Handbuch

poCAMon

Personal Online Continuous Air Monitor

Version April 2024

Referenzierte Dokumente
Software-Handbuch dVISION
Software-Handbuch dCONFIG

SARAD GmbH
Wiesbadener Straße 20
01159 Dresden
Deutschland

www.sarad.de
info@sarad.de

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsgebiete und Allgemeines 3
Stromversorgung / Einschalten des Gerätes 4
Wichtige Hinweise zur Wartung des Akkus 5
Filterwechsel und Pumpenregelung 5
Datenspeicherung 6
Menüführung 6
Anzeige der letzten Messwerte 6
Auswahl eines Messzyklus 6
Starten einer Messung 7
Alarm Funktion 7
Gamma Untergrundstrahlung 8
Messung des natürlichen Urans 9
Berechnung der mittleren Aktivitätskonzentration 9
Einsatzbedingungen 10
Kommunikation über USB und Net Monitors (ZigBee) 10
Anwenderspezifische Einstellungen 11
Ändern der Alarm-Einstellungen für radiometrische Größen 11
Änderung der Alarmschwelle für die Gesamtzählrate 11
Gamma Untergrundzählrate einstellen 12
Einheitenschema festlegen und Dosis-Koeffizienten ändern 12
Aktivierung der Drahtlosschnittstelle während des Standby Modus 12
Anhang 13
Technische Daten 14
Nachweisgrenzen 17

 © SARAD GmbH 2024

Anwendungsgebiete und Allgemeines

Die Überwachung der Atemluft bezüglich luftgetragener radioaktiver Substanzen ist zum Schutz der Arbeitskräfte in allen Einrichtungen notwendig, in denen dispergierbare radioaktive Stoffe verwendet werden. Dies ist beim Umgang mit flüssigen oder pulverförmigen Stoffen der Fall. Radioaktive Aerosole können aber auch durch mechanische Bearbeitung, wie Schneiden, Schleifen, Schweißen, oder Reinigungsprozesse z. B. beim Rückbau von Kernkraftanlagen freigesetzt werden. Der am Körper tragbare Aerosolmonitor poCAMon dient zur Bestimmung der Exposition von Arbeits- und Einsatzkräften bezüglich luftgetragener radioaktiver Aerosole und kann auch online überwacht werden. Der poCAMon ist mit einer Funkschnittstelle ausgerüstet, sodass die aktuellen Messdaten zu einer Einsatzleitung übertragen werden können.

Der Aerosolmonitor poCAMon dient als persönliche Schutzausrüstung (PSA):

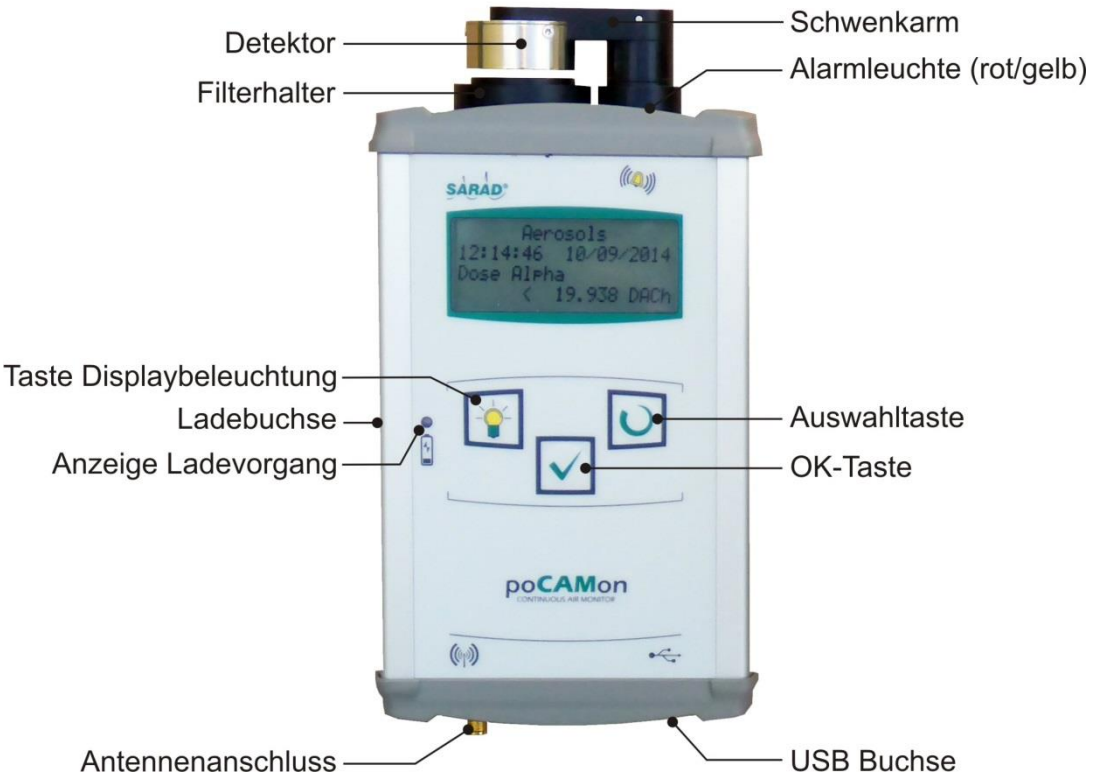
- **Für Einsatzkräfte der Feuerwehr, Polizei, THW, Sicherheitspersonal etc.**
- **In kerntechnischen Anlagen**
- **In Bergwerksbetrieben**
- **In der NORM Industrie**
- **In der Nuklearmedizin**

Es werden sowohl langlebige Nuklide als auch die natürlich vorkommenden Radonfolgeprodukte berücksichtigt. Der Einfluss der Radonfolgeprodukte auf die Messung der langlebigen Nuklide wird dynamisch kompensiert. Folgende Messwerte werden aus dem aufgezeichneten Energiespektrum berechnet:

- **Alpha Exposition**, Dosis und mittlere Konzentration bezüglich langlebiger Nuklide
- **Beta Exposition**, Dosis und Konzentration bezüglich langlebiger Nuklide
- Konzentration der **Radonfolgeprodukte (Rn-222)**
- Konzentration der **Thoron-Folgeprodukte**

Bei Überschreitung voreingestellter Aktivitäts-Grenzwerte werden akustische und optische Alarmsignale generiert. Besonderer Wert wurde auf die Qualitätssicherung der Messung gelegt, so werden der Luftstrom sowie der Zustand des Filters mitgeloggt. Für jeden einzelnen Messwert wird ein komplettes Energiespektrum gespeichert. Es stehen verschiedene Messzyklen zur Verfügung. Das Gerät wird inklusive der Betriebs- und Konfigurationssoftware (dVISION/dCONFIG) geliefert. Durch entsprechende Konfiguration ist das Gerät flexibel an die Messaufgabe anpassbar.

Die folgende Abbildung zeigt die Bedienelemente des Gerätes



Stromversorgung / Einschalten des Gerätes

Das Gerät verfügt über einen internen 12V/3,8Ah Akku (Standard NiMH-Pack). Dieser ermöglicht einen autonomen Betrieb über mehr als 30 Stunden. Ist der Akku entladen (< 10,8 V), wechselt das Gerät automatisch in den Standby Modus mit sehr niedrigem Stromverbrauch. Erfolgt längere Zeit keine Ladung, so wird die Elektronik zum Schutz des Akkus gegen Tiefentladung komplett abgeschaltet. Das Display zeigt in diesem Zustand nichts mehr an.

Nach Anstecken des Ladenetzteiles kann es einige Minuten dauern bis das Gerät wieder zuschaltet, da die Akkuspannung erst einen Schwellwert überschreiten muss.

Bei Geräten mit der Seriennummer > POC-00071:
Das Ein- und Ausschalten des Gerätes erfolgt durch längeres Drücken der Auswahltaste.
Beim Einschalten des Gerätes während des Ladevorgangs wird das Aufladen unterbrochen.
Um es weiter aufzuladen muss es kurz vom Netz getrennt und wieder angeschlossen werden.

Der Ladevorgang dauert in etwa zwei Stunden und wird durch die rote LED links neben den Tasten signalisiert. Nach vollständiger Ladung erlischt die LED. Während des Ladens kann sich das Gerät erhitzen. Es dürfen nur Netzteile mit einer Gleichspannung von 18V und einer Leistung von mindestens 60VA angeschlossen werden.

Das Gerät kann auch dauerhaft mit Netzteil betrieben werden. Der integrierte Laderegler sorgt für eine zyklische Entladung/Ladung des Akkus.

 © SARAD GmbH 2024

Wichtige Hinweise zur Wartung des Akkus

Im Gerät werden qualitativ hochwertige NiMH Akku Packs führender Hersteller verwendet. Die NiMH Technologie garantiert eine hohe Leistungsdichte, eine lange Lebensdauer und eine hohe Transportsicherheit. Zur Maximierung der Leistungsfähigkeit sind einige Hinweise zu beachten

Lagern Sie das Gerät auch über kürzere Zeiträume nie im entladenen Zustand. NiMH Akkus unterlegen einer gewissen Selbstentladung, die diesen auch ohne Verbraucher entlädt. Bei geringer Restkapazität kann das zu einer schädlichen Tiefentladung führen. Günstig ist ein Aufladen auf ca. 50..75% der Kapazität vor längerer Lagerung. Nach spätestens sechs Monaten muss der Akku erneut geladen werden.

Schalten Sie das Gerät nach der Verwendung komplett aus. Das Gerät verbraucht im Standby ebenfalls Strom, so dass der Akku auch bei Nichtbenutzung entladen wird. Der integrierte Tiefentladeschutz trennt den Akku, verhindert aber nicht dessen Selbstentladung (siehe letzter Abschnitt).

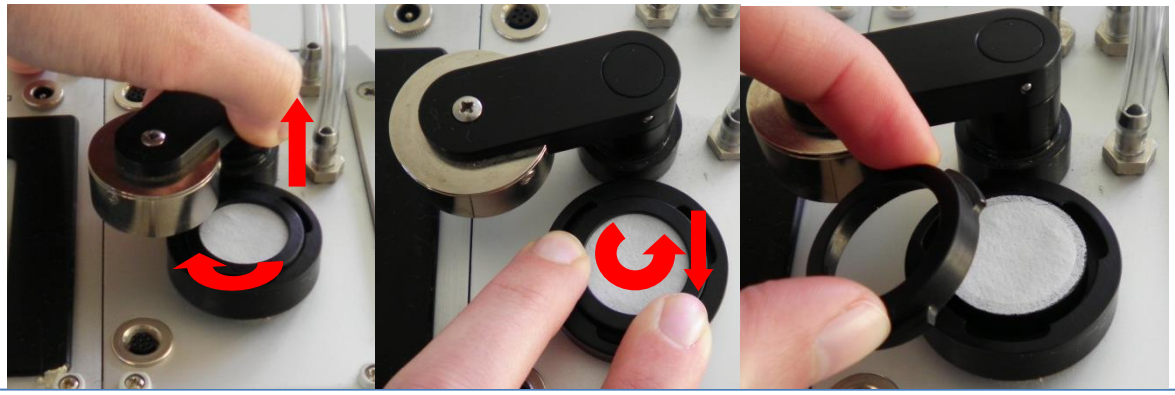
Laden Sie die Akkus im Temperaturbereich von 10°C bis 30°C. Bei höheren oder niedrigeren Temperaturen erreicht der Akku nicht seine volle Kapazität. Zum Schutz des Akkus unterbricht der interne Laderegler bei Temperaturen über ca. 43°C den Ladevorgang.

Laden Sie den Akku auch wenn er noch nicht vollständig entladen ist. Der alterungsbedingte Kapazitätsverlust des Akkus kann minimiert werden, wenn eine Teilentladung und Teilladung zwischen 20% und 80% der Kapazität erfolgt.

Entfernen Sie das Netzteil nach dem Ladeprozess. Der integrierte Laderegler überwacht die Akkuspannung permanent und sorgt für eine Erhaltungsladung. Allerdings wird durch diesen Zyklus der Alterungsprozess des Akkus beschleunigt.

Filterwechsel und Pumpenregelung

Ist der Filter so stark mit Partikeln beladen, dass der Nenndurchfluss durch die Pumpenregelung nicht mehr erreicht werden kann, beginnt die gelbe Signalleuchte zu blinken. Spätestens jetzt muss der Filter ersetzt werden. Dazu wird der Messkopf zunächst herausgezogen und nach hinten geschwenkt (linke Abb.). Danach kann der Filterverschluss durch gleichzeitiges Drücken und Drehen des inneren Ringes geöffnet werden (Abb. In der Mitte). Der Filter kann nun entnommen und durch einen neuen ersetzt werden. Die glatte Seite des Filters muss dabei stets nach außen zeigen. Es dürfen nur durch die Firma SARAD spezifizierte Filter verwendet werden. Dadurch werden die Dichtheit und die erforderliche spektroskopische Auflösung des Systems gewährleistet.



Der Luftstrom ist wesentlicher Teil des Kalibrierfaktors eines Aerosolmessgerätes. Ein konstanter Luftstrom sichert demnach reproduzierbare Ergebnisse, da auch die Abscheide-Charakteristik keinen Schwankungen unterworfen ist. Aus diesem Grund wird der Durchfluss der Pumpe mittels eines Reglers auch bei zunehmender Filterbelegung konstant gehalten. Wenn der Filter gewechselt werden muss, beginnt die gelbe Alarmleuchte zu blinken. Dies geschieht vor dem Erreichen der Regelgrenze für den Pumpendurchfluss, so dass eine laufende Messung noch beendet werden kann. Sowohl Durchfluss als auch die Filterverschmutzung werden mit den Messdaten angezeigt und gespeichert. Die gelbe Alarmleuchte blinkt auch wenn kein Filter eingelegt wurde oder die Pumpe mechanisch verschlissen ist.

Wichtiger Hinweis: Vor dem Filterwechsel muss das Gerät vollständig aus- und anschließend wieder eingeschaltet werden. Siehe auch Abschnitt „Berechnung der mittleren Aktivitätskonzentration“.

Datenspeicherung

Die Ablage der Messdaten erfolgt auf einer SD Speicherkarte (Standard 2GB). Die dort gespeicherten Daten können selektiv (Zeitintervall) zum PC übertragen werden (Handbuch dVISION). Bei Bedarf kann die Speicherkarte gewechselt werden. Dazu ist der untere Gehäusedeckel zu entfernen (Abbildung). Nach dem Einsetzen der neuen Karte ist per Software ein Karten-Reset durchzuführen.

Menüführung

Wenn keine Messung gestartet wurde, befindet sich das Gerät im Standby-Modus und das Hauptmenü wird angezeigt. Dieses zeigt den Gerätenamen, den aktuell gewählten Messzyklus (dritte Zeile) und die gewählte Aktion (untere Zeile). Mit der Auswahltaste können verschiedene Aktion gewählt werden:

- Start der Messung mit dem angezeigten Messzyklus (Start sampling)
- Anzeige der letzten Messwerte (Show results)
- Auswahl eines vordefinierten Messzyklus (Select cycle)

Anzeige der letzten Messwerte

In diesem Menü werden die Ergebnisse des letzten abgeschlossenen Messintervalls angezeigt. Zunächst erscheint eine Liste mit allen verfügbaren Messgrößen:

- Filter check: Verschmutzungsgrad des Filters
- Battery: aktuelle Batteriespannung
- Counter: Gesamt-Impulsrate (alle detektierten Zerfälle)
- Aerosols: aus dem Spektrum berechnete Aktivitäts- und Dosiswerte
- Pump: Pumpendurchfluss

Die Auswahl der anzuzeigenden Werte erfolgt mittels Auswahltaste und Bestätigung mit der OK Taste. Da für die radioaktiven Aerosole verschiedene Messwerte generiert werden, kann zwischen den einzelnen Werten mit der Auswahltaste umgeschaltet werden.

Auswahl eines Messzyklus

Der Messzyklus bestimmt die Dauer des Messintervalls und den Messablauf. Es können bis zu 15 verschiedene Messzyklen durch den Anwender definiert werden. Im Auslieferungszustand stehen sechs vordefinierte Messzyklen zur Auswahl:

 © SARAD GmbH 2024

„Hazard alert“	Messung mit 1-Minuten Intervall zur schnellen Erkennung von gefährlichen Expositionen
„Hazard alert ZB“	wie Zyklus 1, jedoch mit eingeschalteter drahtloser Kommunikation mittels Net Monitors
„Staff monitoring“	Messung mit 30 Minuten Intervall für niedrigere Nachweisgrenze zur Bestimmung des zeitlichen Verlaufs der Exposition
„Staff monit. ZB“	wie Zyklus 3, jedoch mit eingeschalteter drahtloser Kommunikation mittels Net Monitors
„Dose assessment“	spektroskopische Analyse des Filters nach der Expositionszeit (z.B. monatlich oder vor Filterwechsel). Das Messintervall beträgt 8 Stunden und die Pumpe bleibt ausgeschaltet. Die eigentliche Messung beginnt erst 3 Stunden nach Zyklusstart, um die eventuell noch vorhandenen Radonfolgeprodukte abklingen zu lassen. Dadurch wird die Nachweisgrenze auf ein Minimum reduziert, so dass auch geringfügige Expositionen sehr genau bestimmt werden können.
„MARKOV PAEC“	Schnelle (15min) Bestimmung der Radonfolgeprodukt-Konzentration mittels Einzelmessung. Es ist ein Filterwechsel vor jeder Messung erforderlich.
„Alert test“	Testen der beiden Alarm-Signale
„Power off“	Ausschalten des Gerätes (bei Geräten mit Seriennummer < POC-00072)

Starten einer Messung

Mit der Aktion "Start sampling" wird der im Display angezeigte Messzyklus gestartet. Im Display erscheinen nun der Name des laufenden Zyklus, die Dauer des Zyklus und die bereits verstrichene Messzeit. Auch in diesem Menü stehen verschiedene Aktionen zur Verfügung, die mittels Auswahltaste gewählt werden können. Die Anzeige der Messwerte erfolgt analog zum Standby Modus, jedoch werden jetzt auch die aktuellen Abtast-Werte angezeigt. Diese sind mit einem blinkenden Balken gekennzeichnet während die Intervallwerte mit einem Zeitstempel (Ende des Intervalls) angezeigt werden.

Eine weitere Anzeigeseite informiert über den verbleibenden Daten-Speicher und, sollte das Gerät mit einem GPS Empfänger ausgerüstet sein, über den Messort.

Alarm Funktion

Während des Betriebes können verschiedene Alarme ausgelöst werden. Neben den radiometrischen Messgrößen werden auch Batteriespannung und Filterzustand kontinuierlich überwacht. Die Alarmschwellen sind vom Anwender einstellbar, Alarme können auch komplett unterdrückt werden. Diese Einstellungen werden mit der Konfigurationssoftware dCONFIG vorgenommen.

Der poCAMon verfügt über zwei Alarmsignale, eine gelbe Warnleuchte und eine rote Warnleuchte, kombiniert mit einem Signalton. In der oberen Displayzeile erscheint eine Alarmmeldung und in der unteren Zeile die Menüoption „Show alerts“. Nach Betätigen der OK-Taste werden am Display die Quellen des Alarms ausgegeben (u.U. auch mehrere als Liste) ausgegeben. Diese Alarme müssen mit

der OK-Taste bestätigt werden. Das Verhalten der Signaleinrichtungen bei Auftreten eines Alarms kann vom Anwender für jede Alarmquelle einzeln konfiguriert werden. Dazu stehen zwei Optionen zur Verfügung:

„Disable auto alert reset“	X	Die Signaleinrichtungen werden erst abgeschaltet, wenn der Anwender den Alarm über die Menüfunktion bestätigt hat.
	-	Die Signaleinrichtungen werden abgeschaltet, sobald die Alarmsituation nicht mehr vorliegt.
„Alert confirmation“ *)	X	Die Alarme erscheinen am Menü in der Liste zur Bestätigung der Alarme.
	-	Die Alarme erscheinen nicht in der Alarm-Liste des Menüs.

*) Wenn „Disable auto alert reset“ aktiviert wurde, erscheinen die Alarme unabhängig von der Einstellung von „Alert confirmation“ in der Alarm-Liste.

Im Auslieferungszustand sind folgende Alarme definiert und den Signalen zugeordnet:

Alarmquelle	**Signal/Abtastung**	**Eingest. Grenzwert**	**Anzeige am Display**	**Reset**
Alpha-Dosis	Rot/Intervall	> 10DACh	Aerosols	User
Beta-Dosis	Rot/Intervall	> 10DACh	Aerosols	User
EEC Radon	Rot/Intervall	> 1000Bq/m³	Aerosols	User
EEC Thoron	Rot/Intervall	> 1000Bq/m³	Aerosols	User
Gesamtzählrate	Rot/Sekunde	> 20 cpm	Count rate	Auto
Niedriger Batteriestand	Gelb/Sekunde	11,8 V	Battery	Auto
Kein Filter eingelegt	Gelb/Sekunde	< 0%	Filter check	Auto
Filter verschmutzt	Gelb/Sekunde	> 90%	Filter check	Auto

Die Konfiguration der Alarme wird im Kapitel "Anwenderspezifische Einstellungen" erläutert.

Gamma Untergrundstrahlung

Eine erhöhte Untergrundstrahlung führt zu einer erhöhten Zählrate im Beta-Kanal. Grund dafür sind Konversionselektronen, die nicht von der emittierten Beta-Strahlung der gesammelten Aerosole unterschieden werden können. Als Ergebnis würde eine entsprechende Beta-Exposition angezeigt. Diese verschwindet sobald die Gammastrahlung nicht mehr präsent ist während die Expositionsanzeige bei tatsächlich auf dem Filter abgeschiedenen Beta-Emittern nicht sinken kann.

Das Gerät bietet die Möglichkeit einer Untergrundkorrektur bei bekanntem Gamma-Strahlungsfeld (z.B. an einem Arbeitsplatz oder Bereich mit relativ konstanter Strahlung). Dazu wird entweder direkt mit dem Gerät die Untergrundzählrate bestimmt (ohne Filter) und der ermittelte Wert als Konfigurationsparameter eingegeben (dCONFIG). Die Zählrate kann auch abgeschätzt werden, wenn die Ortsdosisleistung bekannt ist. Für ein natürliches Strahlenfeld gilt folgender Zusammenhang:

Untergrund-Zählrate = 55cpm/(µSv/h) * Dosisleistung (in µSv/h)

Während einer Messung wird die eingestellte Untergrund-Zählrate unter Berücksichtigung der Statistik von der Gesamtzählrate abgezogen. Wird das Gerät wieder in einer untergrundfreien Umgebung betrieben, sollte auch die Konfiguration entsprechend angepasst werden. Andernfalls ist eine erhöhte Nachweisgrenze die Folge.

 © SARAD GmbH 2024

Die Einstellung der Untergrundzählrate wird im Abschnitte "Anwenderspezifische Einstellungen" beschrieben.

Messung des natürlichen Urans

Aus Sicht des Strahlenschutzes macht es Sinn, zwischen den Isotopen der U-238 Zerfallsreihe (kurz U_{nat}) und anderen Isotopen zu unterscheiden. Der Dosiskoeffizient für U_{nat} ist um einige Größenordnungen geringer als der von Plutonium und beispielsweise auch der des natürlich vorkommenden Th-234. In vielen Bergwerksbereichen ist aber das U-238 der einzige Träger der LLRD Aktivität.

Der Unterscheidungsmechanismus beruht auf dem Umstand, dass die maximale Emissionsenergie der gesamten U_{nat} Zerfallsreihe ungefähr 4,7 MeV beträgt. Alle künstlichen und natürlichen Zerfallsreihen mit größeren Dosiskoeffizienten enthalten Isotope, deren Emissionsenergie darüber liegt. Das heißt, wenn die gemessene LLRD Aktivität dem Energiebereich oberhalb 4.7 MeV zugeordnet werden kann, so handelt es sich um Isotope mit hohem Dosiskoeffizienten. In diesem Fall wird der Dosiskoeffizient für Plutonium zur Berechnung der Inhalationsdosis herangezogen. Andernfalls erfolgt die Berechnung unter Verwendung des Dosiskoeffizienten für U_{nat}. In beiden Fällen beinhaltet die Dosisanzeige die gesamte gemessen LLRD Aktivität. In Fällen, in denen sowohl U_{nat} als auch andere Isotope in der Luft enthalten sind, wird die gesamte Aktivität dem höheren Dosiskoeffizienten zugeordnet. Dies führt zu einer (konservativen) Überschätzung der tatsächlichen Dosis.

Die Konfiguration des Gerätes erlaubt die unabhängige Eingabe von zwei Dosiskoeffizienten, die U_{nat} und Plutonium zugeordnet werden. Wenn dem Anwender bekannt ist, dass ausschließlich U_{nat} in der Messluft vorliegt (z.B. Bergwerksbetriebe), können beide Dosiskoeffizienten mit dem Wert für U_{nat} belegt werden. In Fällen, bei denen definitiv auch Isotope mit hohen Dosiskoeffizienten vorkommen, sollten beide Dosiskoeffizienten mit dem Wert für Plutonium belegt werden.

Wenn das Gerät ausschließlich Unat detektiert, so wird dies in der Anzeige durch die zusätzliche Ausschrift „*Unat*“ signalisiert. Achtung: Aufgrund der Zerfallsstatistik und der Kompensation des Radon-Untergrundes kann es (insbesondere im Bereich der Nachweisgrenze) zu Fehlinterpretationen von einzelnen Messwerten kommen. Deshalb sollte stets die Häufigkeit des Auftretens von „Unat“ während der gesamten Messdauer beobachtet werden. Nur ein einziger „Unat“ Wert zwischen einer Anzahl von LLRD Aktivitäten weist definitiv auf eine statistische Abweichung hin.

Berechnung der mittleren Aktivitätskonzentration

Die gesammelte LLRD Filteraktivität ist proportional der Exposition und damit der Dosis. Die Exposition ist die originäre Messgröße aus welcher die mittlere Konzentration durch Division durch die Expositionszeit abgeleitet werden kann. Die Expositionszeit wird vom Gerät auch über Zeiträume mitgeführt, in denen die Messung unterbrochen wurde. Der berechnete Konzentrationswert bezieht sich immer auf die mittlere Konzentration der gesamten Expositionsperiode. Es muss vom Anwender gewährleistet werden, dass Filteraktivität und Expositionszeit korrekt zugeordnet werden. Das völlige Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes nach einem Wechsel des Filters setzt die Expositionszeit zurück, so dass eine neue Periode für die Berechnung der mittleren Aktivitätskonzentration beginnen kann. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass das Gerät nicht vollständig ausgeschaltet werden darf, ohne einen neuen Filter einzusetzen.

Es ist zu beachten, dass jeder in der Messreihe enthaltene Messwert die mittlere Aktivitätskonzentration für den Zeitraum vom letzten Filterwechsel bis zur zugehörigen Zeitmarke repräsentiert. Der Wert repräsentiert nicht die aktuelle Konzentration zu diesem Zeitpunkt.

Einsatzbedingungen

Das Gerät wurde für den portablen Einsatz in kerntechnischen Anlagen und Bergwerksanlagen entsprechend robust entwickelt. Durch das Messverfahren bedingt, ist der Messkopf mit dem Halbleiterdetektor den Umgebungseinflüssen direkt ausgesetzt. Deshalb sollten einige Dinge beachtet werden:

- Der Temperaturbereich von 0°C bis 50°C sollte nicht unter- bzw. überschritten werden. Erweiterte Temperaturbereiche sind auf Anfrage möglich.
- Kondensation sollte vermieden werden. Vor der Nutzung muss das Gerät bei starken Temperaturwechseln ausreichend temperieren.
- Schläge auf das Gerät müssen vermieden werden, da der piezoelektrische Effekt (Mikrofonie) zur Generierung von Fehlimpulsen führt. Das Gerät besitzt eine elektronische Unterdrückung von mechanischen Einflüssen durch Impulsformanalyse. Dauerhafte Schockeinwirkung oder Vibration muss aber vermieden werden. Das Gerät sollte deshalb stets in der Tragetasche vor der Brust getragen werden. Tragetasche und Körperposition bieten einen optimalen Schutz vor mechanischen Einwirkungen.
- In der Umgebung des Gerätes dürfen keine Quellen von starken, hochfrequenten elektromagnetischen Feldern betrieben werden (z.B. Mobiltelefone, WLAN Adapter/Router).
- Während des Ladevorgangs erwärmt sich der interne Akku. Deshalb sollte das Gerät nicht unter einer Abdeckung oder in einer geschlossenen Box geladen werden.
- Das Gerät ist stets mit eingelegtem Filter zu betreiben. Partikel im Luftkreislauf führen zu einem erhöhten Verschleiß der Pumpe.

Kommunikation über USB und Net Monitors (ZigBee)

Das Gerät verfügt über eine USB Schnittstelle sowie eine Drahtlosschnittstelle. Die USB Schnittstelle hat Vorrang, d.h. sobald ein Kabel eingesteckt wird, wird eine eventuell bestehende drahtlose Verbindung unterbrochen. Die USB Schnittstelle erscheint als virtuelles COM Port, ein entsprechender Software-Treiber ist erforderlich (Siehe Software-Handbuch dVISION). Im Auslieferungszustand wird die Drahtlosschnittstelle nur während der Messung mit den Zyklen "Hazard alert ZB" und "Staff monit. ZB" aktiviert. Soll auch im Standby-Modus über die Drahtlosschnittstelle kommuniziert werden, muss die Gerätekonfiguration entsprechend angepasst werden (Abschnitt "Anwenderspezifische Einstellungen"). Allerdings sollte beachtet werden, dass diese Funktion auch im Standby Modus Strom benötigt und die Akkus entsprechend schneller entladen werden. Nach dem Aktivieren der Drahtlosschnittstelle (Start der Messung) dauert es bis zu 60 Sekunden, bis die Netzwerkverbindung hergestellt wird. Auf eine korrekte Einstellung der Baudrate (9600) am Net-Monitors Koordinator ist zu achten. Das Gerät verbindet sich automatisch neu, falls die Verbindung durch Verlassen des Empfangsbereiches unterbrochen wurde.

 © SARAD GmbH 2024

Anwenderspezifische Einstellungen

Das Gerät basiert auf der DACM Plattform, die eine Anpassung an verschiedenste Messaufgaben ermöglicht. Die einzelnen Funktionsgruppen werden dabei als Komponenten aufgefasst, die flexibel konfiguriert werden können. Mit Hilfe der Konfigurationssoftware dCONFIG können sämtliche Parameter eingestellt werden. Die Änderung der Konfiguration erfordert Umsicht und sollte nur von geschultem Personal vorgenommen werden. Fehlerhafte Einstellungen können zur Beeinträchtigung der Funktionsweise des Gerätes führen. Vor jeder Änderung sollte die bestehende Konfiguration vom Gerät geladen und als Datei gespeichert werden. Diese kann dann im Bedarfsfall wieder in das Gerät geschrieben werden. Alle Einstellungen werden in den Konfigurationsfenstern der verschiedenen Komponenten vorgenommen. Alle notwendigen Operationen sowie der Zugriff auf die Konfigurationsfenster werden im Handbuch der Software dCONFIG beschrieben.

Ändern der Alarm-Einstellungen für radiometrische Größen

Konfigurationsfenster der Komponente SPEC1

Es können zwei verschieden Alarmschwellen festgelegt werden. Der Grenzwert wird in die Eingabefelder "Alarmschwelle 1" und "Alarmschwelle2" eingegeben. Jedem Grenzwert können mehrere Messgrößen zugeordnet werden. Die Einheit des Grenzwertes entspricht dabei stets der Einheit der Messgröße. Die Messgrößen werden durch das Setzen der Markierung in den Auswahllisten "Alarmquelle 1" und "Alarmquelle 2" gewählt. Zum Beispiel kann ein Alarmgrenzwert für die Alpha- und Beta-Dosis und der zweite Grenzwert für die Radon- und Thoron-Konzentration verwendet werden. Das Gerät verfügt über zwei Signalgeräte, die durch die Komponenten DOUT3 (rote Signalleuchte und Sirene) und DOUT4 (gelbe Signalleuchte) gesteuert werden. Im Auslieferungszustand ist in der Listenbox "Alarmausgang" DOUT4 gewählt. Um Alarme zu unterdrücken, kann in der Listenbox der Eintrag "inaktiv" gewählt werden. Es wird an dieser Stelle lediglich auf Einstellungen eingegangen, die für den Betrieb des vorliegenden Gerätes von Bedeutung sind.

Änderung der Alarmschwelle für die Gesamtzählrate

Konfigurationsfenster der Komponenten CMP1 und CNT1

Für die Gesamtzählrate werden ein Komparator (CMP1) sowie ein Zählereingang verwendet. Der Komparator liefert am Zählereingang einen digitalen Zählimpuls sobald das Detektorsignal den am Komparator eingestellten Schwellwert überschreitet. Da die Höhe des Detektorsignales proportional zur Energie ist, werden nur Zerfallsereignisse oberhalb der zur Komparator-Schwelle äquivalenten Emissions-Energie gezählt. Damit können z.B. entweder Beta- und Alpha oder nur Alpha Zerfälle in die Messung einbezogen werden. Die Komparator Schwelle ist im Konfigurationsfenster CMP1 im Eingabefeld „Threshold voltage“ einzugeben. Für die Zählung von Alpha- und Beta Zerfällen ist ein Wert von 100mV einzugeben, sollen nur Alpha Zerfälle registriert werden, ist ein Wert von 350mV zu wählen.

Die Alarmschwelle kann im Konfigurationsfenster von CNT1 eingestellt werden („Alarm wenn Count Rate größer als“). Der Alarm kann analog zu den Alarmen für radiometrische Größen unterdrückt werden, wenn in der Listenbox „Alarmausg. Überschr.“ der Eintrag „inaktiv“ gewählt wird. Bei Auslieferung werden die rote LED und die Sirene (DOUT3) bei Überschreitung der Alarmschwelle aktiviert. Soll lediglich die gelbe Signalleuchte aktiviert werden, muss in der Listenbox DOUT4 gewählt werden.

Gamma Untergrundzählrate einstellen

Konfigurationsfenster der Komponente SPEC1

Die Untergrundzählrate kann in der Tabelle „Kalibrierkonstante“ in der Zeile „Fixed Background Count Rate“ eingegeben werden. Die Einheit beträgt Impulse pro Minute (counts per minute – cpm)

Einheitenschema festlegen und Dosis-Koeffizienten ändern

Konfigurationsfenster der Komponente SPEC1

Für die Messwertausgabe kann zwischen US-amerikanischen und internationalen Dosis- und Aktivitätseinheiten gewählt werden. Die Dosiskoeffizienten für langlebige Alpha- und Betastrahler müssen dann in der entsprechenden Einheit eingetragen werden. Dies erfolgt in den Zeilen "Dose Coefficient Alpha", "Dose Coefficient Beta" und „Dose Coefficient Unat“ der Tabelle "Kalibrierkonstante".

Die Koeffizienten werden ab Werk entsprechend der nachstehenden Tabelle eingestellt. Diese beziehen dich auf die US-amerikanische Norm 10CFR20 (DOE). Da u. U. spezifische gesetzliche Vorgaben für die Verwendung der Koeffizienten bestehen, müssen diese vom Anwender entsprechend modifiziert werden.

Koeffizient für	in DACh/(Bqh/m³)		in µSv/(Bqh/m³)
	10CRF20	10CRF835	StrlSchV §§63 u. 63a Anlage 3
Plutonium	9,01	5,4	192
Natürliches Uran	1,35	0,34	76,8
Strontium	0,014	0,0039	0,84

Aktivierung der Drahtlosschnittstelle während des Standby Modus

Konfigurationsfenster der Komponente DOUT2

Die Betriebsspannung für die drahtlose Schnittstelle wird über den Schaltausgang DOUT2 zugeschaltet. Dieser kann innerhalb des Zyklus (Zyklen-Definition) aktiviert werden. Soll die Kommunikation auch im Standby Modus erfolgen, muss in der Listenbox "Status nach RESET" der Eintrag "aktiv" gewählt werden. Im Auslieferungszustand ist der Wert auf "inaktiv" gesetzt.

 © SARAD GmbH 2024

Anhang

Zuordnung der Gerätekomponenten in dCONFIG

Name	Funktion im poCAMon	Komponenten-Gruppe
DOUT1	Spannungsversorgung Pumpenregelung	Switch outputs
DOUT2	Spannungsversorgung der Drahtlos-Schnittstelle (Net Monitors)	Switch outputs
DOUT3	Rotes Alarmsignal/Signalton	Switch outputs
DOUT4	Gelbes Alarmsignal	Switch outputs
CNT1	Gesamtzählrate	16 bit counters
AIN8	Filterüberwachung (Pumpenspannung)	12 bit configurable analogous inputs
BATT	Batteriespannungsmessung	Internal sensors
SPEC1	Spektrometer für Filteraktivität	Spectrometer
REG2	Pumpenregelung (Sollwert)	P-Regulator/analogous output
CMP1	Schwellwert für Zerfalls-Impulse	Voltage comparator input

Technische Daten

Detektor

- 400mm² ionenimplantierter Si-Halbleiterdetektor
- Energiebereich 0,15…3MeV (Beta); 3…10MeV (Alpha);
- Zähleffizienz ca. 20% (4π)
- Freie Filter-Anströmung für minimale Abscheideverluste

Filter

- Membran-Filter (PTFE), 3µm Porengröße, d = 25mm mit Neopren-Dichtung
- Abscheiderate >99,9%
- Aktive Filterkontrolle gegen Perforation und Erschöpfung
- Schneller, werkzeugloser Wechsel des Filters
- Mehr als 1 Monat Standzeit unter normalen Umgebungsbedingungen

Pumpe

- Geräuscharme Qualitäts-Drehschieberpumpe
- nominaler Luftstrom 3l/min (einstellbar im Bereich zwischen 1,5-3l/min)
- prozessorgeregelter Luftstrom für konstante Abscheide-bedingungen
- Druckabfall über dem Filter 5…20mbar (bei 3l/min)
- Geräuschemission ca. 48/55dBA (in 1m/30cm Entfernung)

Messgrößen

- Gleichgewichtsäquivalente Konzentration (EEC) für Radon und Thoron Folgeprodukte in Bq/m³
- Exposition separat für langlebige Alpha- und Beta Emitter (LLRD) in Bqh/m³
- Dosis separat für Alpha- und Beta Emitter in µSv oder DACh (Dosiskoeffizienten konfigurierbar)
- Erkennung von natürlichem Uran mit automatischer Anpassung des Dosiskoeffizienten
- Mittlere Aktivitäts-Konzentration separat für Alpha- und Beta Emitter in Bq/m³
- Separater Messkanal für Gesamt-Alpha Zähl-Rate (cps, Bq) oder Markov Algorithmus für schnelle Radon Folgeproduktmessung
- Durchfluss, Filterbelegung, Batteriespannung

Normen

- IEC 60761-1
- IEC 60761-2
- IEC 61578
- IEC 61577-3
- IEC 1263
- CE

 © SARAD GmbH 2024

Kompensation	• Kompensation des natürlichen Radon-Untergrundes mittels Alphaspektroskopie und dynamischer Anpassung an die Änderung der Spektren-Form bei fortschreitender Filter-Belegung • Obere Grenze der Alpha-Energie für LLRD = 5,6MeV • Statische Kompensation des Gamma-Untergrundes • Dynamische Unterdrückung von mechanischen Erschütterungen durch Analyse der Detektor-Signalform
LLRD Sensitivität	• ca. 2cpm/(Bqh/m³)
Messbereich	• 0…125000Bqh/m³ (0…625000DACh(Pu)) • 7,5MBq/m³ über 1 Minute oder 16kBq/m³ über 8 Stunden
Messung	• Bis zu 16 frei definierbare Messprogramme (1s bis 1Jahr) • Vordefinierte Messzyklen für 1 und 30 Minuten sowie 12 Stunden Filteranalyse (ohne Pumpe)
Nachweisgrenzen	• Siehe unten
Alarm-Indikation	• konfigurierbare Alarmschwellen für alle gemessenen Messgrößen • Helle Alarm-LED mit gelben und rotem Licht • 85dB Signalton • Alarmmeldung am Display • Alarme können konfiguriert werden (entweder mit Bestätigung durch Operator oder selbstrückstellend wenn Alarmbedingung nicht mehr vorliegt) • Vordefinierte Alarme für LLRD Aktivität, Low/High Countrate, Filterperforation
Datenspeicher	• 2GB SD-Karte (> 1.200.000 Datenrekords) • Speicherung aller Rohdaten inklusive Spektren
Bedienung	• Großes alphanumerisches Display 4 x 20 Zeichen • auch bei direkter Sonneneinstrahlung sehr gut lesbar • Hintergrundbeleuchtung • Drei Tasten, auch mit Handschuhen bedienbar • Intuitive, übersichtliche Menüstruktur
Schnittstellen	• USB, Net Monitors wireless (ZigBee)
Stromversorgung	• Standard NiMH Akku 12V/3,8Ah • Netzteil 18V/3A

Gehäuse	• Ergonomisches Design • Leicht zu dekontaminieren • 106mm x 56mm x 200mm • 1,3kg
Umgebung	• 0…50°C • 5…95%rF, nicht kondensierend
Software dVISION	• Fernsteuerung • Datenübertragung, Visualisierung • Datenmanagement, Export in Textdateien • Systemkonfiguration • Erstellen/Ändern von Zyklen • Netzwerk-Management
Zusätzliche Optionen	• GPS Empfänger
Kalibrierung/Test	• Werks-Kalibrierung in Radon-Folgeproduktatmosphäre mit Aerosolgenerator • Testquellen Am-241 (Alpha) und Cs-137 (Beta), Co-60 (Beta) vorzugsweise Flächenquellen mit 25mm Durchmesser, empfohlene Aktivität 185Bq, empfohlene Quellen: Eckert & Ziegler AMRB25499, CDRB25498, CKRB25500 (25mm) oder ähnliche • Kontrolle Durchfluss mittels Adapter-Glocke und Durchflussmesser ($\Delta p < 10mbar$ @3l/min) auf Filteroberfläche
Zubehör	• USB Kabel • Ladenetzteil • Handbücher Gerät / SW (als .pdf-Datei auf CD) • Kalibrierzertifikat • Aerosolfilter (1+10 Stck) • Transportkoffer • Brustgurt mit Tasche (optional)

 © SARAD GmbH 2024

Nachweisgrenzen

Die in den Tabellen angegebenen Nachweisgrenzen gelten für folgende Bedingungen:

- Pumpe = 3l/min
- $k_{1-\alpha}$ = 3 (99,8%)
- $k_{1-\beta}$ =1,65 (95%)
- 1DAC(Pu) = 0,2Bq/m³ (10CRF835)
- 1DAC(Sr90) =200Bq/m³ (10CRF835)

zusätzlich für Beta-Messung:

- F = 0,6
- Gamma Untergrund = 0,1µSv/h

Für die Nachweisgrenze der LLRD Aktivitätskonzentration wird ein sprunghafter Anstieg der Luftkonzentration von Null auf den Wert der Nachweisgrenze zu Beginn des Intervalls angenommen. Es wird vorausgesetzt, dass auf dem Filter vorher keine LLRD Aktivität vorhanden war.

Alpha LLRD									
Po-218 *)	Nachweisgrenze T = 1min			Nachweisgrenze T = 10min			Nachweisgrenze T = 30min		
Bq/m³	Bqh/m³	DACh	Bq/m³	Bqh/m³	DACh	Bq/m³	Bqh/m³	DACh	Bq/m³
10	8,14	40,7	488	0,95	4,73	5,7	0,51	2,6	1,0
20	8,14	40,7	488	1,28	6,38	7,7	0,71	3,5	1,42
50	8,14	40,7	488	1,95	9,74	11,7	1,13	5,6	2,3
100	9,46	47,3	567	2,74	13,7	16,5	1,66	8,3	3,3

Beta LLRD									
Po-218 *)	Nachweisgrenze T = 1min			Nachweisgrenze T = 10min			Nachweisgrenze T = 30min		
Bq/m³	Bqh/m³	DACh	Bq/m³	Bqh/m³	DACh	Bq/m³	Bqh/m³	DACh	Bq/m³
10	10,5	0,053	632	3,12	0,016	18,7	1,77	0,009	3,6
20	13,2	0,066	794	3,98	0,020	23,9	2,28	0,011	4,6
50	19,1	0,096	1150	5,84	0,029	35,0	3,35	0,017	6,7
100	26,0	0,130	1560	8,02	0,040	48,1	4,61	0,023	9,2

*) Die Aktivitätskonzentration von Po-218 ist stets kleiner als die des Rn-222

Für eine 12 Stunden Messung im Modus „Filter Analyse“ nach Abklingen der Radon-Folgeprodukte ergeben sich Nachweisgrenzen 0,01Bqh/m³ (0,06DACh bzw. 0,001Bq/m³) für Alpha und für Beta 0,2Bqh/m³ (0,001DACh bzw. 0,017Bq/m³).