



Magistrat der Stadt Wien  
MAGISTRATSABTEILUNG 39  
Prüf-, Überwachungs- und  
Zertifizierungsstelle der Stadt Wien  
PTPA – Labor für Strahlenschutz  
Standort: Währinger Gürtel 18-20  
Ebene 04, Leitstelle 4 B  
A-1090 WIEN  
Tel.: (+43 1) 79514-39455  
Fax: (+43 1) 79514-39470  
E-Mail: dosi@ma39.wien.gv.at  
Homepage: www.wien.at/vfa

# Technische Beschreibung der Thermolumineszenzdosimeter und des Auswerteverfahrens

## 1 Messbereiche und Messgenauigkeit

Die Messung von Ganz- und Teilkörperdosen in Photonenäquivalentdosis (Einheit: Sievert [Sv]) ist die Aufgabe der Personendosimetrie. Der Anzeigebereich der Dosimeter, die in der Prüfanstalt verwendet werden, reicht von 0,02 mSv bis 10 Sv. Der Erkennungsbereich für Dosen reicht bis 50 Sv. Dies gilt für Energien von 10 keV bis 10 MeV.

In der Zulassung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen vom 22. Dezember 1992, Zl. 43714/92, wurden folgende Messbereiche festgelegt:

Ganzkörper-Thermolumineszenzdosimeter: 0,20 mSv bis 10 Sv
Teilkörper-Thermolumineszenzdosimeter: 0,50 mSv bis 10 Sv

Das Ansprechvermögen  $f_{\max}$  der Thermolumineszenzdosimeter verändert sich bei Änderung von äußeren Einflüssen höchstens um die in der folgenden Tabelle angegebene %-Werte:

Einflussgröße	Nenngebrauchsbereich (minimal)	Bezugswert der Einflussgröße	$f_{\max}$
Photonenenergie <sup>1</sup>	45 keV bis 1,3 MeV	662 keV	± 35 %
Strahleneinfallrichtung	± 60°	0° (Vorzug)	± 35 %
Umgebungstemperatur	+ 10 °C bis + 40 °C	20 °C	± 20 %
relative Luftfeuchtigkeit	10 % bis 90 %	50 %	± 20 %
Bestrahlungsstärke durch Sonnenlicht	0 bis 1000 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	± 10 %
Lagerung in Wasser	0 h bis 24 h	0 h	± 10 %
freier Fall auf Betonoberfläche aus	0 m bis 1 m	0 m	± 10 %

Die Fehlergrenzen des Mittelwertes der Anzeigen von Dosimetern, die bei einer Photonenenergie von 622 keV in Vorzugsrichtung (0°) mit der gleichen Photonen-Äquivalentdosis bestrahlt worden sind, betragen:

40 % im Messbereich < 1 mSv und 25 % im Messbereich ≥ 1 mSv
--

<sup>1</sup> Strahleneinfall in Vorzugsrichtung (0°)

Ab einer Dosis von 1,67 mSv, das sind 100 % der Monatsdosis (= 1/12 der gesetzlich erlaubten Jahresdosis), wird zusätzlich ein Energiebereich angegeben, welcher sich wie folgt zusammensetzt:

weich für mittlere Photonenenergien < 50 keV

mittel1 und mittel2 für mittlere Photonenenergien zwischen 50 keV und 300 keV

hart für mittlere Photonenenergien > 300 keV.

## 2 Transport und Lagerbedingungen:

Es ist darauf zu achten, dass die Dosimeter keinen Extrembedingungen ausgesetzt werden. Für die normale Verwendung wird ein Temperaturbereich von +10°C bis +40°C und für Transport und Lagerung: -10°C bis +60°C vorgesehen.

Eine Lagerung eines Thermolumineszenzdosimeters in Wasser ist grundsätzlich nicht statthaft, da die Kunststoffhüllen der jeweiligen Dosimetertypen nur vor Spritzwasser und direkter Kontamination schützen.

Eine Desinfektion mit handelsüblichen Mitteln ist statthaft, jedoch dürfen die Dosimeter in KEINEM Fall durch Hitze (z.B. Heißdampf) sterilisiert werden, da dadurch in jedem Fall die Messergebnisse verfälscht werden und möglicherweise das Dosimeter beschädigt wird.

Aufgrund der Empfindlichkeit der Elemente dürfen die Thermolumineszenzdosimeter vom Benutzer nie aus ihrer Hülle genommen werden. Auch sollten Thermolumineszenzdosimeter mit beschädigter Hülle umgehend an die Prüfanstalt zurückgesendet werden. Es wird dann ein Ersatzdosimeter ausgegeben.

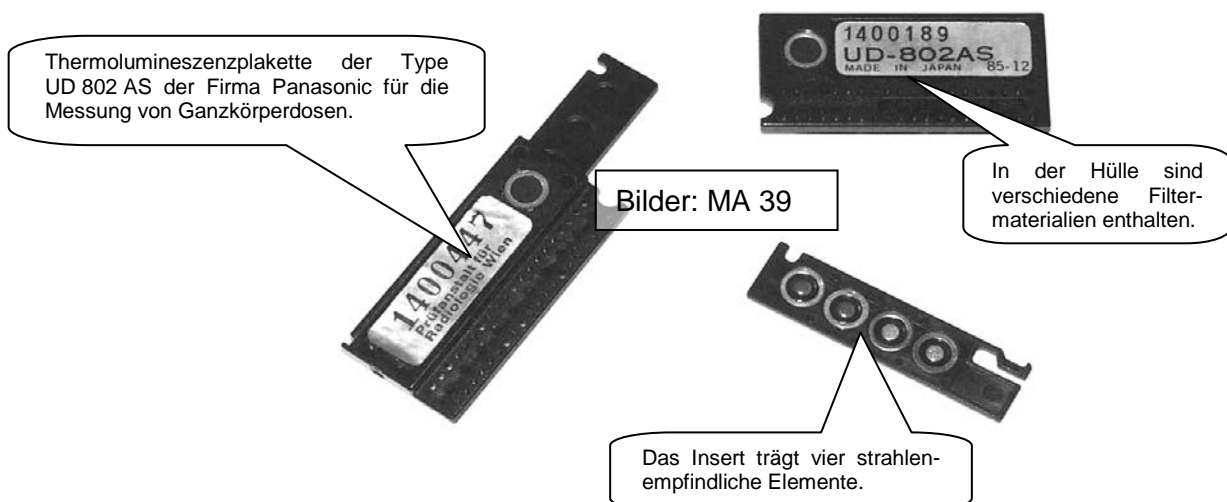
***Sollten diese Bedingungen nicht eingehalten werden, kann die Richtigkeit der Auswertungsergebnisse nicht gewährleistet werden.***

## 3 Verwendete Plaketten

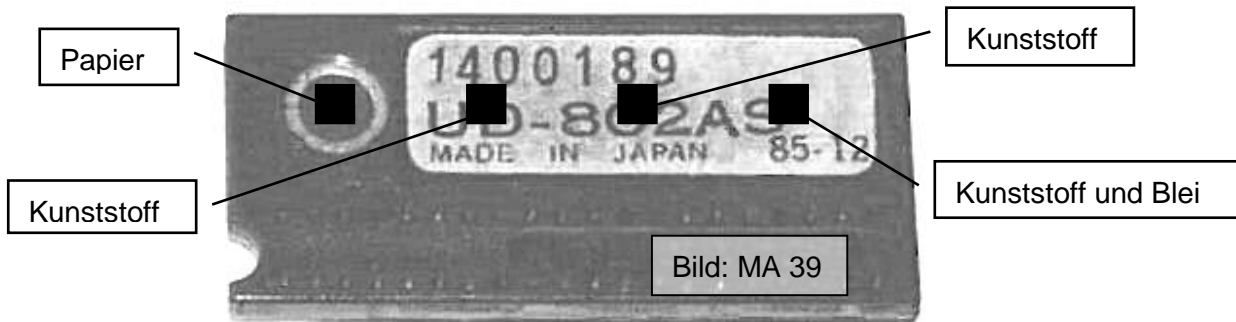
### 3.1 Standard-Plaketten (Badges):

Als Dosimeter zur Ermittlung der Personendosis kommen ausschließlich solche Badges mit dem Trageort „Rumpf“ zum Einsatz. Daher rührt auch die Bezeichnung „Rumpfdosimeter“.

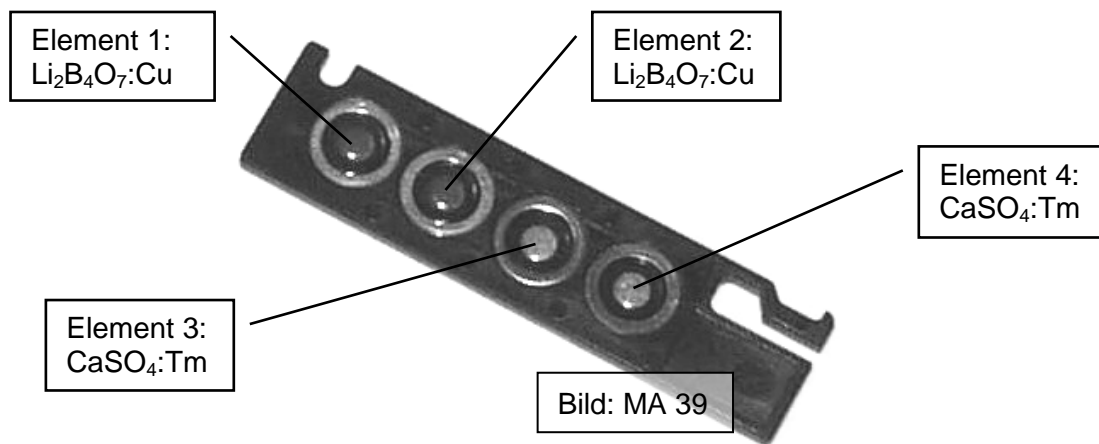
Weitere Trageorte zur Ermittlung einer Teilkörperdosis sind mit zusätzlichen Badges jederzeit überwachbar, so zum Beispiel „oberhalb der Schutzschürze“ oder „Gonaden“.



Die Filtermaterialien in der Hülle eines Badges sind:



Die Elemente des Inserts bestehen aus:

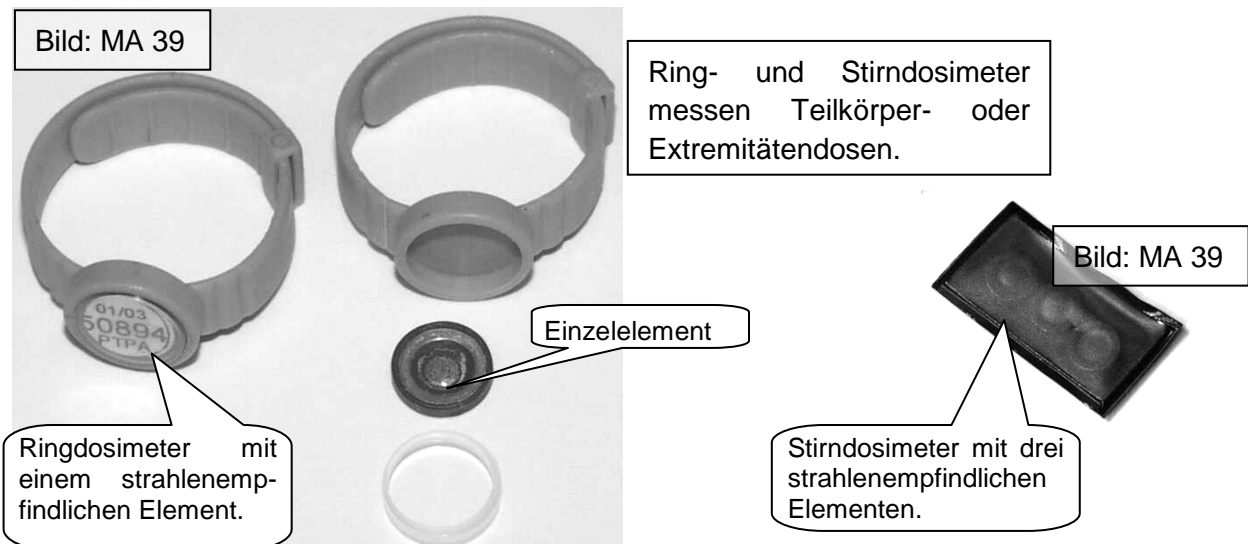


$\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cu}$  ist Lithiumborat, welches mit Kupfer dotiert („verunreinigt“) ist.  
 $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$  ist Kalziumsulfat, welches mit Tamarium dotiert („verunreinigt“) ist.

### 3.2 Spezial-Plaketten:

Diese Dosimeterformen sind als Extremitätendosimeter nur in Verbindung mit einem Rumpfdosimeter zulässig. Typische Trageorte sind zum Beispiel „Hand“ oder „Stirn“.

Als strahlenempfindliche Elemente werden  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cu}$ -Kristalle verwendet.

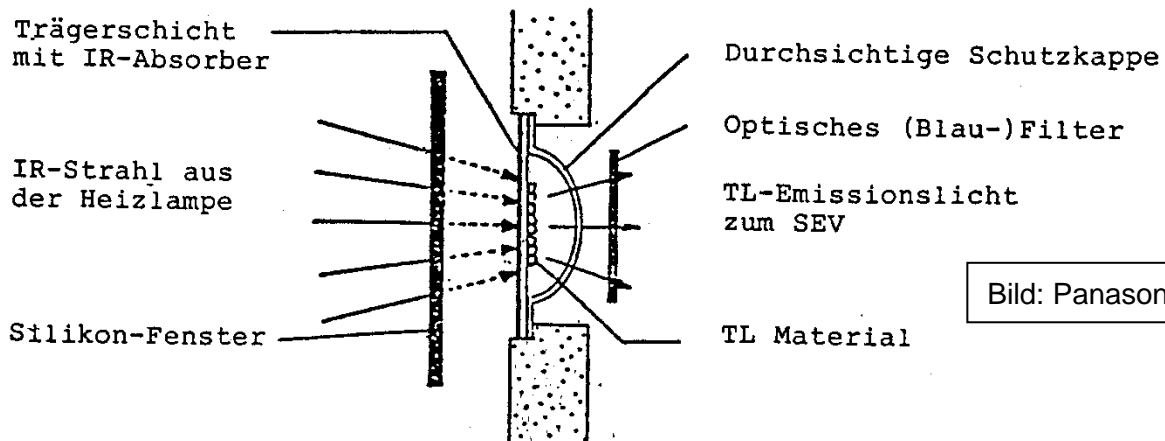


## 4 Auswerteverfahren

Die Auswertung der Thermolumineszenzdosimeter erfolgt in Auslesegeräten der Firma Panasonic, Type UD 710 A bzw. UD 7900. Die Dosimeterplaketten werden in Magazine geschichtet, welche jeweils 50 Plaketten aufnehmen können. Zehn Magazine können in den Magazinwechsler gelegt werden. Bei Start der Auswertung schiebt das UD 710 A (beim UD 7900 ist die Mechanik identisch) die erste Plakette des ersten Magazins in Leseposition hoch und liest die Nummer, die als Lochcode im unteren Teil der Plakette vorliegt, und prüft sie auf Richtigkeit, damit kein nicht der Prüfanstalt gehörendes oder nicht in das System passendes Thermolumineszenzdosimeter irrtümlich ausgewertet wird.



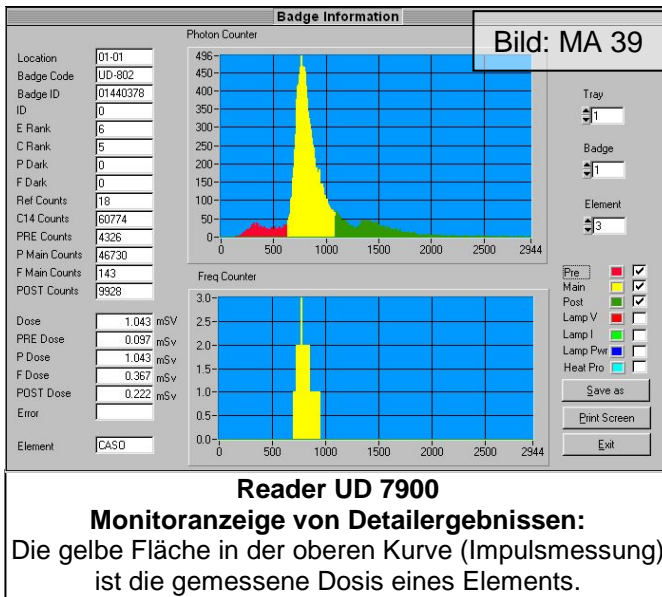
Beim Hochschieben wird automatisch das Insert entarretiert und, wenn die Überprüfung der Plakettennummer erfolgreich war, vor die Heizlampe (Halogenlampe) gezogen. Jedes Element des Inserts wird separat gemessen und jeder seine Werte aufgezeichnet.



Durch die Silikonfilterscheibe vor der Heizlampe kann nur der Infrarotanteil des Lampenlichtes auf das Thermolumineszenzmaterial wirken. Die durch die Erwärmung aus dem Thermolumineszenzmaterial emittierten Photonen werden gefiltert (Blaufilter) und dann mit einem Sekundärelektronenvervielfacher gezählt. Für den Lesevorgang wird jedes Element drei Mal angeblitzt:

1. PRE: Vorheizblitz, damit alle Elemente die gleiche Ausgangstemperatur haben
2. MAIN: Haupt- oder Leseblitz, um die „getrappten“ Elektronen freizusetzen und deren Licht zu messen
3. POST: Nachheizblitz, um das Element vollständig zu löschen

Durch die große Empfindlichkeit des Sekundärelektronenvervielfachers kann auch sehr schwache Lumineszenz registriert werden (sehr niedrige Dosen). Allerdings werden Dosen kleiner 50  $\mu\text{Sv}$  werden mit 50  $\mu\text{Sv}$  im Überwachungsbericht angegeben, auch wenn sie vom Reader angezeigt werden (hohe Messunsicherheiten).



Ein Hybridintegrator, welcher einen Einzelimpuls- und einen Frequenzzähler enthält, zählt die Ausgangssignale des Sekundärelektronenvervielfachers digital und verarbeitet sie zu einer Dosis. Bei niedrigen Dosen werden Photonenimpulse (obere Kurve im Bild) gezählt, bei hohen die Frequenzen (untere Kurve im Bild), wobei das UD 710 A bzw. das UD 7900 automatisch ab einer eingestellten Grenze von der einen auf die andere Zählart umstellt. Die Dosen der Einzelelemente werden sowohl am Anzeigenfeld des UD 710 A bzw. am Monitor des UD 7900 angezeigt, als auch gemeinsam mit der Plakettennummer über eine RS-232C Schnittstelle an einen PC

übermittelt, der diese „Rohdaten“ gleichzeitig in zwei identische Files auf unterschiedlichen Festplatten schreibt. Bei der Übergabe an die Datenbank im Computernetz wird das Dosimeter der betreffenden Person und dem Messzeitraum zugeordnet. Aus den Dosiswerten der einzelnen Elemente ermittelt ein Rechenalgorithmus die Plakettdosis und den Energiebereich der die Dosis verursachenden Strahlung.

Die betriebsmäßige Standardabweichung bei 2,5 mSv beträgt laut Werksangaben 5 % für Lithiumborat (linear zwischen 5  $\mu$ Sv und 20 Sv) und 2,5 % für Kalziumsulfat (linear zwischen 1  $\mu$ Sv und 25 Sv).

Die Einzelelemente der Spezial-Plaketten werden in Adapter von der Form eines Badges gesteckt. Diese Adapter haben in ihrem Lochcode nur eine Plakettenkennung ohne eindeutige Nummern-identifizierung. Die Auswertung erfolgt genau so, wie für die Rumpfdosimeter, jedoch werden an das Computernetz nur die einzelnen Dosiswerte übergeben. Wichtig ist dabei die exakte Einhaltung der Reihenfolge durch die Bearbeiter, da die Dosimeternummern manuell in die Software eingetragen werden müssen.

Da ein Dosimeter mit einer Dosimeternummer für einen Messzeitraum immer nur an eine Person vergeben werden kann und außerdem erst nach einer Auswertung von der Datenbank zur weiteren Verwendung freigegeben wird, ist über die Dosimeternummer eine eindeutige Zuordnung der Dosis zu einer Person und einem Messzeitraum möglich.

Für die Personendosimetrie

Der Leiter

Josef Fuchs, e.h.

Dipl.-Ing. Dr. G. Goldschmied, e.h.