

---

Bedienungsanleitung  
**DOSEman PRO**

Version 03/2007

---

SARAD GmbH  
Wiesbadener Straße 10  
01159 Dresden  
DEUTSCHLAND

Tel.: 0351 / 6580712  
FAX: 0351 / 6580718  
e-mail: support@sarad.de  
Internet: www.sarad.de

---



## INHALT

FUNKTIONSPRINZIP .....	2
BEDIENUNG .....	2
Einschalten und Starten des Dosimeters.....	2
Beenden der Messung, Gerät ausschalten.....	6
Spezielle Dosimeter-Funktion.....	7
Alarmausgaben.....	7
Geräte-Setup .....	7
Filterwechsel.....	8
Batterien und Lade-Netzteil.....	8
Kommunikation mit dem PC.....	9
TECHNISCHE DATEN.....	10

## Funktionsprinzip

Die Messluft wird mittels interner Pumpe kontinuierlich durch einen Membranfilter gesaugt. Die in der Luft enthaltenen Radonfolgeprodukte werden auf dessen Oberfläche abgeschieden. Entsprechend den Zerfallskonstanten der einzelnen Nuklide ergibt sich ein Gleichgewicht zwischen der Aktivitätskonzentration in der Messluft und der gesammelten Filteraktivität. Für Po-214, als letztes Element der kurzlebigen Folgeprodukte, ist dieses Gleichgewicht aufgrund der vorgelagerten Beta-Emitter Bi-214 und Pb-214 erst nach ca. zwei Stunden erreicht. Dadurch wird auch die minimale Ansprechzeit des Messgerätes bestimmt. Praktisch gesehen entspricht dieses Verhalten einer Glättung des Messsignals mit einer Periode von etwa zwei Stunden.

Der über dem Filter angeordnete Halbleiterdetektor und die nachgeschaltete Alpha-Spektroskopie ermöglichen die unabhängige Bestimmung der Filteraktivitäten von Po-218 und Po-214. Die Dauer des zur Bestimmung der Aktivität und damit der Folgeproduktkonzentration verwendeten Zählintervalls kann vom Anwender eingestellt werden. Die sich aus der Folge der einzelnen Intervalle ergebende Zeitreihe wird im Speicher des Gerätes abgelegt und steht für spätere Auswertungen zur Verfügung.

Der Einfluss der eventuell vorhandenen Thoron-Folgeprodukte Po-212 und Bi-212 wird spektroskopisch korrigiert.

## Bedienung

### Einschalten und Starten des Dosimeters

Durch Betätigen der frontseitigen Taste wird das Dosimeter eingeschaltet. Am Display erscheint



WELCOME  
Please push  
button!

Wurde die Taste per PC-Software verriegelt, zeigt das Display



WELCOME  
Please  
check in!

Nur in diesem Zustand der Betriebsbereitschaft können Uhrzeit, Setup-Einstellungen und Nutzer-Parameter geändert werden (Siehe Abschnitte Setup bzw. Nutzer-Parameter!)

Der Start der Messung erfolgt durch einen erneuten Tastendruck. Falls die Taste verriegelt wurde, ist der Start nur mittels PC-Software möglich. Die gespeicherten Daten der vorangegangenen Messung werden beim Start einer neuen Messung überschrieben.

Während der Messung können durch wiederholten Tastendruck sechs verschiedene Displayseiten angezeigt werden, deren Inhalt nachfolgend erläutert wird. Die untere Zeile enthält stets die aktuelle Uhrzeit sowie die verbleibenden Minuten bis zum Ende des laufenden Messintervalls. Außer bei der Infoseite können je nach Betriebszustand verschiedene Symbole in der oberen Zeile erscheinen.

- Schlüssel-Symbol bei eingeschaltetem Dosimetrie-Modus (siehe auch Abschnitt „Spezielle Dosimeter-Funktion“).
- Batterie-Symbol wenn die Akkuspannung unter 3,3V sinkt.
- Glocken-Symbol wenn während der Messung ein Alarm ausgelöst wurde
- Ein Ausrufezeichen, wenn ein Fehler im Messgerät festgestellt wurde

## Infoseite

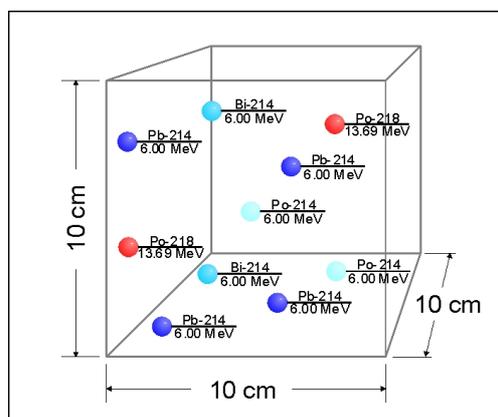
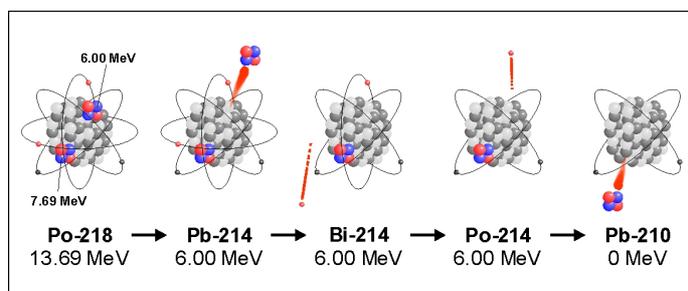
USER	603
ENTRY	1
16:34	> 60'

In den beiden oberen Zeilen erscheinen die durch den Anwender programmierten Werte zur Nutzeridentifikation (USER-ID) und örtlichen Zuordnung (ENTRY) der Messdaten.

## Potentielle Alpha Energie Konzentration (PAEC)

PAEC	63nJ/m <sup>3</sup>
16:34	> 60'

Die potentielle Alpha Energie Konzentration gibt an welche Energie beim vollständigen Zerfall aller, innerhalb eines definierten Volumens vorhandenen, kurzlebigen Radonfolgeprodukte freigesetzt wird.



Für Pb-214, Bi-214 und Po-214 Atome beträgt die während des Zerfallsprozesses freigesetzte Energie jeweils 7,68 MeV während jedes Po-218 Atom innerhalb seiner Zerfallskette 13,68 MeV (6 MeV als Po-218 und später 7,68 MeV als Po-214) freisetzt. Da das Verhältnis der Teilchenkonzentrationen der einzelnen Nuklide von den örtlichen Bedingungen abhängig ist, müssen diese unabhängig voneinander bestimmt werden (Alpha-Spektroskopie).

Vom energetischen Standpunkt aus gesehen ist es unbedeutend ob die Luft mehr oder weniger Pb-214 oder Bi-214 enthält, da beide nur mit der Energie ihres späteren Po-214 Zerfalls in die Berechnungen eingehen. Das erklärt warum eine Analyse der Beta-Strahlung zusätzlich zur Alpha-Spektroskopie für Po-218 und Po-214 nicht erforderlich ist.

## Gleichgewichtsäquivalente Radonkonzentration (EEC)

<b>EEC</b>
670 Bq/m <sup>3</sup>
16 : 34 > 60'

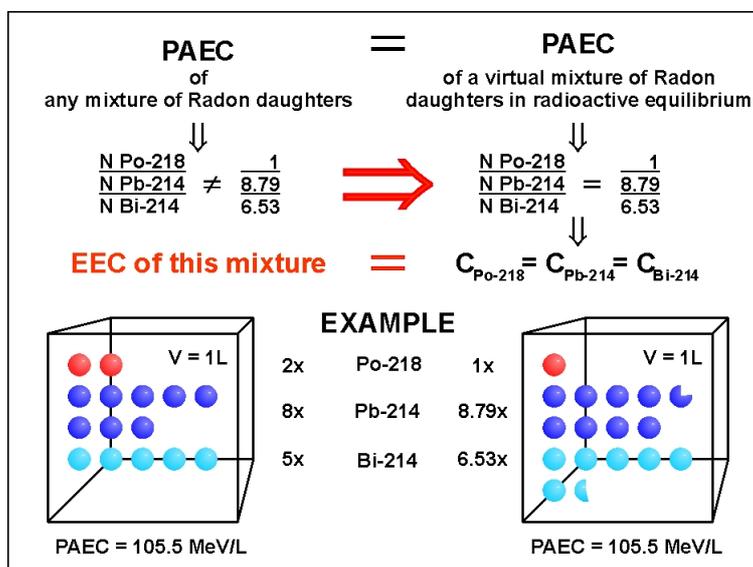
Zu jeder realen Atmosphäre mit beliebiger Zusammensetzung der Teilchenkonzentrationen der verschiedenen Radonfolgeprodukte kann eine virtuelle Atmosphäre berechnet werden, die folgende Bedingungen erfüllt:

- Ihre PAEC entspricht der PAEC der realen Atmosphäre
- Die Aktivitätskonzentrationen der einzelnen Folgeprodukte sind identisch (radioaktives Gleichgewicht)

Um den Gleichgewichtszustand zu erreichen müssen die Teilchenkonzentrationen der verschiedenen Folgeprodukte aufgrund der unterschiedlichen Halbwertzeiten im definierten Verhältnis zueinander stehen:

$$\text{Po-218} / \text{Pb-214} / \text{Bi-214} = 1 / 8.79 / 6.53$$

Da das Po-214 aufgrund seiner geringen Halbwertzeit (einige Mikrosekunden) stets im Gleichgewicht mit Bi-214 steht und in der Messluft praktisch nicht vorhanden ist, können beide Nuklide zusammengefasst werden, so dass lediglich Bi-214 betrachtet werden muss. Soll auch die erste Bedingung (identische PAEC) erfüllt werden, muss die vorhandene (gemessene) PAEC entsprechend dieser Verhältnisse „umverteilt“ werden (Grafik).



Daraus ergibt sich ein linearer Zusammenhang zwischen der gemessenen PEAC und der für den Gleichgewichtszustand resultierenden Aktivitätskonzentration. Diese bezeichnet man als Gleichgewichtsäquivalente Konzentration bzw. englisch „Equilibrium Equivalent Concentration“, kurz EEC.

Mit Hilfe der EEC wird der Gleichgewichtsfaktor F definiert, der den Zusammenhang zwischen den Konzentrationen des Radongases und seiner Folgeprodukte beschreibt.

$$F = \text{EEC} / \text{Radonkonzentration}$$

Da bei natürlichen Atmosphären die Radonkonzentration stets höher als die seiner Folgeprodukte ist, liegt F im Bereich von 0 bis 1.



## Potentielle Alpha Energie Exposition (PAEE)

<b>PAEE</b>
nJh/m <sup>3</sup>
16:34 > 60'

Die potentielle Alpha Energie Exposition ist das Produkt aus PAEC und der Expositionszeit und damit eine integrale Größe für die gesamte Messung. Die PAEE bildet die Basis zur Berechnung der Äquivalenzdosis.

## Äquivalenzdosis

<b>DOSE</b>
4µSv
16:34 > 60'

Die Äquivalenzdosis wird aus der PAEE unter Verwendung des Dosis Konversions-Koeffizienten  $g(pot)$  bestimmt. Dieser Koeffizient kann innerhalb der Setup Funktion den jeweils vorliegenden Regelungen angepasst werden.

## Po-218 Konzentration

<b>Po-218</b>
4Bq/m <sup>3</sup>
16:34 > 60'

Die Anzeige der Po-218 Konzentration wurde zur schnellen Erkennung von Konzentrationserhöhungen implementiert. Da die Halbwertszeit von Po-218 nur ca. 3 Minuten beträgt, wird der Endwert bereits nach 12 bis 15 Minuten erreicht. Von der Po-218 Konzentration kann nicht direkt auf die zu erwartende EEC geschlossen werden, da diese vom vorliegenden Gemisch der einzelnen Folgeprodukte abhängt. Jedoch bietet sie die Möglichkeit einer schnellen ersten Bewertung eines Messortes hinsichtlich erhöhter Radonfolgeproduktkonzentrationen.

## Beenden der Messung, Gerät ausschalten

Bei verriegelter Taste kann die Messung ausschließlich über die PC-Software beendet werden. Diese übernimmt auch das Ausschalten des Gerätes nach der Übernahme der Messdaten. Andernfalls kann das Dosimeter durch Festhalten der Taste (ca. 5 Sekunden) ausgeschaltet werden. Die akquirierten Messdaten verbleiben im Speicher und können nach erneutem Einschalten vor Neustart der Messung ausgelesen werden. Achtung: Wird nach dem Einschalten die Taste wiederholt betätigt, so wird eine neue Messung gestartet. Die Daten der vorangegangenen Messung werden sofort überschrieben.

Sinkt die Batteriespannung während der Messung unter einen definierten Minimalwert (entladener Akku), schaltet sich der DOSEman-PRO selbständig aus. Alle Messdaten bleiben erhalten und sind nach dem Wiedereinschalten verfügbar.

## Spezielle Dosimeter-Funktion

Beim Beenden einer Messung befinden sich auf dem Filter noch Folgeprodukte, die zur exakten Dosisbestimmung für den gesamten Expositionszeitraum berücksichtigt werden müssen. Der DOSEman-PRO stellt dafür einen speziellen Dosimeter-Betriebsmodus (im Geräte-Setup einstellbar) zur Verfügung. Nach dem Beenden der Messung wird dann lediglich die Pumpe des Gerätes ausgeschaltet, so dass keine weiteren Radonfolgeprodukte gesammelt werden. Die Analyse der Filteraktivität wird für 180 Minuten weitergeführt. Innerhalb dieser Zeitspanne zerfallen die kurzlebigen Radonfolgeprodukte vollständig, so dass diese vollständig in die Berechnung einbezogen werden können.

Während der 180 Minuten kann das Gerät weder ausgeschaltet noch können Messdaten ausgelesen werden. Nach Ablauf der Zeitspanne schaltet sich das Gerät automatisch aus. Die Daten können jetzt ausgelesen werden. Bei Verwendung des Dosimeter Modus sollte die Taste verriegelt werden, um einen unbeabsichtigtes Neustart zu verhindern, bei dem die alten Daten überschrieben werden und der das Gerät für weitere drei Stunden blockieren würde.

## Alarmausgaben

Alarmzustände werden durch einen Intervall-Ton sowie eine entsprechenden Displayanzeige signalisiert. Folgende Alarme werden generiert:

- **Low Battery Alarm:** wird ausgelöst, wenn die Kapazität des Akkus noch ca. 10% beträgt. Um das automatische Abschalten des Gerätes zu verhindern, sollte die Batterie schnellstmöglich geladen werden (Siehe Abschnitt Lade-Netzteil!).



Low Batt.

- **Dosis Alarm:** wird bei Überschreitung des voreingestellten Dosis-Grenzwertes ausgelöst.



DOSE ALARM

Nach Quittieren der Alarmmeldung per Tastendruck kehrt das Dosimeter zum normalen Anzeigemodus zurück. Bis zum Ende der laufenden Messung erscheint jedoch in der rechten oberen Ecke des Displays ein entsprechendes Symbol (Glocke bzw. Batterie).

## Geräte-Setup

Sämtliche Setup-Einstellungen sind ausschließlich über die PC-Software zugänglich. Neben der Wahl des Messintervalls und des Betriebsmodus' (Monitor/Dosimeter) können der Dosiskonvertierungsfaktor sowie ein Dosisgrenzwert vorgegeben werden.

Zur eindeutigen späteren Zuordnung der Daten können verschiedene Codes im Gerätespeicher abgelegt werden. Diese erscheinen später bei allen Ausgaben stets gemeinsam mit den Messergebnissen.

Um unerwünschten Manipulationen am Gerät vorzubeugen, kann die Taste verriegelt werden. Der akustische Signalgeber kann aktiviert werden, so dass bei jedem Tastendruck ein kurzes Signal ertönt.

Weitere Informationen können dem Software Handbuch entnommen werden.

## Filterwechsel

Der Filter des DOSEman-PRO sollte bei Verwendung in normaler Umgebungsluft nach ca. 500 Betriebsstunden gewechselt werden. Bei höheren Staubbelastungen ist dies entsprechend eher der Fall. Wichtiger Hinweis: Es dürfen nur Filter des spezifizierten Typs verwendet werden, da durch das Filtermaterial die Qualität der Alpha-Spektroskopie wesentlich beeinflusst wird.



Zum Wechsel des Filters ist zunächst die Madenschraube an der Rückseite des Schwenkarmes zu lösen, so dass der Messkopf nach hinten weggeschwenkt werden kann und der Luftansaugstutzen frei zugänglich ist. Achtung: Der Messkopf darf nicht mehrfach gedreht werden, da sonst die innenliegenden Kabelverbindungen zerstört werden können. Eine Berührung des Detektors an der Unterseite des Messkopfes ist unbedingt zu vermeiden.

Die Filtermutter kann jetzt entgegen dem Uhrzeigersinn gelöst, und der Filter entnommen werden.

Der neue Filter kann leicht positioniert werden, wenn das Gerät vorher gestartet wurde. Der Ansaugdruck der Pumpe ermöglicht eine sichere Positionierung des Filters. Die Filtermutter wird jetzt aufgesetzt und mit zwei Fingern leicht angezogen. Ein zu starkes Anziehen der Mutter (insbesondere mit Werkzeugen) kann den Filter zerstören.

Achtung: Das Filtermaterial ist empfindlich gegen Knicken und muss entsprechend vorsichtig behandelt werden.

## Batterien und Lade-Netzteil

Mit den fest im Gerät eingebauten Akkus kann das Gerät über einen Zeitraum von ca. 48 Stunden betrieben werden. Um dauerhaft eine optimale Arbeitsweise zu sichern, sind jedoch zwei Dinge zu beachten:

- Die Akkus dürfen im entladenen Zustand nicht über längere Zeit gelagert werden. Deshalb sollte das Dosimeter nach Gebrauch stets geladen werden.
- In größeren Abständen sollte der Akku vollständig entladen und danach wieder geladen werden.



Zum Laden des Akkus wird zunächst das Ladenetzteil in die Steckdose gesteckt. Danach wird der Stecker des Ladegerätes in die Ladebuchse am unteren Deckel des DOSEman-PRO gesteckt. Die rote Anzeige blinkt für wenige Sekunden (Test des Ladezustandes). Danach leuchtet die rote Anzeige kontinuierlich während des gesamten Ladevorgangs. Am Ende des Ladevorgangs verlischt die rote Anzeige und die grüne Anzeige leuchtet auf.

Eine vollständige Entladung vor dem Ladeprozess wird durch Betätigen der Taste am Lade-Netzteil erreicht. Während der Entladung blinkt die rote Anzeige.

Das Ladenetzteil eignet sich nicht zur dauerhaften Stromversorgung des Gerätes, da bei Erreichen der vollen Kapazität der Ladevorgang beendet und die Verbindung zum Akku unterbrochen wird.

**ACHTUNG!** Die Pole des internen Akkus sind direkt mit der Ladebuchse verbunden. Es ist dringend davon abzusehen, externe Spannungsquellen anzuschließen oder Kontakte kurzzuschließen. Eine schwere Beschädigungen des Gerätes oder ein Brand durch starke Hitzeentwicklung in den Akkus sind u.U. die Folge.

## Kommunikation mit dem PC

Die Datenkommunikation zwischen PC und DOSEman-PRO erfolgt über einen speziellen Infrarot-Adapter. Die Nutzung der möglicherweise am PC vorhandenen IrDA Schnittstelle ist nicht möglich.

Der Anschluss des IR-Adapters erfolgt an ein USB-Port des Computers. Seitens der Software wird der Adapter wie eine serielle Schnittstelle (COM Port) behandelt (die Funktion ist ähnlich der eines USB/Serial Adapters). Um dies zu ermöglichen, ist vor der Nutzung ein entsprechender Treiber zu installieren. Dieser befindet sich auf der Programm CD im Unterverzeichnis „DRIVER“. Windows startet die Installation nach Anstecken des Adapters automatisch. Die dem Adapter von Windows automatisch zugewiesene COM Port Nummer muss zwischen COM1 und COM9 liegen. Im Normalfall wird das erste freie Port nach den physisch vorhandenen Schnittstellen gewählt. Ist dies nicht der Fall, so kann die Zuordnung in der Systemsteuerung (Geräte Manager) manuell vorgenommen werden.

Zum Auslesen der Daten bzw. Einstellen der Geräteparameter wird das Gerät mit der Unterseite (Fenster für IR Sender/Empfänger) auf den tellerförmigen Adapter gestellt. Dadurch wird gewährleistet, dass kein weiteres, sich eventuell im Sendebereich befindendes Gerät angesprochen wird.

---

## Technische Daten

Messprinzip	Abscheidung der Radonfolgeprodukte auf einem Filter durch kontinuierlichen Luftstrom Permanente alpha-spektroskopische Analyse des Filters
Filter	3 µm Membranfilter (PTFE) Durchmesser 17,5 mm Filterstandzeit 1 Monat (normale Umgebung)
Pumpe	Membranpumpe 0,18 l/min
Sensitivität	ca. 150 Impulse/min @1000 Bq/m <sup>3</sup> (EEC)
Ansprechzeit	2 Stunden (90% des Endwertes)
Integrationsintervall	1 ... 255 Minuten, einstellbar in 1 Minuten Schritten
Bedienung	Eine Taste mit „Lock“ Funktion Display 3 x 12 Zeichen, US oder SI Einheiten bestellbar Akustischer Signalgeber
Datenspeicher	377 Datensätze und Summenspektrum, nichtflüchtig
Datenschnittstelle	Infrarot mit speziellem Adapter für USB-Port des PC
Stromversorgung	fest eingebauter Akku ca. 48 Stunden Betriebszeit Ladezeit ca. 2 Stunden
Gehäuse	robustes Aluminiumgehäuse mit offenen Messkopf Abmessungen 138 x 57 x 32 mm Gewicht ca. 300g
Software	Radon Vision