

nichtfesthaftende Oberflächenkontamination zu ersetzen, die durch ein Dekontaminationsverfahren oder durch Wischprobenahme teilweise oder völlig entfernt worden ist. Darüber hinaus kann ein Strahlungsrisiko durch flüchtiges Tritium weiter gegeben sein. Um die tatsächliche Gefährdung im jeweiligen Einzelfall besser verstehen zu können, sollte die Direktmessung mit einem indirekten Verfahren kombiniert werden. In den meisten Fällen ist jedoch die Bestimmung über eine Wischprüfung ausreichend zur Feststellung des tatsächlichen Strahlungsrisikos aufgrund von Inkorporationen beim Kontakt mit tritiumkontaminierten Oberflächen.

## 3.2 Direktmessung von Tritiumkontamination

### 3.2.1 Meßgeräte

Meßgeräte für den Direktnachweis der Tritium-Oberflächenkontamination können sowohl auf nichtfesthaftende Aktivität als auch auf einen Teil der von der Oberfläche absorbierten Aktivität ansprechen. Speziell dafür konstruierte fensterlose Detektoren, vorwiegend Proportional- und Szintillationsdetektoren, stehen für den Direktnachweis der verschiedenen Formen von Tritium-Oberflächenkontamination zur Verfügung. Geräte, bei deren Einsatz die Oberfläche Druck- oder Temperaturänderungen ausgesetzt wird, können flüchtige Tritiumanteile oder Diffusionsvorgänge nachweisen.

Aufgrund des für den Nachweis von Tritium erforderlichen geringen Abstandes zwischen Detektoren und Oberflächen verursacht die Kontamination der Detektoren häufig Probleme. Um dies zu verhindern, werden Abstandshalter oder abnehmbare Masken eingesetzt.

### 3.2.2 Anforderungen an die Geräte

Die Geräte müssen Aktivitäten unterhalb des Oberflächenkontaminationsgrenzwertes messen können, mit dem die Ergebnisse der Kontaminationsmessungen verglichen werden (die Grenzwerte werden durch internationale oder nationale Regelungen festgelegt oder, wenn solche nicht vorhanden sind, durch Normen oder betriebsinterne Festlegungen definiert.)

Anmerkung 1: Aufgrund der niedrigen Radlotoxizität des Tritiums können die für die Oberflächenkontamination zulässigen Werte recht hoch sein; der in der ICRP-Veröffentlichung 25 empfohlene Wert ist  $400 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  [1].

Nationale Anmerkung: Die für die Bundesrepublik Deutschland gültigen Grenzwerte weichen hiervon ab und sind in Anlage IX der Strahlenschutzverordnung gesetzlich festgelegt.

Anmerkung 2: In bestimmten Anwendungsbereichen, in denen die Oberflächenkontamination durch Tritium außerordentlich niedrig gehalten werden muß, stehen Verfahren zur Verfügung, mit denen schon  $0,4 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  nachweisbar sind.

### 3.2.3 Suchverfahren

Man bewegt das Gerät über die Oberfläche hinweg oder setzt es immer wieder so auf, daß die Einsatzbedingungen bezüglich Abstand und Gaszusammensetzung eingehalten werden und achtet dabei auf Veränderungen in der Häufigkeit der Knackgeräusche. Die akustische Anzeige erfolgt sofort, unabhängig von der benutzten Zeitkonstante. Wird ein kontaminierter Bereich gefunden, sollte der Detektor so lange über dieser Fläche gehalten werden, wie es zur Bestätigung des Aktivitätsnachweises erforderlich ist. Soweit praktisch möglich, sollen Flächen mit geringer Aktivität vor solchen mit hoher Aktivität geprüft werden, um die Gefahr von Querkontaminationen zu verringern.

### 3.2.4 Meßverfahren

Bei einer Messung sind die Betriebsanleitung für die benutzten Meßgeräte sowie folgende Anforderungen zu beachten:

- Die Nulleffektzählrate ist an einer für die zu überwachende Fläche repräsentativen Stelle zu bestimmen (beispielsweise an der zu prüfenden Oberfläche, die zu diesem Zweck mit einem sauberen Blatt Papier abgedeckt wird).
- Die Nulleffektzählrate ist häufig zu bestimmen, weil der Detektor wahrscheinlich kontaminiert wird.
- Die fehlerfreie Funktion des Gerätes sollte mit einer geeigneten Kontrollquelle überprüft werden. Häufig gebrauchte Geräte sind täglich zu überprüfen, ansonsten jeweils vor dem Gebrauch. Bei Abweichungen von mehr als 25% vom Sollwert muß das Gerät neu kalibriert werden.

## 3.3 Indirekte Bestimmung nichtfesthaftender Oberflächenkontamination

### 3.3.1 Allgemeines

Das indirekte Verfahren eignet sich besonders gut zur Bestimmung der Kontamination von Flächen.

- die eine Direktmessung nicht erlauben (beispielsweise aufgrund der Anordnung, Lage usw.) oder
- bei denen ein die Kontamination abdeckendes Material die Intensität der für die Direktmessung verfügbaren Strahlung verringert.

Mit dem indirekten Verfahren wird jedoch die Gefährdung durch die unter der Oberfläche vorhandenen flüchtigen Tritiumanteile nicht angezeigt (siehe Abschnitte 3.1 und 3.2.1).

### 3.3.2 Nachweisgrenzen

Von den zur Zeit verfügbaren Meßgeräten können Flüssig-Szintillationszähler  $0,4 \text{ Bq}$  und fensterlose Zähler  $40 \text{ Bq}$  nachweisen (siehe Anmerkung). Unter Berücksichtigung dieser unteren Werte können bei Wischprobenahme auf  $100 \text{ cm}^2$  Oberfläche und Anwendung eines Entnahmefaktors  $F = 0,1$  Tritium-Oberflächenkontaminationen bis hinab zu  $0,04 \text{ Bq/cm}^2$  (Flüssig-Szintillationszähler) und  $4 \text{ Bq/cm}^2$  (fensterlose Zähler) gemessen werden.

Anmerkung: Strenggenommen könnte die vorgenannte Fähigkeit besser als „untere Nachweisgrenzen“ bzw. „kleinste nachweisbare Aktivitäten“ beschrieben werden. Es besteht jedoch keine internationale Vereinbarung bezüglich der Definition dieser Begriffe. Darüber hinaus sind die Gleichungen für die Berechnung der diesbezüglichen Werte zu kompliziert, um im Rahmen dieser Norm wiedergegeben zu werden.

### 3.3.3 Richtlinien für die Probenahme

Nichtfesthaftende Tritiumkontamination sollte mit Hilfe feuchter Wischproben sowohl nachgewiesen als auch bestimmt werden.

Anmerkung 1: Polystyrolschaum hat sich als wirksames Wischmaterial erwiesen, das nicht einmal ein Befeuchtungsmittel erforderlich macht. Ein weiterer Vorteil ist, daß es sich in einigen Flüssigszintillatoren vollständig auflöst und damit eine hohe Zählausebeute garantiert [2].

Anmerkung 2: Wenn Tritiumkontamination in Form von Partikeln vorliegt, die in Flüssigszintillatoren nicht gelöst werden können (beispielsweise Metallhydride), dürfen zum Nachweis von Tritium trockene Wischmaterialien benutzt werden.

Wenn Wischproben genommen werden, müssen bei der Bestimmung der Kontaminationsverteilung die folgenden Punkte beachtet werden: