

Technisches Datenblatt für das Albedodosimeter

Das Albedodosimeter (Bezeichnung **BE-Albedo-GD 01**, Zulassungszeichen 23.52 / 02.06) wird als Ganzkörperdosimeter eingesetzt und dient zur Bestimmung der Personendosis in gemischten Neutronen- und Photonenstrahlungsfeldern. Seine Verwendung wird empfohlen, falls der Anteil der Neutronendosis mehr als 10 % der Photonendosis beträgt. Energiereiche Betastrahlung kann mit dem Albedodosimeter nachgewiesen werden. Eine Quantifizierung der Betadosis ist jedoch nur in Ausnahmefällen möglich.

Die Dosimetersonde ist der Teil des Dosimeters, der der Strahlung ausgesetzt wird und von der strahlenexponierten Person getragen wird. Sie besteht aus einer Kapsel (Kassette) und der darin liegenden Detektorkarte (siehe Abbildung).



Albedodosimetersonde

1. Komplette Kassette mit Klipp, vordere Eintrittsfenster („Plastikfenster“) sichtbar
2. Innenansicht der Vorderseite mit Vier-Detektor-Karte
3. Rückseite mit Eintrittsfenstern („Albedofenster“) sichtbar

Die aus Vorder- und Rückseite zusammengesetzte Kapsel besteht aus Borplastik der Dichte $1,0 \text{ g/cm}^3$. Die beiden an der Vorderseite angebrachte Fenster („Plastikfenster“) bestehen aus Polyäthylen der Dichte $0,94 \text{ g/cm}^3$, die beiden auf der Rückseite angeordneten Fenster („Albedofenster“) sind aus Plastik mit 50 Gew.% Bor-4 der Dichte $1,59 \text{ g/cm}^3$ hergestellt. Die **Vorzugsrichtung** für die Strahlung ist durch die Richtung des Lots auf die Vorderseite der Sonde festgelegt. Die geometrische Mitte der Oberfläche der Vorderseite der Sonde ist der **Bezugspunkt** für die Dosismessung.

Die Detektorkarte besteht aus einem Halter aus Aluminium mit vier Bohrungen für jeweils einen mit Teflon umhüllten Detektor. Diese Vier-Detektor-Karte mit der Bezeichnung 4 NG 7766 ist in der Mitte mit einem Etikett versehen, das eine Nummer codiert und in Klarschrift enthält (in der Abbildung nicht sichtbar).

Das Messverfahren zur Dosisbestimmung beruht auf der Ausnutzung des Thermolumineszenzeffektes. Es wird das beim Erhitzen der bestrahlten Detektoren emittierte Thermolumineszenzlicht gemessen. Die von der Temperatur abhängige gemessene Lichtemission („Glowkurve“) liefert ein Maß für die exponierte Dosis.

Die Neutronendosisbestimmung erfolgt über die Messung der im Körper der strahlenexponierten Person moderierten und dabei zurück gestreuten Neutronen („Albedoeffekt“). Diese Neutronen treffen auf das Detektorpaar hinter den Albedofenstern. Ein Detektor ist nur empfindlich für Photonen-, der andere sowohl für Neutronen- als auch Photonenstrahlung. Durch Differenzbildung

der beiden unterschiedlichen Detektoranzeigen kann der von den Neutronen verursachte Anteil ermittelt und damit die Neutronendosis bestimmt werden. Wegen der Energieabhängigkeit des Neutronenansprechvermögens werden für vier **Anwendungsbereiche** (Bezeichnung N1 bis N4, siehe Zusammenstellung) jeweils typische Kalibrierfaktoren benutzt. Diese werden unter Beachtung der durch den Einfall von Neutronen auf die Vorderseite der Kassette bewirkten Messwertdifferenz des Detektorpaares hinter den dünnen Plastikfenstern geringfügig variiert (DIN 6802-4). Die Bestimmung der Photonendosis erfolgt über die Auswertung des photoneneempfindlichen Detektors hinter dem Albedofenster.

Die Zusammenstellung (siehe unten) enthält Beispiele von Neutronenstrahlungsfeldern, die der Strahlenschutzbeauftragte zur Einordnung der beruflich strahlenexponierten Person in einen der Anwendungsbereiche heranziehen soll. Es ist dafür zu sorgen, dass eine Dosimetersonde nur in diesem einen Anwendungsbereich eingesetzt wird.

Die Strahlenmessstelle gibt vor Beginn des Überwachungszeitraumes eine Dosimetersonde an die zu überwachende Person aus. Die Sonde wird mit einem Klipp an der Kleidung an einer für die Exposition repräsentativen Stelle getragen (z.B. vorderer Brustbereich, Hüfte).

Dabei ist besonders auf die richtige Orientierung zu achten: **Die Seite mit der Aufschrift „BACK“ muss dem Körper des Trägers zugewandt sein!** Die Kassette darf vom Anwender nicht geöffnet werden. Nach dem Ende des Überwachungszeitraumes ist die Sonde zusammen mit dem zugehörigen Zuordnungsbogen an die Messstelle zurück zu senden. Dort wird die Detektorkarte mit Hilfe verschiedener Komponenten des Dosimeters ausgewertet und die Dosis bestimmt. Die Albedodosimetersonden sind wiederverwendbar. Sie werden nach jeder Auswertung mit Ergebnis- und Zuordnungsbögen (bei Erstlieferung nur mit Zuordnungsbögen) an die überwachten Betriebe verschickt. Zu jeder regelmäßig überwachten Person gehören zwei Dosimetersonden; eine befindet sich zur Auswertung in der Messstelle, die andere beim Träger. Die maximal mögliche Messzeit (Tragedauer) wird auf 3 Monate festgelegt.

Zusammenfassung der technischen Daten

Strahlenart:	Photonenstrahlung	Neutronenstrahlung
Messgröße:	Tiefen-Personendosis $H_p(10)$	Tiefen-Personendosis $H_p(10)$
Messbereich:	0,1 mSv bis 2,0 Sv	0,1 mSv bis 10,0 Sv

Nenngebrauchsbereiche der Dosimetersonden

Photonenenergie:	30 keV bis 1,3 MeV	
Neutronenenergie:		0,5 eV bis 15 MeV
Strahleneinfallswinkel:	0 ° bis ± 60 °	0 ° bis ± 60 °
Umgebungstemperatur:	-10 °C bis 40 °C	
relative Luftfeuchte:	10 % bis 90 %	
Sonnenlicht:	0 W/m ² bis 1000 W/m ²	

Die erweiterten Messunsicherheiten (Erweiterungsfaktor $k = 2$) in Photonenstrahlungsfeldern bzw. in Neutronenstrahlungsfeldern betragen $\pm 36\%$ bzw. maximal $\pm 49\%$ für die angegebenen Nenngebrauchsbereiche Strahlungsenergie und -einfallswinkel und erfüllt damit die Anforderungen an Personendosimeter der Strahlenschutzkommission für die maximal zulässigen relativen Messabweichungen (dosisabhängig für Photonendosimeter $\pm 100\%$ bis $+50\%$ / -30% und für Neutronendosimeter $\pm 100\%$ bis $+100\%$ / -50%).

Anwendungsbereiche für das Albedodosimeter in Neutronenstrahlungsfeldern

N1 REAKTOREN UND BESCHLEUNIGER (STARKE ABSCHIRMUNG)

1. Kernkraftwerke, z.B. in-Core-Bereiche, Dampferzeuger, Sumpf, Absetzbecken
2. Forschungsreaktoren, z.B. an Bestrahlungskanälen, innerhalb, außerhalb der Abschirmung, in Experimentierhallen
3. Betatron, Elektronen-Linearbeschleuniger mit Elektronenenergien > 8 MeV
Anwendung u.U. in Therapie, Forschung, Technik, insbesondere bei Inbetriebnahme, Wartung, Reparatur
4. Teilchenbeschleuniger, Anwendung Therapie:
Zyklotron (Protonen-/Deuteronen-Kernreaktion)
insbesondere am Zugang zum Bestrahlungsraum

N2 BRENNSTOFFZYKLUS, KRITISCHE ANORDNUNGEN (GERINGE ABSCHIRMUNG)

1. Brennstoffzyklus einschließlich Wiederaufarbeitung Uranoxid, Brennstoff-Pelletfertigung, Fertigung von Brennelementen, Ein- und Ausbau bzw. Transport von Brennelementen, Zwischenlagerung von Brennelementen bzw. spaltbarem Material, Brennelementlagerung/Pu-Lagerung, Dekontamination und Wiederverarbeitung spaltbaren Materials
2. Versuchreaktoren:
Brennelementanordnung ohne/mit geringer Moderierung/Abschirmung
Experimentier- und Unterrichtsreaktoren, Arbeiten an kritischen Anordnungen, z.B. Uranyl-Lösung
3. Kritikalitätsüberwachung: Umgang mit größeren Mengen spaltbaren Materials, Umgang mit spaltbarem Material in wässriger Lösung, chemische Arbeiten mit größeren Mengen/Volumen spaltbaren Materials

N3 RADIONUKLID-NEUTRONENQUELLEN

(Am-Be, Pu-Be, Ra-Be, Cf-252)
Transport und Lagerung der Quellen,
Labor-/Feldeinsatz in Forschung und Technik,
ohne/mit Moderierung durch Flüssigkeit,
Abschirmung bzw. Boden

N4 BESCHLEUNIGER (FORSCHUNG)

1. Teilchenbeschleuniger, Anwendung in Forschung und Technik: Zyklotron und 14 MeV-Generatoren, häufig wechselnde Targets/Teilchenart, zugängliche Bestrahlungsräume bzw. Versuchsaufbauten ohne/mit geringer Abschirmung, wenig abgeschirmte Bereiche der Anlage
2. Hochenergiebeschleuniger für Elektronen > 50 MeV
3. Hochenergiebeschleuniger für Protonen, Deuteronen, schwere Teilchen, z.B. C-12 bis Ar-40 bis 400 MeV
Protonen-Synchrotron