

Option "Thoriumtherapie" für Aer5xxx

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zum Handbuch der Standardversion des Gerätes!

Version: 25/09/2023

SARAD GmbH

Wiesbadener Straße 10

01159 Dresden

Deutschland

www.sarad.de

info@sarad.de

Umfang

Bei der Herstellung und Anwendung von ^{227}Th können radioaktive Stoffe freigesetzt werden (Xofigo). In diesem Fall kann die resultierende Aktivitätskonzentration in der Luft nicht durch Standardalgorithmen für langlebige Radionuklide mit dem Aer5xxx bestimmt werden.

Die Zerfallskette von ^{227}Th enthält eine Reihe kurzlebiger Alphastrahler, die sehr bald das radioaktive Gleichgewicht mit dem Mutternuklid erreichen. Das Hauptproblem ergibt sich jedoch aus dem Auftreten des Radonisotops ^{219}Rn (EINctinon) innerhalb der Zerfallskette. Das Edelgas entweicht sehr leicht aus dem Präparat und wird durch Diffusion schnell in einem Raum verteilt. In der Praxis liegt die Konzentration der Radon-Tochterprodukte immer über denen von $^{227}\text{Die}/^{223}\text{Ra}$ — in den meisten Fällen um Größenordnungen. Bei zeitnaher Analyse der vom Gerät gesammelten Aktivität auf einem Filter wird das Alpha-Spektrum von den Zerfallsprodukten der verschiedenen Radon-Isotope dominiert. Die geforderte Nachweisgrenze für $^{227}\text{Die}/^{223}\text{Ra}$ im Bereich von einigen mBq/m^3 kann aufgrund der begrenzten Auflösung der Filterspektren und der sehr nahe beieinander liegenden Emissionsenergien durch spektroskopische Analyse nicht erhalten werden.

Dazu hat SARAD in Zusammenarbeit mit der Bayer AG ein zeit- und energiespektroskopisches Verfahren entwickelt, das auf einem Probenahmezyklus von 24 Stunden basiert. Die Aktivitätskonzentration aus Aktinon (^{219}Rn) wird während der führenden achtstündigen Expositionsperiode anhand der Alpha-Emission des Tochternuklids bestimmt ^{211}Bi . Ein nachfolgendes Intervall ermöglicht den vollständigen Zerfall kurzlebiger Folgeprodukte der Radonisotope ^{222}Rn und ^{219}Rn auf dem Filter. Innerhalb eines dritten Intervalls wird die Aktivität des restlichen Thoriums und Radiums gemessen. Die wahrscheinlich auftretende Aktivität des Thoron Nachfolgeprodukts wird durch Alpha-Spektroskopie kompensiert. Aufgrund der Halbwertszeit von ^{212}Pb werden auch Thoron Folgeprodukte auf dem Filter akkumuliert.

Vordefinierte Zyklen

Die ursprünglichen Messzyklen der Geräte wurden ersetzt durch die Folgenden:

- „Aktinon 1h“ Misst die Aktivitätskonzentration (EEC) der Folgeprodukte von Rn-222 (Radon), Rn-220 (Thoron) und Rn-219 (Actinon) mit einem Probenahmeintervall von 1 Stunde.
- „Th / Ra + Rn“ 24 Stunden Zyklus mit 8 Stunden Exposition, 6 Stunden Zerfallsintervall und 10 Stunden Filteranalyse. Das Gerät misst die Aktivitätskonzentration von Radon, Thoron und Actinon sowie die von Th-227 und Ra-223.
- „Alarmtest“: Test aller verfügbaren Warnsignale.

Der Thorium/Radium(Th / Ra + Rn) Zyklus

Der Zyklus muss zu Beginn der Expositionszeit gestartet werden. Die Ergebnisse (Radium/Thorium sowie Actinon) liegen nach 24 Stunden vor. Der Zyklus darf zwischendurch nicht unterbrochen werden. Nach 24 Stunden wird der Filter ausgetauscht (nur bei Geräten mit Filterschritteinheit) und eine neue Messzeit startet. Es ist auch möglich, die Messung nach 24 Stunden zu stoppen und jederzeit eine neue Expositionsperiode zu starten

Ergebnisse

- EEC Radon (Rn-222 Folgeprodukte)
- EEC Thoron (Rn-220 Folgeprodukte)
- EEC Actinon (Rn-219 Folgeprodukte)
- Aktivitätskonzentration von Thorium und Radium (Th-227, Ra-223)
- Nachweisgrenze für die Aktivitätskonzentration von Thorium und Radium (um eine Warnung zu generieren, wenn die Nachweisgrenze einen voreingestellten Wert überschreitet)
- Durchflußrate
- Geschwindigkeit des Pumpenmotors (um Fehlfunktionen zu erkennen)
- Filtererschöpfung (0...15 % frischer Filter, > 90 % erschöpfter Filter)
- Filterbewegung (>0 wenn Filter verschoben wurde)
- End of filter (Erzeugt eine Warnung, wenn das Ende des Filterbandes erreicht ist)
- Motor-Timeout (wird als Warnung verwendet, um den Zyklus am Ende des Filterbandes zu stoppen)
- Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck (interne Sensoren)
- Ladezustand des internen Akkus

Der Actinon (Actinon 1h) Zyklus

Dieser Zyklus kann zur kontinuierlichen Überwachung der Aktivitätskonzentration von Actinon (Rn-219) in der Luft verwendet werden. Die Ergebnisse werden stündlich gespeichert.

- EEC Radon (Rn-222 Folgeprodukte)
- EEC Thoron (Rn-220 Folgeprodukte)
- EEC Actinon (Rn-219 Folgeprodukte)
- Brutto Alpha-Zählrate des Detektors
- Durchflußrate

- Geschwindigkeit des Pumpenmotors (um Fehlfunktionen zu erkennen)
- Filtererschöpfung (0...15 % frischer Filter, > 90 % erschöpfter Filter)
- Filterbewegung (>0 wenn Filter verschoben wurde)
- End of filter (Erzeugt eine Warnung, wenn das Ende des Filterbandes erreicht ist)
- Motor-Timeout (wird als Warnung verwendet, um den Zyklus am Ende des Filterbandes zu stoppen)
- Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck (interne Sensoren)
- Ladezustand des internen Akkus

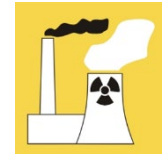
Alarmeinrichtungen

Warnschwellen sind werkseitig festgelegt auf 20mBq/m^3 für Aktivitätskonzentrationen von Th/Ra, Actinon und die Nachweisgrenze für Ra/Th. Die Schwellenwerte können vom Benutzer wie im Handbuch beschrieben geändert werden.

Kompatibilität

Die Hardware der Geräte ist mit der Standardversion kompatibel. Es wird jedoch eine spezielle Gerätekonfiguration verwendet. Die Konfiguration kann geändert werden, erfordert jedoch zusätzliche Kalibrierungen und Parametereinstellungen. Konfigurationen können als Datei auf einem PC gespeichert und auf das Gerät übertragen werden. Solche Dateien können von SARAD auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Der Zyklus „Th/Ra + Rn“ kann nur verwendet werden, wenn die Konfiguration „Thorium-Therapie“ auf dem Instrument installiert ist.

225Ac

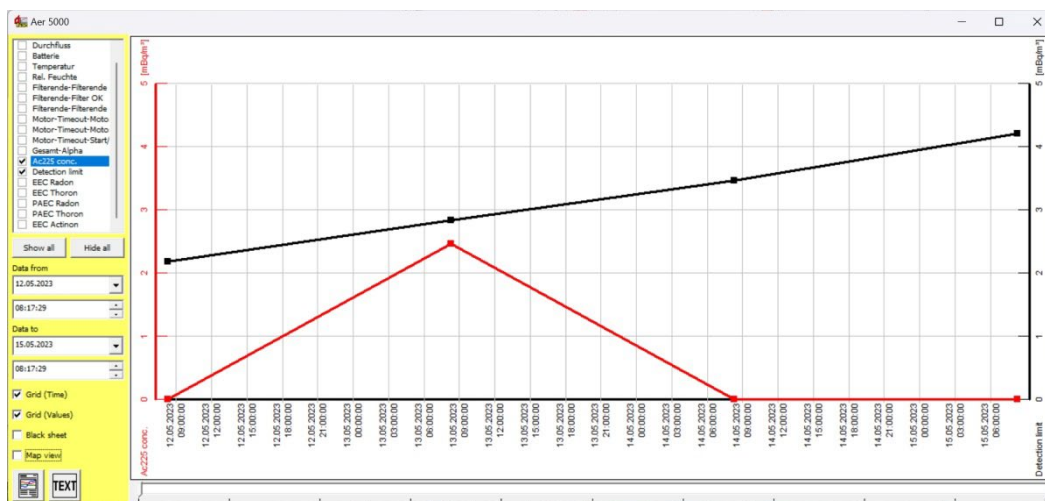


Strahlenschutz für die Actinium Therapie

In der Strahlenmedizin gewinnt das Actinium Isotop ^{225}Ac immer mehr an Bedeutung. Wie auch bei der Verwendung von $^{227}\text{Th}/^{223}\text{Ra}$ ist ein Monitoring der Atemluft während der Herstellung und Anwendung der Präparate erforderlich.

Das in Zusammenarbeit mit der Bayer AG entwickelte Messverfahren für $^{227}\text{Th}/^{223}\text{Ra}$ wurde auf die spezifische Charakteristik der Zerfallsreihe von ^{225}Ac angepasst. In den Geräten der Aer Serie sind beide Algorithmen implementiert, so dass je nach vom Anwender gewählter Einstellung entweder $^{227}\text{Th}/^{223}\text{Ra}$ oder ^{225}Ac gemessen werden. Der 24-stündige Messzyklus mit anpassbarer Expositionsperiode ermöglicht auch für ^{225}Ac Nachweisgrenzen im Bereich weniger Milli-Becquerel pro Kubikmeter.

Die folgende Abbildung zeigt eine viertägige Messreihe, wobei am zweiten Tag mit ^{225}Ac gearbeitet wurde. Die dabei gemessene Aktivität (rote Linie) von ca. 2,5 mBq/m³ entspricht in etwa der vom Gerät ebenfalls ausgewiesenen Nachweisgrenze (schwarze Linie).



Das Alpha-Spektrum von Tag 2 (links) zeigt den Beitrag der ^{225}Ac Zerfallsprodukte während das Spektrum von Tag 3 (rechts) nur die ^{220}Rn Folgeprodukte enthält.

