

Digitales Alarmdosimeter ALADOX-F für Feuerwehren
Gebrauchsanweisung

Zulassungs-Nr.

23.52

08.04



Inhalt

1. Allgemeines	1
2. Was Sie besonders beachten sollten	2
3. Mechanischer Aufbau	4
4. Datenschnittstelle für Lesegerät, Systemmodus	6
5. Funktionen	7
5.1 Dosiswarnung und Dosismessung (PTB-bauartgeprüft)	7
5.2 Dosisleistungswarnung (nicht PTB-bauartgeprüft)	9
5.3 Akustischer Einzelimpulsnachweis	10
5.4 Restliche Verweilzeit	10
5.5 Mittelwert der Dosisleistung	10
5.6 Maximale Dosisleistung	11
5.7 Apparativer und natürlicher Untergrund	11
5.8 Maximal mögliche Messzeit	12
5.9 Zählrohrüberwachung	13
5.10 Batterieüberwachung	14
5.11 Temperaturüberwachung	16
5.12 Gesamte Gerätedosis	17

6. Verhalten des Dosimeters bei Batterieausfall	18
7. Batteriewechsel	19
8. Bedienung	21
8.1 Grundlegendes zur Funktion der Taste und der Bedeutung des Tongebers	21
8.2 Einschalten	23
8.3 Kurzer Tastendruck: Löschen von Warnungen, Anzeigefolge	24
8.3.1 Löschen von Warnungen	24
8.3.2 Anzeigefolge	24
8.4 Langer Tastendruck: Ändern der Dosiswarnschwelle, Ausschalten	28
8.5 Löschen der Dosis	30
8.6 Testen von LCD und Warnton	30
9. Programmiermodus	31
10. Fehlermeldungen	33
11. Testmodus für radiologische Prüfung	34
12. Archiv	37
13. Energie- und Richtungsabhängigkeit	39
13.1 Bei Verwendung als Personendosimeter für $H_p(10)$ (PTB-bauartgeprüft)	40
13.2 Bei Verwendung als Ortsdosimeter für $H^*(10)$ (nicht PTB-bauartgeprüft)	42
14. Technische Daten	43
15. Kurzbedienungsanleitung	45
15.1 Übersicht über die Warnmeldungen	45
15.2 Anzeigefolge nach kurzem Tastendruck	45
15.3 Ändern der Dosiswarnschwelle und Ausschalten	46

1. Allgemeines

Das Alarndosimeter ALADOX-F ist ein speziell für den Gebrauch bei Feuerwehren bestimmtes Dosimeter zur Messung von Photonenstrahlung (Röntgen- und Gammastrahlung) in der Messgröße Tiefen-Personendosis $H_p(10)$. ALADOX-F gehört zur mittlerweile dritten Generation¹⁾ von Digitaldosimetern aus unserem Hause, die alle das gleiche seit 1984 bewährte Aluminium-Druckgussgehäuse verwenden und sich daher äußerlich sehr ähneln. Alle Modelle waren von Anfang an mit einem Mikroprozessor ausgestattet. Die Baureihe ALADOX ist die erste, welche für die Messgröße $H_p(10)$ optimiert wurde. Bei dieser Gelegenheit wurde auch eine neue Elektronik entwickelt, mit deren Hilfe mehr Funktionen möglich werden und die ohnehin schon geringe Stromaufnahme weiter verringert werden konnte.

Als Detektor dient das bewährte und für seine gute Langzeitstabilität bekannte 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!

ALADOX-F dient hauptsächlich als Dosiswarner und zeigt daher die Dosiswarnschwelle an, die sich auf einen von vier vorgegebenen Werten einstellen lässt. Die Dosis sowie einige andere Messwerte und Parameter lassen sich auf Tastendruck anzeigen. Eine sehr hohe Dosisleistungswarnschwelle warnt vor möglichen Zählverlusten bei der Dosis aufgrund der Sättigung des Detektors. Die Batteriespannung sowie die Funktionstüchtigkeit des Detektors werden ständig überwacht.

ALADOX-F wird vorzugsweise als Dosiswarner bei Feuerwehren eingesetzt. Grundsätzlich könnte ALADOX-F auch zur Ortsdosimetrie in der Messgröße Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ verwendet werden (nicht PTB-bauartgeprüft).

Als Anzeige dient ein vierstelliges LCD mit großen Ziffern (Ziffernhöhe ca. 7 mm). Die Stromversorgung erfolgt über eine handelsübliche 9-Volt-Batterie, wobei aufgrund des geringen Stromverbrauches bei niedrigen Strahlungspegeln mit Alkaline-Batterien ca. 5000 Dauerbetriebsstunden erreicht werden. Das Gerät arbeitet völlig autark, zu seinem Betrieb sind keine zusätzlichen Geräte oder Werkzeuge erforderlich. Dies gilt auch für den dauerhaften Datenspeicher, der keinerlei Hilfsbatterien benötigt.

Gleichwohl wurde für spezielle Anwendungen die Option einer automatischen Auslesung und Programmierung des Gerätes geschaffen (im Rahmen der PTB-Bauartprüfung nicht geprüft). Der Datentransfer mit einem Lesegerät erfolgt hierbei kontaktlos über einen induktiven Sensor im Batteriefachdeckel.

ALADOX-F ist von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) als Personendosimeter für die Messgröße $H_p(10)$ zur Eichung zugelassen. Eine Zulassung als Ortsdosimeter für die Messgröße $H^*(10)$ wurde nicht angestrebt, da die Verwendung als Ortsdosimeter eine eher nebensächliche Rolle spielt.

¹⁾ Benutzer, die unsere vorherigen Dosimetermodelle bereits kennen, können anhand der nachfolgenden Zusammenstellung ablesen, wie sich das ALADOX-F an die bisherigen Modelle anreicht:

	Systemdosimeter	Autarke Dosimeter	
1984:	219.x	-	(H_x , Elektronikgeneration 1, nur akkubetrieben)
1990:	219.x, 219.xB	ALADOS(-F)	(H_x , Elektronikgeneration 2, akku- und batteriebetrieben)
2008:	ALADOX-SYS	ALADOX(-F)	($H_p(10)$, Elektronikgeneration 3, nur batteriebetrieben)

Systemdosimeter unterscheiden sich von autarken Dosimetern nur in der Software. Systemdosimeter sind speziell für den Betrieb mit Dosimeterlesern im Rahmen eines elektronischen Personendosimetriesystems ausgelegt (kerntechnische Anlagen), autarke Dosimeter arbeiten auch ohne Dosimeterleser. Die Bezeichnung »ALADOX« steht für ALADOS mit erweiterten (»eXtended«) Funktionen.

HINWEIS Im Rahmen der Bauartzulassung wurde *nicht* die Eignung des Dosimeters für Messungen in gepulsten Strahlungsfeldern geprüft. Es kann daher *nicht* ausgeschlossen werden, dass das Dosimeter in gepulsten Strahlungsfeldern falsche Messwerte anzeigt.¹⁾

Die robuste Konstruktion ist für einen langjährigen Betrieb ausgelegt. Dennoch stellt sich auch für dieses Gerät irgendwann die Frage der Entsorgung. Wie jedes andere Elektronikgerät muss auch das Dosimeter fachgerecht entsorgt werden, darf also nicht in den »unsortierten Siedlungsabfall« (Restmüll) gelangen. Wir sind registrierter Hersteller von »B2B«-Geräten (business to business, also Geräte, die gewöhnlich nicht in privaten Haushalten genutzt werden). Demzufolge sind Sie als gewerblicher Nutzer dazu verpflichtet, die Geräte genau wie Ihren sonstigen Elektroschrott auf eigene Kosten fachgerecht zu entsorgen oder entsorgen zu lassen. Insbesondere möchten wir Sie bitten, unsere Geräte nicht zu »entsorgen«, indem Sie sie an Privatpersonen abgeben. Dies könnte dazu führen, dass unsere Geräte trotz ihrer ursprünglich gewerblichen Nutzung letztlich in erheblichem Umfang über öffentliche Sammelstellen entsorgt würden. Wenn Sie eine Entsorgung unserer Geräte planen, wenden Sie sich bitte an uns. Wir stehen einer Rücknahme von Altgeräten grundsätzlich positiv gegenüber und werden Ihnen einen Vorschlag zur Entsorgung machen.

HINWEIS Das Dosimeter ist wie ein Elektrogerät zu entsorgen, darf also nicht in den Restmüll gelangen! Wenden Sie sich im Falle einer geplanten Entsorgung bitte an uns!

2. Was Sie besonders beachten sollten

In diesem Kapitel möchten wir Ihnen einige Ratschläge für das Lesen dieser Gebrauchsanweisung geben.

- In **Kapitel 1** (»Allgemeines«) hatten wir bereits einen Überblick über die wesentlichen Eigenschaften des Dosimeters gegeben. Beachten Sie insbesondere den Sicherheitshinweis hinsichtlich der im Dosimeter verwendeten Hochspannung!
- **Kapitel 2** lesen Sie gerade. Es soll Ihnen den Aufbau dieser Gebrauchsanweisung erläutern und auf besonders wichtige Punkte hinweisen.
- **Kapitel 3** (»Mechanischer Aufbau«) erläutert Ihnen die Konstruktion des Dosimeters. Beachten Sie insbesondere den Hinweis zum richtigen Tragen des Dosimeters!
- **Kapitel 4** (»Datenschnittstelle für Lesegerät«) begründet, warum in dieser Gebrauchsanweisung gelegentlich ein »Lesegerät« sowie der »Systemmodus« des Dosimeters erwähnt werden. Da ein Lesegerät jedoch optional ist, also zur Benutzung des Dosimeters keinesfalls erforderlich ist, können Sie alle diesbezüglichen Hinweise überlesen, falls Sie das Dosimeter ohne Lesegerät benutzen.
- **Kapitel 5** (»Funktionen«) erläutert, was das Dosimeter »alles macht«. Neben selbstverständlichen Dingen wie dem Messen der Dosis gehören hierzu auch weniger selbstverständliche Dinge wie z.B. die Überwachung der Betriebstemperatur. Da zu den Funktionen des Dosimeters auch verschiedene Warnungen gehören, ist zu einem Verständnis der Warnungen auch das Studium dieses Kapitels erforderlich. Die Warnungen sind in Abschnitt 15.1 nochmals zusammengefasst.
- **Kapitel 6** (»Verhalten des Dosimeters bei Batterieausfall«) beschreibt die Vorkehrungen, die gegen Datenverlust durch Batterieausfall getroffen sind.

¹⁾ Das ALADOX-F wird immer dann zu kleine Messwerte anzeigen, wenn es übersteuert wird, also wenn während des Strahlungspulses eine Dosisleistung von deutlich mehr als 1 Sv/h auftritt. Im Extremfall (sehr kurze und gleichzeitig sehr intensive Strahlungspulse) ist der Messwert praktisch Null. Aber selbst wenn das ALADOX-F nicht übersteuert wird und die Dauer des Strahlungspulses deutlich kürzer als eine Sekunde ist, kann der Messwert um bis zu einen Faktor drei zu klein sein, weil dann die Totzeitkorrektur nicht mehr richtig arbeitet.

- **Kapitel 7** (»Batteriewechsel«) beschreibt, was bei einem Batteriewechsel zu beachten ist. Da das Dosimeter mit Batterie ausgeliefert wird, und der Stromverbrauch außerordentlich gering ist, wird es einige Zeit dauern, bis Sie diese Hinweise erstmals benötigen. Beachten Sie jedoch bereits jetzt den Hinweis, das Dosimeter bei eingelegter Batterie nicht für lange Zeit unbeobachtet zu lassen, um Beschädigungen durch eine auslaufende Batterie zu vermeiden! Nehmen Sie sich vor, dieses Kapitel (erneut) zu lesen, wenn der erste Batteriewechsel fällig ist. Dieser Batteriewechsel erfordert etwas mehr Aufmerksamkeit als z.B. bei der Fernbedienung Ihres Fernsehgerätes, da das Batteriefach des Dosimeters wesentlich robuster aufgebaut ist.
- **Kapitel 8** (»Bedienung«) beschreibt die Bedienung. Wir haben viel Sorgfalt auf eine - trotz der Vielzahl an Funktionen - möglichst einfache Bedienung verwandt. Manche Bedienungen lassen sich daher vielleicht »intuitiv« erlernen, aber eben nur manche. Auch das Lesen dieses Kapitels können wir Ihnen daher nicht ersparen.
- **Kapitel 9** (»Programmiermodus«) beschreibt, wie Sie das Dosimeter an Ihre speziellen Anforderungen anpassen können. Dies sind die Wahl der nach Einschalten geltenden Dosiswarnschwelle sowie die Sprache für diverse Anzeigetexte. Eine solche Programmierung ist nur selten erforderlich, da das Dosimeter Ihre Einstellungen dauerhaft speichert. Außerdem können Sie mit Hilfe des Programmiermodus das Dosimeter in einen Testmodus für eine radiologische Prüfung versetzen.
- **Kapitel 10** (»Fehlermeldungen«) enthält einige Meldungen, die das Dosimeter bei gewissen Fehlern seiner Elektronik abgeben kann. Da solche Fehler sehr selten sein dürften, sind sie in einem eigenen Kapitel vom übrigen Teil der Gebrauchsanweisung getrennt. Dieses Kapitel brauchen Sie nur zu Rate zu ziehen, wenn das Dosimeter eine Meldung abgibt, die nicht in Abschnitt 15.1 aufgeführt ist. Das Auftreten eines solchen Fehlers erfordert immer das Einsenden des Dosimeters zur Reparatur.
- **Kapitel 11** (»Testmodus für radiologische Prüfung«) erläutert den speziell für wiederkehrende Prüfungen geschaffenen Testmodus des Dosimeters. Dieses Kapitel benötigen Sie nur, wenn Sie solche Prüfungen durchführen wollen oder müssen.
- **Kapitel 12** (»Archiv«) beschreibt Funktion und Aufbau des Archivs, in dem das Dosimeter die wichtigsten Daten seiner letzten Benutzungen dauerhaft ablegt. Auf das Archiv kann nur mit Hilfe eines Lesegerätes zugegriffen werden. Dieses Kapitel können Sie daher überspringen, wenn Sie das Dosimeter ohne Lesegerät benutzen.
- **Kapitel 13** (»Energie- und Richtungsabhängigkeit«) hat nichts mehr mit der Bedienung des Dosimeters zu tun, sondern gehört bereits zu den technischen Daten. Die dort dargestellten Diagramme dürften für viele Anwender nur schwer verständlich und außerdem nicht besonders wichtig sein. Wichtig hingegen ist der sich hieraus ergebende Energiebereich, innerhalb dessen das Dosimeter gewisse Fehlergrenzen einhält, und der auch in den technischen Daten nochmals angegeben ist. Wie man den Diagrammen entnehmen kann, zeigt das Dosimeter bei Energien unterhalb des Nenngebrauchsbereiches (z.B. bei weicher Röntgenstrahlung) zu wenig an, bei Energien oberhalb des Nenngebrauchsbereiches zu viel.
- **Kapitel 14** (»Technische Daten«) gehört zu jeder Gebrauchsanweisung, auch wenn einige der Angaben nur technisch versierten Lesern verständlich sind.
- **Kapitel 15** (»Kurzbedienungsanleitung«) fasst alle Warnmeldungen zusammen, die in Kapitel 5 ausführlich besprochen wurden. Dies soll Ihnen helfen, bei Bedarf die Bedeutung einer Warnung schnell zu finden, ohne das gesamte Kapitel 5 durchsuchen zu müssen. Außerdem werden die wichtigsten Bedienungen nochmals kurz erläutert.

3. Mechanischer Aufbau

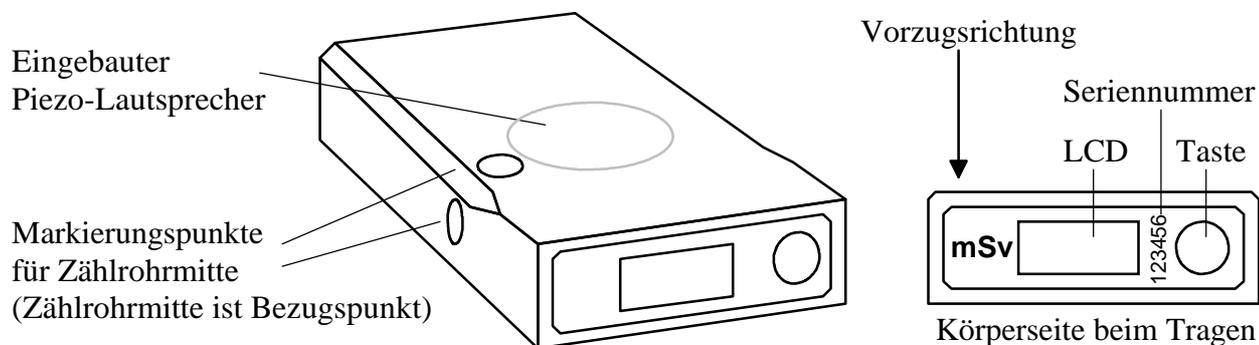
Das robuste und wasserdichte Gehäuse besteht aus Aluminiumdruckguss. Die Oberfläche des Gehäuses ist anthrazitfarben mit einer dünnen Keramikschiicht beschichtet, da diese Oberflächenbehandlung wesentlich robuster und kratzfester als eine Lackierung ist. Bei dieser Art der Beschichtung kann es vorkommen, dass die Struktur des darunter liegenden Aluminiums an einzelnen Stellen sichtbar ist.

HINWEIS Kleine farbliche Unregelmäßigkeiten der Oberfläche (scheinbare Flecken oder Schlieren) sind nicht immer zu vermeiden und stellen weder einen Fehler noch Gebrauchsspuren dar! Dafür bietet die robuste Oberfläche auch nach längerer Benutzung von mehreren Jahren immer noch ein ansprechendes Aussehen.

Die oberen Kanten des Gehäuses sind abgeschrägt, damit sich das Dosimeter nur in einer einzigen Orientierung in den Leseschacht eines Lesegerätes einlegen lässt.

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.

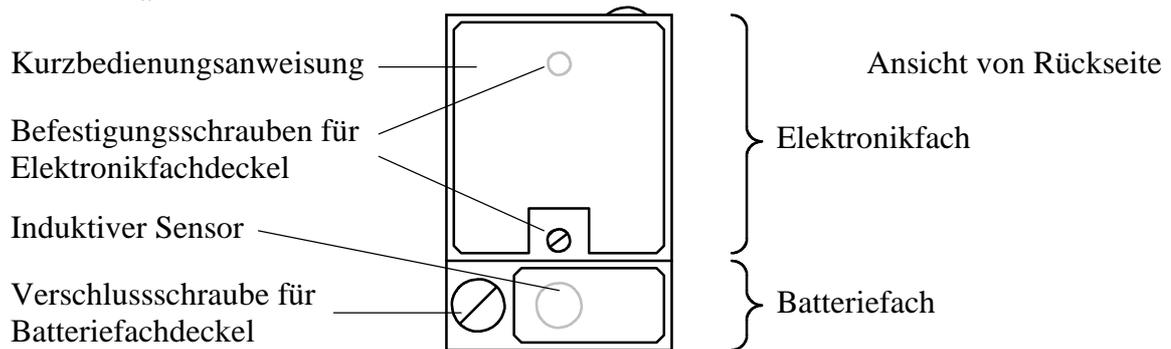
Das Zählrohr befindet sich hinter den beiden runden Markierungen des Gehäuses. Die Zählrohrmitte (siehe Skizze) ist der Bezugspunkt. Vorzugsrichtung, das ist die Strahleneinfallrichtung mit der höchsten Messgenauigkeit, ist senkrecht auf den Markierungspunkt der großen Gehäusefläche. Dies entspricht einer von vorne einfallenden Strahlung, wenn das Dosimeter so an der Vorderseite des Rumpfes getragen wird, dass die Anzeige abgelesen werden kann (also nicht auf dem Kopf steht). Als Anzeige dient eine vierstellige numerische Flüssigkristallanzeige (LCD). Die Tonabstrahlung des eingebauten Piezo-Lautsprechers erfolgt über die große Gehäusefläche, sodass keine Öffnung für den Lautsprecher erforderlich ist. Mit der Taste an der Frontseite werden alle Bedienungen inklusive des Ein- und Ausschaltens durchgeführt. Neben der Taste ist die Seriennummer des Gerätes dauerhaft in die Frontplatte eingeprägt.



Der Piezo-Lautsprecher gibt sowohl melodieähnliche Töne zur Bedienungsführung als auch Warntöne ab. Für Warntöne wird ein besonders eindringlicher sirenenähnlicher Ton verwendet.

Auf der Rückseite des Gerätes befindet sich der mit zwei Schrauben gesicherte Elektronikfachdeckel. Die Kurzbedienungsanweisung auf dem Elektronikfachdeckel hat eine Aussparung, die eine der beiden Schrauben zugänglich lässt. Auf dieser Schraube kann eine Eichmarke oder ein ähnliches Siegel angebracht werden. Das Elektronikfach lässt sich nicht öffnen, ohne dieses Siegel und die Kurzbedienungsanweisung zu zerstören. Ebenfalls auf der Rückseite befindet sich der mit einem Schraubverschluss versehene Batteriefachdeckel, in dem auch der induktive Sensor für die Datenübertragung sitzt. Das Batteriefach ist vom Elektronikfach durch eine Zwischenwand getrennt,

sodass auch bei Batteriewechsel die Elektronik unzugänglich bleibt.



Die im Lieferumfang enthaltene Halteklammer aus Edelstahl (siehe Titelbild) kann abgenommen werden, wenn sie beim Tragen des Dosimeters stören sollte, oder wenn Dosimeter oder Klammer dekontaminiert werden sollen. Sollte die Klammer dauerhaft kontaminiert sein, kann sie ausgetauscht werden, ohne dass gleich das gesamte Dosimeter unbrauchbar wird.

Das Dosimeter ist für die Messgröße $H_p(10)$ konstruiert. Diese Messgröße ist definiert als die Äquivalentdosis für ICRU-Weichteilgewebe in 10 mm Tiefe im Körper an der Tragestelle des Personendosimeters. Für Prüfungen, Kalibrierungen etc. werden Personendosimeter auf einem Quader-Phantom befestigt, welches den menschlichen Rumpf nachbildet. Damit die Dosis richtig gemessen wird, muss das Dosimeter auch am Rumpf getragen werden, und zwar so, dass die Ihnen *entgegenkommende* Strahlung in Vorzugsrichtung auf das Dosimeter einfällt. Diese Voraussetzungen sind automatisch erfüllt, wenn Sie das Dosimeter in einer Brusttasche so tragen, dass Sie die Frontseite mit dem LCD ablesen können. Dann zeigt die Rückseite des Dosimeters zum Körper, so wie es sein muss.

HINWEIS Tragen Sie das Dosimeter immer vorne am Rumpf (Brusttasche), nicht in einer Hosentasche und auch nicht seitlich oder gar hinten am Gürtel! Dabei muss die Rückseite des Dosimeters (Batteriefachdeckel) zum Körper zeigen!

4. Datenschnittstelle für Lesegerät, Systemmodus

Das Dosimeter verfügt über eine Schnittstelle, mit deren Hilfe ein Datenaustausch zwischen Dosimeter und einem Lesegerät möglich ist. Ein Lesegerät wird in dieser Gebrauchsanweisung noch öfter erwähnt werden. Beachten Sie hierbei jedoch folgenden Hinweis:

HINWEIS Ein Lesegerät ist für die Benutzung des Dosimeters keinesfalls erforderlich, es bietet nur zusätzliche Möglichkeiten!

Hauptmotive für die Verwendung eines Lesegerätes sind:

- Gezieltes Programmieren von ganz speziellen Warnschwellen,
- Auslesen des Dosimeter-Archivs,
- Automatische Erfassung von Dosis und anderen Messwerten auf einem Computer im Rahmen eines elektronischen Personendosimetriesystems.

Viele Anwender werden ein Lesegerät daher nicht benötigen.

Für die Datenübertragung wird ein induktiver Sensor im Deckel des Batteriefaches des Dosimeters verwendet. Dieses Verfahren ist sehr robust, da es die Nachteile anderer Verfahren vermeidet: Es gibt keine verschmutzten optischen Sensoren, und es gibt auch keine Steckverbinder mit korrodierten oder verbogenen Kontaktstiften oder fehlenden Spezialkabeln. Um die Verbindung mit einem Lesegerät herzustellen, muss das Dosimeter nur in dessen Schacht eingelegt werden.

Wenn das Dosimeter in einem Lesegerät programmiert wurde, befindet sich das Dosimeter im »Systemmodus«, weil davon auszugehen ist, dass das Dosimeter im Rahmen eines elektronischen Personendosimetriesystems verwendet wird. Der Begriff »Systemmodus« wird in dieser Gebrauchsanweisung noch öfter erscheinen. Wenn Sie das Dosimeter ohne Lesegerät benutzen, ist das Dosimeter nie im Systemmodus, und Sie können alle diesbezüglichen Hinweise überlesen.

Bei Verwendung des Dosimeters mit einem Lesegerät kann auch die Uhr des Dosimeters gestellt werden. Diese Uhr ist eine »Software-Uhr«, die nach jedem Einschalten auf »Null« steht. Nur wenn die Uhr gestellt ist, werden Archiveinträge mit Datum und Uhrzeit versehen. Das Datum der letzten erfolgreichen radiologischen Prüfung (siehe Kapitel 11) kann das Dosimeter ebenfalls nur mit gestellter Uhr überwachen.

Ein reines Auslesen von Dosimeterdaten versetzt das Dosimeter noch nicht in den Systemmodus, sondern erst eine Programmierung des Dosimeters. Der Systemmodus wirkt sich nur geringfügig auf das Verhalten des Dosimeters aus. Die wesentlichen Unterschiede sind:

- Im Systemmodus sind die Warnschwellen für Dosis und Dosisleistung vom Lesegerät programmiert worden. Diese programmierten Warnschwellen haben Vorrang über die fest vorgegebenen Warnschwellen. Eine Veränderung der Warnschwellen durch Tastendruck ist im Systemmodus nicht mehr möglich.
- Identnummer und Jobnummer sind vom Lesegerät in das Dosimeter programmiert worden und sind bei der Anzeigefolge (Abschnitt 8.3.2) nunmehr sichtbar.
- Im Systemmodus wird jede Benutzung (mit einer gewissen Mindestdauer) archiviert, auch wenn keine Dosis angefallen ist. Hiermit kann nachgewiesen werden, dass bei einer bestimmten Benutzung durch eine bestimmte Person (Identnummer) keine Dosis angefallen ist.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Daten, auf die mit Hilfe eines Lesegerätes zugegriffen werden kann:

	Lesen	Schreiben
--	-------	-----------

Die folgenden »klassischen« Daten sind mit dem Vorgängermodell ALADOS-F identisch, weshalb das neuere ALADOX-F kompatibel mit alten Lesegeräten bleibt:

	Lesen	Schreiben
Seriennummer des Dosimeters	X	-
Diverse Kennungen (z.B. Zählrohrausfall ja/nein)	X	-
Dosis	X	(löschen)
Maximale Dosisleistung	X	(löschen)
Batteriezustand	X	-
Dosiswarnschwelle	X	X
Dosisleistungswarnschwelle	X	X
Identnummer (maximal siebenstellig)	X	X
Auftragsnummer (maximal siebenstellig)	X	X

Die folgenden »erweiterten« Daten sind neu gegenüber dem Vorgängermodell ALADOS-F. Um sie zu nutzen, muss die Software des Lesegerätes entsprechend angepasst sein:

	Lesen	Schreiben
Datum und Uhrzeit	X	X
Datum und Gültigkeitsdauer der letzten erfolgreichen radiologischen Prüfung	X	X
Kennung ob letzte erfolgreiche radiologische Prüfung noch gültig	X	-
Gesamte Gerätedosis	X	-
Mittlere Dosisleistung und Variationskoeffizient des Mittelwertes	X	-
Dauer der aktuellen Benutzung	X	-
Temperatur des Dosimeters	X	-
Archiveinträge	X	-

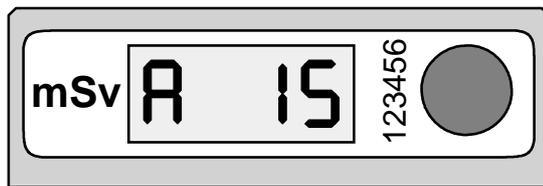
Das ALADOX-F ist jedoch vorrangig als autarkes Dosimeter konzipiert, weshalb wir auf den Systemmodus nicht besonders genau eingehen werden. Für eine Benutzung als Systemdosimeter ist das Modell ALADOX-SYS gedacht, für das eine eigene Gebrauchsanweisung erhältlich ist.

5. Funktionen

5.1 Dosiswarnung und Dosismessung (PTB-bauartgeprüft)

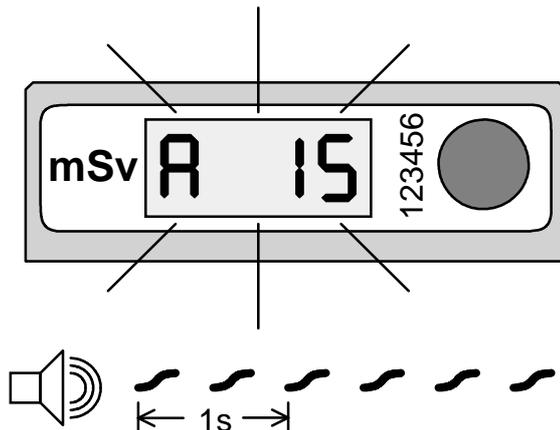
Bei einem Einsatz bei der Feuerwehr bleibt dem Träger des Dosimeters keine Zeit, sich um die Anzeige des Dosimeters zu kümmern. Auch kann ihm nicht zugemutet werden, eine Dosisanzeige abzulesen und in irgend einer Form zu bewerten. Er hat vielmehr die Anweisung, bei Ansprechen der Dosiswarnung den Bereich zu verlassen. Die geeignete Dosiswarnschwelle wird zuvor von der Einsatzleitung unter Berücksichtigung des gefährdeten Gutes (von Sachwerten bis hin zu Menschenleben) festgelegt. Die Dosiswarnschwelle ist also das zentrale Kriterium. Unter diesen Voraussetzungen erscheint es sinnvoll, wenn das Dosimeter nicht die Dosis dauernd anzeigt, sondern die Dosiswarnschwelle. Die Dosis lässt sich selbstverständlich auch ablesen, sonst trüge das ALADOX-F die Bezeichnung »Alarndosimeter« zu Unrecht. Die Dosis sowie weitere Messwerte wie maximale und mittlere Dosisleistung lassen sich auf Tastendruck anzeigen, z.B. zum Zwecke der Auswertung nach einem Feuerwehreinsatz.

Die Dosiswarnschwelle wird in der Einheit Millisievert angezeigt, wie es der Aufdruck »mSv« auf der Frontplatte neben dem LCD verdeutlicht. Dabei deutet ein »A« in der ersten Stelle darauf hin, dass es sich um eine Alarmeinstellung und nicht um die aktuelle Dosis handelt:



permanente Anzeige der Dosiswarnschwelle (»A« = »Alarm«) in mSv, in diesem Beispiel 15 mSv

Erreicht oder überschreitet die Dosis die Warnschwelle, wird optische und akustische Dosiswarnung gegeben:



Dosiswarnung

optisch: blinkende Anzeige

akustisch: intermittierendes Sirenenton von zwei Tönen pro Sekunde

Die Dosiswarnung kann nur gelöscht werden, indem eine Warnschwelle größer als die Dosis eingestellt wird.

In der Standardausführung stehen folgende vier Dosiswarnschwellen zur Verfügung:

- 1 mSv, dargestellt als »A 1«
- 15 mSv, dargestellt als »A 15« (Werkseinstellung nach Einschalten)
- 100 mSv, dargestellt als »A100«
- 250 mSv, dargestellt als »A250«.

Andere Dosiswarnschwellen können in Abhängigkeit von Kundenwunsch oder Änderungen der Feuerwehrdienstvorschrift ebenfalls realisiert sein, ohne die Zulassung zur Eichung aufzuheben.

Die Dosiswarnschwelle lässt sich während des Betriebs durch längeren Tastendruck verändern (siehe Abschnitt 8.4). Nach Einschalten gilt die Dosiswarnschwelle von 15 mSv. Wenn Ihnen diese Voreinstellung nicht zusagt, können Sie mit Hilfe des Programmiermodus (Kapitel 9) eine andere der Warnschwellen zur Voreinstellung machen.

Die Dosis lässt sich auf Tastendruck anzeigen (Parameter 3 der Anzeigefolge, siehe Abschnitt 8.3.2). Sie wird vierstellig in Millisievert dargestellt. Die kleinste Schrittweite der Dosisanzeige und somit auch der kleinste Anzeigewert ungleich Null ist 0,001 mSv, das ist ein Mikrosievert. Ein Mikrosievert ist eine sehr kleine Dosis, die selbst bei natürlicher Umgebungsstrahlung von 0,07 µSv/h erst nach 14 Stunden erreicht wird. Die Auflösung der Dosisanzeige ist also fein genug, um auch kleine Dosiswerte ablesen zu können. Durch automatische Wahl eines der folgenden vier Bereiche kann das Dosimeter bis zu 9999 mSv anzeigen:

0,000 - 9,999 mSv / 10,00 - 99,99 mSv / 100,0 - 999,9 mSv / 1000 - 9999 mSv.

Obwohl in den höheren Anzeigebereichen einige der Nachkommastellen abgeschnitten werden, arbeitet das Dosimeter intern immer mit allen drei Nachkommastellen. Es erfasst daher auch kleine

Dosiserhöhungen, die in der Anzeige möglicherweise gar nicht zu erkennen sind. Unsichtbare Stellen werden abgeschnitten, nicht auf die kleinste sichtbare Stelle gerundet.

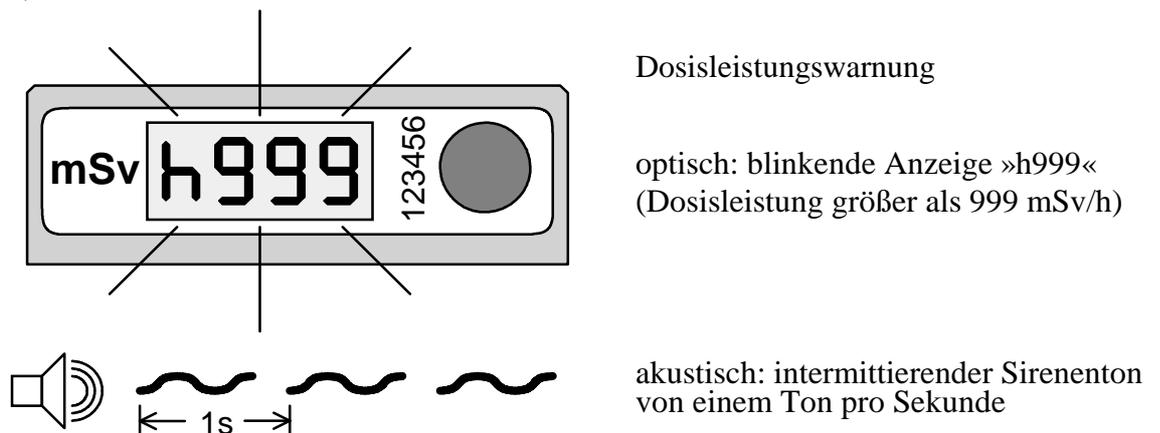
Der eichfähige Dosismessbereich beginnt bei 0,010 mSv, das sind 10 μ Sv. Dies stammt von der PTB-Forderung, dass im kleinsten Anzeigebereich die Schrittweite der Dosisanzeige maximal 10% des Anzeigewertes betragen darf. Bei einer Schrittweite von 0,001 mSv ist diese Forderung ab 0,010 mSv erfüllt.

Die Dosis wird mit Ausschalten des Dosimeters gelöscht. Sie hat daher nach Einschalten automatisch den Wert Null. Nur falls eine Benutzung des Dosimeters durch Batterieausfall endete (siehe Kapitel 6), wird die nächste Benutzung mit derjenigen Dosis fortgesetzt, die zum Zeitpunkt des Batterieausfalls vorlag. Auf eine solche Fortsetzung nach Batterieausfall weist das Dosimeter beim nächsten Einschalten ausdrücklich hin (siehe Abschnitt 8.2).

5.2 Dosisleistungswarnung (nicht PTB-bauartgeprüft)

Gleichzeitig mit der Dosis misst das Dosimeter auch die Dosisleistung, also die Intensität des aktuellen Strahlungsfeldes. Die Dosisleistung wird für die Berechnung der restlichen Verweilzeit sowie für die Dosisleistungswarnung benötigt.

Wenn die feste Dosisleistungswarnschwelle von 1 Sv/h erreicht oder überschritten wird, gibt das Dosimeter Dosisleistungswarnung ab. Dies dient nicht dem herkömmlichen Zweck eines Dosisleistungswarngerätes, den Träger des Dosimeters vor einem Strahlenfeld bestimmter Intensität zu warnen. Hierzu ist der Schwellwert von 1 Sv/h viel zu hoch. Die Warnung zeigt vielmehr eine so hohe Dosisleistung an, bei der Zählverluste bei der Dosis auftreten können:



Das »h« in der ersten Stelle steht zusammen mit der Beschriftung »mSv« für »mSv/h«. Die drei Neuner in den restlichen drei Stellen zeigen an, dass die für das Gerät zulässige Dosisleistung von 999 mSv/h überschritten ist.

Im Systemmodus kann die Dosisleistungswarnschwelle kleiner als 1 Sv/h sein. Dann blinkt nur das »h« in der ersten Stelle, und in den verbleibenden drei Stellen wird die Dosisleistung digital in mSv/h angezeigt (nicht PTB-bauartgeprüft). Der Anzeigebereich geht von »h0.01« bis »h999« (0,01 bis 999 mSv/h). Bei Dosisleistungsüberlauf (Dosisleistung größer als 999 mSv/h) blinken auch hier die drei Neuner »999«.

Wenn die Dosisleistung wieder unter die Warnschwelle absinkt, verlöscht auch die Warnung wieder. Außerdem kann die Dosisleistungswarnung manuell per Tastendruck gelöscht werden. Eine gelöschte Dosisleistungswarnung wird automatisch wiederholt, sobald die Dosisleistung unter die Warnschwelle abgesunken ist und sie danach wieder erreicht oder überschreitet, d.h. sobald eine neue Dosisleistungswarnung entsteht.

Treten Dosiswarnung und Dosisleistungswarnung gleichzeitig auf, hat die Dosiswarnung Vorrang.

5.3 Akustischer Einzelimpulsnachweis

Die ALADOX-Baureihe ist von der Technik her in der Lage, die Zählrohrimpulse als Klicktöne hörbar zu machen. Solche Klicktöne können ein wertvolles Mittel zur Erkennung kleiner Dosisleistungen sein. Im Falle des ALADOX-F, welches ja vorrangig als Dosiswarner mit teilweise recht hohen Warnschwellen arbeitet, erscheinen solche Klicktöne eher lästig als hilfreich. Außerdem müsste es die Möglichkeit geben, die Klicktöne auszuschalten, was die Bedienung zwangsläufig komplizierter machen würde. Deshalb ist im Modell ALADOX-F der akustische Einzelimpulsnachweis immer ausgeschaltet. Es sei jedoch nicht verschwiegen, dass grundsätzlich die Möglichkeit besteht, das Impulsklicken mit Hilfe eines Lesegerätes zu aktivieren (für die aktuelle Benutzung, nicht dauerhaft).

5.4 Restliche Verweilzeit

Unter »restlicher Verweilzeit« wird diejenige Zeit verstanden, die noch bis zum Erreichen der Dosiswarnschwelle verbleibt. Ein Blick auf die restliche Verweilzeit sagt dem Benutzer, wie lange er sich noch im aktuellen Strahlenfeld aufhalten kann, bevor Dosiswarnung ausgelöst wird.

Die restliche Verweilzeit ist um so kleiner, je dichter die Dosis bereits an der Dosiswarnschwelle liegt, und je größer die aktuelle Dosisleistung ist:

$$\text{Restliche Verweilzeit} = \frac{\text{Dosiswarnschwelle} - \text{Dosis}}{\text{Dosisleistung}}$$

Nach dieser Formel berechnet das Dosimeter die restliche Verweilzeit. Man beachte, dass die restliche Verweilzeit auch bei zunehmender Dosis nicht notwendigerweise ständig abnehmen muss. Sobald die Dosisleistung sinkt, nimmt auch die restliche Verweilzeit wieder zu.

Die obige Formel wird nur benutzt, solange die Dosis kleiner als die Dosiswarnschwelle ist. Wenn die Dosiswarnschwelle bereits erreicht oder überschritten ist, wird die restliche Verweilzeit auf Null gesetzt.

Die restliche Verweilzeit kann jederzeit durch Tastendruck zur Anzeige gebracht werden (erster Parameter der Anzeigefolge, siehe Abschnitt 8.3.2). Der Anzeigebereich geht von »0h00« (Null, d.h. Dosiswarnschwelle erreicht) bis »9h59« (9 Stunden und 59 Minuten):



Restliche Verweilzeit bis zur Dosiswarnung (nur auf Tastendruck)

Da die restliche Verweilzeit von der aktuellen Dosisleistung abhängt, unterliegt sie den statistischen Schwankungen und Zeitkonstanten der Dosisleistungsberechnung. Bei sehr kleinen Dosisleistungen wird die restliche Verweilzeit daher zwangsläufig ungenauer.

5.5 Mittelwert der Dosisleistung

Das Dosimeter misst den Mittelwert der Dosisleistung seit Einschalten (oder seit letztem Löschen der Dosis durch ein Lesegerät). Diese Funktion ist für kleine Dosisleistungen gedacht, bei denen sich die Dosisanzeige nur in großen Zeitabständen ändert. Ein gegenüber der natürlichen Umgebungsstrahlung nur geringfügig erhöhter Pegel lässt sich an der Dosis daher nicht ablesen, wohl aber am Mittelwert der Dosisleistung. Der Mittelwert kann jederzeit durch Tastendruck zur Anzeige gebracht werden (Parameter 7 der Anzeigefolge, siehe Abschnitt 8.3.2).

5.6 Maximale Dosisleistung

Das Dosimeter merkt sich die maximale Dosisleistung, die es seit Einschalten (oder seit letztem Löschen der Dosis durch ein Lesegerät) gemessen hat. Die maximale Dosisleistung kann jederzeit durch Tastendruck zur Anzeige gebracht werden (Parameter 4 der Anzeigefolge, siehe Abschnitt 8.3.2). Der Anzeigebereich geht von »h0.00« bis »h999« (0,00 bis 999 mSv/h).

5.7 Apparativer und natürlicher Untergrund

Auch bei völliger Abwesenheit von äußerer Strahlung liefert ein Zählrohr eine geringe Impulsrate. Diese stammt von natürlichen radioaktiven Einschlüssen im Zählrohrmaterial sowie möglicherweise auch von einer gewissen Anzahl an spontanen Impulsen. Die Gesamtheit dieser Effekte nennt man »apparativen Untergrund« oder auch »apparativen Nulleffekt«, weil sie eine Anzeige hervorruft, die nicht von äußerer Strahlung stammt, sondern vom Gerät selbst, und somit als Untergrund immer vorhanden ist.

ALADOX-F zieht den apparativen Untergrund ab, damit die verbleibende Anzeige möglichst dicht am wahren Wert liegt. Diese Korrektur ist allerdings nicht ideal, da der apparative Untergrund nicht beliebig genau bekannt ist. Es verbleibt immer eine Unsicherheit von 0,01 bis 0,02 $\mu\text{Sv/h}$. ALADOX-F kann also die natürliche Umgebungsstrahlung nicht auf einige Prozent genau messen, auch nicht bei sehr langer Messzeit.

Der apparative Untergrund spielt nur bei sehr kleinen Dosisleistungen in der Nähe der natürlichen Umgebungsstrahlung eine Rolle. Im praktischen Alltag müssen Sie diesem Effekt keine besondere Beachtung schenken. Wir diskutieren diesen Effekt hier nur etwas ausführlicher, damit Sie nicht gleich eine versteckte Strahlenquelle vermuten, wenn die Anzeige des Dosimeters etwas über dem Wert liegt, den man von der natürlichen Umgebungsstrahlung her erwarten würde.

Übrigens: Was die Einhaltung von gesetzlichen Dosisgrenzwerten betrifft, darf (genau genommen: muss) man nicht nur den apparativen, sondern auch den natürlichen Untergrund vom Anzeigewert abziehen, weil sich die Grenzwerte nur auf »künstliche« Dosisbelastung beziehen¹⁾. Den natürlichen Untergrund kann ALADOX-F nicht abziehen, weil es nicht zwischen natürlicher und »künstlicher« Strahlung unterscheiden kann. Selbst wenn es dies könnte, wäre es aus Sicht der Messtechnik fraglich, ob man den nun einmal real vorhandenen Wert der natürlichen Umgebungsstrahlung der Gesetzgebung opfern sollte. Im Regelfall ist ein Abziehen des natürlichen Untergrundes weder erforderlich noch sinnvoll, weil sich der Untergrund nur bei sehr kleinen Dosiswerten auswirkt und außerdem gar nicht genau bekannt ist. In der Praxis nehmen Sie die Anzeige des Dosimeters ohne jede Korrektur als Dosis, obwohl hierin der natürliche und ein Bruchteil des apparativen Untergrundes enthalten sind. Im nächsten Abschnitt wird diese Problematik ausführlich behandelt.

¹⁾ Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV, Stand Juli 2006) besagt:

§ 46

Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung

(1) Für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen aus **Tätigkeiten nach § 2 Abs. 1 Nr. 1** ein Millisievert im Kalenderjahr.

(2) (3) ... (es folgen Grenzwerte für Organdosen sowie Regelungen für Direktstrahlung und Ableitungen)

§ 54

Kategorien beruflich strahlenexponierter Personen

Personen, die einer beruflichen Strahlenexposition durch **Tätigkeiten nach § 2 Abs. 1 Nr. 1** ausgesetzt sind, sind zum Zwecke der Kontrolle und arbeitsmedizinischen Vorsorge folgenden Kategorien zugeordnet: ... (es folgen die Definition der Kategorien A und B sowie in den §§ 55 und 56 die Grenzwerte)

Die Dosisgrenzwerte der StrlSchV gelten also nur für Strahlenexpositionen aus **Tätigkeiten nach § 2 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV**. Dies sind, vereinfacht ausgedrückt, nichtmedizinische »künstliche« Strahlenexpositionen.

5.8 Maximal mögliche Messzeit

Zum Verständnis dieses Abschnitts sollten Sie sich unbedingt mit der Bedeutung des apparativen und des natürlichen Untergrundes vertraut gemacht haben, siehe voriger Abschnitt.

Die PTB-Anforderungen verlangen vom Hersteller eines Dosimeters die Angabe einer »maximal möglichen Messzeit«. Diese Forderung stammt ursprünglich wohl von passiven Dosimetern (z.B. Filmdosimetern, TLDs), die üblicherweise einen Monat benutzt werden, aber nicht ausgeschaltet werden können, und daher in dieser Zeit ständig apparativen und natürlichen Untergrund ansammeln, selbst wenn sie gar nicht getragen werden. Dies wird bei der Auswertung der passiven Dosimeter berücksichtigt, indem der Untergrund von der Anzeige abgezogen wird, um die »künstliche« Dosis zu ermitteln. Damit diese Korrektur nicht zu ungenau wird, muss die künstliche Dosis deutlich größer sein als die Unsicherheit der Untergrunddosis. Diese Unsicherheit der Untergrunddosis (absolut in mSv, nicht relativ in Prozent) wächst mit der Messzeit. Um eine gewisse künstliche Dosis noch mit brauchbarer Genauigkeit messen zu können, darf diese Unsicherheit und somit die Messzeit einen gewissen Wert nicht überschreiten. Dies ist die »maximal« mögliche Messzeit. Die maximal mögliche Messzeit ist also kein absolutes Maximum in dem Sinne, dass sie eine längere Benutzung des Dosimeters verbietet, sondern ist direkt mit der kleinsten noch mit bestimmter Genauigkeit messbaren Dosis verknüpft, also dem Beginn des Dosismessbereiches. Beide Größen sind zueinander proportional. Wenn man gerne eine doppelte maximale Messzeit hätte, muss man in Kauf nehmen, dass sich auch die untere Grenze des Dosismessbereiches verdoppelt.

Eine »maximal mögliche Messzeit« muss auch für elektronische Dosimeter angegeben werden. Dies ist dann diejenige Zeit, während der das Dosimeter ununterbrochen, also ohne Ausschalten, in Betrieb ist. Auch bei einem elektronischen Dosimeter könnte man die eben beschriebene Korrektur des Untergrundes durchführen. Wir halten dies jedoch weder für zumutbar noch für erforderlich, wie wir später noch begründen werden. Nehmen wir dennoch zunächst an, wir wollten diese Korrektur durchführen. Den Wert der natürlichen Umgebungsstrahlung setzen wir als bekannt voraus oder ersetzen ihn durch einen Pauschalwert. Somit muss noch der apparative Untergrund berücksichtigt werden. Wir verlangen, dass der Anteil des apparativen Untergrundes an der als »künstlich« gemessenen Dosis nicht mehr als 10% betragen soll. Wie im vorigen Abschnitt erläutert, hinterlässt das ALADOX-F nach interner Korrektur noch einen apparativen Untergrund von bis zu 0,02 µSv/h. Die vom ALADOX-F erkannte künstliche Dosisleistung muss dann im Mittel bei mindestens dem Zehnfachen des apparativen Untergrundes liegen, also bei mindestens 0,2 µSv/h. Mit Hilfe dieses Wertes können wir die maximal mögliche Messzeit »TMAX« als Funktion der unteren Grenze des Dosismessbereiches »DMIN« wie folgt angeben:

$$T_{MAX} = \frac{D_{MIN}}{0,2 \mu\text{Sv/h}}$$

In Abschnitt 5.1 wurde bereits erwähnt, dass DMIN wegen der Ablesegenauigkeit frühestens bei 0,010 mSv = 10 µSv beginnen kann. Für DMIN = 10 µSv ergibt sich TMAX = 50 Stunden. Eine mit Hilfe des ALADOX-F gemessene künstliche Dosis von *genau* 0,010 mSv ist also nur dann »eichfähig«, wenn sie in einem Zeitraum von maximal 50 Stunden gemessen wurde. Weiterhin gibt es die PTB-Forderung, wonach DMIN nicht größer als 0,1 mSv sein darf. Dies entspricht einem TMAX von 500 Stunden. Also liegt TMAX im Bereich von 50 bis 500 Stunden, und DMIN im Bereich »TMAX mal 0,2 µSv/h«, also 10 bis 100 µSv. Für welche Werte innerhalb dieser Bereiche Sie sich entscheiden, bleibt Ihrer Phantasie überlassen.

Wir sind unserer Pflicht zur Angabe der »maximal möglichen Messzeit« nunmehr nachgekommen. Da wir Ihnen nicht zumuten wollen, diese Problematik im praktischen Alltag ständig beachten zu müssen, empfehlen wir Ihnen dringend, das Dosimeter wie folgt zu benutzen:

1. Schalten Sie das Dosimeter zu Beginn eines Einsatzes ein und am Ende des Einsatzes nach Ablesen der Dosis wieder aus. Sie vermeiden hiermit ein unnötiges Ansammeln von Untergrund und

überschreiten niemals die »maximal mögliche Messzeit«. Außerdem verlängert dies die ohnehin schon beachtliche Batterielebensdauer.

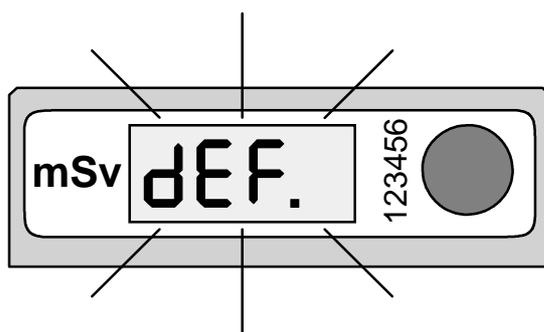
2. Betrachten Sie die vor Ausschalten angezeigte Dosis ohne weitere Korrekturen als »künstliche« Dosis.

Bei diesem Verfahren überschätzen Sie die Dosis um den Beitrag des Untergrundes. Dieser Beitrag liegt deutlich unter einem Mikrosievert (einige Stunden mal $0,07 \mu\text{Sv/h}$). Da die Dosisanzeige nach der letzten Stelle abschneidet, wird dieser »Fehler« durch den unvermeidlichen Rundungsfehler der Dosisanzeige zum großen Teil wieder ausgeglichen. Wenn z.B. nur Untergrund vorliegt, zeigt das Dosimeter am Ende des Einsatzes immer noch die Dosis Null an. Dann hat die Rundung den Untergrund gleich mit abgeschnitten. Im Mittel wird man bei diesem Verfahren die künstliche Dosis je Einsatz höchstens um Bruchteile eines Mikrosievert überschätzen. Dieser »Fehler« kann besten Gewissens in Kauf genommen werden.

Was geschieht eigentlich mit Dosimeteranzeigen, die unterhalb des Beginns des eichfähigen Dosismessbereiches von $10 \mu\text{Sv}$ liegen? Auch solche Werte haben Aussagekraft, weil sie zumindest nachweisen, dass eine Dosis von $10 \mu\text{Sv}$ nicht erreicht wurde. Wenn ein solch kleiner Wert vereinzelt auftritt, ist er im Sinne des Strahlenschutzes nicht relevant. Wenn er von höheren Belastungen begleitet wird, verschwindet er wahrscheinlich in der Messgenauigkeit des größeren Wertes. Dennoch können Sie gern auch solch geringe Belastungen protokollieren. Wenn Sie das elektronische Dosimeter zusätzlich zu einem passiven amtlichen Dosimeter tragen, und mit dem elektronischen Dosimeter während eines Monats gelegentlich einige Mikrosievert einsammeln, so werden diese wenigen Mikrosievert in der amtlichen Auswertung kaum erscheinen. Dann haben Sie mit dem elektronischen Dosimeter eine nicht eichfähige Monatsdosis gemessen, die viel genauer ist als die eichfähige amtliche. Verzweifeln Sie hieran nicht, die Welt ist nicht frei von Widersprüchen.

5.9 Zählrohrüberwachung

In den beiden vorangegangenen Abschnitten wurden sowohl der apparative als auch der natürliche Untergrund ausführlich diskutiert. Diesen Untergrund benutzt das Dosimeter zur Überwachung seines Zählrohres. Wird während einer gewissen Zeit kein Impuls erkannt, wird ein Defekt des Zählrohres (oder der zugeordneten Elektronik) angenommen und eine entsprechende Warnung ausgelöst, bestehend aus Dauerton und der blinkenden Anzeige »dEF.« (= »defekt«):



Ausfallwarnung

Optisch: blinkender Text »dEF.«

Akustisch: Sirenen-Dauerton



Sirenenton



Die Warnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Nach Löschen der Warnung erinnert das Dosimeter in Abständen von einer Minute an den Ausfall, indem es mit einem kurzen Sirenenton auf sich aufmerksam macht und wieder »dEF.« in der Anzeige blinken lässt. Jede solche Erinnerung lässt sich durch Tastendruck bis zur nächsten Erinnerung löschen.

Beim Ausschalten speichert das Dosimeter die Fehlerdiagnose dauerhaft, sodass nach erneutem Einschalten die Warnung sofort wieder ausgelöst wird (optisch und akustisch).

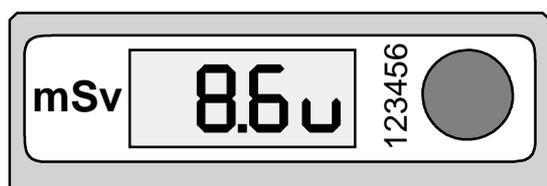
Nicht leicht ist die Frage zu beantworten, wie lange denn die impulslose Zeit sein sollte, um einen Defekt anzunehmen. Wünschenswert ist natürlich, dass das Dosimeter den Ausfall so schnell wie möglich erkennt. Andererseits muss die Häufigkeit von irrtümlichen Alarmen gering sein. Ein irrtümlicher Alarm entsteht, wenn zufällig eine so lange Pause zwischen zwei Impulsen auftritt, dass das Dosimeter irrtümlich einen Ausfall meldet. Häufige irrtümliche Alarme vermindern das Vertrauen in das Gerät und werden letztlich ignoriert. Es ist also ein Kompromiss aus schneller Fehlerdiagnose und geringer Häufigkeit von irrtümlichen Alarmen gefragt. Die Überwachungszeit des ALADOX-F ist so bemessen, dass selbst an einem völlig strahlungsfreien Ort, an dem die Selbstüberwachung allein auf den apparativen Untergrund angewiesen ist, ein irrtümlicher Alarm im Mittel nur einmal pro Jahr auftritt. Wenn noch die Impulse von der natürlichen Umgebungsstrahlung hinzukommen, was in der Praxis fast immer der Fall ist, werden irrtümliche Alarme noch viel unwahrscheinlicher. Sie treten nach den Gesetzen der Statistik dann nur in Abständen von mehreren tausend Jahren auf. Die Überwachungszeit hat keinen festen Wert, sondern richtet sich etwas nach der Empfindlichkeit des einzelnen Zählrohres. Sie liegt im Bereich von 15 bis 20 Minuten. Es kann also bis zu 20 Minuten dauern, bis ein Ausfall des Zählrohres erkannt wird.

Falls das Dosimeter wieder Impulse erkennt, nachdem es bereits Ausfallwarnung gegeben hatte, löscht sich die Warnung automatisch, da es sich offensichtlich um einen irrtümlichen Alarm handelte. Wenn ein Dosimeter die Ausfallwarnung gibt, und diese nicht wieder von allein verschwindet, müssen Sie es unbedingt zur Reparatur einschicken.

5.10 Batterieüberwachung

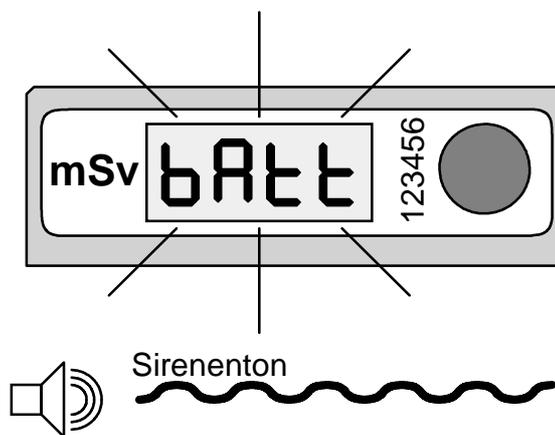
Das Dosimeter misst die Batteriespannung und zeigt sie bei Bedarf digital in Volt an. Unterschreitet die Batteriespannung 5,5 Volt, wird Batteriewarnung ausgelöst, bestehend aus Dauerton und der blinkenden Anzeige »bAtt«:

Batteriespannungsanzeige in Volt:



Die Batteriespannung wird nach Einschalten des Dosimeters automatisch kurz angezeigt. Während des Betriebs lässt sie sich jederzeit auf Tastendruck anzeigen (Parameter 2 der Anzeigefolge, siehe Abschnitt 8.3.2).

Batteriewarnung bei weniger als 5,5 Volt:



Optisch: blinkender Text »bAtt«.
Akustisch: Sirenen-Dauerton.

Die Batteriewarnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Gerade das Löschen des Warntones ist wichtig, damit die ohnehin erschöpfte Batterie nicht unnötig den Strom für den Tongeber liefern muss. Nach Löschen der Warnung erinnert das Dosimeter in Abständen von fünf Minuten an den schlechten Batteriezustand, indem es mit einem kurzen Sirenton auf sich aufmerksam macht und wieder »bAtt« in der Anzeige blinken lässt. Jede solche Erinnerung lässt sich durch Tastendruck bis zur nächsten Erinnerung löschen.

Wir möchten Ihnen nun noch einige Informationen zur Bedeutung der Batteriespannung der 9-Volt-Batterie geben. Eine ganz frische Batterie hat im Leerlauf eine Spannung von bis zu knapp 10 Volt. Bei einer Spannung von 5 Volt oder weniger ist die Batterie verbraucht. Allerdings hängt die Batteriespannung nicht nur von der verbleibenden Kapazität der Batterie ab, sondern auch von deren momentaner Belastung. Wegen der bei kleiner Dosisleistung sehr geringen Stromaufnahme des Dosimeters ist normalerweise auch die Belastung der Batterie sehr gering. Bei höheren Dosisleistungen, oder wenn der Tongeber an ist, steigt die Stromaufnahme und somit die Belastung der Batterie an. Während einer höheren Belastung kann die Batteriespannung um bis zu ca. 0,5 Volt absinken und sich später bei geringerer Belastung wieder erholen. Dies mag denjenigen Benutzer verwirren, der davon ausgeht, dass die Batteriespannung ein direktes Maß für deren Kapazität ist. Schließlich kann die Kapazität einer Batterie im Laufe der Zeit nur abnehmen, niemals aber zunehmen. Deshalb misst ALADOX-F die Batteriespannung nach folgendem Verfahren:

- Nach dem Einschalten (während der Anzeige » On «) wird die Batteriespannung erstmals gemessen und danach kurz angezeigt. Dabei wird die Batterie eine Sekunde lang künstlich stark belastet. Durch diesen Test werden schlechte Batterien sofort erkannt. So kann z.B. eine unbenutzte, aber überlagerte Batterie eine Leerlaufspannung von ca. 8 Volt haben, die aber bei Belastung sofort zusammenbricht.
- Danach wird die Batteriespannung in Abständen von zehn Sekunden gemessen, wobei kein Messwert akzeptiert wird, der größer als sein Vorgänger ist. Zusätzlich wird bei diesen Messungen die Batterie alle zwei Stunden künstlich stark belastet. Diese zusätzliche Belastung erfolgt in größeren Abständen, um den mittleren Stromverbrauch des Dosimeters nicht unnötig zu erhöhen.

Dieses Verfahren schließt ein Anwachsen der angezeigten (nicht der wahren) Batteriespannung aus und richtet sich immer nach der bislang ungünstigsten Messung¹⁾. Die Batteriekapazität wird daher konservativ abgeschätzt, also eher zu ungünstig.

Es gibt noch einen weiteren Spannungsgrenzwert zur groben Beurteilung der Batteriekapazität. Wenn die Spannung mindestens 6,5 Volt beträgt, gilt die Batterie als »gut«. Die Batteriespannung wird vom ALADOX-F insgesamt wie folgt bewertet:

Batteriespannung	Auswirkung
6,5 Volt oder mehr	Die Batterie gilt als »gut«. Bei einem Wert von 6,5 Volt, also mit der schlechtesten von noch als »gut« eingestuften Batterien, verbleiben mit einer Alkaline-Batterie noch folgende Betriebszeiten: Bei 100 mSvh: 8 Betriebsstunden Bei 10 mSv/h: 50 Betriebsstunden Bei 1 mSv/h: 250 Betriebsstunden Bei natürlicher Umgebungsstrahlung: 500 Betriebsstunden
5,5 bis 6,4 Volt	Die Batterie gilt als »bedingt brauchbar«. Ein baldiger Batteriewechsel ist ratsam.
Weniger als 5,5 Volt	Die Batterie gilt als »verbraucht«, es wird Batteriewarnung ausgelöst. Ein baldiger Batteriewechsel ist erforderlich. Nach erstmaligem Auftreten der Batteriewarnung (erstmaliges Unterschreiten von 5,5 Volt) verbleiben mit einer Alkaline-Batterie noch folgende Betriebszeiten: Bei 100 mSvh: 0,8 Betriebsstunden Bei 10 mSv/h: 5 Betriebsstunden Bei 1 mSv/h: 25 Betriebsstunden Bei natürlicher Umgebungsstrahlung: 50 Betriebsstunden

¹⁾ Falls Sie der Versuchung nicht widerstehen können, die Genauigkeit der Spannungsmessung mit Hilfe eines externen Netzgerätes zu überprüfen, dürfen Sie dies gerne tun. Aus genannten Gründen können Sie hierbei aber nicht erwarten, dass nach einem Erhöhen der Spannung auch die Spannungsanzeige ansteigt.

Die Daten in dieser Tabelle gehen davon aus, dass der Tongeber die meiste Zeit aus ist. Diese Annahme ist sicher realistisch, da sich niemand stundenlang einen Warnton anhören wird. Ansonsten sind die Daten eher konservativ berechnet. Sie gehen davon aus, dass die Restkapazität der Batterie bei 6,5 Volt noch 40 mAh beträgt, und bei 5,5 Volt noch 4 mAh. Das sind 10% bzw. 1% der Kapazität einer 9-Volt-Alkaline-Batterie, deren Nennkapazität etwa 400 mAh beträgt.

Die Batteriewarnung (Spannung kleiner als 5,5 Volt) soll Ihnen signalisieren, die Batterie möglichst bald zu wechseln. Sie soll *nicht* signalisieren, dass die Messgenauigkeit des Gerätes unter einer zu geringen Versorgungsspannung leiden könnte. Das ALADOX-F ist für Versorgungsspannungen von 4 bis 10 Volt ausgelegt. Seine Messgenauigkeit ist innerhalb dieses Bereiches praktisch unabhängig von der Versorgungsspannung, und unterhalb von 4 Volt schaltet es sich automatisch ab. Es ist durchaus in der Lage, auch bei einer Versorgungsspannung von z.B. 4,5 Volt sehr hohe Dosisleistungen noch richtig zu messen. Dieser Fall tritt aber mit einer Batterie gar nicht auf. Eine 9-Volt-Batterie kann bei 4,5 Volt keinen nennenswerten Strom liefern. Wenn sie noch ausreichend Kapazität hat, ist auch die Spannung höher, und wenn sie erschöpft ist, bricht die Spannung bei Belastung auf Werte deutlich unter 4 Volt ein. Deshalb gilt die einfache Regel: Solange das ALADOX-F eingeschaltet ist, misst es auch richtig.

5.11 Temperaturüberwachung

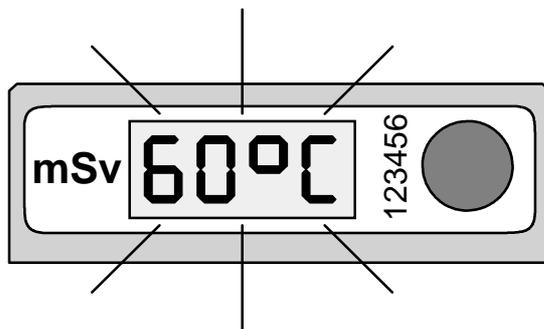
Das Dosimeter hat einen eingebauten Temperatursensor. Die Temperatur lässt sich jederzeit auf Tastendruck in Grad Celsius anzeigen (Parameter 8 der Anzeigefolge, siehe Abschnitt 8.3.2). Die Temperatur wird gemessen, um ein Verlassen des zulässigen Temperaturbereiches zu erkennen. Dieser Temperaturbereich geht von -30 °C bis +60 °C. Zu diesen Grenzwerten ist Folgendes zu sagen:

- Unterer Grenzwert von -30 °C: Die Elektronik des Dosimeters ist dafür ausgelegt, bis hinab zu diesem Wert richtig zu arbeiten. Eine Einschränkung stellt allerdings das LCD dar. Wie die Bezeichnung schon sagt, arbeitet ein LCD (»liquid crystal display«) mit »Flüssigkristallen«. Diese Flüssigkeit wird mit abnehmender Temperatur dickflüssiger, also zäher. Damit wird das LCD träger, d.h. es dauert länger, wenn ein Segment verschwinden oder erscheinen soll. Schnell veränderliche Bilder wie z.B. das Blinken der Anzeige wirken dann verschwommen, weil die Segmente nicht schnell genug ihren Zustand ändern (dieses Problem einer unzureichenden Reaktionszeit kennen Sie vielleicht von den ersten TFT-Flachbildschirmen auch bei Zimmertemperatur). Ein unveränderliches Bild wie die Warnschwellenanzeige hingegen ist auch bei tiefen Temperaturen noch gut ablesbar. Der Effekt des trägen LCD tritt unterhalb von ca. -10 °C merkbar auf, obwohl im Dosimeter bereits ein LCD mit erweitertem Temperaturbereich eingesetzt wird. Es gibt daher einen Temperaturbereich von -30 °C bis -10 °C, in dem das Gerät richtig misst, in dem auch der Tongeber unverändert arbeitet, in dem aber die Ablesung blinkender oder sonstwie veränderlicher Anzeigen erschwert ist. Dies stellt keine dramatische Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit auch bei tiefen Temperaturen dar, da akustische Warnungen funktionieren, und das Gerät nach seiner Erwärmung auch wieder gut abgelesen werden kann.

Aufgrund dieser Tatsachen erscheint es nicht sinnvoll, eine Warnung bei einem Unterschreiten von -30 °C abzugeben. Das Gerät könnte zwar einen Warnton abgeben, könnte dessen Bedeutung aber kaum anzeigen. Daher wurde auf eine solche Warnung verzichtet. Ein Unterschreiten von -30 °C erscheint ohnehin unwahrscheinlich, beim Tragen des Dosimeters am Körper sogar unmöglich. Außerdem ist noch zu beachten: Tiefe Temperaturen stellen beachtliche Anforderungen an die Batterie. ALADOX-F ist bei tiefen Temperaturen wegen seines äußerst geringen Stromverbrauches ein idealer Kandidat für handelsübliche Batterien. Dennoch sollten Sie eine möglichst frische Batterie nehmen, wenn sehr tiefe Temperaturen nicht ausgeschlossen werden können. Gegebenenfalls ist die Verwendung einer Lithiumbatterie zu erwägen, die auch für tiefe Temperaturen geeignet ist. 9-Volt-Lithiumbatterien sind allerdings recht teuer (und sind nicht mit Lithium-Ionen-Akkus zu verwechseln).

- Oberer Grenzwert von +60 °C: Ein Überschreiten dieses Grenzwertes, insbesondere über längere Zeit, sollte vermieden werden. Hitze stellt allgemein eine Belastung für jede Art von Elektronik dar, die zu einer schnelleren Alterung und möglicherweise auch zu Qualitätseinbußen führt. Ein Überschreiten von +60 °C erscheint zwar unwahrscheinlich, beim Tragen am Körper sogar unmöglich, mag aber in Extremfällen auftreten (z.B. im berühmten Handschuhfach eines Fahrzeuges, auch wenn dort Personendosimeter noch seltener zu finden sind als Handschuhe). Daher verfügt das ALADOX-F über eine Warnung bei Übertemperatur.

Bei Überschreiten von +60 °C gibt das Dosimeter eine Warnung ab, bestehend aus Dauerton und der blinkenden Anzeige »60°C«:



Warnung wegen Übertemperatur

Optisch: blinkender Text »60°C«

Akustisch: Sirenen-Dauerton



Sirenenton



Die Warnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Nach Löschen der Warnung erinnert das Dosimeter in Abständen von fünf Minuten an die Übertemperatur, indem es mit einem kurzen Sirenenton auf sich aufmerksam macht und wieder »60°C« in der Anzeige blinken lässt. Jede solche Erinnerung lässt sich durch Tastendruck bis zur nächsten Erinnerung löschen.

5.12 Gesamte Gerätedosis

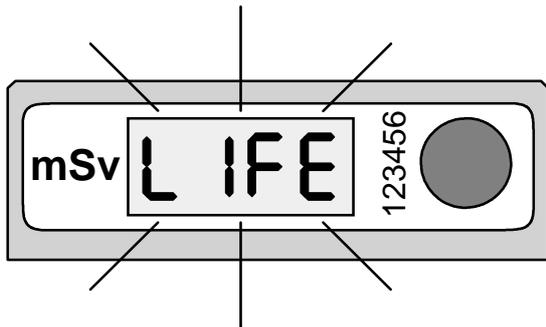
Das ALADOX-F hat einen zweiten dauerhaften Dosispeicher für die gesamte Gerätedosis. Sämtliche Dosiswerte, die das Dosimeter jemals gemessen hat, werden in diesem Speicher addiert. Die Gerätedosis ist nicht löschar, weder durch eine Bedienung noch durch ein Lesegerät. Die Gerätedosis kann durch Tastendruck zur Anzeige gebracht werden (Parameter 9 der Anzeigefolge, siehe Abschnitt 8.3.2). Bedingt durch die werkseitige radiologische Endkontrolle ist die Gerätedosis bereits bei Auslieferung eines Neugerätes ungleich Null, was also keinen Mangel des Gerätes darstellt und auch nicht bedeutet, dass es sich um ein gebrauchtes Gerät handelt.

Die gesamte Gerätedosis ist ein unbestechlicher Zeuge für die Dosis. Wenn z.B. das Dosimeter einer Person für einen gewissen Zeitraum überlassen wurde, lässt sich durch Ablesen der gesamten Gerätedosis vor und nach dieser Überlassung genau ermitteln, welche Dosis während der Überlassung gemessen wurde, ohne dass man hierzu auf - möglicherweise widersprüchliche - Aussagen des Benutzers angewiesen wäre.

Der Gedanke liegt nahe, die Gerätedosis als einen persönlichen Langzeit-Dosispeicher zu verwenden, wenn das Dosimeter persönlich zugeordnet ist. Dies ist prinzipiell auch möglich, allerdings nicht ohne fleißige Protokollierung der Gerätedosis. Erstens dürfen Dosiswerte nicht einer Person zugeordnet werden, wenn sie aus Testbestrahlungen des Dosimeters stammen. Dies lässt sich vermeiden, indem radiologische Prüfungen im Testmodus (Kapitel 11) durchgeführt werden, in dem die Gerätedosis unberührt bleibt. Zweitens könnte die Gerätedosis verloren gehen, wenn das Dosimeter verloren geht oder einen schwerwiegenden Defekt erleidet.

Weiterhin dient die Gerätedosis der Überwachung der Dosimerelektronik auf Strahlenschäden. Wenn die Gerätedosis einen gewissen Grenzwert erreicht, steht zu befürchten, dass die Elektronik bei weiterer Dosisbelastung Schaden nehmen könnte. Bei Erreichen des Grenzwertes gibt das Dosimeter eine Warnung ab, bestehend aus Dauerton und der blinkenden Anzeige »LIFE« (>life« = Leben, die

Lebensdauer der Elektronik ist überschritten):



Warnung wegen Überlauf der Gerätedosis

Optisch: blinkender Text »LIFE«

Akustisch: Sirenen-Dauerton



Die Warnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Nach Löschen der Warnung erinnert das Dosimeter in Abständen von einer Stunde an den Dosisüberlauf, indem es mit einem kurzen Sirenenton auf sich aufmerksam macht und wieder »LIFE« in der Anzeige blinken lässt. Jede solche Erinnerung lässt sich durch Tastendruck bis zur nächsten Erinnerung löschen.

Sobald der Grenzwert für die Gerätedosis einmal überschritten ist, bleibt er auch überschritten, weil die Gerätedosis nicht gelöscht werden kann. Insbesondere wird nach jedem Einschalten des Dosimeters diese Warnung erneut ausgelöst (optisch und akustisch). Ansonsten schränkt das Gerät seine Funktionen nicht weiter ein, weil mit einer kritischen Schädigung nicht plötzlich, sondern eher schleichend zu rechnen ist. Es wird empfohlen, die Elektronik bei nächster Gelegenheit austauschen zu lassen.

Der Grenzwert für die Gerätedosis liegt bei 100 Sv, das ist etwa das 20-fache einer tödlichen Dosis. Bei einer Benutzung als Personendosimeter wird dieser Wert während der gesamten Lebensdauer des Dosimeters sicher nicht erreicht. Da sich das Dosimeter jedoch auch zur Messung einer Ortsdosis verwenden lässt, und weil es gelegentlich in die Hände »experimentierfreudiger« Benutzer gelangen könnte, wird die gesamte Gerätedosis überwacht.

6. Verhalten des Dosimeters bei Batterieausfall

Unter einem Batterieausfall ist hier allgemein jede Unterbrechung der Spannungsversorgung zu verstehen, also

- Entnahme der Batterie ohne zuvoriges Ausschalten des Dosimeters (also kein Defekt, sondern eine nicht angemessene Bedienung),
- stetige Abnahme der Spannung einer völlig verbrauchten Batterie (ebenfalls kein eigentlicher Defekt, sondern ein normaler Verbrauch, allerdings offensichtlich begleitet durch ein Nichtbeachten der Batteriewarnung),
- schlechter Kontakt zwischen den Anschlüssen der Batterie und den Kontaktzungen im Batteriefach des Dosimeters (möglicherweise ein durch Reinigung der Kontaktzungen behebbarer Defekt),
- echter Batteriedefekt. Eine 9-Volt-Batterie besteht aus sechs in Serie geschalteten 1,5-Volt-Zellen innerhalb eines Stahlmantels. Bei mechanischer Belastung durch Fall oder Deformation des Batteriekörpers kann diese Serienschaltung unterbrochen werden, sodass an den Batteriekontakten plötzlich gar keine Spannung mehr zur Verfügung steht.

Das Dosimeter geht davon aus, dass es am Ende jeder Benutzung ausgeschaltet wird. Es betrachtet daher jede Unterbrechung der Spannungsversorgung als einen Fehler, auf den es wie folgt reagiert: Alle Daten (Dosis, maximale Dosisleistung, im Systemmodus auch Identnummer und Jobnummer) werden in einem dauerhaften Speicher abgelegt. Beim nächsten Einschalten weist das Dosimeter kurz darauf hin, dass eine abgebrochene Benutzung fortgesetzt wird (siehe Abschnitt 8.2), und arbeitet mit den gespeicherten Daten weiter. Es setzt also die Benutzung dort fort, wo sie durch Unterbrechung der Spannungsversorgung

aufgehört hat. Insbesondere gehen weder die Dosis noch die maximale Dosisleistung durch einen Spannungsunterbruch verloren. Auch ein eventueller Betrieb im Systemmodus wird im Systemmodus fortgesetzt. Nur falls Sie vor dem Spannungsunterbruch die Dosiswarnschwelle verändert haben, so ist diese Veränderung jetzt nicht mehr wirksam. Auch die Messung des Mittelwertes der Dosisleistung beginnt erneut.

Der Speicher, in dem die Daten während der Unterbrechung stehen, ist dauerhaft im wahrsten Sinne des Wortes. Sein Datenerhalt ist mit typisch 100 Jahren spezifiziert. Es ist also keine besondere Eile geboten, nach Ausfall der Batterie eine neue einzulegen.

Im Archiv des Dosimeters (nur mit Lesegerät zugänglich) löst jeder Batterieausfall eine Archivierung aus. Jede durch Batterieausfall beendete Benutzung wird also sofort archiviert, und eine darauf folgende Benutzung wird wie eine neue behandelt. Damit lässt sich das Ereignis des Batterieausfalls auch am Archiv ablesen.

7. Batteriewechsel

Der Batteriefachdeckel hat einen umlaufenden Dichtring, und die Verschlusschraube hat auf der Unterseite ihres Kopfes ebenfalls einen Dichtring. Bei richtig eingesetztem Deckel ist das Batteriefach daher wasserdicht.

Dichtringe können ihre Funktion nur erfüllen, wenn sie etwas zusammengedrückt werden. Deswegen ist der Deckel relativ schwergängig. Das Wechseln der Batterie erfordert somit auch etwas mehr Aufmerksamkeit und Sorgfalt.

Allerdings ist ein Batteriewechsel wegen des geringen Stromverbrauches nicht allzu häufig. Wenn Sie das Dosimeter bei Nichtbenutzung ausschalten, und wenn keine außergewöhnlichen Dosisbelastungen entstehen, kann die Batterie über zwei Jahre halten. Wenn Sie das Dosimeter nur selten benötigen, es aber mit eingelegter Batterie immer bereit halten wollen, schalten Sie es gelegentlich kurz ein, um den Batteriezustand zu überprüfen. Damit erkennen Sie einen schlechten Batteriezustand frühzeitig und können ein Auslaufen der Batterie und somit eine mögliche Korrosion im Batteriefach vermeiden. Es gibt manchmal leider Batterien, die bereits lange vor Ende ihrer nominellen Lebensdauer die Tendenz zum Auslaufen zeigen.

HINWEIS Bei seltener Benutzung sollte das Dosimeters ohne Batterie gelagert werden, oder der Batteriezustand sollte gelegentlich (z.B. einmal monatlich) durch kurzes Einschalten geprüft werden. Lassen Sie das Dosimeter bei eingelegter Batterie nicht für lange Zeit unbeobachtet, da sonst die Gefahr einer Beschädigung durch eine auslaufende Batterie besteht!

Öffnen Sie das Batteriefach, indem Sie die Verschlusschraube mit einer Münze oder Ähnlichem lösen und so weit herausdrehen, bis sie das Gewinde verlassen hat und sich locker bewegen kann. Ganz entnehmen kann man die Schraube nicht, weil sie mit Hilfe eines Gummiringes gegen Verlust geschützt ist. Hebeln Sie den Deckel von seinem Rand her mit einem kleinen Schraubendreher oder Ähnlichem auf (wenn Sie nur bei einem einzelnen Dosimeter die Batterie wechseln müssen, und der Deckel nicht allzu fest sitzt, genügt vielleicht auch ein Fingernagel).

Der Deckel hängt an zwei Drähten, die zum induktiven Sensor im Deckel führen und nebenbei noch als Verliersicherung für den Deckel dienen. Der induktive Sensor wird zum Datenaustausch mit einem Lesegerät benötigt. Sollten die Drähte beschädigt werden, ist ein Datenaustausch nicht mehr möglich. Ansonsten ist die Funktion des Dosimeters nicht weiter beeinträchtigt, da die Elektronik auch für den Fall des Abreißens oder eines Kurzschlusses der beiden Drähte ausgelegt ist.

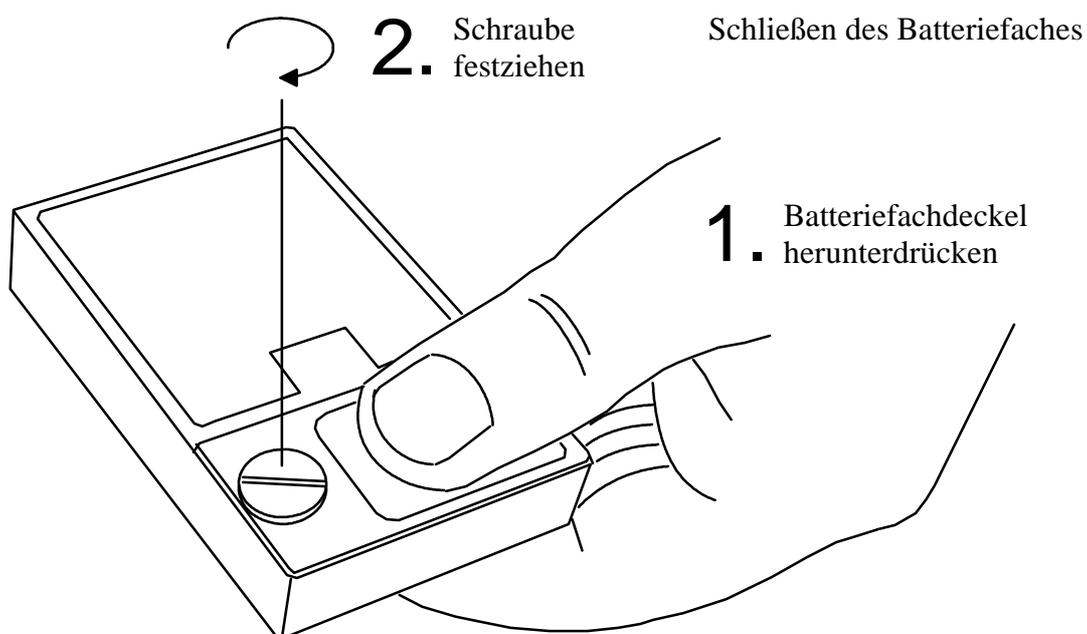
Entnehmen Sie die alte Batterie, z.B. indem Sie das geöffnete Batteriefach nach unten halten und die Batterie herausfallen lassen, bei Bedarf durch einen kleinen Klaps in die hohle Hand. *Bevor* Sie eine neue Batterie einlegen, prüfen Sie, wie gut sich der Deckel einsetzen lässt. Damit der Dichtring des Deckels auf der zugehörigen Dichtfläche des Batteriefaches gleiten kann, muss zumindest der Dichtring etwas eingefettet sein. Ab Werk ist dieser Bereich mit Silikonfett versehen. Wenn das Batteriefach lange geschlossen war, ist die Dichtfläche relativ trocken, weil das Fett im Laufe der Zeit zur Seite gedrückt wurde und möglicherweise auch etwas eingetrocknet ist. Fetten Sie bei Bedarf etwas nach. Vielleicht reicht es bereits, das noch vorhandene Fett auf Dichtring und Dichtfläche neu zu verteilen. Andernfalls verwenden Sie ein geeignetes Gleitmittel wie z.B. normale Vaseline.

Legen Sie nun die 9-Volt-Batterie ein. Das Batteriefach ist mechanisch so ausgeführt, dass sich die Batterie nicht verpolt einlegen lässt. Zusätzlich verhindert ein elektronischer Verpolungsschutz, dass das Gerät durch Anlegen einer verpolten Spannung beschädigt werden könnte.

HINWEIS Achten Sie auf das Brauchbarkeitsdatum der Batterie, welches meistens auf deren Boden aufgedruckt ist! Eine überlagerte Batterie kann zwar anfangs noch Brauchbarkeit vortäuschen, kann danach jedoch ziemlich schnell ihren Dienst einstellen!

Schließen Sie nun das Batteriefach, indem Sie den Deckel aufsetzen und bis zum Anschlag niederdrücken. Verlegen Sie dabei die beiden Drähte auf oder in dem Spalt zwischen Batterie und Trennwand zum Elektronikfach. Vermeiden Sie, mit den möglicherweise etwas schärferen Kanten der Batterie die Drähte zu verletzen. Ziehen Sie die Verschlusschraube erst fest, wenn Sie den Deckel in seine endgültige Position gedrückt haben.

HINWEIS Versuchen Sie nicht, den locker aufliegenden Deckel durch Festziehen der Schraube in Position zu bringen! Der Hebelarm des Schraubenkopfes reicht nicht aus, um den Deckel auf dessen gesamter Breite herunterzudrücken! Es bestünde die Gefahr, die Schraube zu fest anzuziehen und damit den Gewindebolzen im Batteriefach zu beschädigen! Drücken Sie immer zuerst den Deckel in Position wie in nachfolgender Skizze dargestellt!



8. Bedienung

Sämtliche Bedienungen erfolgen über die einzige Taste. Mit einer einzigen Taste lassen sich natürlich keine sehr komplexen Funktionen ausführen, was aber auch nicht erforderlich ist. Andererseits hat eine einzige Taste auch den großen Vorteil, dass man sich nie Gedanken machen muss, welche Taste welchem Zweck dient. Wenn das Dosimeter z.B. eine Warnung abgibt, und diese gelöscht werden soll, so kann dies, wenn überhaupt, nur durch Druck auf die Taste geschehen.

8.1 Grundlegendes zur Funktion der Taste und der Bedeutung des Tongebers

Den Funktionen der Taste liegt ein einheitliches Konzept zu Grunde. Immer wenn eine Einstellung *verändert* werden soll, muss die Taste längere Zeit gedrückt gehalten werden. Ein längeres Drücken geschieht nie versehentlich, sondern immer bewusst. Für folgende Funktionen ist immer ein längeres Drücken der Taste erforderlich:

- Einstieg in den Programmiermodus beim Einschalten,
- Verändern der Dosiswarnschwelle während des Betriebs, und schließlich das
- Ausschalten des Gerätes.

Ein kurzer Tastendruck¹⁾ dient folgenden Zwecken:

- Normales Einschalten des Gerätes,
- Löschung von Warnungen,
- Anzeige diverser Parameter.

HINWEIS Nur wenn Sie die Taste längere Zeit (länger als vier Sekunden) gedrückt halten, können wichtige Einstellungen verändert werden. Wenn Sie die Taste nur kurz antippen, kann zwar ein Alarm gelöscht werden, Sie können aber sonst nichts »falsch machen«, insbesondere keine Einstellungen verändern.

Auch der Tongeber wird nach einer einfachen Regel betrieben:

1. Bei *nicht gedrückter* Taste ist der Tongeber *aus*, wenn kein Alarm ansteht. Wenn das Dosimeter ohne Tastendruck einen Ton abgibt, ist dies immer ein Warnton in Form eines besonders eindringlichen Sirenentons. Die Ursache der Warnung ergibt sich aus der Anzeige sowie der Art des Sirenentons (intermittierend oder dauernd):
 - Intermittierender Sirenenton = radiologischer Alarm (Warnschwellenüberschreitung):
 - Takt zwei Töne pro Sekunde, blinkende Dosiswarnschwellenanzeige: Dosisalarm.
 - Takt ein Ton pro Sekunde, Anzeige »h999« blinkend: Dosisleistungsalarm.Der Dosisleistungsalarm zeigt an, dass wegen Überschreitung von 999 mSv/h die Dosismessung möglicherweise nicht mehr richtig arbeitet. Im Systemmodus kann die Warnschwelle auch kleiner als 1 Sv/h sein. Dann wird die Dosisleistung digital als »hxxx« angezeigt, wobei nur das »h« blinkt. Der Dosisleistungsalarm lässt sich durch Tastendruck löschen, der Dosisalarm nicht (bzw. nur durch Einstellen einer ausreichend großen Dosiswarnschwelle).
 - Sirenen-Dauerton = sonstiger Alarm (nicht wegen Warnschwellenüberschreitung):
 - Anzeige »dEF.« blinkend: Zählrohrausfall.

¹⁾ Hinweis an Benutzer, die bereits das Vorgängermodell ALADOS-F kennen: Das ALADOS-F hat die Taste zweimal pro Sekunde abgefragt. Ein flüchtiger Tastendruck, der weniger als eine halbe Sekunde dauerte, wurde daher möglicherweise nicht erkannt. Daher musste selbst ein »kurzer« Tastendruck mindestens eine halbe Sekunde dauern, damit er mit Sicherheit erkannt wurde. Für das ALADOX-F gilt diese Einschränkung nicht mehr. Das ALADOX-F fragt die Taste 32 mal pro Sekunde ab. Es erkennt damit auch den kürzesten Tastendruck, zu dem die menschliche Motorik überhaupt in der Lage ist (ca. 0,15 Sekunden).

- Anzeige »bAtt« blinkend: Batterie verbraucht (Batteriespannung kleiner 5,5 Volt).
- Anzeige »60°C« blinkend: zulässige Betriebstemperatur überschritten.
- Anzeige »LIFE« blinkend: Lebensdauer der Elektronik überschritten.

Alle diese Alarme lassen sich durch Tastendruck löschen. Die Bedeutung dieser Alarme wurde ausführlich in den Abschnitten 5.9 bis 5.12 beschrieben. Nach Löschen wird an diese Alarme in gewissen Abständen immer wieder erinnert, indem das Dosimeter mit einem kurzen Sirenton auf sich aufmerksam macht und den jeweiligen Warntext wieder in der Anzeige blinken lässt.

Diese Erinnerungen sind um so häufiger, je bedeutsamer ihre Ursache ist:

- Zählrohrausfall »dEF.«: Erinnerung jede Minute.
- Batteriewarnung »bAtt«, Temperaturwarnung »60°C«: Erinnerung alle fünf Minuten.
- Lebensdauerwarnung »LIFE«: Erinnerung jede Stunde.

2. Bei *gedrückter* Taste ist der Tongeber *dauernd an*, wenn keine Besonderheiten vorliegen. Der Ton bei gedrückter Taste ist kein eindringlicher Sirenton, sondern ein eher als angenehm empfundener melodischer Ton. Wenn der Tongeber bei gedrückter Taste nicht angeht, liegt mindestens eine dieser Besonderheiten vor:

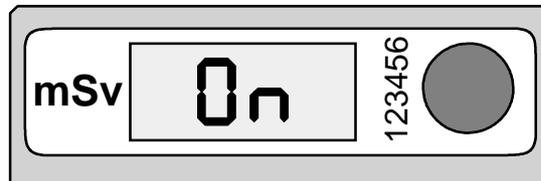
- Batteriespannung kleiner 6,5 Volt, Batterie gilt nicht mehr als »gut« (aber auch noch nicht als »verbraucht« solange die Spannung noch mindestens 5,5 Volt beträgt).
- Ein nichtradiologischer Alarm wurde bereits durch Tastendruck gelöscht, steht aber immer noch an. Wie bereits erwähnt wird die optische Warnung (»dEF.«, »bAtt«, »60°C«, »LIFE«) in gewissen Zeitabständen wiederholt.
- Tongeber oder gesamtes Gerät defekt.

HINWEIS Ein Druck auf die Taste ermöglicht jederzeit eine einfache und schnelle Kontrolle der Betriebsbereitschaft, die nicht einmal einen Blick auf die Anzeige erfordert: Wenn bei Druck auf die Taste der Tongeber angeht, liegen keinerlei Fehler- oder Sonderfälle vor.

Wenn Sie die Betriebsbereitschaft mit Hilfe eines Tastendruckes testen, beachten Sie bitte, dass ein kurzer Tastendruck auch die Anzeigefolge startet (Abschnitt 8.3.2), und ein längerer Tastendruck Einstellungen verändert (Abschnitt 8.4). Ein »mittlerer« Tastendruck von etwa einer Sekunde Dauer ist in dieser Hinsicht neutral.

8.2 Einschalten

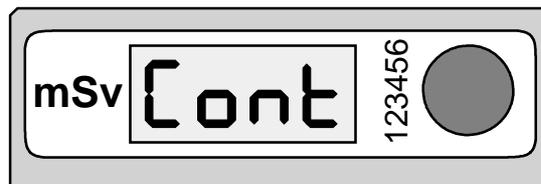
Drücken Sie kurz auf die Taste, um das Gerät einzuschalten (wenn Sie die Taste beim Einschalten längere Zeit gedrückt halten, gelangen Sie in den Programmiermodus, siehe Kapitel 9). Das Dosimeter testet eine Sekunde lang seine Batterie bei starker Belastung und zeigt während dieser Sekunde eine Einschaltmeldung begleitet von einer kleinen Melodie an. Die Meldung besteht entweder aus dem Text »On« oder, falls die zuvorige Benutzung durch Batterieausfall endete, aus dem Text »Cont« (»continue« = fortsetzen, siehe auch Kapitel 6):



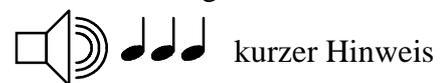
Anzeige »On« (Ein) direkt nach Einschalten, Dauer: eine Sekunde.



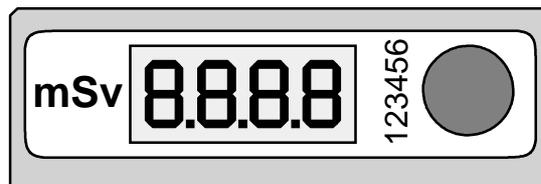
ODER:



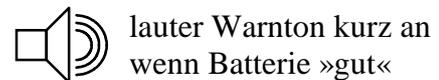
Anzeige »Cont« (»continue«) bei Fortsetzung nach Batterieausfall.



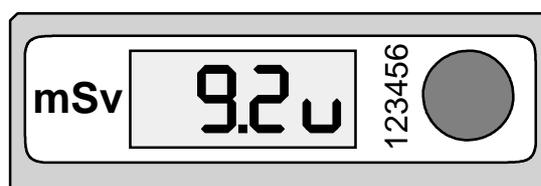
Sollte sich während dieses Tests ergeben, dass die Batterie völlig unbrauchbar ist (Batteriespannung kleiner als 4 Volt), zeigt das Dosimeter nur »bAtt« an und schaltet sich wieder aus. Andernfalls erscheint kurz »8.8.8.8« als Test des LCD und der Tongeber ist an, wenn die Batterie als »gut« gilt, d.h. wenn ihre Spannung mindestens 6,5 Volt beträgt:



kurzer LCD-Test (alle Segmente an)



Der kurze Warnton signalisiert Ihnen bei jedem Einschalten automatisch einen guten Batteriezustand und die Funktionstüchtigkeit des Tongebers (bei Bedarf können Sie diesen Test auch während des Betriebs ausführlicher durchführen, siehe Abschnitt 8.4). Zum Abschluss des Einschaltvorganges wird die Batteriespannung eine Sekunde lang angezeigt, damit Sie sich ein genaueres Bild über den Batteriezustand machen können:



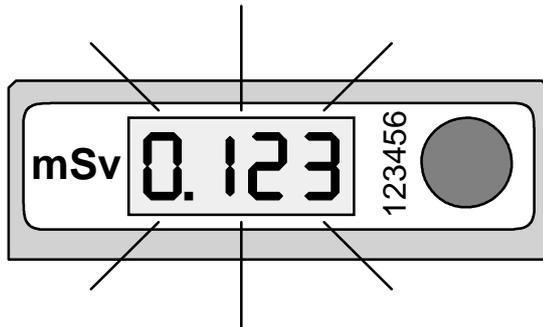
eine Sekunde lang Batteriespannungsanzeige



Nach diesen gut zwei Sekunden ist der Einschaltvorgang abgeschlossen. Das Dosimeter ist messbereit. Es setzt die Dosiswarnschwelle auf die Standardeinstellung und zeigt sie an. Diese Standardeinstellung lässt sich im Programmiermodus verändern, siehe Kapitel 9. Je nach Lage der Dinge kann auch sofort eine Warnung ausgelöst werden. Hierzu zählen alle bereits weiter vorne besprochenen Warnungen, nämlich Zählrohrausfall »dEF.«, Batteriewarnung »bAtt«, Übertemperaturwarnung »60°C« und Lebensdauerwarnung »LIFE«.

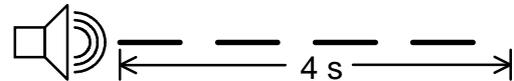
Falls ein Batterieausfall vorausging (wenn also zuvor beim Einschalten die Meldung »Cont« kam), hat die Dosis den Wert zum Zeitpunkt des Batterieausfalls. Falls diese Vordosis ungleich Null ist, weist das

Dosimeter auf die Vordosis hin und gibt die Möglichkeit, die Vordosis zu löschen:



Vordosis nach zuvorigem Batterieausfall

Die Vordosis blinkt vier Sekunden lang begleitet vom Tongeber



Ein Tastendruck während dieser vier Sekunden löscht die Dosis

Wenn Sie die Vordosis als Startdosis für die neue Benutzung beibehalten wollen, warten Sie die vier Sekunden ab, ohne die Taste zu drücken. Hierbei wird auch die maximale Dosisleistung aus der abgebrochenen Benutzung übernommen. Wenn Sie die Vordosis (und damit auch die maximale Dosisleistung) löschen wollen, drücken Sie die Taste während der vier Sekunden (Anzeige »0.000«) und lassen Sie dann die Taste wieder los. In beiden Fällen ist das Dosimeter danach messbereit und zeigt die Dosiswarnschwelle an. Falls die Vordosis nicht gelöscht wurde und mindestens so groß wie die Dosiswarnschwelle ist, wird sofort Dosisalarm gegeben.

8.3 Kurzer Tastendruck: Löschen von Warnungen, Anzeigefolge

Mit einem »kurzen Tastendruck« ist hier ein Tastendruck von weniger als einer halben Sekunde gemeint. Das ist ein ganz normaler flinker oder auch etwas gemütlicherer Tastendruck, wie Sie ihn auch verwenden, wenn Sie auf einer Computertastatur ein einzelnes Zeichen schreiben wollen. Die Taste des Dosimeters hat allerdings einen kräftigeren Druckpunkt als eine Computertastatur.

8.3.1 Löschen von Warnungen

Falls ein Alarm ansteht, wird dieser durch einen kurzen Tastendruck gelöscht. Falls mehrere Alarme anstehen sollten, müssen diese auch nacheinander gelöscht werden, damit Sie jeden Alarm zur Kenntnis nehmen. Im Falle mehrerer gleichzeitiger Alarme wird immer nur einer angezeigt, und zwar der jeweils wichtigste. Beginnend mit dem wichtigsten sind dies:

- Zählrohrausfall »dEF.«,
- schwache Batterie »bAtt«,
- Dosiswarnung (kann nur durch Einstellung einer größeren Warnschwelle gelöscht werden),
- Dosisleistungswarnung,
- Übertemperatur »60°C«,
- Lebensdauer der Elektronik »LIFE«.

8.3.2 Anzeigefolge

Wenn kein Alarm ansteht, oder wenn alle (löschbaren) Alarme gelöscht sind, startet ein kurzer Tastendruck eine Folge von Anzeigen diverser Parameter (z.B. Batteriespannung, Dosis, etc.). Jeder Parameter wird in der Form »Beschreibung=Wert« angezeigt. Hierbei erläutert die »Beschreibung«, um welchen Parameter es sich handelt, und »Wert« zeigt den Wert des Parameters an. Da die gesamte Zeichenkette »Beschreibung=Wert« viel zu lang für die vierstellige Anzeige ist, läuft die Zeichenkette als Lauftext von rechts nach links durch die Anzeige.

Dieses Verfahren kennen Sie in ähnlicher Form wahrscheinlich aus dem Alltag von manchen Anzeigetafeln, nur dass ALADOX-F Ihnen keine bunte Punktmatrix bieten kann, sondern auf die beschränkten Mittel seiner Digitalanzeige angewiesen ist. Besonders die Darstellung der »Beschreibung«

ist nicht einfach. Mit der Digitalanzeige können viele Buchstaben entweder gar nicht oder nur als Groß- oder Kleinbuchstabe dargestellt werden. Soweit möglich, haben wir selbstverständlich Texte verwendet, die international verständlich sind (das »On« nach Einschalten haben Sie bereits kennengelernt). Es gibt aber auch sprachliche Monster wie »maximale Dosisleistung«, für die beim besten Willen keine treffende Kurzbezeichnung zu finden ist, schon gar nicht in international verständlicher Form. Wegen dieser Problemfälle sind einige Parameterbeschreibungen in verschiedenen Sprachen vorhanden, damit sich die Bedeutung dieser Texte zumindest erahnen lässt. Um das ALADOX-F mit derselben Software möglichst international verwendbar zu machen, lässt sich die Sprache mit Hilfe des Programmiermodus einstellen, siehe Kapitel 9.

Das Lesen der Anzeigefolge erfordert also etwas Übung. Dennoch halten wir die Anzeigefolge für sinnvoll, weil sie viele Informationen bietet, die sonst nicht oder nur mit Hilfe eines Lesegerätes zur Verfügung stünden.

Die Anzeigefolge umfasst 11 Parameter, die jeweils in der Form »Beschreibung=Wert« nacheinander angezeigt werden:

- Immer wenn die letzten vier Zeichen erreicht sind und somit der »Wert« eines Parameters in der Anzeige steht, ertönt ein Signal  und die Anzeige hält kurz an, damit Sie den Wert ablesen können. Auf diese Weise werden die Parameter deutlich von einander getrennt. Wenn der Wert des letzten Parameters angezeigt wurde, wird das Ende der Anzeigefolge durch ein anderes Signal  deutlich gemacht.
- Die Reihenfolge der Parameter wurde so gewählt, dass die am häufigsten benötigten zuerst erscheinen. Während der Anzeigefolge können Sie durch kurzes Antippen der Taste einen Parameter überspringen und somit schneller zu einem weiter hinten gelegenen Parameter gelangen. Sie können die Anzeigefolge auch ganz abbrechen, indem Sie die Taste etwas länger gedrückt halten, bis »8.8.8.8« in der Anzeige erscheint, und dann die Taste wieder loslassen.

Die Anzeige aller Parameter kann insgesamt fast eine Minute dauern. Dennoch besteht kein Grund zu der Befürchtung, man könne deswegen einen Alarm zu spät erkennen. Wenn während der Anzeigefolge ein Alarm neu entsteht, wird die Anzeigefolge automatisch abgebrochen.

HINWEIS Durch Start der Anzeigefolge können Sie weder einen Alarm verpassen noch sonst etwas »falsch machen«. Wenn Sie die Anzeigefolge versehentlich gestartet haben und mit den angezeigten Daten nichts anfangen können, lassen Sie dies einfach auf sich beruhen. Das Dosimeter »erholt« sich von diesem Zustand auch ohne Ihr Zutun.

Normalerweise ist ein Alarmton während der Anzeigefolge nicht an, da man an die Anzeigefolge erst nach Löschen der Alarme gelangt. Die einzige Ausnahme hiervon ist der nicht löschbare Dosisalarm. Wenn ein Dosisalarm ansteht, bleibt der Dosiswarnton auch während der Anzeigefolge an.

Bei tiefen Temperaturen ist das LCD zu träge für die Anzeigefolge. Unterhalb von -10 °C kann die Anzeigefolge deshalb nicht gestartet werden, sondern es erscheint kurz der Text »cold« (kalt).

Nach diesen Erläuterungen geben wir Ihnen in der nachfolgenden Tabelle einen Überblick über die in der Anzeigefolge enthaltenen Parameter:

	»Parameterbeschreibung« = »Wert«
1.	<p>⌈⌋ = 9h59</p> <p>Restliche Verweilzeit in Stunden und Minuten, Bedeutung siehe Abschnitt 5.4.</p>
2.	<p>⌋⌈⌋ = 6.9⌋</p> <p>Batteriespannung in Volt, im Beispiel 6,9 Volt. Wenn die Batterie als schlecht gilt (Spannung kleiner als 5,5 Volt), blinken die Ziffern. Weitere Informationen zur Batteriespannung finden Sie in Abschnitt 5.10.</p>
3.	<p>⌋⌋ 5 15 = 0, 123 (Deutsch und Spanisch, »Dosis«)</p> <p>⌋⌋ 5 E = 0, 123 (Englisch, Französisch, Italienisch, »dose«)</p> <p>Aktuelle Dosis in mSv. Das Anzeigeformat ist immer vierstellig mit automatischer Wahl des Dezimalpunktes: 0.000 - 9.999 mSv / 10.00 - 99.99 mSv / 100.0 - 999.9 mSv / 1000 - 9999 mSv. Bei Dosisüberlauf (nicht bei Warnschwellenüberschreitung) blinken die Ziffern »9999«.</p>
4.	<p>H O C H - d L = h 0, 0 0 (Deutsch, »Hoch-DL«)</p> <p>H I G H r A T E = h 0, 0 0 (Englisch, »high dose rate«)</p> <p>H A U T d E B I T = h 0, 0 0 (Französisch, »haut débit de dose«)</p> <p>r A T E o A L T o = h 0, 0 0 (Italienisch, »alto rateo di dose«)</p> <p>E A S A A L T A = h 0, 0 0 (Spanisch, »alta tasa de dosis«)</p> <p>Bisherige maximale Dosisleistung in mSv/h (»h« und drei Stellen). Bei Überlauf (maximale Dosisleistung größer als 999 mSv/h) blinken die Ziffern.</p>
5.	<p>1 d E n t = 1 _ 2 3 4 _ 5 6 7 (nur im Systemmodus)</p> <p>Identnummer, wird nur im Systemmodus des Dosimeters angezeigt, also wenn das Dosimeter in einem Lesegerät programmiert wurde. Auch im Systemmodus kann die Anzeige der Identnummer vom Lesegerät unterdrückt werden, wenn die Identnummer vertraulich ist. Im autarken Modus ist die Identnummer immer Null, ihre Anzeige wäre daher nur störend.</p> <p>Die Identnummer kann bis zu sieben Stellen lang sein. Im gezeigten Beispiel hat sie den Wert 1234567. Da dies mehr als vier Stellen sind, werden zur besseren Lesbarkeit immer drei Stellen durch einen Unterstrich getrennt.</p>
6.	<p>⌋⌋⌋ = 4 7 1 2 (nur im Systemmodus)</p> <p>Jobnummer (Arbeitsauftragsnummer), wird nur im Systemmodus des Dosimeters angezeigt, also wenn das Dosimeter in einem Lesegerät programmiert wurde. Allerdings wird die Jobnummer auch im Systemmodus nur angezeigt, wenn das Lesegerät dies verlangt. Im autarken Modus ist die Jobnummer immer Null, ihre Anzeige wäre daher nur störend.</p> <p>Die Jobnummer kann wie die Identnummer bis zu sieben Stellen lang sein. Im gezeigten Beispiel hat sie den Wert 4712. Da diese vier Stellen am Ende der Anzeige des Parameters ganz in die vier Stellen der Digitalanzeige passen, ist eine Trennung der Ziffern in Dreiergruppen nicht erforderlich.</p>

	»Parameterbeschreibung« = »Wert«
7.	<p>--- $\mu\text{Sv/h} = 0,073$</p> <p>Mittelwert der Dosisleistung während der aktuellen Benutzung des Dosimeters in $\mu\text{Sv/h}$. Das Anzeigeformat ist immer vierstellig und geht bis 9999 $\mu\text{Sv/h}$. Die Ziffern blinken, wenn das Anzeigeformat überschritten ist oder der Variationskoeffizient (die relative Standardabweichung) des Mittelwertes größer als 5% ist. In letzterem Fall signalisiert das Blinken also keine Warnung, sondern unzureichende Genauigkeit. Weitere Informationen zum Mittelwert finden Sie in Abschnitt 5.5.</p>
8.	<p>$t = 20^\circ\text{C}$</p> <p>Temperatur des Dosimeters in Grad Celsius. Bei Übertemperatur (größer als 60°C) blinken die Ziffern. Informationen zur Temperaturüberwachung finden Sie in Abschnitt 5.11.</p>
9.	<p>$\text{TOTAL } \mu\text{Sv} = 12_345$</p> <p>Gesamte (»total«) Gerätedosis in μSv, im gezeigten Beispiel 12345 μSv. Wegen der radiologischen Endprüfung im Werk ist die gesamte Gerätedosis auch bei einem neuen Gerät ungleich Null. Zur besseren Lesbarkeit werden immer drei Ziffern durch einen Unterstrich getrennt. Das Format geht theoretisch bis »999_999_999« μSv, also 1000 Sv. Dies ist mehr als das Dosimeter oder gar der Mensch vertragen kann. Die Anzeige bis auf das letzte Mikrosievert soll keine entsprechende Genauigkeit vortäuschen, sondern ermöglichen, auch kleine Zuwächse der Dosis noch erkennen zu können. Weitere Informationen zur gesamten Gerätedosis finden Sie in Abschnitt 5.12.</p>
10.	<p>Soft $t = 2,00$</p> <p>Programmversion (»Soft« = Software) des Dosimeters, im gezeigten Beispiel 2.00.</p>
11.	<p>SEr IEr-nr = 123_456 (Deutsch, »Serien-Nummer«)</p> <p>SEr IAL-no = 123_456 (Englisch, »serial number«)</p> <p>no dE SEr IE = 123_456 (Französisch, »numéro de série«)</p> <p>no di SEr IE = 123_456 (Italienisch, »numero di serie«)</p> <p>Seriennummer des Dosimeters, im gezeigten Beispiel 123456. Erlaubt eine Identifizierung des Gerätes auch wenn die in die Frontplatte eingeprägte Seriennummer zerstört oder zusammen mit der Frontplatte abhanden gekommen sein sollte. Da die Seriennummer immer mehr als vier Stellen hat, werden zur besseren Lesbarkeit immer drei Ziffern durch einen Unterstrich getrennt.</p>

8.4 Langer Tastendruck: Ändern der Dosiswarnschwelle, Ausschalten

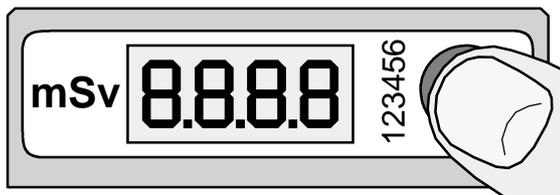
Mit einem »langen Tastendruck« ist hier ein Tastendruck von mindestens vier Sekunden gemeint. Dies ist so lange, dass ein versehentlicher langer Tastendruck ausgeschlossen ist.

Um während des Betriebs des Dosimeters die Dosiswarnschwelle zu verändern, halten Sie die Taste so lange gedrückt, bis die gewünschte Warnschwelle in der Anzeige erscheint, und lassen dann die Taste los. Das Hochsetzen der Dosiswarnschwelle über die Dosis ist die einzige Möglichkeit, eine Dosiswarnung zu löschen. Die neue Dosiswarnschwelle gilt nur für die aktuelle Benutzung des Dosimeters. Nach Ausschalten des Dosimeters tritt wieder die Standardeinstellung in Kraft.

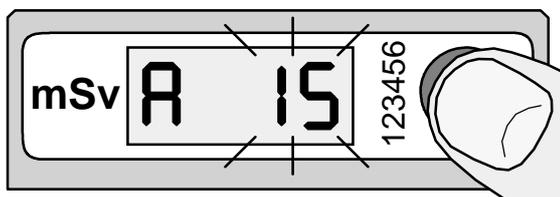
Um das Dosimeter auszuschalten, drücken Sie die Taste so lange (zwölf Sekunden), bis in der Anzeige »OFF« blinkt und der Ton im gleichen Takt an und aus geht. Lassen Sie dann die Taste los und drücken Sie sie innerhalb von zwei Sekunden erneut. Das Dosimeter verabschiedet sich mit einer kurzen Melodie und schaltet sich dann aus. Dabei wird auch die Dosis gelöscht!

Wenn Sie die Taste bis nach dem Zeitfenster »OFF« gedrückt halten (14 Sekunden), können Sie LCD und Warnton testen.

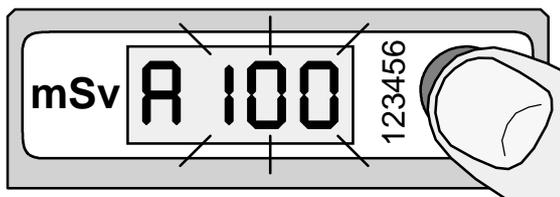
In der nachfolgenden Übersicht finden Sie alle Meldungen, die bei gedrückter Taste nacheinander erscheinen. Hierbei ist der Tongeber an, wenn keine Sonderfälle vorliegen:



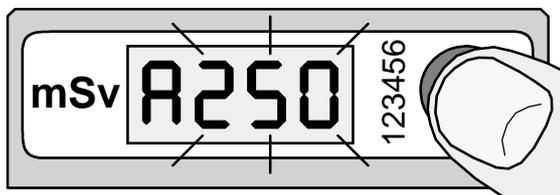
Zwei Sekunden lang Test des LCD (alle Segmente an). Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, bleibt die Dosiswarnschwelle unverändert.



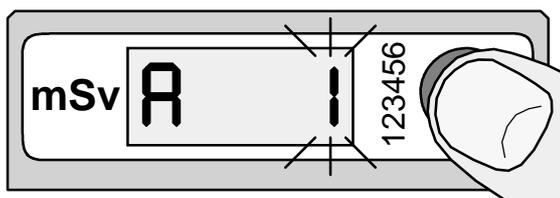
Zwei Sekunden lang erscheint die aktuelle Dosiswarnschwelle, im Beispiel 15 mSv. Die blinkenden Ziffern machen deutlich, dass dieser Wert verändert werden kann. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, bleibt die Dosiswarnschwelle immer noch unverändert.



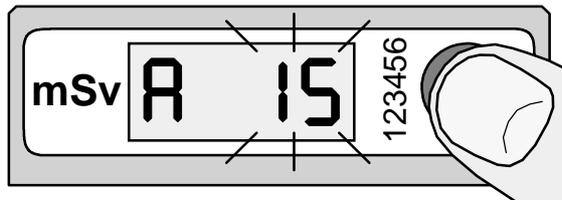
Zwei Sekunden lang erscheint die nächste Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, ist die neue Dosiswarnschwelle eingestellt.



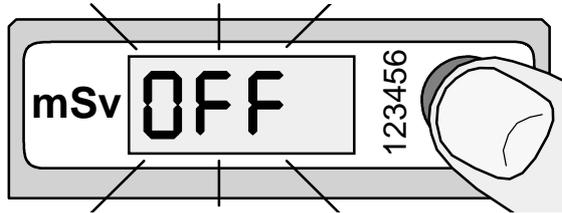
Zwei Sekunden lang erscheint die nächste Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, ist die neue Dosiswarnschwelle eingestellt.



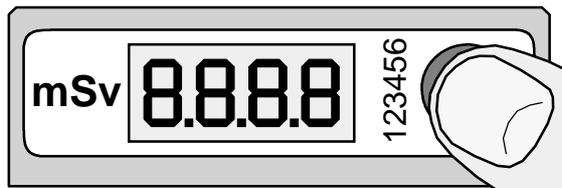
Zwei Sekunden lang erscheint die nächste Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, ist die neue Dosiswarnschwelle eingestellt.



Zwei Sekunden lang erscheint die nächste, d.h. wieder die ursprüngliche Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, hat sich letztlich gar nichts geändert.



Zwei Sekunden lang blinkt »OFF« bei intermittierendem Ton (auch wenn der Tongeber vorher wegen irgend welcher Sonderfälle aus war). Wenn die Taste in dieser Phase losgelassen und erneut gedrückt wird, schaltet sich das Gerät mit einer kurzen Melodie aus.



Bis zum Loslassen der Taste Dauertest von LCD und, wenn keine Sonderfälle vorliegen, Tongeber. Nach Loslassen der Taste ist nichts verändert, da auch die Dosiswarnschwelle wieder ihren ursprünglichen Wert hat.



Sirenenton

Ab dieser Phase schaltet der Tongeber von einem melodischen Dauerton auf den Sirenenton um. Sie können sich hiermit mit dem Klang des Warntons vertraut machen oder den Warnton testen.

Das eben gezeigte Beispiel geht von einer aktuellen Warnschwelle von 15 mSv aus. Allgemein werden die zur Auswahl stehenden Dosiswarnschwellen, beginnend und endend mit der aktuellen Warnschwelle, in dieser Reihenfolge angeboten:



Das doppelte Vorkommen der aktuellen Warnschwelle bewirkt, dass die Warnschwelle nicht verändert wird, wenn die Taste mindestens bis zum Zustand »OFF« gedrückt gehalten wird. Der am Ende stehende Test von LCD und Tongeber lässt sich daher durchführen, ohne die Warnschwelle zu verändern.

Natürlich ist es etwas mühsam, die Dosiswarnschwelle zu verändern. Da eine Veränderung der Warnschwelle jedoch wohl überlegt sein will, wird Ihnen diese Mühe bewusst abverlangt.

Wenn Warnschwellen für Dosis und Dosisleistung mit Hilfe eines Lesegerätes programmiert wurden (Systemmodus), sind sie nicht durch Tastendruck veränderbar. Alle Zustände »Axxx« werden dann durch das Testbild »8.8.8.8« ersetzt.

Aus gutem Grund ist das Ausschalten des Gerätes noch mühsamer als das Verändern der Warnschwelle. Sie müssen die Taste zwölf Sekunden lang gedrückt halten, bis die blinkende Anzeige »OFF« erscheint. Während »OFF« blinkt, geht auch der Ton im gleichen Takt an und aus (unabhängig vom Batterie- und Warnzustand). Sie haben jetzt zwei Sekunden Zeit, die Taste loszulassen und erneut zu drücken. Dann schaltet sich das Gerät aus. Diese Aktion können Sie sogar im Dunkeln ohne Blick auf die Anzeige durchführen, da der intermittierende Ton während des Zeitfensters »OFF« dieses eindeutig hervorhebt. Beachten Sie, dass mit Ausschalten des Gerätes auch die Dosis gelöscht wird!

Wenn Sie die Taste auch während des Zeitfensters »OFF« nicht loslassen, erscheint bis zum Loslassen der Taste das Testbild »8.8.8.8«, und anstelle des melodischen Dauertons wird der für Warnungen benutzte Sirenenton abgegeben. Dies ist als Test für LCD und Warnton gedacht. Beachten Sie hierbei, dass das Dosimeter keine Warnungen abgibt, solange die Taste gedrückt ist.

Wenn Sie die Taste während des Zeitfensters »OFF« zwar loslassen, aber nicht rechtzeitig erneut drücken, schaltet sich das Gerät nicht aus, sondern geht wieder zur normalen Dosiswarnschwellenanzeige über. Der verspätete Tastendruck wirkt dann wie ein neuer, d.h. er bewirkt einen Start der Anzeigefolge, wenn er nur kurz war, oder er startet erneut die Möglichkeit zur Einstellung der Dosiswarnschwelle, wenn er länger dauert.

8.5 Löschen der Dosis

Die Dosis kann nur mit Hilfe eines Lesegerätes oder durch Ausschalten des Dosimeters gelöscht werden. Das Ausschalten wurde im vorigen Abschnitt 8.4 beschrieben.

8.6 Testen von LCD und Warnton

Der Test von LCD und Warnton ist die letzte der bei gedrückter Taste angebotenen Funktionen und wurde bereits in Abschnitt 8.4 beschrieben. Kurz zusammengefasst heißt dies: Halten Sie (während des Betriebs, nicht nach Einschalten) die Taste so lange gedrückt, bis nach »OFF« das Testbild »8.8.8.8« erscheint. Im Testbild »8.8.8.8« müssen alle Segmente des LCD sichtbar sein. Wenn keine Sonderfälle vorliegen, ist dabei auch der Warnton an. Dieser Test dauert so lange wie Sie die Taste gedrückt halten.

Übrigens: Die Anzeigefolge (Abschnitt 8.3.2) stellt einen noch besseren Test der Anzeige dar. Hier laufen Texte durch die Anzeige. Sollte ein Segment des LCD ausgefallen bzw. immer an sein, wirkt dies wie ein weißer bzw. schwarzer Fleck an der Stelle des defekten Segmentes. Ein solcher Fleck fällt sofort auf, selbst wenn man den Text gar nicht versteht, sondern nur als geometrisches Muster betrachtet.

9. Programmiermodus

Mit Hilfe des Programmiermodus lässt sich das Dosimeter auf individuelle Anforderungen anpassen. Bitte nehmen Sie sich etwas Zeit für die Planung, ob eine solche Anpassung auch für Ihre Anwendung sinnvoll wäre. Solange sich Ihre Anforderungen nicht ändern, müssen Sie sich dieser Mühe nur einmal unterziehen, da das Dosimeter Ihre Einstellungen dauerhaft speichert.

Im Programmiermodus lassen sich drei Funktionen aufrufen:

	Funktion	Bemerkung
1.	Wahl der Dosiswarnschwelle, die nach Einschalten gelten soll	Werkseinstellung = 15 mSv, alternativ einstellbar: 1 mSv, 100 mSv, 250 mSv
2.	Wahl der Sprache für Texte der Anzeigefolge, Bedeutung siehe Abschnitt 8.3.2	Werkseinstellung = Deutsch
3.	Einstieg in Testmodus für radiologische Prüfung, Bedeutung siehe Kapitel 11	Diese Funktion verändert keine Einstellungen, sondern ruft den Testmodus auf.

Beachten Sie bitte, dass die Einstellung für die Dosiswarnschwelle immer direkt nach Einschalten des Dosimeters gilt, jedoch während des Betriebs noch verändert werden können. Die programmierte Standardwarnschwelle muss daher nicht alle Fälle abdecken, sondern nur die häufigsten.

Die Einstellung der Sprache wirkt sich auf manche der Parameterbeschreibungen der Anzeigefolge aus, siehe Abschnitt 8.3.2. Stellen Sie daher diejenige Sprache ein, die der Benutzer des Dosimeters am besten versteht.

Der Einstieg in den Testmodus für eine radiologische Prüfung ist die letzte Funktion des Programmiermodus. Genau genommen ist der Testmodus ein Anhang des Programmiermodus, da im Testmodus nichts »programmiert« (verändert) wird. Der Testmodus gestattet eine radiologische Prüfung des Dosimeters in sehr komfortabler Weise, siehe Kapitel 11.

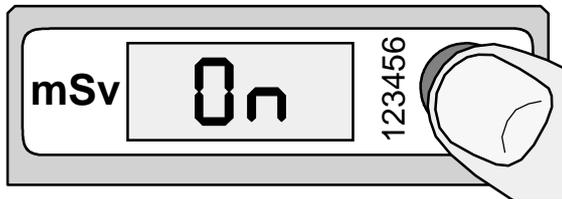
Um in den Programmiermodus zu gelangen, muss die Taste beim Einschalten längere Zeit gedrückt gehalten werden. Danach werden bei immer noch gedrückter Taste nacheinander die drei Funktionen angeboten. Jede Funktion wird durch eine kurze Melodie angekündigt und steht drei Sekunden lang zur Wahl. Durch Loslassen der Taste wird die gerade angezeigte Funktion gestartet. Sobald die Funktion gestartet ist, blinkt der jeweilige Parameter, und der Tongeber geht im gleichen Takt an und aus. Jetzt können Sie durch wiederholtes Drücken der Taste den Parameter so oft verändern, bis er den gewünschten Wert angenommen hat. Jedes kurze Antippen der Taste verändert den Parameter. Sie können die Taste aber auch länger gedrückt halten, um sich den neuen Parameter in Ruhe anzuschauen. Der Tongeber bleibt an, so lange Sie die Taste gedrückt halten, und unterstützt Sie somit bei der Bedienung. Erst wenn Sie die Taste drei Sekunden lang nicht betätigt haben, wird der neue Parameter dauerhaft gespeichert, und die Funktion beendet sich, indem das Dosimeter kurz die Batteriespannung anzeigt und in den Normalbetrieb übergeht. Der neue Parameter ist jetzt bereits aktiv.

Kurz zusammengefasst heißt dies: Halten Sie beim Einschalten die Taste so lange gedrückt, bis die gewünschte Funktion in der Anzeige erscheint. Lassen Sie dann zunächst die Taste los und drücken Sie sie danach so oft, bis die gewünschte Einstellung angezeigt wird. Warten Sie dann bei losgelassener Taste drei Sekunden, bis das Dosimeter in den Normalbetrieb geht.

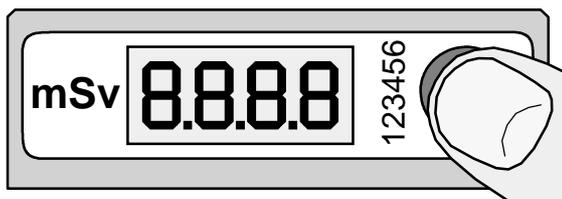
Wenn Sie versehentlich eine falsche Funktion gestartet haben, also die Taste zum falschen Zeitpunkt losgelassen haben, ist dies auch nicht weiter tragisch. Machen Sie einfach gar nichts, d.h. warten Sie die drei Sekunden ab, nach denen das Dosimeter die Funktion beendet. Das Dosimeter übernimmt zwar den Parameter, was aber keine Veränderung bedeutet, da der Parameter noch auf seinem Ausgangswert steht.

Sie können immer nur eine der genannten Funktionen aufrufen. Wenn Sie mehrere Parameter ändern wollen, müssen Sie auch mehrfach in den Programmiermodus gehen und hierzu das Dosimeter zwischendurch immer wieder ausschalten.

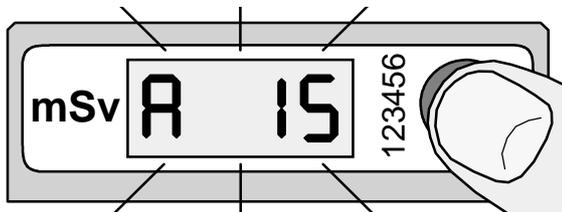
Abschließend stellen wir die Funktionen des Programmiermodus nochmals in einer tabellarischen Übersicht zusammen:



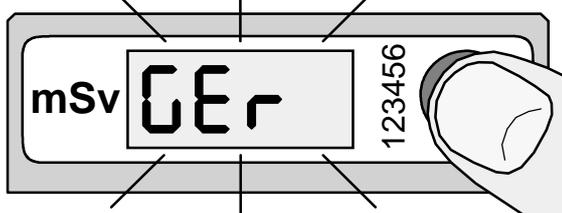
Halten Sie beim Einschalten die Taste gedrückt. Zunächst erscheint die Einschaltmeldung »On«, die eine Sekunde lang dauert. Lassen Sie die Taste nicht los.



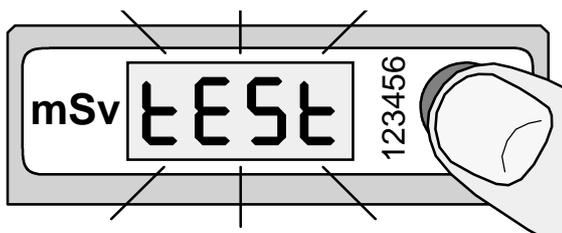
Bei immer noch gedrückter Taste erscheint fünf Sekunden lang das Testbild »8.8.8.8«, und bei guter Batterie ist der Tongeber an. Wenn Sie die Taste vor Ablauf der fünf Sekunden loslassen, haben Sie den Programmiermodus verpasst. Das Dosimeter geht in den Normalbetrieb.



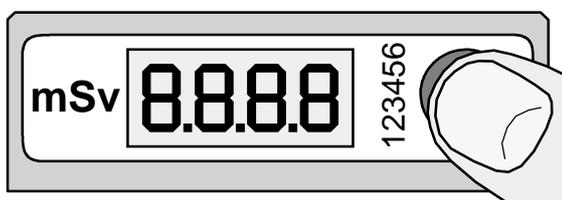
Bei immer noch gedrückter Taste ist die **erste Funktion** erreicht. Die aktuell eingestellte Dosiswarnschwelle wird blinkend angezeigt. Lassen Sie die Taste jetzt los, wenn Sie diese Einstellung ändern wollen. Jeder neue Tastendruck wählt eine neue Dosiswarnschwelle.



Bei immer noch gedrückter Taste ist die **zweite Funktion** erreicht. Die aktuelle Einstellung für die Sprache wird blinkend angezeigt. Lassen Sie die Taste jetzt los, wenn Sie diese Einstellung ändern wollen. Jeder neue Tastendruck wählt eine der Sprachen »GER« (Deutsch), »ENg« (Englisch), »FrA« (Französisch), »ItA« (Italienisch) oder »ESP« (Spanisch).



Bei immer noch gedrückter Taste ist die **dritte Funktion** erreicht, der Einstieg in den Testmodus. Lassen Sie die Taste jetzt los, wenn Sie das Dosimeter in den Testmodus versetzen wollen. Drücken Sie die Taste nicht erneut, weil im Testmodus jeder Tastendruck das Gerät ausschaltet. Der Testmodus ist in Kapitel 11 beschrieben.



Bei immer noch gedrückter Taste haben Sie nicht nur einen kräftigen Daumen, sondern auch alle Funktionen übersprungen. Das Testbild »8.8.8.8« bleibt bis zum Loslassen der Taste. Danach geht das Dosimeter in den Normalbetrieb.

Es gibt zwei Fälle, in denen ein Einstieg in den Programmiermodus verwehrt wird:

- Die Batterie ist verbraucht (Spannung kleiner 5,5 Volt). Das Dosimeter schaltet sich nach der Einschaltmeldung »On« mit der Meldung »bAtt« aus. Sie müssen eine bessere Batterie einlegen, um in den Programmiermodus zu gelangen.
- Die letzte Benutzung endete durch Batterieausfall. Das Dosimeter schaltet sich nach der Einschaltmeldung »Cont« mit der Meldung »OFF« aus. Sie müssen das Dosimeter mit kurzem

Tastendruck einschalten, die Messwerte der abgebrochenen Benutzung bewerten, und dann das Dosimeter ordnungsgemäß ausschalten. Danach gelangen Sie auch wieder in den Programmiermodus.

HINWEIS Bei verbrauchter Batterie oder direkt nach einem Batterieausfall gelangt man nicht in den Programmiermodus!

10. Fehlermeldungen

In diesem Kapitel sind Meldungen aufgeführt, die das Dosimeter bei gewissen Fehlern seiner Elektronik abgibt. Wenn eine solche Meldung auftritt, ist das Dosimeter immer zur Reparatur einzusenden.

Anzeige	Bemerkung
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">2112</div> oder <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">8577</div>	Gerät scheint zu arbeiten (reagiert auf Tastendruck), zeigt aber nur »2112« oder »8577« an. Ursache: Die automatische Erkennung der LCD-Treiber vom Typ PCF2112 bzw. PCF8577 hat nicht richtig gearbeitet. Das Dosimeter ist sich dieses Fehlers nicht bewusst und arbeitet deshalb - mit Ausnahme der Anzeige - normal. Es wird auch normal ausgeschaltet, wobei man zur Erkennung des Zeitfensters »OFF« allein auf den Tongeber angewiesen ist.

Die folgenden drei Fehler werden als Lauftext angezeigt. Bei diesen Fehlern ist jeglicher Messbetrieb eingestellt. Durch Tastendruck schaltet sich das Gerät aus.

FATAL Error FLASH Error	»fatal error«, schwerwiegender Fehler bzw. »flash error«, Fehler des Flash. Das Dosimeter hat einen Fehler seines flüchtigen Datenspeichers (RAM) bzw. seines dauerhaften Datenspeichers (Flash) erkannt. Die Fehlermeldung wechselt sich mit einer kurzen Dosisanzeige ab, damit man die Dosis noch ablesen kann, auch wenn sie möglicherweise nicht korrekt ist. Beide Fehler werden von einem aggressiven Warnton begleitet (schneller Takt, vier Töne pro Sekunde).
SOFT Error	»soft error«, Softwarefehler. Die Programmversion (Software) ist nicht richtig eingestellt. Dies ist kein echter Defekt, sondern eine fehlende Einstellung. Neue Elektronikplatinen, die auch als Ersatzteil verfügbar sind, zeigen diesen Fehler bewusst an, damit nach Einbau der neuen Platine nicht vergessen wird, die richtige Programmversion einzustellen. Dieses Einstellen ist in einem separaten technischen Handbuch erklärt. Sollte dieser Fehler jedoch spontan auftreten, also nachdem das Gerät bereits normal funktioniert hat, handelt es sich um einen echten Defekt.

11. Testmodus für radiologische Prüfung

In diesem Kapitel möchten wir Ihnen erläutern, warum das ALADOX-F einen speziellen Testmodus für eine radiologische Kontrolle hat, und wie sich dieser Testmodus für Kontrollmessungen nutzen lässt.

Bevor wir auf diesen Testmodus eingehen, möchten wir darauf hinweisen, dass bereits im Normalbetrieb bei natürlicher Umgebungsstrahlung einige Funktionen des Dosimeters auch seiner Überwachung dienen. Geiger-Müller-Zählrohre bieten von Hause aus eine sehr gute Langzeitstabilität. Wenn ein solches Zählrohr einen Defekt erleidet, ist dies meist ein Totalausfall, der dazu führt, dass das Zählrohr gar keine Impulse mehr liefert. Daher gilt: Wenn das Zählrohr überhaupt noch Impulse liefert, ist es meistens auch noch völlig in Ordnung. Wenn es gar keine Impulse mehr liefert, gibt das Dosimeter nach einer gewissen Zeit die Ausfallwarnung ab (Abschnitt 5.9). Außerdem bietet der Mittelwert der Dosisleistung (Abschnitt 5.5) eine allerdings nur sehr grobe Auskunft über die Messgenauigkeit. Nach einigen Stunden Betrieb sollte dieser Mittelwert bei etwa $0,07 \mu\text{Sv/h}$ liegen, oder was immer die typische Umgebungsstrahlung an Ihrem Ort ist.

Für eine genaue Kontrollmessung benötigt man auch eine geeignete Kontrollvorrichtung (z.B. die Strahlerhalterung 761.10 mit dem Prüfstrahler 6706). Um die vorliegende Gebrauchsanweisung möglichst übersichtlich zu halten, und auch um sie möglichst selten ändern zu müssen, werden wir an dieser Stelle keine Kontrollvorrichtung spezifizieren, sondern nur den Testmodus des Dosimeters als solchen beschreiben.

Grundsätzlich besteht eine Kontrollmessung darin, dass man das Dosimeter einer bekannten Strahlenquelle aussetzt, z.B. einem Prüfstrahler, und die Anzeige des Dosimeters unter diesen Bedingungen bestimmt. Die Anzeige des Dosimeters ist hierbei eine gewisse Dosis innerhalb einer gewissen Zeit, also letztlich eine gewisse *Dosisleistung*.

Die wohl wichtigste Eigenschaft einer Kontrollmessung ist ihre Wiederholbarkeit. Die Wiederholbarkeit wird mit der relativen Standardabweichung gemessen, die auch als Variationskoeffizient bezeichnet wird. Der Variationskoeffizient wird bestimmt durch die Unsicherheit der Intensität des Strahlungsfeldes (z.B. durch mechanische Toleranzen bei der Positionierung des Prüfstrahlers relativ zum Detektor) sowie durch statistische Schwankungen, die sich durch Verlängerung der Messdauer verringern lassen. Für das ALADOX-F sollte die Messdauer so groß sein, dass eine Dosis von mindestens $20 \mu\text{Sv}$ gemessen wird. Dann trägt der statistische Zufall mit höchstens einem Prozent zum gesamten Variationskoeffizienten einer Kontrollmessung bei.

Ein denkbare Verfahren wäre, mit Hilfe einer Stoppuhr die Zeit zu messen, die das Dosimeter zur Aufnahme einer bestimmten Dosis braucht. Diese Dosis dividiert durch die auf der Stoppuhr abgelesene Zeit ergäbe dann eine Dosisleistung als Kontrollanzeige. Dies ist im Falle des ALADOX-F jedoch mühsam, weil die Dosis nicht dauernd angezeigt wird, sondern nur als Teil der Anzeigefolge zur Verfügung steht. Es wäre außerdem zu ungenau, weil man die Dosis nicht genau zum Zeitpunkt des Umspringens der letzten Stelle ablesen kann, was man aber tun müsste, um den Ablesefehler klein genug zu halten.

Die Funktion der mittleren Dosisleistung ist für eine Kontrollmessung wesentlich besser geeignet. Sie ersetzt die Stoppuhr, das Ablesen der Dosis und die Berechnung der Dosisleistung. Es ist allerdings zu beachten, dass während der gesamten Zeit der Messung des Mittelwertes konstante Bedingungen herrschen. Mit Hilfe der mittleren Dosisleistung würde eine Kontrollmessung so ablaufen: *Zuerst* wird der Prüfstrahler am Dosimeter angebracht, und *danach* wird das Dosimeter eingeschaltet. Jetzt wird gewartet, bis das Dosimeter mindestens $20 \mu\text{Sv}$ aufgenommen hat. Dann wird die mittlere Dosisleistung als Punkt 7 der in Abschnitt 8.3.2 beschriebenen Anzeigefolge abgelesen und als Kontrollanzeige notiert.

Dieses Verfahren ist bereits recht komfortabel. Einzige Schwäche hinsichtlich des Komforts ist die Pflicht, auf eine Mindestdosis von $20 \mu\text{Sv}$ zu achten. Außerdem wird die Kontrollmessung wie eine

normale Benutzung behandelt (gesamte Gerätedosis, Archiv), da das Dosimeter nicht wissen kann, dass es sich nur um eine Testbestrahlung handelt. Um diese Schwächen auch noch zu vermeiden, wurde der Testmodus geschaffen, der sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

1. Anstelle der Dosiswarnschwelle wird der Mittelwert der Dosisleistung ständig angezeigt. Zur Ablesung des Mittelwertes ist also die Anzeigefolge nicht erforderlich, welche im Testmodus ohnehin nicht zur Verfügung steht. Im Testmodus schaltet jeder Tastendruck das Gerät aus.
2. Es werden keinerlei Warntöne abgegeben.
3. Wenn der Variationskoeffizient den Wert von einem Prozent erreicht hat und somit die Messung genau genug ist, wird dies automatisch signalisiert.
4. Während der Messung wird überwacht, ob konstante Bedingungen herrschen. Grobe Abweichungen von konstanten Bedingungen erkennt das Dosimeter automatisch und bricht den Testmodus ab, indem es sich mit einem kurzen Warnton ausschaltet. Wenn die Batteriespannung gefährlich weit absinkt, schaltet sich das Dosimeter ebenfalls aus, allerdings stumm.
5. Die Daten aus normalen Benutzungen bleiben unberührt. Insbesondere wird die während der Kontrollmessung aufgenommene Dosis nicht in die gesamte Gerätedosis übertragen. Da der Testmodus nicht als Benutzung gilt, wird eine Testmessung auch nicht archiviert.

Der Testmodus schließt sich an den Programmiermodus an, siehe auch Kapitel 9. Führen Sie eine Kontrollmessung mit Hilfe des Testmodus wie folgt durch:

1. Schalten Sie das Dosimeter aus.
2. Setzen Sie das Dosimeter dem Strahlungsfeld (Prüfstrahler) aus.
3. Versetzen Sie das Dosimeter in den Testmodus, indem Sie es durch Tastendruck einschalten und die Taste gedrückt halten, bis »tEst« in der Anzeige erscheint. Lassen Sie erst jetzt die Taste los.
4. Das Dosimeter zeigt den Mittelwert der Dosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ an. Warten Sie, bis das Dosimeter signalisiert, dass ein Variationskoeffizient von einem Prozent erreicht wurde. Da dieses Signal auch akustisch erfolgt, brauchen Sie das Dosimeter während der Messung nicht zu beobachten. Notieren Sie den Mittelwert der Dosisleistung als Kontrollanzeige.
5. Schalten Sie das Dosimeter durch Tastendruck aus.

Der Mittelwert der Dosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ wird wie folgt als Lauftext angezeigt:

EESE $\mu\text{Sv/h} = 198,7$ (blinkender Mittelwert bei unzureichender Genauigkeit)

EESE $\mu\text{Sv/h} = 193,4$ ♪♪ (kein Blinken, aber Signalton bei ausreichender Genauigkeit)

Zunächst verrichtet das Dosimeter seine Arbeit stumm und lässt den Mittelwert blinken. Sobald ein Variationskoeffizient von einem Prozent erreicht wurde, blinkt der Mittelwert nicht mehr, und bei jeder Anzeige des Mittelwertes ertönt eine kurze Melodie. Hiermit macht das Dosimeter darauf aufmerksam, dass die erforderliche statistische Genauigkeit erreicht wurde. Ab jetzt können Sie den angezeigten Mittelwert als Kontrollanzeige ablesen.

Einfacher lässt sich eine Kontrollmessung mit Prüfstrahler nicht durchführen. Die einzige Arbeit, die Ihnen das Dosimeter nicht abnehmen kann, ist die Protokollierung der Kontrollanzeige.

Der Anzeigebereich des Mittelwertes geht bis 9999 $\mu\text{Sv/h}$, also etwa 10 mSv/h. Da ein Prüfstrahler keine allzu hohe Aktivität hat, reicht dieser Bereich auf jeden Fall aus. Sollte der Wert von 10 mSv/h überschritten werden, beendet das Dosimeter den Testmodus und geht sofort in den Normalbetrieb.

Bei Betrieb mit einem Lesegerät kann überwacht werden, dass radiologische Prüfungen in gewissen Zeitabständen durchgeführt werden. Hierzu können das Datum der letzten erfolgreichen Prüfung sowie die Gültigkeitsdauer dieser Prüfung in das Dosimeter einprogrammiert werden. Wenn die Uhr des Dosimeters über ein Lesegerät gestellt wurde, kann das Dosimeter entscheiden, ob die Gültigkeitsdauer abgelaufen ist, und dies in Form einer Kennung dem Lesegerät mitteilen. Das Lesegerät kann dann eine weitere Benutzung des Dosimeters untersagen. Dies ist alleinige Aufgabe des Lesegerätes; das Dosimeter selbst schränkt seine Funktion in keiner Weise ein, auch wenn die Gültigkeitsdauer abgelaufen ist.

Wenn das Dosimeter im Testmodus von einem Lesegerät mit Datum und Gültigkeitsdauer der Prüfung programmiert wurde, geht es davon aus, dass der Testmodus beendet ist. Es zeigt dann an:



Dies ist gedacht für eine intelligente Kontrollvorrichtung, die am Ende einer erfolgreichen Prüfung Datum und Gültigkeitsdauer in das Dosimeter einprogrammiert. In diesem Zustand verharrt das Dosimeter, ohne weiter zu messen oder auf Anfragen eines Lesegerätes zu reagieren, bis es durch kurzen Tastendruck ausgeschaltet wird.

12. Archiv

Gelegentlich kann der Bedarf entstehen, einen Vorgang zu rekonstruieren. Nehmen wir an, ein Benutzer glaubt sich zu erinnern, sein Dosimeter habe unplausible Werte angezeigt oder sich sonstwie merkwürdig verhalten. Das Dosimeter wurde aber zwischenzeitlich ausgeschaltet, die Dosis ist Null, und auch sonst zeigt das Dosimeter bei einer nachfolgenden Überprüfung keine Auffälligkeiten. Es verbleibt die Ungewissheit und damit auch ein gewisses Unbehagen, was denn wirklich passiert sei. In einem solchen Fall kann vielleicht das Archiv des Dosimeters weiterhelfen, das mit Hilfe eines Lesegerätes gelesen werden kann.

Das Archiv arbeitet wie folgt: Das Dosimeter speichert die Daten der letzten 105 Benutzungen. Um keinen Platz in dieser Liste zu vergeuden, wird eine Benutzung allerdings nur dann gespeichert, wenn mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Es ist eine Dosis ungleich Null angefallen (als Dosis ungleich Null gilt jede Dosis von mindestens 0,001 mSv, weil dies die kleinste Schrittweite der Dosisanzeige ist),
- die Benutzung des Dosimeters erfolgte im Systemmodus und dauerte mindestens fünf Minuten,
- die Benutzung endete durch Batterieausfall,
- die Benutzung endete durch einen spontan aufgetretenen Fehler des dauerhaften Speichers,
- die Selbstüberwachung hat einen Ausfall des Zählrohres festgestellt.

Eine »Benutzung« ist hierbei wie folgt definiert: Sie beginnt mit Einschalten des Dosimeters und endet mit Ausschalten des Dosimeters oder einer Unterbrechung der Spannungsversorgung (Batterieausfall) oder einem spontanen Fehler des dauerhaften Speichers. Ein Kommando eines Lesegerätes kann ebenfalls eine Benutzung starten oder beenden.

Beispiele ohne Beteiligung eines Lesegerätes (»autarker« Modus, Normalfall):

1. Das Dosimeter wird eingeschaltet, und die Dosis ist Null. Nach einiger Zeit wird es wieder ausgeschaltet, die Dosis ist immer noch Null, und es wurden auch keine Fehler erkannt. Diese Benutzung wird nicht im Archiv abgelegt, da es keine besonderen Vorkommnisse gab. Gleiches gilt, wenn die Dosis nach Einschalten ungleich Null war, bis zum Ausschalten aber nicht weiter angestiegen ist.
2. Das Dosimeter wird eingeschaltet, und danach kommen einige Mikrosievert hinzu. Beim Ausschalten des Dosimeters wird die Benutzung archiviert. Hierbei spielt der Startwert der Dosis (Null oder ungleich Null) keine Rolle, sondern entscheidend ist nur, ob während der Benutzung eine Dosis angefallen ist. Die Startdosis lässt sich im Archiveintrag ablesen, da sowohl die Startdosis als auch die Endedosis archiviert werden. Die Benutzung erhält die Kennungen »Systemmodus Nein« und »Ende durch Ausschalten«.
3. Das Dosimeter wird eingeschaltet, und später fällt die Batterie aus. Die Benutzung wird unabhängig von der Dosis archiviert und erhält die Kennung »Ende durch Batterieausfall«.

Beispiele mit Beteiligung eines Lesegerätes (»Systemmodus«, ein eher seltener Fall):

1. Das Dosimeter wird eingeschaltet, und danach kommen einige Mikrosievert hinzu. Dann wird das Dosimeter mit Hilfe eines Lesegerätes ausgeschaltet. Vor dem Ausschalten archiviert das Dosimeter die vorausgegangene Benutzung mit den Kennungen »Systemmodus Nein« und »Ende durch Lesegerät«. In diesem Beispiel lag ein Systemmodus gar nicht vor, weil die Benutzung zwar durch ein Lesegerät endete, die eigentliche Benutzung aber autark erfolgte.
2. Das Dosimeter wird eingeschaltet, und danach kommen einige Mikrosievert hinzu. Dann wird die Dosis mit Hilfe eines Lesegerätes gelöscht. Beim Löschen der Dosis wird das Dosimeter

zwangsläufig auch mit Warnschwellen sowie Ident- und Jobnummer programmiert. Vor dem Löschen der Dosis archiviert das Dosimeter die vorausgegangene Benutzung mit den Kennungen »Systemmodus Nein« und »Ende durch Lesegerät«. Eine neue Benutzung mit Startdosis Null und den vom Lesegerät programmierten Daten (Warnschwellen, Ident- und Jobnummer) beginnt. Auch diese neue Benutzung endet irgendwann auf irgend eine Weise und wird dann nach denselben Regeln archiviert, wobei für diese neue Benutzung die Kennung »Systemmodus Ja« gilt.

3. Das Dosimeter wird eingeschaltet, und später wird es in einem Lesegerät ohne Löschen der Dosis mit Warnschwellen sowie Ident- und Jobnummer programmiert. Da die Dosis unberührt blieb, gilt die aktuelle Benutzung noch nicht als beendet, sondern erhält die Kennung »Systemmodus Ja«. Wegen dieser Kennung wird die Benutzung bei ihrem Ende auch dann archiviert, wenn keine Dosis angefallen ist und die Benutzung mindestens fünf Minuten gedauert hat.

Jeder der 105 Archiveinträge enthält folgende Benutzungsdaten:

Parameter	Bedeutung
Startzeit ^{*)}	Datum und Uhrzeit des Beginns der Benutzung.
Dauer	Dauer der Benutzung.
Startdosis	Dosis zu Beginn der Benutzung (kann nur ungleich Null sein, wenn die vorherige Benutzung mit Batterieausfall endete).
Endedosis	Dosis zu Ende der Benutzung.
Maximale Dosisleistung und Zeitpunkt ihres Auftretens	Die größte Dosisleistung während der Benutzung sowie die seit der Startzeit verstrichene Zeitspanne, nach der die größte Dosisleistung auftrat. Wenn beide Werte Null sind, bedeutet dies, dass keine signifikante Dosisleistung gemessen wurde. Wenn die größte Dosisleistung ungleich Null ist, die Zeitspanne aber Null ist, so bedeutet dies, dass die größte Dosisleistung von einer früheren Benutzung stammt, die durch Batterieausfall endete.
Identnummer ^{*)}	Bis zu siebenstellige Personenidentifikationsnummer.
Jobnummer ^{*)}	Bis zu siebenstellige Arbeitsauftragsnummer.
Kennung Benutzungsende	»Ausschalten«: Ende durch normales Ausschalten. »Batterie«: Ende durch Ausfall der Spannungsversorgung. »Leser«: Ende durch ein Kommando eines Lesegerätes. »Flash-Fehler«: Ende durch Auftreten eines Speicherfehlers.
Kennung Systemmodus	»Ja« = an der Benutzung war ein Lesegerät beteiligt. »Nein« = autarke Benutzung ohne Beteiligung eines Lesegerätes.
Kennung Zählrohrerausfall	»Ja« oder »Nein«.
Kennung Übertemperatur (> +60°C)	»Ja« oder »Nein«.
Kennung Untertemperatur (< -30°C)	»Ja« oder »Nein«.

^{*)} Diese Parameter können nur von einem Lesegerät gesetzt werden, also im Systemmodus des Dosimeters. Im autarken Modus sind diese Parameter immer Null.

13. Energie- und Richtungsabhängigkeit

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

- Cs-137 (662 keV),
- Co-60 (mittlere Energie 1250 keV),
- Gammastrahlung aus den (bei der PTB erzeugten) Kernreaktionen $^{12}\text{C}(p,p'\gamma)^{12}\text{C}$ (4,4 MeV - Feld) und $^{19}\text{F}(p,\alpha\gamma)^{16}\text{O}$ (6-7 MeV - Feld),
- 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.

Dargestellt ist das »Ansprechvermögen«. Diesen Begriff möchten wir zunächst etwas näher erläutern. Das Ansprechvermögen ist definiert als der Quotient »Anzeige des Gerätes dividiert durch den wahren Wert«. Beispiel: Ein Ansprechvermögen von 1,25 bedeutet, dass das Gerät 25% zu viel anzeigt. Bei einem idealen Gerät ist das Ansprechvermögen 1,0. Ein reales Gerät kann kaum ein Ansprechvermögen von 1,0 erreichen, schon gar nicht bei verschiedenen Energien und Einfallrichtungen der Strahlung. Außerdem hat ein reales Gerät immer einen gewissen Kalibrierfehler (maximal 20% für ein eichbares Gerät), der sich einheitlich auf die Anzeige bei allen Energien und Einfallrichtungen auswirkt. Der Kalibrierfehler ist eine individuelle Eigenschaft eines einzelnen Gerätes, während die Energie- und Richtungsabhängigkeit eine bauartbedingte allgemeine Eigenschaft des Gerätetyps ist. In der Darstellung von Energie- und Richtungsabhängigkeit wird der Einfluss des Kalibrierfehlers entfernt, indem der Quotient »Ansprechvermögen dividiert durch Ansprechvermögen bei Bezugsbedingungen« betrachtet wird. Im vorliegenden Fall sind die Bezugsbedingungen »Bestrahlung in Vorzugsrichtung 0° (Null Grad) bei der Gammastrahlung von Cs-137«. Das in dieser Weise »normierte« Ansprechvermögen hat bei Bezugsbedingungen definitionsgemäß immer den Wert 1,0 und zeigt, in welchem Ausmaß sich die Anzeige des Gerätes ändert, wenn die Bedingungen von den Bezugsbedingungen abweichen.

International gebräuchliche Anforderungen gestatten einem Dosimeter einen Fehler von 40% für alle Energien und Strahleneinfallrichtungen innerhalb ihrer jeweiligen Nenngebrauchsbereiche. Was bedeutet dies nun für das (normierte) Ansprechvermögen? Wenn man sich auf den Standpunkt stellt, die Anzeige des Dosimeters dürfe nicht mehr als 40% vom wahren Wert abweichen¹⁾, so muss das Ansprechvermögen im Bereich von 0,6 (-40%) bis 1,4 (+40%) liegen. Diese Forderung war auch viele Jahre in dieser Form gültig. Wenn man sich jedoch auf den Standpunkt stellt, der wahre Wert dürfe nicht mehr als 40% von der Anzeige des Dosimeters entfernt liegen, so muss das Ansprechvermögen im Bereich von $1/1,4 = 0,71$ bis $1/0,6 = 1,67$ liegen. Dies ist die derzeit gültige Forderung. Sie berücksichtigt, dass der Benutzer den wahren Wert nicht kennt (woher auch, er bräuchte dann kein Messgerät), sondern nur die Anzeige des Gerätes. Nur bei Einhaltung dieser neueren Forderung liegt der wahre Wert immer im Bereich von $\pm 40\%$ um die Anzeige des Gerätes. Für ein Gerät ist die neue Forderung weder leichter noch schwieriger zu erfüllen als die alte. In beiden Fällen verhalten sich maximales und minimales Ansprechvermögen wie $1,4/0,6 = 2,33$. Ein Gerät gemäß der neuen Forderung (Ansprechvermögen = 0,71 bis 1,67) wird man allerdings so konstruieren, dass sein Ansprechvermögen eher in der Mitte des zulässigen Bereiches liegt, also eher bei 1,19 anstatt bei 1,0.

¹⁾ Sie kennen vielleicht die Fangfrage: »Die Aktienkurse sinken um 50%. Um wieviel Prozent müssen sie steigen, um wieder den alten Wert zu erreichen?« Obwohl die absolute Kursänderung dieselbe ist, heißt die richtige Antwort nicht 50%, sondern 100%, weil sich der Bezugswert halbiert hat. In entsprechender Weise sind die beiden folgenden Aussagen *nicht* gleichwertig:

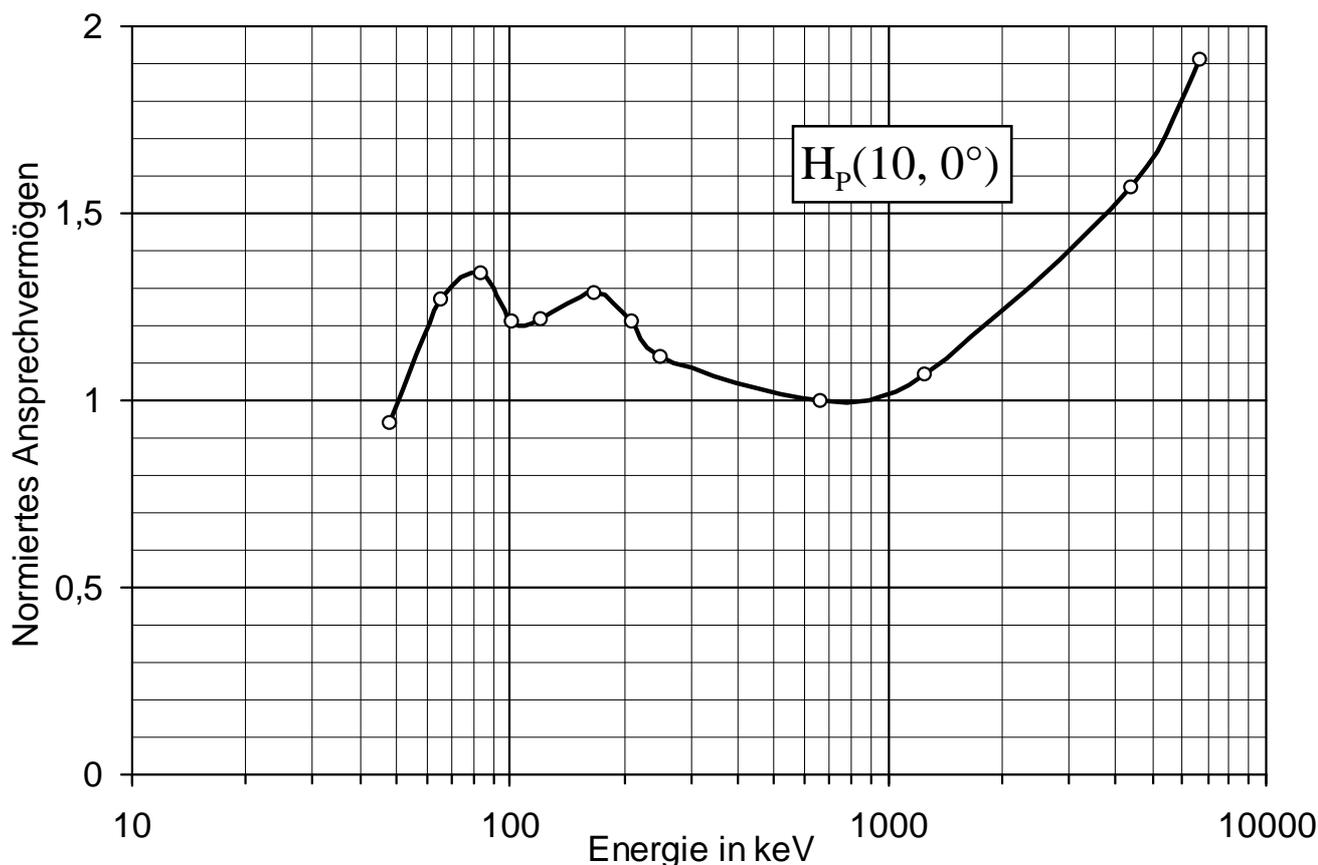
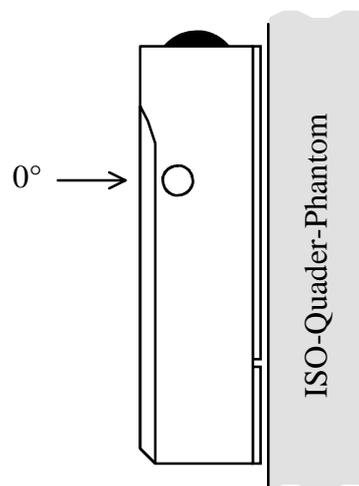
- Die Anzeige des Gerätes darf maximal 40% über dem wahren Wert liegen.
- Die Anzeige des Gerätes darf maximal so hoch sein, dass der wahre Wert 40% unter der Anzeige liegt.

13.1 Bei Verwendung als Personendosimeter für $H_p(10)$ (PTB-bauartgeprüft)

ALADOX-F ist als Personendosimeter konstruiert. Als solches wird es am Rumpf getragen. Daher ist es nicht nur der direkt auf das Dosimeter einfallenden Strahlung ausgesetzt, sondern auch der vom Rumpf gestreuten Strahlung. Die (in Deutschland seit 2001 geltende) Messgröße $H_p(10)$ berücksichtigt den Einfluss des Rumpfes, indem die Energieabhängigkeit auf einem Phantom gemessen wird, welches den menschlichen Rumpf in standardisierter Weise nachbildet:

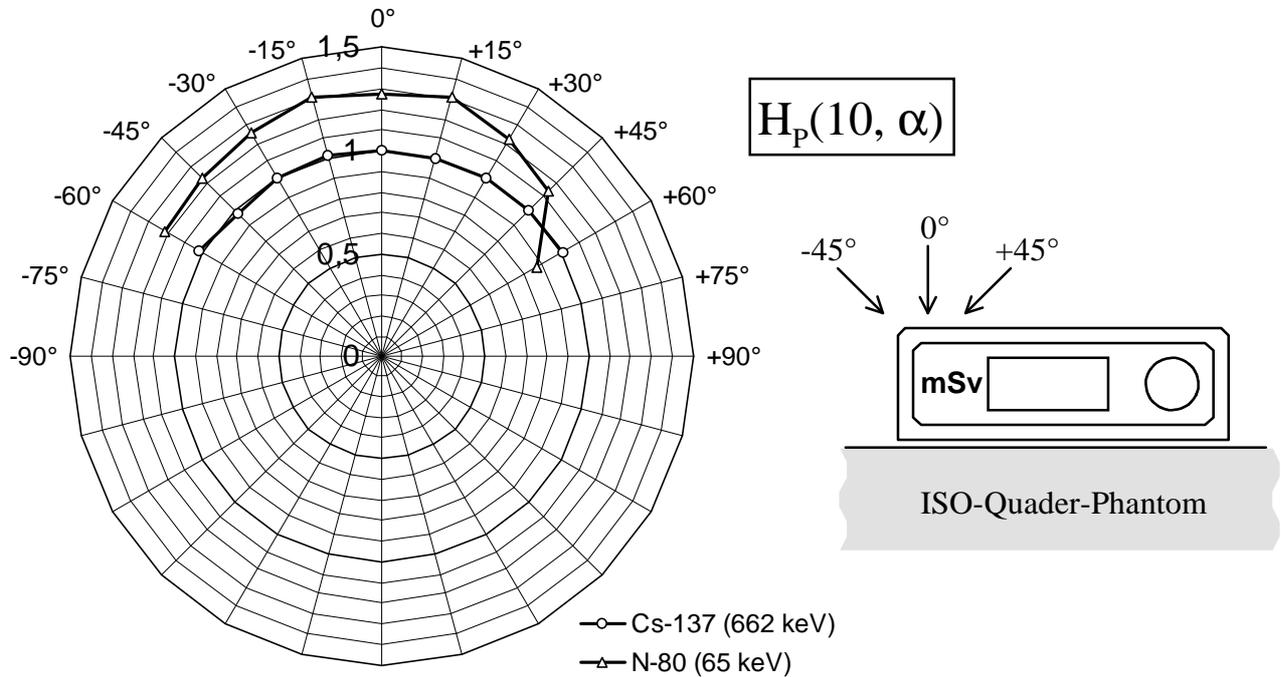
Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Tiefen-Personendosis $H_p(10, 0^\circ)$ bei Bestrahlung in Vorzugsrichtung (0°). Wegen der Definition der Messgröße $H_p(10)$ wird eine solche Energieabhängigkeit auf dem ISO-Quader-Phantom gemessen (mit Wasser gefüllter Plexiglas-Quader der Abmessungen 30 x 30 x 15 cm).

Das Ansprechvermögen ist normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137 (662 keV). Deshalb beträgt das normierte Ansprechvermögen bei Cs-137 per Definition 1,0.

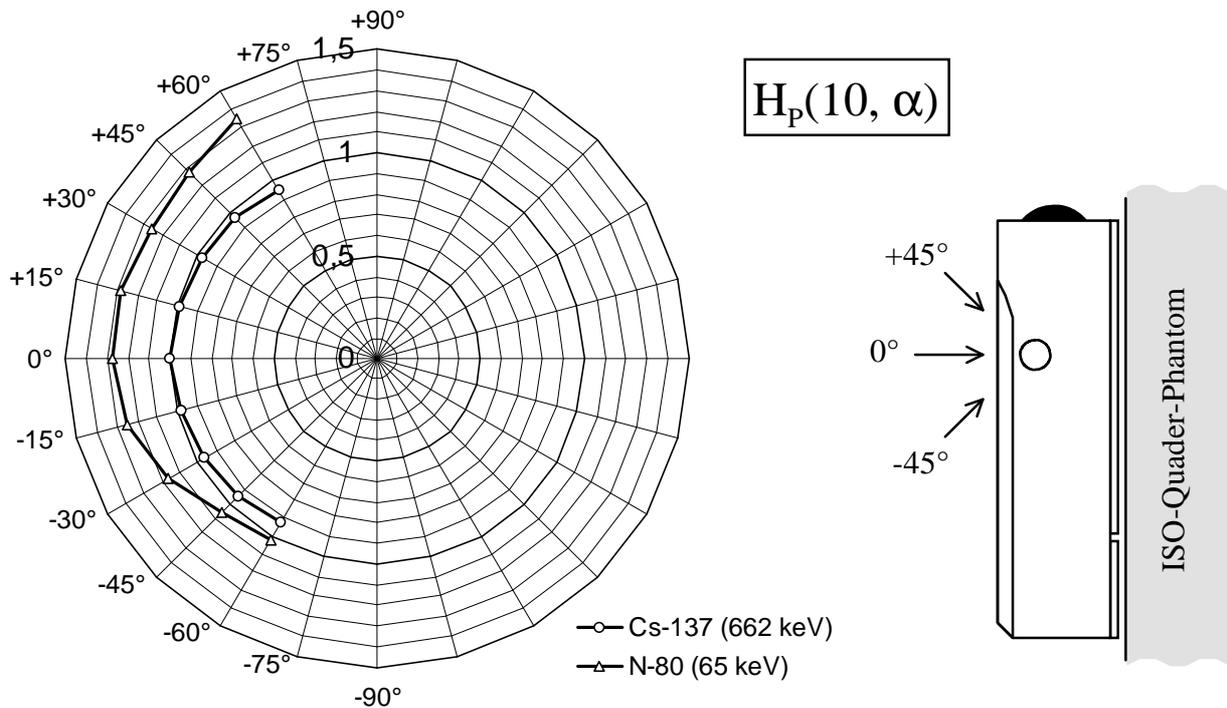


Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens bezüglich der Tiefen-Personendosis $H_p(10, \alpha)$ für zwei verschiedene Strahlungsqualitäten (Cs-137 und N-80). Genau wie bei der Energieabhängigkeit ist auch hier das Ansprechvermögen normiert auf das Ansprechvermögen bei Cs-137 in Vorzugsrichtung:

A) Horizontale Drehung (bei richtigem Tragen des Dosimeters entspricht dies Strahleneinfallrichtungen von links oder rechts):

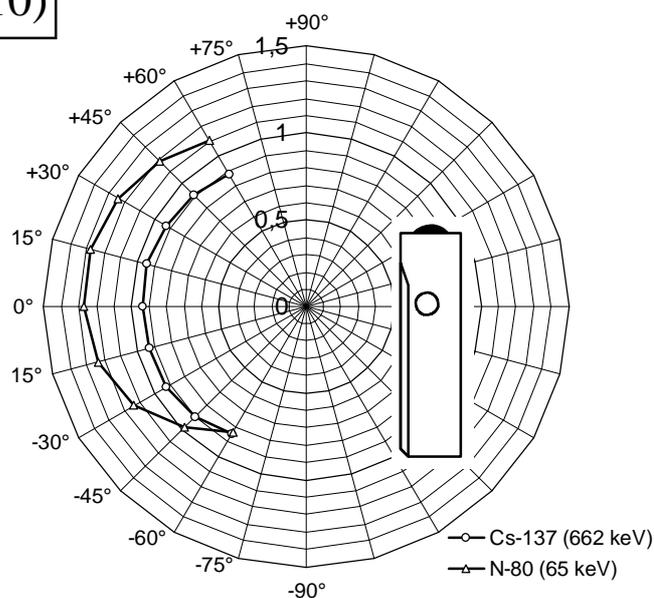
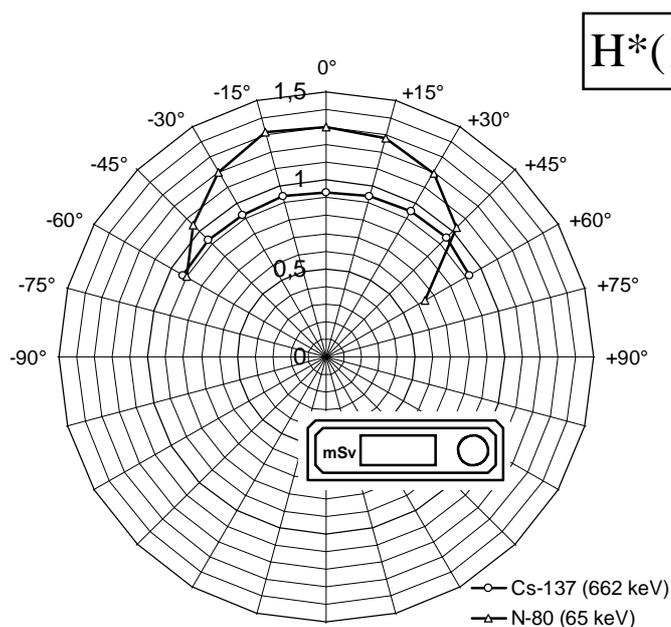
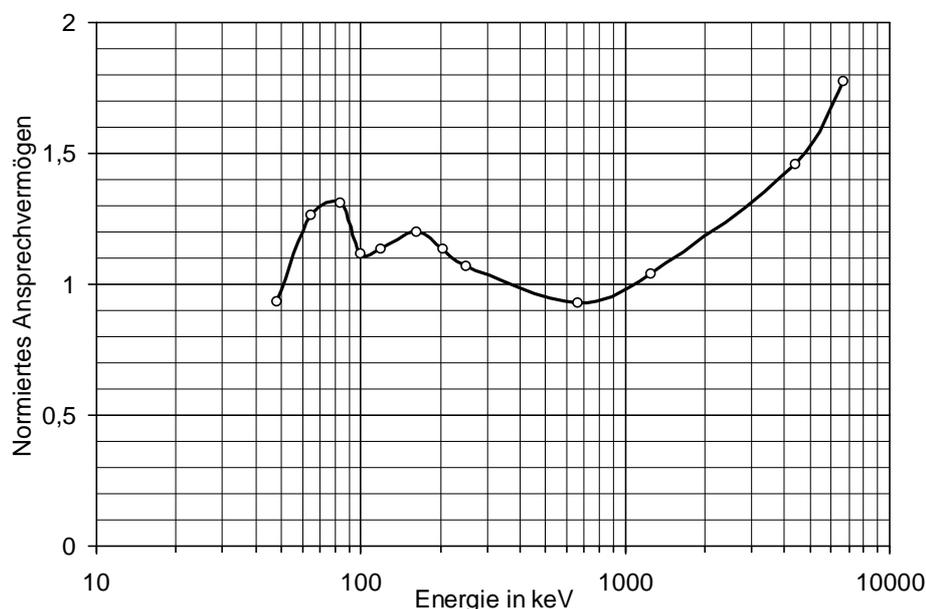


B) Vertikale Drehung (bei richtigem Tragen des Dosimeters entspricht dies Strahleneinfallrichtungen von oben oder unten):



13.2 Bei Verwendung als Ortsdosimeter für $H^*(10)$ (nicht PTB-bauartgeprüft)

Es stellt sich die Frage, was das Dosimeter eigentlich anzeigt, wenn es entgegen seinem eigentlichen Verwendungszweck frei in Luft bestrahlt wird (also nicht auf dem Rumpf oder einem Phantom). Die Antwort lautet: Es ist dann relativ gut geeignet, eine Ortsdosis in der (in Deutschland ebenfalls seit 2001 geltenden) Messgröße »Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ « zu messen. Hierbei gibt es allerdings eine gewisse Einschränkung hinsichtlich der Kalibrierung. Das ALADOX-F ist so kalibriert, dass es bei Bezugsbedingungen für $H_p(10)$, also Cs-137 und Vorzugsrichtung auf dem ISO-Quader-Phantom, möglichst gut anzeigt. Dies hat zur Folge, dass es bei Bezugsbedingungen für $H^*(10)$, also Cs-137 und Vorzugsrichtung *ohne* Phantom, prinzipiell ca. 7% zu wenig anzeigt. In den nachfolgenden Diagrammen ist daher das Ansprechvermögen bezüglich $H^*(10)$ auf das Ansprechvermögen bezüglich $H_p(10)$ bei Bezugsbedingungen normiert. Dies führt bei Bezugsbedingungen zu einem Ansprechvermögen von 0,93 an Stelle von 1,0. Dies ist etwas ungewöhnlich, aber im vorliegenden Fall durchaus sinnvoll, weil dann das normierte Ansprechvermögen bei Bezugsbedingungen dem Ansprechvermögen eines ideal kalibrierten Gerätes entspricht.



14. Technische Daten

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

Detektor	Geiger-Müller-Zählrohr ZP1310 oder Äquivalenttyp, energiekompensiert, Durchmesser 5 mm, effektive Länge 16 mm, Empfindlichkeit ca. 500 Impulse pro μSv
Messgröße	Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ hervorgerufen durch Photonenstrahlung
Nenngebrauchsbereiche für Photonenenergie ^(PTB) Strahleneinfallrichtung ^(PTB)	65 keV bis 3 MeV, Bezugsenergie ist 662 keV (Cs-137) $\pm 60^\circ$ zur Vorzugsrichtung
Abweichung für alle Energien und Richtungen bezogen auf Cs-137 in Vorzugsrichtung ^(PTB)	+40% / -14% (zulässig: +67% / -29%)
Vorzugsrichtung und Bezugspunkt	Vorzugsrichtung ist senkrecht auf den Markierungspunkt der großen Gehäuseoberfläche, Bezugspunkt ist die Zählrohrmitte, siehe Skizze in Kapitel 3
Anzeige	vierstellige 7-Segment-Flüssigkristallanzeige (LCD) mit drei Dezimalpunkten zwischen den vier Digits
Dosismessbereich und maximal mögliche Messzeit TMAX ^(PTB)	Dosismessbereich: DMIN bis 9999 mSv, wobei DMIN = $0,2 \mu\text{Sv/h} * \text{TMAX}$ ist und TMAX im Bereich 50 bis 500 Stunden liegt. Beispiele: 0,010 mSv bis 9999 mSv mit TMAX = 50 Stunden 0,050 mSv bis 9999 mSv mit TMAX = 250 Stunden 0,100 mSv bis 9999 mSv mit TMAX = 500 Stunden
Dosisanzeigeformate (Dosisanzeige nur auf Tastendruck)	vier Formate mit automatischer Umschaltung: 0.000 - 9.999 / 10.00 - 99.99 / 100.0 - 999.9 / 1000 - 9999 mSv
Linearität ^(PTB) (Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Dosis und der Dosisleistung)	$\pm 2\%$ im Dosismessbereich von 0,01 mSv bis 9999 mSv und im Dosisleistungs-Nenngebrauchsbereich von 50 nSv/h bis 1 Sv/h (zulässig: +18% / -13%)
Variationskoeffizient der Dosismessung ^(PTB) und dessen zulässiger Maximalwert v_{max}	4,50% Dosis < 0,1 mSv $v_{\text{max}} = 15\%$ 0,50% $0,1 \text{ mSv} \leq \text{Dosis} < 1,1 \text{ mSv}$ $v_{\text{max}} = 16 - \text{Dosis} / (0,1 \text{ mSv})$ 0,20% $1,1 \text{ mSv} \leq \text{Dosis}$ $v_{\text{max}} = 5\%$
Warnschwellen (permanente Anzeige der Dosiswarnschwelle)	vier Dosiswarnschwellen: 1 / 15 / 100 / 250 mSv eine Dosisleistungswarnschwelle von 1 Sv/h als Kennung für die Überschreitung der maximal für das Gerät zulässigen Dosisleistung
Anzeige der restlichen Verweilzeit	auf Tastendruck digital im Format xhyy für x Stunden und yy Minuten
Anzeige der Batteriespannung	auf Tastendruck digital in Volt im Format 4.0v bis 10.0v, automatische Warnung bei Spannungen kleiner 5,5 Volt
Anzeige der maximalen Dosisleistung	auf Tastendruck digital in drei Formaten mit automatischer Umschaltung: h0.00 - h9.99 / h10.0 - h99.9 / h100 - h999 mSv/h wobei das »h« in der ersten Stelle für »pro Stunde« steht.

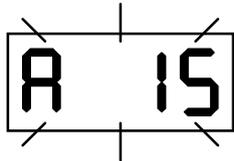
Anzeige der mittleren Dosisleistung	auf Tastendruck digital in $\mu\text{Sv/h}$
Anzeige der Temperatur	auf Tastendruck, akustische und optische Warnung bei Temperaturen oberhalb $+60^\circ\text{C}$
Überwachung der radiologischen Funktion	automatische Überwachung der Mindestimpulsrate. Akustische und optische Warnung, wenn während einer Zeit von ca. 15 bis 20 Minuten kein Impuls erkannt wird.
Überwachung der Elektronik	Speichertest bei jedem Einschalten, akustische und optische Warnung im Fehlerfalle
Dauerhafter Speicher	Flash-Speicher, Datenerhalt 100 Jahre, enthält: <ul style="list-style-type: none"> - normale Dosis (nach Batterieausfall) - nicht löschbare gesamte Gerätedosis - programmierbare Parameter - Archiv mit den Daten der letzten 105 Benutzungen
Lesegerät	kontaktlose induktive Schnittstelle für Lesegerät vorhanden
Warnton	ca. 3 kHz, ca. 85 dB(A) in 30 cm Entfernung
Klima (Nenngebrauchsbereiche für Umgebungstemperatur und relative Luftfeuchte) ^(PTB)	-30°C bis $+60^\circ\text{C}$ und 0 bis 95% relative Feuchte, maximale Abweichung $\pm 2\%$ (zulässig: $+18\%$ / -13%) bezogen auf Anzeige bei $+20^\circ\text{C}$ und 65% relativer Feuchte (unterhalb -10°C zunehmende Trägheit des LCD)
Druck der Außenluft	Nenngebrauchsbereich 60 bis 130 kPa (600 bis 1300 mbar)
Lageabhängigkeit	Nenngebrauchsbereich beliebig
Betriebsspannungsbereich	5,0 bis 10,0 Volt
Stromversorgung	Standardbatterie 9 Volt, z.B. VARTA 6F22 oder 6LR61 (Alkaline), elektronischer Verpolungsschutz
Betriebsdauer bei Strahlungspegeln bis 0,2 mSv/h	ca. 5000 Stunden mit 6LR61 (Tongebirge aus)
Gehäuse	Aluminiumdruckguss, Schutzart IP67 nach DIN 40050 (Schutz gegen Staubeintritt und Schutz beim Eintauchen in Wasser), leicht dekontaminierbar
Abmessungen	Höhe 97 mm, Breite 60 mm, Tiefe 23 mm
Gewicht	ca. 130 g ohne Batterie und Halteklammer, ca. 190 g mit Batterie 6LR61 und Halteklammer
Regelmäßige Wartung	nicht erforderlich, da keine Verschleißteile enthalten (insbesondere keine separate Batterie für Speichererhalt)
PTB-Zulassungszeichen	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">23.52</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">08.04</div>

15. Kurzbedienungsanleitung

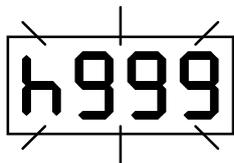
In diesem Kapitel finden Sie die wichtigsten Hinweise zur Bedienung nochmals in kompakter Form.

15.1 Übersicht über die Warnmeldungen

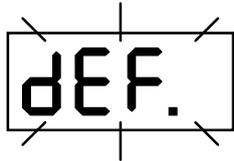
Die verschiedenen Warnfunktionen wurden in Kapitel 5 ausführlich besprochen und werden jetzt noch einmal zusammengefasst. Eine Warnung liegt immer dann vor, wenn das Dosimeter spontan etwas anderes anzeigt als die (nicht blinkende) Dosiswarnschwelle, und wenn es von sich aus einen Ton abgibt.



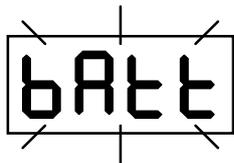
Die Dosiswarnschwelle blinkt, intermittierender Sirenenton von zwei Tönen pro Sekunde: Dosiswarnung. Kann nur gelöscht werden, indem eine Warnschwelle eingestellt wird, die größer als die Dosis ist.



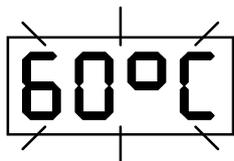
»h999« blinkt, intermittierender Sirenenton von einem Ton pro Sekunde: Dosisleistungswarnung (größer als 999 mSv/h). Die für das Gerät zulässige Dosisleistung ist überschritten, Verluste bei der Dosismessung können nicht ausgeschlossen werden.



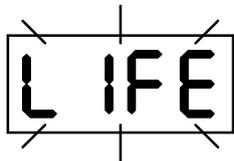
Blinkende Anzeige »dEF.«, bei erstmaliger Warnung auch Sirenen-Dauerton: Gerät defekt, muss zur Reparatur geschickt werden. Die Warnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Jede Minute wird an diese Warnung erinnert, die blinkende Anzeige »dEF.« erscheint dann wieder. Nähere Informationen siehe Abschnitt 5.9.



Blinkende Anzeige »bAtt«, bei erstmaliger Warnung auch Sirenen-Dauerton: Batterie verbraucht, bald wechseln. Die Warnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Alle fünf Minuten wird an diese Warnung erinnert, die blinkende Anzeige »bAtt« erscheint dann wieder. Nähere Informationen siehe Abschnitt 5.10.



Blinkende Anzeige »60°C«, bei erstmaliger Warnung auch Sirenen-Dauerton: Zulässige Betriebstemperatur überschritten. Die Warnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Alle fünf Minuten wird an diese Warnung erinnert, die blinkende Anzeige »60°C« erscheint dann wieder. Bei Unterschreiten von 60°C erlischt die Warnung automatisch. Nähere Informationen siehe Abschnitt 5.11.



Blinkende Anzeige »LIFE«, bei erstmaliger Warnung auch Sirenen-Dauerton: Lebensdauer der Elektronik überschritten, Gerät muss zur Reparatur geschickt werden. Die Warnung kann durch Tastendruck gelöscht werden. Jede Stunde wird an diese Warnung erinnert, die blinkende Anzeige »LIFE« erscheint dann wieder. Nähere Informationen siehe Abschnitt 5.12.

15.2 Anzeigefolge nach kurzem Tastendruck

Die verschiedenen Parameter der Anzeigefolge wurden in Abschnitt 8.3.2 besprochen. Deutlich kompakter als dort können wir sie kaum darstellen und verzichten daher auf eine Wiederholung. Wir wiederholen daher jetzt nur einige allgemeine Hinweise zur Anzeigefolge.

Wenn Sie die Anzeigefolge (versehentlich) durch kurzen Tastendruck gestartet haben und mit den angezeigten Daten überhaupt nichts anfangen können, ignorieren Sie sie einfach, da sich die

Anzeigefolge von allein beendet. Sie können die Anzeigefolge auch durch einen etwas längeren Tastendruck abbrechen.

Wenn einige der Parameter für Sie von Interesse sind, dann haben Sie sich deren Beschreibungen wohl zumindest so gut eingeprägt, dass Sie die jeweiligen Parameter innerhalb der Anzeigefolge erkennen können. Sie müssen dann nur noch wissen, dass Sie uninteressante Parameter durch kurzes Antippen der Taste überspringen können, um schneller zum gewünschten Parameter zu gelangen.

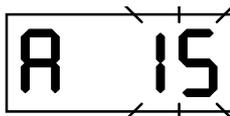
Wir möchten nicht versäumen, auf einen Parameter der Anzeigefolge hinzuweisen, der auch für ungeübte Benutzer verständlich und auch nützlich ist. Dies ist die restliche Verweilzeit bis zum Dosisalarm »rt=xhyy«. Dieser Parameter ist daher auch gleich der erste der Anzeigefolge. Er ist deswegen besonders nützlich, weil er der einzige ist, der sofort darüber Auskunft gibt, wieviel Zeit noch bis zum Ansprechen des Dosisalarms verbleibt, und somit in indirekter Form auch die bereits erhaltene Dosis wiedergibt.

15.3 Ändern der Dosiswarnschwelle und Ausschalten

Das Ändern der Dosiswarnschwelle und das Ausschalten wurden in Abschnitt 8.4 ausführlich besprochen und werden jetzt noch einmal kurz zusammengefasst. Bei gedrückter Taste laufen nacheinander folgende Funktionen ab, die jeweils zwei Sekunden dauern:



Test des LCD (alle Segmente an). Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, passiert noch gar nichts (keine Veränderung der Dosiswarnschwelle).



Es erscheint die aktuelle Dosiswarnschwelle. Die blinkenden Ziffern machen deutlich, dass dieser Wert verändert werden kann. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, bleibt die Dosiswarnschwelle immer noch unverändert.



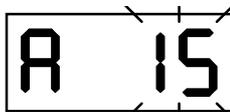
Es erscheint die nächste Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, ist die neue Dosiswarnschwelle eingestellt.



Es erscheint die nächste Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, ist die neue Dosiswarnschwelle eingestellt.



Es erscheint die nächste Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, ist die neue Dosiswarnschwelle eingestellt.



Es erscheint die nächste, d.h. wieder die ursprüngliche Dosiswarnschwelle. Wenn die Taste jetzt losgelassen wird, hat sich letztlich gar nichts geändert.



Es blinkt »OFF«. Wenn die Taste in dieser Phase losgelassen und erneut gedrückt wird, schaltet sich das Gerät aus.



Bis zum Loslassen der Taste Dauertest von LCD und, wenn keine Sonderfälle vorliegen, Tongeber. Die Dosiswarnschwelle ist nicht verändert. Der Tongeber gibt jetzt den Sirenton ab (Test des Warntons).

