Katzenpfoten!).

Beim **Xenon-Zählrohr** kann eine beschädigte Folie nicht vom Benutzer gewechselt werden. Vom Werk wird in diesem Fall ein Austauschdetektor geliefert. Da die Hochspannung am Detektor selbst erzeugt und vom Werk eingestellt wird, ist der Zählrohrwechsel ohne Nachjustieren des Gerätes möglich.

Beim **Butan- und P10-Zählrohr** kann der Benutzer ohne besondere Schwierigkeiten (nur Kreuzschlitz-Schraubendreher als Werkzeug erforderlich) die defekte Folie gegen eine vom Werk gelieferte Ersatzfolie austauschen (siehe folgenden Abschnitt 8.2).

Um die Detektoren vor Verschmutzung und radioaktiver Kontamination zu schützen, empfiehlt es sich, bei Feldmessungen das Detektorfenster durch Abkleben mit einer Schutzfolie (Haushaltsfolie) zu schützen (bei Alpha-Messungen wegen der geringen Reichweite der Alpha-Strahlung nicht möglich!!).

Zum **leichteren Reinigen** eines dennoch verschmutzten Detektors kann das äußere Maschenschutzgitter nach vorsichtigem Lösen der Kreuzschlitz-Schrauben abgenommen werden. Das untere Gitter beim Xenondetektor ist geklebt und darf nicht entfernt werden!

Reinigen Sie vorsichtig das Detektorfenster mit einem weichen Pinsel (Staub) oder mit Alkohol- oder Detergentienlösung (Spülmittel). Anschließend mit nicht zu heißem Föhn trocknen. Beim Wiederaufsetzen des Maschengitters achten Sie bitte darauf, daß die Folie nicht durch die Schrauben oder mit einem Schraubendreher zu beschädigt werden!

8.2 Auswechseln der Fensterfolie bei den α - β -Zählrohren

(Butan- und P10-Gas)

Eine bereits auf den Rahmen aufgezoogene Ersatzfolie ist Standardzubehör dieses Zählrohrs. Weitere Folienrahmen können vom Werk bezogen werden.

1. Zum Wechseln des Fensterfolienrahmens Zählrohr mit dem Gitter nach oben auf eine saubere, nicht glatte Unterlage legen (Gummimatte, Tuch), um es vor Verrutschen während der Arbeit zu schützen.
2. Die 12 Kreuzschlitz-Schrauben mit passendem Schraubendreher (Zubehör) vorsichtig wechselseitig lösen und entfernen.
3. Nacheinander den äußeren Rahmen mit dem engen Maschengitter und dann den Quadratgitterrahmen mit der aufgeklebten Folie abheben (vgl. Bild 8-1). Gummidichtring nicht aus der Nut ziehen oder verletzen!
4. Sichtprüfung, ob alle 6 Zähldrähte straff gespannt und unbeschädigt sind. Andernfalls Zählrohr zur Reparatur in das Werk einsenden.
5. Sichtprüfung der neuen Folie auf Unbeschädigkeit.

Eindringen von Staub oder Fusseln, Kleinteilen etc. in das offene Zählrohr sorgfältig vermeiden!

6. Quadratgitterrahmen mit Folienseite nach unten auflegen, Maschengitterrahmen auflegen, Schrauben nacheinander lose eindrehen und wechselseitig festziehen (vgl. Bild 8-1).
7. Anschließend das Butan-Zählrohr spülen wie auf Seite 2-10 beschrieben bzw. das P10-Rohr zum Spülen in die Nachfüllstation setzen.

Die Folie muß sich beim Spülen deutlich nach außen wölben und anschließend einige Zeit gewölbt bleiben, andernfalls ist sie undicht. Prüfen und gegebenenfalls neu aufsetzen!

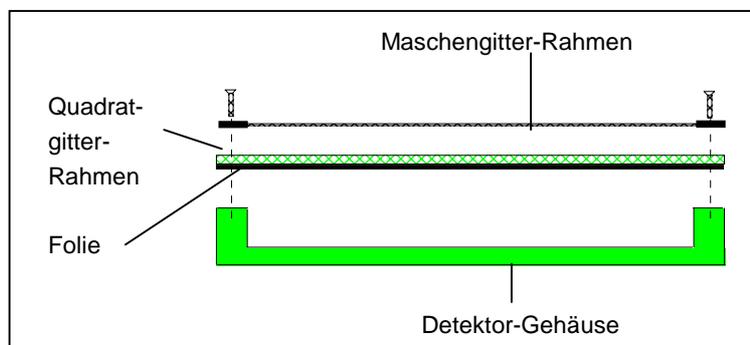


Bild 8-1: Aufbau des Zählrohrfensters

8.3 Batteriewechsel

Das Gerät benötigt drei C-Trockenbatterien (IEC LR 14, mit je 1,5 Volt). Die Betriebsdauer mit einem Satz frischer Hochleistungszellen ist größer als fünfzig Stunden Dauerbetrieb. Bei Auslieferung des Gerätes werden neben den im Gerät befindlichen Batterien, ein Satz Ersatzbatterien mitgeliefert.

Nahende Batterieerschöpfung wird durch Blinken, der mit dem Batteriezeichen markierten Leuchtdiode angezeigt. Die Batterien befinden sich im röhrenförmigen Handgriff des Gerätes und sind ohne Werkzeug zu wechseln. Aufschrauben der Sicherungsschraube erfolgt mit einer Münze. Die Batterien werden mit dem Pluspol nach vorn in den Handgriff eingeschoben und die Verschlusskappe wieder daraufgeschraubt. Wird das Gerät mit erschöpften Batterien weiterbetrieben, so schaltet es sich selbsttätig aus, sobald die Batteriespannung nicht mehr für einen ordnungsgemäßen Betrieb ausreicht. Ein Wiedereinschalten ist dann ohne Batteriewechsel nicht mehr möglich.

Entfernen Sie die Batterien aus dem Gerät, wenn es längere Zeit, z.B. mehrere Monate, nicht benutzt wird.

9. Technische Daten

Detektor	Standard Abgeschlossener Xenon-Detektor LB 6357 zur Beta-Gamma-Messung, Fensterfläche 120 mm x 190 mm, eingebaut in die Grundfläche des Gehäuses Fensterfolie 5 mg/cm ² -Titanfolie
	Option Auswechselbarer Gasfüll-Detektor (Butan) LB 6358 G zur Alpha-Beta-Messung, Fensterfläche 120 mm x 190 mm Fensterfolie 0,3 mg/cm ² aus beidseitig metallisiertem Kunststoff Erhöhter Schutz der Zählrohrfenster gegen mechanische Beschädigung durch spezielle Ausführung des Abdeckgitters, Abdeckgrad 32 %
	oder: Auswechselbarer Gas-Durchfluß-Detektor mit P-10-Gas mit Nachfüllstation LB 6359 zur Alpha-Beta-Messung, Fensterfläche 120 mm x 190 mm Fensterfolie 0,3 mg/cm ² aus beidseitig metallisiertem Kunststoff Erhöhter Schutz der Zählrohrfenster gegen mechanische Beschädigung durch spezielle Ausführung des Abdeckgitters, Abdeckgrad 32 %
Gehäuse	Schwallwassergeschützt gemäß Richtlinien für die Zulassung zum Gebrauch bei Feuerwehren
Bedienung	Folientastatur mit 4 Tasten
Anzeige	LCD, trans-reflektiv, Multiplexrate 2 Zuschaltbare Beleuchtung durch LED's mit Streuscheibe Elemente: 4 Ziffern mit Komma, 10 mm hoch, 9 alphanumerische Zeichen, Analog-Balkenanzeige mit Skala von 0 bis 100 % bzw. x 10, x 100, x 1000
Angezeigter Zahlenbereich	0.000 bis 9999999 mit einmaligem Dimensionswechsel x 1000 (kips, kBq/cm ²)
Nachkomma-Stellen	Es werden nur die jeweils statistisch signifikanten Nachkommastellen angezeigt. Beim Dekadenwechsel bleibt das Komma soweit möglich in der gleichen Position.

Warnungen	LED-Signale für Batterie-Unterspannung und Schwellenwert-Überschreitung Klartext im Display für "Rate zu hoch" (ab 20.000 ips entsprechend ca. 1.000 Bq/cm ²), "keine Impulse" (Detektor-Ausfall), "Gas nachfüllen" (nur bei angeschlossenem Alpha-Detektor LB 6358 G und GP)
Schwellenwerte	0.001 bis 9999 stellenweise einstellbar, getrennt für jedes Radionuklid bzw. ips. Batteriegepuffert mit getrennter Lithium-Batterie
Akustische Anzeige	Piezoschwinger 2,5 - 3 kHz Alarm als ununterbrochener Dauerton, Einzelimpuls (zuschaltbar) als Ton-Burst ca. 4 ms
Energieversorgung	3 "C-Size" (Baby)-Primärzellen im Handgriff, Stromverbrauch ca. 0,06 A, mit eingeschalteter Beleuchtung 0,17 A
Betriebsdauer	> 150 h mit Alkali-Mangan-Zellen, ohne Beleuchtung
Batterie-Anzeige	Digitalanzeige der Gesamtspannung im Bereich 2,7 bis 4,8 Volt, Auflösung 0,1 Volt Analoganzeige der Batteriekapazität von 100 % bei 4,3 Volt bis 0 % bei 3,3 Volt; unter 3,3 Volt LED-Warnsignal
Temperaturbereich	Mit Xenon-Detektor von - 15° C bis + 50° C Mit Butan-Detektor von ca. 0° C bis + 50° C
Feuchte	0 - 98 % Luftfeuchte ohne Betauung
Abmessungen	Monitor: 140 mm x 234 mm x 126 mm Koffer: 350 mm x 400 mm x 200 mm
Gewicht	2175 g (mit Batterien).

