
S K R I P T U M

STRAHLENSCHUTZ

Leistungsbewerb „BRONZE“

© Copyright 2010 by Seibersdorf Labor GmbH. All Rights Reserved.

Ohne schriftliche Genehmigung durch die Seibersdorf Labor GmbH darf dieses Skriptum, auch auszugsweise, nicht vervielfältigt werden.

Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Thomas Geringer

INHALT

INHALT	3
EINLEITUNG	4
BEWERBSBESTIMMUNGEN.....	5
STATION 1	12
Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme.....	13
Teil 2: Schutz vor Gammastrahlung durch Abstand	13
Teil 3: Schutz vor Gammastrahlung durch Abschirmung.....	15
Teil 4: Überprüfen eines Versandstückes	16
STATION 2	21
Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme.....	22
Teil 2: Ermittlung der Aufenthaltszeit bei vorgegebener Dosisleistung und Dosis.....	24
Teil 3: Probenahme.....	26
STATION 3	30
Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme.....	31
Teil 2: Auffinden einer umschlossenen Strahlenquelle im Gelände.....	31
STATION 4	38
Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme.....	39
Teil 2: Feststellen einer radioaktiven Kontamination	40
Teil 3: Unterscheidung der Strahlenarten	41
STATION 5	46
Physikalische Grundlagen	47
Grundlagen des Strahlenschutzes.....	50
Schutz vor Strahlenexposition	54
Strahlenspüren.....	55
ANHÄNGE	65

EINLEITUNG

Um bei Schadens- und Katastrophenfällen in Verbindung mit radioaktiven Stoffen die notwendigen Kräfte wirkungsvoll einsetzen zu können, ist für Angehörige von Bundesheer, Exekutive und Einsatzorganisationen (Feuerwehr, Rotes Kreuz u. a.) eine möglichst einheitliche Ausbildung im Strahlenschutz vorgesehen.

Um einheitliche Ausbildungsrichtlinien im Sinne der bei Einsätzen notwendigen Zusammenarbeit der einzelnen Organisationen zu gewährleisten, hat die SL Seibersdorf Labor GmbH (kurz SL genannt) in Zusammenarbeit mit dem BMI, BMLV, ÖRK, ÖBFV, ASBÖ und ÖBH den Strahlenschutz-Leistungsbewerb in Bronze geschaffen und aktualisiert.

Das hierzu erforderliche Wissen geht über die Grundausbildung im Strahlenschutz der Einsatzorganisationen hinaus.

Inhaber des Strahlenschutz-Leistungsabzeichens in Bronze haben die fachlichen Grundvoraussetzungen, welche beim Einsatz in Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen erforderlich sind.

Bewerber für dieses Abzeichen haben einen Leistungsbewerb nach den nachfolgenden Bewerbungsbestimmungen zu absolvieren.

Nach erfolgreichem Abschluss werden den Bewerbern eine Urkunde und das markenrechtlich geschützte Leistungsabzeichen in Bronze ausgefolgt.

Hinweis:

Dieser Bewerb richtet sich in gleicher Weise an Männer und Frauen. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde auf eine sprachliche Differenzierung verzichtet.

BEWERBSBESTIMMUNGEN

Die Leistungsbewerbe finden nach Möglichkeit in Seibersdorf am Firmensitz der Seibersdorf Labor GmbH (nachfolgend kurz SL) statt. Wenn es organisatorische Gründe erfordern, können Bewerbe außerhalb des Betriebsgeländes der SL und ohne Bewerbsleiter der SL abgehalten werden, schriftliche Genehmigung durch die SL vorausgesetzt. Dies berührt jedoch nicht die Tatsache, dass dieser Strahlenschutzleistungsbewerb das geistige Eigentum der SL ist. Die SL behalten sich vor, die Genehmigung zur Durchführung externer Bewerbe ohne Bewerbsleiter der SL in begründeten Fällen nach dem Kontaktieren der betreffenden Einsatzorganisation zu widerrufen.

Mitglieder der Prüfungskommission

- 1 Bewerbsleiter
- 1 Hauptbewerter
- 3 bis 5 Bewerber, davon mindestens 1 Fremdbewerter
- Hilfsbewerter je nach Erfordernis

Voraussetzungen für die Ausübung der Funktionen

Bewerbsleiter bei Bewerben am Firmenstandort der Seibersdorf Labor GmbH

Der Bewerbsleiter ist ein fachkundiger Mitarbeiter der Seibersdorf Labor GmbH und ist mindestens Inhaber des Strahlenschutz-Leistungsabzeichens in Silber. Der Bewerbsleiter wird vom Leiter der Strahlenschutzakademie in den SL ernannt. Die Ernennung kann in begründeten Fällen widerrufen werden.

Bewerbsleiter bei Bewerben außerhalb der SL

Die Bewerbsleiter haben die gleichen Voraussetzungen wie ein Bewerber zu erfüllen. Die Bewerbsleiter werden auf Vorschlag der jeweiligen Einsatzorganisationen vom Leiter der Strahlenschutzakademie in den SL ernannt. Die Ernennung kann in begründeten Fällen widerrufen werden.

Hauptbewerter

Der Hauptbewerter wird von der Einsatzorganisation namhaft gemacht, für die der Leistungsbewerb durchgeführt wird. Er hat mindestens die Qualifikation eines Bewerbers für den Leistungsbewerb Bronze aufzuweisen.

Bewerber

Die Bewerber sind mindestens Inhaber des Strahlenschutz-Leistungsabzeichens in Bronze. Darüber hinaus haben sie nachweislich an 3 Strahlenschutz-Leistungsbewerben in Bronze als Hilfsbewerter teilgenommen. Für die Verwendung als Bewerber ist die Teilnahme an einem Bewerber-Grundseminar Bronze und einem Bewerber Aufbau-seminar Bronze, sowie die

regelmäßige Teilnahme (höchstens alle 5 Jahre) an einem Bewerber Auffrischungsseminar Bronze nachzuweisen. Alle Bewerberseminare werden durch die SL angeboten und abgehalten. Die Anzahl der angebotenen Bewerberseminare richtet sich nach den Erfordernissen der Einsatzorganisationen. Die Bewerber werden vom Leiter der Strahlenschutzakademie in den SL ernannt und erhalten eine Ernennungsurkunde. Die Ernennung kann in begründeten Fällen widerrufen werden.

Hilfsbewerber

Die Hilfsbewerber sind mindestens Inhaber des Strahlenschutz-Leistungsabzeichens in Bronze. Sie haben das Bewerber Grundseminar sowie das Bewerber Aufbauseminar Bronze erfolgreich absolviert und werden vom Bewerbungsleiter oder dem Hauptbewerber für die Tätigkeit eingeteilt. Für ihre Tätigkeit erhalten sie vom Sekretariat der Strahlenschutzakademie eine schriftliche Teilnahmebestätigung.

Fremdbewerber

Für jeden Bewerb hat der Hauptbewerber mindestens einen "Fremdbewerber" zu stellen, der an einer Station die Bewertung durchführt. Er hat einer anderen Organisation anzugehören als die Bewerber und der Hauptbewerber.

Aufgaben und Verantwortlichkeiten bei Bewerbungen innerhalb der Seibersdorf Labor GmbH

Anmeldung

Die schriftliche Anmeldung hat durch die durchführende Organisation mindestens ein Monat vor dem mit dem Sekretariat der Strahlenschutzakademie abgestimmten Bewerbungstermin zu erfolgen.

Ein Bewerb wird nur mit mindestens 8 Teilnehmern durchgeführt. Höchstteilnehmeranzahl ist 32. Ausnahmen sind mit dem Bewerbungsleiter und dem Leiter der Strahlenschutzakademie zu vereinbaren.

Die gebührenfreie Stornierung von Strahlenschutz-Leistungsbewerben in den SL ist bis längstens 14 Tage vor Bewerbungsbeginn von der durchführenden Organisation schriftlich an das Sekretariat der Strahlenschutzakademie vorzunehmen. Innerhalb von 14 Tagen vor Bewerbungsbeginn ist eine Stornogebühr von 20 % und ab dem Tag des Bewerbungsbeginnes sind 100 % der Bewerbungsgebühr zu entrichten.

Bewerbsleiter

Der Bewerbungsleiter hat die erforderlichen Geräte und umschlossenen radioaktiven Stoffe für die Stationen des Bewerbes dem Hauptbewerber auszufolgen und nach dem Bewerb die Vollständigkeit und Funktionstüchtigkeit derselben zu kontrollieren.

Er ist für die ordnungsgemäße Durchführung des Strahlenschutz-Leistungsbewerbs in Bronze verantwortlich.

Der Bewerbungsleiter kann Bewerber, die störend und/oder behindernd auf den Ablauf des Leistungsbewerbes einwirken, im Einvernehmen mit dem Hauptbewerber vom Strahlenschutz-Leistungsbewerb ausschließen.

Der Bewerbungsleiter ist für die Einhaltung der gesetzlichen und innerbetrieblichen Strahlenschutzvorschriften verantwortlich.

Hauptbewerber

Der Hauptbewerber wird durch den Bewerbungsleiter in seine Aufgaben eingewiesen. Er trägt gegenüber dem Bewerbungsleiter die Verantwortung.

Er ist für die schriftliche Anmeldung des Bewerbes im Sekretariat der Strahlenschutzakademie in den SL zuständig.

Der Hauptbewerber teilt die Bewerber und Hilfsbewerber für die einzelnen Stationen im Einvernehmen mit dem Bewerbungsleiter ein.

Er hat für den zeitlichen Ablauf des Leistungsbewerbes zu sorgen und sich von seiner ordnungsgemäßen Durchführung zu überzeugen.

Der Hauptbewerber hat die ausgefüllten Anmeldeformulare zu überprüfen und vor dem Bewerb dem Sekretariat der Strahlenschutzakademie zu übergeben. Die Bewerber und Hilfsbewerber werden vom Hauptbewerber im Zuge der Anmeldung des Leistungsbewerbes bekannt gegeben.

Der Hauptbewerber ist für die Führung der Gesamtbewertungsliste zuständig. Diese ist vom Bewerbungsleiter und dem Hauptbewerber zu unterzeichnen. Sämtliche Werbsteilnehmer sind durch den Hauptbewerber in einer Teilnehmerliste zu erfassen und entsprechend den betriebsinternen Strahlenschutzrichtlinien nachweislich zu belehren. Diese Belehrung ist gemäß einem von den SL beigestellten Merkblatt durchzuführen. Die Teilnehmerliste ist dem Sekretariat der Strahlenschutzakademie in den SL zu übergeben.

Bewerber

Die Bewerber haben an der ihnen zugewiesenen Station die Bewertung nach vorgegebenen Richtlinien durchzuführen. Bei Missachtung der Bewerbungsbestimmungen kann der Hauptbewerber im Einvernehmen mit dem Bewerbungsleiter den betreffenden Bewerber aus der Prüfungskommission ausscheiden. Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen ist der Bewerber auf seiner Station für die Einhaltung der gesetzlichen und innerbetrieblichen Strahlenschutzbestimmungen verantwortlich.

Hilfsbewerber

Die Hilfsbewerber haben die Bewerber in ihrer Tätigkeit zu unterstützen und ihre Anweisungen zu befolgen.

Aufgaben und Verantwortlichkeiten bei den Bewerben außerhalb des Firmenstandortes der Seibersdorf Labor GmbH

Allgemeine Bestimmungen

Zur Durchführung eines Leistungsbewerbs in Bronze außerhalb des Firmenstandortes der Seibersdorf Labor GmbH und ohne Bewerbsleiter der Seibersdorf Labor GmbH sind neben den allgemeinen Bewerbungsbestimmungen folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Die Abhaltung eines Bewerbes, Ort und Zeit sowie der Name des verantwortlichen Bewerbsleiters ist der Strahlenschutzakademie der Seibersdorf Labor GmbH mindestens 4 Wochen vor Bewerbungsbeginn schriftlich bekannt zu geben.
- Die Zahl der angemeldeten Wettbewerbsteilnehmer sind der Strahlenschutzakademie spätestens 4 Wochen (Postweg zum Versenden der Urkunden) vor Bewerbungsbeginn bekannt zu geben.
- Von der Strahlenschutzakademie werden Blankourkunden (Anzahl der gemeldeten Teilnehmer plus 3 Reserveurkunden) gemeinsam mit den Leistungsabzeichen spätestens 2 Wochen vor Bewerbungsbeginn an den verantwortlichen Bewerbsleiter versendet.
- Die Wettbewerbsergebnisse sind spätestens 1 Woche nach Bewerbsabschluss der Strahlenschutzakademie zu übermitteln.
- Der Leiter der Strahlenschutzakademie, oder eine von diesem benannte Person, hat das Recht, sich jederzeit ohne Voranmeldung über die ordnungsgemäße Durchführung der Bewerbe vor Ort zu überzeugen.
- Die Leistungsabzeichen sind ausschließlich über die Strahlenschutzakademie zu beziehen.
- Die Urkunden dürfen ausschließlich von der Strahlenschutzakademie ausgestellt werden.
- Hat ein Kandidat nicht bestanden, so sind die für diesen vorbereitete Urkunde und Leistungsabzeichen sowie nicht benötigte Reserveurkunden und Abzeichen spätestens 1 Woche nach Bewerbsende an die Strahlenschutzakademie zu retournieren.
- Der Bewerbsleiter trägt die Verantwortung für die bestimmungsgemäße Verwendung der Leistungsabzeichen und Urkunden.
- Die durchführende Organisation trägt die Verantwortung für die Einhaltung des Strahlenschutzgesetzes, der Strahlenschutzverordnung und die Einhaltung des ALARA Prinzips.

Bewerbsleiter

Er ist für die ordnungsgemäße Durchführung des Strahlenschutz-Leistungsbewerbs in Bronze verantwortlich.

Der Bewerbsleiter kann Bewerber, die störend und/oder behindernd auf den Ablauf des Leistungsbewerbes einwirken, im Einvernehmen mit dem Hauptbewerber vom Strahlenschutz-Leistungsbewerb ausschließen.

Der Bewerbsleiter hat für die Bereitstellung aller erforderlichen Mittel zur Durchführung des Bewerbes zu sorgen.

Der Bewerbungsleiter trägt die Verantwortung für die Einhaltung des Strahlenschutzgesetzes, der Strahlenschutzverordnung und des ALARA Prinzips.

Hauptbewerter

Der Hauptbewerter wird durch den Bewerbungsleiter in seine Aufgaben eingewiesen. Er trägt gegenüber dem Bewerbungsleiter die Verantwortung.

Der Hauptbewerter teilt die Bewerber für die einzelnen Stationen im Einvernehmen mit dem Bewerbungsleiter ein.

Er hat für den zeitlichen Ablauf des Leistungsbewerbes zu sorgen und sich von seiner ordnungsgemäßen Durchführung zu überzeugen.

Die Bewerber und Hilfsbewerber werden vom Hauptbewerter im Zuge der Anmeldung des Leistungsbewerbes vorgeschlagen.

Bewerber

Die Bewerber haben an der ihnen zugewiesenen Station die Bewertung nach vorgegebenen Richtlinien durchzuführen. Bei Missachtung der Bewerbungsbestimmungen kann der Hauptbewerter im Einvernehmen mit dem Bewerbungsleiter den betreffenden Bewerber aus der Prüfungskommission ausscheiden.

Hilfsbewerber

Die Hilfsbewerber haben die Bewerber in ihrer Tätigkeit zu unterstützen und ihre Anweisungen zu befolgen.

Gebühr

Neben den Kosten für Leistungsabzeichen, Urkunden und Versand derselben stellen die SL für jeden extern abgehaltenen Bewerb eine Gebühr lt. der jeweilig aktuellen Preisliste in Rechnung.

Teilnahmebedingungen

Teilnahmeberechtigt ist jeder der das 18. Lebensjahr vollendet hat. Eine vorliegende Schwangerschaft schließt die Teilnahme an dem Bewerb aus.

Strahlenmessgeräte

Im Einvernehmen mit dem Bewerbungsleiter können mitgebrachte Messgeräte verwendet werden.

Bewertung

Allgemeines

Der Strahlenschutz-Leistungsbewerb in Bronze ist in 5 Stationen gegliedert. Die Bewertung erfolgt nach einem Punktesystem, wobei pro Station 200 Punkte erreicht werden können. Bei fehlerhafter Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt ein Punkteabzug, der im Bewerbungsblatt eingetragen wird.

Der Bewerber hat den Strahlenschutz-Leistungsbewerb in Bronze erfolgreich bestanden, wenn er bei jeder Station mindestens 80 von 200 möglichen Punkten und bei der Gesamtbewertung mindestens 700 Punkte erreicht hat.

Bewerbsblätter/Vordrucke

Der Bewerber trägt die Lösung der gestellten Aufgaben in die bei der jeweiligen Station ausgegebenen Vordrucke ein.

Bewerbsablauf

- Belehrung der Bewerber und Übernahme der für den Leistungsbewerb erforderlichen Geräte und radioaktiven Stoffe durch den Hauptbewerber.
- Ausgabe der persönlichen Dosimeter.
- Durchführung der in den Stationen gestellten Aufgaben innerhalb der vorgesehenen Zeit sowie Bewertung an den Stationen.
- Rückgabe der beim Leistungsbewerb verwendeten Geräte und radioaktiven Stoffe durch den Hauptbewerber.
- Überreichung der Urkunden durch den Bewerbsleiter, Überreichung des Strahlenschutz-Leistungsabzeichens durch den Hauptbewerber.
- Nach Abschluss des Leistungsbewerbes kann jeder Bewerber nach Wunsch in seine Bewerbungsblätter Einsicht nehmen.

Änderungen

Die SL behalten sich vor, in gerechtfertigten Fällen (z.B. aufgrund von Durchführungserfahrungen, sachlichen Neuerungen, o.ä.) Änderungen in Absprache mit den Einsatzorganisationen vorzunehmen.

Zielsetzung

Station 1

- Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme
- Schutz vor Gammastrahlung durch Abstand
- Schutz vor Gammastrahlung durch Abschirmung
- Überprüfen eines Versandstückes

Station 2

- Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme
- Ermittlung der Aufenthaltszeit bei vorgegebener Dosisleistung und Dosis
- Probenahme

Station 3

- Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme
- Auffinden einer umschlossenen Strahlenquelle im Gelände

Station 4

- Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme
- Feststellen einer radioaktiven Kontamination
- Unterscheidung der Strahlenarten

Station 5

- Beantwortung von Fragen

STATION 1

- Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme
- Schutz vor Gammastrahlung durch Abstand
- Schutz vor Gammastrahlung durch Abschirmung
- Überprüfen eines Versandstückes

Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme

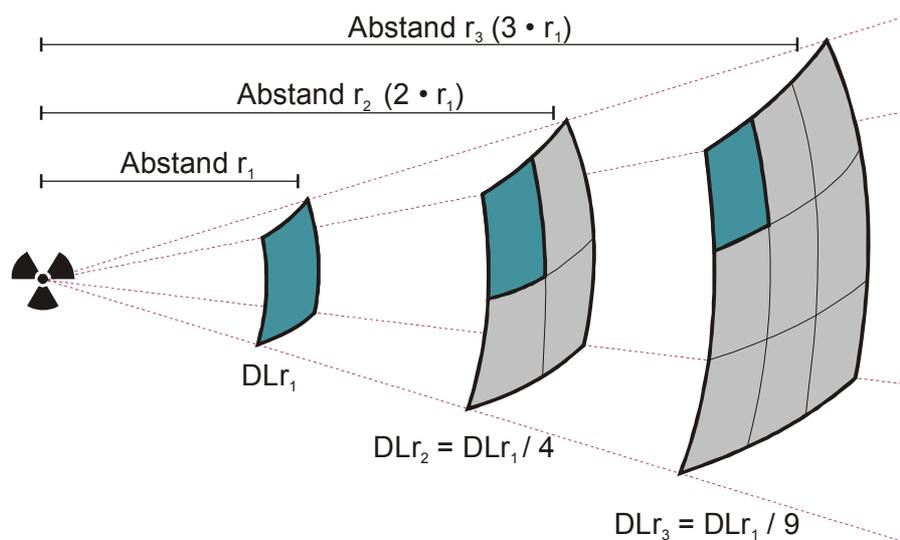
Strahlungsmessgeräte sind auf ihre Einsatztauglichkeit zu überprüfen, z.B.

- digitale Dosimeter: Funktion, Defektanzeige und Batterie-Kontrollanzeige.
- direkt ablesbare Ionisationskammerdosimeter: Fehlen des Anzeigefadens, Fehlen der Fallsicherung
- Dosisleistungsmessgeräte: Display, Batteriespannung

Teil 2: Schutz vor Gammastrahlung durch Abstand

Quadratisches Abstandsgesetz

Die Dosisleistung ändert sich mit dem Quadrat der Entfernung.



Es ist die Gamma-Dosisleistung in einer angegebenen Entfernung vorgegeben, danach sind die Gamma-Dosisleistungen für zwei weitere Abstände zu errechnen.

Berechnung nach einer der Formeln:

$DLr_2 = DLr_1 \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2}$ <p>also zuerst die Entfernungen quadrieren, dann dividieren</p>	$DLr_2 = DLr_1 \cdot \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ <p>also zuerst die Entfernungen dividieren, dann quadrieren</p>
---	--

- r_1 1. vorgegebener Abstand
- r_2 2. vorgegebener Abstand für den die Dosisleistung gesucht ist.
- DLr_1 gemessene Dosisleistung im Abstand r_1 (vorgegeben)
- DLr_2 gesuchte Dosisleistung im Abstand r_2

Beispiel 1:

Gemessene Gamma-DL in $r_1 = 0,8$ m Abstand: $DLr_1 = 130 \mu\text{Sv/h}$
 Gesuchte Gamma-DL in $r_2 = 2,0$ m Abstand = ?

$$DLr_2 = DLr_1 \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{130 \cdot 0,8^2}{2^2} \mu\text{Sv/h} = 130 \cdot \frac{0,64}{4} \mu\text{Sv/h} = 20,8 \mu\text{Sv/h}$$

Lösung: 20,8 $\mu\text{Sv/h}$

Beispiel 2:

$r_1 = 0,8$ m, $DLr_1 = 130 \mu\text{Sv/h}$ (wie in Beispiel 1)
 $r_2 = 0,2$ m

$$DLr_2 = DLr_1 \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{130 \cdot 0,8^2}{0,2^2} \mu\text{Sv/h} = 130 \cdot \frac{0,64}{0,04} \mu\text{Sv/h} = 2080 \mu\text{Sv/h}$$

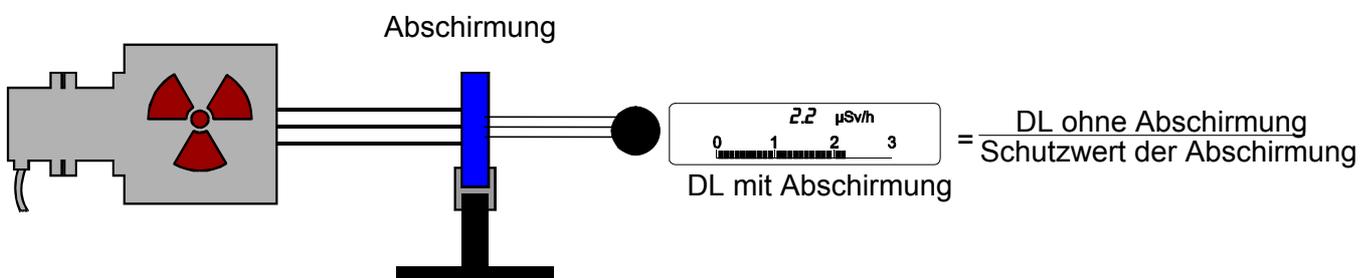
Lösung: 2080 $\mu\text{Sv/h}$ = 2,08 mSv/h

Teil 3: Schutz vor Gammastrahlung durch Abschirmung

Von zwei unterschiedlichen Abschirmmaterialien ist der Schutzwert zu bestimmen. Der Schutzwert ist durch die Dosisleistung mit und ohne Abschirmmaterial bestimmt. Dividiert man die Dosisleistung ohne Abschirmmaterial durch die Dosisleistung mit Abschirmmaterial, so erhält man den Schutzwert, wobei der Abstand zwischen Gammastrahlenquelle und Dosisleistungsmessgerät bei beiden Messungen gleichzuhalten ist.

$$\text{Schutzwert} = \frac{\text{Dosisleistung ohne Abschirmmaterial}}{\text{Dosisleistung mit Abschirmmaterial}}$$

Es wird mit einem Dosisleistungsmessgerät in angegebener Entfernung von der Strahlenquelle die Dosisleistung bestimmt. Der so ermittelte Messwert wird im Leistungsnachweis eingetragen. Danach ist zwischen Strahlenquelle und Messgerät das jeweilige Abschirmmaterial einzubringen und die Dosisleistung erneut zu messen. Ist dies durchgeführt, wird der Schutzwert der beiden Abschirmmaterialien errechnet.



Beispiel:

Gemessene Dosisleistung ohne Abschirmmaterial: 300 µSv/h

Gemessene Dosisleistung mit Abschirmmaterial: 120 µSv/h

$$\text{Schutzwert} = \frac{300}{120} = 2,5$$

Erforderliche Gegenstände:

- 1 Dosisleistungsmessgerät
- 1 Maßband
- 1 Gamma-Strahlenquelle (z.B. 100 MBq Co-60 oder ähnliches)
- Diverse Abschirmmaterialien in zweckmäßiger Größe (z.B. Leichtbeton, Holz, Blei, ...)

Teil 4: Überprüfen eines Versandstückes

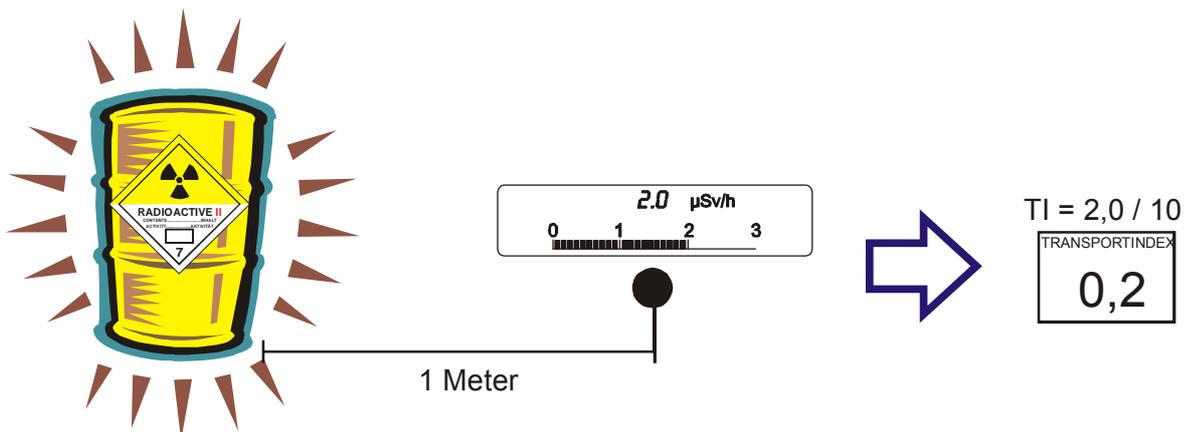
Es ist die höchste Gammadosisleistung an der Oberfläche des Versandstückes und in 1 m Abstand zu messen. Die daraus resultierende Transportkennzahl (TI) und Kategorie ist zu bestimmen. Diese Daten sind im Leistungsnachweis einzutragen.



Stimmen die ermittelten Daten mit dem Beförderungspapier und der Kennzeichnung des Versandstückes überein?

Transportkennzahl (Transportindex TI)

Sie wird ermittelt durch Dividieren der in $\mu\text{Sv/h}$ ausgedrückten höchsten Dosisleistung in 1 Meter Entfernung von der Außenseite des Versandstückes durch 10.



Wird die Dosisleistung in mSv/h gemessen, so muss der ermittelte Wert mit 100 multipliziert werden.

Die ermittelten Werte sind auf die erste Dezimalstelle aufzurunden (z.B. aus 1,13 wird 1,2) mit der Ausnahme, dass ein Wert von 0,05 oder kleiner gleich Null gesetzt werden darf.

Kategorie

Kategorie	Farbe des Gefahrzettels	Dosisleistung an der Oberfläche des Versandstückes	Dosisleistung in 1 m Abstand vom Versandstück in $\mu\text{Sv/h}$	Transportkennzahl (1/10 von nebenstehend)
I	weiß	bis 5 $\mu\text{Sv/h}$		0
II	gelb	bis 0,5 mSv/h	bis 10	größer als 0 aber nicht größer als 1
III	gelb	bis 2 mSv/h	bis 100	größer als 1 aber nicht größer als 10



Kategorie I



Kategorie II



Kategorie III

Achtung: Überschreitet auch nur ein Wert die angeführten Grenzwerte laut oben stehender Tabelle, ist die Kategorie des höheren Wertes zu wählen.

Beispiel

Welche Kategorie?	Dosisleistung an der Oberfläche des Versandstückes	Dosisleistung in 1 m Abstand vom Versandstück in $\mu\text{Sv/h}$	Transportkennzahl
gesucht	gemessen		errechnet
	0,4 mSv/h	15 $\mu\text{Sv/h}$	1,5

Lösung: Kategorie III gelb

Erforderliche Geräte:

- 1 Gammadosisleistungsmessgerät
- 1 Maßband
- 1 Versandstück Typ A mit veränderbarer Dosisleistung

STRAHLENSCHUTZ-LEISTUNGSBEWERB IN BRONZE

LEISTUNGSNACHWEIS STATION 1 – SEITE 2

Teil 4: Überprüfen eines Versandstückes

DL an der Oberfläche des Versandstücks
(div. Werte und Höchstwert):

DL in 1 m Entfernung
(div. Werte und Höchstwert):

Transportkennzahl: Übereinstimmung mit Beförderungspapier:

Kategorie: Übereinstimmung mit Beförderungspapier:

Beispiel eines möglichen Beförderungspapiers: *(nur der Inhalt, nicht die Form ist vorgeschrieben)*

Absender:
Firma XYZ
Werkstoffprüfung Zerstörungsfrei
A-9020 Klagenfurt

Empfänger:
Firma XYZ
Werkstoffprüfung Zerstörungsfrei
A-9020 Klagenfurt

UN-Nummer offizielle Bezeichnung	Klasse	Tunnel- code	Radioaktiver Stoff (Nuklid)	physikalische und chemische Form	Aktivität [MBq]	Versand- stück Kategorie	Transport kennzahl	Zertifikats- nummern
UN 2916, Radioaktive Stoffe, Typ B(U)-Versandstück	7	O (E)	Co-60	fest, metallisch	500 MBq	II-Gelb	0,6	D/2011/B(U)-85 A/0501/B(U)-85
UN 2916, Radioaktive Stoffe, Typ B(U)-Versandstück	7	O (E)	Cs-137	fest, Chlorid	8050 MBq	III-Gelb	2	D/2011/B(U)-85 A/0501/B(U)-85

Anzahl und Beschreibung der Versandstücke: zwei gelbe Fässer aus Metall (Typ B(U))

Keine zusätzlichen Maßnahmen für das Verladen, Verstauen, Befördern, Handhaben oder Entladen zu treffen.

STRAHLENSCHUTZ-LEISTUNGSBEWERB IN BRONZE

Bewertung: Gruppe Nr.: _____

BEWERTUNGSBLATT STATION 1

Datum: _____

Bewerber: _____

Fehlerart:	Abzugsrichtwert	tats. Abzug
Teil 1: Geräteüberprüfung und Aufnahme		
a. Direkt ablesbares Dosimeter mit oder ohne Warnschwelle		
Nichtbeachtung der Batteriekontrolle	20	
Nichtbeachtung der Defektanzeige	20	
Nichtbeachtung des Anzeigefadens bei Ionisationskammerdosimetern	30	
b. Gammadosisleistungs-Messgerät		
Nichtbeachtung der Anzeigekontrolle (analog: Nullpunkt, digital: Segmentfunktion)	10	
Nichtbeachtung der Batteriekontrolle	30	
Teil 2: Schutz vor Gammastrahlung durch Abstand		
Je falscher Berechnung	bis 60	
Teil 3: Schutz vor Gammastrahlung durch Abschirmung		
Messfehler (Toleranz +/- 10 %) je 10 %	10	
Je falsche Berechnung	30	
Teil 4: Überprüfen eines Versandstücks		
Falscher Messwert an der Oberfläche der Verpackung (Toleranz +/- 20 %)	30	
Falscher Messwert in 1 m Entfernung (Toleranz +/- 20 %)	30	
Falsch ermittelte Transportkennzahl	bis 30	
Falsche Kategorie	30	
Je falsch eingetragene Angabe	20	
Allgemein:		
Fehlerhaft ermittelte aufgenommene Dosis:	20	
Falsche Verwendung von Einheiten je Fall	30	
Durchführungsmängel	20	
<i>Begründung:</i>		
Summe der Abzüge:		
Gutpunkte:		2 0 0
Bewertung:		

Unterschrift des Bewerbers:

STATION 2

Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme

Ermittlung der Aufenthaltszeit bei vorgegebener Dosisleistung und Dosis

Probenabnahme

Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme

Direkt ablesbares Warndosimeter

- Batteriekontrolle
- Funktionskontrolle (Störungsanzeige, Display)
- Warnschwelle (Test)



Ionisationskammer-Dosimeter

- Anzeigefaden

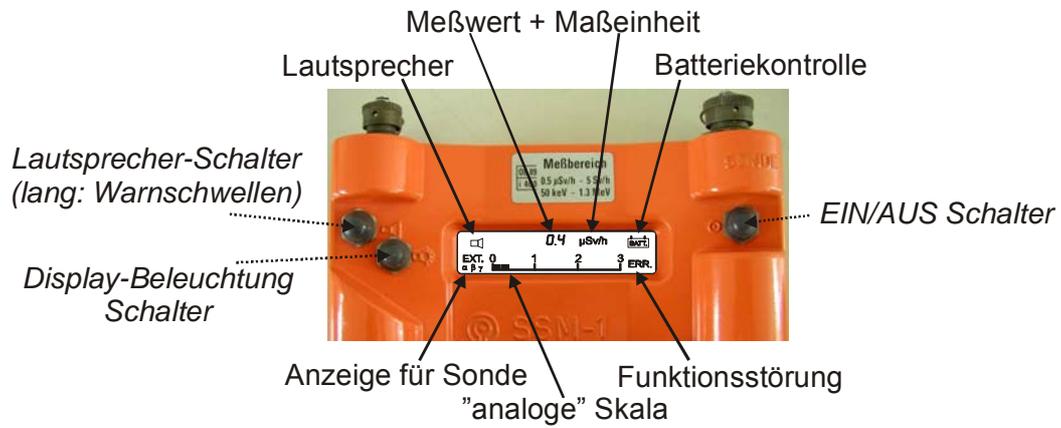


Mit Hilfe des Warn- oder Ionisationskammerdosimeters ist die während des Aufenthaltes bei Station 2 aufgenommene Dosis zu ermitteln und im Leistungsnachweis festzuhalten.

Dosisleistungsmessgerät

An einem Dosisleistungsmessgerät sind folgende Überprüfungen vorzunehmen (bzw. die geräteeigenen Kontrollfunktionen zu beachten):

- Anzeigekontrolle der digitalen und/oder analogen Skalen (Segmente, Nullpunkt, Zeiger)
- Kontrolle der Batteriespannung
- Funktionskontrolle der akustischen Anzeige
- Einstellung der Warnschwellen
- Kontrolle der Skalenbeleuchtung



Erforderliche Geräte:

- 1 Dosisleistungsmessgerät
- 1 Warndosimeter
- oder 1 direkt ablesbares Ionisationskammerdosimeter

Teil 2: Ermittlung der Aufenthaltszeit bei vorgegebener Dosisleistung und Dosis

Rechnerische Ermittlung

Die zu einer vorgegebenen Dosisleistung und Dosis (Verfügungsdosis) gehörige zulässige Aufenthaltszeit ist zu berechnen.

Methode:

Schlussrechnung oder eine der folgenden Formeln:

$$t[\text{h}] = \frac{D [\text{mSv}]}{DL [\text{mSv/h}]} = \frac{D [\mu\text{Sv}]}{DL [\mu\text{Sv/h}]}$$

t [h]	Aufenthaltszeit in Stunden
D [mSv, μSv]	Dosis in mSv oder μSv
DL [mSv/h, μSv/h]	Dosisleistung in mSv/h oder μSv/h

$$t[\text{min}] = \frac{D [\text{mSv}] \cdot 60}{DL [\text{mSv/h}]} = \frac{D [\mu\text{Sv}] \cdot 60}{DL [\mu\text{Sv/h}]}$$

t [min]	Aufenthaltszeit in Minuten
D [mSv, μSv]	Dosis in mSv oder μSv
DL [mSv/h, μSv/h]	Dosisleistung in mSv/h oder μSv/h

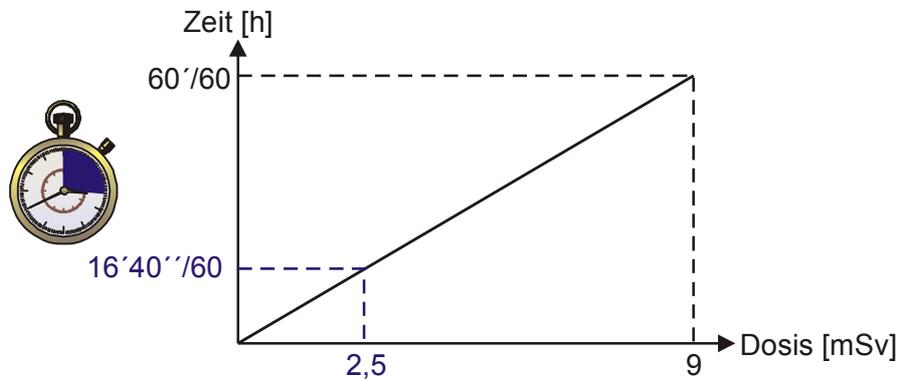
Beispiel 1:

(Berechnung nach Formel)

Die Dosisleistung beträgt 9 mSv/h. Wie lange muss ein direkt ablesbares Dosimeter bei dieser Dosisleistung bestrahlt werden, damit es 2,5 mSv anzeigt?

$$t[\text{min}] = \frac{D \cdot 60}{DL} = \frac{2,5 \cdot 60}{9} = \frac{2,5 \cdot 20}{3} = \frac{50}{3} = 16 \frac{2}{3}$$

Lösung: t = 16 2/3 min = 16 min 40 sec



Beispiel 2:

(Schlussrechnung)

Dosisleistung: 8 mSv/h

Dosis: 0,3 mSv

8	mSv aufgenommen in	1 h =	60 min
0,1	mSv aufgenommen in	60 min : 80 =	3/4 min
0,3	mSv aufgenommen in	3/4 min x 3 =	9/4 min = 2 1/4 min = 2 min 15 sec

Praktische Überprüfung

Ein direkt ablesbares Dosimeter wird bei der vorgegebenen Dosisleistung über die ermittelte (bzw. vom Bewerter korrigierte) Aufenthaltszeit bestrahlt. Bei richtiger Durchführung (mit richtig kalibrierten Geräten) erreicht das Dosimeter dadurch die vorgegebene Dosis.

Im Einzelnen:

Mit einem Dosisleistungsmessgerät wird die angegebene Dosisleistung ermittelt. Der Ort wird markiert. Danach wird ein ablesbares Dosimeter, das sich zunächst außerhalb des Kontrollbereiches befindet, am markierten Ort abgelegt und bestrahlt. Während des Bestrahlungsvorganges ist der Kontrollbereich zu verlassen. Nach Ablauf der berechneten und mit der Stoppuhr gemessenen Aufenthaltszeit wird das Dosimeter entfernt, die Dosis außerhalb des Kontrollbereiches abgelesen, vom Bewerter kontrolliert und im Leistungsnachweis eingetragen.

Jeder unbegründete Aufenthalt im Kontrollbereich ist zu vermeiden.

Innerhalb des Kontrollbereiches sind daher nur folgende Arbeiten durchzuführen:

- Messung der Dosisleistung während des Aufsuchens einer Stelle mit der angegebenen Dosisleistung
- Markieren der Stelle mit der angegebenen Dosisleistung
- Hinlegen des direkt ablesbaren Dosimeters am markierten Ort
- Entfernen des direkt ablesbaren Dosimeters vom markierten Ort

Zum Abschluss ist die an der Station 2 aufgenommene Dosis im Leistungsnachweis einzutragen.

Erforderliche Geräte:

- 2 direkt ablesbare Dosimeter
- 1 Dosisleistungsmessgerät
- 1 Stoppuhr
- Absperr- und Markiermaterial

Teil 3: Probenahme

Es ist eine der folgenden Aufgaben zu erfüllen (Auswahl durch den Bewerber)

- ein vorgelegtes Probenahmegerät auf Vollständigkeit überprüfen
- die Teile des Probenahmegerätes aufzählen
- die Bodenprobennahme beschreiben
- die Bewuchsprobennahme beschreiben
- die Wasser- oder Wischprobe beschreiben

Hinweis: Siehe auch Anhang 3 - Probenahme, ab Seite 72

STRAHLENSCHUTZ-LEISTUNGSBEWERB IN BRONZE

LEISTUNGSNACHWEIS STATION 2 – SEITE 2

Teil 3: Probenahme

Vorgelegtes Probenahmegerät überprüfen
Bestandteile des Probenahmegerätes aufzählen
Entnahme einer Bodenprobe beschreiben
Entnahme einer Bewuchsprobe beschreiben
Entnahme einer Wasser- und einer Wischprobe beschreiben

Beschreibung:

Vom Bewerber aufgenommene Dosis:

STRAHLENSCHUTZ-LEISTUNGSBEWERB IN BRONZE

Bewertung: Gruppe Nr.: _____

BEWERTUNGSBLATT STATION 2

Bewerber: _____

Datum: _____

Fehlerart:	Abzugs- richtw.	tats. Abzug
Teil 1: Geräteüberprüfung und Aufnahme		
a. Direkt ablesbares Dosimeter mit oder ohne Warnschwelle		
Nichtbeachtung der Batteriekontrolle	20	
Nichtbeachtung der Einstellung der geforderten Warnschwelle	20	
Nichtbeachtung von Defektanzeige oder Testfunktion	20	
Nichtbeachtung des Anzeigefadens bei Ionisationskammerdosimetern	30	
b. Dosisleistungs-Messgerät		
Nichtbeachtung der Anzeigekontrolle (analog: Nullpunkt, digital: Segmentfunktion)	10	
Nichtbeachtung der Batteriekontrolle	30	
Nichtbeachtung der Funktionskontrolle der akustischen Anzeige	10	
Nichtbeachtung der Warnschwelleinstellung	10	
Nichtbeachtung der Kontrolle der Skalenbeleuchtung	10	
Teil 2: Ermittlung der Aufenthaltszeit:		
Falsche Berechnung der Aufenthaltszeit bei Verwechslung von Dosis und Dosisleistung	bis 50 60	
Abweichender Dosiswert (Toleranz +/- 10 %)	bis 30	
Unbegründeter Aufenthalt oder falsches Verhalten im Strahlenbereich	bis 60	
Teil 3: Probenahme		
Je nicht genannten oder als fehlend erkannten obligaten Teiles des Probenahmeegerätes	20	
Je nicht oder falsch genannten Schritt der Probenahme	20	
Allgemein:		
Fehlerhaft ermittelte aufgenommene Dosis:	20	
Falsche Verwendung von Einheiten je Fall	30	
Durchführungsmängel <i>Begründung</i>	20	
	Summe der Abzüge:	
	Gutpunkte:	2 0 0
	Bewertung:	

Unterschrift des Bewerbers:

STATION 3

Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme

Auffinden einer umschlossenen Strahlenquelle im Gelände

Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme

Strahlungsmessgeräte sind wie folgend auf ihre Einsatztauglichkeit zu überprüfen, z.B.:

- digitale Dosimeter: Display, Defektanzeige und Batterie-Kontrollanzeige.
- direkt ablesbare Ionisationskammerdosimeter: Fehlen des Anzeigefadens, Fehlen der Fallsicherung
- Dosisleistungsmessgeräte: Display, Batteriespannung

Teil 2: Auffinden einer umschlossenen Strahlenquelle im Gelände

Mit Hilfe eines Dosisleistungsmessgerätes ist im Gelände

- eine Verstrahlungslinie aufzufinden und zu markieren,
- ein umschlossener radioaktiver Stoff zu detektieren, sowie
- das Spürergebnis zu melden (und zu protokollieren).

Angaben dazu sind im Leistungsnachweis vorgegeben:

- in welchem Geländeabschnitt, oder
- von wo ausgehend (Ablaufpunkt) und
- in welcher Richtung fortschreitend (Spürrichtung) zu suchen ist.

Ergänzende Hinweise können in Form einer mündlichen Lagedarstellung durch den Bewerter gegeben werden.

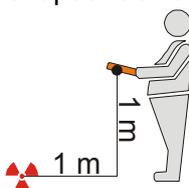
Bei der Durchführung ist wie folgt vorzugehen:

Schritt 1

- Aufsuchen des Ablaufpunktes, Suchen in der angegebenen Spürrichtung
- Markieren einer Verstrahlungslinie zu einem vorgegebenen Dosisleistungswert
- (z.B. 10 $\mu\text{Sv/h}$, Absperrwert für die Bevölkerung, 100 $\mu\text{Sv/h}$, Absperrung für Einsatzkräfte, oder anderer vorgegebener Wert) mit mindestens 3 Markiertafeln
- Mindestens eine Markiertafel der Verstrahlungslinie ist zu beschriften

Schritt 2

- Auffinden des Punktes höchster Dosisleistung
- Messung der Dosisleistung in 1 Meter (Horizontal- und Vertikal-) Abstand von diesem Punkt. (Bei Verwendung einer Teleskopsonde kann dieses Zurücktreten entfallen)

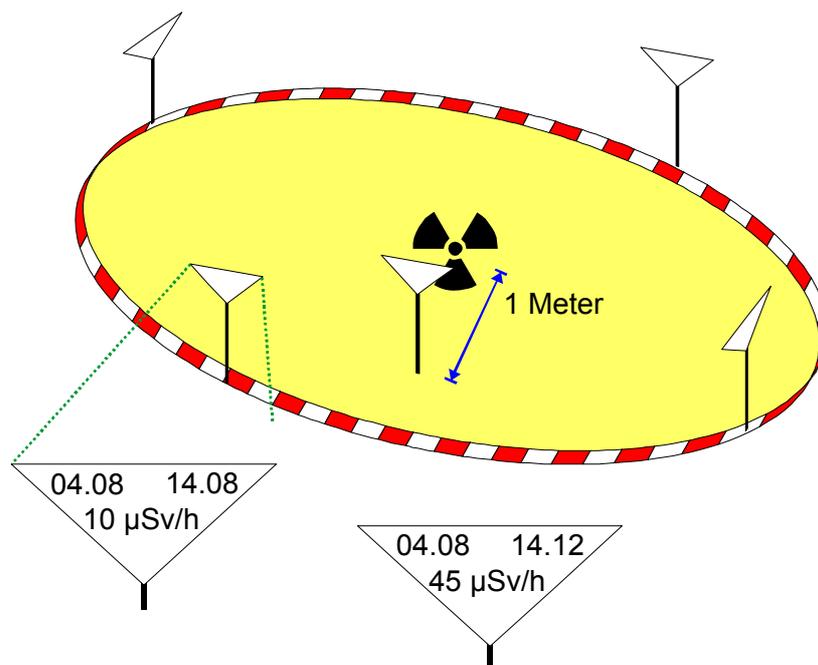


- Bezeichnen bzw. Markieren dieses Messpunktes derart, dass die Lage des Punktes höchster Dosisleistung erkennbar ist.
- Eintragung der Dosisleistung dieses Messpunktes mit dem Datum in den Leistungsnachweis
- Aufgenommene Dosis und Umkehrdosis beachten!

Beschriftungen und Eintragungen sind außerhalb der Verstrahlungslinie von $100\mu\text{Sv/h}$ vorzunehmen.

Schritt 3

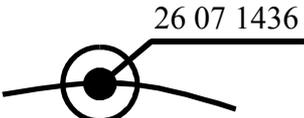
- Der Auffindungsort ist durch ein qualifiziertes Meldeverfahren anzugeben.
- Erstellen einer Lageskizze
- Koordinatenmeldung bezogen auf den vorliegenden Übungsplan



Lageskizze:

Ausgehend von einem im Übungsplan enthaltenen (und möglichst einem weiteren) Objekt sind Ablaufpunkt, Spürweg, Auffindungsort des radioaktiven Stoffes und Verstrahlungslinie einzuzeichnen.

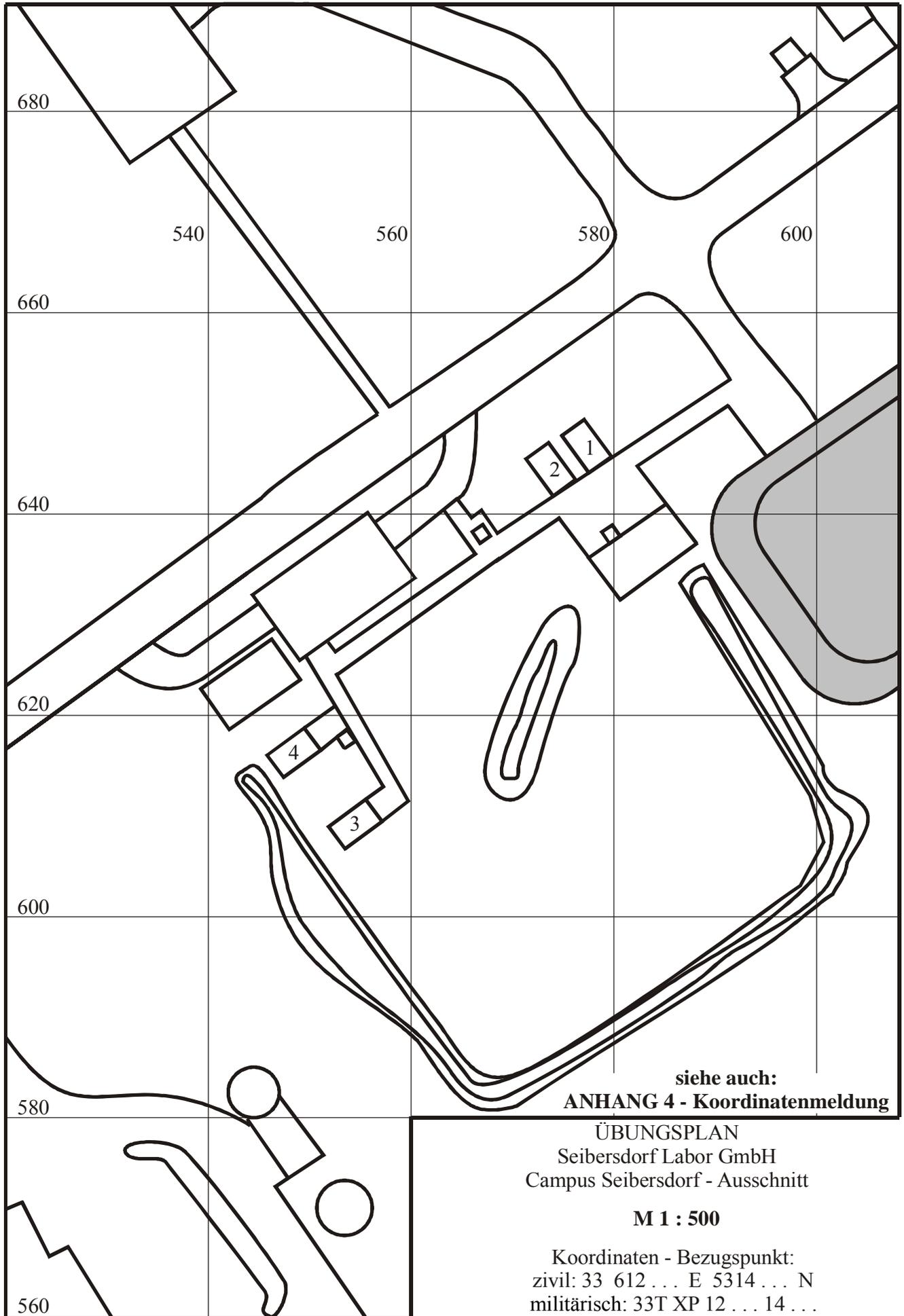
Empfohlene Zeichen:

	Spürweg mit Ablaufpunkt und Spürziel
	Spürpunkt
	Spürpunkt mit Datum, Zeit und Spürezgebnis
	Markierungspunkt mit Datum, Zeit und Dosisleistung
	radioaktiver Stoff – Strahlenquelle
	Bodenprobe
	Bewuchsprobe
	Wasserprobe
	Wischprobe
	Nordrichtung

Erforderliche Geräte:

- Dosisleistungsmessgerät
- Markiertafeln
- Übungsplan, Planzeiger (Netzteiler, Kartometer)

Meldeverfahren: siehe Anhang 4 - Koordinatenmeldung

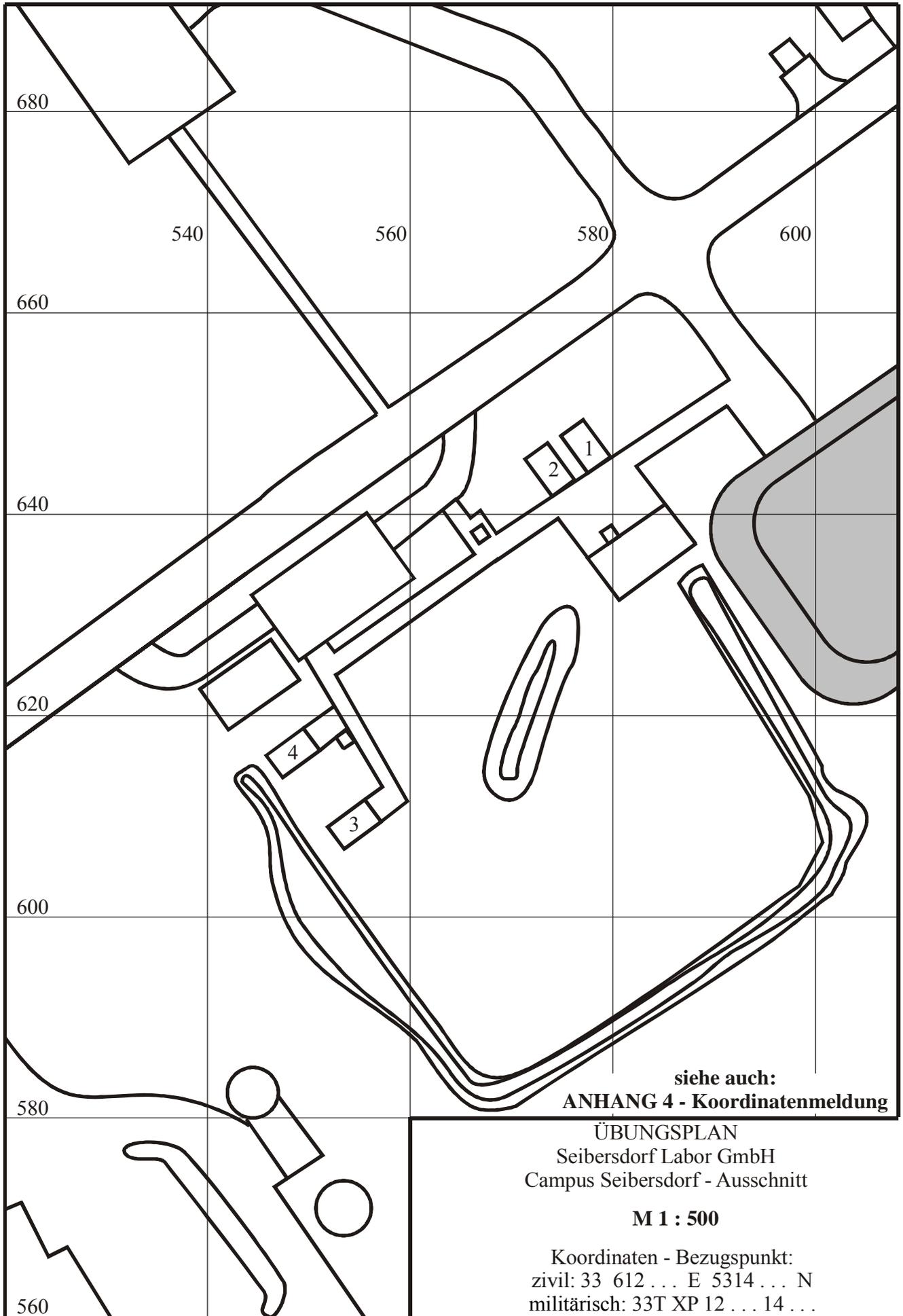


siehe auch:
ANHANG 4 - Koordinatenmeldung

ÜBUNGSPLAN
Seibersdorf Labor GmbH
Campus Seibersdorf - Ausschnitt

M 1 : 500

Koordinaten - Bezugspunkt:
zivil: 33 612... E 5314... N
militärisch: 33T XP 12... 14...



siehe auch:
ANHANG 4 - Koordinatenmeldung

ÜBUNGSPLAN
Seibersdorf Labor GmbH
Campus Seibersdorf - Ausschnitt

M 1 : 500

Koordinaten - Bezugspunkt:
zivil: 33 612 ... E 5314 ... N
militärisch: 33T XP 12 ... 14 ...

STATION 4

Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme
Feststellen einer radioaktiven Kontamination
Unterscheidung der Strahlenarten

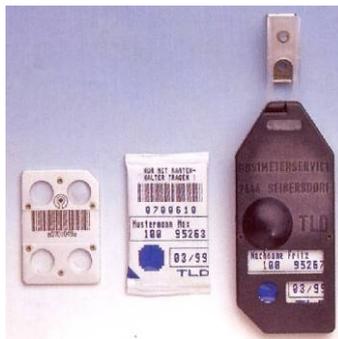
Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme

Strahlenmessgeräte sind auf Einsatztauglichkeit zu überprüfen, z.B.:

- digitale Dosimeter: Display, Defektanzeige und Batterie-Kontrollanzeige.
- direkt ablesbare Ionisationskammerdosimeter: Fehlen des Anzeigefadens, Fehlen der Fallsicherung
- Dosisleistungsmessgeräte: Display, Nullpunkt, Batteriespannung,

Folgende Ausrüstungsgegenstände sind an- und abzulegen:

- persönliches Dosimeter (Thermolumineszenzdosimeter-TLD) muss am Körperrumpf (Brust, Gürtel) über der Arbeitskleidung getragen werden.



- Schutzhandschuhe: Beim Ablegen ist auf Kontamination (Verunreinigung) von Kleidungsstücken zu achten und ihre Verbreitung auf weitere Teile und die Haut zu vermeiden.

Ferner sind Ausrüstungsgegenstände auf Einsatztauglichkeit zu überprüfen.

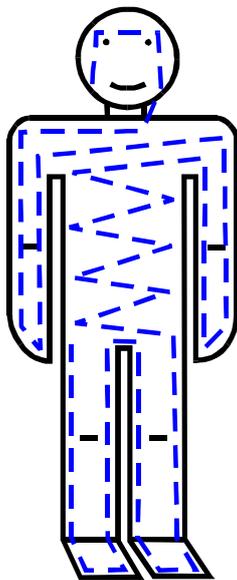
- Atemschutzmaske, Atemfilter, Schutzhandschuhe, etc.
- Es sind nach Rücksprache mit dem Bewerbsleiter auch mitgebrachte Gegenstände aus der jeweiligen Einsatzorganisation möglich.

Erforderliche Gegenstände:

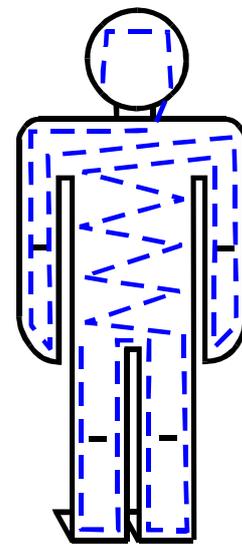
- Schutzhandschuhe
- Thermolumineszenzdosimeter (TLD)
- direkt ablesbares Dosimeter
- Kontaminationsnachweisgerät
- z.T. Atemschutzmaske, Atemfilter, ...

Teil 2: Feststellen einer radioaktiven Kontamination

An einer lebensgroßen Puppe sind mit einem Kontaminationsnachweisgerät radioaktive Verunreinigungen festzustellen. Dabei ist die Puppe systematisch abzuspielen. Kontamination der verwendeten Sonde ist zu vermeiden. Empfohlener Abstand von der Puppe ~5 cm (dadurch werden vergleichbare Messwerte gewonnen. Auf den Nachweis einer rein alphastrahlenden Substanz wird verzichtet.)



An Vorder- und Rückseite
mäandrierend abspüren – bei
Bedarf auch übergreifend



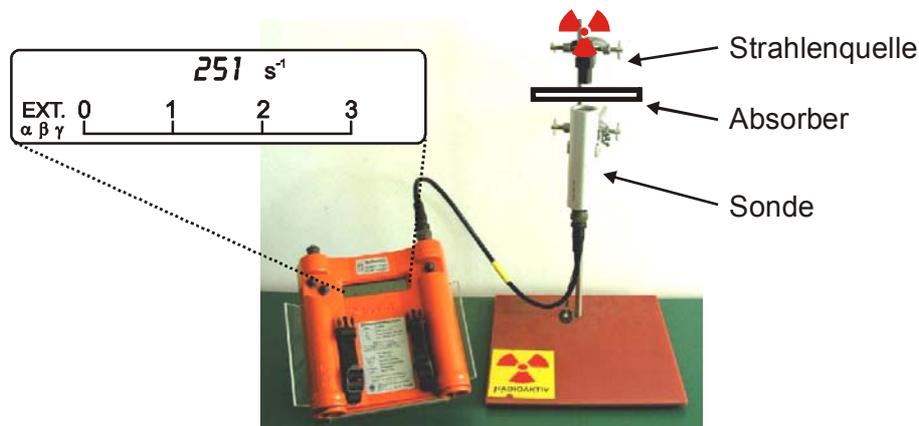
Die Auffindungsorte sind in der Skizze zu kennzeichnen und die Messwerte einzutragen.

Erforderliche Gegenstände:

- 1 Kontaminationsnachweisgerät (Anzeige: s^{-1})
- ~3 Strahlenquellen für Puppe
- 1 Puppe

Teil 3: Unterscheidung der Strahlenarten

Mit Hilfe einer alpha-, beta- und gammaempfindlichen Sonde und Absorbern aus Papier und Kunststoff sind die vorhandenen Strahlenarten zu unterscheiden. Im Leistungsnachweis ist Bauart und Type der verwendeten Sonde und des Messgerätes anzugeben. Die Messwerte sind in der Maßeinheit Impulse pro Sekunde (s^{-1}) anzugeben, ebenso die einzelnen Strahlenarten durch die Auswertung der zugeordneten Impulsraten.



Messung

(mit geeignet eingestellten Abständen zwischen Strahlenquelle und Sonde):

- Bestimmung des Leerwerts
- Messung der Impulsrate ohne Absorber
- Messung der Impulsrate mit Papier
- Messung der Impulsrate mit Kunststoff (Plexiglas, ...)

Auswertung aufgrund folgender Gesichtspunkte:

- vom Papier zurückgehalten, b minus c: im wesentlichen Alphastrahlung
- vom Papier durchgelassen, vom Kunststoff (Plexiglas) absorbiert, c minus d: im wesentlichen Betastrahlung
- vom Kunststoff durchgelassen: Gammastrahlung

Ergänzung:

Da der weichste Anteil (1 – 25 %) der Betastrahlung schon von Papier absorbiert wird, wird er hier mit der Alpha-Strahlung gemeinsam erfasst.

Bei weicher Gamma-Strahlung wird ein wesentlicher Anteil (bei hartem Gamma ein unbedeutender) bereits vom Kunststoff absorbiert und daher hier gemeinsam mit der Beta-Strahlung erfasst. (Eine genauere Auftrennung würde weitere Absorber und Korrekturrechnungen erfordern.)

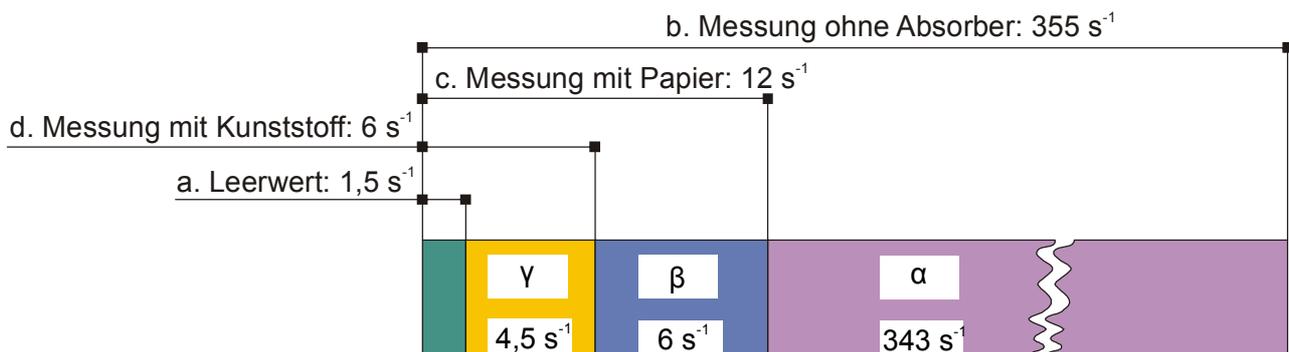
Ermittlungsschema und Beispiele

Messungen

a. Leerwert	$1,5 \text{ s}^{-1}$
b. Messung ohne Absorber	355 s^{-1}
c. Messung mit Papier	12 s^{-1}
d. Messung mit Kunststoff	6 s^{-1}

Auswertung

b – c	α und besonders weiche β	343 s^{-1}
c – d	β und leicht absorbierbare γ	6 s^{-1}
d – a	restliche γ	$4,5 \text{ s}^{-1}$



Erforderliche Gegenstände:

- 1 Stück Strahlenmessgerät mit Alpha-Beta-Gamma-Sonde
- 1 Stativ mit Klemmen für Strahlenquelle und Sonde
- 1 Alpha-Absorber (Papier)
- 1 Beta-Absorber Kunststoff (Plexiglas, ...)
- 3 Strahlenquellen (Co-60 oder Cs-137, Kr-85, Am-241)

STRAHLENSCHUTZ-LEISTUNGSBEWERB IN BRONZE

Gruppe Nr.: _____

LEISTUNGSNACHWEIS STATION 4 – SEITE 1

Bewerber: _____

Datum: _____

Teil 1: Geräteüberprüfung und Geräteaufnahme

Dosimeter einsatz- ja nein
 bereit

Dosisleistung- einsatz- ja nein
Messgerät bereit

Anfangswert: _____

Kontaminations- einsatz- ja nein
nachweisgerät; bereit

Leerwert: _____

Zu überprüfender
Ausrüstungsgegenstand: _____

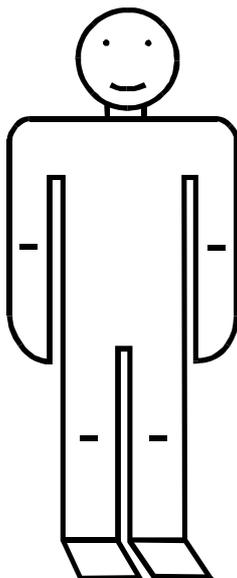
einsatz- ja nein
bereit

Teil 2: Feststellen einer radioaktiven Kontamination

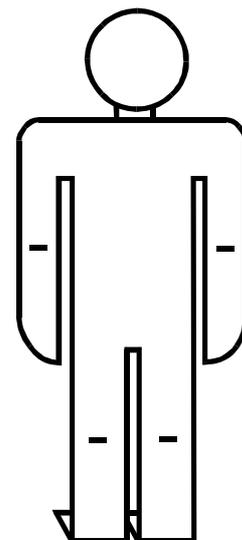
Messgerät: _____

Sonde: _____

Maßeinheit: _____



vorne - hinten



Den Auffindungsort in der Skizze kennzeichnen. Den Messwert daneben eintragen.

STRAHLENSCHUTZ-LEISTUNGSBEWERB IN BRONZE

LEISTUNGSNACHWEIS STATION 4 – SEITE 2

Teil 3: Unterscheidung der Strahlenarten

Messgerät: _____ Sonde: _____

Maßeinheit: _____

Messungen

Leerwert
ohne Absorber
mit Papier als Absorber
mit Kunststoff als Absorber

Berechnungen

Den Strahlenarten zugeordnete Impulsraten

α und besonders weiche β
 β und leicht absorbierbare γ
restliche γ

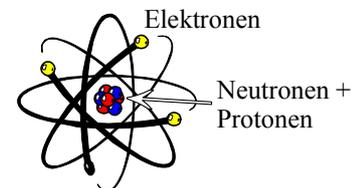
Vom Bewerber aufgenommene Dosis:

STATION 5

Beantwortung von Fragen

Physikalische Grundlagen

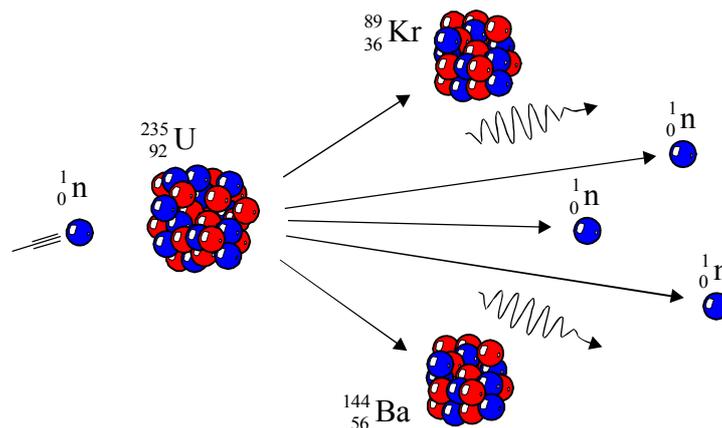
- Wie sind Atome aufgebaut?**
Atomhülle (bestehend aus Elektronen)
Atomkern (bestehend aus Protonen und Neutronen)



- Was sind Nuklide?**
Durch Protonenzahl (Ordnungszahl) und Neutronenzahl definierte Atomarten.

Massenzahl
Ordnungszahl Element

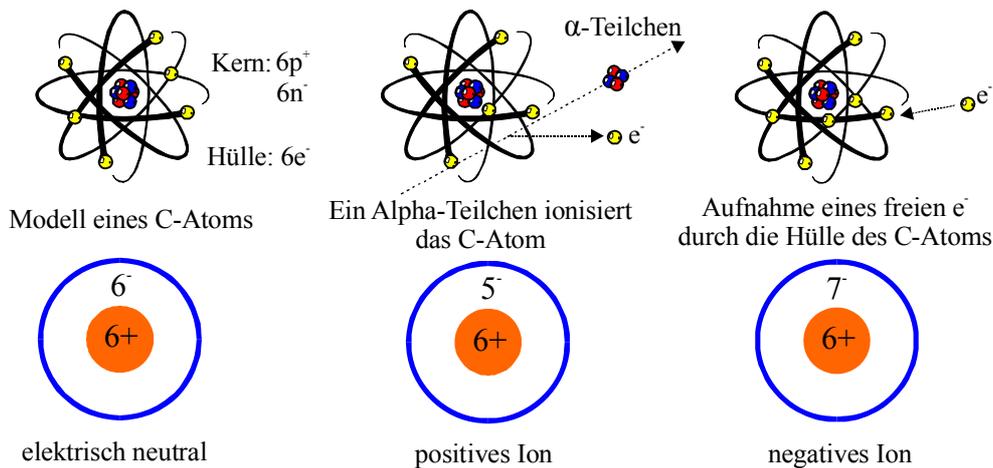
- Was sind Radionuklide?**
Nuklide, die sich unter Aussendung von Kernstrahlung umwandeln. Es wird zwischen natürlichen und künstlichen Radionukliden unterschieden.
- Was sind Isotope?**
Nuklide mit gleicher Protonenzahl (Ordnungszahl), aber verschiedener Anzahl von Neutronen.
z.B.: Uran-235 (${}^{235}_{92}\text{U}$), Uran-238 (${}^{238}_{92}\text{U}$),...
- Wie kommt es zu einer Kernspaltung?**
Der Zielkern spaltet sich beim Auftreffen eines Neutrons auf und sendet dabei weitere Neutronen aus. (z.B.: bei der Kernspaltung in Kernkraftwerken)



- Was versteht man unter einer Kettenreaktion?**
Das durch Neutronen ausgelöste lawinenartige Anwachsen von Kernspaltungen.

7. Was versteht man unter Ionisation?

Es ist das Hinzufügen oder Entfernen von Elektronen aus der Atomhülle. Es entsteht also ein Ion.



8. Was sind Ionen?

Ionen sind Atome, die nach außen elektrisch nicht neutral sind. Sie besitzen entweder positive oder negative Ladung.

9. Was ist Ionisierende Strahlung?

Elektromagnetische Wellenstrahlung (γ , Röntgen) oder Teilchenstrahlung (α , β , Neutronen), die energiereich genug ist, um Atome direkt oder indirekt ionisieren zu können.

10. Was ist Kernstrahlung und woher kommt sie?

Kernstrahlung ist ionisierende Strahlung, die in Atomkernen entsteht und von diesen ausgesendet wird.

11. Was versteht man unter Aktivität?

Ist die Anzahl der Kernumwandlungen pro Zeiteinheit (Sekunde) unter Aussendung von Kernstrahlung. Die Maßeinheit der Aktivität ist das Becquerel (Bq).

12. In welcher Maßeinheit wird die Aktivität von radioaktiven Stoffen angegeben?

Sie wird in Becquerel (Bq) angegeben. $1 \text{ Bq} = 1 \text{ Kernumwandlung} / \text{ Sekunde}$
kBq, MBq, GBq, TBq

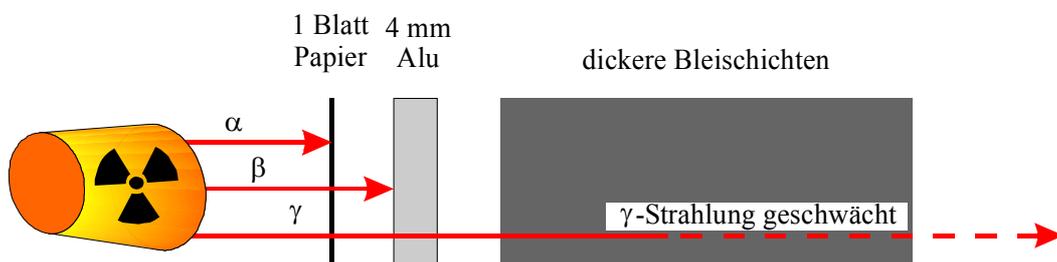
13. Woraus setzt sich die natürliche Umgebungsstrahlung zusammen?

Aus der

- terrestrischen Strahlung, ausgehend von natürlichen Radionukliden auf der Erde und
- der kosmischen ionisierenden Strahlung aus dem Weltraum.

Die natürliche Umgebungsstrahlung ist die Summe aus beiden.

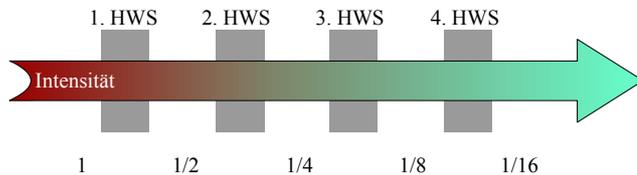
- 14. Woraus besteht die Alpha Strahlung? Wie wirkt sie?**
Sie besteht aus schweren geladenen Teilchen (Helium-Kernen, aufgebaut aus 2 Protonen und 2 Neutronen), die hohe direkt ionisierende Wirkung besitzen.
- 15. Woraus besteht die Beta-Strahlung ? Wie wirkt sie?**
Sie besteht aus leichten Teilchen (Elektronen oder Positronen), die direkt ionisierend wirken.
- 16. Was versteht man unter Gamma-Strahlung? Wie wirkt sie?**
Sie ist eine elektromagnetische Wellenstrahlung und wirkt indirekt ionisierend.
- 17. Woraus besteht Neutronenstrahlung? Wie wirkt sie?**
Sie besteht aus ungeladenen Teilchen und wirkt indirekt ionisierend.
- 18. Reichweite der Alpha-, Beta und Gammastrahlung in Luft?**
Alpha: wenige Zentimeter.
Beta: bis zu einigen Metern.
Gamma: die Intensität nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab.
Die praktische Reichweite endet dort, wo sie von der natürlichen Umgebungsstrahlung nicht mehr unterscheidbar ist.
- 19. Was versteht man unter Abschirmwirkung durch Masse?**
Die Abnahme der Intensität der ionisierenden Strahlung beim Durchdringen von Materie.
- 20. Wie können Alpha- und Betastrahlung nahezu vollständig abgeschirmt werden?**
Alpha: Es genügt ein Blatt Papier oder Ähnliches.
Beta: Es genügen z.B. 5 mm Plexiglas oder einige Millimeter Aluminium



- 21. Wie kann Gammastrahlung abgeschwächt werden?**
Durch Abschirmungen, welche je nach Dicke und Dichte des Abschirmmaterials wirksam werden. Der Schwächungsgrad hängt von der Anzahl der Halbwertschichten des Abschirmmaterials ab.

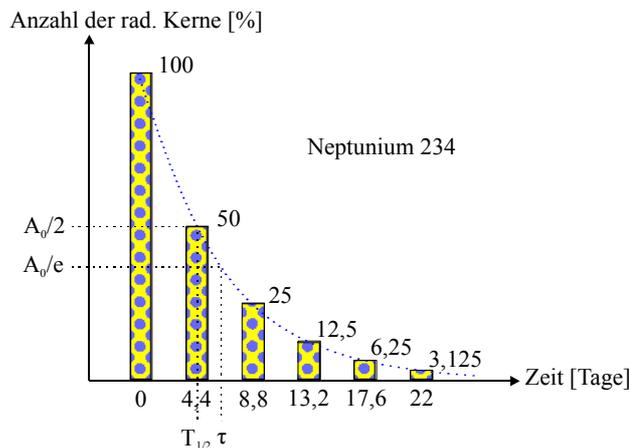
22. Was bewirkt eine Halbwertschicht (HWS) bei Gammastrahlung?

Eine Halbwertschicht vermindert die Intensität der Gammastrahlung um die Hälfte.



23. Was versteht man unter physikalischer Halbwertszeit?

Jene Zeitspanne, nach der die Aktivität (bzw. die Anzahl der Kerne) eines radioaktiven Stoffes auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes abgesunken ist.



Grundlagen des Strahlenschutzes

24. Welches Ziel hat der Strahlenschutz?

Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlung.

25. Was ist mit dem ALARA Prinzip gemeint?

Die Einwirkung von ionisierender Strahlung von natürlichen oder künstlichen Strahlern auf den menschlichen Körper ist so niedrig wie sinnvollerweise möglich zu halten.

26. Was versteht man unter dem Begriff Strahlenexposition?

Jede Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper, soweit diese für das Leben oder die Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft von Bedeutung ist.

27. Kann ionisierende Strahlung durch Sinnesorgane wahrgenommen werden?

Nein.

- 28. Welche Teile des menschlichen Organismus werden bei einer äußeren Strahlenexposition durch Alpha-, Beta- und Gammastrahlung belastet?**
 Alphastrahlung: Hautschichten
 Betastrahlung: Hautschichten und Augenlinse
 Gammastrahlung: der ganze Körper
- 29. Wie kann es zu einer Strahlenexposition von außen kommen?**
 Bestrahlung von außen
 Kontamination
- 30. Was versteht man unter Kontamination durch offene radioaktive Stoffe?**
 Das ist die Verunreinigung von Oberflächen durch offene radioaktive Stoffe
- 31. Wie werden radioaktive Stoffe eingestuft?**
 Umschlossene radioaktive Stoffe: Der Aufbau ist so beschaffen, dass bei bestimmungsgemäßer Beanspruchung jede Verbreitung des radioaktiven Stoffes in die Umwelt verhindert wird.
 Offene radioaktive Stoffe: Sind solche die nicht als umschlossene radioaktive Strahler eingestuft sind.
- 32. Was versteht man unter einem radioaktiven Stoff?**
 Jeder Stoff, der ein Radionuklid oder mehrere Radionuklide enthält, deren Aktivität oder Konzentration in Zusammenhang mit dem Strahlenschutz nicht außer Acht gelassen werden kann.
- 33. Wie kommt es zu einer inneren Strahlenexposition?**
 Inkorporieren eines offenen radioaktiven Stoffes durch Einatmen, Verschlucken, Aufnahme über die Haut oder Wunden
- 34. Was versteht man unter biologischer Halbwertszeit?**
 Jene Zeitspanne, in der inkorporierte Stoffe durch biologische Prozesse zur Hälfte aus dem Körper ausgeschieden werden.
- 35. Was versteht man unter der effektiven Halbwertszeit?**
 Jene Zeitspanne, nach welcher nur mehr die Hälfte der inkorporierten Radionuklide nach Abklingen und Ausscheiden wirksam ist.
- 36. Welche grundsätzlichen Strahlenschäden können am Menschen auftreten?**
 Strahlenschäden, die durch Zufall auftreten und für die keine Dosischwelle existiert. (stochastische Strahlenschäden).
 Strahlenschäden, die mit Bestimmtheit bei Überschreiten einer Dosischwelle auftreten (deterministische oder auch nicht-stochastische Schäden).

- 37. Was bewirken Strahlenschäden die durch Zufall auftreten (stochastische Strahlenschäden)?**
Sie können bei einem geringen Prozentsatz einer bestrahlten Personengruppe Veränderungen von Zellen bewirken, die Erkrankungen hervorrufen.
- 38. Was bewirken Strahlenschäden die mit Bestimmtheit auftreten (deterministische Strahlenschäden)?**
Sie führen ab einer Ganzkörpersofortdosis von 1 Sv zur Strahlenkrankheit. Erste deterministische Strahlenschäden treten ab einer Dosis von 250 mSv auf (Veränderungen des Blutbildes).
- 39. Mit welchen Auswirkungen ist bei der Strahlenkrankheit zu rechnen?**
Übelkeit, Erbrechen
Durchfall
Schwindelanfälle
Erhöhte Infektionsanfälligkeit
Blutbildveränderungen
Krebsentstehung
- 40. Wie kann nach einem Strahlenunfall Erste Hilfe geleistet werden?**
Rettung der Person aus dem Strahlenbereich unter Beachtung des Eigenschutzes
Schutz vor Infektion und Erkältung
Medizinische Versorgung
Dekontaminationsmaßnahmen
- 41. Was versteht man unter Personendosis?**
Die von einer Person aufgenommene biologisch wirksame Dosis.
- 42. Was versteht man unter Äquivalentdosis?**
Sie ist ein Maß für die Dosis unter Berücksichtigung der unterschiedlichen biologischen Wirkung der verschiedenen Arten ionisierender Strahlung. Die Maßeinheit ist das Sievert (Sv, mSv, μ Sv).
- 43. Was versteht man unter Effektivdosis?**
Sie ist die Summe der aufgenommenen Organäquivalentdosiswerte in allen einzelnen Organen und Geweben des menschlichen Körpers.
- 44. Was versteht man unter Sofortdosis?**
Jene Strahlendosis die in so kurzer Zeit (ca.2 Tage oder kürzer) aufgenommen wird, dass keine biologischen Erholungsprozesse wirksam werden.

- 45. Was versteht man unter Teilkörperdosis?**
Jene Strahlenexpositionen von der nur Teile des menschlichen Körpers betroffen sind.
- 46. Was versteht man unter Ganzkörperdosis?**
Jene Strahlenexposition von der mindestens der Rumpf des Körpers betroffen ist.
- 47. Welche höchstzulässige jährliche effektive Strahlenexposition ist für beruflich strahlenexponierte Personen zulässig?**
Arbeitskräfte der Kategorie A: 20 mSv Effektivdosis innerhalb eines Jahres.
In Ausnahmefällen 50 mSv/Jahr, jedoch nicht mehr als 100 mSv in 5 aufeinander folgenden Jahren.
Arbeitskräfte der Kategorie B: 6 mSv Effektivdosis innerhalb eines Jahres.
Für Augenlinse, Haut, Unterarme und Füße sind andere höhere Dosiswerte zulässig.
- 48. Welche Dosisgrenzwerte sind für Einzelpersonen der Bevölkerung zulässig?**
Der Grenzwert der effektiven Dosis, welche zusätzlich zur natürlichen Strahlung aufgenommen werden darf, beträgt 1mSv / Jahr.
- 49. Was versteht man unter kritischer Dosis?**
Sie ist eine Ganzkörpersofortdosis von ca. 1 Sv, bei welcher mit dem Ausbruch der Strahlenkrankheit gerechnet werden muss.
- 50. Was ist die halbletale Dosis?**
Sie ist jene Ganzkörpersofortdosis von ca. 4 Sv, ab welcher die Hälfte der betroffenen Personen wahrscheinlich tödliche Strahlenschäden erleiden, sofern keine medizinische Behandlung erfolgt.
- 51. Was versteht man unter letaler Dosis?**
Sie ist jene Ganzkörpersofortdosis von ca. 7 Sv, bei der ein tödlicher Verlauf aller bestrahlten Personen zu erwarten ist, sofern keine medizinische Behandlung erfolgt.
- 52. Was versteht man unter Dosisleistung und was sind ihre häufigsten Einheiten?**
Dosisleistung = Dosis / Zeit z.B. in Sievert / Stunde
 $\mu\text{Sv} / \text{h}$, mSv / h , Sv / h
- 53. Welche sind die häufigsten Unterteilungen und Vielfache von Strahlenschutzmaßeinheiten?**

Teiler:			Vielfache:		
• Milli-	m..	=1/1000	• Kilo-	k..	=1000
• Mikro-	μ ..	=1/1.000.000	• Mega-	M..	=1.000.000
• Nano-	n..	=1/1.000.000.000	• Giga-	G..	=1.000.000.000

- 54. Wie werden Kontaminationen durch radioaktive Stoffe gemessen?**
Auswahl einer geeigneten Sonde (Alpha, Beta, Gamma), Messung in Bq/cm²
Behelfsmäßig für nicht bekannte Strahlenarten: Angabe der Impulsrate und der Messbedingungen (Abstand, verwendete Messsonde).
- 55. Unter welchen Voraussetzungen ist bei einer Kontamination die Umrechnung der Impulsrate in Aktivität / Fläche (Bq / cm²) möglich?**
Wenn der Kalibrierungsfaktor für die im radioaktiven Strahler enthaltenen Radionuklide bekannt ist.
- 56. Was ist ein taktisches Dosimeter?**
Ein direkt ablesbares Dosimeter (Warndosimeter, Alarndosimeter).
- 57. Wie kann ionisierende Strahlung gemessen werden?**
Durch Umwandlung der ionisierenden Strahlung in messbare Größen (z.B. elektrische Größen, physikalische Größen wie z.B. beim Thermolumineszenzdosimeter).
- 58. Wie funktionieren Thermolumineszenzdosimeter?**
Bestimmte Kristalle (z.B. Kalziumfluorid) haben die Fähigkeit durch Bestrahlung Energie aufzunehmen. Der Energieinhalt ist ein Maß für die Dosis, welche ausgewertet werden kann. Bei der Auswertung wird der Kristall erwärmt (über 300 Grad Celsius) und gibt einen Lichtblitz ab, welcher der vorher aufgenommenen Strahlenmenge direkt proportional ist. Nach Auswertung kann das Dosimeter wieder verwendet werden.
- 59. In welcher Maßeinheit werden die Energien der ionisierenden Strahlung gemessen?**
In Elektronenvolt (eV, keV, MeV).
- 60. Welche grundlegenden Informationen sind an einem Gammadosisleistungsmessgerät angebracht?**
Zulässiger Energiebereich: (z.B.keV, MeV)
Messbereich: (z.B. ... μSv / h, mSv / h, Sv / h)
Zulassungsland, Erstzulassung
Zulassungsbehörde, laufende Nummer.

Schutz vor Strahlenexposition

- 61. Welche drei grundlegenden Maßnahmen zum Schutz vor Strahlenexposition durch Bestrahlung sind anzuwenden (3-A-Regel)?**
Abstand halten
Abschirmung ausnützen
Aufenthaltszeit beschränken.

- 62. Wie lautet das quadratische Abstandsgesetz für Gammastrahlung?**
Die Intensität der Gammastrahlung ändert sich mit dem Quadrat der Entfernung
- Vergrößerung des Abstandes: die Intensität nimmt ab.
 - Verringerung des Abstandes: die Intensität nimmt zu.
- 63. Wie ändert sich die Gamma- Dosisleistung bei einer punktförmigen Strahlenquelle?**
bei Entfernen auf den doppelten Abstand:
- Sie verringert sich auf ein Viertel.
- bei Annähern auf den halben Abstand:
- Sie steigt auf das Vierfache des ursprünglichen Wertes.
- 64. Welche Anzahl von Halbwertschichtdicken ergibt einen Schutzwert 8?**
3 Halbwertschichtdicken.
- 65. Welche Materialien eignen sich besonders zur Abschirmung von Gammastrahlung?**
Blei, Beton, Stahl, abgereichertes Uran.
- 66. Welche Wege der Strahlenexposition sind möglich?**
Durch Bestrahlung von außen
Durch Kontamination der Haut
Durch Aufnahme über die Haut
Durch Einbringen in den Körper über die Atemwege
Durch Wunden
Über den Magen-Darmtrakt
- 67. Welcher Atemschutz wird im Strahlenschutz verwendet ?**
Umluftunabhängiger Atemschutz (Pressluftatmer).
Umluftabhängiger Atemschutz (Filtergeräte, Feinststaubfiltermasken)
- 68. Welche Schutzanzüge werden im Strahlenschutz verwendet ?**
Ein- oder mehrteilige, nicht gasdichte Teilschutzanzüge
Einteilige, gasdichte Vollschutzanzüge.

Strahlenspüren

- 69. Welche Tätigkeiten werden unter dem Begriff Strahlenspüren zusammengefasst ?**
Strahlenmessen
Markieren und Absperren
Melden
Probenahme

70. Welche wesentlichen Spürarten gibt es?

Zu Fuß
mit dem Fahrzeug
mit Luftfahrzeugen

71. Welche wesentlichen Spürverfahren gibt es?

Durchstoßverfahren
Spüren nach höchster Dosisleistung
Spüren auf Verstrahlungslinien
Spüren an bestimmten Punkten
Mäanderverfahren

72. Was versteht man unter Umkehrdosis?

Ein im Spürauftrag festgelegter oder ein am Alarmdosimeter eingestellter Höchstwert der Sofortdosis, bei dem der Strahlenbereich zu verlassen ist.

73. Was versteht man unter Umkehrdosisleistung?

Die im Spürauftrag angegebene Dosisleistung, bei deren Erreichen nicht mehr in Richtung höherer Dosisleistung weiter gespürt werden darf.

74. Wie sieht das internationale Strahlenwarzeichen aus?

Ein purpurrotes oder schwarzes Gefahrensymbol aus drei Ringsektoren um einen Kreis.



75. Welche Maßnahmen setzt man zur Kennzeichnung und Abgrenzung eines verstrahlten Gebietes?

Anbringen von beschrifteten Strahlenwarntafeln, Markierungstafeln, von Trassenbändern und anderen Abgrenzungsgeräten.
Überwachung durch Fachpersonal.

76. Wie werden radioaktiv kontaminierte Bereiche oder Gegenstände markiert?

Es sind Strahlenwarntafeln oder Markierungstafeln mit der Aufschrift „Kontaminiert“, den Messwerten, der Zeit und dem Datum anzubringen.

Transport radioaktiver Stoffe

77. Wie sind Fahrzeuge, die radioaktive Stoffe (nach ADR / RID) befördern gekennzeichnet?

Wenn eine Kennzeichnungspflicht vorliegt, sind bei Straßenfahrzeugen

- Großzettel (Placards) an den beiden Längsseiten und an der Rückseite des Fahrzeuges anzubringen, sowie
- orangefarbene Tafeln an der Vorder- und Rückseite.
- Bei Schienenfahrzeugen ist der Gefahrzettel an den beiden Längsseiten anzubringen.



+



78. Wie sieht der Großzettel (Placard) für Fahrzeuge aus?

- Aufgestelltes Quadrat
- Waagrechte Trennlinie
- Obere Fläche: Strahlenwarnzeichen
- Untere Fläche: Schrift „RADIOACTIVE“ oder die entsprechende UN- Nummer (wird selten angewendet).
Ziffer 7 in der unteren Ecke



79. Wie werden Versandstücke, die radioaktive Stoffe enthalten, gekennzeichnet ?

Identifikation des Absender und/oder Empfänger

UN Nummer und offizielle Benennung laut gültigem ADR:

- UN 2915. Radioaktive Stoffe, Typ A-Versandstück

Angabe des Versandstück-Typs:

- Typ IP-1
- Typ IP-2
- Typ IP-3
- Typ A
- Typ B(U)
- Typ B(M)
- Typ C

Angabe der höchstzulässigen Bruttomasse, wenn mehr als 50 kg

Gefahrzettel der Klasse 7 an zwei gegenüberliegenden Seiten des Versandstückes mit folgenden Angaben:

- Nuklid
- Aktivität
- Transportkennzahl (nur bei II-Gelb und III-Gelb)
- Kritikalitätssicherheitskennzahl (nur bei spaltbaren Stoffen)



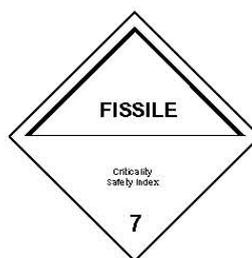
Kategorie I-Weiß



Kategorie II-Gelb



Kategorie III-Gelb



Spaltbare Stoffe

80. Wie werden freigestellte Versandstücke gekennzeichnet?

Absender und/oder Empfänger

Angabe der UN – Nummer, der die Buchstaben „UN“ vorangestellt sind

- UN 2908
- UN 2909
- UN 2910
- UN 2911

Wenn mehr als 50 kg Bruttomasse, ist auch dies zu kennzeichnen

81. Was versteht man unter Transportindex (Transportkennzahl) TI?

Ist der Zahlenwert, der aus einem Zehntel der Gammadosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in 1m Entfernung von der Versandstückoberfläche ermittelt wird.

82. Sofortmaßnahmen bei Transportunfällen ?

Gefahr erkennen - Erkunden - Schadensermittlung

- Gefahrzettel - Kategorie
- Warntafeln
- Beförderungspapiere
- Schriftliche Weisungen für den Lenker
Transportindex

Absichern

- Abgrenzungsmaßnahmen ergreifen

Menschenrettung

Spezialkräfte anfordern

83. Wer darf Versandstücke öffnen, die radioaktive Stoffe enthalten?

Das Öffnen darf nur durch Fachpersonal, das die gesetzlichen vorgeschriebenen Umgangsbewilligungen für solche Arbeiten besitzt, durchgeführt werden.

84. Welche Papiere sind beim Transport radioaktiver Stoffe mitzuführen?

Die schriftlichen Weisungen für das Verhalten des Fahrzeuglenkers bei Zwischenfällen und Unfällen während des Transportes von gefährlichen Gütern.

Beförderungspapier mit Angaben über den

- Absender und Empfänger, über den
- radioaktiven Stoff und dessen
- Verpackung.

85. Welche Versandstücke sind für den Transport radioaktiver Stoffe zugelassen?

Freigestellte Versandstücke

Industrierversandstücke (IP-1 bis IP-3)

Typ A Versandstücke

Typ B Versandstücke

Typ C Versandstücke

Begriffe aus der Strahlenschutzgesetzgebung

86. Welche Personen gelten laut gesetzlichen Bestimmungen als beruflich strahlenexponiert?

- Strahlenexponierte Arbeitskräfte, bei denen davon auszugehen ist, dass sie bei ihrer beruflichen Tätigkeit eine höhere Effektivdosis als 6 mSv / Jahr erhalten können, werden als Arbeitskräfte der Kategorie A eingestuft.
- Strahlenexponierte Arbeitskräfte, die nicht der Kategorie A angehören, werden als Arbeitskräfte der Kategorie B eingestuft.
- Personen, die mit offenen radioaktiven Stoffen außerhalb der Freigrenzen umgehen.
- Im Regelfall Strahlenschutzbeauftragte

87. Welche Personen sind Strahlenschutzbeauftragte?

Jene Personen die mit der Wahrung des Strahlenschutzes betraut und der Behörde genannt sind.

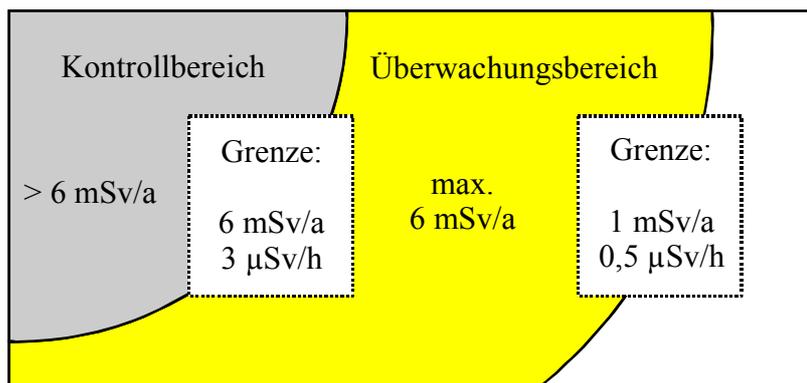
Sie haben eine medizinische oder technische Berufsausbildung nachzuweisen, sowie Berufserfahrung und Kenntnisse im Strahlenschutz (Strahlenschutz Ausbildung gemäß den gesetzlichen Bestimmungen.)

88. Was ist ein Strahlenbereich?

Ein Bereich, in dem Personen einer Strahlenexposition ausgesetzt sein können.

Er kann in

- Kontrollbereich und
- Überwachungsbereich gegliedert sein.



(Dosisleistungsberechnung gilt lt. StrSchG. für eine 40 Stunden-Woche bei 50 Wochen pro Jahr)

89. Kennzeichnung des Kontrollbereiches?

Strahlenwarntafel mit der Aufschrift

- „Vorsicht Strahlung“ oder „RADIOAKTIV“
- „Kontrollbereich“ (mit oder ohne Aufschrift)



90. Untere Altersgrenze für beruflich strahlenexponierte Personen?

18 Jahre

Dekontamination

91. Was versteht man unter Dekontamination in Zusammenhang mit offenen radioaktiven Stoffen?

Herabsetzung der Kontamination bis unter gesetzlich festgelegte Grenzwerte. Nicht fest anhaftende Kontamination ist in jedem Fall zu entfernen.

92. Wie wird Ausrüstung dekontaminiert?

Sie wird entweder entstaubt, gewaschen oder chemisch gereinigt.

- Werden dabei die festgelegten Grenzwerte der Kontamination von Oberflächen in Bq / cm² überschritten, so kann sie solange gelagert werden bis dies durch Abklingen erreicht wird, oder sie wird als radioaktiver Abfall entsorgt.

93. Welche Grundsätze sind bei der Dekontamination von Personen einzuhalten?

Schutzanzüge können an der Person grob dekontaminiert werden.

Kontaminierte Bekleidung ist fachgerecht abzulegen.

Die Körperdekontamination ist fachgerecht durchzuführen.

Körperschutz des Dekontaminationspersonals beachten.

94. Wie erfolgt die Dekorporation von radioaktiven Stoffen?

Atemwege: Kräftiges Ausatmen (Aushusten), Reinigen von Mund und Nase.

Magen-Darm-Trakt: Entleeren des Magens und des Darmes.

In allen Fällen ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen.

95. Welche Stoffe können als Sach-Dekontaminationsmittel verwendet werden?

Zum Beispiel:

- Wasser
- Herkömmliche oder spezielle Reinigungsmittel
- Organische Verbindungen
- Säuren und Laugen in entsprechenden Konzentrationen
- Komplexbildner

Kernkraftwerksunfälle

102. Welche Arten von Strahlenexpositionen sind nach einem Kernkraftwerksunfall möglich?

Strahlenexposition durch Bestrahlung von außen durch den beschädigten Reaktor im Nahbereich und/oder durch ausgetretene radioaktive Stoffe auch in großen Entfernungen.

Bestrahlung durch die am Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe.

Strahlenexposition durch in den Körper aufgenommene radioaktive Stoffe.

Aufnahme von kontaminierten Nahrungsmitteln in den Körper

Einatmen radioaktiver Stoffe aus der Atemluft.

Bestrahlung durch die in der Luft vorhandenen Radionuklide.

103. Wo treten an Personen, die sich im Freien aufgehalten haben, vorrangig Kontaminationen auf?

Haare

Schuhsohlen

Hände

Oberbekleidung

104. Wovon hängt die Strahlenexposition der Bevölkerung nach einem Kernkraftwerksunfall im Wesentlichen ab?

Von der Entfernung: Je größer die Entfernung umso geringer die Dosis.

Von der Windrichtung: In Hauptwindrichtung der radioaktiven Wolke erheblich höher als am Rande.

Von Niederschlägen: Niederschläge können die Dosis während des Durchzuges der radioaktiven Wolke durch Auswaschen erheblich erhöhen.

STRALENSCHUTZ-LEISTUNGSBEWERB IN BRONZE

Bewertung: Gruppe Nr.: _____

LEISTUNGSNACHWEIS & BEWERTUNGSBLATT STATION 5

Bewerber: _____

Datum: _____

Für richtig gehaltene <u>Antwortvorschläge</u>				Abzug	Fehlerarten und Abzugswerte	
	a	b	c			
1						
2					Je ganz verfehlt Antwort: 30	
3						
4						
5					Je halbrichtige Beantwortung (z.B. 1 von 2 Richtigen gewählt, oder 2 gewählt, aber nur 1 richtig: 15	
6						
7						
8					Weitere Abstufungen für Fälle der Typen „1 von 3“ oder „2 von 3“ und andere.	
9						
10						
Summe der Abzüge						
Gutpunkte				2	0	0
Bewertung						

Unterschrift des Bewerbers: _____

ANHÄNGE

Umrechnungen

Grundbegriffe des Strahlenspürens

Probenahme

Koordinatenmeldung und UTMREF

Grundbegriffe des Transports radioaktiver Stoffe

Gefahren und Schutzausrüstung beim Umgang mit radioaktiven Stoffen

Dekontamination

Anhang 1 - Umrechnungen

Vorsätze für dezimale Vielfache und Teile von Einheiten

Zehnerpotenz	Zahlenwert	Vorsatz	Symbol	Zehnerpotenz	Zahlenwert	Vorsatz	Symbol
10^3	1000	Kilo	k	10^{-3}	0,001	Milli	m
10^6	1.000.000	Mega	M	10^{-6}	0,000001	Mikro	μ
10^9	1.000.000.000	Giga	G	10^{-9}	0,000000001	Nano	n
10^{12}	1.000.000.000.000	Tera	T	10^{-12}	0,0000000000001	Piko	p

Umrechnung von im Strahlenschutz gängigen Einheiten

Das Messen ist eine der wichtigsten Aufgaben im Strahlenschutz. Neben den erforderlichen Messgeräten werden dafür vor allem genormte Einheiten benötigt, die in einem System zusammengefasst sind. Heute werden gesetzlich die 1960 international vereinbarten SI-Einheiten verwendet.

Da jedoch speziell auf älteren Geräten immer noch alte (nicht SI) Einheiten vorkommen, ist es wichtig auch die Umrechnung zwischen „alten“ und „SI“-Einheiten zu beherrschen.

Umrechnung der Aktivität

alte Einheit: Curie (Ci)	neue Einheit: Becquerel (Bq) = 1/s
1 kCi = 37 TBq	1 Bq = 27 pCi
1 Ci = 37 GBq	1 kBq = 27 nCi
1 mCi = 37 MBq	1 MBq = 27 μ Ci
1 μ Ci = 37 kBq	1 GBq = 27 mCi
1 nCi = 37 Bq	1 TBq = 27 Ci

Umrechnung der Äquivalentdosis

alte Einheit: rem (röntgen equivalent man)	neue Einheit: Sievert (Sv)
10 μ rem = 0,1 μ Sv	100 mrem = 1 mSv
100 μ rem = 1 μ Sv	1 rem = 10 mSv
1 mrem = 10 μ Sv	10 rem = 0,1 Sv
10 mrem = 0,1 mSv	100 rem = 1 Sv

Anhang 2 - Grundbegriffe des Strahlenspürens

Dieser Begriff umfasst bestimmte Tätigkeiten zum Erkennen von Verstrahlungen und anderen Situationen mit erhöhter Strahlenintensität:

Erfassen der Strahlenintensität und der örtlichen Ausdehnung der Intensitätserhöhung sowie der Art der Verstrahlung, ferner Kennzeichnungsmaßnahmen und Weitergabe von Ergebnissen, sodass eine Grundlage für Schutzmaßnahmen vorliegt.

Konkret sind

- Strahlenmessen
- Melden
- Markieren
- Absperrn
- Probenahme

gemeint.

Der Strahlenspürtrupp

Im Strahlenspürtrupp sind die Funktionen

- Kommandant
- Spürer
- Markierer

vertreten.

Die Ausrüstung umfasst:

Schutz vor Kontamination und Inkorporation (Schutzanzug, Atemschutz, Gummistiefel, Handschuhe)

Physikalische Überwachung (persönliches Dosimeter, z.B. für die Monatsüberwachung, taktisches Dosimeter, z.B. für die Tagesüberwachung)

Orientierungs-, Protokollierungs- und Meldemittel (Kartenmaterial, Planzeiger, ev. GPS, Kompass, Meldeblock, Schreibmaterial, ev. spezielle Meldemittel wie z.B. Funkgerät)

Strahlenmessgeräte für die Intensität des Strahlenfeldes, insbesondere Dosisleistungsmessgeräte

Markierungsmaterial (Tragetasche, Markierungstafeln, ev. Strahlenwarntafeln, Trassenband, Markierungsstäbe, Hammer, Wasserfeste Stifte, Stahlnägel)

Probenahmegeräte (Tragtasche, Behälter und Säcke für feste Proben, Flaschen für Wasserproben, Wischprobelblättchen, Handschuhe, Entnahmehilfsmittel wie Handschaufel, Messer, Pinzetten, ...)

Die Aufgaben des Spürtrupps können – je nach Einsatzorganisation, die ihn stellt – über das Strahlenspüren im engeren Sinn hinausgehen und insbesondere

- Erfassen von weiteren strahlenschutzrelevanten Daten
- Bergung und Abtransport radioaktiven Materials
- Mithilfe bei Dekontaminationsmaßnahmen

umfassen.

Spezielle Begriffe zum Strahlenspüren

Ablaufpunkt

Stelle, an der der Spürvorgang beginnt.

Verstrahlungslinie

Linie, die die Punkte gleicher Dosisleistung verbindet. Bei der Messung in Bodennähe (ca. 1m hoch) ergeben sich geschlossene Linien.

Umkehrdosis

Im Spürauftrag vorgegebener oder am Alarmdosimeter eingestellter Dosiswert (Höchstwert der Sofortdosis), bei dessen Erreichen der Strahlenbereich zu verlassen ist.

Umkehrdosisleistung

Im Spürauftrag angegebener Dosisleistungswert, der (in Richtung höherer Dosisleistung) nicht überschritten werden darf.

Spürverfahren

Unter Spürverfahren versteht man die Möglichkeit und Vorgangsweise für die Festlegung des Verlaufs des Spürwegs.

Durchstoßverfahren

Das Durchstoßverfahren bedeutet das Spüren entlang eines vorgegebenen Weges oder einer Strecke mit gegebener Richtung, um die Verstrahlung entlang dieser Linie festzustellen.

Durchstoßverfahren nach höchster Dosisleistung

Das Durchstoßverfahren nach höchster Dosisleistung dient zum Auffinden punktförmiger Strahlenquellen (oder eng begrenzten Kontaminationen). Beginnend mit einer vorgegebenen Bewegungslinie wird unter Beachtung auftretender Richtungsabhängigkeiten (insbesondere der Abnahme nach einem Maximum) in Richtung ansteigender Dosisleistung abgeschwenkt und weitergespürt.

Spüren auf Verstrahlungslinien

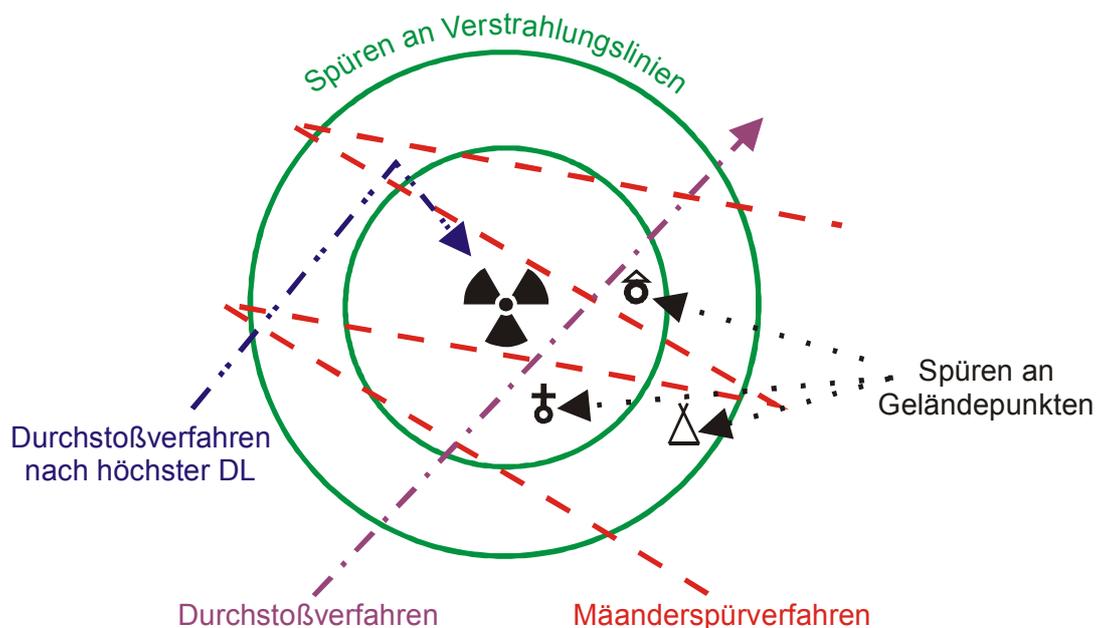
Das Spüren auf Verstrahlungslinien ist geeignet, die genaue Ausdehnung eines verstrahlten Bereiches festzulegen. Beginnend mit einem vorgegebenen Weg wird bei Erreichen des gewünschten Dosisleistungswertes entlang der entsprechenden Verstrahlungslinie weitergespürt. Deren geschlossener Verlauf führt in der Regel zum ersten Messpunkt auf ihr zurück.

Spüren an Geländepunkten

Das Spüren an Geländepunkten wird angewendet, wenn die Verstrahlung wichtiger Geländepunkte oder das Ausmaß einer flächigen Verstrahlung rasch erkundet werden soll. Dazu wird an den vorgegebenen bzw. an markanten Geländepunkten oder an Punkten, die für die Strahlenbelastung von Personen von Bedeutung sind, die Dosisleistung gemessen.

Mäanderspürverfahren

Das Mäanderspürverfahren wird hauptsächlich beim Luftspüren angewandt. Man kann damit relativ große Flächen in kurzer Zeit abspüren. Der Mäander wird zuerst auf einer Karte festgelegt und der Pilot so eingewiesen, damit eine lückenlose Kontrolle möglich ist.



Spürarten

Die Fortbewegungsart beim Strahlenspüren wird Spürart genannt. Verschiedenen Situationen (Gefahrenlage, Gelände, Auftrag) entsprechen verschiedene zweckmäßige Spürarten.

Spüren zu Fuß

bei beschränkten Entfernungen

bei höheren Genauigkeitsanforderungen (z.B. zum Aufspüren von Strahlenquellen)

Spüren mit dem Kraftfahrzeug

bei längeren Strecken

bei höheren Strahlungsintensitäten

Bezüglich der Strahlenbelastung des Spürpersonals kommen die Fahrgeschwindigkeit und der Schutzwert des verwendeten Fahrzeuges zum Tragen.

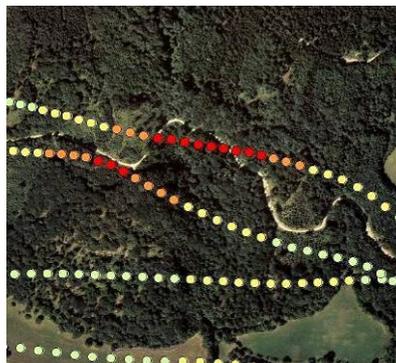
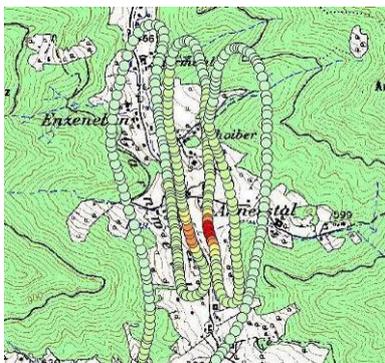
Spüren mit dem Luftfahrzeug

mit besonders empfindlichen Sonden
für rasches Absuchen großer Flächen



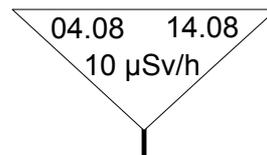
Mit Hilfe eines Computers, eines zugehörigen GPS-Empfängers und eines Messgerätes mit Computer-Anschluss, können nach Auswertung der Ergebnisse diese mit Hilfe eines Programms grafisch dargestellt, bzw. auf Katasterkarten überlagert werden.

Beispiele:



Markieren und Absperren

Zum Markieren verwendet man Markiertafeln oder beschriftbare Strahlenwarntafeln, auf denen mit Fettkreide oder anderen verlässlichen Schreibmittel Datum, Zeit und Ergebnis einer Dosisleistungsmessung eingetragen wird.



Markiert werden:

- speziell ausgesuchte Geländepunkte
- Verstrahlungslinien (d.h. einzelne Punkte davon)
- aufgefundene Strahlenquellen (Tafel 1 m davor)
- Kontaminationen
- Probenahmepunkte

... derart, dass die Schrift von der Seite der niedrigeren Strahlungsintensität (oder niedrigeren Kontamination) aus lesbar ist.

Hilfsmittel (u. a. auch für Absperrungen):

- Holzstäbe (gespitzt)
- Hammer, Nägel (insbesondere Hartstahlnägel)
- Trassenband
- aufstellbare (winkelförmige) Strahlenwarntafeln, Klebeband mit der Aufschrift „Kontamination“ oder „Achtung Strahlung“, etc.

Anhang 3 - Probenahme

Sowohl zur Beurteilung der akuten Gefahrenlage, als auch für Prognosen der längerfristigen Bevölkerungsbelastung durch die Auswirkungen von radioaktivem Fallout sind Boden-, Bewuchs- und Wasserproben nötig, unter Umständen auch Wischproben und Lebensmittelproben.

Der Probennehmer muss sich bewusst sein, dass durch die Sorgfalt bei der Probenahme das Ergebnis und letztlich die richtige Auswertung entscheidend beeinflusst wird. Bei nachlässiger Probenahme kann das Resultat unbrauchbar sein.

Bei Probenahme ist je nach Bedarf entsprechende Schutzbekleidung zu tragen.

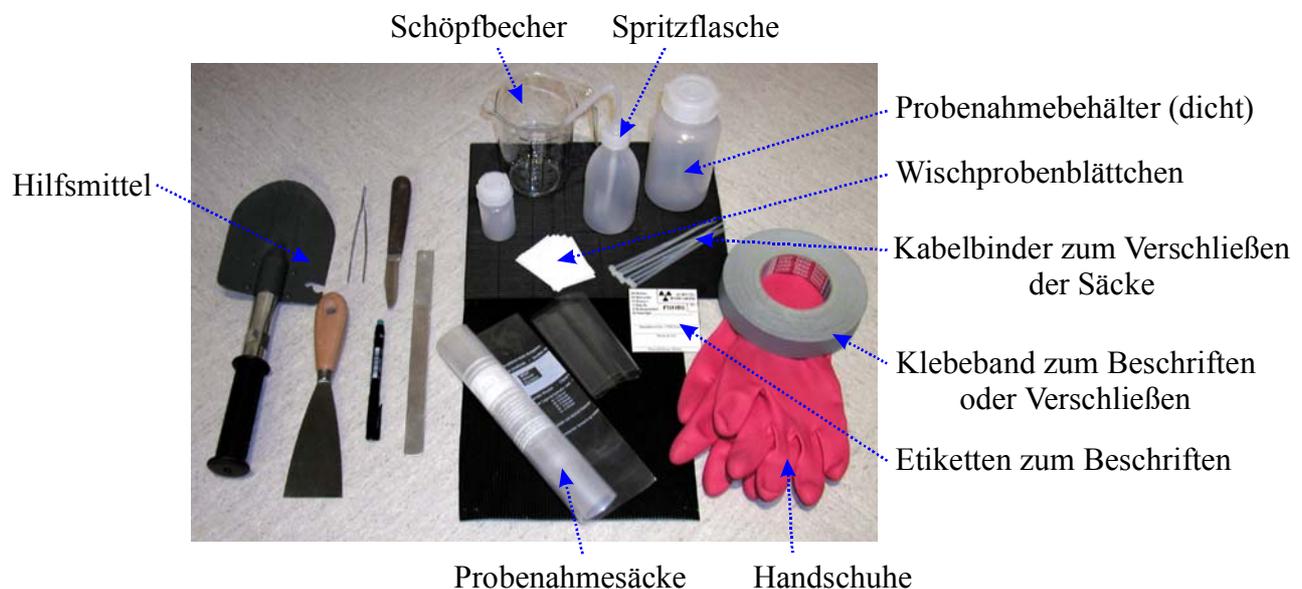
Die Probenbehälter (oder Säckchen) sind zu beschriften:

- Entnahmeort
- Zeitpunkt (Tag und Stunde)
- ev. Besonderheiten bei der Probenahme, Wetter

bei vorliegendem Auftragschein mit PROBENZEICHEN!

Probenahmegeräte:

- Tragtasche
- Behälter und Säcke für feste Proben
- Flaschen für Wasserproben
- Wischprobenblättchen
- Handschuhe
- Entnahmehilfsmittel wie Handschaufel, Messer, Pinzetten, ...



Länder: BGLD; KTN; NOE; OOE; SBG; STMK; TIR; VBG; MAXX (Wien, xx Magistratsnummer)

Das **Probenzeichen** des Probenehmers **besteht aus 4 Teilen** (Punkte 2 und 3 sind als Vorschlag gedacht):

1. **Kenntnis für die Organisation** des Probenehmers (max. 4-stellig), z.B. 4000 ... Amt der OÖ. Landesregierung, ZAMG ... Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
2. **Kenntnis des Probenehmers** = die ersten 4 Buchstaben des Nachnamens, z.B. MUST für Muster
3. **Laufende Zahl**: dreistellige Zahl; gibt an, um die wievielte Probe des Probenehmers es sich handelt (zwecks Zuordnung der Messergebnisse in der Organisationseinheit des Probenehmers)
4. **Jahreszahl**: z.B. 02 für das Jahr 2002

Im dritten Teil des Probenzeichens sind der Zweck und die Priorität der Probenahme lt. **Probenahmeauftrag** anzukreuzen

Probenzeichen: O O E L - 4 0 0 7 M U S T 0 1 1 3 / 1 0 2 - a b c d 1 2 3

Auftraggeber
Probenzeichen d. Probenehmers
Zweck + Priorität d. Probenahme
(Organisationskennung, Probenehmerkennung, laufende Zahl/Jahr)
(bitte ankreuzen)

Durchführung der Probenahmen

Die korrekte Durchführung der Probenahme und die Angabe der erforderlichen Probandaten sind Voraussetzung für eine verlässliche Beurteilung der Messergebnisse. Eine besondere Bedeutung hat in diesem Zusammenhang das Probenzeichen, da es zur Identifikation von Probe, Auftraggeber und Probenehmer dient. In einem eigenem Blatt wird das Format des Probenzeichens erläutert.

Probenahmeanleitung für Grünbewuchs- und Boden-Proben (Schnee-Proben)

Die Beprobung soll die örtliche Gesamtdosition bestimmen (in Bq/m²). Die Probenahmetiefe richtet sich nach der Tiefe der Deposition (d.h. z.B. im Sommer Grünbewuchs und oberste Bodenschicht, bei Schneefall der gesamte kontaminierte Schnee bzw. bei Beginn des Schneefalls während der Deposition Schnee und obere Bodenschicht). Die ausgewählte Fläche soll bewachsen (Wiese), freiliegend, nach Möglichkeit ohne Neigung und von einer Größe von mindestens 20 x 20 Meter, besser ca. 100 x 100 Meter, sein. Die Teilproben sind auf dieser Fläche gleichmäßig verteilt zu ziehen. Bei extremen Bedingungen wie Wasserstau, Anlandungen oder Austrägen scheidet die Fläche als Standort aus.

Grünbewuchs

3 Proben von jeweils einer Fläche von z.B. 20 x 50 cm (also 3 Proben mit mind. 0,10 m²), bei sehr hohem Bewuchsstand (knapp vor dem Schnitt) genügt auch je eine Fläche von z.B. 20 x 20 cm (3 Proben à $\geq 0,04$ m²), eine Angabe im Probenbegleitschreiben über die Anzahl der Entnahmeflächen und deren Größe ist unbedingt erforderlich. Das Gras ist mittels Schere in etwa 2 cm Höhe über dem Boden abzuschneiden, wobei darauf zu achten ist, dass möglichst keine Erde auf das Gras gelangt.

Boden

Die Fläche sowie die Anzahl der Einzelproben pro Standort müssen genau bestimmt werden. Die Entnahmetiefe soll 2 bis 5 cm betragen. Die Bodenproben werden entweder mit einem Probenstecher oder als Bodenziegel entnommen und in das Probesäckchen gegeben.

- Stecherproben

Zu diesem Zweck werden Bodenstecher verwendet. Das Gras muss ggf. zuerst in etwa 2 cm Höhe abgeschnitten werden; Grasstoppeln und Wurzeln gehören zur Bodenprobe. Je nach Durchmesser des Stechers sind etwa 10 (bei 5 bis 6 cm Durchmesser) bis 20 Proben (bei 3 bis 4 cm Durchmesser) zu ziehen (die Gesamtprobenfläche soll im Bereich von 150 – 300 cm² liegen). Eine Angabe des Durchmessers des Probenstechers und der Anzahl der Stecherproben je Standort ist im Probenbegleitschreiben unbedingt erforderlich.

- Ziegelproben

3 Bodenproben von einer Wiesenfläche, von der das Gras in etwa 2 cm Höhe abgeschnitten worden war (gleiche Flächen wie unter Grünbewuchs; Grasstoppeln und Wurzeln gehören zur Bodenprobe). Größe 20 x 20 cm (0,04 m²); die Entnahme erfolgt mit einer Schaufel. Eine Angabe der Anzahl der Entnahmeflächen und deren Größe ist im Probenbegleitschreiben unbedingt erforderlich.

Schnee

Bei der Schneebeprobung ist analog der Bodenbeprobung (Stecher- oder Ziegelproben) vorzugehen, wobei die Entnahmetiefe von der Tiefe der Deposition abhängt.

Oberflächen-Wasserprobe

Fließgewässer

Die Probenahme darf nicht an Stellen mit stehendem Wasser (Sedimentation) oder mit sehr hoher Fließgeschwindigkeit (Aufwirbelung des Sedimentes) erfolgen. Das Wasser soll nicht direkt von der Oberfläche abgeschöpft werden, sondern in 10 – 30 cm Tiefe. Die Gesamtprobenmenge beträgt ca. 10 Liter. Bei Probensammlung mit automatischen Sammelgeräten sind die Sammelintervalle so zu wählen, dass die Probenmenge pro Intervall ca. 5 l beträgt. Von der Gesamtmischprobe sind ca. 10 l für die Messung im Labor zu ziehen.

Stehendes Gewässer

Das Wasser soll nicht direkt von der Oberfläche abgeschöpft werden, sondern in 10 – 30 cm Tiefe. Die Gesamtprobenmenge beträgt ca. 10 Liter.

Niederschlags-Probe

Auffangbehälter im Freien aufstellen. Bei Probenwechsel nach Aufrühren des Bodensatzes Niederschlag in Plastikflasche füllen und mittels Wägung die Niederschlagsmenge bestimmen. Vor dem nächsten Aufstellen des Auffangbehälters diesen mit Leitungswasser spülen und mit Papiertuch trocken wischen.

Wischprobe

Die Wischprobe wird an vermutlich kontaminierten Flächen durchgeführt. Der Probenehmer nimmt das Wischprobenblättchen aus der Verpackung und befeuchtet es mit Alkohol aus dem Spritzfläschchen. Dann ist eine Fläche von 10 x 10 cm sorgfältig abzuwischen. Nach Beschriften des Probennahmesäckchens ist die Wischprobe darin zu verstauen und das Säckchen zu verschließen.

Lebensmittelprobe

Die Probenahme für Lebensmittel-Proben hat nach den Vorschriften des Österreichischen Lebensmittelbuches zu erfolgen. Abweichend von den dortigen Angaben sind im Anlassfall Mindestprobenmengen von 1l für flüssige Lebensmittel und 0,5 kg für alle anderen Lebensmittel (Nettogewicht ohne Knochen, Fett, Schalen, etc.) ausreichend.

Anhang 4 - Koordinatenmeldung und UTMREF

Eine Koordinatenmeldung ist eine reproduzierbare Ortsangabe. Man benötigt dazu eine Landkarte (bzw. einen Plan) mit einem Gitternetz oder Koordinaten, welches die dargestellte Fläche (unter Einhaltung bestimmter Bedingungen) in Quadrate teilt. Als Hilfsmittel zum Bestimmen oder protokollieren eines Ortes dient ein zum Maßstab von Karte bzw. Plan passender Planzeiger (Netzteiler).

ÖK 50 UTM bzw. ÖMK 50 UTM

Mit Stichtag 1. Jänner 2001 tritt das UTM-System in Österreich

- in allen Führungsebenen des Bundesheeres für Zwecke im In- und Ausland
- in der umfassenden Landesverteidigung sowie
- im Zivil- und Katastrophenschutz

in Kraft.

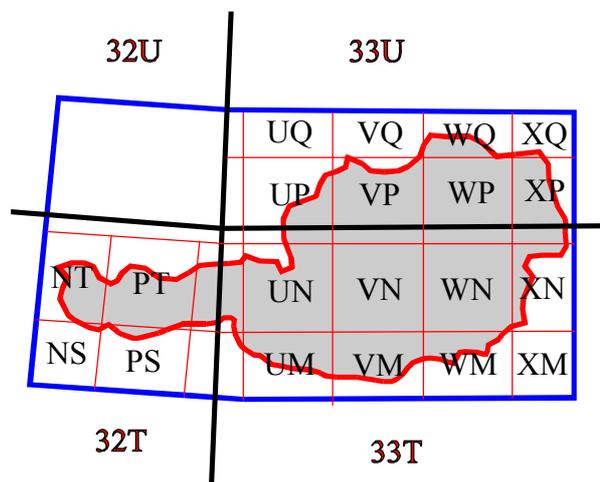
Da derzeit keine flächendeckende Versorgung mit Kartenmaterial gegeben ist und vor 2007 auch nicht damit zu rechnen ist, wird nach wie vor mit dem Bundesmeldenetz gearbeitet.

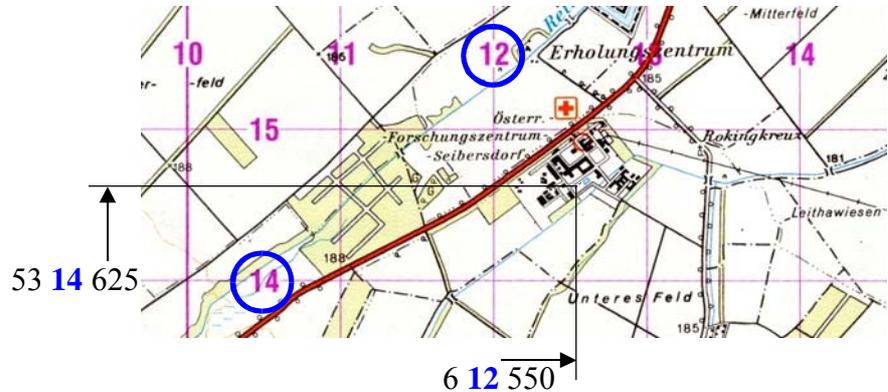
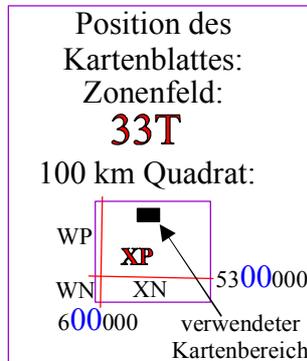
UTM = Universale Transversale Mercatorabbildung nach dem „World Geodetic System 1984“

Der Zweck des UTM-Systems ist die rasche und eindeutige, weltweite Ortsangabe eines Objektes anhand entsprechend ausgestatteter Karten.

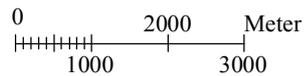
Das UTM-System, welches ursprünglich von der NATO stammt, ist derart aufgebaut, dass Ortsangaben anhand ausgestatteter Karten oder sonstiger Unterlagen erdumspannend ermöglicht werden.

Die Angaben des Zonenfeldes bzw. des 100 km Quadrates beziehen sich auf übergeordnete „größere“ Gitternetze.





Maßstab: 1 : 50 000
1 cm auf der Karte = 500 m in Wirklichkeit



Meldesystem-Beispiele anhand des Containers von Station 3 im Spürgarten des Forschungszentrums Seibersdorf:

UTM-Koordinaten im zivilen Bereich:

33 612550 E 5314625 N
 Zonenfeld Ostwertkoordinaten Nordwertkoordinaten

UTMREF (MGRS) im militärischen Bereich:

33T XP 12550 14625
 Zonenfeld 100 km Quadrat Koordinate „Ost“ Koordinate „Nord“

Freigestellte Versandstücke

Dies sind Versandstücke, deren Beförderung wegen ihres geringen Aktivitätsinhaltes und der geringen Dosisleistung (nicht mehr als 5 $\mu\text{Sv/h}$) von bestimmten Anforderungen des ADR befreit sind, z.B. von:

- Keine Gefahrzettel am Versandstück, aber Kennzeichnung mit der UN Nummer
- Keine Kennzeichnung des Fahrzeuges vorgeschrieben (keine Orangefarbenen Kennzeichnungen, keine Placards)
- Keine typisierte Verpackung, aber Mindestanforderungen an Qualität der Verpackung

Voraussetzungen dafür sind unter anderem:

- Hinweis auf radioaktiven Inhalt im Inneren des Versandstückes
- ausreichende Widerstandsfähigkeit (gegen Stoß, Wasser, ...)
- Dosisleistung an der Oberfläche der Verpackung nicht über 5 $\mu\text{Sv/h}$
- Aktivität unterhalb bestimmter Grenzwerte

Beispiele: Rauchgasmelder neuerer Bauart, Schulstrahlenquellensätze, Reagenzien für medizinische Labors – jeweils in entsprechenden Dosen und / oder Schachteln.



Industrierversandstücke

dienen der Beförderung radioaktiver Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (Aktivität pro Masseinheit) oder radioaktiv verunreinigter Gegenstände. Je nach den Eigenschaften des radioaktiven Inhaltes gelten abgestufte Anforderungen an die Verpackung (3 Stufen).

Beispiele: Erzkonzentrate, Lösungen bestimmter Aktivitätskonzentration, kontaminierte Werkzeuge in entsprechenden Behältern

Typ A – Versandstücke

Sind so beschaffen, dass unter üblichen Beförderungsbedingungen ein Austreten der enthaltenen radioaktiven Stoffe verhindert wird. Die Abschirmung muss während des Transports voll erhalten bleiben. Bei Unfällen ist Schwächung der Abschirmung und Austreten des radioaktiven Stoffes möglich.

Mengenbegrenzung: Für (praktisch) jedes Nuklid ist je ein Aktivitätsgrenzwert A_1 für besondere Form und A_2 für andere Ausführungsformen festgelegt.

Beispiele: Rauchgasmelder älterer Bauart, Radiopharmaka, „kleinere Geräte“ für zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



Typ B – Versandstücke

Diese dienen der Beförderung größerer Mengen (höherer Aktivitäten) radioaktiven Materials. Sie sind so beschaffen, dass sie bei einem Transportunfall keine wesentlichen Beschädigungen erfahren.

Aufgrund von Typenprüfungen werden Zulassungszertifikate (mit typenbezogener Mengenbegrenzung) ausgestellt.

Beispiele: Geräte für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung bzw. für die Strahlentherapie



Kennzeichnung eines Versandstückes

Folgende Vorgänge, Begriffe und Grenzwerte sind für die Kennzeichnung eines Versandstückes mit „Gefahrzetteln“ wesentlich:

- Ermittlung der Dosisleistung an der Außenoberfläche – insbesondere des Höchstwertes davon
- Freigestelltes Versandstück: DL an der Oberfläche höchstens 5 $\mu\text{Sv/h}$ (Weitere Eigenschaften siehe vorher), kein Gefahrzettel erforderlich

- Nicht freigestelltes Versandstück: an 2 gegenüberliegenden Außenflächen sind Gefahrzetteln anzubringen – entsprechend der Zuordnung zu einer von 3 Kategorien
Bei Containern muss an allen vier Seiten die Kennzeichnung erfolgen.
- DL an der Oberfläche bis zu 5 $\mu\text{Sv/h}$: Kategorie I weiß.
- Bei Kategorie II + III: Ermitteln der höchsten DL in 1 Meter Entfernung, . Daraus abgeleitet:
 - Transportkennzahl: Höchste DL in 1 m Entfernung in $\mu\text{Sv/h}$ ausdrücken. Diese Maßzahl durch 10 dividieren. Das Ergebnis heißt Transportindex (Transportkennzahl) TI.
- DL an der Oberfläche zwischen 5 $\mu\text{Sv/h}$ und 500 $\mu\text{Sv/h}$ (0,5 mSv/h) und DL in 1 m Entfernung bis zu 10 $\mu\text{Sv/h}$ (also TI bis zu 1): Kategorie II, gelb-weißer Gefahrzettel (ADR-Muster 7B)
- DL an der Oberfläche über 0,5 mSv/h oder DL in 1 Meter Entfernung über 10 $\mu\text{Sv/h}$: Beförderung nur „unter ausschließlicher Verwendung“ zulässig. (d.h. direkte Fahrt vom Absender zum Empfänger, keine Zu- und Abladungen zwischendurch)
- Eintragung des Radionuklidnamens in den Gefahrzettel (bei Gemischen: zumindest die Namen der restriktivst zu handhabenden Nuklide)
- Eintragen der Aktivität des radioaktiven Stoffes in den Gefahrzettel
- Bei Kategorie II und III auch Eintragen der Transportkennzahl

Zur Beförderung zugelassene Stoffe sind in 2 Tabellen im ADR/RID zu entnehmen:

Zuordnung zu so genannten UN-Nummern

UN 2908, Radioaktive Stoffe, freigestelltes Versandstück – leere Verpackung
 UN 2909, Radioaktive Stoffe, freigestelltes Versandstück – Fabrikate aus natürlichem Uran
 oder
 UN 2909, Radioaktive Stoffe, freigestelltes Versandstück – Fabrikate aus abgereichertem Uran
 oder
 UN 2909, Radioaktive Stoffe, freigestelltes Versandstück – Fabrikate aus natürlichem Thorium
 UN 2910, Radioaktive Stoffe, freigestelltes Versandstück, begrenzte Stoffmenge
 UN 2911, Radioaktive Stoffe, freigestelltes Versandstück – Instrumente
 oder
 UN 2911, Radioaktive Stoffe, freigestelltes Versandstück – Fabrikate
 UN 2912, Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-I)
 UN 2913, Radioaktive Stoffe, Oberflächenkontaminierte Gegenstände (SCO-I oder SCO-II)
 UN 2915, Radioaktive Stoffe, Typ A – Versandstück
 UN 3332, Radioaktive Stoffe, Typ A – Versandstück, in besonderer Form
 UN 2916, Radioaktive Stoffe, Typ B(U) – Versandstück
 UN 2917, Radioaktive Stoffe, Typ B(M) – Versandstück
 UN 2919, Radioaktive Stoffe, unter Sondervereinbarung befördert
 UN 2978, Radioaktive Stoffe, Uranhexafluorid
 UN 3321, Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-II)

UN 3322, Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-III)

UN 3323, Radioaktive Stoffe, Typ C – Versandstück

UN 2977, Radioaktive Stoffe, Uranhexafluorid, spaltbar

UN 3324, Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-II), spaltbar

UN 3325, Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-III), spaltbar

UN 3326, Radioaktive Stoffe, Oberflächenkontaminierte Gegenstände (SCO-I oder SCO-II), spaltbar

UN 3327, Radioaktive Stoffe, Typ A – Versandstück, spaltbar

UN 3328, Radioaktive Stoffe, Typ B(U) – Versandstück, spaltbar

UN 3329, Radioaktive Stoffe, Typ B(M) – Versandstück, spaltbar

UN 3330, Radioaktive Stoffe, Typ C – Versandstück, spaltbar

UN 3331, Radioaktive Stoffe, unter Sondervereinbarung befördert, spaltbar

UN 3333, Radioaktive Stoffe, Typ A – Versandstück, in besonderer Form, spaltbar

Zuordnung der für Typ A-Versandstücke höchst zulässigen Aktivitätswerte

Tabellen für ca. 400 angeführte Radionuklide, jeweils in besonderer Form („A₁“) und für andere Form („A₂“) z.B.

Nuklid	Am 241	Co 60	Cs 137	I 131	Ir 192	Tc 99m
A ₁ (TBq)	2	0,4	2	3	1	8
A ₂ (TBq)	2·10 ⁻⁴	0,4	0,5	0,5	0,5	8

Beförderungsmittel und Beförderung

Die Bestimmungen stellen Anforderungen an

- Ausrüstung, insbesondere
 - Feuerlöschmittel
 - Unterlegkeile, vom Fahrzeugnetz unabhängige Warnzeichen, Handlampen, Warnkleidung
- Beladung (Abstand vom Fahrer, gesicherte Lage, vorgeschriebene Trennung von anderen Ladegütern, ...)
- Zusammenladeverbot beachten (z.B. radioaktive Stoffe nie mit explosiven Stoffen, ...)

Kennzeichnung eines Fahrzeuges mit anderen als freigestellten Versandstücken

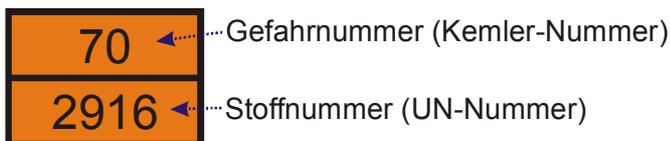
Straßenfahrzeug:

- 2 orangefarbene rechteckige Tafeln



Beide Varianten sind gleichermaßen zulässig

Wenn verpackte radioaktive Stoffe mit einer einzigen UN Nummer unter ausschließlicher Verwendung und keine anderen gefährlichen Güter befördert werden, müssen die orangefarbenen Kennzeichnungen mit der Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr (Kapitel 3.2 Tabelle A Spalte 20 des ADR) sowie der UN Nummer versehen sein



7D: Anstelle der Bezeichnung „Radioactive“ ist in oben angeführtem Fall auch die Verwendung der UN Nummer möglich

Gefahrtafeln nach ADR 7D an beiden Seitenwänden und an der Rückwand





Schienefahrzeug:

- Gefahrtafeln nach ADR 7D an beiden Seitenwänden

Gefahrzettel nach ADR/RID (Versandstück – Kennzeichnung)



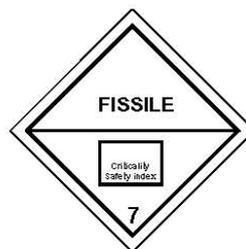
7A



7B



7C



7E

(zusätzlich zu A, B oder C vorgeschrieben, falls es sich um einen spaltbaren Stoff handelt)

Begleitpapiere

Beförderungspapier (keine vorgeschriebene Form) mit folgenden Inhalten:

- Name und Anschrift des Absenders und Empfängers
- Anzahl und Beschreibung der Versandstücke
- Die UN – Nummer, der die Buchstaben „UN“ vorangestellt werden
- Die offizielle Benennung für die Beförderung (siehe weiter oben bei den UN Nummern)
- Die Nummer der Klasse 7
- Name oder Symbol jedes Radionuklids
- Eine Beschreibung der physikalischen und chemischen Form des Stoffes, oder die Angabe, dass es sich um einen Stoff in besonderer Form handelt
- Die maximale Aktivität während der Beförderung
- Die Versandstückkategorie
- Die Transportkennzahl (nur bei II-Gelb und III-Gelb)
- Das Kennzeichen jedes Zertifikates, wenn zutreffend
- Zusätzliche Maßnahmen bei der Verladung, der Verstauung, der Beförderung, der Handhabung und der Entladung des Versandstücks oder einen Hinweis darauf, dass solche Maßnahmen nicht nötig sind

Schriftliche Weisungen, seit ADR 2009 ein Muster für alle Klassen der Beförderung gefährlicher Güter.

Lichtbildausweis für jedes Mitglied der Fahrzeugbesatzung

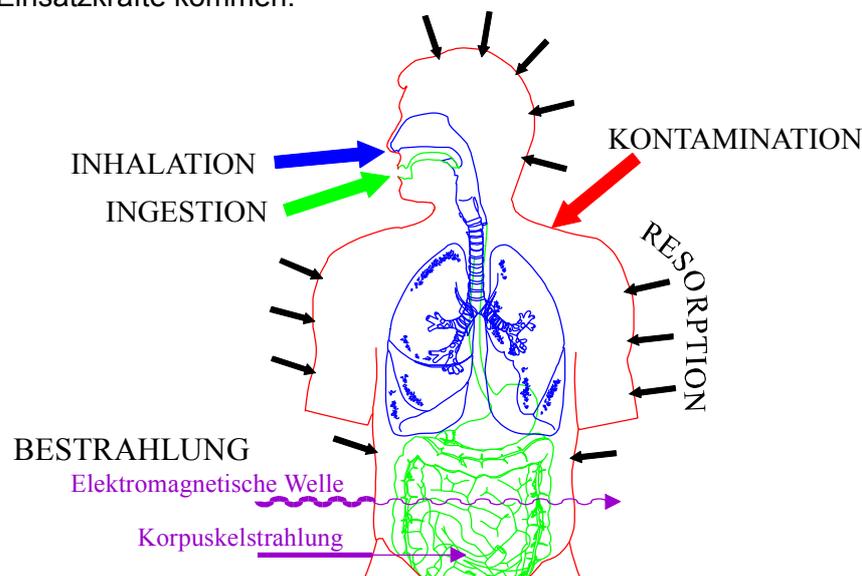
Sonderbewilligungen und -Berechtigungen, falls erforderlich

- Zeugnis des Lenkers über die Berechtigung zur Beförderung gefährlicher Güter der Klasse 7
- Der wesentliche Text einer Sondervereinbarung mit der zuständigen Behörde (wenn zutreffend)

Anhang 6 - Gefahren und Schutzausrüstung beim Umgang mit radioaktiven Stoffen

Gefahren

Beim Umgang mit offenen oder umschlossenen radioaktiven Stoffen kann es zu folgenden Gefahren für die Einsatzkräfte kommen:



- Kontamination
Verunreinigung von Haut und Bekleidungsflächen mit radioaktiven Stoffen
- Inkorporation
Aufnahme eines radioaktiven Stoffes in den Organismus
 - Resorption
Aufnahme von radioaktiven Stoffen über die Haut oder Schleimhaut
 - Inhalation
Aufnahme von radioaktiven Gasen, Dämpfen, Aerosolen und Stäuben in den Atemtrakt
 - Ingestion
Aufnahme eines radioaktiven Stoffes in den Verdauungstrakt mit dem Trinkwasser oder der Nahrung
- Bestrahlung
Einwirkung von ionisierender Strahlung von außen auf und in den Körper

Schutzausrüstung

Um eine Kontamination (Verunreinigung) des Körpers, bzw. eine Aufnahme von radioaktiven Stoffen in den Körper zu vermeiden, muss eine entsprechende Schutzbekleidung mit Atemschutz getragen werden.

Da sich die Ausrüstung je nach Organisation unterscheidet, sollen hier nur die wichtigsten Arten aufgezeigt werden.

Weiters soll festgehalten werden, dass sich die Erfordernis der Schutzausrüstung im Verlauf eines Einsatzes z.B. durch neue Informationen und einer daraus resultierenden Veränderung der Gesundheitsgefährdung, verändern kann.

Atemschutz

Je nach Aktivitätskonzentration (und anderen Schadstoffen) in der Atemluft sind bei Arbeiten mit radioaktiven Stoffen verschiedene Atemschutzvarianten einzusetzen.

Man unterscheidet:



Umluftabhängiger Atemschutz
(Filtergeräte → leichter Atemschutz)



Umluftunabhängiger Atemschutz
(Pressluftatmer → schwerer Atemschutz)

Abhängig von der Konzentration bzw. anderen Schadstoffen sowie Sauerstoffgehalt der Atemluft. Zeitunabhängig.

Unabhängig von der Umgebungsatmosphäre, jedoch begrenzte Arbeitszeit. (meist ~30 min)

Körperschutz

Auch hier verwendet man je nach Schadstoffkonzentration und Art verschiedene Ausrüstungen.

- Es gibt einteilige und zweiteilige, nicht gasdichte und gasdichte, sowie Teilschutz- und Vollschutz-Anzüge.



Einsatzbekleidung mit leichtem
Atemschutz und
Kontaminationsschutzhaube



Teilschutzbekleidung mit
leichtem Atemschutz



Teilschutzbekleidung mit
schwerem Atemschutz



Vollschutzanzug mit schwerem
Atemschutz, gasdicht



zweiteiliger -durch Überdruck
gasdichter- Vollschutzanzug
mit Überdruckbelüftungsgerät
(leichter Atemschutz)



gasdichter Vollschutzanzug mit
Überdruck. Schwerer
Atemschutz im Anzug

Anhang 7 - Dekontamination

Auch bei sorgfältiger Arbeitsorganisation und Durchführung kann es beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen zu einer Hautkontamination kommen. Eine fachgerechte, wirksame Dekontamination der kontaminierten Haut führt zur schnellen Reduzierung der Strahlenexposition der Haut.

Ziel jeder Dekontamination ist es, möglichst jede messbare Hautkontamination zu entfernen oder zu vermindern.

Umgang mit kontaminierten Personen

Maßnahmen vor dem Umgang

- Aufenthalts- und Behandlungsbereich für kontaminierte Personen absperren.
- Falls Art und Umfang der Kontamination dies erfordern, ist Schutzkleidung (Mantel, Handschuhe, Überschuhe, Mundschutz, Kopfhaube und Atemschutz, eventuell Schutzanzug) anzulegen.
- Personendosimeter verwenden.
- Möglichst mit Nuklearmedizinischen Abteilungen bzw. in diesen Bereichen tätigen Ärzten zusammenarbeiten.

Umgang mit kontaminierten Personen

- Kleidung und Gegenstände der kontaminierten Person entfernen und sicherstellen.
- Achtung: Kontaminationsverschleppung vermeiden.
- Stärke und Ausdehnung der Kontamination durch geeignete Messungen feststellen und protokollieren.
- Dekontamination nach Umfang und Stärke der Verunreinigung vornehmen.
- Feststellen und dokumentieren, wie es zu der Personenkontamination gekommen ist.

Maßnahmen nach Dekontamination

- Sämtliche benutzten oder berührten Gegenstände, Instrumente, Materialien und Hilfsmittel sicherstellen und durch geeignete Messungen auf Kontamination überprüfen und ggf. dekontaminieren.
- Verpacken sämtlicher kontaminierter Gegenstände in geeigneten Behältnissen.
- Überprüfung des mit der Dekontamination beauftragten Personals.

Maßnahmen nach Beendigung

- Aufenthalts-, Dekontaminations- und Behandlungsräume auf Kontamination überprüfen und gegebenenfalls dekontaminieren.

Dekontaminationsmaßnahmen

Dekontamination von Ausrüstung:

Sie wird entweder entstaubt, gewaschen oder chemisch gereinigt.

Werden dabei die festgelegten Grenzwerte der Kontamination von Oberflächen in Bq / cm² überschritten, so kann sie solange gelagert werden bis dies durch Abklingen erreicht wird, oder sie wird als radioaktiver Abfall entsorgt.

Sach-Dekontaminationsmittel:

- Wasser
- Herkömmliche oder spezielle Reinigungsmittel
- Organische Verbindungen
- Säuren und Laugen in entsprechenden Konzentrationen
- Komplexbildner

Dekontamination von Personen:

- Schutzanzüge können an der Person grob dekontaminiert werden. Kontaminierte Bekleidung ist fachgerecht abzulegen.
- Die Körperdekontamination ist fachgerecht durchzuführen.

Personen-Dekontaminationsmittel:

- Herkömmliche Waschmittel
- Handwarmes Wasser
- andere Reinigungsmittel nach Anordnung des Arztes
- Wassertemperatur nie über 30°, da sich sonst die Poren der Haut öffnen und radioaktive Partikel resorbieren
-

Lageskizze mit Deko-Station bei Unfällen mit offenen radioaktiven Stoffen:

Um Kontaminationsverschleppung zu vermeiden, ist eine strenge Trennung zwischen „Kontaminierten Bereich“ (Heißer Zone) und „Sauberen Bereich“ durchzuführen. Alle Personen oder Gegenstände, die den kontaminierten Bereich verlassen, müssen durch die Deko-Schleuse. Dort wird die Kontamination gemessen und im Bedarf gereinigt.