



Wegleitung

Dichtheitsprüfung
V1 11.02.2020
[www.bag.admin.ch/
str-wegleitungen](http://www.bag.admin.ch/str-wegleitungen)

Kontakt

Tel.: 058 462 96 14
E-Mail: str@bag.admin.ch

Dichtheitsprüfung bei geschlossenen radioaktiven Quellen

Zweck, Ausgangslage

In der vorliegenden Wegleitung werden die Notwendigkeit und das Vorgehen einer periodischen Prüfung des Zustandes und der Dichtheit für geschlossene radioaktive Quellen erläutert. Im Falle einer Undichtheit können so Schutzmassnahmen veranlasst und eine Gefährdung von Personen durch Kontamination und Inkorporation verhindert werden.

Geschlossene radioaktive Quellen müssen regelmässig auf ihre Dichtheit geprüft werden.

Als geschlossene radioaktive Quellen gelten Quellen, deren Bauart unter üblicher Beanspruchung ein Aus-treten radioaktiver Stoffe verhindert und so die Mög-lichkeit einer Kontamination ausschliesst (siehe Glossar). Während der Zeit ihrer Verwen-dung und Lagerung sind diese Quellen einer periodisch wie-derkehrenden Prüfung zu unter-ziehen. Zusätzlich muss nach einer übermässigen Beanspru-chung oder bei sonstigem Ver-dacht auf Undichtheit sofort eine Kontrolle durchge-führt werden.

Die Art und Häufigkeit der Prüfung hängen von der Aktivität, dem Nuklid, der Bauart sowie der Beanspru-chung der radioaktiven Quelle ab. Diese Wegleitung soll ein einheitliches und nachvollziehbares Vorgehen garantieren und Betriebe darin unterstützen, radioak-tive Strahlungsquellen selbstständig auf ihren Zustand und ihre Dichtheit hin zu kontrollieren und, falls erfor-derlich, Schutzmassnahmen zu veranlassen. Dazu werden die Prüfmethode sowie deren Periodizität und Protokollierung festgelegt. Das hierin beschriebene Verfahren stellt sicher, dass eine Gefährdung durch undichte Quellen rechtzeitig festgestellt werden kann und so mögliche Inkorpora-tion, Verschleppung und Sachkontamination verhin-dert werden.

Gesetzliche Grundlagen

Die Zustands- und Dichtheitsprüfung geschlossener radioaktiver Quellen ist in Artikel 66 der Verordnung des EDI über den Umgang mit radioaktivem Material

(UraM [1]) sowie in Artikel 19 der Verordnung des EDI über den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen in der Medizin (MeQV [2]) geregelt.

UraM Art. 66 Sicherheit und Unterhalt

¹ Geschlossene radioaktive Quellen müssen mindestens jährlich mit geeigneten Methoden auf ihren Zustand und ihre Dichtheit überprüft werden. Die Aufsichtsbehörde kann für besondere technische oder betriebliche Verhältnisse ein längeres Prüfintervall zulassen, wenn der Strahlenschutz gewährleistet wird.

² Die Prüfmethode und das Prüfergebnis sind zu protokollieren.

MeQV Art. 19 Kontrolle auf Dichtheit und Kontamination

¹ Medizinische Quellen sind mindestens jährlich mit geeigneten Methoden auf ihre Dichtheit, d. h. auf eine von ihnen ausgehende Kontamination, zu überprüfen.

² Die Prüfmethode und das Prüfergebnis sind zu protokollieren.

Periodische Zustands- und Dichtheitsprüfung

Festlegung des Prüfintervalls

Das Prüfintervall richtet sich unter anderem nach dem Gefahrenpotenzial des radioaktiven Stoffes selbst, der Beschaffenheit der Ummantelung sowie deren mechanischen und thermischen Belastung. In Tabelle 1 sind häufige Anwendungen bestimmter Radionuklide sowie die festgelegten Prüfintervalle aufgeführt.

Sichtprüfung

Unabhängig von festgelegten Prüfintervallen ist eine geschlossene Quelle vor Gebrauch auf sichtbare Schäden zu kontrollieren. Ist die Quelle aufgrund der Art ihres Einbaues in einer Abschirmung einer Sichtprüfung nicht zugänglich, so werden die Teile, welche dem Schutz der Quelle gegen Verunreinigung oder Beschädigung dienen (z. B. Abdichtungen, Strahlenaustrittsfenster (siehe Glossar)), auf ihre Unversehrtheit und, soweit möglich, auf Kontaminationsfreiheit kontrolliert. Der Quellenbehälter ist dabei nicht zu öffnen.

Falls die Umhüllung der Quelle infolge mechanischer, thermischer oder chemischer Einwirkungen beschädigt worden ist oder aus anderen Gründen Verdacht auf Undichtheit besteht, ist unverzüglich eine Dichtheitsprüfung durch den Sachverständigen durchzuführen. Dies gilt insbesondere dann, wenn Kerben, Risse, Scheuer- oder Korrosionsstellen an der Umhüllung festgestellt werden.

Sowohl bei der Sichtprüfung als auch beim Wischtest (siehe unten) gilt bezüglich der Begrenzung der Strahlendosis das ALARA-Prinzip (siehe Glossar).

Dichtheitsprüfung

Messgeräte wählen und Messplatz einrichten

- Das gewählte Kontaminationsmessgerät muss folgende Aktivitäten nachweisen können:

- *Wischnprobe direkt an der Quelle:*

200 Bq

Wischnprobe an einer Ersatzfläche:

20 Bq (siehe Glossar)

Die entsprechende Nachweisgrenze wird in den technischen Spezifikationen des Kontaminationsmessgerätes angegeben. Sie kann durch eine Verlängerung der Messzeit (mehrere Minuten) und mit Hilfe einer Mittelwertanzeige gesenkt werden.

Auf dem Schweizer Markt sind verschiedene geeignete Geräte erhältlich.

- Wischnprobe und Messgerät sind in definiertem Abstand zueinander fix zu installieren (Idealabstand: 5 mm). Dies gewährleistet identische Parameter zwischen Untergrund- und Probenmessung (Messgeometrie). Der Messplatz ist so zu wählen, dass er weit von allfälligen Strahlungsquellen entfernt oder entsprechend abgeschirmt ist (z. B. mit Blei-Ziegeln), damit der Untergrund möglichst tief gehalten und die Messung nicht beeinflusst wird.
- Sollte es einem Betrieb/Institut nicht möglich sein, die Messung selbst durchzuführen, kann die Messung durch einen externen Betrieb erfolgen, welcher über ein den Anforderungen entsprechendes Messgerät bzw. Labor verfügt.

Tabelle 1 Verschiedene Quellentypen sowie deren Anwendungen und die vorgesehenen Prüfintervalle. Die Auflistung ist nicht abschliessend.

Quellentyp	Anwendungsgebiet	Prüfverfahren	Prüfintervall (in Jahren)
Quellen mit einer Aktivität unterhalb 100 LA	Diverse	Vereinfacht	1
Quellen für Unterricht und Demonstrationen über 100 LA	Ausbildungsstätten	Dichtheitsprüfung	2
Prüf- und Kalibrationsquellen	Überprüfung von Strahlungsmessmitteln und nuklearmedizinischen Untersuchungsgeräten	Dichtheitsprüfung	2
Detektoren	Elektroneneinfang-Detektoren (ECD), Ionen-Mobilitäts-Spektrometer (IMS)	Dichtheitsprüfung	2
Quellen für Feldanalytik (Feuchtigkeitsmessung, Gammagraphie, etc.) oder mechanisch beanspruchte Quellen	u. a. Bodenkunde, Materialwissenschaften	Dichtheitsprüfung	1
Fest in Geräten verbaute Quellen zu Mess- und Analyse Zwecken	Röntgenfluoreszenzspektrometer	Dichtheitsprüfung	1
Derma-/Augenplatten (z. B. Sr-90, Cs-137)	Anwendung am menschlichen Körper	Dichtheitsprüfung	0.5
Weitere Quellen mit medizinischen Anwendungen	Anwendung am menschlichen Körper	Dichtheitsprüfung	1
Hoch radioaktive Quellen (HASS, IAEA-Kategorie 1-3) ¹	Blutbestrahlungseinrichtungen, Afterloading-Geräte	Dichtheitsprüfung	1 ²
Gasförmige Quellen	Kr-85 Aerosol Neutralisator, Beta-Irradiator	vereinfachte Dichtheitsprüfung über Funktionskontrolle	

¹ HASS müssen im Rahmen der Wartung auf Zustand und Dichtheit geprüft werden.

² Werden die Quellen in kürzeren Abständen als 1 Jahr ausgetauscht (z. B. Ir-192 Quellen in der Brachytherapie), entfällt die jährliche Dichtheitsprüfung.

Probeentnahme

- Geeignete Schutzbekleidung (Handschuhe, Mantel) tragen.
- Bei Entnahme der Wischprobe ist darauf zu achten, die Quelle selbst bzw. die Kapselung nicht zu beschädigen. Spezielle Vorsicht gilt bei Flächenquellen (v. a. bei alpha-Strahlern, die z. T. direkt auf die Oberfläche aufgetragen sind).
- Probefläche sorgfältig mit einer trockenen Wischtest-Rondelle oder einem Wattestäbchen abwischen. Allenfalls Pinzette oder anderes geeignetes Distanzwerkzeug verwenden.
- In folgenden Fällen darf die Probenahme statt an der Quelle selbst an einer Ersatzfläche vorgenommen werden: die zu prüfende Quelle ist einer direkten Wischprüfung nicht zugänglich, die Probenahme an der Quelle selbst ist mit einer zu grossen Strahlenexposition für den Prüfer verbunden, es besteht die Gefahr einer Dejustierung der Anlage.
- *Entnahme an der Quelle:* alle zugänglichen Stellen, v. a. Schweiss- und Löt Nähte



Probenahme direkt an der Quelle mit einer Wischtest-Rondelle

Entnahme an Ersatzfläche:

vorhandene Fugen und Flächen nahe der Strahlungsquelle, welche bei einem allfälligen Austritt des radioaktiven Stoffes wahrscheinlich kontaminiert werden.

- Um Fremdkontamination zu vermeiden, ist die Abwischseite des Tests nicht zu berühren.
- Falls die Probe zur Auswertung an ein Labor gesendet wird, muss die Probe verpackt werden, um einer Kontaminationsverschleppung vorzubeugen (z. B. Druckverschlussbeutel). Die Probe ist eindeutig zu beschriften, Datum und Ort der Probenahme sind genau zu protokollieren.

Probemessung und Protokollierung

- **WICHTIG:** Typ und Seriennummer des Messgerätes sowie sämtliche Messwerte sind zu notieren. Datum und Ort der Probenahme müssen ebenfalls protokolliert werden. Die Messprotokolle sind auf Verlangen der Aufsichtsbehörde (BAG) vorzulegen.
- Messung und Notierung des Untergrundes
- Wischprobe unterlegen und messen. Direktkontakt zwischen Messgerät und Probe sind zu vermeiden!
- Liegt der nach Ablauf der Messzeit notierte Wert unterhalb des genannten Grenzwerts (200 Bq bzw. 20 Bq, nach Abzug des Untergrundes), gilt die Strahlungsquelle als dicht.

Massnahmen bei Feststellung einer Undichtheit

Wird eine Undichtheit festgestellt, muss die Strahlungsquelle ausser Betrieb genommen und sicher verwahrt werden. Das BAG muss über den Störfall informiert werden.

Wird eine starke Undichtheit mit mehr als dem Hundertfachen der Grenzwerte (20 Bq bzw. 200 Bq) festgestellt, ist zusätzlich die Umgebung der Strahlungsquelle unverzüglich abzusperren. Die Absperrung ist so lange aufrechtzuerhalten, bis eine Kontaminationsprüfung und eine allenfalls erforderliche Dekontaminierung durch eine Sachverständige Person erfolgt ist.



Messung der Probe an einem abgeschirmten Messplatz mit konstanter Messgeometrie.

Vereinfachtes Prüfverfahren für Quellen unterhalb 100 LA

Quellen mit einer Aktivität von < 100 LA müssen jährlich mit einem Wischtest und einem Kontaminationsmonitor auf ihre Dichtheit geprüft werden. Ist keine markante Erhöhung des Messwertes gegenüber dem Untergrund festzustellen (zweifacher Untergrund), dann gilt die Quelle als dicht. Das Resultat der Messung muss protokolliert werden.

Literaturverzeichnis/Referenzen

1. Verordnung des EDI über den Umgang mit radioaktivem Material (UraM, SR 814.554) vom 26. April 2017
2. Verordnung des EDI über den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen in der Medizin (MeQV, SR 814.501.512) vom 26. April 2017

Glossar

ALARA Ein grundlegendes Prinzip des Strahlenschutzes. Akronym für «As Low As Reasonably Achievable» (deutsch: «so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar»). Durch die Einhaltung der drei Grundprinzipien für den Umgang mit ionisierenden Strahlen – Rechtfertigung, Optimierung und Dosisbegrenzung – sollen Mensch und Umwelt vor unnötiger Bestrahlung geschützt werden.

Ersatzfläche Für die Wischprüfung zugängliche Fläche, die bei einer Undichtheit des Strahlers mit grosser Wahrscheinlichkeit kontaminiert wird.

Hülle Dichte Umschliessung des radioaktiven Stoffes, die nicht ohne Zerstörung zu öffnen ist.

LA Bewilligungsgrenze: Anhang 3, Spalte 10 der Strahlenschutzverordnung (StSV, SR 814.501) vom 26. April 2017

Quellen, geschlossene radioaktive (Strahler) Radioaktive Stoffe, die ständig von einer allseitig dichten, festen, inaktiven Hülle umschlossen oder in festen inaktiven Stoffen so eingebettet sind, dass bei üblicher betriebsmässiger Beanspruchung ein Austritt radioaktiver Stoffe mit Sicherheit verhindert wird.

Strahlenausstrittsfenster des Strahlers Teil der Hülle für den Austritt der Nutzstrahlung. Die Materialdicke des Fensters ist bei Alpha- und Beta-Nutzstrahlung deutlich geringer gegenüber den sonstigen Bereichen der Hülle.

Rechtlicher Stellenwert

Diese Wegleitung ist eine Vollzugshilfe des BAG als Aufsichtsbehörde für Strahlenschutz und richtet sich primär an die Bewilligungsinhaber bzw. Sachverständigen. Sie konkretisiert Anforderungen aus dem Strahlenschutzrecht und entspricht dem aktuellen Stand von

Wissenschaft und Technik. Berücksichtigen die Bewilligungsinhaber bzw. Sachverständigen diese Wegleitung, so können sie davon ausgehen, dass sie das Strahlenschutzrecht rechtskonform vollziehen.