

Dosisleistungsmesser 6150AD

Gebrauchsanweisung
für den
Dosisleistungsmesser 6150AD
in folgenden Ausführungen:
6150AD1 bis 6150AD6,
6150AD1/H bis 6150AD6/H,
6150AD1/E bis 6150AD6/E.



Inhalt I

1. Verwendung	1
2. Die verschiedenen Ausführungen des 6150AD	2
3. Aufbau	6
3.1 Gehäuse	6
3.2 Zählrohrposition	6
3.3 Anzeige	7
3.4 Lautsprecher	7
3.5 Tasten	7
3.6 Sondenbuchse	7
4. Funktionen	7
4.1 Dosisleistungsmessung	7
4.2 Akustischer Einzelimpulsnachweis	8
4.3 Dosisleistungswarnung	8
4.4 Mittelwert der Dosisleistung	8
4.5 Höchstwert der Dosisleistung	10
4.6 Dosis	10
4.7 Nichtflüchtige Speicherung der Dosis (nur 6150AD3/4/5/6)	10
4.8 Dosiswarnung (nur 6150AD3/4/5/6)	11
4.9 Batterieüberwachung	12
4.10 Kalibrierung	12
4.11 Sondenbetrieb	13
5. Bedienung	13
5.1 Verriegelung des Sondensteckers	13
5.2 Einlegen der Batterie	14
5.3 Automatische Batteriewarnung	14
5.4 Ein- und Ausschalten, Löschoption der Ein-Aus-Taste	14
5.5 Beleuchtungstaste	15
5.6 Signaltaste (Lautsprechertaste)	15
5.7 Anzeigestände, Funktion der Abruftaste (Pfeiltaste)	16
5.7.1 Anzeige der Dosisleistung	16
5.7.2 Anzeige des Mittelwertes der Dosisleistung	17
5.7.3 Anzeige und Einstellung der Dosisleistungswarnschwelle	18
5.7.4 Anzeige des Höchstwertes der Dosisleistung	18
5.7.5 Anzeige der Dosis	19
5.7.6 Anzeige und Einstellung der Dosiswarnschwelle (nur 6150AD3/4/5/6) ...	19
5.7.7 Anzeige der Batteriespannung	20
5.7.8 Anzeige der Kalibrierparameter	20

Inhalt II

6. Anzeigebereiche und Anzeigeformate	21
6.1 Dosisleistung	21
6.2 Mittelwert der Dosisleistung	23
6.3 Dosisleistungswarnschwelle	24
6.4 Höchstwert der Dosisleistung	24
6.5 Dosis	25
6.6 Dosiswarnschwelle (nur 6150AD3/4/5/6)	25
7. Messbereiche	26
7.1 Dosisleistungsmessbereiche	26
7.2 Dosismessbereiche	27
8. Feste Warnschwellen	29
8.1 Dosisleistungswarnschwellen	29
8.2 Dosiswarnschwellen (nur 6150AD3/4/5/6)	30
9. Energie- und Richtungsabhängigkeit	31
9.1 6150AD1, 6150AD3, 6150AD5	32
9.2 6150AD1, 6150AD3, 6150AD5 in /H- und /E-Ausführung	33
9.3 6150AD2, 6150AD4, 6150AD6	34
9.4 6150AD2, 6150AD4, 6150AD6 in /H- und /E-Ausführung	35
10. Zeitkonstante und Standardabweichung	36
11. Radioaktive Kontrollmessungen	37
11.1 Verlängerung der Eichgültigkeit	38
11.2 Korrektionsfaktor kz für den radioaktiven Zerfall	39
12. Programmierung des 6150AD3/4/5/6	40
12.1 Individuelle Dosisleistungswarnschwelle	42
12.2 Individuelle Dosiswarnschwelle	43
12.3 Nachwarn-Abstand bei Dosiswarnung	43
12.4 Nichtflüchtige Speicherung der Innendosis ja/nein	43
12.5 Rücksetzen auf Werkseinstellung	44
13. Wandhalterungen (Zubehör)	45
14. Technische Daten	46
14.1 6150AD	46
14.2 Halterung 761.1	49
14.3 Wandhalter 761.8	49
14.4 Halterung mit Netzteil 761.13	49
14.5 Serielle Schnittstelle des 6150AD	50
Anhang: Ablaufplan der Programmierung des 6150AD3/4/5/6	52

1. Verwendung

Der Dosisleistungsmesser 6150AD ist ein tragbares, batteriebetriebenes Strahlungsmessgerät für Photonenstrahlung (Gamma- und Röntgenstrahlung). Als Detektor dient ein eingebautes Geiger-Müller-Zählrohr.

ACHTUNG! Das eingebaute Zählrohr wird mit einer Spannung von ca. 500 Volt betrieben! Versuchen Sie daher im Interesse Ihrer eigenen Sicherheit niemals, das Gerät zu öffnen oder zu reparieren!

Das Gerät ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich, die sich durch den Typ des eingebauten Zählrohrs und den Funktionsumfang unterscheiden. Kapitel 2 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Ausführungen.

Wie die Buchstaben »AD« in der Bezeichnung andeuten, zeigt das 6150AD die Dosisleistung in einem LCD gleichzeitig analog und digital an. Weiterhin werden der Mittelwert der Dosisleistung, der aufgetretene Höchstwert der Dosisleistung und die akkumulierte Dosis erfasst und laufend aktualisiert. Alle drei Werte können, jeweils auf Abruf, angezeigt werden. Niedrige Pegel lassen sich mit der Mittelwertanzeige wesentlich genauer messen als mit der normalen Dosisleistungsanzeige, die doch immer gewissen Schwankungen unterworfen ist. Dies wirkt sich besonders bei der Ermittlung niedriger Kontaminationswerte mit Außensonden vorteilhaft aus.

Das Gerät verfügt über Warnschwellen für die Dosisleistung, und, in einigen Ausführungen, auch für die Dosis. Einige Ausführungen erlauben das freie Programmieren von Warnschwellen. Der akustische Nachweis von Einzelimpulsen ist mit allen Ausführungen möglich.

Besondere Vorzüge des Gerätes sind die robuste und wasserdichte Bauart sowie die einfache Handhabung. Eine irrtumsfreie Bedienung wird durch die weitgehende Automatisierung der Umschaltvorgänge bei Bereichsänderungen gewährleistet, die eindeutigen LCD-Anzeigen tragen ebenfalls hierzu bei.

An einem Sondenanschluss können Sonden für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt werden: Messung von Photonenstrahlung hoher oder niedriger Dosisleistung, Nachweis von Alpha- und Betastrahlung, Kontaminationsmessungen an festen und flüssigen Materialien. Der Dosisleistungsmesser, gegebenenfalls in Verbindung mit einer Sonde, ist daher für viele Strahlenschutzmessungen besonders gut verwendbar.

Auf die messtechnischen Eigenschaften der Sonden wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen, für die Sonden sind zusätzliche Gebrauchsanweisungen erhältlich. Hier werden nur diejenigen Eigenschaften der Sonden beschrieben, die durch das 6150AD und nicht durch die Sonde selbst festgelegt sind. Zu diesen Eigenschaften gehören beispielsweise die Anzeigebereiche und Warnschwellen der Sonden.

Die Buchse für den Sondenanschluss enthält auch einen seriellen Ausgang, über den die angezeigte Dosisleistung in einen Computer eingelesen werden kann.

2. Die verschiedenen Ausführungen des 6150AD

Die verschiedenen Ausführungen ergeben sich aus der historischen Entwicklung. Die Serienproduktion begann im Jahre 1986 mit den Ausführungen 6150AD1 und 6150AD2. Diese beiden Ausführungen unterscheiden sich im Typ des eingebauten Zählrohrs und somit im Messbereich. Das 6150AD1 hat ein kleineres, d.h. weniger empfindliches Zählrohr (Typ ZP1310), welches Messungen bis zu Dosisleistungen von 1 Sv/h gestattet. Das 6150AD2 hat ein größeres Zählrohr (Typ ZP1200), welches dann nur Messungen bis 10 mSv/h erlaubt, aber wegen seiner wesentlich höheren Empfindlichkeit besser für niedrige Dosisleistungen geeignet ist. Es hängt von der jeweiligen Anwendung ab, welcher Typ besser geeignet ist. Sind Dosisleistungen über 10 mSv/h nicht zu erwarten, ist das 6150AD2 vorzuziehen, andernfalls das 6150AD1. Von Bedienung und Funktion her sind beide Typen völlig identisch.

Im Zuge praktischer Erfahrungen mit dem 6150AD1/2 äußerten Anwender Wünsche nach zusätzlichen Funktionen wie z.B.:

- Schutz vor versehentlichem Ausschalten,
- nichtflüchtige Speicherung der Dosis des Innenzählrohrs,
- Dosiswarnung,
- frei programmierbare Warnschwellen für Dosis und Dosisleistung,
- bessere Auflösung (mehr Nachkommastellen) bei der Anzeige von Dosis, Warnschwelle usw..

Wir sind diesen Wünschen nachgekommen, indem wir das Programm des Mikroprozessors entsprechend erweitert haben. Allerdings machen diese Zusatzfunktionen notgedrungen die Bedienung etwas aufwändiger, und manche Anwender bevorzugen deshalb eine einfache Version. Für solche Anwender sollten die Typen 6150AD1/2 nach wie vor verfügbar sein. Deshalb nannten wir die »intelligenteren« Nachfolger 6150AD3 und 6150AD4 und brachten sie 1990 auf den Markt. Das 6150AD3 ist intern genau so aufgebaut wie das 6150AD1, hat also insbesondere auch das gleiche Zählrohr, und ist somit der intelligentere Nachfolger des 6150AD1. Ein 6150AD3 unterscheidet sich innerlich von einem 6150AD1 nur im Inhalt des Programmspeichers (EPROM). Im gleichen Sinne ist das 6150AD4 der Nachfolger des 6150AD2.

Im Jahre 1994 kam die Szintillatorsonde 6150AD-b auf den Markt. Diese Sonde erforderte wiederum eine Veränderung am 6150AD, und zwar aus folgenden Gründen: Wie bereits weiter vorne erwähnt, stellt das 6150AD beim Anschluss einer Sonde Anzeigebereiche und Einheiten automatisch ein. Hierzu benötigt das 6150AD gewisse Informationen zu jedem Sondentyp. Den bisherigen Geräten 6150AD1-4 ist der neue Sondentyp 6150AD-b nicht bekannt, bei Anschluss eines unbekanntes Sondentyps zeigen die Geräte »Err ext« an. Daher wurden die Typen 6150AD5 und 6150AD6 geschaffen, welche auch die Sonde 6150AD-b erkennen. Außerdem wurde bei dieser Gelegenheit als weitere Zusatzfunktion die Anzeige der relativen Standardabweichung des Mittelwertes eingeführt. Die Ausführungen 6150AD5/6 unterscheiden sich von ihren Vorgängern 6150AD3/4 wiederum nur im Inhalt des Programmspeichers.

Durch die Einführung der Typen 6150AD5/6 wurden die Typen 6150AD3/4 praktisch überflüssig. Der Funktionsumfang ist fast identisch, und die zusätzliche Fähigkeit des 6150AD5/6, die Sonde 6150AD-b zu erkennen, kann auf keinen Fall schaden. Bei Neuanschaffung gibt es daher kaum ein Motiv, das 6150AD3/4 dem 6150AD5/6 vorzuziehen. Das 6150AD3/4 ist aber dennoch weiterhin verfügbar.

Die nächste Änderung ergab sich im Jahre 2000 durch Einführung der neuen Messgrößen. Bis zu diesem Zeitpunkt waren alle Ausführungen für die Photonen-Äquivalentdosis H_x (bzw. deren Dosisleistung \dot{H}_x) bestimmt. Jetzt wurden Ausführungen für die Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ (bzw. deren Dosisleistung $\dot{H}^*(10)$) erforderlich. Damit diese neuen Messgrößen richtig erfasst werden, muss die Energieabhängigkeit geeignet geändert werden. Dies ist nur durch eine geänderte Energiekompensation

des Zählrohres möglich. Die Energiekompensation besteht aus einer Schwermetall-Legierung, die das Zählrohr umhüllt. Wenn man die Energiekompensation eines beliebigen 6150AD1-6 entsprechend ändert, und das Gerät neu kalibriert, ist es für $H^*(10)$ geeignet. Die ganzen Funktionen bleiben hierbei unverändert, es muss grundsätzlich auch kein Programm (EPROM) gewechselt werden.

Für die Sonden gilt Entsprechendes, d.h. Sonden für $H^*(10)$ benötigen ebenfalls eine andere Energiekompensation. Hier stellt sich nun die Frage, was geschieht, wenn 6150AD und Sonde für verschiedene Messgrößen ausgelegt sind. Prinzipiell gibt es hier keine Probleme, da jedes Gerät in seiner Messgröße misst. Bei Betrieb mit einer Sonde gelten deren technische Daten, insbesondere auch deren Messgröße. Eine Sonde, die für H_x ausgelegt ist, liefert immer nur Messwerte für H_x , auch wenn das als Anzeigegerät verwendete 6150AD bereits für $H^*(10)$ ausgelegt ist. Umgekehrt liefert eine Sonde, die für $H^*(10)$ ausgelegt ist, immer nur Messwerte für $H^*(10)$, auch an einem für H_x ausgelegten 6150AD. Dennoch wurde die Kombinierbarkeit von 6150AD und Sonden bewusst eingeschränkt, siehe hierzu die folgenden Bemerkungen sowie die Tabelle auf Seite 5.

Es ist prinzipiell möglich, mit einer Mischung aus Dosisleistungsmessern 6150AD und Sonden zu arbeiten, die nicht einheitlich für dieselbe Messgröße ausgelegt sind. Man muss allerdings genau darauf achten, dass bei einer Protokollierung und weiteren Verarbeitung der Messwerte auch die Messgröße mit angegeben wird. Dies ist ein allgemeiner Grundsatz, der überall im Strahlenschutz beachtet werden muss, wenn während einer Übergangszeit alte und neue Messgrößen nebeneinander verwendet werden.

Der Mischbetrieb erfordert also zusätzliche Aufmerksamkeit des Benutzers. Dies ist ein gewisser Nachteil. Der Vorteil des Mischbetriebs liegt im Bestandsschutz: Wenn ein Gerätebestand erweitert oder umgerüstet wird, muss dies nicht für alle Geräte gleichzeitig geschehen.

Andererseits könnte man die neuen $H^*(10)$ -Versionen von 6150AD und Sonden so auslegen, dass immer nur Geräte für dieselbe Messgröße miteinander arbeiten. Damit kommt man insbesondere den Anforderungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) nach, wonach die Messgröße eindeutig am Anzeigegerät erkennbar sein muss.

Wir haben uns entschlossen, beide Möglichkeiten anzubieten. Dies bedeutet, dass es für 6150AD und Sonden zwei $H^*(10)$ -Ausführungen gibt. Die für Mischbetrieb zwischen H_x und $H^*(10)$ geeigneten Geräte erhalten den Anhang »/H« an die alte Typenbezeichnung, die nur für $H^*(10)$ geeigneten Geräte erhalten den Anhang »/E« an die alte Typenbezeichnung. Die »/H«-Ausführungen sind nicht eichfähig, da sie der PTB-Anforderung nach Anzeige der Messgröße auch bei Sondenbetrieb nicht genügen.


Damit beantwortet sich auch die Frage nach der Möglichkeit, Geräte von H_x auf $H^*(10)$ umzurüsten: Wenn man auf eichfähige Geräte angewiesen ist, müssen 6150AD und Sonde gleichzeitig auf die »/E«-Ausführung umgerüstet werden, weil ein 6150ADx/E nur mit einer »/E«-Sonde zusammen arbeitet. Falls man nicht auf eichfähige Geräte angewiesen ist, kann man 6150ADs und Sonden über einen längeren Zeitraum oder auch nur teilweise auf die »/H«-Ausführung umrüsten, ohne dabei die Verträglichkeit der Geräte untereinander zu verlieren.

Wenn ein 6150AD auf eine »/H«-Ausführung umgerüstet wird, müssen Energiekompensation und Typenschild gewechselt werden. Dies ist auch bei den ältesten Geräten noch möglich. Wenn ein 6150AD auf eine »/E«-Ausführung umgerüstet wird, muss zusätzlich auch die Programmversion geändert werden. Dies ist erst ab Hardware-Version 2 möglich. Demnach lassen sich Geräte der Hardware-Version 1 *nicht* in eine »/E«-Ausführung umrüsten. Welche Hardware-Version ein Gerät enthält, ergibt sich aus seiner Seriennummer, siehe hierzu die Tabelle am Ende der nächsten Seite.

Sowohl bei »/H«- wie bei »/E«-Ausführungen ist die Messgröße $H^*(10)$ auf dem Typenschild vermerkt und somit deutlich hervorgehoben. Wenn auf dem Gerät keine Messgröße angegeben ist und auch der Zusatz »/H« bzw. »/E« fehlt, handelt es sich auf jeden Fall um ein Gerät für die alte Messgröße H_x .

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die verschiedenen Ausführungen des 6150AD.

Ausführungen des Dosisleistungsmessers 6150AD

	Bereich bis	Messgröße	Zusatzfunktionen	Eignung für Sonde 6150AD-b	Programmversion		PTB-Zulassung 
					EPROM	Flash	
6150AD1	1 Sv/h	H _x	nein	nein	1.12	1.14	23.03 / 86.08
6150AD3			ja	nein	34.01	34.03	23.03 / 90.01
6150AD5			ja	6150AD-b (/H)	39.03	39.05	23.03 / 94.12
6150AD1/H		H*(10)	nein	nein	1.12	1.14	keine
6150AD3/H			ja	nein	34.01	34.03	keine
6150AD5/H			ja	6150AD-b (/H)	39.03	39.05	keine
6150AD1/E			nein	nein	1.13	1.15	23.51 / 05.03
6150AD3/E			ja	nein	34.02	34.04	23.51 / 05.04
6150AD5/E			ja	nur 6150AD-b/E	39.04	39.06	23.51 / 05.05
6150AD2	10 mSv/h	H _x	nein	nein	1.12	1.14	23.03 / 86.09
6150AD4			ja	nein	34.01	34.03	23.03 / 90.02
6150AD6			ja	6150AD-b (/H)	39.03	39.05	23.03 / 94.13
6150AD2/H		H*(10)	nein	nein	1.12	1.14	keine
6150AD4/H			ja	nein	34.01	34.03	keine
6150AD6/H			ja	6150AD-b (/H)	39.03	39.05	keine
6150AD2/E			nein	nein	1.13	1.15	23.51 / 01.03
6150AD4/E			ja	nein	34.02	34.04	23.51 / 01.05
6150AD6/E			ja	nur 6150AD-b/E	39.04	39.06	23.51 / 01.07

Auch die Elektronik (Hardware) war einer Weiterentwicklung unterworfen. Die Hardware-Version 2 wurde durch die erweiterte Funktionalität der Modelle 6150AD3 und 6150AD4 erforderlich. Als die Hardware-Version 2 wegen fehlender Verfügbarkeit mancher elektronischer Bauteile nicht mehr hergestellt werden konnte, wurde sie durch Hardware-Version 3 abgelöst. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die drei Hardware-Versionen:

Hardware-Version	Baujahre	Modelle	Seriennummern	Bemerkungen
1	1986 bis 1989	nur 6150AD1(/H) und 6150AD2(/H)	6150AD1: bis 64 039 6150AD2: bis 65 601	Logik-ICs als SMDs (surface mounted devices), andere Bauteile in konventioneller (bedrahteter) Bauform. Mikroprozessor mit EPROM 27C32 (24 Pins, 4 kBytes).
2	1990 bis 2003	alle Ausführungen	bis 114 924	Überwiegend SMDs. Mikroprozessor mit EPROM 27C64 bis max. 27C512 (28 Pins, 8 kBytes bis max. 64 kBytes).
3	seit 2004	alle Ausführungen	ab 114 925	Bis auf Trafos und Kalibrierschalter nur SMDs. Mikroprozessor mit Flash-Speicher (60 kBytes).

Das 6150AD kennt folgende Sievert-Sonden (Anzeige in Sv/h), wobei es diese Sonden ebenfalls in »/H«- und »/E«-Ausführungen gibt:

- Gammasonde 6150AD-15 (/H, /E),
- Gammasonde 6150AD-18 (/H, /E),
- Teleskopsonde 6150AD-t (/H, /E),
- Szintillatorsonde 6150AD-b (/H, /E) (nur mit 6150AD5/6 als Anzeigerät).

Weiterhin kennt das 6150AD folgende Impuls-Sonden (Anzeige in Impulsen pro Sekunde):

- Alpha-Beta-Gammasonde 6150AD-17,
- Flüssigkeitssonde 6150AD-19,
- Allgemeine Impuls-Sonde 6150AD-0 (z.B. 6150AD-k, Cerberus 763).

Die Impuls-Sonden dienen dem Nachweis von Kontaminationen oder Aktivitäten, nicht der Messung von Dosisleistung. Daher sind sie von den neuen Messgrößen nicht betroffen, es müssen deshalb auch keine neuen Ausführungen für die neuen Messgrößen geschaffen werden.

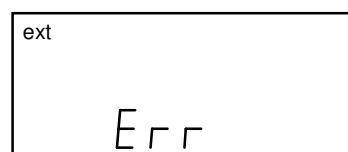
Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Verträglichkeit der verschiedenen Ausführungen von 6150AD und Sonden untereinander.

Verträglichkeit mit Sonden

Sonde	Anzeigerät		
	6150AD1 - 6150AD6	6150AD1/H - 6150AD6/H	6150AD1/E - 6150AD6/E
Sievert-Sonden für H_x	ja	ja	Fehler 2
Sievert-Sonden für $H^*(10)$ /H-Ausführung	ja	ja	Fehler 2
Sievert-Sonden für $H^*(10)$ /E-Ausführung	Fehler 1	Fehler 1	ja
Impuls-Sonden	ja	ja	ja

Ein »ja« in dieser Tabelle bedeutet, dass Anzeigerät und Sonde normal miteinander arbeiten. Bei Fehler 1 und 2 ist eine Ablesung von Messwerten nicht möglich; statt dessen wird eine Fehlermeldung angezeigt:

Fehler 1:



Fehler 2:



xy = 15
18
t
b

Hierbei blinkt »ext« bzw. »ext xy«. Mit Fehler 1 gibt das Gerät zu erkennen, dass ihm die angeschlossene Sonde unbekannt ist. Dieser Fehler wird von allen 6150ADs auch dann angezeigt, wenn auf Grund eines Defektes der Sonde deren Kennung nicht richtig gelesen werden kann.

Mit Fehler 2 zeigt das Gerät an, dass ihm die angeschlossene Sonde zwar bekannt ist, dass aber keine Messwerte angezeigt werden, weil die Sonde nicht für $H^*(10)$ ausgelegt ist. Dieser Fehler wird nur von den »/E«-Ausführungen des 6150AD ausgegeben.

In Bedienung und Funktion sind die Ausführungen für H_x und $H^*(10)$ völlig identisch. Deswegen werden im Folgenden die Kennungen »/H« und »/E« nur dort ausdrücklich erwähnt, wo sie von Bedeutung sind, z.B. bei der Energie- und Richtungsabhängigkeit. Ansonsten gelten alle Angaben zu einem Typ 6150ADx auch für die zugehörigen $H^*(10)$ -Ausführungen 6150ADx/H und 6150ADx/E.

Hinsichtlich der Bauartzulassung weist die PTB ausdrücklich auf folgenden Sachverhalt hin:

Die Bauartzulassung zur Eichung bezieht sich lediglich auf den Teil der Anzeige, der nur durch künstlich erzeugte Photonenstrahlung erzeugt wird. Das bedeutet: Zur Ermittlung eines eichrechtlich relevanten Messwertes muss von der Anzeige, die bei Bestrahlung mit Photonenstrahlung vorhanden ist, die Anzeige subtrahiert werden, die durch Umgebungsstrahlung und den apparativen Nulleffekt erzeugt wird.

Der apparative Nulleffekt bei Abwesenheit von ionisierender Strahlung betrug für das Prüfmuster 6150AD6/E der Bauartprüfung etwa 7 nSv/h und für das Prüfmuster 6150AD5/E der Bauartprüfung etwa 4 nSv/h (bestimmt im PTB-Untergrundlabor).

Nach PTB-A 23.3, Stand November 2000, darf der apparative Nulleffekt bei diesen Geräten maximal 50 nSv/h (bzw. 5% der unteren Messbereichsgrenze) sein.

Der Umgebungsuntergrund im PTB-Untergrundlabor beträgt etwa 0,8 nSv/h bis 1 nSv/h. Es sind keine nachweisbaren Neutronen und nur 10^{-4} bis 10^{-5} Myonen verglichen mit der Anzahl an der Erdoberfläche dort vorhanden.

3. Aufbau

3.1 Gehäuse

Das wasserdichte Gehäuse des Dosisleistungsmessers besteht aus einer seewasserbeständigen Aluminium-Druckguss-Legierung. Die Oberfläche des Gehäuses ist anthrazitfarben mit Aluminiumoxid beschichtet, da diese Form der Oberflächenbehandlung wesentlich robuster und kratzfester als eine Lackierung ist.

Auf der Rückseite des Gerätes befinden sich eine Kurzbedienungsanweisung und der mit zwei Drehverschlüssen versehene Batteriefachdeckel. Das Batteriefach ist von dem Gerätefach durch eine wasserdichte Zwischenwand getrennt, sodass bei Batteriewechsel keine Feuchtigkeit oder sonstige Verunreinigung in das Innere des Gerätes gelangen können.

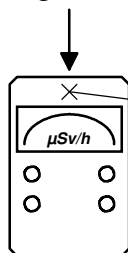
Zwei Gurtösen an den unteren Ecken des Gerätes dienen zur Befestigung eines Tragriemens.

Die Gehäuseausführung entspricht der Schutzart IP 67 nach DIN 40050 (Schutz gegen Staubeintritt und Schutz beim Eintauchen in Wasser), das Gerät ist daher leicht dekontaminierbar.

3.2 Zählrohrposition

Das Zählrohr befindet sich in der Mitte der Stirnseite, unmittelbar hinter der Gehäusewand. Ein Markierungspunkt für die Vorzugsrichtung und zum Aufsetzen eines Prüfstrahlers ist auf der Stirnseite angebracht, auf der Oberseite ist über der Anzeige die Vorzugsrichtung nochmals durch ein dreieckiges Pfeilsymbol angedeutet.

Vorzugsrichtung: senkrecht auf die runde Markierung auf der Stirnseite



Bezugsort (Mitte) des Zählrohrs:
12 mm hinter der Stirnseite

3.3 Anzeige





Als Anzeige dient eine Flüssigkristallanzeige (LCD) mit einer Elektroluminiszenz(EL)-Folie als Hintergrundbeleuchtung.

3.4 Lautsprecher

Die Tonabstrahlung des eingebauten Piezo-Lautsprechers erfolgt über die Gehäusefläche zwischen den Bedienungstasten, sodass keine Öffnung für den Lautsprecher erforderlich ist.

3.5 Tasten

Auf der Oberseite befinden sich vier Bedienungstasten aus Silikonkautschuk mit deutlich spürbarem Druckpunkt, die auch mit Arbeitshandschuhen gut zu bedienen sind:

1. Ein-Aus-Taste, Symbol 
2. Abruftaste (Pfeiltaste) zur Einstellung verschiedener Anzeigezustände, Symbol 
3. Beleuchtungstaste, Symbol 
4. Signaltaste für akustische Signale und Warnschwelleinstellung, Symbol 

3.6 Sondenbuchse

Der Anschluss von Sonden erfolgt an der Buchse auf der linken Geräteseite. Der Stecker des Sondenkabels ist mit einer Verriegelung ausgestattet. Dies ist bei der Bedienung zu beachten, siehe hierzu Abschnitt 5.1.

4. Funktionen

4.1 Dosisleistungsmessung

Die Dosisleistung wird gleichzeitig analog und digital angezeigt. Die logarithmische bogenförmige Analog-Balkenanzeige überstreicht zwei Dekaden, die Überlappung zwischen den Bereichen beträgt jeweils eine Dekade. Die Bereichsumschaltung erfolgt automatisch, hierbei werden auch die Skala der Analoganzeige und die Einheit umgeschaltet, sodass eine einfache und irrtumsfreie Ablesung gewährleistet ist. Bei der Bereichsumschaltung ertönt kurzfristig ein akustisches Signal, um auf die Änderung aufmerksam zu machen.

Die Digitalanzeige ist die Hauptanzeige. Die Analoganzeige gilt nur als Trendanzeige und ist zur Eichung nicht zugelassen, weil sie nicht die erforderliche Auflösung (Ablesegenauigkeit) bietet.

Die Dosisleistung wird einmal pro Sekunde neu berechnet und angezeigt. Dieser Takt wurde aus ergonomischen Gründen gewählt, da eine schnellere Änderung der Anzeige, insbesondere der Digitalanzeige, nicht mehr gut ablesbar ist. Dies muss beachtet werden, wenn mit dem Gerät Änderungen der Dosisleistung erkannt werden sollen. Ein kurzes »Vorbeiwischen« an einer Strahlenquelle wird das Gerät kaum erkennen, hier muss man dem Gerät mindestens einige Takte, d.h. einige Sekunden zugestehen. Die Dauer, die das Gerät bis zur Einstellung auf einen neuen Dosisleistungswert benötigt, hängt vom Ausmaß der Änderung bezogen auf den Ausgangswert ab. Der Mikroprozessor sorgt

automatisch dafür, dass diese Dauer so gering wie möglich ist, indem er die Zeitkonstante nach den Gesetzen der Statistik so gleiten lässt, dass ein möglichst guter Kompromiss aus schneller Reaktionszeit und ruhiger Anzeige gefunden wird.

4.2 Akustischer Einzelimpulsnachweis

Wenn der akustische Einzelimpulsnachweis eingeschaltet ist, sind die Zählrohrimpulse gewissermaßen »hörbar«. Dies kann insbesondere das Erkennen von Änderungen der Dosisleistung erleichtern. Deswegen ist mit Einschalten des Gerätes auch der akustische Einzelimpulsnachweis eingeschaltet, er kann jedoch mit der Signaltaste auch ausgeschaltet werden. Das Lautsprechersymbol rechts oben im LCD gibt Auskunft darüber, ob der akustische Einzelimpulsnachweis eingeschaltet ist.

Man beachte jedoch, dass der Piezo-Lautsprecher maximal ca. 15 Töne pro Sekunde abgeben kann, während bei hohen Dosisleistungen weit mehr als 15 Zählrohrimpulse pro Sekunde auftreten. Die Häufigkeit der Töne spiegelt damit nur den unteren Teil des Messbereiches des Gerätes wieder. Man versuche daher nicht, die Dosisleistung aus der Häufigkeit der Töne abzuschätzen; die Töne stellen nur ein akustisches Hilfsmittel bei kleinen Dosisleistungen dar.

4.3 Dosisleistungswarnung

Wenn die Dosisleistung die Dosisleistungswarnschwelle erreicht oder überschreitet, ertönt ein intermittierender Warnton (zwei Töne pro Sekunde). Optisch wird die Schwellenüberschreitung durch Blinken des Lautsprechersymbols im LCD angezeigt, bei /E-Typen zusätzlich durch die blinkende Analogskala. Der Warnton kann durch Druck auf die Signaltaste gelöscht werden, das Blinken der Symbole bleibt jedoch erhalten. Wenn die Dosisleistung wieder unter die Warnschwelle absinkt, verschwindet auch die Warnung.

Die Dosisleistungswarnung wird nur im Zustand der Dosisleistungsanzeige abgegeben. Beim 6150AD1/2 muss dieser Zustand eingestellt sein, um einen Dosisleistungsalarm zu erkennen. Das 6150AD3/4/5/6 hingegen schaltet automatisch in den Zustand Dosisleistungsanzeige, wenn ein Dosisleistungsalarm neu entsteht. Daher kann beim 6150AD3/4/5/6 ein Dosisleistungsalarm auch dann nicht übersehen werden, wenn man zum Zeitpunkt seiner Entstehung gerade einen anderen Anzeigezustand eingestellt hatte.

Alle Ausführungen haben einen Satz von festen Dosisleistungswarnschwellen, von denen eine ausgewählt werden kann. Das 6150AD3/4/5/6 bietet außerdem noch eine frei programmierbare Warnschwelle, siehe hierzu Abschnitt 12.1.

Ein Dosisalarm (nur bei 6150AD3/4/5/6 vorhanden) hat Vorrang gegenüber dem Dosisleistungsalarm.

4.4 Mittelwert der Dosisleistung

Das Gerät misst ständig den Mittelwert der Dosisleistung, der auf Tastendruck angezeigt werden kann. Dies ist insbesondere bei kleinen Dosisleistungen von Vorteil, wenn die direkte Dosisleistungsanzeige relativ starken Schwankungen unterworfen ist. Man kann hiermit, allerdings unter entsprechend erhöhtem Zeitaufwand, eine statistische Genauigkeit erreichen, wie sie sonst nur mit wesentlich aufwändigeren empfindlicheren Geräten möglich ist.

Bei der Interpretation des Mittelwertes sind jedoch zwei Dinge zu beachten:

- Der Mittelwert ist nur dann aussagekräftig, wenn während der Dauer seiner Ermittlung konstante Bedingungen herrschten. Wenn beispielsweise ein Strahlungsfeld mit Hilfe des Mittelwertes genauer abgemessen werden soll, muss es sich um ein zeitlich konstantes Strahlungsfeld handeln, und das

Gerät muss während der Messung am gleichen Ort bleiben. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, ergibt die Messung nur eine wenig sinnvolle zeitliche und räumliche Mittelung.

- Die absolute Genauigkeit des Mittelwertes darf nicht überschätzt werden. Man kann zwar den statistischen Fehler des Mittelwertes durch lange Messdauer fast beliebig klein werden lassen, aber der Einfluss anderer Größen wie Genauigkeit der Kalibrierung, Umgebungstemperatur, Energie und Einfallrichtung der Strahlung, Eigennulleffekt des Zählrohres usw. wird dadurch nicht ausgeschaltet. Wenn man beispielsweise ein 6150AD2/4/6 bei natürlicher Umgebungsstrahlung von ca. 70 nSv/h für 24 Stunden sich selbst überlässt, hat man einen statistischen Fehler von ca. 1 nSv/h. Dies bedeutet aber keinesfalls, dass man die natürliche Umgebungsstrahlung mit dieser Genauigkeit bestimmt hat. Dies ergibt sich schon durch den apparativen Untergrund des Gerätes, der zwar kompensiert wird, der aber dennoch von Gerät zu Gerät etwas unterschiedlich ist, sodass trotz dieser Kompensation noch ein Untergrund von etwa 10 nSv/h bleiben kann.

Der Mittelwert kann also nur dazu dienen, den statistischen Fehler bei Messungen unter konstanten Bedingungen zu senken. Ein typisches Beispiel hierfür ist die radiologische Kontrolle des Gerätes mit einem Prüfstrahler. Hierzu muss das Gerät möglichst genau abgelesen werden, und die Ablesung wird mit einem Bezugswert verglichen. Dabei kommt es weniger auf den Absolutwert an, als auf den genauen Vergleich zweier Werte, wofür der Mittelwert bestens geeignet ist. Ein weiteres Beispiel ist die Messung von Kontaminationen mit einer Sonde. Durch zwei Mittelwertmessungen mit und ohne zu prüfendem Objekt lässt sich z.B. ein Anstieg der Impulsrate von 0,1 auf 0,3 Impulse pro Sekunde recht gut nachweisen, was durch direkte Ablesung der Impulsrate nicht oder nur sehr ungenau möglich wäre.

Der Mittelwert wird mit zunehmender Messdauer immer genauer. Um dem Benutzer einen Anhaltspunkt für die Genauigkeit zu geben, blinkt die Digitalanzeige so lange, bis eine statistische Genauigkeit (genau: eine relative Standardabweichung) von 5% erreicht ist. Die verschiedenen Geräteausführungen verwenden leicht unterschiedliche Methoden, das Erreichen der statistischen Genauigkeit von 5% zu erkennen: Das 6150AD1/2/3/4 geht von einer Standardabweichung von höchstens 5% aus, sobald die Berechnung des Mittelwertes auf mindestens 400 Impulsen beruht. Dies ist auch korrekt, wenn es sich um statistisch verteilte Zählrohripulse handelt. Das 6150AD5/6 muss auch die Impulse der Szintillatorsonde 6150AD-b verarbeiten, bei denen es sich jedoch nicht um statistisch verteilte Zählrohripulse handelt. Das 6150AD5/6 berechnet daher die Standardabweichung des Mittelwertes nicht aus der Impulszahl, sondern aus der Schwankung der Dosisleistungswerte. Unter konstanten Bedingungen sind beide Methoden gleichwertig. Wenn sich jedoch während der Mittelwertbildung die Bedingungen ändern, d.h. wenn sich die Dosisleistung ändert, wird auch die aus der Schwankung berechnete Standardabweichung plötzlich wieder anwachsen. Daher kann es beim 6150AD5/6 passieren, dass die Mittelwertanzeige wieder anfängt zu blinken, nachdem sie zuvor bereits statisch war. Dies deutet dann auf veränderliche Bedingungen hin. Das 6150AD1/2/3/4 erkennt eine solche Änderung der Bedingungen nicht, da es nur die gesamte Impulszahl betrachtet. Wie bereits erwähnt, ist eine Mittelwertmessung ohnehin nur unter konstanten Bedingungen sinnvoll, unter denen beide Methoden gleichwertig sind. Das 6150AD5/6 bietet demnach die zusätzliche Funktion, dass veränderliche Bedingungen durch Anwachsen der Standardabweichung erkannt werden können.

Die Bildung des Mittelwertes beginnt mit Einschalten des Gerätes und ist zeitlich nicht befristet. Sie wird erneut begonnen, wenn eine Sonde angeschlossen oder abgezogen wird. Beim 6150AD3/4/5/6 lässt sich die Bildung des Mittelwertes außerdem durch Tastendruck neu starten. Weiterhin lässt sich beim 6150AD5/6 auch die relative Standardabweichung des Mittelwertes anzeigen.

Für Benutzer, die mit der Bedeutung der relativen Standardabweichung nicht sehr vertraut sind, sei diese kurz erläutert: Wenn man einen Messwert (z.B. 100) mit einer relativen Standardabweichung (z.B. 3%) ermittelt hat, bedeutet dies nicht, dass der »wahre« Wert (der Wert, den man durch beliebig lange Messzeit ermittelt hätte), garantiert im Bereich $100 \pm 3\%$, d.h. im Bereich 97 bis 103 liegt. Es bedeutet

nur, dass der wahre Wert mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in diesem Bereich liegt. Die Theorie der Statistik besagt:

Innerhalb einer Standardabweichung liegen:	68,27%,
innerhalb zweier Standardabweichungen liegen:	95,45%,
innerhalb dreier Standardabweichungen liegen:	99,73% aller Messwerte.

Auf das genannte Beispiel übertragen bedeutet dies, dass der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 68% im Bereich von 97 bis 103 liegt. Anders formuliert besteht eine Wahrscheinlichkeit von $(100-68)\% = 32\%$, dass der wahre Wert außerhalb dieses Bereiches liegt. Nimmt man drei Standardabweichungen statt einer ($3 \cdot 3\% = 9\%$), gelangt man zu der Aussage, dass der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 99,7% im Bereich $100 \pm 9\%$, also 91 bis 109, liegt. Das »Restrisiko«, dass der wahre Wert außerhalb dieses Bereiches liegt, beträgt dann nur noch ca. $(100-99,7)\% = 0,3\%$. Es hängt von der jeweiligen Anwendung ab, wie genau ein Messwert benötigt wird. Oft wird die zweifache Standardabweichung angegeben, es wird dann von einem »Vertrauensniveau von zwei Sigma« entsprechend ca. 95% gesprochen.

4.5 Höchstwert der Dosisleistung

Das Gerät merkt sich den Höchstwert der Dosisleistung, der auf Tastendruck angezeigt werden kann. Dies kann beispielsweise nach einer Tätigkeit wie dem Ausmessen eines Strahlungsfeldes hilfreich sein.

Die Ermittlung des Höchstwertes beginnt mit Einschalten des Gerätes. Sie wird erneut begonnen, wenn eine Sonde angeschlossen oder abgezogen wird. Beim 6150AD3/4/5/6 lässt sich die Ermittlung des Höchstwertes außerdem durch Tastendruck neu starten.

4.6 Dosis

Die Dosis wird vom Gerät ständig aufsummiert und kann auf Tastendruck angezeigt werden. Beim 6150AD1/2 ist die Dosis nach Einschalten immer Null, ebenso nach Anschließen oder Abziehen einer Sonde. Das 6150AD3/4/5/6 verfügt über einen nichtflüchtigen Dosispeicher für die Dosis des Innenzählrohres, hier kann die Dosis nach Einschalten des Gerätes oder nach Abziehen einer Sonde ungleich Null sein. Diese so genannte Vordosis kann direkt nach Einschalten des Gerätes bzw. nach Abziehen der Sonde gelöscht werden.

4.7 Nichtflüchtige Speicherung der Dosis (nur 6150AD3/4/5/6)

Die nichtflüchtige Speicherung der Dosis gibt es nur beim 6150AD3/4/5/6, nicht beim 6150AD1/2. Unter »nichtflüchtig« ist eine Speicherung zu verstehen, die auch im stromlosen Zustand des Gerätes noch bestehen bleibt, also auch über das Ausschalten des Gerätes sowie einen Batteriewechsel hinweg.

Die Innendosis (d.h. die mit dem Innenzählrohr ermittelte Dosis) wird bei Ausschalten des Gerätes oder Anstecken einer Sonde in einen nichtflüchtigen Speicher übertragen.

Wenn neu mit dem Innenzählrohr gemessen werden soll, d.h. bei Einschalten des Gerätes oder Abziehen der Sonde, wird die Innendosis aus dem Speicher gelesen. Falls die Vordosis ungleich Null ist, wird sie sofort angezeigt, und der Benutzer muss durch Tastendruck entscheiden, ob er sie löschen oder als Startwert beibehalten will. Sobald diese erste automatische Dosisanzeige verlassen wurde (wie auch immer, mit oder ohne Löschen der Dosis), ist aus Gründen der Sicherheit kein weiteres Löschen der Dosis möglich.

Die Sondendosis wird bei allen Typen des 6150AD gleich behandelt, d.h. nach Anstecken der Sonde ist die Sondendosis Null, die Sondendosis ist nicht löscherbar, und nach Abziehen der Sonde ist die Sondendosis verloren.

Anmerkung: Da wie oben erwähnt die Innendosis nur bei Ausschalten des Gerätes oder Anstecken einer Sonde in den nichtflüchtigen Speicher übertragen wird, geht bei nicht angeschlossener Sonde die aktuelle Innendosis verloren, wenn dem Gerät im eingeschalteten Zustand die Batterie entnommen wird. Diese Tatsache kann man sich in folgendem Fall zu Nutze machen: Falls das Gerät nach einer Benutzung eine unplausibel hohe Dosis anzeigt (und noch nicht ausgeschaltet wurde) und der Verdacht besteht, die hohe Dosis könnte durch eine hohe Vordosis verursacht sein, so kann diese Vordosis ermittelt werden indem ohne vorheriges Ausschalten die Batterie entfernt und wieder eingelegt wird. Bei erneutem Einschalten zeigt das Gerät dann diese Vordosis an.

Die nichtflüchtige Speicherung der Dosis kann für manche Anwendungen störend sein, wenn nämlich immer mit Vordosis Null gearbeitet werden soll und das Löschen der Vordosis als lästiges Übel empfunden wird. Für solche Anwendungen kann das 6150AD3/4/5/6 derart programmiert werden, dass die Innendosis nach Einschalten oder Abziehen einer Sonde automatisch gelöscht wird und damit genau wie beim 6150AD1/2 behandelt wird.

4.8 Dosiswarnung (nur 6150AD3/4/5/6)

Die Dosiswarnung gibt es nur beim 6150AD3/4/5/6, nicht beim 6150AD1/2. Die Dosiswarnung besteht in einem automatischen Umschalten auf den Zustand »Dosisanzeige« bei Erreichen oder Überschreiten der Dosiswarnschwelle. Optisch wird der Dosisalarm bei der Dosisanzeige durch das blinkende Lautsprechersymbol und die blinkende Balkenanzeige dargestellt, akustisch durch einen Warnton von vier Tönen pro Sekunde (also doppelt so schnell wie bei der Dosisleistungswarnung). Die Dosiswarnung lässt sich quittieren, indem entweder mit der Abruftaste ein anderer Zustand als »Dosisanzeige« eingestellt wird, oder aber indem direkt mit der Signaltaste quittiert wird. In letzterem Fall erfolgt automatisch die Umschaltung auf Dosisleistungsanzeige.

Nach Quittierung des Dosisalarms wird eine erneute Dosiswarnung gegeben, sobald die Dosis um einen bestimmten Betrag weiter angestiegen ist; es wird eine »Dosis-Nachwarnung« gegeben. Dieser Betrag, der »Nachwarn-Abstand«, wird vom Gerät als ein bestimmter Prozentsatz der Warnschwelle berechnet. Eine Dosis-Nachwarnung kann genauso quittiert werden wie die Erstwarnung. Bei weiterem Ansteigen der Dosis erfolgt erneute Nachwarnung usw.; dadurch wird der Benutzer immer wieder auf die Überschreitung der Dosiswarnschwelle aufmerksam gemacht. Das Konzept der Nachwarnung sei anhand eines Zahlenbeispiels näher erläutert:

Dosiswarnschwelle:	250 μ Sv
Nachwarn-Abstand:	2% (2% von 250 μ Sv = 5 μ Sv)
Dosiswarnung erfolgt bei:	250 / 255 / 260 / 265 / ... μ Sv

In diesem Beispiel wird erstmals Dosiswarnung gegeben, wenn die Dosis 250 μ Sv erreicht oder überschreitet. Nach Quittieren des Dosisalarms wird erneute Dosiswarnung gegeben, wenn der nächste Wert aus der Kette der Nachwarnschwellen erreicht wird. Wenn also im obigen Beispiel die erste Dosiswarnung bei einer Dosis von 250-254 μ Sv quittiert wird, erfolgt die zweite Dosiswarnung bei 255 μ Sv; wenn hingegen die erste Dosiswarnung erst bei einer Dosis von 260-264 μ Sv quittiert wird, erfolgt die zweite Dosiswarnung bei 265 μ Sv. Für alle weiteren Nachwarnungen gilt Entsprechendes.

Der Nachwarn-Abstand lässt sich je nach Bedarf auf folgende Werte programmieren:

2% / 5% / 10% / keine Nachwarnung

wobei werkseitig 2% voreingestellt sind. Der Nachwarn-Abstand gilt für Innenzählrohr und für Sonden. Wenn »keine Nachwarnung« eingestellt ist, erfolgt nur eine Dosiswarnung beim erstmaligen Erreichen bzw. Überschreiten der Warnschwelle. Der Nachwarn-Abstand einer programmierten Warnschwelle wird erforderlichenfalls auf ganze Mikro-Sievert gerundet (z.B. 10% von 94 μ Sv = gerundet 9 μ Sv, 10% von 95 μ Sv = gerundet 10 μ Sv) wobei für den Abstand immer ein Mindestwert von 1 μ Sv und ein Maximalwert von 50 mSv gilt. Der Mindestwert von 1 μ Sv bewirkt insbesondere, dass bei

Warnschwellen kleiner 15 μSv unabhängig von der Einstellung 2%/5%/10% bei jedem weiteren μSv Nachwarnung ausgelöst wird.

Eine nicht quittierte Dosiswarnung oder Dosis-Nachwarnung hat Vorrang über einen gegebenenfalls gleichzeitig anstehenden Dosisleistungsalarm. Der Dosisleistungsalarm wird dann erst nach Quittierung des Dosisalarms angezeigt. Als nicht quittierte Dosiswarnung gilt die Dosisanzeige mit Dosiswarnton und blinkenden Symbolen, und zwar unabhängig davon, ob sich die Dosisanzeige automatisch als Dosiswarnung eingestellt hat oder ob nach der Quittierung einer Dosiswarnung die Dosisanzeige von Hand mit der Abruftaste eingestellt wurde.

Wenn in einem Strahlungsfeld mit hoher Dosisleistung gearbeitet wird und eine kleine Dosiswarnschwelle eingestellt ist, kann es vorkommen, dass durch ständige Dosisnachwarnungen das Gerät immer wieder in den Zustand »Dosisanzeige« schaltet und die anderen Zustände nicht mehr einstellbar sind. Neben dem empfohlenen Verlassen des Strahlenfeldes gibt es für diesen Fall noch folgende Abhilfe: Die Dosisnachwarnung wird durch Drücken der Signaltaste quittiert und die Signaltaste bleibt gedrückt; eine erneute Dosisnachwarnung wird dann erst nach Loslassen der Signaltaste ausgelöst. Während die Signaltaste noch gedrückt bleibt, können wie üblich die anderen Gerätezustände mit Hilfe der Abruftaste eingestellt werden.

Neben einem Satz von festen Dosiswarnschwellen bietet das 6150AD3/4/5/6 außerdem noch eine frei programmierbare Warnschwelle, siehe hierzu Abschnitt 12.2.

Auch für Impuls-Sonden können »Dosis«-Warnschwellen eingestellt werden. Das eben Gesagte gilt dann auch für diese Sondengruppe, wenn man »Dosis« durch »Impulszahl« und »1 μSv « durch »1 Impuls« ersetzt. Eine solche Impulszahlwarnschwelle kann man sich zu Nutze machen, wenn man eine Messung bis zum Erreichen einer gewissen Impulszahl, d.h. bis zum Erreichen einer gewissen Genauigkeit, durchführen will und sich automatisch auf das Ende der Messdauer hinweisen lassen will.

4.9 Batterieüberwachung

Als Stromversorgung dient eine 9-Volt-Batterie. Das Gerät misst die Batteriespannung bei Einschalten und danach alle fünf Minuten. Die Batteriespannung lässt sich jederzeit auf Tastendruck anzeigen. Neigt sich die Batterielebensdauer dem Ende zu, gibt das Gerät eine optische und akustische Warnung ab. Das Gerät bleibt nach erstmaligem Auftreten der Warnung mit einer Alkali-Mangan-Batterie noch ca. 70 Stunden betriebsfähig (ohne Beleuchtung).

Durch den geringen Stromverbrauch des Gerätes werden mit einer Alkali-Mangan-Batterie ca. 1000 Betriebsstunden erreicht (ca. 3000 Stunden bei Geräten mit der Hardware-Version 3). Mit Beleuchtung sinkt die Betriebsdauer drastisch auf ca. 60 Stunden. Obwohl Alkali-Mangan-Batterien empfohlen werden, können auch Zink-Kohle-Batterien verwendet werden. Ein Betrieb mit Akkus ist ebenfalls möglich. Allerdings gibt die Spannung von Akkus nur wenig Auskunft über ihre Kapazität, deswegen funktioniert die Batteriewarnung dann nur stark eingeschränkt.

4.10 Kalibrierung

Die Verarbeitung der Zählrohrimpulse zur Dosisleistung erfolgt in rein digitaler Form durch den Mikroprozessor. Kalibrierparameter liegen nicht als analoge Größen wie z.B. Einstellungen von Potentiometern vor, sondern als Zahlen, und sind somit immun gegen zeitliche Veränderungen. Durch diese Maßnahmen wird auch langfristig eine sehr hohe Messgenauigkeit erzielt. Das Gerät wird an zwei Punkten kalibriert und hat folglich zwei Kalibrierparameter. Ein Kalibrierparameter kompensiert exemplarspezifische Streuungen der Empfindlichkeit des Zählrohres, der andere Kalibrierparameter kompensiert Totzeitverluste. Die Kalibrierparameter können zu Kontrollzwecken zur Anzeige gebracht

werden, eine Veränderung ist aber nur nach Öffnen des Gerätes durch Einstellung zweier Schalter möglich.

4.11 Sondenbetrieb

Bei Anschluss einer Sonde wird das eingebaute Zählrohr des 6150AD automatisch abgeschaltet, es wird dann mit dem Detektor der Sonde gemessen. Der Sondentyp wird vom 6150AD automatisch erkannt und links oben im LCD angezeigt. Anzeigebereiche und Einheiten werden automatisch entsprechend dem Sondentyp gewählt. Einige Sondentypen werden hierbei mit der Einheit Impulse pro Sekunde angezeigt. Genau wie beim eingebauten Zählrohr werden auch die Impulse der Sonde rein digital verarbeitet, die in der Sonde eingestellten Kalibrierparameter werden hierzu über das Sondenkabel aus der Sonde gelesen. Deshalb muss keine feste Zuordnung zwischen Sonde und Gerät beachtet werden. Es kann also jede Sonde mit jedem Gerät betrieben werden, ohne dass befürchtet werden muss, die Anzeige der Sonde könne vom als Anzeigergerät verwendeten 6150AD abhängen.

Es gibt gewisse Einschränkungen für die Kombinierbarkeit von 6150AD und Sonden, siehe hierzu die Tabelle am Ende von Kapitel 2.

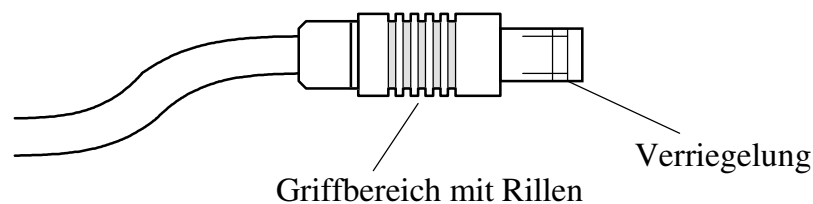
5. Bedienung

Bei der Bedienung des Gerätes ist zu beachten, dass alle Tasten jeweils für mindestens ca. 0,25 Sekunden gedrückt werden müssen. Ein flüchtiges Antippen einer Taste wird möglicherweise vom Gerät nicht erkannt. Dies begründet sich darin, dass der Mikroprozessor die Tasten nur in diesem Takt abfragt und zwischenzeitlich in einen Stromsparmodus geht.

Tastenbetätigungen, die eine Funktion auslösen, werden durch einen kurzen Ton bestätigt. Eine Ausnahme bildet die Beleuchtungstaste, bei der die Beleuchtung signalisiert, dass das Gerät den Tastendruck erkannt hat.

5.1 Verriegelung des Sondensteckers

Beim Betrieb mit Sonden ist Folgendes zu beachten: Der Stecker an den Sondenkabeln ist mit einer Verriegelung ausgestattet, die ein Herausrutschen des Steckers aus der Sondenbuchse verhindert. Wenn der Stecker ganz in die Buchse eingesteckt wird, rastet er hörbar ein. Um ihn wieder herauszuziehen, darf er nur im Bereich der Rillen angefasst werden, weil nur so die Verriegelung gelöst wird.



ACHTUNG! Versuchen Sie niemals, den Sondenstecker an seinem glatten Ende oder gar am Sondenkabel herauszuziehen! Aufgrund der Verriegelung des Steckers wäre eine Beschädigung des Sondenkabels unvermeidlich!

5.2 Einlegen der Batterie

Zum Öffnen des Batteriefaches müssen die am Batteriefachdeckel angebrachten Drehverschlüsse bis zum Anschlag eingedrückt und dann um ca. 45° nach links gedreht werden. Beim Schließen wird der Deckel leicht angedrückt, die Drehverschlüsse werden mit ihren Riefen senkrecht in Übereinstimmung mit den Riefen des Deckels gebracht, hineingedrückt, nach rechts bis zum Anschlag gedreht und dann losgelassen. Hierbei rastet der Verriegelungsstift des Drehverschlusses ein.

Der Batteriehalter mit den Kontaktzungen ist mechanisch so ausgeführt, dass die Batterie nicht verpolt eingelegt werden kann. Darüber hinaus verfügt das Gerät über einen elektronischen Verpolungsschutz, es wird durch Anlegen einer verpolten Spannung nicht beschädigt.

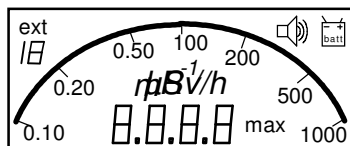
Bei längerer Nichtbenutzung des Gerätes sollte die Batterie herausgenommen werden.

5.3 Automatische Batteriewarnung

Sinkt die Batteriespannung unter 5,5 Volt, neigt sich die Batterielebensdauer dem Ende zu, und es wird eine optische und akustische Warnung abgegeben: Im LCD rechts oben blinkt das Batteriesymbol, und es ertönt ein Dauerwarnton. Der Warnton kann durch Druck auf die Signaltaste gelöscht werden, danach wird das Batteriesymbol statisch angezeigt. Diese automatische Batteriewarnung erfolgt unabhängig vom momentanen Anzeigezustand des Gerätes.

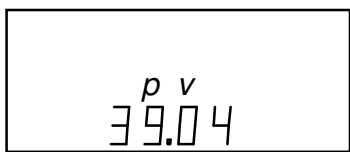
5.4 Ein- und Ausschalten, LösCHFunktion der Ein-Aus-Taste

Durch Drücken der Ein-Aus-Taste wird das Gerät eingeschaltet¹⁾. Solange die Taste gedrückt bleibt, sind alle Segmente des LCDs sichtbar und der Lautsprecher ist an. Damit lassen sich LCD und Lautsprecher überprüfen. Dieser »Lamptest« sieht etwa wie folgt aus:



Lamptest

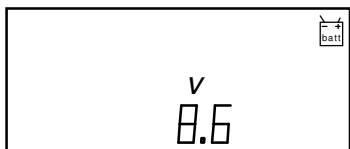
Nach Loslassen der Taste wird für ca. zwei Sekunden die Programmversion der Software angezeigt (nur »/E«-Ausführungen):



Anzeige der Programmversion (p v)

Nur bei »/E«-Ausführungen
6150AD1/E bis 6150AD6/E

Danach wird für ca. zwei Sekunden die Batteriespannung angezeigt, um bei jedem Einschalten automatisch einen Hinweis auf den Batteriezustand zu geben:



Anzeige der Batteriespannung in Volt

Danach geht das Gerät in seinen Grundzustand, die Dosisleistungsanzeige.

¹⁾ Bei Geräten der Hardwareausführung 3 kann es in sehr seltenen Fällen vorkommen, dass der Mikroprozessor beim Einschalten des Gerätes nicht richtig anläuft. Dieser Effekt ist derzeit noch nicht verstanden; er tritt merkwürdigerweise nur dann auf, wenn ca. 20 Sekunden nach dem Ausschalten wieder eingeschaltet werden soll, und auch dann nur ein- bis zweimal in 100 Versuchen. Dies wirkt dann so, als ob sich das Gerät gar nicht mehr einschalten ließe (das LCD bleibt leer, obwohl alle internen Spannungen durchaus vorhanden sind). In einem solchen Fall muss die Batterie entnommen werden, und es müssen mindestens zwei Minuten abgewartet werden, damit sich die internen Spannungen weit genug abbauen können. Danach ist die Batterie wieder einzulegen, und dann lässt sich das Gerät auch wieder einschalten.

Falls die Vordosis ungleich Null ist (nur bei 6150AD3/4/5/6 möglich), geht das Gerät nach Anzeige der Batteriespannung zunächst in den Zustand »Dosisanzeige«. Damit wird der Benutzer darauf hingewiesen, dass eine Vordosis vorliegt. Der Benutzer muss nun entscheiden, ob er die Vordosis löschen will oder ob die Vordosis als Startwert für die weitere Aufsummierung erhalten bleiben soll:

- Falls gelöscht werden soll, geschieht dies durch zweimalige Betätigung der Ein-Aus-Taste innerhalb von ca. drei Sekunden, das Gerät schaltet nach dem Löschen automatisch auf Dosisleistungsanzeige.
- Falls die Vordosis erhalten bleiben soll, wird das Gerät mit der Abruftaste (Pfeiltaste) in den Zustand »Dosisleistungsanzeige« gebracht (oder, falls die Vordosis einen Dosisalarm ausgelöst hat, auch mit der Signaltaste).

Das Ausschalten hängt vom Gerätetyp ab. Beim 6150AD1/2 genügt ein einfacher Druck auf die Taste, wobei es keine Rolle spielt, in welchem Anzeigezustand sich das 6150AD1/2 gerade befindet. Beim 6150AD3/4/5/6 hingegen ist das Ausschalten nur möglich, indem das Gerät in den Zustand »Dosisleistungsanzeige« gebracht wird und dort die Ein-Aus-Taste zweimal innerhalb von ca. drei Sekunden gedrückt wird. Das Gerät schaltet sich dann beim zweiten Drücken aus. Hierdurch wird ein Ausschalten durch eine versehentliche oder zufällige Betätigung der Taste verhindert.

Weiterhin hat beim 6150AD3/4/5/6 die Ein-Aus-Taste folgende Zusatzfunktion als Löschtaste, wobei ebenfalls zwei Betätigungen innerhalb von ca. drei Sekunden erforderlich sind:

- Im Zustand »Mittelwertanzeige« wird der Mittelwert der Dosisleistung auf Null gesetzt und die Mittelwertbildung erneut gestartet. Dieser Neustart ist beim 6150AD1/2 nur durch Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder durch Anstecken bzw. Abziehen einer Sonde möglich.
- Im Zustand »Höchstwertanzeige« wird der Höchstwert der Dosisleistung auf Null gesetzt und die Ermittlung des Höchstwertes erneut gestartet. Dieser Neustart ist beim 6150AD1/2 ebenfalls nur durch Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder durch Anstecken bzw. Abziehen einer Sonde möglich.
- Im Zustand »Dosisanzeige« wird die Dosis auf Null gesetzt und die Aufsummierung der Dosis erneut gestartet. Es kann jedoch nur die Dosis des Innenzählrohres des 6150AD3/4/5/6 gelöscht werden, und das auch nur dann, wenn es sich um die Anzeige einer nichtflüchtig gespeicherten Vordosis handelt, die automatisch nach Einschalten des Gerätes oder nach Abziehen einer Sonde angezeigt wird.

5.5 Beleuchtungstaste

Durch Drücken der Beleuchtungstaste wird die Hintergrundbeleuchtung des LCDs eingeschaltet. Nach Loslassen der Taste bleibt die Beleuchtung noch 10 Sekunden an. Dieses automatische Verlöschen nach einer gewissen Zeit vermeidet, dass die Beleuchtung bei heller Umgebung versehentlich über längere Zeit eingeschaltet bleibt und somit die Batterie unnötig belastet.

Wenn die Taste gedrückt wird, während die Beleuchtung bereits eingeschaltet ist, beginnt nach Loslassen die Nachleuchtdauer von 10 Sekunden erneut, die Gesamtleuchtdauer wird verlängert. Die Beleuchtung kann also nicht durch Tastendruck ausgeschaltet werden, sondern nur durch Abwarten der Nachleuchtdauer.

5.6 Signaltaste (Lautsprechertaste)

Diese Taste ist den Warnungen und akustischen Signalen zugeordnet. Sie dient zum Löschen von Warnungen und auch zum Einstellen von Warnschwellen. Ihre genaue Bedeutung hängt vom momentanen Anzeigezustand des Gerätes ab, sie ist im nächsten Abschnitt unter den einzelnen Anzeigezuständen beschrieben.

5.7 Anzeigezustände, Funktion der Abruftaste (Pfeiltaste)

Das Gerät hat folgende Anzeigezustände:

- Anzeige der Dosisleistung (Grundzustand nach Einschalten oder Sondenwechsel),
- Anzeige des Mittelwertes der Dosisleistung,
- Anzeige und Einstellung der Dosisleistungswarnschwelle,
- Anzeige des Höchstwertes der Dosisleistung,
- Anzeige der Dosis,
- Anzeige und Einstellung der Dosiswarnschwelle (nur bei 6150AD3/4/5/6),
- Anzeige der Batteriespannung,
- Anzeige der Kalibrierparameter (bei Geräten mit der Hardware-Version 3 auf Tastendruck zusätzlich Anzeige der Programmversion).

Mit der Abruftaste lassen sich diese Anzeigezustände nacheinander einstellen, wobei der letzte Zustand (Kalibrierparameter) wieder zum Grundzustand der Dosisleistungsanzeige zurückführt. Wird die Abruftaste mindestens drei Sekunden gedrückt gehalten, gelangt man von jedem Zustand aus wieder in die Dosisleistungsanzeige.

Wie bereits weiter vorne erwähnt, schaltet ein 6150AD3/4/5/6 bei Auftreten eines Alarmes automatisch auf den entsprechenden Anzeigezustand um: in den Zustand Dosisleistungsanzeige bei Auftreten eines Dosisleistungsalarms, und in den Zustand Dosisanzeige bei Auftreten eines Dosisalarms. Nach diesem automatischen Umschalten kann bei Bedarf wieder ein anderer Anzeigezustand eingestellt werden. Das 6150AD3/4/5/6 zwingt somit den Benutzer zur Kenntnisnahme des Alarmes.

Das 6150AD1/2 hat keine Dosiswarnschwelle, und es schaltet bei Dosisleistungsalarm auch nicht auf die Dosisleistungsanzeige um. Das 6150AD1/2 muss von Hand auf den Zustand Dosisleistungsanzeige eingestellt sein, wenn man die Dosisleistungswarnung nutzen möchte.

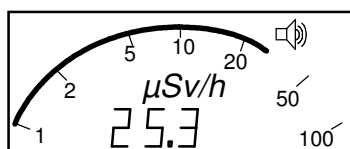
Bei einigen externen Sonden ist die angezeigte Einheit s^{-1} . Für solche Sonden gilt das weiter unten Gesagte entsprechend, indem man die Begriffe »Dosisleistung« durch »Impulsrate« und »Dosis« durch »Impulszahl« ersetzt.

Die Anzeigezustände und die Funktionen der anderen Tasten in den einzelnen Anzeigezuständen sind im Folgenden noch näher erläutert.

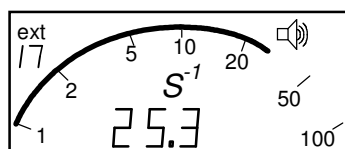
5.7.1 Anzeige der Dosisleistung

Bei der Dosisleistungsanzeige hat man folgendes Bild:

Innenzählrohr:



Externe Sonde, z.B. 6150AD-17:



Das rechte Beispiel zeigt, wie der Typ einer externen Sonde oben links als »ext xy« angezeigt wird und bei manchen Sondentypen auf die Einheit s^{-1} umgeschaltet wird. Die Sondenkennung unter dem »ext«-Symbol kann folgende Werte annehmen:

- 15 für Gammasonde 6150AD-15,
- 18 für Gammasonde 6150AD-18,
- 17 für Alpha-Beta-Gammasonde 6150AD-17,
- 19 für Flüssigkeitssonde 6150AD-19,
- t für Teleskopsonde 6150AD-t (Zählrohr für niedrige Dosisleistungen),
- 1t für Teleskopsonde 6150AD-t (Zählrohr für hohe Dosisleistungen),
- 0 für allgemeine Sonde mit direkter Impulsratenanzeige, z.B. 6150AD-k,
- b für Szintillatorsonde 6150AD-b (nur mit 6150AD5/6 als Anzeigegerät).

Die digitale Dosisleistungsanzeige ist immer dreistellig. Einzelheiten zum Format finden sich in Abschnitt 6.1.

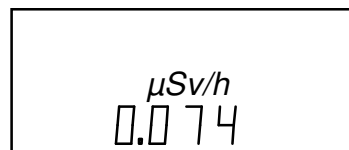
Das Lautsprechersymbol oben rechts zeigt an, ob der akustische Einzelimpulsnachweis eingeschaltet ist. Im Falle eines Dosisleistungsalarms blinkt dieses Symbol, bei /E-Typen auch die Analogskala.

- Mit der Signaltaste wird der Dosisleistungswarnton gelöscht (das Blinken des Lautsprechersymbols bleibt). Wenn der Dosisleistungswarnton aus ist, schaltet die Signaltaste den akustischen Einzelimpulsnachweis abwechselnd ein und aus.
- Das Ausschalten eines 6150AD3/4/5/6 ist nur in diesem Zustand durch zweimaliges Drücken der Ein-Aus-Taste innerhalb von drei Sekunden möglich.

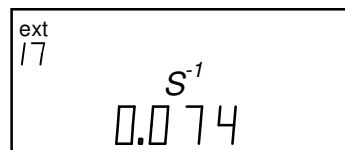
5.7.2 Anzeige des Mittelwertes der Dosisleistung

Der Mittelwert der Dosisleistung wird vierstellig digital angezeigt:

Innenzählrohr:

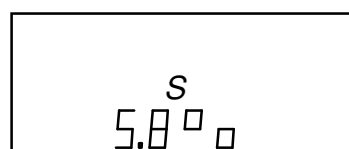


Externe Sonde, z.B. 6150AD-17:



Die Ziffern der Digitalanzeige blinken, solange der statistische Fehler (eine relative Standardabweichung) größer als 5% ist. Sobald die 5% erreicht sind, hört das Blinken auf. Je geringer die Dosisleistung, um so länger dauert es, bis diese Genauigkeit erreicht ist und somit das Blinken aufhört. Zur Bedeutung des Mittelwertes und der Standardabweichung siehe Abschnitt 4.4.

- Ein Sondenwechsel (Anstecken oder Abziehen einer Sonde) löscht den Mittelwert und startet seine Bildung neu. Die Anzeige fängt dann auch wieder an zu blinken. Bei Einschalten des Gerätes wird ebenfalls neu mit der Mittelwertbildung begonnen. Beim 6150AD3/4/5/6 gibt es zusätzlich die Möglichkeit, die Mittelwertbildung neu zu starten, indem die Ein-Aus-Taste zweimal innerhalb von drei Sekunden gedrückt wird.
- Beim 6150AD1/2/3/4 hat die Signaltaste an dieser Stelle keine Funktion. Beim 6150AD5/6 kann mit der Signaltaste zwischen Anzeige des Mittelwertes und Anzeige seiner relativen Standardabweichung umgeschaltet werden. Auch bei Anzeige der Standardabweichung bewirkt zweimaliges Drücken der Ein-Aus-Taste den Neustart der Mittelwertbildung. Die relative Standardabweichung wird wie folgt angezeigt:

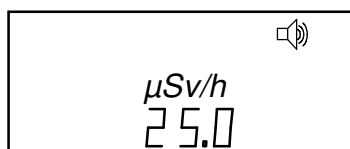


Bei externer Sonde hat man das gleiche Bild, nur zusätzlich mit der Sondenkennung »ext xy«. Der Anzeigebereich der relativen Standardabweichung geht von 0,1% bis 99%. Ist sie größer als 99% oder wurden noch keine Impulse gesammelt, erscheint »99%« blinkend. Ist sie kleiner als 0,1%, erscheint »0,1% max«.

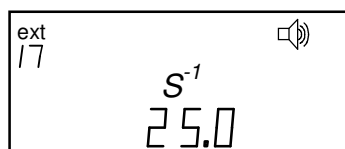
5.7.3 Anzeige und Einstellung der Dosisleistungswarnschwelle

Die Dosisleistungswarnschwelle wird dreistellig digital angezeigt:

Innenzählrohr:



Externe Sonde, z.B. 6150AD-17:



Das Lautsprechersymbol oben rechts zeigt an, dass es sich um eine Warnschwelle handelt, nicht um einen Messwert. Der Anzeigebereich des 6150AD1/2 beginnt bei 0 µSv/h, derjenige des 6150AD3/4/5/6 bei 0,0 µSv/h. Der Anzeigebereich des 6150AD3/4/5/6 ist also nach unten um eine Stelle erweitert, damit auch Werte wie 7,5 µSv/h darstellbar sind.

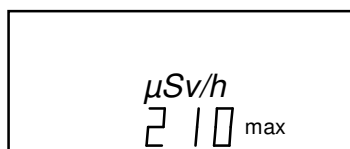
Wenn keine Dosisleistungswarnschwelle eingestellt ist, bleibt beim 6150AD1/2 die Digitalanzeige leer, beim 6150AD3/4/5/6 wird dort der Text »OFF« angezeigt.

- Mit der Signaltaste kann eine andere Dosisleistungswarnschwelle eingestellt werden. Es wird ein fester Satz von Warnschwellen angeboten, beim 6150AD3/4/5/6 auch die programmierbare Warnschwelle.

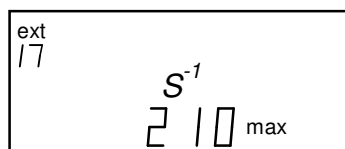
5.7.4 Anzeige des Höchstwertes der Dosisleistung

Der Höchstwert der Dosisleistung wird dreistellig digital angezeigt:

Innenzählrohr:



Externe Sonde, z.B. 6150AD-17:



Das »max«-Symbol zeigt an, dass es sich um den Höchstwert handelt. Der Anzeigebereich des 6150AD1/2 beginnt bei 0 µSv/h, derjenige des 6150AD3/4/5/6 bei 0,00 µSv/h. Der Anzeigebereich des 6150AD3/4/5/6 ist also nach unten um zwei Stellen erweitert.

- Ein Sondenwechsel (Anstecken oder Abziehen einer Sonde) löscht den Höchstwert und startet seine Bildung neu. Bei Einschalten des Gerätes wird ebenfalls neu mit der Höchstwertbildung begonnen. Beim 6150AD3/4/5/6 gibt es zusätzlich die Möglichkeit, den Höchstwert durch zweimaligen Druck auf die Ein-Aus-Taste zu löschen und erneut zu ermitteln.
- Die Signaltaste hat an dieser Stelle keine Funktion.

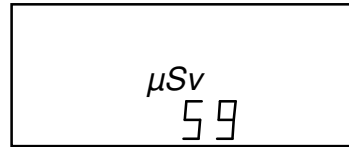
5.7.5 Anzeige der Dosis

Die Dosis wird dreistellig digital angezeigt, beim 6150AD3/4/5/6 zusätzlich analog im Verhältnis zur Dosiswarnschwelle:

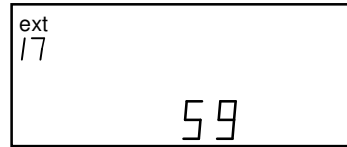
Innenzählrohr:

Externe Sonde, z.B. 6150AD-17:

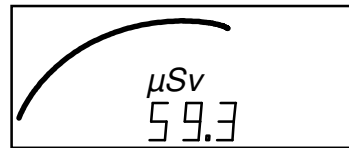
6150AD1/2:



6150AD1/2:



6150AD3/4/5/6:



6150AD3/4/5/6:



Bei Impuls-Sonden ist die »Dosis« die Impulszahl, die immer ganzzahlig dargestellt wird. In der Einheit Sievert beginnt der Anzeigebereich des 6150AD1/2 bei 0 μSv , derjenige des 6150AD3/4/5/6 bei 0,00 μSv . Der Anzeigebereich des 6150AD3/4/5/6 ist also nach unten um zwei Stellen erweitert.

Außerdem zeigt das 6150AD3/4/5/6 die Dosis auch quasianalog auf der Balkenanzeige an, allerdings nicht in der Einheit Sv, sondern ohne Skala relativ zur eingestellten Dosiswarnschwelle. Wenn z.B. bei einer Warnschwelle von 100 μSv die Dosis 50 μSv beträgt und damit die Warnschwelle zur Hälfte erreicht ist, sind die ersten 16 der 32 Balkensegmente sichtbar. Jedes der Balkensegmente hat also ein Gewicht von 1/32 der Dosiswarnschwelle. Damit kann der Benutzer jederzeit leicht erkennen, wie weit die Dosiswarnschwelle ausgeschöpft ist. Wenn die Dosiswarnschwelle erreicht oder überschritten ist, blinken alle 32 Segmente der Balkenanzeige und das Lautsprechersymbol, der schnelle Dosiswarnton mit vier Tönen pro Sekunde ertönt. Wenn keine Dosiswarnschwelle eingestellt ist, erfolgt auch keine quasianaloge Darstellung der Dosis auf der Balkenanzeige.

Jedes Anwachsen der Dosis um ein μSv bzw. um einen Impuls wird von einem Ton begleitet.

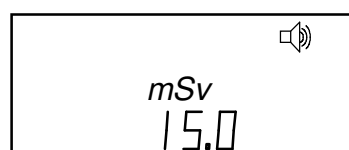
- Beim 6150AD3/4/5/6 kann die Dosis durch zweimaliges Betätigen der Ein-Aus-Taste gelöscht werden, jedoch nur wenn es sich um die automatische Anzeige einer Vordosis des Innenzählrohres nach Einschalten des Gerätes oder Abziehen einer Sonde handelt.
- Falls ein Dosisalarm ansteht, kann dieser mit der Signaltaste gelöscht werden, das Gerät geht dann wieder zur Dosisleistungsanzeige. Ansonsten hat die Signaltaste an dieser Stelle keine Funktion.

5.7.6 Anzeige und Einstellung der Dosiswarnschwelle (nur 6150AD3/4/5/6)

Diesen Anzeigezustand gibt es nur beim 6150AD3/4/5/6. Die Dosiswarnschwelle wird dreistellig digital angezeigt:

Innenzählrohr:

Externe Sonde, z.B. 6150AD-17:



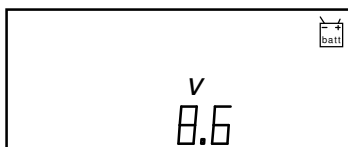
Das Lautsprechersymbol oben rechts zeigt an, dass es sich um eine Warnschwelle handelt, nicht um einen Messwert. Wenn keine Dosiswarnschwelle eingestellt ist, wird in der Digitalanzeige der Text »OFF« angezeigt.

- Mit der Signaltaste kann eine andere Dosiswarnschwelle eingestellt werden. Es wird ein fester Satz von Warnschwellen sowie die programmierbare Warnschwelle angeboten. Bei der Veränderung der Warnschwelle von einem größeren zu einem kleineren Wert ist zu beachten, dass hierbei ein Dosisalarm ausgelöst werden kann, da das Gerät bei jeder Veränderung der Dosiswarnschwelle seinen Warnzustand neu einstellt.

Bei Sondentypen, die in Impulsrate angezeigt werden, handelt es sich um eine Impulszahlwarnschwelle. Mit einer solchen Warnschwelle könnte man sich auf das Erreichen des Endes einer Messung mit einer Mindestimpulszahl aufmerksam machen lassen. Dies ist aber eine ziemlich spezielle Anwendung, deshalb hat das Gerät auch keine fest vorgegebenen Impulszahlwarnschwellen. Eine solche Warnschwelle muss man individuell programmieren.

5.7.7 Anzeige der Batteriespannung

Die Spannung der 9-Volt-Batterie wird digital angezeigt:



Der Anzeigebereich geht von 5,5 Volt bis ca. 10,0 Volt. Bei Spannungen unterhalb von 5,5 Volt (dies ist gleichzeitig die Warnschwelle für die Batteriewarnung) blinken die Ziffern »5,5«.

Bei Raumtemperatur, kleiner Dosisleistung und ausgeschalteter Beleuchtung hat eine Alkali-Mangan-Batterie eine Lebensdauer von etwa 1000 Stunden (etwa 3000 Stunden bei Geräten mit der Hardware-Version 3).

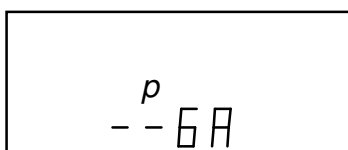
Bei externer Sonde hat man das gleiche Bild, nur zusätzlich mit der Sondenkennung »ext xy«. Dies bedeutet aber nicht, dass es sich um die Batteriespannung der Sonde handelt. Es handelt sich immer um die Batterie des 6150AD, da die Sonden gar keine Batterie haben, sondern über das Sondenkabel aus dem 6150AD mit Strom versorgt werden.

- Die Signaltaste hat an dieser Stelle keine Funktion.

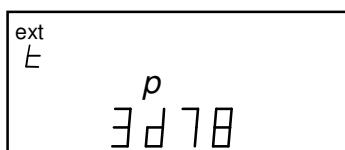
5.7.8 Anzeige der Kalibrierparameter

Die Anzeige der Kalibrierparameter dient nur zu Service-Zwecken. Jeder der beiden Parameter stellt die Einstellung eines internen Hexadezimal-Schalters dar. Ein solcher Schalter hat 16 Einstellungen, die als die Ziffern 0 bis 9 sowie die Buchstaben A, b, C, d, E, F dargestellt werden:

Innenzählrohr:



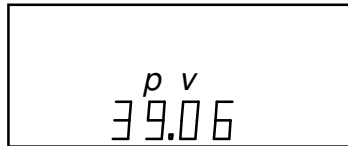
Externe Sonde, z.B. 6150AD-t:



Das linke Beispiel zeigt ein Innenzählrohr mit den Parametern »6A«. Das rechte Beispiel zeigt eine Teleskopsonde 6150AD-t. Diese Sonde hat zwei Zählrohre und demzufolge vier Parameter. Im Beispiel

sind die Parameter des Zählrohres für hohe Dosisleistungen auf »3d« eingestellt, diejenigen des Zählrohres für niedrige Dosisleistungen auf »78«.

- Die Signaltaste hat bei Geräten mit der Hardware-Version 1 oder 2 an dieser Stelle keine Funktion. Bei Geräten mit der Hardware-Version 3 wird die Programmversion angezeigt, so lange die Signaltaste gedrückt gehalten wird:



Gedrückte Signaltaste bei Geräten mit der Hardware-Version 3:

Anzeige der Programmversion (p v)

6. Anzeigebereiche und Anzeigeformate

In diesem Kapitel sind Anzeigebereiche und Anzeigeformate tabellarisch aufgeführt.

Zur Einheit von Impuls-Sonden ist Folgendes zu bemerken: Die Einheit »Impulse pro Sekunde« wird als »s⁻¹« dargestellt, weil andere Darstellungen wie »Imp/s«, »cps« oder »c/s« international nicht einheitlich sind und außerdem auf dem LCD viel zusätzlichen Platz beanspruchen würden. Große Impulsraten werden in der Einheit »ks⁻¹« dargestellt, wobei »k« für das Präfix »kilo« steht. 1 ks⁻¹ bedeutet also 1000 Impulse pro Sekunde. Dies ist nicht ganz korrekt, denn so wie cm⁻¹ die Bedeutung 1/(cm) hat, hat ks⁻¹ eigentlich die Bedeutung 1/(ks). Dann wäre 1 ks⁻¹ 1 Impuls in 1000 Sekunden. Korrekt müsste man 1000 Impulse pro Sekunde als einen Impuls pro Millisekunde darstellen, also als 1 ms⁻¹. Diese Darstellung erschien uns jedoch noch gewöhnungsbedürftiger, vor allem für mathematisch ungeübte Benutzer, sodass wir uns für ks⁻¹ entschieden haben. Die Gefahr, dass ks⁻¹ irrtümlich für 1/(ks) gehalten wird, ist gering, weil erstens Kilosekunden keine übliche Einheit sind, und weil zweitens der Buchstabe s im LCD als Großbuchstabe dargestellt wird: »kS⁻¹«. Deshalb gilt für das 6150AD: Die Anzeige 1 kS⁻¹ bedeutet 1000 Impulse pro Sekunde.

6.1 Dosisleistung

Für die Dosisleistung gibt es acht Anzeigebereiche, die sich jeweils über zwei Dekaden erstrecken. Zwei benachbarte Bereiche überlappen sich um eine Dekade. Die Digitalanzeige enthält maximal drei signifikante Stellen (Stellen ungleich Null). In der unteren Dekade jedes Bereiches sind dies die untersten drei Stellen der insgesamt vierstelligen Digitalanzeige, in der oberen Dekade die drei obersten Stellen. Dadurch behält der Dezimalpunkt innerhalb eines Bereiches seine Position bei, was die Ablesung deutlich erleichtert.

Die Bereichsumschaltung erfolgt automatisch mit einer Hysterese im Verhältnis von 10:2. Dies bedeutet, dass z.B. nach Überschreiten von 100 µSv/h in den nächsthöheren Bereich geschaltet wird, aber erst nach Unterschreiten von 20 µSv/h wieder in den niedrigeren Bereich zurückgeschaltet wird. Ohne eine solche Hysterese würde das Gerät bei Messwerten um den Umschaltpunkt ständig zwischen zwei Bereichen hin- und herschalten, was die Ablesung stark erschweren würde.

Das 6150AD wählt automatisch für jeden Detektor (Innenzählrohr bzw. Sonde) den kleinsten und größten Anzeigebereich. Die Tabelle auf der nächsten Seite gibt einen Überblick über die acht Anzeigebereiche und deren Zuordnung zu den einzelnen Detektoren.

Bereich Nr.	Dosisleistungs-Anzeigebereiche							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Analogskala Anfang	10	0,1	1	10	0,1	1	10	0,1
Analogskala Mitte	100	1	10	100	1	10	100	1
Analogskala Ende	1000	10	100	1000	10	100	1000	10
Einheit	nSv/h	µSv/h	µSv/h	µSv/h	mSv/h	mSv/h	mSv/h	Sv/h
Format der Digitalanzeige:								
Innenzählrohr 6150AD1/3/5			_0,0_ - 99,9_	_20,0_ - 99,9_ und 100_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_	_2,00_ - 9,99_ und 10,0_ - 99,9_	_20,0_ - 99,9_ und 100_ - 999_	
Innenzählrohr 6150AD2/4/6, Sonde 6150AD-18		0,00_ - 9,99_	_2,00_ - 9,99_ und 10,0_ - 99,9_	_20,0_ - 99,9_ und 100_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_			
Sonde 6150AD-15					0,00_ - 9,99_	_2,00_ - 9,99_ und 10,0_ - 99,9_	_20,0_ - 99,9_ und 100_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_
Sonde 6150AD-t		0,00_ - 9,99_	_2,00_ - 9,99_ und 10,0_ - 99,9_	_20,0_ - 99,9_ und 100_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_	_2,00_ - 9,99_ und 10,0_ - 99,9_	_20,0_ - 99,9_ und 100_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_
Sonde 6150AD-b	_0_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_	_2,00_ - 9,99_ und 10,0_ - 99,9_					

Bei Überschreitung des Endwertes wird der Endwert (»9...9«) blinkend angezeigt (Überlaufanzeige).

Anmerkung zur Teleskopsonde 6150AD-t: Hier sind dem Zählrohr für niedrige Dosisleistungen die Bereiche Nr. 2 bis 5 zugeordnet, dem Zählrohr für hohe Dosisleistungen die Bereiche Nr. 6 bis 8. Beim Umschalten zwischen diesen Bereichen schaltet das 6150AD auch die Zählrohre der Sonde 6150AD-t um.

Für die Impuls-Sonden gibt es sechs Anzeigebereiche, deren Auswahl und Umschaltung ebenso automatisch erfolgt:

Bereich Nr.	Impulsraten-Anzeigebereiche					
	1	2	3	4	5	6
Analogskala Anfang	0,1	1	10	0,1	1	10
Analogskala Mitte	1	10	100	1	10	100
Analogskala Ende	10	100	1000	10	100	1000
Einheit	S ⁻¹	S ⁻¹	S ⁻¹	kS ⁻¹	kS ⁻¹	kS ⁻¹
Format der Digitalanzeige:						
Sonden 6150AD-17, 6150AD-19	0,00_ - 9,99_	_2,00 - _9,99 und 10,0_ - 99,9_	_20,0 - _99,9 und 100_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_		
Sonde 6150AD-0	0,00_ - 9,99_	_2,00 - _9,99 und 10,0_ - 99,9_	_20,0 - _99,9 und 100_ - 999_	0,200 - 0,999 und 1,00_ - 9,99_	_2,00 - _9,99 und 10,0_ - 99,9_	_20,0 - _99,9 und 100_ - 999_

Bei Überschreitung des Endwertes wird der Endwert (»9...9«) blinkend angezeigt (Überlaufanzeige).

Anmerkung zur Sonde 6150AD-0: Hierbei handelt es sich um einen allgemeinen Sondentyp, dessen Impulsrate direkt ohne Umrechnungsfaktor angezeigt wird. Damit können auch zukünftige allgemeine Impuls-Sonden an alle Ausführungen des 6150AD angeschlossen werden. Da man den Anzeigebereich solcher zukünftiger Sonden nicht vorhersehen kann, endet der Anzeigebereich des Sondentyps 6150AD-0 erst bei 999 kS⁻¹, d.h. bei ca. 1 MHz, was etwa der maximalen Zählfrequenz des 6150AD entspricht. Bei diesem hohen Bereich handelt es sich also um eine Reserve für die Zukunft, die von den derzeitigen Sonden nicht ausgenutzt wird.

6.2 Mittelwert der Dosisleistung

Bereich und Format sind bei allen Ausführungen des 6150AD gleich.

Innenzählrohre und Sievert-Sonden	Impuls-Sonden
0,000 - 9,999 µSv/h	0,000 - 9,999 S ⁻¹
10,00 - 99,99 µSv/h	10,00 - 99,99 S ⁻¹
100,0 - 999,9 µSv/h	100,0 - 999,9 S ⁻¹
1,000 - 9,999 mSv/h	1000 - 9999 S ⁻¹

Der Anzeigebereich gilt für alle Detektoren (Innenzählrohre und Sonden). Von der Szintillatorsonde 6150AD-b wird der Anzeigebereich allerdings nicht voll ausgeschöpft, da deren Messbereich nur bis 99,9 µSv/h geht.

Bei Überschreitung des Endwertes wird der Endwert (»9...9«) blinkend angezeigt (Überlaufanzeige).

6.3 Dosisleistungswarnschwelle

In der Einheit Sievert pro Stunde ist die Anzeige dreistellig mit Gleitkomma und Umschaltung der Einheit. Das 6150AD1/2 hat eine kleinste Schrittweite von 1 $\mu\text{Sv/h}$, das 6150AD3/4/5/6 von 0,1 $\mu\text{Sv/h}$.

Bei Impuls-Sonden zeigt das 6150AD1/2 ganzzahlig in S^{-1} an, das 6150AD3/4/5/6 dreistellig mit Gleitkomma und Umschaltung der Einheit bei einer kleinsten Schrittweite von 0,1 S^{-1} .

Innenzählrohr und Sievert-Sonden		Impuls-Sonden	
6150AD1/2	6150AD3/4/5/6	6150AD1/2	6150AD3/4/5/6
0 - 999 $\mu\text{Sv/h}$	0,0 - 99,9 $\mu\text{Sv/h}$	0 - 9999 S^{-1}	0,0 - 99,9 S^{-1}
	100 - 999 $\mu\text{Sv/h}$		100 - 999 S^{-1}
	1,00 - 9,99 mSv/h		1,00 - 9,99 kS^{-1}
	10,0 - 99,9 mSv/h		10,0 - 99,9 kS^{-1}
	100 - 999 mSv/h		100 - 999 kS^{-1}
	1,00 - 9,99 Sv/h		

Die Tabelle zeigt den gesamten Anzeigebereich des 6150AD. Nach oben wird der Anzeigebereich automatisch auf den Dosisleistungsmessbereich des jeweiligen Detektors (Innenzählrohr oder Sonde) eingeschränkt.

6.4 Höchstwert der Dosisleistung

Der Anzeigebereich des Höchstwertes ist der gleiche wie bei der Dosisleistungswarnschwelle (siehe voriger Abschnitt), nur dass beim 6150AD3/4/5/6 der Bereich nach unten noch um eine Stelle erweitert wurde, sodass hier die kleinste Schrittweite 0,01 $\mu\text{Sv/h}$ bzw. 0,01 S^{-1} beträgt.

Innenzählrohr und Sievert-Sonden		Impuls-Sonden	
6150AD1/2	6150AD3/4/5/6	6150AD1/2	6150AD3/4/5/6
0 - 999 $\mu\text{Sv/h}$	0,00 - 9,99 $\mu\text{Sv/h}$	0 - 9999 S^{-1}	0,00 - 9,99 S^{-1}
	10,0 - 99,9 $\mu\text{Sv/h}$		10,0 - 99,9 S^{-1}
	100 - 999 $\mu\text{Sv/h}$		100 - 999 S^{-1}
	1,00 - 9,99 mSv/h		1,00 - 9,99 kS^{-1}
	10,0 - 99,9 mSv/h		10,0 - 99,9 kS^{-1}
	100 - 999 mSv/h		100 - 999 kS^{-1}
	1,00 - 9,99 Sv/h		

Die Tabelle zeigt den gesamten Anzeigebereich des 6150AD. Nach oben wird der Anzeigebereich automatisch auf den Dosisleistungsmessbereich des jeweiligen Detektors (Innenzählrohr oder Sonde) eingeschränkt.

Bei Überschreitung des Endwertes wird der Endwert (»9...9«) blinkend angezeigt (Überlaufanzeige).

6.5 Dosis

In der Einheit Sievert ist die Anzeige dreistellig mit Gleitkomma und Umschaltung der Einheit. Das 6150AD1/2 hat eine kleinste Schrittweite von 1 μSv , das 6150AD3/4/5/6 von 0,01 μSv .

Bei Impuls-Sonden ist die kleinste Schrittweite immer 1 (ein Impuls). Das 6150AD1/2 zeigt die Impulszahl ganzzahlig bis 9999 an, das 6150AD3/4/5/6 dreistellig mit Gleitkomma und Umschaltung der Einheit.

Innenzählrohr und Sievert-Sonden		Impuls-Sonden	
6150AD1/2	6150AD3/4/5/6	6150AD1/2	6150AD3/4/5/6
0 - 999 μSv	0,00 - 9,99 μSv	0 - 9999	0 - 999
	10,0 - 99,9 μSv		1,00 - 9,99 k
	100 - 999 μSv		10,0 - 99,9 k
	1,00 - 9,99 mSv		100 - 999 k
	10,0 - 99,9 mSv		
	100 - 999 mSv		
	1,00 - 9,99 Sv		

Die Tabelle zeigt den gesamten Anzeigebereich des 6150AD. Nach oben wird der Anzeigebereich automatisch auf den Dosismessbereich des jeweiligen Detektors (Innenzählrohr oder Sonde) eingeschränkt.

Bei Überschreitung des Endwertes wird der Endwert (»9...9«) blinkend angezeigt (Überlaufanzeige).

6.6 Dosiswarnschwelle (nur 6150AD3/4/5/6)

Diese Angaben gelten nur für das 6150AD3/4/5/6, da das 6150AD1/2 keine Dosiswarnschwelle hat. Die kleinste Schrittweite ist 1 μSv bzw. 1 (ein Impuls).

Innenzählrohr und Sievert-Sonden	Impuls-Sonden
0 - 999 μSv	0 - 999
1,00 - 9,99 mSv	1,00 - 9,99 k
10,0 - 99,9 mSv	10,0 - 99,9 k
100 - 999 mSv	100 - 999 k
1,00 - 9,99 Sv	

Die Tabelle zeigt den gesamten Anzeigebereich des 6150AD. Nach oben wird der Anzeigebereich auf den Dosismessbereich des jeweiligen Detektors (Innenzählrohr oder Sonde) eingeschränkt.

7. Messbereiche

Messbereiche sind diejenigen Teile der Anzeigebereiche, innerhalb derer im eichpflichtigen Verkehr in der Bundesrepublik Deutschland Messwerte bestimmt werden dürfen.

An Messbereiche werden gewisse Anforderungen bezüglich der Genauigkeit gestellt. So darf beispielsweise die Ablesegenauigkeit nicht schlechter sein als der an Strahlungsmessgeräte geforderte maximale Eichfehler von 20%. Bei einer Digitalanzeige ist in der letzten Stelle immer von der Unsicherheit ± 1 auszugehen. Wenn diese Unsicherheit nicht mehr als 20% des Messwertes ausmachen soll, muss der Messwert also mindestens »5« in der letzten Stelle betragen. Weiterhin darf die Schwankung (Standardabweichung) der Dosisleistungsanzeige ein gewisses Maß nicht überschreiten. Diese Anforderungen sind im Allgemeinen bei kleinen Dosiswerten und kleinen Dosisleistungen schwieriger zu erfüllen als bei hohen Werten. Deshalb liegt der Beginn eines Messbereiches meistens über dem Beginn eines Anzeigebereiches, während Ende von Messbereich und Anzeigebereich oft identisch sind.

7.1 Dosisleistungsmessbereiche

Das untere Ende der Dosisleistungsmessbereiche ist durch die Anforderung an die maximale Standardabweichung der Dosisleistungsanzeige gegeben. Die relative Standardabweichung darf bei Dosisleistungen ab 11 $\mu\text{Sv/h}$ 5% nicht überschreiten, bei Dosisleistungen unterhalb 1 $\mu\text{Sv/h}$ darf sie 15% nicht überschreiten. Das obere Ende der Dosisleistungsmessbereiche ist mit dem Ende des jeweiligen digitalen Anzeigebereiches identisch.

Innenzählrohr 6150AD1/3/5	0,2 mSv/h - 999 mSv/h
Innenzählrohr 6150AD2/4/6	0,5 $\mu\text{Sv/h}$ - 9,99 mSv/h
Sonde 6150AD-18	0,5 $\mu\text{Sv/h}$ - 9,99 mSv/h
Sonde 6150AD-15	1 mSv/h - 9,99 Sv/h
Sonde 6150AD-t	0,5 $\mu\text{Sv/h}$ - 9,99 Sv/h
Sonde 6150AD-b	50 nSv/h - 99,9 $\mu\text{Sv/h}$

Die Dosisleistungsmessbereiche der Sonden gelten für alle Ausführungen des Anzeigerätes 6150AD.

7.2 Dosismessbereiche

Das untere Ende der Dosismessbereiche ist durch die Anforderung an einen maximalen Fehler von 20% gegeben. Das 6150AD1/2 zeigt die Dosis mit einer kleinsten Schrittweite von 1 μSv an, hier kann wegen der Unsicherheit der letzten Stelle der Dosismessbereich frühestens bei 5 μSv beginnen. Das 6150AD3/4/5/6 zeigt die Dosis mit einer kleinsten Schrittweite von 0,01 μSv an. Hier könnte von der Auflösung her der Dosismessbereich bereits bei 0,05 μSv beginnen, allerdings erfordert die statistische Schwankung eine gewisse Mindestzahl von Impulsen. Deswegen hängt der Beginn des Messbereiches auch von der Empfindlichkeit des Detektors ab.

Außer bei Impuls-Sonden ist das obere Ende der Dosismessbereiche die Dosis, die einem zehnstündigem Betrieb des Detektors bei der höchsten für ihn vorgesehenen Dosisleistung entspricht, jedoch nicht mehr als 9,99 Sv. Dies ist beispielsweise beim 6150AD1/3/5 eine Dosis von $999 \text{ mSv/h} \cdot 10 \text{ h} = 9,99 \text{ Sv}$.

	6150AD1/2	6150AD3/4/5/6
Innenzählrohr 6150AD1 Innenzählrohr 6150AD3/5	5 μSv - 9,99 Sv	0,2 μSv - 9,99 Sv
Innenzählrohr 6150AD2 Innenzählrohr 6150AD4/6	5 μSv - 99,9 mSv	0,1 μSv - 99,9 mSv
Sonde 6150AD-18	5 μSv - 99,9 mSv	0,1 μSv - 99,9 mSv
Sonde 6150AD-15	5 μSv - 9,99 Sv	0,4 μSv - 9,99 Sv
Sonde 6150AD-t	5 μSv - 9,99 Sv	0,1 μSv - 9,99 Sv
Sonde 6150AD-b (nur mit 6150AD5/6)		0,05 μSv - 999 μSv

Bei den Sievert-Sonden hängt der Beginn des Dosismessbereiches also nicht nur von der Sonde selbst ab, sondern auch von dem als Anzeigerät verwendeten 6150AD.

In der vom Gerät gemessenen Dosis ist der apparative Nulleffekt enthalten. Dies schränkt bei kleinen Dosisleistungen den Zeitraum, über den die Dosis gemessen werden kann, ein.

Aufgrund des apparativen Nullpunktes (gemessen von der PTB, siehe Seite 6) von 4 nSv/h und der unteren Messbereichsgrenze der Dosis von 5 μSv beträgt die maximal mögliche Messzeit (t_{max}) für das 6150AD1/E 1000 Stunden (Batterielebensdauer):

6150AD1 (apparativer Nullpunkt 4 nSv/h)	
mindestens gemessene Dosis	t_{max}
5 μSv	1000 Stunden (Batterielebensdauer)

Bei dem Gerät 6150AD2/E ist aufgrund des apparativen Nullpunktes (gemessen von der PTB, siehe Seite 6) von 7 nSv/h die maximal mögliche Messzeit (t_{max}) in nachfolgender Tabelle wie folgt festgelegt:

6150AD2 (apparativer Nullpunkt 7 nSv/h)	
mindestens gemessene Dosis	t_{max}
5 μSv	700 Stunden
7 μSv	1000 Stunden (Batterielebensdauer)

D.h. bei einer maximal möglichen Messzeit von 700 Stunden beträgt die untere Messbereichsgrenze (H_u) 5 μSv , bei $t_{max} = 1000$ beträgt H_u 7 μSv .

Bei den Geräten 6150AD3/E und 6150AD5/E ist aufgrund des apparativen Nullpunktes (gemessen von der PTB, siehe Seite 6) von 4 nSv/h die maximal mögliche Messzeit (t_{max}) in nachfolgender Tabelle wie folgt festgelegt:

6150AD3 und 6150AD5 (apparativer Nullpunkt 4 nSv/h)	
mindestens gemessene Dosis	t_{max}
0,2 μSv	50 Stunden
0,5 μSv	125 Stunden
1 μSv	250 Stunden
3 μSv	750 Stunden
5 μSv	1000 Stunden (Batterielebensdauer)

Bei den Geräten 6150AD4/E und 6150AD6/E ist aufgrund des apparativen Nullpunktes (gemessen von der PTB, siehe Seite 6) von 7 nSv/h die maximal mögliche Messzeit (t_{max}) in nachfolgender Tabelle wie folgt festgelegt:

6150AD4 und 6150AD6 (apparativer Nullpunkt 7 nSv/h)	
mindestens gemessene Dosis	t_{max}
0,1 μSv	14 Stunden
0,5 μSv	71 Stunden
1 μSv	140 Stunden
4 μSv	570 Stunden
7 μSv	1000 Stunden (Batterielebensdauer)

8. Feste Warnschwellen

Dieses Kapitel enthält in tabellarischer Übersicht Anzahl und Werte der fest vorgegebenen Dosisleistungswarnschwellen und Dosiswarnschwellen, die sich mit der Signaltaste einstellen lassen. Für Innenzählrohr und Sonden gibt es voreingestellte Warnschwellen. Beim Einschalten des Gerätes ist für das Innenzählrohr die voreingestellte Warnschwelle des Innenzählrohres aktiv, bei Anstecken einer Sonde ist die voreingestellte Warnschwelle der Sonde aktiv. Wenn die Warnschwelle für das Innenzählrohr auf einen anderen als den voreingestellten Wert gesetzt wird, bleibt dieser andere Wert auch über Sondenbetrieb hinweg erhalten, d.h. nach Anstecken und Abziehen einer Sonde ist er wieder aktiv. Wenn die Warnschwelle einer Sonde auf einen anderen als den voreingestellten Wert gesetzt wird, geht er mit Abziehen der Sonde verloren, d.h. nach erneutem Anstecken der Sonde gilt wieder der voreingestellte Wert der Sonde. Dies gilt für Dosisleistungswarnschwelle und Dosiswarnschwelle.

Wenn beim 6150AD3/4/5/6 eine individuelle Warnschwelle programmiert wurde, so ersetzt diese den Zustand »OFF« und ist gleichzeitig die nach Einschalten des Gerätes bzw. Anstecken der Sonde gültige Warnschwelle. Die individuelle Warnschwelle hat also Vorrang. Die anderen fest eingestellten Warnschwellen sind nach wie vor vorhanden und können mit der Signaltaste angewählt werden. Auch dies gilt für Dosisleistungswarnschwelle und Dosiswarnschwelle.

8.1 Dosisleistungswarnschwellen

Innenzählrohr 6150AD1/3/5	Innenzählrohr 6150AD2/4/6, Sonde 6150AD-18	Sonden 6150AD-15, 6150AD-t	Sonde 6150AD-b (nur mit 6150AD5/6 als Anzeigerät)	Impuls-Sonden 6150AD-17, 6150AD-19, 6150AD-0
OFF	OFF	OFF	➤ OFF	OFF
➤ 25,0 µSv/h	7,5 µSv/h	250 µSv/h	7,5 µSv/h	7,5 S ⁻¹
250 µSv/h	➤ 25,0 µSv/h	➤ 1,00 mSv/h	25,0 µSv/h	➤ 25,0 S ⁻¹
1,00 mSv/h	100 µSv/h	2,50 mSv/h		100 S ⁻¹
2,50 mSv/h	2,00 mSv/h	10,0 mSv/h		2,00 kS ⁻¹
10,0 mSv/h	3,00 mSv/h	25,0 mSv/h		3,00 kS ⁻¹

Anmerkungen:

1. Die Warnschwelle 7,5 (µSv/h bzw. S⁻¹) hat im 6150AD1/2 den Wert 7 (µSv/h bzw. S⁻¹), weil das 6150AD1/2 hier nur ganzzahlige Werte führt. Ansonsten sind die Dosisleistungswarnschwellen in allen Ausführungen des 6150AD die gleichen, nur die Darstellung (Anzahl Nachkommastellen) kann etwas variieren, siehe Abschnitt 6.3.
2. Die Auswahl »OFF« (keine Warnung) wird im Anzeigezustand Dosisleistungswarnschwelle vom 6150AD1/2 mit einer leeren Digitalanzeige dargestellt, vom 6150AD3/4/5/6 mit dem Text »OFF«.
3. »➤« kennzeichnet die nach Einschalten des Gerätes bzw. Anstecken einer Sonde gültige Warnschwelle.
4. Eichfähig sind nur die Warnschwellen, die innerhalb des Dosisleistungsmessbereiches liegen.

8.2 Dosiswarnschwellen (nur 6150AD3/4/5/6)

Dosiswarnschwellen gibt es nur im 6150AD3/4/5/6.

Innenzählrohr 6150AD3/5, Sonde 6150AD-15	Innenzählrohr 6150AD4/6, Sonde 6150AD-18	Sonden 6150AD-t, 6150AD-b	Impuls-Sonden 6150AD-17, 6150AD-19, 6150AD-0
OFF	OFF	➤ OFF	➤ OFF
➤ 15,0 mSv	➤ 1,00 mSv		
100 mSv	2,00 mSv		
250 mSv			

Anmerkung:

»➤« kennzeichnet die nach Einschalten des Gerätes bzw. Anstecken einer Sonde gültige Warnschwelle.

9. Energie- und Richtungsabhängigkeit

Die in diesem Kapitel aufgeführten Daten wurden mit folgenden Strahlungsquellen bestimmt:

- Cs-137 (662 keV),
- Co-60 (mittlere Energie 1250 keV),
- gefilterte Röntgenstrahlen gemäß der N-Serie (»Narrow spectrum«) aus ISO 4037-1.

Die Diagramme zeigen typische Verläufe, in der Praxis sind geringfügige Abweichungen normal und nicht zu vermeiden.

Alle Energieabhängigkeiten sind auf die Anzeige bei Cs-137 normiert. Die Richtungsabhängigkeiten sind bei den Ausführungen für H_x auf die Anzeige in Vorzugsrichtung bei der gleichen Energie normiert, bei den Ausführungen für $H^*(10)$ auf die Anzeige in Vorzugsrichtung bei Cs-137. Der Grund für die unterschiedliche Darstellung der Richtungsabhängigkeiten ist, dass mit dem Übergang von H_x auf $H^*(10)$ auch die Anforderungen geändert wurden:

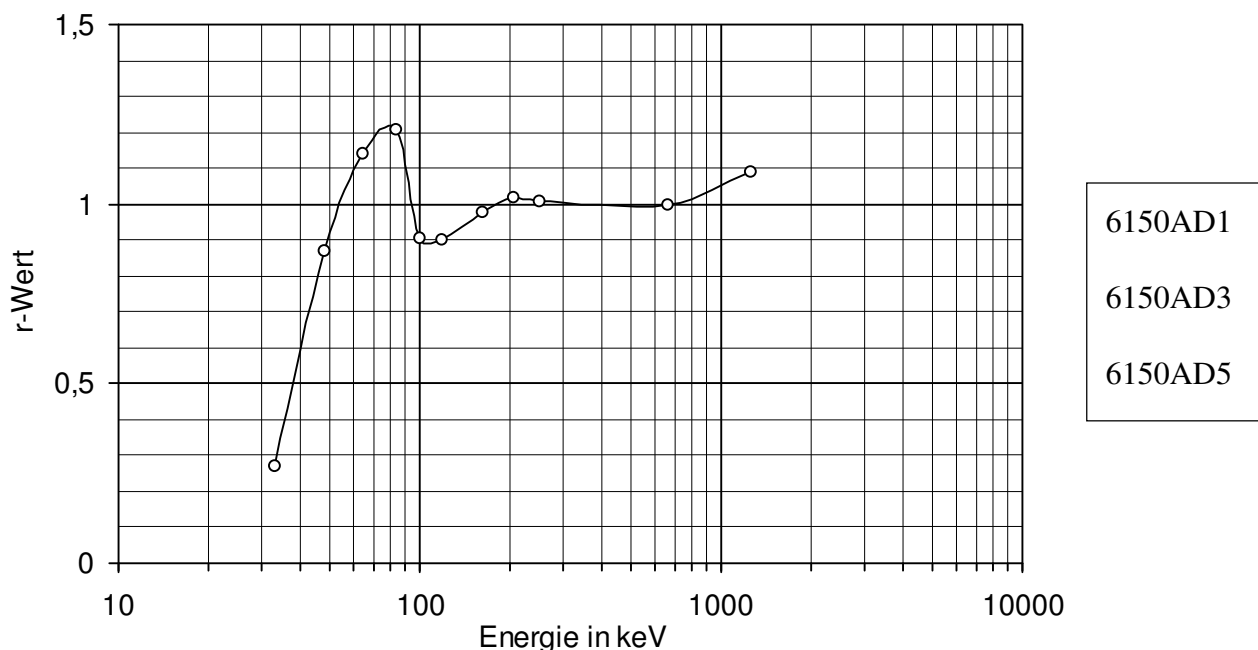
- Bei Geräten für H_x war für die Energieabhängigkeit in Vorzugsrichtung eine maximale Abweichung von $\pm 30\%$ bezogen auf Cs-137 gefordert, für die Richtungsabhängigkeit in einem Kegel von $\pm 45^\circ$ um die Vorzugsrichtung eine maximale Abweichung von $\pm 20\%$ bezogen auf die gleiche Energie in Vorzugsrichtung. Anforderungen an Energie- und Richtungsabhängigkeit waren also völlig getrennt. Es wurde nicht berücksichtigt, dass sich diese Abweichungen auch kompensieren oder addieren können. So entspricht beispielsweise ein Gerät den alten Anforderungen, wenn es bei einer bestimmten Energie einen Fehler von -30% und dort bei einer bestimmten Richtung zusätzlich einen Fehler von -20% hat, obwohl sich diese Fehler zu einem Gesamtfehler von -44% addieren ($0,7 \cdot 0,8 = 0,56 = 1,00 - 44\%$). Andererseits, wenn das Gerät einen Energiefehler von -30% und einen Richtungsfehler von $+40\%$ hat, entspricht es den alten Anforderungen nicht, obwohl sich die Fehler fast vollständig kompensieren und nur einen restlichen Fehler von -2% übrig lassen ($0,7 \cdot 1,4 = 0,98 = 1,00 - 2\%$).
- Bei Geräten für $H^*(10)$ wird keine getrennte, sondern eine gemeinsame Anforderung an Energie- und Richtungsabhängigkeit gestellt. Diese lautet, dass für alle Energien innerhalb des Energiebereiches und alle Richtungen innerhalb des Kegels von $\pm 45^\circ$ um die Vorzugsrichtung die maximale Abweichung $\pm 40\%$ bezogen auf die Anzeige bei Cs-137 in Vorzugsrichtung betragen darf. Diese Änderung der Anforderung hat mit der Messgröße selbst wenig zu tun, sie wurde nur bei dieser Gelegenheit mit vorgenommen, weil die neue Anforderung als praxisnaher empfunden wird.

Der Bereich, in dem die jeweilige Anforderung erfüllt wird, heißt Nenngebrauchsbereich der Energie. Bei der Benutzung des Gerätes ist darauf zu achten, dass die Energie der zu messenden Photonenstrahlung auch innerhalb dieses Bereiches liegt. Es ist also eine gewisse Kenntnis über das Strahlungsfeld erforderlich:

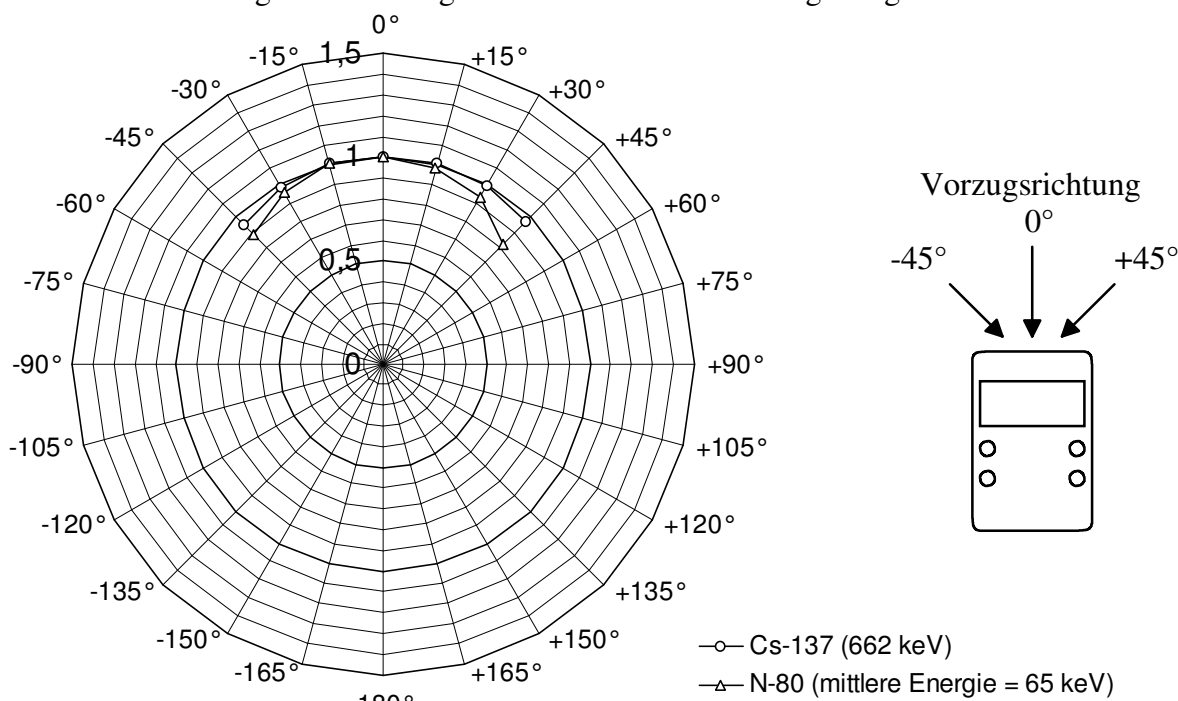
- Wenn die Energie deutlich unterhalb des Nenngebrauchsbereiches liegt, nimmt die Empfindlichkeit des Gerätes bis hin zur »Blindheit« deutlich ab. Das Strahlungsfeld wird dann deutlich unterschätzt. Diese Gefahr besteht besonders bei weicher Röntgenstrahlung.
- Wie ein Gerät auf Energien deutlich oberhalb des Nenngebrauchsbereiches reagiert, hängt vom Gerätetyp ab. Oft wird die Frage nach der in kerntechnischen Anlagen auftretenden 6 MeV-Strahlung von N-16 gestellt. Hierzu ist zu sagen, dass energiekompensierte Geiger-Müller-Zählrohre wie im 6150AD bei solchen Energien immer zu viel anzeigen (bis zum etwa Dreifachen des wahren Wertes). Ein solches Gerät ist dann zwar nicht zur korrekten Messung eines solch hochenergetischen Strahlungsfeldes geeignet, aber weil mit dem Strahlungsfeld auch dessen Risiko überschätzt wird, ist man vom Strahlenschutz her »auf der sicheren Seite«.

9.1 6150AD1, 6150AD3, 6150AD5

Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Photonen-Äquivalentdosisleistung \dot{H}_x (PTB-bauartgeprüft). Dargestellt ist das Ansprechvermögen normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137, 0°, der so genannte r-Wert:



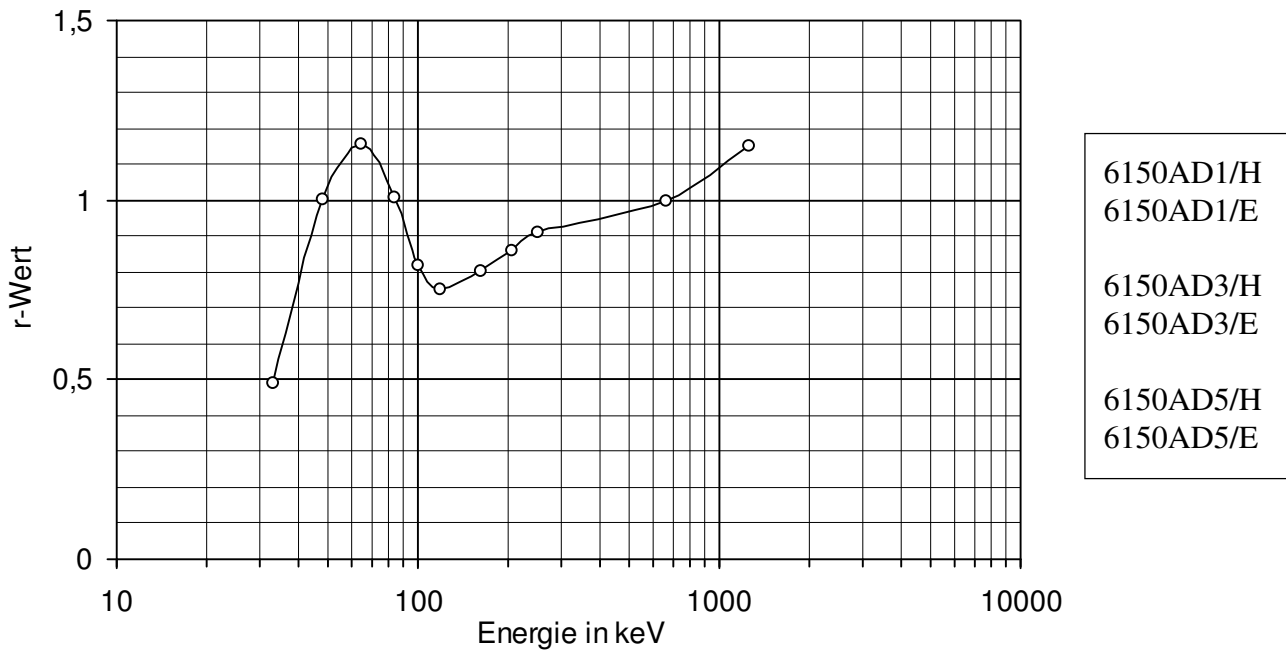
Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Photonen-Äquivalentdosisleistung \dot{H}_x für die Strahlungsqualitäten N-80 (mittlere Energie = 65 keV) und Cs-137 (662 keV) normiert auf das jeweilige Ansprechvermögen bei N-80 bzw. Cs-137 in Vorzugsrichtung, horizontale Drehung (Drehung senkrecht zur Zählrohrachse). Gefordert ist eine maximale Abweichung von $\pm 20\%$ bis hinab zu Energien, die 20 keV über dem Beginn des Nenngebrauchsbereiches der Energie liegen:



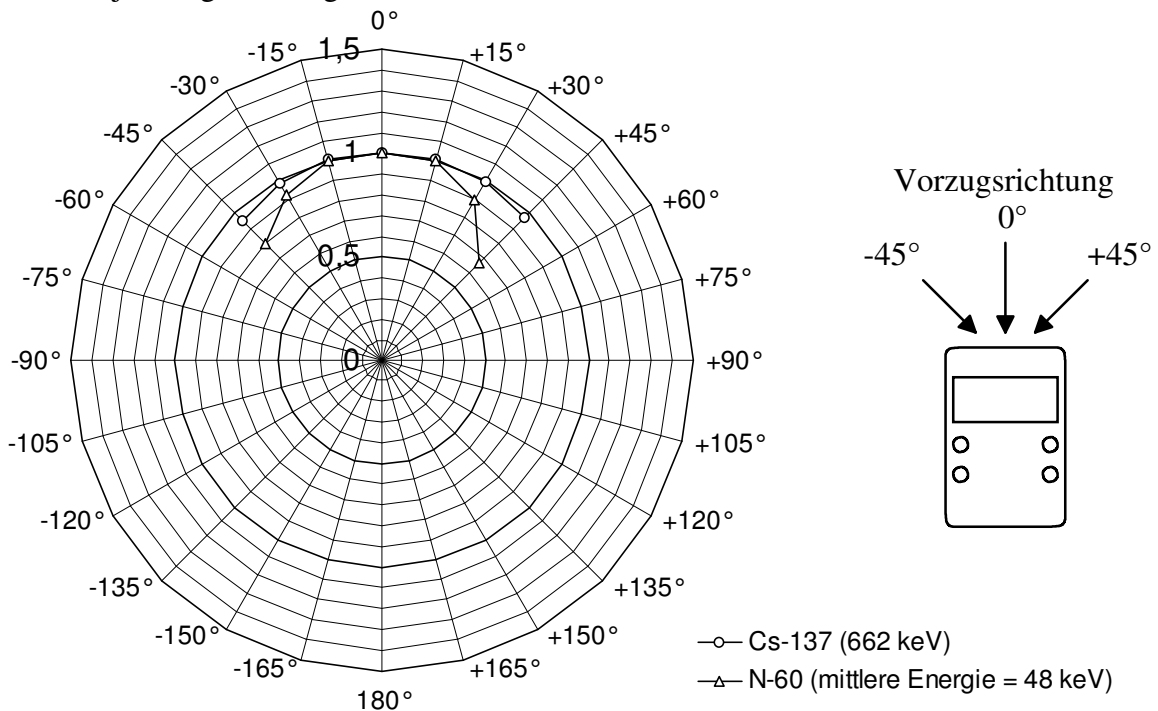
Bei vertikaler Drehung (Drehung um die Zählrohrachse) beträgt die Richtungsabhängigkeit im Winkelbereich von $\pm 45^\circ$ nur einige Prozent, hier erübrigt sich eine grafische Darstellung.

9.2 6150AD1, 6150AD3, 6150AD5 in /H- und /E-Ausführung

Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $\dot{H}^*(10)$ (PTB-bauartgeprüft). Dargestellt ist das Ansprechvermögen normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137, 0°, der so genannte r-Wert:



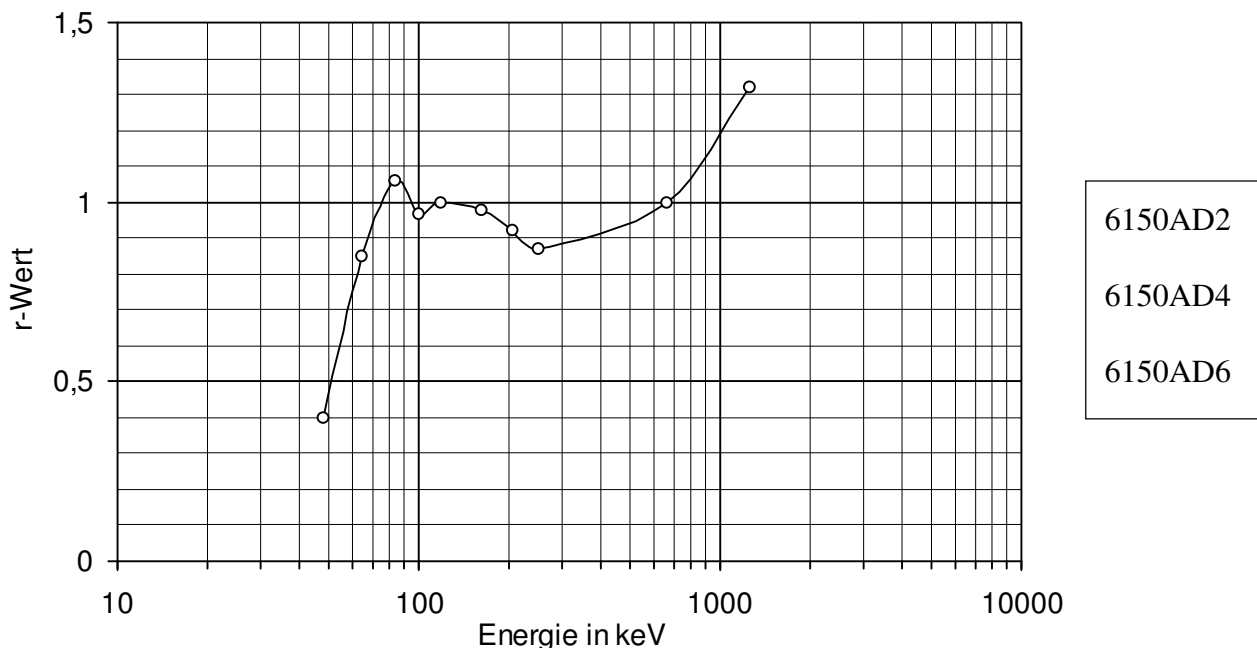
Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $\dot{H}^*(10)$ für die Strahlungsqualitäten N-60 (mittlere Energie = 48 keV) und Cs-137 (662 keV) normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137 in Vorzugsrichtung, horizontale Drehung (Drehung senkrecht zur Zählrohrachse). Gefordert ist eine maximale Abweichung von $\pm 40\%$ für alle Energien und Richtungen innerhalb ihrer jeweiligen Nenngebrauchsbereiche:



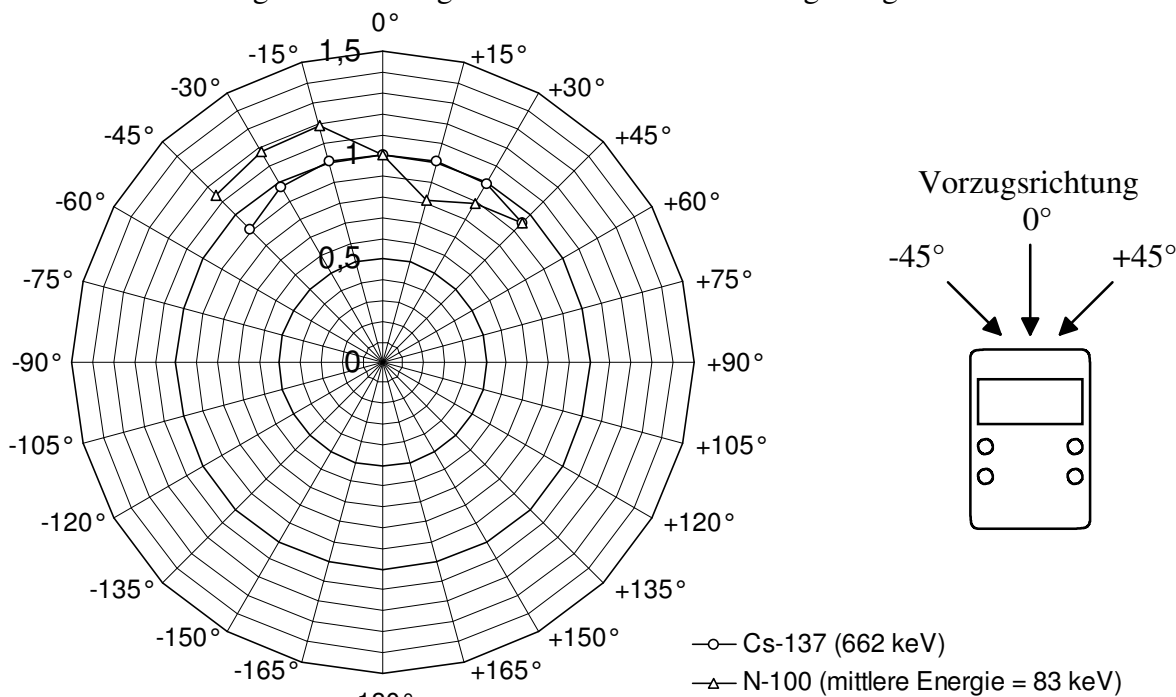
Bei vertikaler Drehung (Drehung um die Zählrohrachse) beträgt die Richtungsabhängigkeit im Winkelbereich von $\pm 45^\circ$ nur einige Prozent, hier erübrigt sich eine grafische Darstellung.

9.3 6150AD2, 6150AD4, 6150AD6

Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Photonen-Äquivalentdosisleistung \dot{H}_x (PTB-bauartgeprüft). Dargestellt ist das Ansprechvermögen normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137, 0°, der so genannte r-Wert:



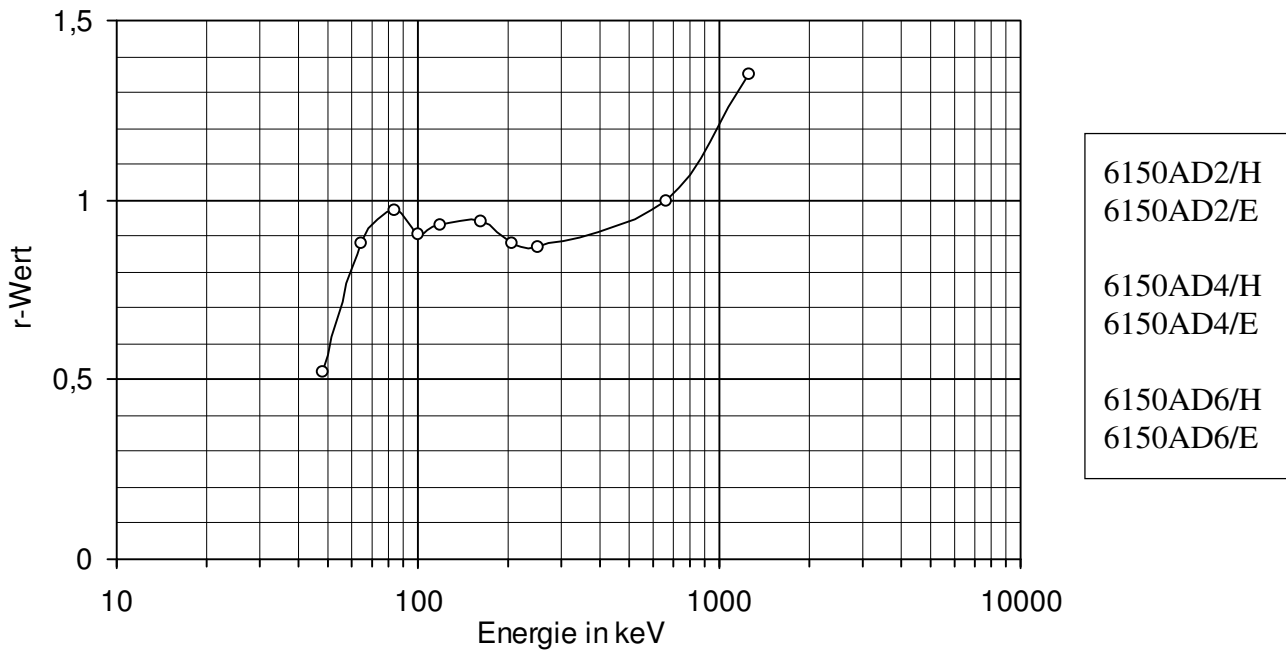
Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Photonen-Äquivalentdosisleistung \dot{H}_x für die Strahlungsqualitäten N-100 (mittlere Energie = 83 keV) und Cs-137 (662 keV) normiert auf das jeweilige Ansprechvermögen bei N-100 bzw. Cs-137 in Vorzugsrichtung, horizontale Drehung (Drehung senkrecht zur Zählrohrachse). Gefordert ist eine maximale Abweichung von $\pm 20\%$ bis hinab zu Energien, die 20 keV über dem Beginn des Nenngebrauchsbereiches der Energie liegen:



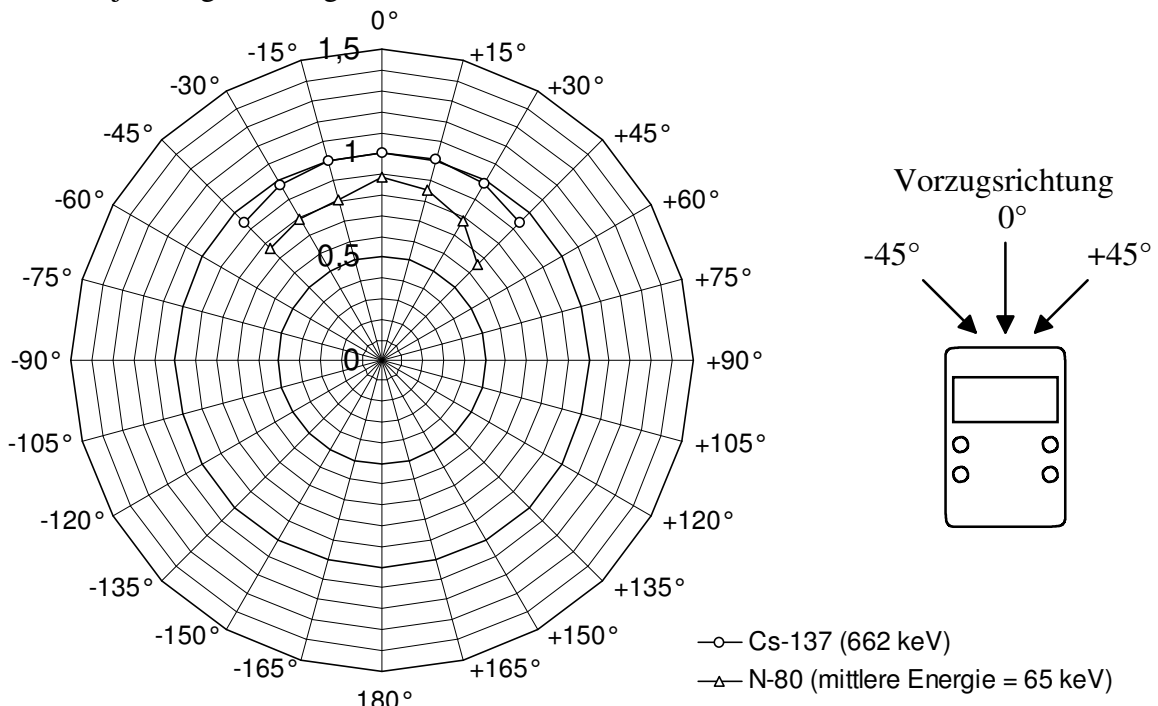
Bei vertikaler Drehung (Drehung um die Zählrohrachse) beträgt die Richtungsabhängigkeit im Winkelbereich von $\pm 45^\circ$ nur einige Prozent, hier erübrigt sich eine grafische Darstellung.

9.4 6150AD2, 6150AD4, 6150AD6 in /H- und /E-Ausführung

Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $\dot{H}^*(10)$ (PTB-bauartgeprüft). Dargestellt ist das Ansprechvermögen normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137, 0°, der so genannte r-Wert:



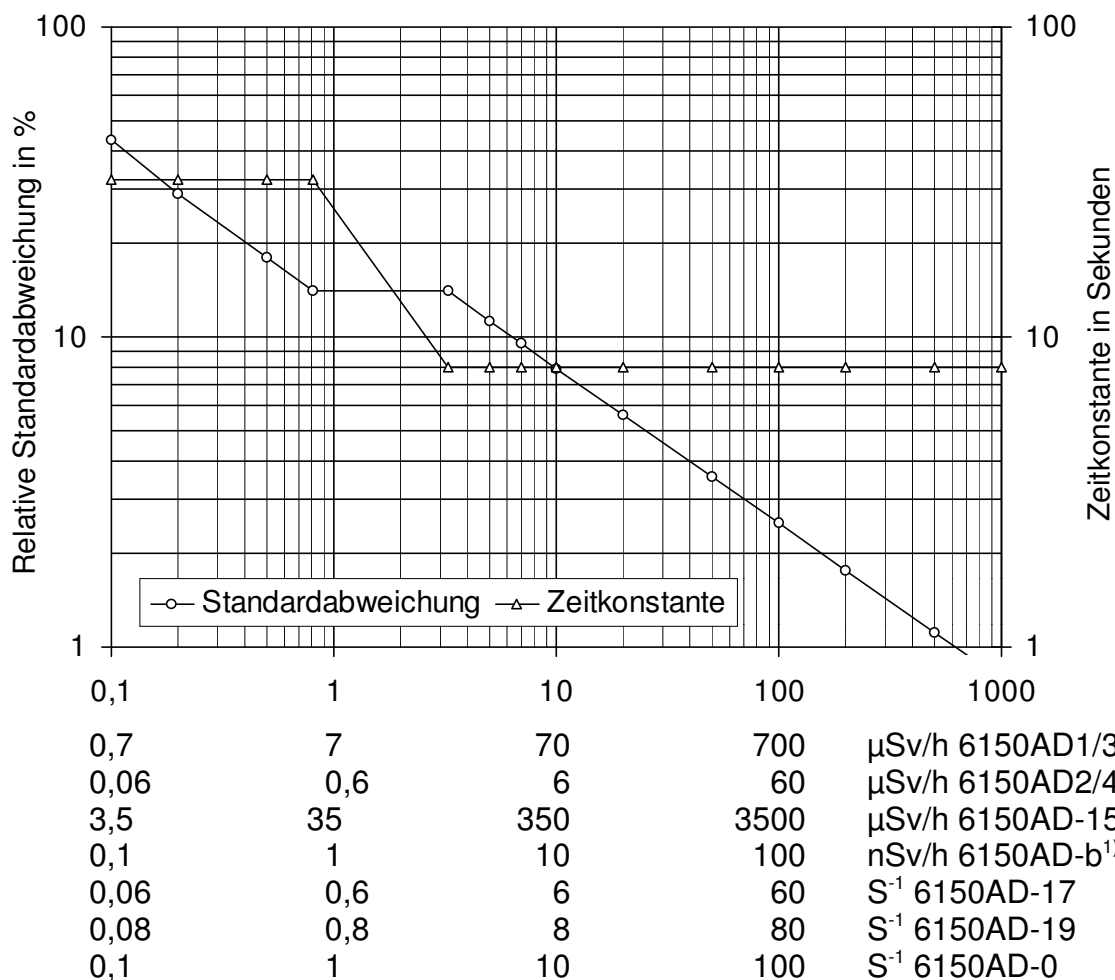
Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $\dot{H}^*(10)$ für die Strahlungsqualitäten N-80 (mittlere Energie = 65 keV) und Cs-137 (662 keV) normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137 in Vorzugsrichtung, horizontale Drehung (Drehung senkrecht zur Zählrohrachse). Gefordert ist eine maximale Abweichung von $\pm 40\%$ für alle Energien und Richtungen innerhalb ihrer jeweiligen Nenngebrauchsbereiche:



Bei vertikaler Drehung (Drehung um die Zählrohrachse) beträgt die Richtungsabhängigkeit im Winkelbereich von $\pm 45^\circ$ nur einige Prozent, hier erübrigt sich eine grafische Darstellung.

10. Zeitkonstante und Standardabweichung

Das 6150AD hat wie jedes andere Gerät auch eine gewisse Integrationszeit, damit die relative Standardabweichung das zulässige Maß nicht überschreitet, d.h. damit die Dosisleistungsanzeige bei konstanten Bedingungen nicht zu sehr schwankt. Wenn sich die Dosisleistung stufenartig ändert, kann demzufolge die Anzeige dieser schnellen Änderung nicht sofort folgen, sondern nähert sich dem neuen Wert langsam an. Die Zeit, nach der die Stufe auf ca. ein Drittel abgebaut ist, heißt Zeitkonstante (genau: die Zeit, nach der die Stufe auf $e^{-1} = 0,368$ abgebaut ist). Das 6150AD lässt die Zeitkonstante mit der Dosisleistung zwischen acht und 32 Sekunden gleiten, um einen möglichst guten Kompromiss aus schneller Reaktionszeit und ruhiger Anzeige zu erreichen. Aus der Zeitkonstanten ergibt sich dann die relative Standardabweichung. Dieser Zusammenhang ist im untenstehenden Diagramm dargestellt. Die x-Achse des Diagramms zeigt die Impulsrate, unter der x-Achse sind die zugehörigen Dosisleistungen der einzelnen Detektoren angegeben.



Die oben gezeigte Zeitkonstante gilt nur für langsame Änderungen der Dosisleistung. Bei starken Änderungen der Dosisleistung wird die Zeitkonstante kurzfristig ausgeschaltet, das 6150AD springt innerhalb von ein bis zwei Sekunden auf den neuen Wert und arbeitet dann wieder mit der dem neuen Wert entsprechenden Zeitkonstante. Die Frage, was denn eine »starke« Änderung der Dosisleistung sei, ist nicht einfach zu beantworten. Dies hängt sowohl vom Ausgangs- wie vom Endwert der Dosisleistung ab. Ein detaillierte Diskussion dieser Frage würde hier zu weit führen. Es sei nur erwähnt, dass der Mikroprozessor des 6150AD auf optimale Weise nach den Gesetzen der Statistik entscheidet, wann eine solche starke Änderung vorliegt.

¹⁾ Für die Szintillatorsonde 6150AD-b gilt zwar der dargestellte Verlauf der Zeitkonstante, nicht jedoch der Verlauf der Standardabweichung, weil die Szintillatorsonde 6150AD-b keine statistisch verteilten Zählrohrimpulse liefert.

11. Radioaktive Kontrollmessungen

Zur radiologischen Funktionskontrolle des Dosisleistungsmessers 6150AD, die auch zur Verlängerung der Eichgültigkeit verwendet werden darf, ist folgendes optionale Zubehör erforderlich:

- Prüfstrahler 6706 (Nennaktivität 333 kBq Cs-137) oder gleichwertiger Prüfstrahler in der Ausführung nach DIN 44427,
- Strahlerhalterung (Kontrollvorrichtung) 761.1 (Für die Sonden gibt es andere Strahlerhalterungen, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen wird).

Mit Hilfe dieses Zubehörs kann das Innenzählrohr des 6150AD einer wohldefinierten Dosisleistung ausgesetzt werden. Es wird eine so genannte »Kontrollanzeige« ermittelt. Der Absolutwert dieser Kontrollanzeige lässt schon einen gewissen Rückschluss auf die Messgenauigkeit zu. Allerdings enthält der Absolutwert Unsicherheiten wie z.B. die Aktivität des Strahlers, die mit 10% toleriert ist. Wenn jedoch wiederholte Kontrollmessungen an einem Gerät immer mit demselben Prüfstrahler durchgeführt werden, sind die Kontrollanzeigen mit einer Standardabweichung von weniger als 4% wiederholbar. Mit einer Kontrollmessung ohne einen früheren Bezugswert lässt sich die Messgenauigkeit also nur grob überprüfen, während sich durch den Vergleich wiederholter Kontrollmessungen relativ genau erkennen lässt, ob sich die Messgenauigkeit verändert hat.

Die Kontrollmessung wird wie folgt durchgeführt:

Das 6150AD wird mit der Stirnfläche in Richtung Gewindeloch in die Halterung 761.1 eingelegt. Danach wird der Prüfstrahler so weit eingeschraubt, bis er auf dem Markierungspunkt auf der Stirnfläche des 6150AD sitzt und das 6150AD leicht fixiert. Dann wird das 6150AD eingeschaltet und mit der Abruftaste die Anzeige des Mittelwertes der Dosisleistung eingestellt. Nach einer Messdauer von mindestens zehn Minuten kann der Mittelwert abgelesen werden, dies ist die Kontrollanzeige.

ACHTUNG! Damit während der Bildung des Mittelwertes konstante Bedingungen herrschen, muss der Prüfstrahler vor Beginn der Messung eingeschraubt sein! Die Messung beginnt mit Einschalten des 6150AD, daher darf das 6150AD erst nach Einschrauben des Prüfstrahlers eingeschaltet werden! Beim 6150AD3/4/5/6 gibt es zusätzlich die Möglichkeit, die Bildung des Mittelwertes nach Einschrauben des Prüfstrahlers durch Tastendruck neu zu starten.

Für einen neuen Strahler mit einer Aktivität von 333 kBq ergeben sich etwa folgende Dosisleistungen:

- 6150AD1/3/5: 155 $\mu\text{Sv/h}$ (\dot{H}_x), »/H«- und »/E«-Ausführungen: 165 $\mu\text{Sv/h}$ ($\dot{H}^*(10)$)
- 6150AD2/4/6: 85 $\mu\text{Sv/h}$ (\dot{H}_x), »/H«- und »/E«-Ausführungen: 90 $\mu\text{Sv/h}$ ($\dot{H}^*(10)$)

Auf den ersten Blick mag es verwundern, warum diese Werte deutlich unterschiedlich sind, obwohl die Zählrohrmitte bei allen Typen an der gleichen Stelle liegt. Der Unterschied ist darin begründet, dass der Prüfstrahler sehr dicht am Zählrohr liegt, und deswegen sein Strahlungsfeld über die räumliche Ausdehnung des Zählrohres nicht konstant ist. Die Anzeige stellt daher eine räumliche Mittelung des Strahlungsfeldes über das Zählrohrvolumen dar, und dieses gemittelte Strahlungsfeld ist bei dem größeren Zählrohr des 6150AD2/4/6 nur etwa halb so groß wie bei dem kleineren Zählrohr des 6150AD1/3/5.

ACHTUNG! Die angegebenen Dosisleistungen sind nur Richtwerte, die von Gerät zu Gerät etwas variieren können und außerdem mit der Unsicherheit der Aktivität des Prüfstrahlers behaftet sind. Sie dienen daher nur zur Orientierung für die Funktionsprüfung und sind nicht für eine Kalibrierung geeignet!

Die Kontrollanzeige muss noch auf den Aktivitätsverlust des Strahlers korrigiert werden. Hierzu dient der Korrektionsfaktor k_z , der in Abschnitt 11.2 tabelliert ist. Die Kontrollanzeige wird mit α_k bezeichnet, die korrigierte Kontrollanzeige mit α'_k .

Beispiel: Alter des Strahlers: 5 Jahre => Korrektionsfaktor $k_z = 1,122$ (siehe Tabelle)
 Kontrollanzeige α_k : 75 $\mu\text{Sv/h}$
 korrigierte Kontrollanzeige α'_k : 75 $\mu\text{Sv/h} \cdot 1,122 = 84,15 \mu\text{Sv/h}$

11.1 Verlängerung der Eichgültigkeit

Wenn mit Hilfe von Kontrollmessungen die Eichgültigkeit von zwei auf sechs Jahre verlängert werden soll, müssen zunächst bei der Eichung des 6150AD Prüfstrahler und Kontrollvorrichtung 761.1 mit eingereicht werden. Die Eichbehörde bestimmt dann im Rahmen der Eichung auch einen Bezugswert für die korrigierte Kontrollanzeige und berechnet hieraus einen Minimal- und einen Maximalwert für die korrigierte Kontrollanzeige. Diese Grenzen sind im Eichschein angegeben.

Wenn in höchstens halbjährlichen Abständen Kontrollmessungen erfolgreich durchgeführt und protokolliert werden, verlängert sich die Eichgültigkeit des 6150AD von zwei Jahren auf sechs Jahre. Eine Kontrollmessung gilt als erfolgreich, wenn die korrigierte Kontrollanzeige α'_k innerhalb der im Eichschein angegebenen Grenzen liegt.

Die Kontrollmessung wird durchgeführt wie oben beschrieben. Dabei muss Folgendes beachtet werden:

- Es muss immer derselbe Prüfstrahler verwendet werden. Die Seriennummer des Prüfstrahlers ist im Eichschein festgehalten.
- Es muss auf jeden Fall die Mindestmessdauer von zehn Minuten eingehalten werden.
- Bei der Bestimmung des Korrektionsfaktors k_z wird nicht das Alter des Strahlers herangezogen, sondern die Zeitspanne zwischen dem Datum der Eichung (siehe Eichschein) und dem Datum der Kontrollmessung. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass zum Vergleich mit den vom Eichamt vorgegebenen Grenzen die Kontrollanzeige auf das Datum der Eichung korrigiert werden muss, und nicht auf das Alter des Strahlers. Wenn beispielsweise zwischen der Eichung und der Kontrollmessung drei Jahre liegen, ist $k_z = 1,072$ (siehe Tabelle bei $t = 3,0$). Das Alter des Strahlers könnte dabei durchaus größer als drei Jahre sein, dies spielt keine Rolle.

11.2 Korrektionsfaktor kz für den radioaktiven Zerfall

Für den Vergleich der Kontrollanzeigen α_k , die zu verschiedenen Zeitpunkten mit einem Gerät in derselben Kontrollvorrichtung unter den gleichen Bedingungen gemessen wurden, muss die Abnahme der Dosisleistung des Messortes infolge der Aktivitätsabnahme des Strahlers durch den radioaktiven Zerfall mittels der Korrektion kz eliminiert werden. Durch diese Korrektion wird die zu einem Zeitpunkt t gemessene Kontrollanzeige α_k in die Werte α'_k umgerechnet, die sich am Bezugszeitpunkt t = 0 ergeben hätten. Es ist $\alpha'_k = kz \cdot \alpha_k$. Ein für die Zeit t angegebener Tabellenwert von kz ist auch für die Zeiten zu verwenden, die im Zeitraum (t-3 Monate) und (t+3 Monate) liegen.

Korrektionsfaktor kz für Cs-137 (Halbwertszeit 30,0 Jahre) t ist die Zeitspanne seit dem Bezugszeitpunkt in Jahren

t / Jahre	kz	t / Jahre	kz	t / Jahre	kz
0,0	1,000				
0,5	1,012	10,5	1,275	20,5	1,606
1,0	1,023	11,0	1,289	21,0	1,625
1,5	1,035	11,5	1,304	21,5	1,643
2,0	1,047	12,0	1,320	22,0	1,662
2,5	1,059	12,5	1,335	22,5	1,682
3,0	1,072	13,0	1,350	23,0	1,701
3,5	1,084	13,5	1,366	23,5	1,721
4,0	1,097	14,0	1,382	24,0	1,741
4,5	1,110	14,5	1,398	24,5	1,761
5,0	1,122	15,0	1,414	25,0	1,782
5,5	1,136	15,5	1,431	25,5	1,803
6,0	1,149	16,0	1,447	26,0	1,823
6,5	1,162	16,5	1,464	26,5	1,845
7,0	1,176	17,0	1,481	27,0	1,866
7,5	1,189	17,5	1,498	27,5	1,888
8,0	1,203	18,0	1,516	28,0	1,910
8,5	1,217	18,5	1,533	28,5	1,932
9,0	1,231	19,0	1,551	29,0	1,954
9,5	1,245	19,5	1,569	29,5	1,977
10,0	1,260	20,0	1,587	30,0	2,000

12. Programmierung des 6150AD3/4/5/6

Um eine möglichst große Flexibilität für verschiedene Anwendungen zu erhalten, lässt sich das 6150AD3/4/5/6 individuell programmieren. Das Programmieren ist nur in einem speziell hierfür vorgesehenen Modus möglich. Um in den Programmiermodus zu gelangen, muss das Gerät bei gedrückter Abruftaste und Signaltaste eingeschaltet werden, d.h. es werden zuerst Abruftaste und Signaltaste gedrückt und gedrückt gehalten, dann wird die Ein-Aus-Taste gedrückt und wieder losgelassen. Danach werden auch Abruftaste und Signaltaste wieder losgelassen. Dieser Vorgang wurde bewusst etwas schwierig gestaltet, um eine versehentliche Durchführung auszuschließen.

Da im Programmiermodus die Batteriespannung nicht überwacht wird, begibt sich das Gerät bei Batteriespannungen kleiner als 5,5 Volt nicht in den Programmiermodus, sondern schaltet sich normal ein.

Wenn man in den Programmiermodus gelangt ist, kann durch entsprechende Tastenbetätigungen eine der folgenden Programmierungen durchgeführt werden:

- Programmierung einer individuellen Dosisleistungswarnschwelle,
- Programmierung einer individuellen Dosiswarnschwelle,
- Programmierung des Nachwarn-Abstandes bei Dosiswarnung,
- Programmierung der nichtflüchtigen Speicherung der Innendosis ja/nein,
- Rücksetzen aller programmierbaren Daten auf Werkseinstellung.

Mit welchen Tastenbetätigungen diese Programmierungen durchgeführt werden, ergibt sich aus dem im Anhang dargestellten Ablaufplan der Programmierung.

Alle Programmierungen werden nichtflüchtig gespeichert, bleiben also auch nach Ausschalten des Gerätes gültig.

Der Programmiermodus kann nur auf zwei Arten verlassen werden: entweder wird er ohne das Verändern irgendwelcher Daten abgebrochen, indem die Ein-Aus-Taste gedrückt und wieder losgelassen wird und damit das Gerät ausgeschaltet wird; oder aber die angezeigten Daten werden abgespeichert, indem die Ein-Aus-Taste gedrückt wird und bei gedrückter Ein-Aus-Taste die Abruftaste (Pfeiltaste) gedrückt wird. Das Gerät bestätigt die Abspeicherung dann durch einen Ton von ca. 0,5 Sekunden Dauer und schaltet sich danach automatisch aus.

Es kann immer nur eine Programmierung aus der oben angegebenen Liste durchgeführt werden. Wenn also z.B. eine Dosiswarnschwelle und ein Nachwarn-Abstand programmiert werden sollen, so muss man auch zweimal in den Programmiermodus gehen und jeweils die entsprechende Funktion durchführen.

Die individuellen Warnschwellen für Dosisleistung und Dosis können für Innenzählrohr und jeden Sondentyp getrennt programmiert werden. Will man hierbei eine Warnschwelle für das Innenzählrohr programmieren, darf keine Sonde angeschlossen sein, bevor man in den Programmiermodus geht. Soll eine Warnschwelle für einen Sondentyp programmiert werden, muss eine Sonde dieses Typs angeschlossen sein, bevor man in den Programmiermodus geht. Die Kennung für den Sondentyp wird wie im Normalbetrieb in der linken oberen Ecke der Anzeige dargestellt. Wenn man einmal in den Programmiermodus gelangt ist, ist kein Wechsel des Sondentyps mehr möglich, da das Gerät den Sondentyp nur einmal zu Beginn des Programmiermodus feststellt. Im Programmiermodus ist das Anstecken oder Abziehen einer Sonde also wirkungslos, die Programmierung bezieht sich immer auf den in der Anzeige dargestellten zu Beginn angeschlossenen Detektor (Innenzählrohr oder bestimmter Sondentyp). Das Gerät kann für jeden der folgenden sieben Detektoren jeweils eine Warnschwelle für Dosisleistung und Dosis speichern, also insgesamt 14 Warnschwellen:

1. Innenzählrohr des 6150AD3/4/5/6,
2. Sonde 6150AD-18,
3. Sonde 6150AD-15,
4. Sonde 6150AD-t,
5. Sonde 6150AD-17,
6. Sonde 6150AD-19,
7. Sonde 6150AD-0 (6150AD3/4) bzw. auch Sonde 6150AD-b (6150AD5/6). Dieser letzte Speicherplatz wird vom 6150AD5/6 also doppelt verwendet. Wird in ein 6150AD5/6 für die Sonde 6150AD-b eine Dosisleistungswarnschwelle von $1 \mu\text{Sv/h}$ einprogrammiert, gilt bei Anschluss einer Sonde 6150AD-0 dann eine Warnschwelle von 1 S^{-1} . Entsprechend wird eine Dosiswarnschwelle von $1 \mu\text{Sv}$ zu einer Impulszahlwarnschwelle von 1.

Die Programmierung von Dosisnachwarn-Abstand, Speicherung der Innendosis ja/nein sowie Rücksetzen des Gerätes auf Werkseinstellung sind nicht sondenspezifisch und können daher auch nur durchgeführt werden, wenn bei Einschalten des Programmiermodus keine Sonde angeschlossen war.

Weiterhin sei noch erwähnt, dass im Programmiermodus kein Nachleuchten der Beleuchtung erfolgt, die Beleuchtung ist also nur so lange an wie die Beleuchtungstaste gedrückt ist.

12.1 Individuelle Dosisleistungswarnschwelle

Nach Einstellung des Programmiermodus wird als Erstes die momentan programmierte individuelle Dosisleistungswarnschwelle angezeigt, und zwar im selben Format wie die Anzeige der Dosisleistungswarnschwelle im Normalbetrieb. Der Text »OFF« in der Digitalanzeige bedeutet hierbei, dass keine individuelle Dosisleistungswarnschwelle programmiert ist. Gleichzeitig blinkt in der Digitalanzeige der Text »ProG« und zeigt damit an, dass jetzt eine individuelle Dosisleistungswarnschwelle programmiert werden kann. Der Programmiermodus dient damit nicht nur der Veränderung, sondern auch der Anzeige programmierter Daten. Wird jetzt die Signaltaste betätigt, können die einzelnen Stellen (Digits) der Dosisleistungswarnschwelle programmiert werden, die alle mit dem Wert 0 vorbesetzt sind. Das aktuell zu verändernde Digit blinkt, es können mit der Signaltaste ringsum die Werte 0 bis 9 eingestellt werden. Mit der Abruftaste kann das nächste Digit angewählt werden. Durch automatische Vorgabe des höchsten Digits wird sichergestellt, dass kein Warnschwellenwert oberhalb des Dosisleistungsmessbereiches eingestellt werden kann. Die kleinste Schrittweite ist unabhängig vom Detektor 0,1 $\mu\text{Sv/h}$, damit lässt sich prinzipiell auch eine Warnschwelle von 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ einstellen. Es liegt daher in der Verantwortung des Anwenders, Warnschwellenwerte sinnvoll dem Messbereich des betreffenden Detektors anzupassen; insbesondere dürfen im eichpflichtigen Verkehr nur Warnschwellen eingestellt werden, die innerhalb des Dosisleistungsmessbereiches liegen!

Es können maximal drei signifikante Stellen (Stellen ungleich 0) programmiert werden; diese drei Stellen bilden einen fensterartigen Ausschnitt aus den bis zu acht Stellen der Dosisleistungswarnschwelle:

Beispiel: Sonde 6150 AD-15, Messbereich bis 9,99 Sv/h:

	Fensterposition (xxx):	Anzeige:
Fenster 1:	xxx xxxx, x $\mu\text{Sv/h}$	x, xx Sv/h
Fenster 2:	x xxx xxx, x $\mu\text{Sv/h}$	xxx mSv/h
Fenster 3:	xx xxx xx, x $\mu\text{Sv/h}$	xx, x mSv/h
Fenster 4:	xxx xxx x, x $\mu\text{Sv/h}$	x, xx mSv/h
Fenster 5:	xxxx xxx , x $\mu\text{Sv/h}$	xxx $\mu\text{Sv/h}$
Fenster 6:	xxxxx xx, x $\mu\text{Sv/h}$	xx, x $\mu\text{Sv/h}$

Zu Beginn der Programmierung steht man im höchsten Digit des ersten Fensters. Wird das höchste Digit eines Fensters auf 0 gesetzt und mit der Abruftaste das nächste Digit angewählt, erfolgt automatisch der Übergang zum nächsten Fenster und dort ins höchste Digit. Wird für das höchste Digit eines Fensters ein Wert ungleich 0 eingegeben oder befindet man sich bereits im letzten Fenster, werden mit der Abruftaste ringsum die Digits dieses Fensters angewählt. Ein Zurückgehen in ein früheres Fenster ist nicht möglich; die Programmierung muss in diesem Fall abgebrochen und neu begonnen werden.

Maßgeblich für den zu programmierenden Wert sind ausschließlich die drei angezeigten Digits, alle anderen (nicht angezeigten) Digits haben den Wert 0. Um die individuelle Dosisleistungswarnschwelle zu löschen, ist der Wert 0 zu programmieren. Dazu müssen alle drei angezeigten Digits auf 0 stehen, egal in welchem Fenster man sich befindet.

Werkseitige Voreinstellung für individuelle Dosisleistungswarnschwellen ist »OFF«.

12.2 Individuelle Dosiswarnschwelle

Wenn nach Anzeige der individuellen Dosisleistungswarnschwelle die Abruftaste (anstatt der Signaltaste) gedrückt wird, wird die momentan eingestellte individuelle Dosiswarnschwelle angezeigt. Für deren Anzeige und Programmierung gilt sinngemäß dasselbe wie vorher für die Dosisleistung erwähnt, wobei die kleinste Schrittweite der Dosiswarnschwelle 1 μSv ist.

Werkseitige Voreinstellung für individuelle Dosiswarnschwellen ist »OFF«.

12.3 Nachwarn-Abstand bei Dosiswarnung

Wenn nach Anzeige der individuellen Dosiswarnschwelle die Abruftaste (anstatt der Signaltaste) gedrückt wird, wird der momentan eingestellte Nachwarn-Abstand bei der Dosiswarnung wie folgt in der Digitalanzeige angezeigt:

- 2% (= Nachwarnung in Schritten von 2%, werksseitige Voreinstellung),
- bzw. 5% (= Nachwarnung in Schritten von 5%),
- bzw. 10% (= Nachwarnung in Schritten von 10%),
- bzw. no% (= keine Dosisnachwarnung).

Hierbei blinken die ersten beiden Stellen (2/5/10/no). Durch Betätigung der Signaltaste kann ringsum einer dieser vier Werte ausgewählt werden. Das Abspeichern erfolgt auch hier erst durch Gedrückthalten der Ein-Aus-Taste mit anschließender Betätigung der Abruftaste.

Der Nachwarn-Abstand gilt für die Dosiswarnungen von Innenzählrohr sowie allen Sonden.

12.4 Nichtflüchtige Speicherung der Innendosis ja/nein

Wenn nach Anzeige des Nachwarn-Abstandes die Abruftaste gedrückt wird, wird in der Digitalanzeige angezeigt, ob die Dosis des Innenzählrohres nichtflüchtig gespeichert wird oder nicht:

- Stor (= Innendosis wird gespeichert, werksseitige Voreinstellung),
- bzw. noSt (= keine Speicherung der Innendosis, nach Einschalten bzw. Abziehen einer Sonde ist die Innendosis Null).

Hierbei blinken die Zeichen »Stor« bzw. »no«. Durch Betätigung der Signaltaste kann der jeweils andere Speichermodus gewählt werden. Das Abspeichern des Speichermodus erfolgt auch hier erst durch Gedrückthalten der Ein-Aus-Taste mit anschließender Betätigung der Abruftaste.

12.5 Rücksetzen auf Werkseinstellung

Wenn nach Anzeige des Speichermodus der Innendosis die Abruftaste gedrückt wird, erscheint folgende blinkende Anzeige:

rSEt

Wenn bei gedrückter Ein-Aus-Taste die Abruftaste betätigt wird, wird die Innendosis gelöscht und alle programmierbaren Daten werden auf werksseitige Voreinstellung gebracht.

Die werksseitige Voreinstellung sei noch einmal zusammengefasst:

- alle 14 individuellen Warnschwellen stehen auf »OFF«,
- der Nachwarn-Abstand steht auf 2%,
- der Speichermodus für die Innendosis steht auf »Stor«.

Man beachte, dass beim Rücksetzen immer die Innendosis gelöscht wird, obwohl gleichzeitig der Speichermodus »Stor« eingestellt wird. Der Speichermodus »Stor« gilt erst für die auf das Rücksetzen folgenden Benutzungen des Gerätes.

13. Wandhalterungen (Zubehör)

Als optionales Zubehör sind Wandhalterungen erhältlich, die den stationären Betrieb des 6150AD ermöglichen.

Bei Betrieb in einer Wandhalterung, beispielsweise zur Raumüberwachung, ist grundsätzlich zu beachten:

- Die zu messende Strahlung fällt nicht in Vorzugsrichtung (senkrecht auf Stirnfläche) ein, sondern überwiegend senkrecht auf die große Fläche mit dem LCD. Obwohl diese andere Einfallsrichtung insbesondere bei höheren Strahlungsenergien kaum etwas ausmacht, stellt sie doch eine Abweichung von der eigentlichen Spezifikation dar.
- Rückstreuereffekte der Wand können die Anzeige beeinflussen.

Aus diesen Gründen dürfen Messwerte, die in einer Wandhalterung gewonnen werden, nicht im eichpflichtigen Verkehr verwendet werden.

ACHTUNG! Bei Verwendung in einer Wandhalterung wird das 6150AD nicht zu einem eichfähigen Ortodosisleistungs(ODL)-System! Die Eichfähigkeit bezieht sich nur auf die Benutzung als tragbares Messgerät!

Derzeit stehen folgende Wandhalterungen zur Verfügung:

- Wandhalter 761.8: Dieser Wandhalter dient hauptsächlich zur übersichtlichen Aufbewahrung des 6150AD, beispielsweise in einem Labor. Falls das Gerät in diesem Wandhalter betrieben wird, muss dies mit Hilfe der Batterie des 6150AD geschehen.
- Halterung mit Netzteil 761.13: Diese Halterung erlaubt den Betrieb des 6150AD aus dem Netz. Die Halterung enthält ein handelsübliches Steckernetzgerät, dessen Ausgang auf zwei Kontakte geht, deren Form einer 9-Volt-Batterie ähnelt. Das 6150AD wird ohne Batterie und Batteriefachdeckel in die Halterung eingesetzt und dabei automatisch mit dem Steckernetzgerät verbunden. Diese Halterung ist also für einen batterielosen Dauerbetrieb des 6150AD ausgelegt.
- Gamma-Alarm-Station 859.x: Hierbei handelt es sich um ein komplettes Gerät, mit dem Alarme deutlicher wahrnehmbar sind, beispielsweise durch Blitzlampen. Dieses Gerät gibt es in verschiedenen Ausführungen, zu denen gesonderte Gebrauchsanweisungen erhältlich sind.
- Probe Multiplexer 861.x: Auch hierbei handelt es sich um ein komplettes Gerät, mit dessen Hilfe sich mehrere Sonden an ein einziges 6150AD anschließen lassen. Der Probe Multiplexer wählt (automatisch, manuell oder gemäß externem Computerbefehl) die einzelnen Sonden an. Damit lassen sich mehrere Messorte mit einem 6150AD und mehreren Sonden zentral überwachen, allerdings nicht völlig gleichzeitig, sondern nacheinander nach einem Zeitscheiben-Verfahren. Für den Probe Multiplexer gibt es ebenfalls eine gesonderte Gebrauchsanweisung.

14. Technische Daten

14.1 6150AD

Hinweis: Angaben, die mit ^(PTB) gekennzeichnet sind, sind PTB-bauartgeprüft.

Dosisleistungsmessgerät für Photonenstrahlung, Typ 6150...				
	AD1 AD3 AD5	AD1/H, AD1/E AD3/H, AD3/E AD5/H, AD5/E	AD2 AD4 AD6	AD2/H, AD2/E AD4/H, AD4/E AD6/H, AD6/E
Detektor	Zählrohr ZP1310 oder Äquivalenttyp, energiekompensiert, effektive Länge 16 mm, Empfindlichkeit ca. 500 Impulse pro μSv		Zählrohr ZP1200 oder Äquivalenttyp, energiekompensiert, effektive Länge 40 mm, Empfindlichkeit ca. 5800 Impulse pro μSv	
Messgröße: Photonen- bzw. Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung)	H_X , \dot{H}_X	$H^*(10)$, $\dot{H}^*(10)$	H_X , \dot{H}_X	$H^*(10)$, $\dot{H}^*(10)$
Energieabhängigkeit: Nenngebrauchsbereich	45 keV bis 3 MeV ^(PTB)	45 keV bis 2,6 MeV ^(PTB)	60 keV bis 1,3 MeV ^(PTB)	
Abweichung bezogen auf Cs-137	$\pm 25\%$ ^(PTB) (zulässig: $\pm 30\%$)		$\pm 30\%$ ^(PTB) (zulässig: $\pm 30\%$)	
Richtungsabhängigkeit: Nenngebrauchsbereich	$\pm 45^\circ$ um Vorzugsrichtung ^(PTB)			
Abweichung bezogen auf Vorzugsrichtung bei gleicher Energie	$\pm 18\%$ ^(PTB) (zulässig: $\pm 20\%$)		$\pm 18\%$ ^(PTB) (zulässig: $\pm 20\%$)	
Energie- und Richtungsabhängigkeit, Abweichung für alle Energien und Richtungen bezogen auf Cs-137 in Vorzugsrichtung		$\pm 40\%$ ^(PTB) (zulässig: $\pm 40\%$)		$\pm 35\%$ ^(PTB) (zulässig: $\pm 40\%$)
Dosisleistungsanzeigebereich analog Dosisleistungsanzeigebereich digital (siehe auch Abschnitt 6.1)	1 $\mu\text{Sv/h}$ bis 1000 mSv/h 0,0 $\mu\text{Sv/h}$ bis 999 mSv/h		0,1 $\mu\text{Sv/h}$ bis 10 mSv/h 0,00 $\mu\text{Sv/h}$ bis 9,99 mSv/h	
Dosisleistungsmessbereich (digital)	0,2 mSv/h bis 999 mSv/h ^(PTB)		0,5 $\mu\text{Sv/h}$ bis 9,99 mSv/h ^(PTB)	
Apparativer Nulleffekt	4 nSv/h ^(PTB) (maximal zulässig: 5% von 0,2 mSv/h = 10 $\mu\text{Sv/h}$)		7 nSv/h ^(PTB) (maximal zulässig: 50 nSv/h)	
Linearität der Dosisleistungsmessung	$\pm 3\%$ ^(PTB) (zulässig: $\pm 10\%$), Kalibrierung mit Cs-137			
Überlast	Überschreiten des Messbereichs-Endwertes bis zum 50-fachen Betrag dieses Wertes, maximal jedoch bis 100 Sv/h, wird erkannt; Gerät ist nach Überlast weiterhin funktionsfähig ^(PTB)			

	Dosisleistungsmessgerät für Photonenstrahlung, Typ 6150...			
	AD1	AD1/H, AD1/E	AD2	AD2/H, AD2/E
	AD3	AD3/H, AD3/E	AD4	AD4/H, AD4/E
	AD5	AD5/H, AD5/E	AD6	AD6/H, AD6/E
Mittelwert der Dosisleistung: Anzeigebereich digital (siehe auch Abschnitt 6.2) Statistische Genauigkeit	0,000 $\mu\text{Sv/h}$ bis 9,999 mSv/h Anzeige blinkt solange Standardabweichung größer als 5% ist			
Digitaler Anzeigebereich für Höchstwert der Dosisleistung (siehe auch Abschnitt 6.4)	6150AD1 (/H, /E): 0 $\mu\text{Sv/h}$ bis 999 mSv/h 6150AD3/5 (/H, /E): 0,00 $\mu\text{Sv/h}$ bis 999 mSv/h		6150AD2 (/H, /E): 0 $\mu\text{Sv/h}$ bis 9,99 mSv/h 6150AD4/6 (/H, /E): 0,00 $\mu\text{Sv/h}$ bis 9,99 mSv/h	
Digitaler Anzeigebereich für Dosis (siehe auch Abschnitt 6.5)	6150AD1 (/H, /E): 0 μSv bis 9,99 Sv 6150AD3/5 (/H, /E): 0,00 μSv bis 9,99 Sv		6150AD2 (/H, /E): 0 μSv bis 99,9 mSv 6150AD4/6 (/H, /E): 0,00 μSv bis 99,9 mSv	
Dosismessbereich	6150AD1 (/H, /E): 5 μSv bis 9,99 Sv 6150AD3/5 (/H, /E): 0,2 μSv bis 9,99 Sv		6150AD2 (/H, /E): 5 μSv bis 99,9 mSv 6150AD4/6 (/H, /E): 0,1 μSv bis 99,9 mSv	
Feste Dosisleistungswarnschwelle (eichfähig nur innerhalb des Dosisleistungsmessbereiches)	einstellbar auf: 25 $\mu\text{Sv/h}$ 250 $\mu\text{Sv/h}$ 1 mSv/h 2,5 mSv/h 10 mSv/h (ohne Warnschwelle)		einstellbar auf: 7,5 $\mu\text{Sv/h}$ 25 $\mu\text{Sv/h}$ 100 $\mu\text{Sv/h}$ 2 mSv/h 3 mSv/h (ohne Warnschwelle)	
Feste Dosiswarnschwelle	bei 6150AD3/5 (/H, /E) einstellbar auf: 15 mSv 100 mSv 250 mSv (ohne Warnschwelle)		bei 6150AD4/6 (/H, /E) einstellbar auf: 1 mSv 2 mSv (ohne Warnschwelle)	
Frei programmierbare Warnschwellen	bei 6150AD3/4/5/6 (/H, /E) zusätzlich jeweils eine frei programmierbare Warnschwelle für Dosisleistung und Dosis			
Vorzugsrichtung und Bezugsort	siehe Skizze in Abschnitt 3.2			
Darstellung der Dosisleistung	gleichzeitig analog und digital auf LCD, mit Anzeige der Einheit			
Anzeige von Mittel- und Höchstwert der Dosisleistung, Anzeige von Dosis und Warnschwellen	digital auf LCD bei Anforderung mit Tastendruck, mit Anzeige der Einheit			
Dosisleistungswarnung	akustisch durch löschbaren Warnton, optisch durch blinkendes Lautsprechersymbol (bei /E-Typen zusätzlich durch blinkende Analogskala)			

	Dosisleistungsmessgerät für Photonenstrahlung, Typ 6150...			
	AD1	AD1/H, AD1/E	AD2	AD2/H, AD2/E
	AD3	AD3/H, AD3/E	AD4	AD4/H, AD4/E
	AD5	AD5/H, AD5/E	AD6	AD6/H, AD6/E
Dosiswarnung	bei 6150AD3/4/5/6 (/H, /E) akustisch durch löschbaren Warnton, optisch durch blinkendes Lautsprechersymbol und blinkende Balkenanzeige			
Nachweis von Einzelimpulsen	akustisch, abschaltbar durch Tastendruck			
Anzeigebeleuchtung	auf Tastendruck, nach Loslassen noch zehn Sekunden			
Anzeigetest (Lampstest)	automatisch bei jedem Einschalten			
Temperaturbereich	-30°C bis + 50°C, maximale Abweichung $\pm 10\%$ bezogen auf Anzeige bei +20°C			
Luftfeuchtigkeit	Nenngebrauchsbereich 0 bis 95% relative Feuchte innerhalb des zugelassenen Temperaturbereiches			
Druck der Außenluft	Nenngebrauchsbereich 60 bis 130 kPa (600 bis 1300 mbar)			
Lageabhängigkeit	keine, Nenngebrauchsbereich beliebig			
Stromversorgung	9-Volt-Batterie (empfohlen wird Alkali-Mangan-Batterie gemäß IEC 6LR61) oder 9-Volt-Akku			
Betriebsdauer (mit 6LR61): ohne Beleuchtung mit Beleuchtung	ca. 1000 Stunden (ca. 3000 Stunden mit Hardware-Version 3) ca. 60 Stunden			
Batteriekontrolle	digitale Spannungsmessung in Volt, Anzeige automatisch beim Einschalten sowie jederzeit auf Abruf			
Betriebsspannung	Nenngebrauchsbereich 5,5 bis 10 Volt			
Batterieüberwachung	automatische optische und akustische Warnung bei Batteriespannungen kleiner als 5,5 Volt			
Gehäuse	Aluminiumdruckguss, wasserdicht, Schutzart IP 67 nach DIN 40050			
Tongeber	Piezo-Tongeber im Gehäuse			
Abmessungen	130 x 80 x 29 mm ³			
Gewicht	ca. 400 g			
Tragriemen	Kunststoff, dekontaminierbar, Länge 1 m			
PTB-Zulassungszeichen	siehe Tabelle mit Ausführungen des 6150AD in Kapitel 2			

14.2 Halterung 761.1

Verwendung	Halterung zum Anbringen des Prüfstrahlers 6706 an das 6150AD (auch zur Verlängerung der Eichgültigkeit)
Abmessungen	150 x 90 x 38 mm ³
Gewicht	ca. 260 g
Material	PVC grau

14.3 Wandhalter 761.8

Verwendung	Wandhalter zur Aufbewahrung (nicht zum Betrieb) des 6150AD, siehe Hinweis in Kapitel 13
Abmessungen	165 x 90 x 45 mm ³ inkl. Halteschraube
Gewicht	ca. 330 g inkl. Halteschraube
Material	PVC grau
Anbringung	zwei Senkschrauben (nicht im Lieferumfang enthalten)

14.4 Halterung mit Netzteil 761.13

Verwendung	Wandhalter mit Steckernetzgerät für stationären Betrieb des 6150AD (6150AD in dieser Betriebsart <u>nicht</u> zur Eichung zugelassen, insbesondere nicht als ODL-System)
Abmessungen	165 x 90 x 38 mm ³ (ohne Steckernetzgerät)
Gewicht	ca. 370 g (ohne Steckernetzgerät)
Material	PVC grau
Anbringung	zwei Senkschrauben (nicht im Lieferumfang enthalten)
Steckernetzgerät Eingang	230V~ / 50 Hz / 56 mA / 13 VA
Steckernetzgerät Ausgang	9 V= / 350 mA
Kabellänge Steckernetzgerät	ca. 2 m

14.5 Serielle Schnittstelle des 6150AD

Dieser Abschnitt richtet sich an Benutzer, die die sekundlich gesendete Dosisleistung in einem PC erfassen und weiter verarbeiten möchten. Zu diesem Zweck wird das Datenformat jetzt näher erläutert. Hinweis: Der Anschluss eines PC an das 6150AD und das Auslesen der Daten ist nicht bauartgeprüft und damit nicht eichfähig!

Zunächst sei erwähnt, dass die elektrischen Eigenschaften der Schnittstelle (Spannungspegel) nicht ganz der RS232-Norm entsprechen:

	Ausgang 6150AD	RS232-Ausgang	RS232-Eingang
logisch 0 (»space«)	+5V	+5...+15V	> +3V
logisch 1 (»mark«)	GND	-5...-15V	< -3V

Die logische 1 wird vom 6150AD also nicht als negative Spannung ausgegeben, sondern als Nullpegel. Nach der RS232-Norm sind Pegel innerhalb des Bereiches von -3V bis +3V nicht definiert, es bleibt also dem Empfänger überlassen, ob er den Nullpegel als logische 0 oder 1 interpretiert. In der Praxis bewerten jedoch alle PCs den Nullpegel wie einen negativen Pegel, d.h. wie die logische 1. Deswegen wurde auch auf den Aufwand verzichtet, im 6150AD noch eine zusätzliche negative Spannung für die Schnittstelle zu erzeugen. Abgesehen von extrem seltenen Ausnahmen wird der nicht normkonforme Nullpegel daher keine Schwierigkeiten bereiten.

Die Schnittstelle ist wie folgt eingestellt:

4800 Baud, 8 Datenbits, keine Parität, 1 Startbit, 1 Stoppbit.

Handshake-Signale gibt es nicht. Um die Daten auf einer PC-Schnittstelle COM1 z.B. mit einem BASIC-Programm einzulesen, ist diese wie folgt zu eröffnen:

```
OPEN "com1:4800,n,8,1,rs,cs,ds,cd" FOR INPUT AS #1
```

Die übertragenen Daten sind binär, sie sind also nicht zur direkten Anzeige am Bildschirm geeignet, sondern müssen erst dekodiert werden. Das sekundlich übertragene Telegramm umfasst sechs Zeichen und hat folgenden Aufbau:

1. STX (»start of text«, binär 2) als Startzeichen
2. Aktiver Detektor
3. MLO Mantisse der Dosisleistung (low byte)
4. MHI Mantisse der Dosisleistung (high byte)
5. EXP Exponent der Dosisleistung
6. Prüfsumme (Block Check).

Die Prüfsumme (letztes Zeichen) enthält das Exclusive-Or (XOR) der Zeichen 2 bis 5 und dient zur Erkennung von Übertragungsfehlern. Falls der Empfänger (PC) einen Übertragungsfehler feststellt, muss er das Telegramm verwerfen und das nächste Telegramm abwarten. Es gibt keine Möglichkeit, das 6150AD zur Wiederholung eines Telegramms zu veranlassen.

Das zweite Zeichen enthält den gerade aktiven Detektor:

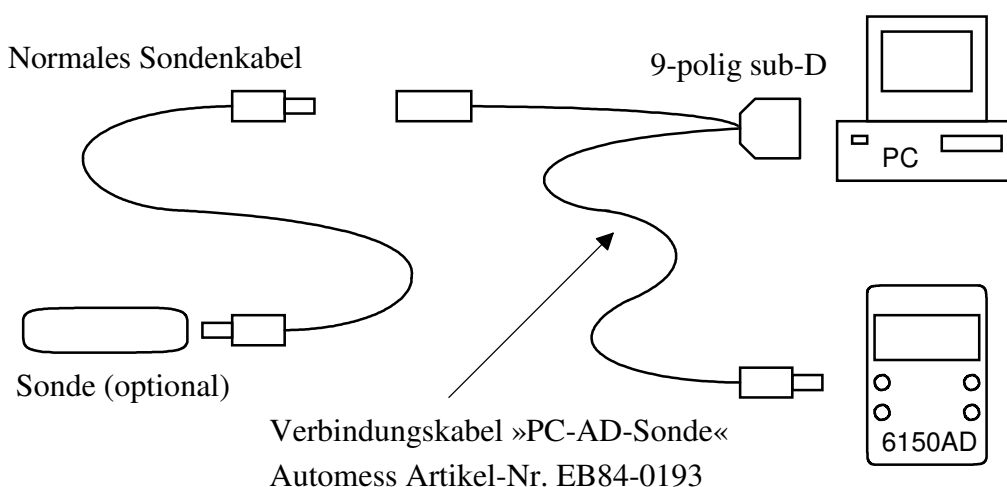
Bit 7:	Messgröße:	1 = 6150AD in »/E«-Ausführung (6150ADx/E) 0 = sonst (6150ADx oder 6150ADx/H)
Bit 6:	Typ Innenzählrohr:	0 = ZP1200 (6150AD2/4/6) 1 = ZP1310 (6150AD1/3/5)
Bit 0-5:	aktiver Detektor:	0 = Sonde 6150AD-0 7 = Sonde 6150AD-b 15 = Sonde 6150AD-15 17 = Sonde 6150AD-17 18 = Sonde 6150AD-18 19 = Sonde 6150AD-19 20 = Innenzählrohr des 6150AD 21 = Sonde 6150AD-t, Zählrohr niedriger Bereich 22 = Sonde 6150AD-t, Zählrohr hoher Bereich

Wenn Bit 7 = 1 ist (6150AD in der »/E«-Ausführung), bedeutet dies zwangsläufig, dass eine eventuell angeschlossene Sievert-Sonde auch in »/E«-Ausführung vorliegt, da ein 6150ADx/E keine anderen Sievert-Sonden akzeptiert.

Die Zeichen 3 bis 5 enthalten die aktuelle Dosisleistung als Gleitpunktzahl. Die Einheit ist $\mu\text{Sv/h}$, bei Impuls-Sonden S^{-1} . Die Dosisleistung besteht aus einem vorzeichenbehafteten 8-Bit-Exponenten zur Basis 2 (Bereich des Exponenten -128 bis +127) und einer positiven 16-Bit-Mantisse (Bereich 4000H bis 7FFFH sowie 0000H für Null) mit dem Gewicht 2^{-15} . Das folgende Fragment eines BASIC-Programms zeigt, wie die drei Zeichen MLO, MHI und EXP in die Dosisleistung DL ($\mu\text{Sv/h}$ oder S^{-1}) umgerechnet werden:

```
IF EXP > 127 THEN EXP = EXP - 256
MANT = MHI * 256 + MLO
DL = MANT * 2^(EXP - 15)
```

Als optionales Zubehör gibt es das Verbindungskabel EB84-0193, mit dessen Hilfe das 6150AD an eine 9-polige COM-Schnittstelle eines PC angeschlossen werden kann. Da dieses Verbindungskabel die Sondenbuchse des 6150AD belegt, bietet es einen zusätzlichen Anschluss, an dem bei Bedarf über ein normales Sondenkabel eine Sonde angeschlossen werden kann. Die nachfolgende Skizze erläutert Aufbau und Anwendung des Verbindungskabels.



Start: Gerät ist ausgeschaltet. Falls Warnschwellen für einen Sondentyp programmiert werden sollen, Sonde dieses Typs anschließen.

