

Ytterbium-169 (ZFP)

Branche: Chemie

Charakterisierung

Ytterbium-169 (Yb-169) wird in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung ([ZFP](#)) in Form umschlossener Strahlenquellen mit Aktivitäten bis zu 750 GBq eingesetzt. Aus wirtschaftlichen Gründen werden sie allerdings heute fast nicht mehr verwendet.

Die [Umgangsvoraussetzungen für radioaktive Stoffe](#) und die [Strahlenschutzanweisungen](#) sind zu beachten. Näheres regelt die [Strahlenschutzverordnung](#).

Grunddaten für Yb-169:

Physikalische Halbwertszeit: 32 Tage

Zerfallsart: beta, gamma

maximale beta-Energie: 188 keV

Die beta-Komponente durchdringt die Hülle der umschlossenen Strahlenquelle nicht.

maximale gamma-Energie: 308 keV

Weitere Daten für Yb-169:

Zehntelwertsdicke Blei: ca. 3 mm

Zehntelwertsdicke Beton: ca. 90 mm

Dosisleistungskonstante (bezogen auf $H^*(10)$, Umgebungsäquivalentdosis): 0,067 mSv m²/(GBq h)

Grenzwerte und weitere nationale Einstufungen

Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen

Hier sind derzeit die alten Grenzwerte und die Bezüge auf die [Strahlenschutzverordnung](#) bis 2018 angegeben. Zum 31.12.2018 tritt das neue Strahlenschutzgesetz und die neue [Strahlenschutzverordnung](#) in Kraft.

Die Datenblätter werden bis zum 2. Quartal 2019 überarbeitet und an das neue Recht (veränderte Grenzwerte, teilweise inhaltliche Änderungen und rechtliche Bezüge) angepasst.

Über das System der Grenzwerte und der Einstufung beruflich strahlenexponierter Personen sind nähere Informationen in der [StrlSchV](#), §§ 54-59 zu finden.

Wird der Grenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen überschritten, ist dies der zuständigen Behörde zu melden.

Die [StrlSchV](#) begrenzt die effektive Dosis, für einzelne Organe auch deren Organdosis und definiert die Dosisgrößen (§ 3 (2)). Im Folgenden werden einige Grenzwerte beispielhaft aufgeführt:

- **Effektive Dosis:** 20 mSv im Kalenderjahr
- **Handdosis (Organdosis):** 500 mSv im Kalenderjahr
- **Hautdosis (Organdosis):** 500 mSv im Kalenderjahr
- **Augenlinse (Organdosis):** 150 mSv im Kalenderjahr
- ICRP-Empfehlung (2011): 20 mSv im Kalenderjahr
- **Berufslbensdosis:** 400 mSv
- **Gebärfähige Frauen (Dosis an der Gebärmutter):** 2 mSv im Monat

- **Dosis des ungeborenen Kindes** vom Zeitpunkt der Mitteilung über die Schwangerschaft bis zu deren Ende: 1 mSv

- **Personen unter 18 Jahren:** 1 mSv effektive Dosis im Kalenderjahr

- **Studierende und Auszubildende zwischen 16 und 18 Jahren** nach Festlegung durch die zuständige Behörde, sofern für die Ausbildung erforderlich: 6 mSv effektive Dosis im Kalenderjahr

Im Vergleich zu beruflich strahlenexponierten Personen beträgt für Einzelpersonen der Bevölkerung der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten gemäß [StrlSchV](#) 1 mSv pro Jahr.

Einstufung

Beruflich strahlenexponierte Personen, die in der [ZFP](#) tätig sind, werden üblicherweise als [Kategorie-A-Personen](#) eingestuft.

Bei [Kategorie-A-Personen](#) kann die berufliche Strahlenexposition zu einer effektiven Dosis von mehr als 6 mSv pro Jahr führen.

Nur wenn bei ihnen sichergestellt ist, dass ihre effektive Dosis 6 mSv pro Jahr nicht überschreitet aber möglicherweise zu mehr als 1 mSv pro Jahr führt, werden diese Personen der Kategorie B zugeordnet.

Messung / Ermittlung

Dosisüberwachung

An Personen, die sich im [Kontrollbereich](#) aufhalten, ist die Körperdosis zu ermitteln; in der [ZFP](#) üblicherweise über die Messung der Personendosis.

Die Verfahren zur Dosisüberwachung erfolgen anhand der [Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle](#).

Vor Arbeitsaufnahme das amtliche Personendosimeter, z.B. Filmdosimeter anlegen. Dosisleistungsmessgerät und Dosisleistungswarngerät prüfen und mitnehmen.

Amtliches Personendosimeter, direkt ablesbares Dosimeter und Warngerät in den dafür vorgesehenen Trageeinrichtungen, z.B. Brustbeutel oder in besonderen, dafür vorgesehenen Brusttaschen des Arbeitsanzuges tragen.

Beim Tragen Vorder- und Rückseite der Dosimeter beachten!

Sicherstellen, dass die amtlichen Personendosimeter rechtzeitig zur Auswertung von den Mitarbeitern zurückkommen. Dabei den Außendienst berücksichtigen. Die amtlichen Personendosimeter monatlich an die staatliche, durch die Behörde festgelegte Auswertestelle zurücksenden. Andere Auswertefristen bedürfen der Genehmigung.

Vom Betrieb auslesbare Dosimeter zur Feststellung der amtlichen Dosis bedürfen der Genehmigung.

Nach dem Abholen des Strahlerbehälters aus dem Lager, aktuelle Aktivität ermitteln.

Strahlerbehälter auf sichtbare Beschädigungen überprüfen. Dabei ebenfalls immer Sichtprüfung des Ausfahr-schlauches, der Fernbedienung, der Blenden und Kollima-toren vornehmen.

[Kontrollbereich](#)sausdehnung abschätzen und [Kontrollbereich](#) abgrenzen.

Arbeitsaufgabe durchführen und [Kontrollbereich](#)sgrenze während jeder Aufnahme mit dem Dosisleistungsmessgerät prüfen.

Hinweis: Dies ist notwendig, da sich beim Umsetzen des Strahlers durch andere Streu- oder Abschirmverhältnisse veränderte [Kontrollbereich](#)sgrenzen ergeben können.

Bei Durchstrahlungstätigkeiten ist zu berücksichtigen, dass Messeinrichtungen jeder Art z.B. auch radiometrische Messeinrichtungen gestört werden können.

Achtung: Nach beendeter Aufnahme mit dem Dosisleistungsmessgerät prüfen, ob der Strahler wieder ordnungsgemäß in den Strahlerbehälter zurückgefahren wurde! Transportsicherungen nicht vergessen.

Gesundheitsgefährdung

Bei nicht ordnungsgemäßigem Betrieb (siehe "Außerge-wöhnliche Ereignisse") Gefahr hoher externer Exposition.

Technische und Organisatorische Schutzmaßnahmen

Abgrenzung [Kontrollbereich](#)

Nach dem Aufbau der Apparatur voraussichtlichen [Kontrollbereich](#) abgrenzen

Bei ortsfesten Prüfungen z.B. im Durchstrahlungsraum (ortsfester Umgang) ist von einem Dosisleistungswert von 3 $\mu\text{Sv/h}$ als Kontrollbereichsgrenze auszugehen.

Bei gelegentlichen Durchstrahlungsprüfungen an einem festen Prüfplatz (kein Durchstrahlungsraum!) [Kontrollbereich](#)sgrenze in Abstimmung mit der Behörde festlegen.

Bei ortsveränderlichem Umgang darf die Ortsdosisleistung außerhalb der [Kontrollbereich](#)sgrenze nicht höher als 40 $\mu\text{Sv/h}$ sein.

Dabei muss sichergestellt sein, dass an der [Kontrollbereich](#)sgrenze die Ortsdosis in einer Woche nicht höher als 120 μSv ist und dass andere Personen keine höhere effektive Dosis als 1 mSv im Kalenderjahr erhalten.

Bei Durchstrahlungsprüfungen an öffentlichen Verkehrs-wegen Ortsdosisleistung an der [Kontrollbereich](#)sgrenze mit der Behörde im Vorhinein abstimmen. Weitere Ausführungen und Rechenbeispiele s. [DIN 54115](#) Teil 1 und Beiblatt 1.

Arbeitsabläufe und Handhabung

Strahlerbehälter gegen unbefugte Benutzung und Dieb-stahl während der Nutzung und der Beförderung sichern. Prüflinge müssen gut und sicher zugänglich sein, ggf. Gerüste oder Aufstiege verwenden.

Bei Übernahme des Strahlerbehälters die [ZFP](#)-Beförderungspapiere einschließlich einer beglaubigten Kopie der

Beförderungsgenehmigung mitnehmen und auf Vollstän-digkeit prüfen.

Während der Arbeiten sicherstellen, dass niemand die Gefahrenzone betritt. Dies vorab mit anderen Gewerken über den Koordinator des Auftraggebers abstimmen.

Prüfaufgabe durchführen, wenn möglich immer mit Blenden/Kollimatoren arbeiten.

Strahlerbehälter, Fernbedienung und Ausfahr-schlauch nach jedem Einsatz auf Funktionsfähigkeit prüfen.

Achtung: bei der Instandhaltung weder Gerät, noch Ausfahr-schlauch, noch Fernbedienung ölen oder fetten. Öle und Fette werden im Strahlerkanal abgelagert und bilden unter der Strahleneinwirkung eine zähe Masse.

Damit verschlechtern sich die Gleiteigenschaften der Fernbedienung bis hin zur Gefahr des Abrisses des Strahlers.

Organisatorische Maßnahmen

Wenn Mitarbeiter in fremden Anlagen oder Einrichtungen tätig werden, und dies zu einer effektiven Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr führen kann, kann zusätzlich zur Um-gangsgenehmigung eine Genehmigung nach §15 [StrlSchV](#) benötigt werden.

Liegt diese Genehmigung vor, können die für die Mitar-beiter notwendigen Strahlenpässe im Fachbuchhandel erworben werden. Die Strahlenpässe sind seitens der Behörde registrieren zu lassen.

Die Strahlerbehälter unterliegen einer Prüfpflicht. Prüfung regelmäßig alle 12 Monate durch einen Sachkundigen des Herstellerbetriebes und alle 36 Monate durch einen Sachverständigen vornehmen lassen.

Einzelheiten dazu s. Umgangsgenehmigung und [DIN 54115](#).

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A besteht die Pflicht zu arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen.

Sie umfassen die Erstuntersuchung vor Aufnahme der Tätigkeit und die jährlichen Nachuntersuchungen, solange die Tätigkeit andauert.

Diese werden von einem Arzt, der zu solchen Unters-uchungen nach [StrlSchV](#) und [RöV](#) von der zuständigen Behörde ermächtigt ist, durchgeführt.

Nachgehende Untersuchungen

Nach Beendigung der beruflich strahlenexponierten Tätigkeit legt dieser Arzt fest, ob und wie lange nachgehende Untersuchungen medizinisch notwendig sind.

Diese Untersuchungen können vom ehemals Strahlenexponierten abgelehnt werden.

Der Arbeitgeber kann nach Einwilligung des ehemals Beschäftigten die Organisation der nachgehenden Untersuchung an den zuständigen Unfallversicherungsträger delegieren.

Beschäftigungsbeschränkungen

Studierende oder Auszubildende dürfen nur dann Zutritt zu Überwachungs- und [Kontrollbereich](#)en haben, wenn dies zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich ist.

Für gebärfähige, schwangere oder stillende Frauen ist die Strahlenexposition bei der Berufsausübung zu begrenzen, siehe "Grenzwerte und Einstufungen".

Außergewöhnliche Ereignisse

Ist die Strahlenquelle nicht ordnungsgemäß in den Strahlerbehälter zurückgefahren, weil er z.B. im Schlauch feststeckt oder aus ihm gefallen ist, muss mit erhöhter Strahlenexposition gerechnet werden.

Aufgrund der beta-Komponente ist bei Hautkontamination oder Augenexposition eine erhöhte Gefährdung gegeben. In diesem Fall Gefahrenbereich absperren und Zutritt unberechtigter Personen verhindern. Hilfe holen und dabei nach [Strahlenschutzanweisung](#) vorgehen.

Dort muss festgelegt sein, wer zu benachrichtigen ist und welche Erstmaßnahmen (z.B. Abschirmen des Strahlers) vor Ort ergriffen werden können.

Auf keinen Fall Strahlenquelle eigenmächtig bergen. Bei Berühren des Strahlers besteht die Gefahr schwerer Verletzungen. Bergung der Strahlenquelle nur durch Fachpersonal.

Detaillierte Daten über Strahlenquellen, Geräte und Schutzbehälter sind im "[International Catalogue of Sealed Radioactive Sources and Devices](#)" der International Atomic Energy Agency (IAEA) aufgeführt.

Erste Hilfe

Allgemeine Hinweise: Die Erste Hilfe bei erhöhter Einwirkung ionisierender Strahlung wird in der [BGI 668](#) beschrieben.

In die Versorgung von Beschäftigten, die einer erhöhten Strahleneinwirkung ausgesetzt sind, sind neben Ersthelfer und betrieblichem Strahlenschutzpersonal einzubinden:

Ermächtigter Arzt, Durchgangsarzt, falls notwendig ein Krankenhaus sowie das nächstgelegene berufsgenossenschaftliche [Regionale Strahlenschutzzentrum](#) (RSZ).

Allgemeine Maßnahmen

Unter Beachtung des Selbstschutzes Verletzte aus dem Bereich erhöhter Einwirkung bergen.

Gegebenenfalls Lagerung, Beruhigung, wärmende Bedeckung.

Bei lebensbedrohlichen Zuständen hat die konventionelle Notfallhilfe absoluten Vorrang. Die Belange des Strahlenschutzes sind zu berücksichtigen, soweit dies medizinisch vertretbar ist.

Informationserhebung und -dokumentation

Zur Dokumentation der zu erhebenden Informationen können die Strahlenunfallerhebungsbögen [BGI668.1](#) dienen.

Der betriebliche Strahlenschutz hat sofort die folgenden Informationen zu sammeln und zur Verfügung zu stellen, die für die weitere Behandlung des Exponierten und für eine retrospektive Dosisabschätzung wichtig sind:

Strahlenquelle, Strahlenart, Energie, Aktivität, Strahlungsfeld, Abstand und Position des Exponierten zur Strahlenquelle, Bestrahlungsdauer, exponierte Körperteile, Dosimeterart und Dosimeteranordnung am Körper, Schätzwert der Körperdosis

Bei Kontamination und [Inkorporation](#) sind zusätzlich festzustellen: Nuklidart und Eigenschaften, chemische Verbindung und Löslichkeit, kontaminierter Körperteil, Fläche der Kontamination in cm², flächenbezogene Aktivität, Nuklidzusammensetzung, resultierende Hautdosen sowie ggf. [Inkorporations](#)mechanismen.

Nach äußerer Strahleneinwirkung: Bei einer effektiven Dosis über 100 mSv oder einer Teilkörperdosis über 1,2 Sv Verbindung mit einem Regionalen Strahlenschutzzentrum aufnehmen.

Den Zeitpunkt der Strahleneinwirkung sowie des Auftretens von Frühsymptomen (z.B. Übelkeit, Erbrechen, Hautrötung) aufzeichnen.

Weitere Maßnahmen nach erhöhter Teil- oder Ganzkörperexposition siehe [BGI 668](#) Kap. 3.2.1.

Nach Personenkontamination: Personenkontamination und [Inkorporation](#) sind im Bereich der [ZFP](#) extrem selten. Verhaltensregeln gibt die [BGI 668](#).

Sonstiges: Erkrankungen durch ionisierende Strahlen sind meldepflichtige Berufskrankheiten (BK-Nummer 2402).