

Erläuterungen zur Durchführung von Bauartprüfungen von Strahlenschutzdosimetern nach dem Eichgesetz im Fachbereich 6.3 der PTB

Inhalt:

(1) Messgrößen und Phantome	2
(2) Einfluss von Neutronen- oder Betastrahlung	2
(3) Prüfpraxis für Schalldruckpegelmessungen	2
(4) Radioaktive Kontrollvorrichtung	3
(5) Apparativer Nulleffekt bei Dosisleistungsmessgeräten	4
(6) Anzeige von Messwerten bei Mischbetrieb von Sonden mit/ohne Bauartzulassung sowie von Sonden für verschiedene Messgrößen	4
(7) Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit	5
(8) Einfluss von Klima und Licht	5
(9) Prüfung des Variationskoeffizienten der Anzeige	6

Diese Übersicht dient zur Erläuterung der Bauartprüfungen gemäß den PTB-Anforderungen für Strahlenschutzmessgeräte (PTB-A 23.2 und PTB-A 23.3) Sie wird fortlaufend aktualisiert und hat keinen rechtsverbindlichen Charakter. Aufgeführte technische Realisierungen sind stets als Beispiel und nicht als verbindliches Muss zu sehen.

(1) Messgrößen und Phantome

Ganzkörperdosimeter für die Messgröße Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ werden auf einem ISO-Wasser-Quaderphantom (30 cm × 30 cm × 15 cm Kantenlänge) bestrahlt. Bei Bestrahlungen mit Energien oberhalb von 500 keV kann auch ein PMMA-Quaderphantom mit gleichen Abmessungen verwendet werden.

Teilkörperdosimeter für die Messgröße Oberflächen-Personendosis $H_p(0,07)$ werden auf einem ISO-PMMA-Stabphantom (30 cm Länge und 19 mm Durchmesser) oder einem PMMA-Stabphantom mit kürzerer Länge bestrahlt.

(2) Einfluss von Neutronen- oder Betastrahlung

Der Einfluss dieser Strahlungsarten auf die Photonenanzeige des Dosimeters wird nur dann gemessen, wenn vom Antragsteller angegeben wird, dass das Dosimeter auch in diesen Strahlungsfeldern eingesetzt werden kann, oder wenn das Gerät durch seine Ausführung offensichtlich zum Gebrauch in diesen Strahlungsfeldern vorgesehen ist. *Ansonsten muss in der Gebrauchsanweisung der Hinweis enthalten sein, dass das Gerät nur in reinen Photonenstrahlungsfeldern verwendet werden darf.*

Der Einfluss von Neutronenstrahlung wird durch Bestrahlung in den Strahlungsfeldern gemäß ISO 8529-1

- ^{252}Cf -Strahlung (ca. 4 % Photonenanteil in der Dosisleistung) und
- ^{252}Cf (D_2O moderierter)-Strahlung (ca. 13 % Photonenanteil in der Dosisleistung)

bei einem Strahleneinfallswinkel von 0° bestimmt.

Der Einfluss von Betastrahlung wird durch Bestrahlung in den Strahlungsfeldern gemäß ISO 6980-1:

- $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -Strahlung und
- ^{85}Kr -Strahlung.

bei einem Strahleneinfallswinkel von 0° bestimmt.

Die Messergebnisse werden in der Anlage zum Zulassungsschein und in der Gebrauchsanweisung angegeben.

(3) Prüfpraxis für Schalldruckpegelmessungen

Maßgeblich sind die DIN EN IEC 61672-1:2003 „Schallpegelmesser – Teil1: Anforderungen“ sowie die DIN EN 457:1992 (ISO 7731:1986 modifiziert) „Akustische Gefahrensignale“.

Akustische Alarmeinrichtungen müssen den in den PTB-Anforderungen angegebenen Mindest-Schalldruckpegel in 30 cm Entfernung erzeugen. Als Schalldruckpegel ist der zeitliche Mittelwert für den A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegel L_{Aeq} bei einer Mittelungszeit von 1 min ($L_{\text{Aeq}, 1\text{min}}$) und der Zeitbewertung „F“ maßgeblich (siehe DIN EN 61672-1).

Der Signalgeber des Dosimeters wird in Richtung zum Schalldruckpegelmessgerät orientiert.

(4) Radioaktive Kontrollvorrichtung

Die Eichgültigkeit von Ort- und Personendosimetern beträgt üblicherweise 2 Jahre (siehe § 12, Abs. 1 der Eichordnung EO). Die Eichgültigkeitsdauer kann verlängert werden, wenn mit einer bauartzugelassenen Kontrollvorrichtung mindestens halbjährliche Kontrollmessungen durchgeführt und dokumentiert werden (siehe § 14 in Verbindung mit Anhang B, Punkt 23.1 und 23.2 der EO). Bei diesen Messungen muss die Anzeige des Dosimeters innerhalb vorgegebener Grenzen liegen (für Details siehe unten).

Gemäß Anhang B der Eichordnung ist die Gültigkeitsdauer der Eichung eines Orts- bzw. Personendosimeters

- nicht befristet, wenn der Anwender im gesamten Messbereich bzw. im gesamten Nenngebrauchsbereich für die Dosisleistung halbjährlich Kontrollmessungen entsprechend der Zulassung durchführt und die Ergebnisse aufzeichnet und mindestens sechs Jahre aufbewahrt.
- befristet auf 6 Jahre, wenn der Anwender nur in Teilen des Messbereichs bzw. in Teilen des Nenngebrauchsbereichs für die Dosisleistung halbjährlich Kontrollmessungen entsprechend der Zulassung durchführt und die Ergebnisse aufzeichnet und mindestens sechs Jahre aufbewahrt.

Sind in dem Gerät mehrere Detektoren für Photonenstrahlung enthalten, so müssen alle Detektoren mittels der Kontrollmessung überprüft werden.

Für die Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer eines Dosimeters mit Hilfe einer bauartzugelassenen Kontrollvorrichtung gibt es zwei Wege:

Weg 1:

Bei der Eichung des Dosimeters wird ein fester Zusammenhang zwischen dem Dosimeter, der Kontrollvorrichtung (Halterung) und dem Prüfstrahler mittels der Seriennummern im Eichschein des Dosimeters festgelegt. Bei diesem Weg muss jedes Dosimeter, welches in der Kontrollvorrichtung später überprüft werden soll, dem Eichamt zusammen mit der entsprechenden Kontrollvorrichtung vorliegen. Es wird für jedes Dosimeter separat die Kontrollanzeige bzw. -zeit bestimmt.

Weg 2:

Bei diesem Weg kann jedes geeichte Dosimeter derselben Bauart mit Hilfe der Kontrollvorrichtung überprüft werden. Zur Ausstellung eines Prüfscheines für die Kontrollvorrichtung müssen dazu mindestens 6 Exemplare derselben Dosimeterbauart bei der Eichbehörde vorliegen. Hierbei wird unter anderem die Exemplarstreuung der Dosimeterbauart bestimmt und verwendet, um die Kontrollanzeige bzw. Kontrollzeit einzuschränken, damit bei jedem Dosimeter der Bauart sichergestellt ist, dass die Eichfehlergrenzen eingehalten werden können.

Sofern es aus der Zulassung der Kontrollvorrichtung keine Beschränkung gibt, kann der Weg vom Nutzer des Dosimeters ausgewählt werden.

Hinweise: Weg 1 und Weg 2 verursachen in Abhängigkeit von der Stückzahl der zu eichenden Dosimeter unterschiedlich hohe Eichkosten.

(5) Apparativer Nulleffekt bei Dosisleistungsmessgeräten

Gemäß PTB-A 23.3, Stand März 2005, darf der apparative Nulleffekt bei Ortsdosisleistungsmessgeräten maximal 50 nSv/h (bzw. 5% der unteren Messbereichsgrenze) betragen.

Die Prüfung erfolgt im Untergrundlaboratorium „Salzbergwerk Asse“ der PTB.

Die Umgebungsstrahlung beträgt dort etwa 2 nSv/h.

Die Dosisleistung durch Myonen ist um den Faktor 10^{-4} bis 10^{-5} geringer als an der Erdoberfläche.

Es sind keine Neutronen nachweisbar.

In der Gebrauchsanweisung muss folgender Hinweis inhaltlich enthalten sein:

„Die Bauartzulassung zur Eichung bezieht sich lediglich auf den Teil der Anzeige, der nur durch Photonenstrahlung erzeugt wird. Das bedeutet:

Zur Ermittlung eines eichrechtlich relevanten Messwertes muss von der Anzeige der Wert subtrahiert werden, der durch die Umgebungsstrahlung und den apparativen Nulleffekt erzeugt wird.

Der apparative Nulleffekt bei Abwesenheit von ionisierender Strahlung betrug für das Prüfmuster der Bauartprüfung etwa ?? nSv/h (bestimmt im PTB-Untergrundlaboratorium „Salzbergwerk Asse“).

(6) Anzeige von Messwerten bei Mischbetrieb von Sonden mit/ohne Bauartzulassung sowie von Sonden für verschiedene Messgrößen

Dazu § 41 der Eichordnung: Darstellung von Messwerten und Daten

(1) **Zahlenwerte und Einheiten** oder **Einheitenzeichen** müssen einander **eindeutig zugeordnet** sein.

(2) **Zahlenwerte als Brüche** müssen in Form von **Dezimalbrüchen** angegeben werden, sofern in der Zulassung nichts anderes bestimmt ist.

(3) Skalen, Ziffernanzeigen und Strichmarken müssen so ausgeführt und angeordnet sein, dass der **Messwert eindeutig und gut erkennbar abgelesen werden kann**. Bei ihrer Ausführung sind die anerkannten Regeln der Technik zu beachten.

(4) Die Ausgabe von **zusätzlichen Informationen darf nicht zu Verwechslungen** mit Angaben **führen**, auf die sich die Eichung bezieht. Zur Unterscheidung **können bei der Zulassung besondere Kennzeichnungen** oder eine räumliche Trennung der Ausgaben **gefordert werden**.

Das heisst:

Regel 1: Eichfähige Messwerte müssen stets mit Messgröße, Einheit und Zuordnung zum Ursprung des Messwertes (z.B. Sonde xyz) dargestellt werden.

Regel 2: Es muss eindeutig erkennbar sein, welche Messwerte eichfähig sind und welche nicht. Dies kann beispielsweise durch die Anzeige eines \square im Display bei allen eichfähigen Messwerten und eine Aufschrift auf dem Gerät „Eichfähige Messwerte sind durch ein \square gekennzeichnet“ erfolgen.

(7) Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit

Die elektromagnetischen Prüfungen werden nach Verfahren und mit Prüfgrößen gemäß DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839 Teil 6-2) "Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Fachgrundnorm Störfestigkeit; Teil 2: Industriebereich" durchgeführt.

Es wird überprüft, ob das Verhalten des Dosimeters während und nach der Prüfung den Kriterien der PTB-Anforderungen genügt.

Erläuterungen zu den Kriterien:

Kriterium A: Das Messgerät arbeitet dauerhaft korrekt

Kriterium B: Das Messgerät darf während der EMV-Einwirkung außer Betrieb gesetzt werden. Die Nichtfunktion muss erkennbar sein; die Anzeige von falschen Werten muss verhindert werden und keine Einstellungen und Daten dürfen verloren gehen!

Das Gerät muss anschließend wieder korrekt arbeiten; die Wiederinbetriebnahme muss durch das Gerät selbst geschehen (ohne Bedieneraktion).

Kriterium C: Das Messgerät darf durch die EMV-Einwirkung außer Betrieb gesetzt werden; die Wiederinbetriebnahme kann durch den Bediener oder das Gerät selbst geschehen. Jedoch:

Es darf maximal 1 Messwert verloren gehen und es dürfen keine gespeicherten Daten verloren gehen!

(8) Einfluss von Klima und Licht

Die Anforderung an das zu prüfende Gerät ist, dass es während und nach der Prüfung die PTB-Anforderungen voll erfüllt. Gegebenenfalls wird während dieser Prüfung das Dosimeter mit einem Prüfstrahler bestrahlt.

Für Personendosimeter (PTB-A 23.2) gilt:

Die Klimaprüfung wird unter Referenzbedingungen sowie in der Regel bei der tiefsten Temperatur und der höchsten Temperatur mit maximaler Luftfeuchte (nicht kondensierend, absolute Luftfeuchte max. 30 g/m³) durchgeführt.

Die Zeitdauer beträgt in der Regel jeweils eine Woche pro Messpunkt.

Diese Zeitdauer kann auf zwei Tage pro Messpunkt verkürzt werden, wenn

1. die Bauart des Dosimeters keine Langzeiteffekte, wie z.B. Fading, Schleierbildung o.ä., erwarten lässt, und
2. das Dosimeter während des gesamten Ablaufs der Klimaprüfung ausgelesen werden kann, ohne dass diese unterbrochen werden muss.

Für Ortsdosimeter (PTB-A 23.3) gilt:

Die Prüfbedingungen sind analog zu denen für Personendosimeter, jedoch mit der nach PTB-A 23.3 geltenden angepassten Zeitdauer.

Einfluss von Licht

Die Prüfung zur Bestimmung des Lichteinflusses erfolgt an vorbestrahlten Dosimetern durch starke Lichtbestrahlung für eine Zeitdauer von in der Regel einer Woche. Ist bauartbedingt kein Lichteinfluss zu erwarten, so kann diese Prüfung entfallen.

(9) Prüfung des Variationskoeffizienten der Anzeige

Die Prüfung des Variationskoeffizienten der Anzeige ist beschrieben in:
J. Brunzendorf and R. Behrens: *How to type test the coefficient of variation of an indication*, Radiation Protection Dosimetry, 123(1), 21-31, 2007