

TRANSPORT GEFÄHRLICHER GÜTER

Klasse 7 Radioaktive Stoffe

V1 29.04.2026, Peter Häberling



Inhaltsverzeichnis

Seite

Physik

Durchschnittliche natürliche Dosisbelastung 3

Was sind radioaktive Stoffe 4

Biologie

6

Strahlenschutz

A bstand 8

A ufenthaltszeit 8

A temschutz 9

A bschirmung 9

Beispiele für Dosisabschätzungen 10

Transport

11

Versandstück

12

Fahrzeug

18

Beförderung

23

Ausbildung

30

Persönliche Notizen

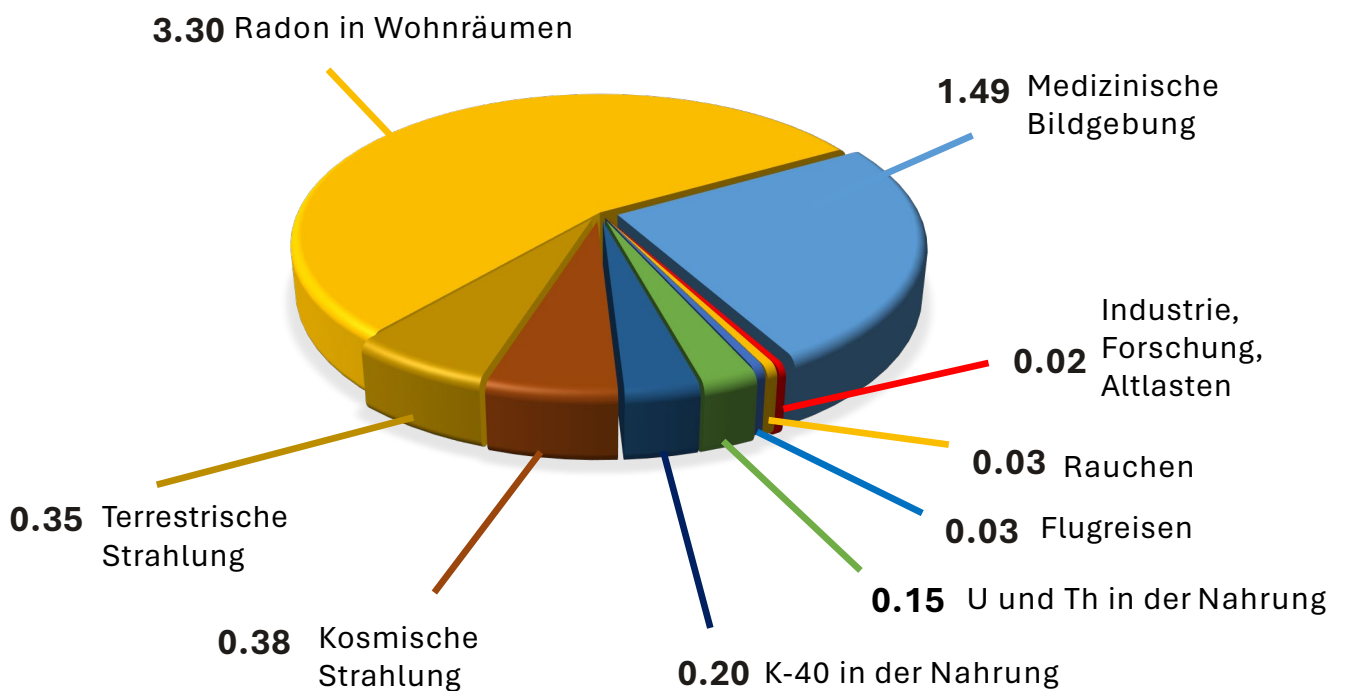
31

Durchschnittliche natürliche jährliche Dosisbelastung der schweizer Bevölkerung

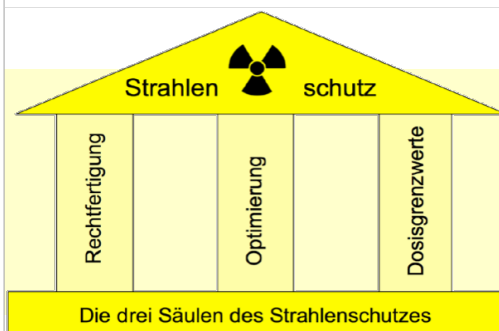
Ionisierende Strahlung gibt es überall. Radioaktive Stoffe strahlen, unsere Erde strahlt, Sterne aus dem Weltall strahlen, unsere Nahrung strahlt... eigentlich strahlt Alles! Zudem produzieren wir Strahlung in der Forschung und Industrie wie auch in der Medizin.

Diese Strahlung verursacht in unserem Körper eine Dosis. Im Durchschnitt für die schweizer Bevölkerung ca. 6 mSv. Das bedeutet die 6 mSv sind nicht tödlich und unser Körper kann mit dieser Dosis gut umgehen. Es ist allerdings «nur» ein Durchschnittswert. Nicht jede Person hat jedes Jahr eine medizinische Anwendung die Dosis verursacht. Nicht jede Person raucht oder fliegt gleich viel. Es gibt medizinische Anwendungen die in kurzer Zeit 100 mSv Dosis verursachen. Auch Vielflieger wie die Kabinenbesatzung von einem Flugzeug, sie bekommen 4 bis 5 mSv pro Jahr. Interessanterweise etwa gleich viel wie das strahlenexponierte Personal in einer Kernanlage.

Mittlere jährliche Dosisbelastung der Schweizer Bevölkerung ca. **6 mSv** (2024)

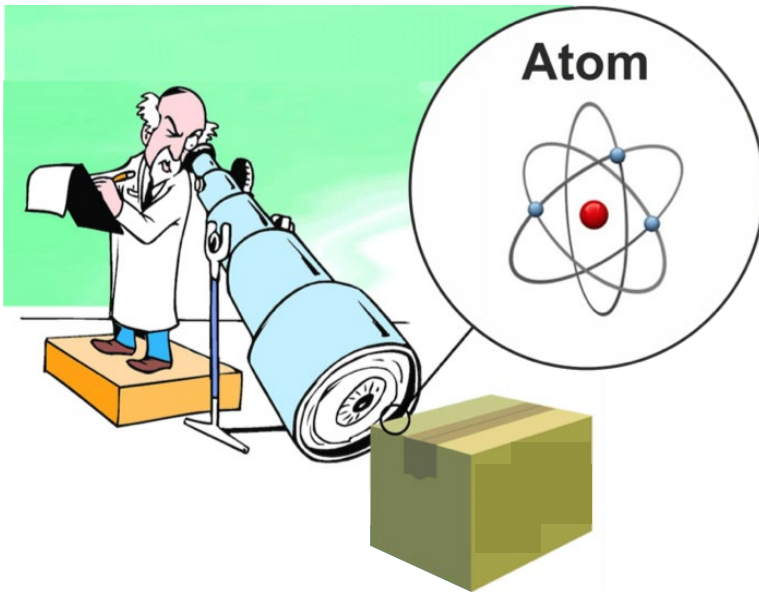


Für den Transport von radioaktiven Stoffen, wird eine **zusätzliche Dosis von max. 20 mSv pro Jahr erlaubt**. Dies hat mit hoher Wahrscheinlichkeit, keine negative Folgen für uns. Mit einfachen Strahlenschutzmassnahmen können wir sie zusätzlich niedrig halten. Diese zusätzliche Dosis muss mit einem Dosimeter überwacht werden.



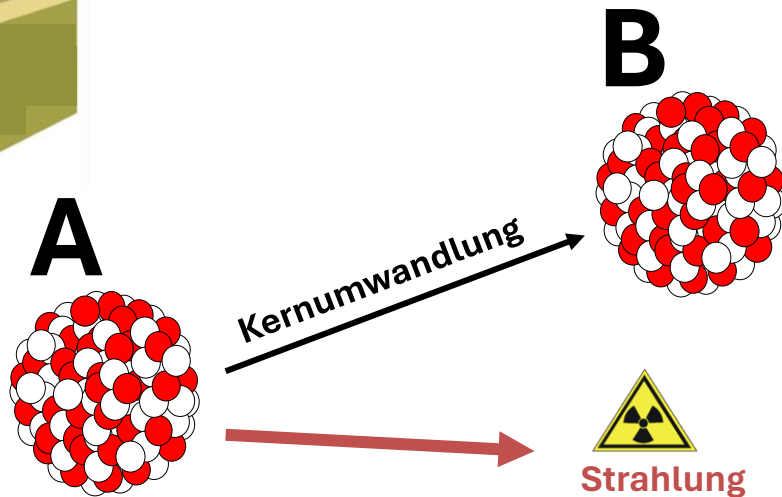
Dieser Dosisgrenzwert bildet mit der Optimierung und Rechtfertigung die drei Säulen vom Strahlenschutz (siehe Grafik). Das bedeutet für uns: «wenn es eine Möglichkeit gibt, Dosis einzusparen, sind wir dazu verpflichtet!» Der Fahrzeugführer kann Dosis für sich und auch gegenüber Drittpersonen z.B. mit der 4-A-Regel einsparen.

Was sind radioaktive Stoffe



Ionisierende Strahlung kann man gut messen aber leider, nicht einfach sichtbar machen. Auch gibt es kein Vergrößerungsglas mit dem wir sehen können, wie Strahlung entsteht. Das bedeutet, wir müssen mit einem Modell arbeiten. Dazu hat sich das **Atom-Modell** bewährt. Das Atom besteht im Kern aus Neutronen und Protonen. In der Hülle bewegen sich die Elektronen.

Wenn jetzt ein Atom einen instabilen Kern (Nuklid) hat, möchte der von Natur aus in einen stabilen Zustand kommen. Dazu gibt er überschüssige Energie in Form von ionisierender Strahlung ab.



Die **Aktivität** beschreibt die Zerfälle pro Sekunde und hat die Einheit Bq.

Bequerel: 1 Bq = 1 Kernzerfall pro Sekunde

Curie: 1 Ci = 37 Milliarden Becquerel

Die Atome werden abhängig von ihrer Anzahl Protonen (Ordnungszahl) und der entsprechenden Anzahl der Elektronen in der Hülle (Elektronen-Schalen) im Periodensystem der Elemente dargestellt.

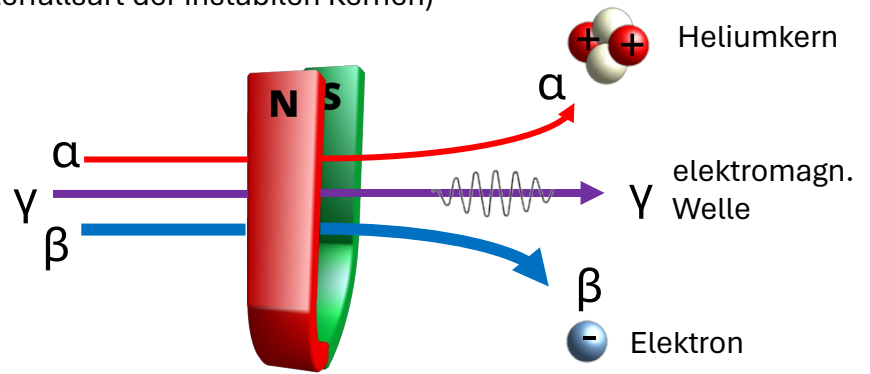
Von den bekannten Elementen (Atome), sind nur wenige von denen es keinen bekannten stabilen Zustand gibt. Diese Elemente sind Radioaktiv.

Auch die anderen Elemente können instabile Kerne besitzen. Da aber die grosse Mehrheit dieser stabil sind, werden sie nicht als radioaktiv bezeichnet. So verrückt das klingt, es gibt nichts was 100% stabil ist.

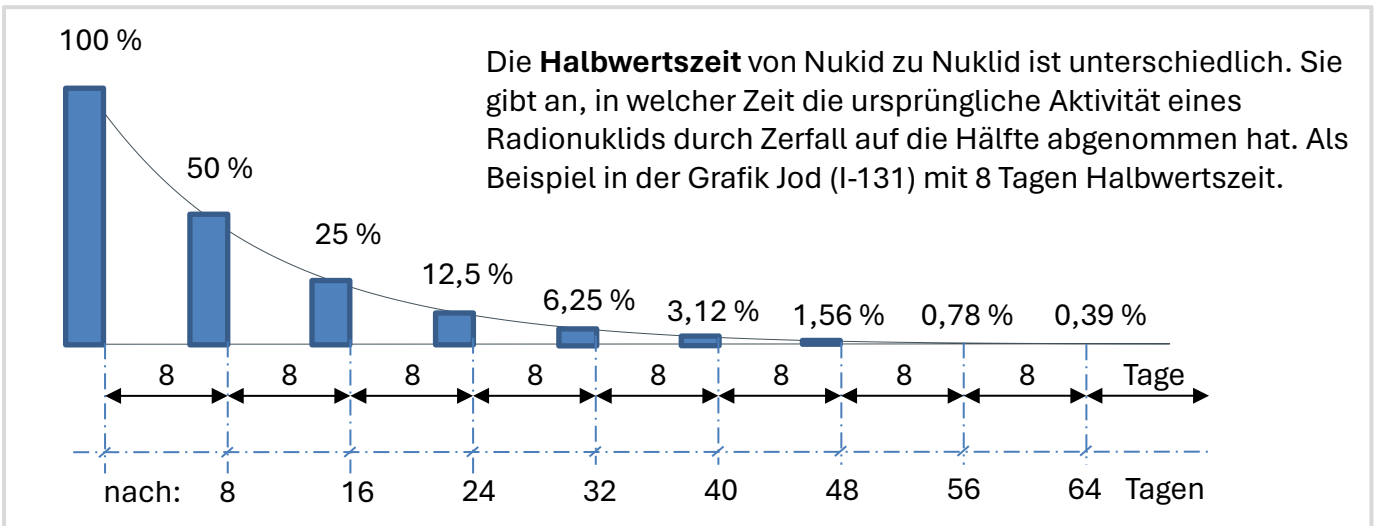
		Metalle										Halbmetalle					Nichtmetalle										Edelgase									
H																				He																
Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne													
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar													
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																			
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																			
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																			
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn																									
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb																					
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No																					

Die drei wichtigsten **Strahlenarten** (Zerfallsart der instabilen Kerne)

Alpha und Beta Strahlung sind Teilchenstrahlung. Alpha hat eine positive Ladung und Beta eine negative. Das heisst sie können mit einem Magnet entsprechend abgelenkt werden. Je grösser das Teilchen desto mehr Energie wird übertragen. Dafür ist die Reichweite dann deutlich kleiner.



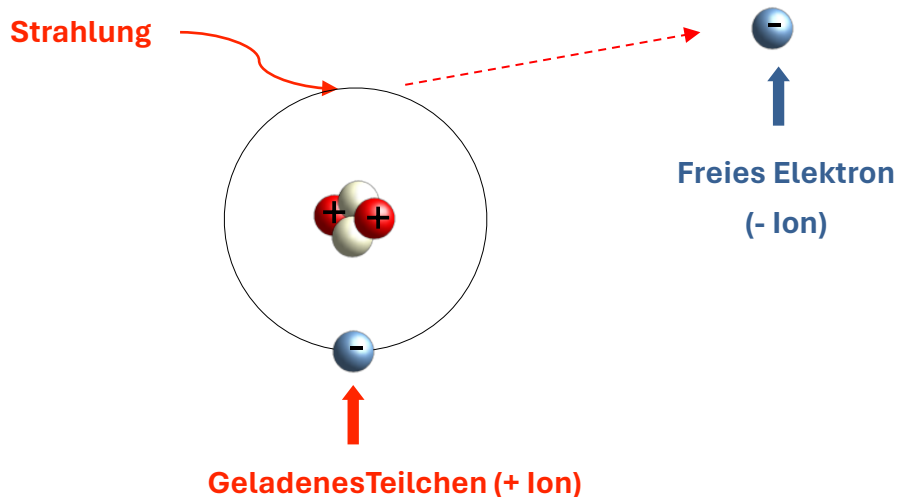
Gamma Strahlung ist eine elektromagnetische Strahlung. Das bedeutet hier wird die Energie ohne Masse übertragen. Ohne Masse und somit ohne Ladung kann sie nicht von Magneten beeinflusst werden. Im Luftleeren Raum ist ihre Reichweite Theoretisch unendlich.

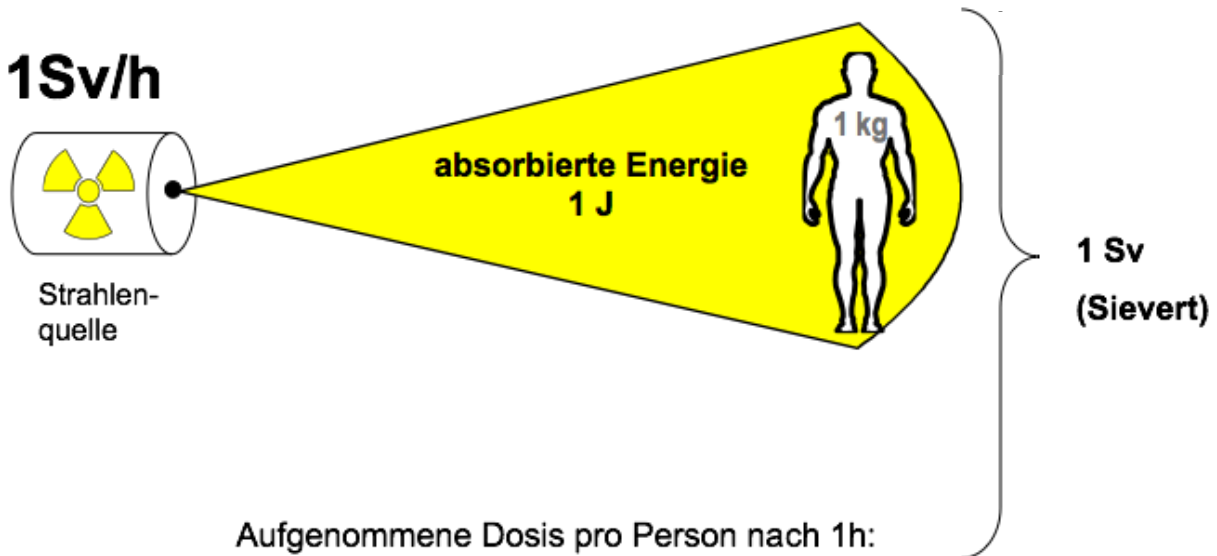


Wirkung: Hier am Beispiel von einem Heliumatom. Es besitzt zwei Protonen (positiv) zwei Neutronen (neutral) und zwei Elektronen (negativ). Es erscheint nach aussen neutral da es gleich viele negative wie positive Teile besitzt.

Wenn jetzt Strahlung genug Energie hat ein Teilchen zu entfernen, kommt das Teilchen nur ganz selten wieder an seinen ursprünglichen Platz zurück. Das bedeutet es entstehen zwei geladene Teilchen.

Der Kern mit dem einzelnen Elektron ist positiv geladen. Das Elektron bleibt negativ geladen. Solche geladenen Teilchen nennt man **Ionen**. Deshalb sprechen wir von **ionisierender Strahlung**.

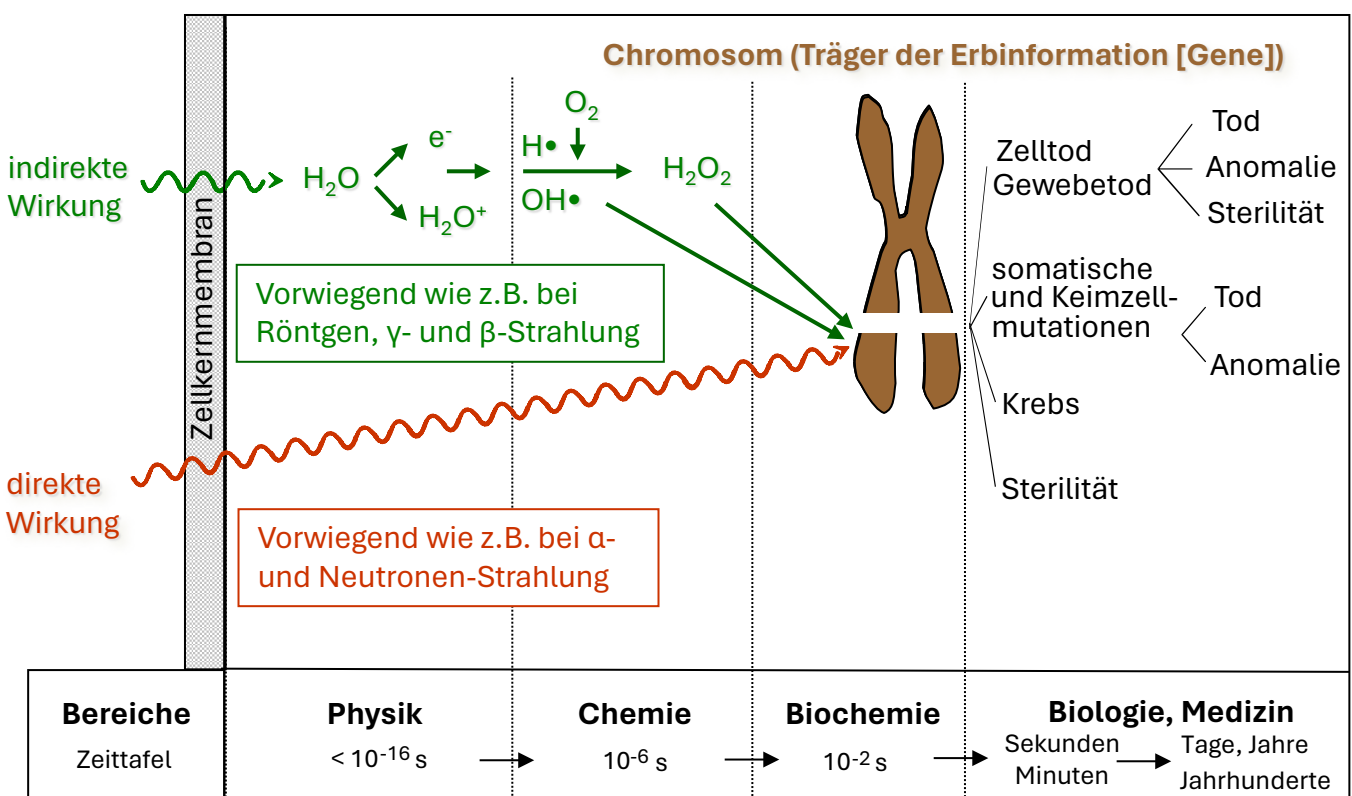


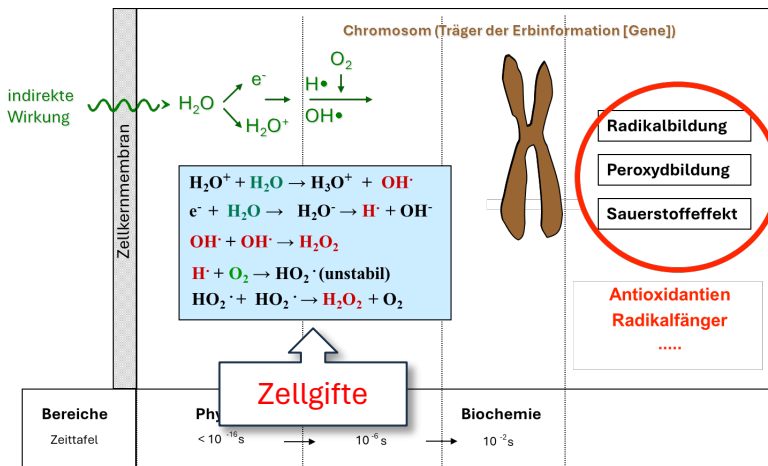


Wenn ionisierende Strahlung mit einer Dosisleistung von 1 Sv/h strahlt, wird in unserem Körper nach einer Stunde die Energie von einem Joule pro kg absorbiert. Das bedeutet eine Dosis von 1 Sv.

Abhängig von der Strahlenart hat diese Dosis eine indirekte und direkte Wirkung. Indirekt bedeutet die Strahlung durchdringt die Zellmembran und trifft auf das Zellplasma. Es besteht zum größten Teil aus Wasser. Das Wasser (H_2O) wird ionisiert. Die so entstandenen geladenen Teilchen erzeugen chemische Verbindungen. Diese chemischen Verbindungen können unsere Erbinformation (Chromosomen) schädigen. Mögliche Schäden in der Grafik.

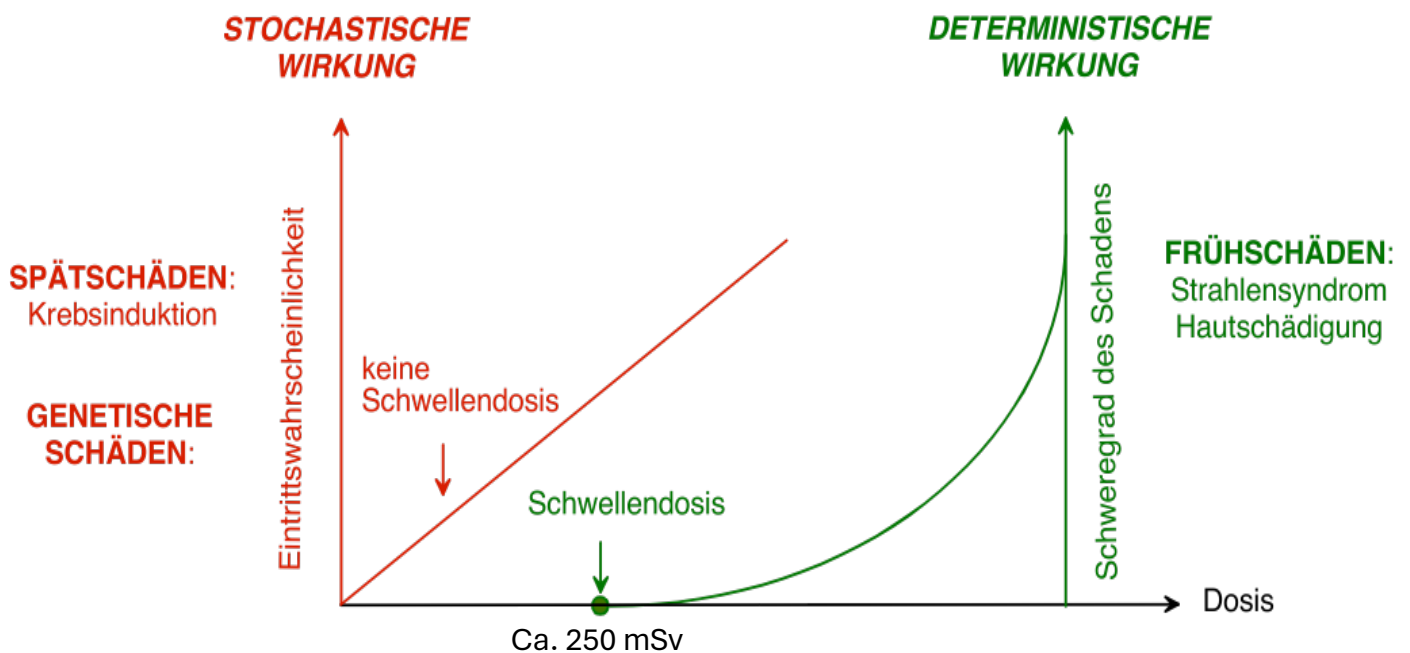
Direkte Wirkung kann ohne Umweg über die Chemie Chromosom schädigen. Dank unserem Immunsystem (neutralisieren der chemischen Verbindungen) und dem guten Reparatursystem der Chromosom bleibt die meiste Dosis ohne bleibende Nebenwirkung.





Vorbeugen ist besser als heilen:
 Unser Immunsystem kann Antioxidantien und Radikalfänger bilden, die Zellgifte neutralisieren können.
 ⇒ Ein gesunder fitter Körper verträgt mehr Dosis!

Vorhersagbarkeit (Dosis und Wirkung)

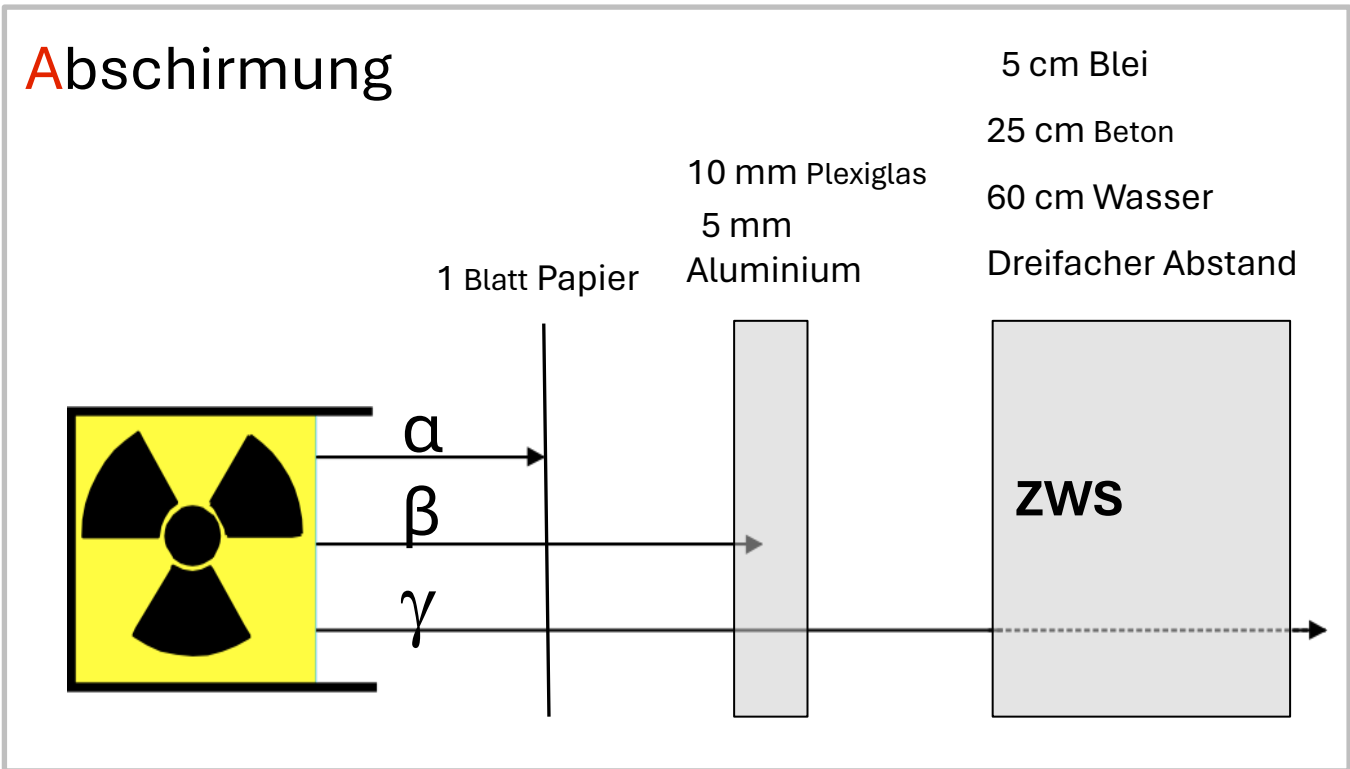


Maximal erlaubte Dosis

Bevölkerung:	1 mSv
Beruflich Strahlenexponiert:	20 mSv
Notfall für Sachrettung:	50 mSv
Notfall für Menschen Lebensrettung:	250 mSv



- **ALARA** ist die Abkürzung für **A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable (so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar). Das ALARA-Prinzip ist eine grundlegende Leitlinie des Strahlenschutzes und fordert, beim Umgang mit ionisierenden bzw. nichtionisierenden Strahlen eine Strahlenbelastung (auch unterhalb von Grenzwerten) so gering zu halten, wie dies mit vernünftigen Mitteln machbar ist.



Atemschutz

Keine Standardausrüstung beim Transport. Nur mitnehmen wenn im Beförderungspapier verlangt.

Mann könnte noch mehr **A** als nur die, von der 4-A-Regel anfügen: **A**rbeitsplanung, **A**rbeitsvor-bereitung oder **A**rbeitsweise, sie dienen nur als Beispiele. Man könnte sogar: «**A**chtung Ladungssicherung!» dazu nehmen. Ladungssicherung kann man üben und testen, ohne ein strahlendes Versandstück (z.B. mit einem leeren Versandstück).

Arbeitsweise

(Schutz)kleidung

Handschuhe

Beispiele für Dosisabschätzungen

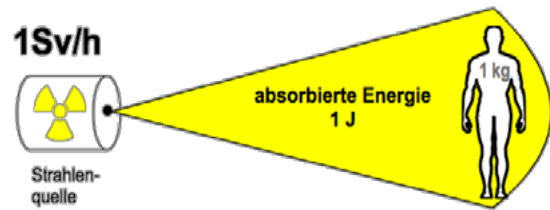
Mit Hilfe der Aufenthaltszeit

Formeln:

$$\begin{aligned} \text{mSv} &= \text{mSv/h} \times \text{h} \\ \text{h} &= \text{mSv} : \text{mSv/h} \\ \text{mSv/h} &= \text{mSv} : \text{h} \end{aligned}$$

Beispiele:

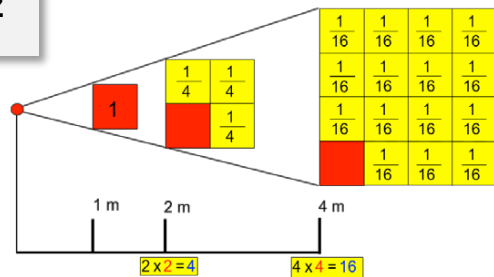
Gesucht: **Dosis** $20 \mu\text{Sv/h} \times 2 \text{ h} = 40 \mu\text{Sv}$
 Gesucht: **Aufenthaltsdauer** $20 \mu\text{Sv} : 5 \mu\text{Sv/h} = 4 \text{ h}$
 Gesucht: **Dosisleistung** $90 \text{ mSv} : 3 \text{ h} = 30 \text{ mSv/h}$



Mit Hilfe von dem Quadratischen Abstandsgesetz

Formel:

$$\text{Dosisleistung 2} = \text{Dosisleistung 1} \times \left(\frac{\text{Abstand 1}}{\text{Abstand 2}} \right)^2$$



Beispiel:

In **10 m** Abstand einer punktförmigen Strahlungsquelle misst man eine Dosisleistung von **10 mSv/h**. Welche Dosisleistung ist in **2,5 m** Abstand zu erwarten?

$$\begin{aligned} \text{Gesuchte Dosisleistung 2} &= 10 \text{ mSv/h} \times \left(\frac{10 \text{ m}}{2,5 \text{ m}} \right)^2 \\ &= 10 \text{ mSv/h} \times \left(4 \right)^2 = 160 \text{ mSv/h} \end{aligned}$$

Lösungsvariante mit Faustformel (gleiches Beispiel):

1. Schritt:

Größerer Abstand dividiert durch kleineren Abstand $\Rightarrow 10 \text{ m} : 2,5 \text{ m} = 4$

Faktor = (4×4)

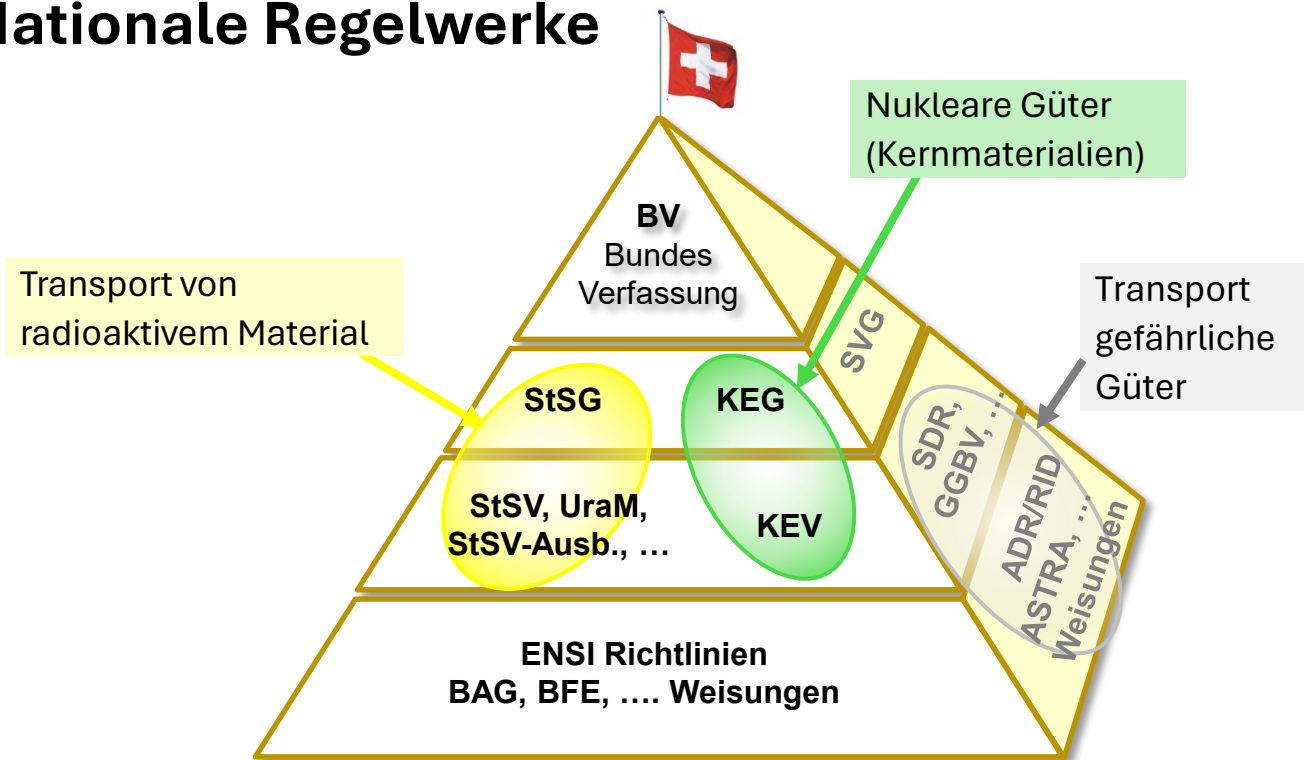
2. Schritt:

ist die gesuchte Dosisleistung (DL) **näher** an der Quelle: **DL mal** Faktor

ist die gesuchte Dosisleistung (DL) **weiter weg** von der Quelle: **DL dividiert durch** Faktor

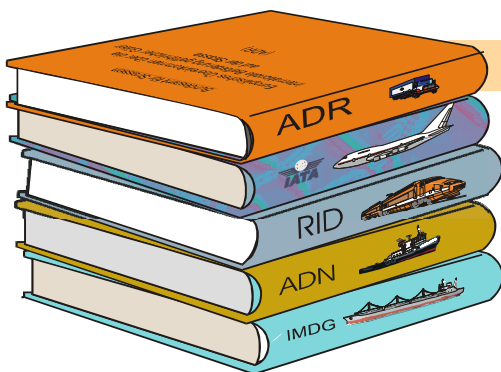
\Rightarrow In dem Beispiel näher, deshalb $\Rightarrow 10 \text{ mSv/h} \times (4 \times 4) = 160 \text{ mSv/h}$

Nationale Regelwerke

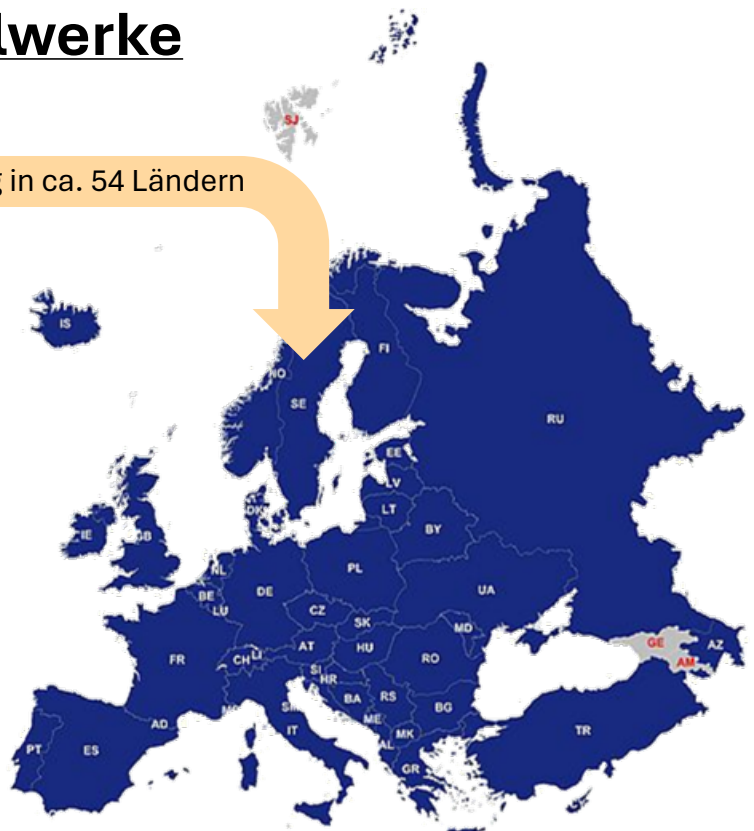


- StSG** Strahlenschutzgesetz
- StSV** Strahlenschutzverordnung
- UraM** Verordnung für den Umgang mit radioaktivem Material

Internationale Regelwerke



gültig in ca. 54 Ländern



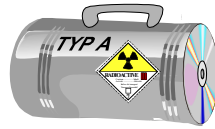
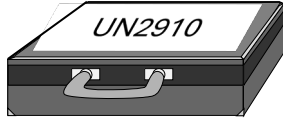
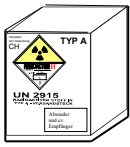
- | Regelwerk | Gültigkeit |
|-----------------|-------------------|
| ADR | Strasse |
| IATA DGR | Luftfahrt |
| RID | Schiene |
| ADN | Binnenschifffahrt |
| IMDG | Übersee |

IAEA Philosophie

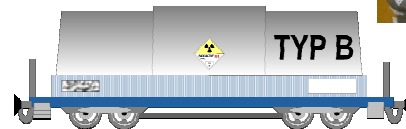
ODER

Begrenzte Aktivität

Unfallsichere Versandstücke



IP 1, IP 2, IP 3



Für die Beurteilung, welche Aktivität welcher UN-Nummer zugeordnet wird, müssen verschiedene Bedingungen berücksichtigt werden.

Zum Beispiel: Chemische- und physikalische Form, Stoff in Gramm, eingebaut in ein Fabrikat, nur als Kontamination, u.s.w. Dafür braucht es eine spezielle Ausbildung.

Die **UN-Nummer der Kl 7** ist nicht die Stoffnummer. Sie gibt keine Info über den Inhalt nur über die **Menge und die Art** der **Verpackung**.

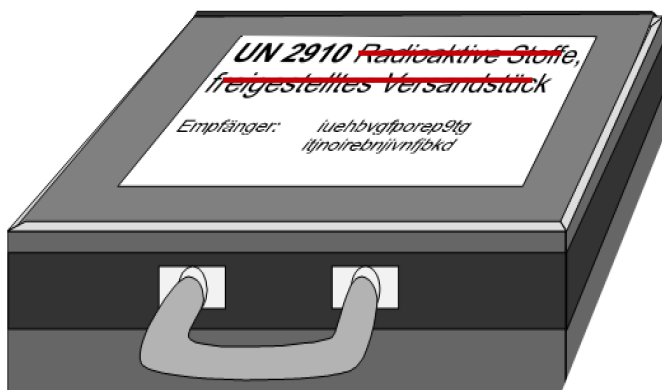
UN-Nummer	offizielle Benennung für die Beförderung und Beschreibung
Freigestellte Versandstücke	
UN 2908	RADIOAKTIVE STOFFE, FREIGESTELLTES VERSANDSTÜCK – LEERE VERPACKUNG
UN 2909	RADIOAKTIVE STOFFE, FREIGESTELLTES VERSANDSTÜCK – FABRIKATE AUS NATÜRLICHEM URAN oder AUS ABGEREICHERTEM URAN oder AUS NATÜRLICHEM THORIUM
UN 2910	RADIOAKTIVE STOFFE, FREIGESTELLTES VERSANDSTÜCK – BEGRENZTE STOFFMENGE
UN 2911	RADIOAKTIVE STOFFE, FREIGESTELLTES VERSANDSTÜCK – INSTRUMENTE oder FABRIKATE
Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität	
UN 2912	RADIOAKTIVE STOFFE MIT GERINGER SPEZIFISCHER AKTIVITÄT (LSA-I), nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3321	RADIOAKTIVE STOFFE MIT GERINGER SPEZIFISCHER AKTIVITÄT (LSA-II), nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3322	RADIOAKTIVE STOFFE MIT GERINGER SPEZIFISCHER AKTIVITÄT (LSA-III), nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3324	RADIOAKTIVE STOFFE MIT GERINGER SPEZIFISCHER AKTIVITÄT (LSA-II), SPALTBAR
UN 3325	RADIOAKTIVE STOFFE MIT GERINGER SPEZIFISCHER AKTIVITÄT (LSA-III), SPALTBAR
Oberflächenkontaminierte Gegenstände	
UN 2913	RADIOAKTIVE STOFFE, OBERFLÄCHENKONTAMINIERTE GEGENSTÄNDE (SCO-I, SCO-II oder SCO-III), nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3326	RADIOAKTIVE STOFFE, OBERFLÄCHENKONTAMINIERTE GEGENSTÄNDE (SCO-I oder SCO-II), SPALTBAR
Typ A-Versandstücke	
UN 2915	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP A-VERSANDSTÜCK, nicht in besonderer Form, nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3327	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP A-VERSANDSTÜCK, SPALTBAR, nicht in besonderer Form
UN 3332	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP A-VERSANDSTÜCK, IN BESONDERER FORM, nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3333	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP A-VERSANDSTÜCK, IN BESONDERER FORM, SPALTBAR

UN-Nummer	offizielle Benennung für die Beförderung und Beschreibung
Typ B(U)-Versandstücke	
UN 2916	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP B(U)-VERSANDSTÜCK, nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3328	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP B(U)-VERSANDSTÜCK, SPALTBAR
Typ B(M)-Versandstücke	
UN 2917	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP B(M)-VERSANDSTÜCK, nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3329	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP B(M)-VERSANDSTÜCK, SPALTBAR
Typ C-Versandstücke	
UN 3323	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP C-VERSANDSTÜCK, nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3330	RADIOAKTIVE STOFFE, TYP C-VERSANDSTÜCK, SPALTBAR
Sondervereinbarung	
UN 2919	RADIOAKTIVE STOFFE, UNTER SONDERVEREINBARUNG BEFÖRDERT, nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt
UN 3331	RADIOAKTIVE STOFFE, UNTER SONDERVEREINBARUNG BEFÖRDERT, SPALTBAR

Kennzeichnung freigestellter Versandstücke

Gem. **ADR (Strasse)** Freigestellte Versandstücke radioaktiver Stoffe der Klasse 7 müssen auf der Aussenseite der Verpackung deutlich lesbar und dauerhaft gekennzeichnet sein mit:

- der **UN-Nummer**, der die Buchstaben «UN» vorangestellt werden;
- der Angabe des **Absenders und/oder des Empfängers** und
- der höchstzulässigen Bruttomasse, sofern diese 50 kg überschreitet.



Gem. **IATA DGR (Luftfahrt)** müssen freigestellte Versandstücke mit dem Zettel rechts gekennzeichnet werden.

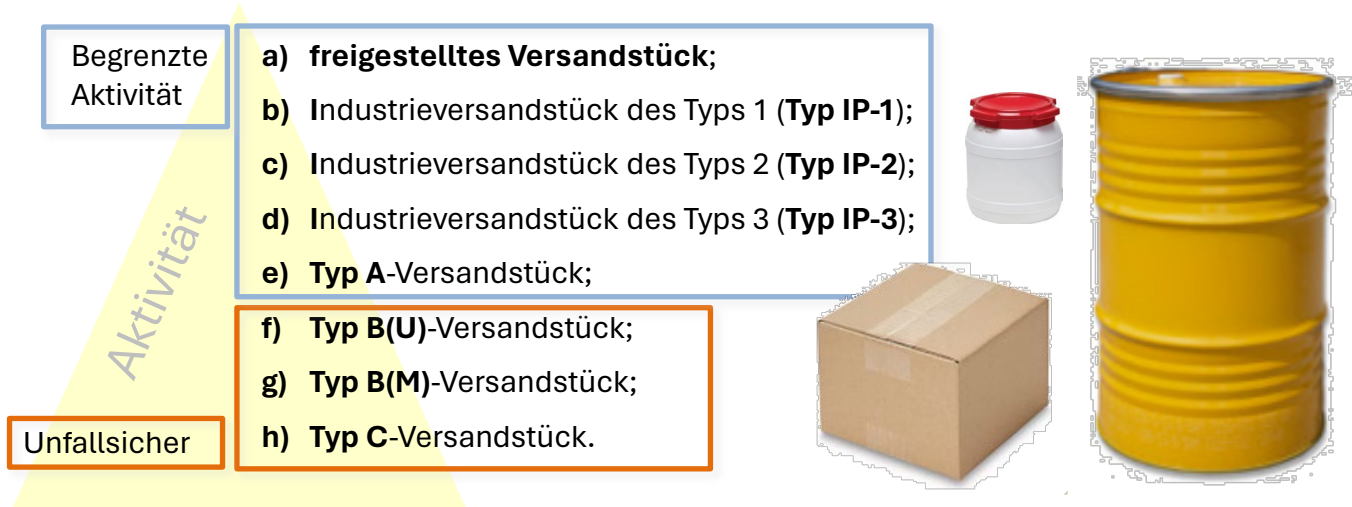


Hinweis aus der Beförderung

Bei **multimodalem Transport** darf beides auf dem Versandstück sein (IATA & ADR) Ein multimodaler Transport besteht wenn z.B. Ein Versandstück mit einem Fahrzeug zum Flughafen gebracht wird. Danach mit dem Flugzeug zum nächsten Flughafen. Und anschliessend wieder mit einem Fahrzeug zum Empfänger gebracht wird.



ADR-Versandstücke für radioaktive Stoffe



Typ-A

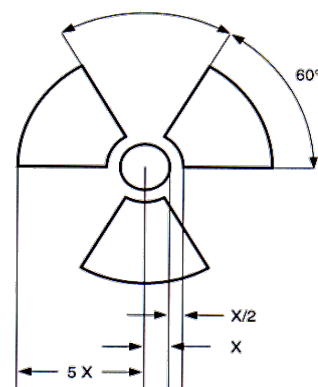
Anforderungen an Typ A-Versandstücke

ADR 6.4.7

- § Ein Typ A-Versandstück mit einem **Inhalt von maximal den A1- oder A2-Werten** ist so auszulegen, dass die **allgemeinen** und die bei ev. späteren Luftbeförderungen verlangten Anforderungen zusätzlich erfüllt werden (Kombinierter Verkehr).
- § Die kleinste Abmessung darf nicht weniger als **10 cm betragen** (Gefahrzettelgröße).
- § An der Aussenseite muss eine Vorrichtung, wie ein **Siegel**, angebracht sein, das nicht leicht zerbrechen kann und im unversehrten Zustand nachweist, dass das Versandstück **nicht geöffnet** worden ist.
- § Das Typ A-Versandstück muss für Temperaturen von **-40°C bis +70°C** ausgelegt sein.
- § Die Bauart und die Herstellungsverfahren müssen den **Bedingungen der zuständigen Behörde entsprechen**. Siehe auch im ADR 6.4.7 und 6.4.8.11
- § Das Versandstück muss eine dichte Umschliessung aufweisen und darf **durch den im Innern entstehenden Druck nicht geöffnet werden**.
- § Bei der Routinebeförderung darf **kein Verlust oder keine Verbreitung des Inhaltes** auftreten. Im Weiteren darf **keine Minderung der Abschirmung** erfolgen, die zu einem Anstieg der Dosisleistung an irgendeiner Stelle der äusseren Oberfläche von **über 20%** führt.

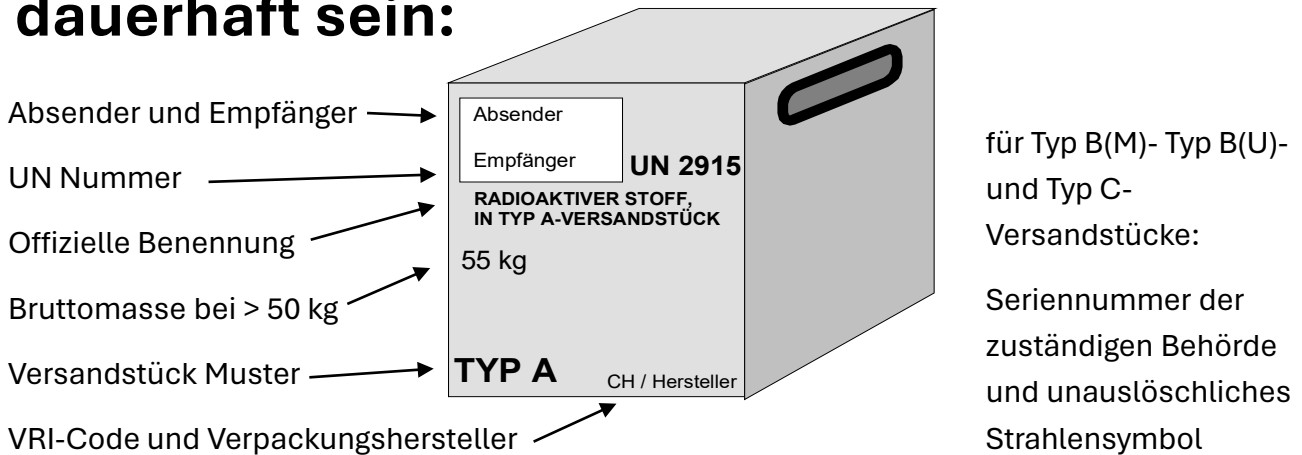
Typ-B und Typ-C

Jedes Versandstück, das einem Typ B(U)-, Typ B(M)- oder Typ C-Versandstückmuster entspricht, ist auf der Außenseite des äussersten feuer- und wasserbeständigen Behälters mit dem unten abgebildeten Strahlensymbol durch Einstanzen, Prägen oder anderen **feuer- und wasserbeständigen Verfahren** zu kennzeichnen.



Strahlensymbol. Für die Proportionen gilt ein innerer Kreis mit dem Radius X. X muss mindestens 4 mm betragen.

Die Kennzeichnung nicht freigestellter Versandstücke auf der Aussenseite des Versandstückes muss deutlich lesbar und dauerhaft sein:

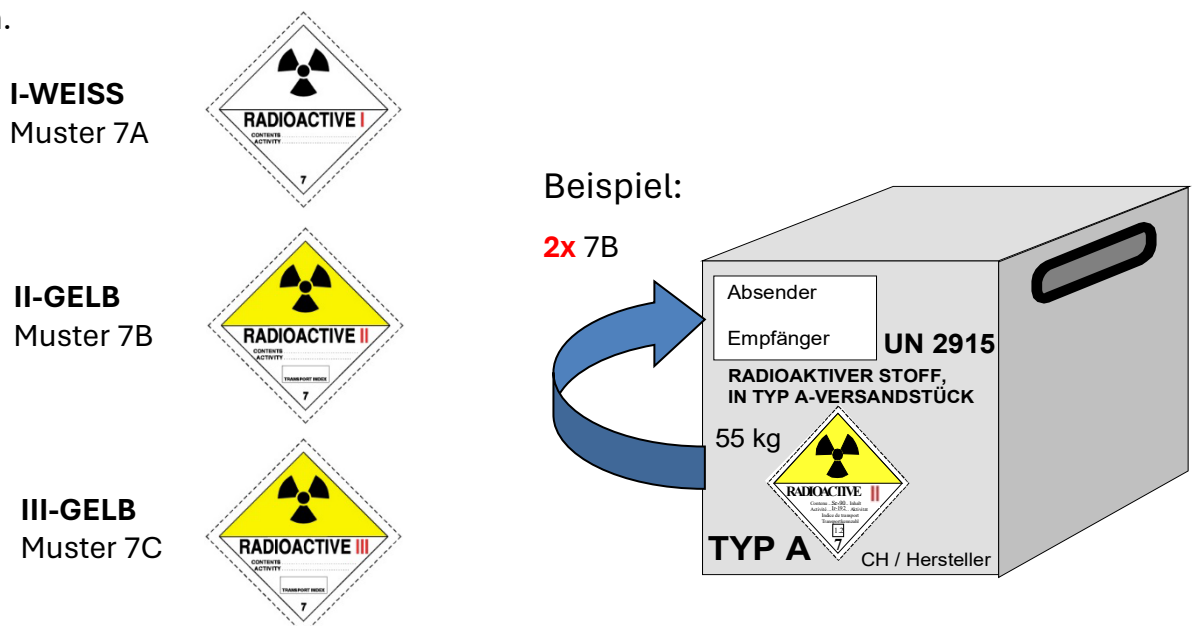


Zusätzliche Merkmale für Versandstücke: (Beispiele, die der Fahrzeugführer überprüfen kann)

- § Kleinste Abmessung soll mind. 10 cm sein.
- § Eine Vorrichtung wie ein Siegel muss intakt und angebracht sein.
- § Ein Versandstück muss wirksam gesichert werden können (einem z.B. einem Spannsset standhalten).
- § Allgemeinzustand soll sauber, gepflegt und vorschriftsgemäss gewartet sein.
- §

Bezettelung nicht freigestellter Versandstücke

Versandstücke sind mit mindestens **2x** Gefahrezetteln nach den Mustern 7A, 7B und 7C zu versehen.



Die Gefahrezettel sind an zwei gegenüberliegenden Seiten (bei Container an vier Seiten) anzubringen.

Bestimmen vom Transportindex (Transportkennzahl)

Höchste Dosisleistung in 1m ab Oberfläche

TI => Messwert in $\mu\text{Sv/h} / 10$
 TI => Messwert in $\text{mSv/h} \times 100$

Dosisleistungs-
- messgerät

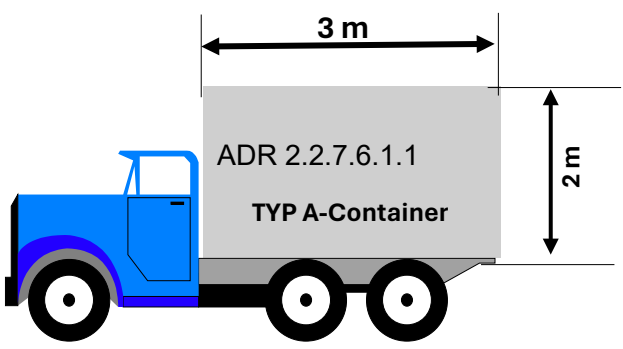
TI Runden: Die Werte sind auf die erste Dezimalstelle aufzurunden. (z.B. aus 1,13 wird 1,2) mit der Ausnahme, dass ein Wert von 0,05 oder kleiner, auf Null gesetzt werden darf.

- Beispiele: Dosisleistung von 0.010 mSv/h (10 $\mu\text{Sv/h}$) in 1 m Abstand = TI 1.0
 Dosisleistung von 0.005 mSv/h (5 $\mu\text{Sv/h}$) in 1 m Abstand = TI 0.5
 Dosisleistung von 0.1 mSv/h (100 $\mu\text{Sv/h}$) in 1 m Abstand = TI 10

Multiplikationsfaktor für den Transportindex

für Tanks, Container und unverpackte LSA-I-Stoffe und SCO-I-Gegenstände

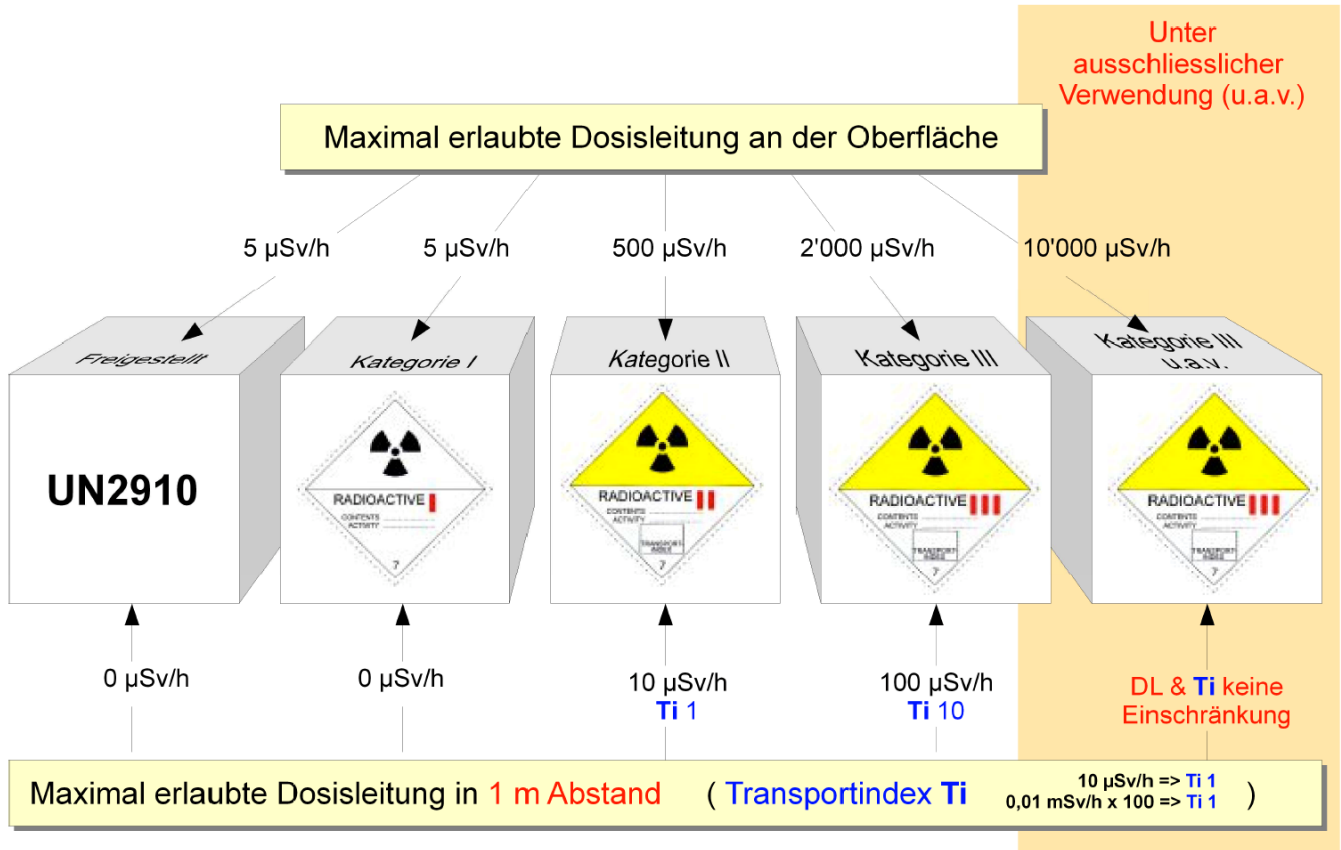
Fläche der Ladung (grösste Querschnittsfläche der Ladung)	Multiplikationsfaktor
bis 1 m ²	1
grösser als 1 m ² bis 5 m ²	2
grösser als 5 m ² bis 20 m ²	3
grösser als 20 m ²	10



3 m x 2 m = 6 m²
 Multiplikationsfaktor = 3

Versandstück Kategorie

Ausser bei freigestellten Versandstücken, wird die Versandstück Kategorie, anhand der gemessenen Dosisleistungen an der Oberfläche und in einem Meter Abstand eingeteilt.



Weitere Angaben auf der Bezeichnung

CONTENTS

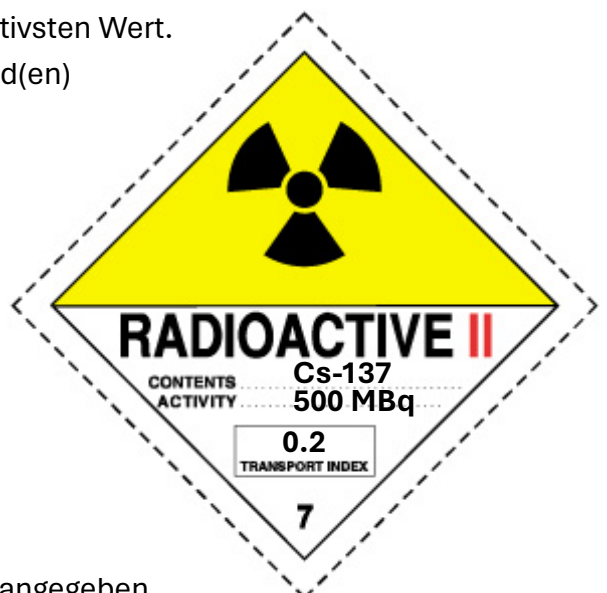
- Radionuklid angeben, z.B. Cs-137.
- bei Radionuklidgemischen: Nuklide mit dem restriktivsten Wert.
- die LSA- / SCO-Gruppe hinter dem (den) Radionuklid(en) mit der zutreffenden Bezeichnung: LSA-I, LSA-II, LSA-III, SCO-I, SCO-II, SCO-III.

ACTIVITY z.B. 500 MBq

- maximale Aktivität des radioaktiven Inhalts in Bq mit SI-Vorsatzzeichen: kBq / MBq / GBq / TBq / PBq

TANSPORT INDEX z.B. 0.2

- Die mit messen bestimmte Transportkennzahl (TI), wird mit einer Dezimalstelle aufgeschrieben. Bei der Kategorie I-WEISS wird kein Transport Index angegeben.



"Grosszettel" nach Muster 7 D

Anbringen: Links, rechts und hinten am Fahrzeug

Grösse: Mindestkantenlänge 25 cm.
Eine Kantenlänge mit 10 cm ist nur erlaubt, wenn aus technischen Gründen, Form und Bau des Fahrzeuges, die Fläche zum Anbringen der Tafel mit 25 cm Kantenlänge nicht ausreicht.

Farbe: Die obere Hälfte gelb, die untere Hälfte weiss.
Anstelle vom Wort: «RADIOACTIVE» darf auch die UN-Nummer stehen.



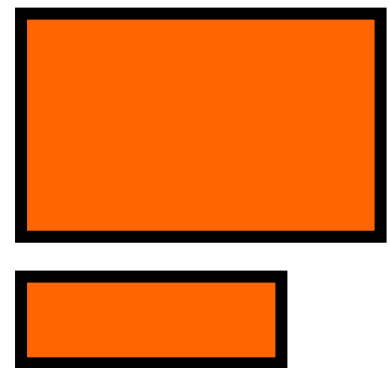
Orangefarbene Tafeln

Anbringen: Hinten und vorne am Fahrzeug, senkrecht

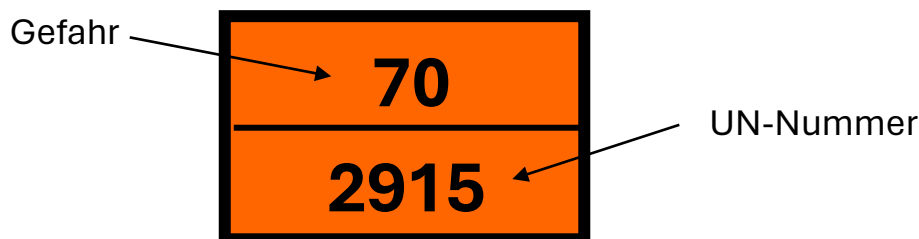
Grösse: 40 x 30 cm
30 x 12 cm ist nur erlaubt, wenn aus technischen Gründen, Form und Bau des Fahrzeuges, die Fläche zum Anbringen der Warntafel 40 x 30 cm nicht ausreicht

Masstoleranz: +/- 10%

Feuerbeständigkeit: muss auch nach 15 Minuten Feuereinwirkung noch gut lesbar sein.



Kennzeichnung auf der orange Tafel

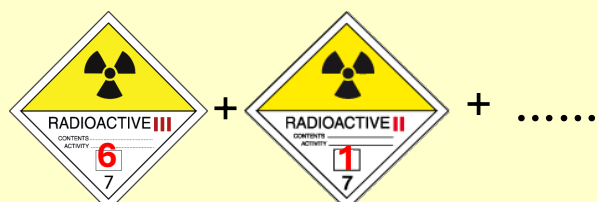


Kennzeichnung nur bei einer **einzig**en UN-Nummer **und** unter ausschliesslicher Verwendung nötig

Unter ausschliesslicher Verwendung bedeutet für die Fahrzeugbesatzung:

- Befolge die Anweisungen vom Absender oder Empfänger.
- Das *Fahrzeug* oder der *Grosscontainer* darf in der Zeit, für keine anderen Transporte genutzt werden.

Wann muss ich unter ausschliessliche Verwendung (u.a.v.) fahren?



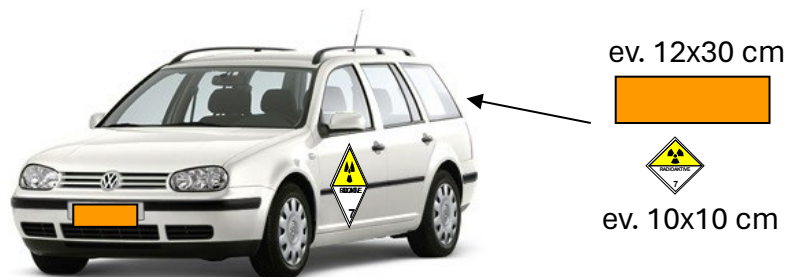
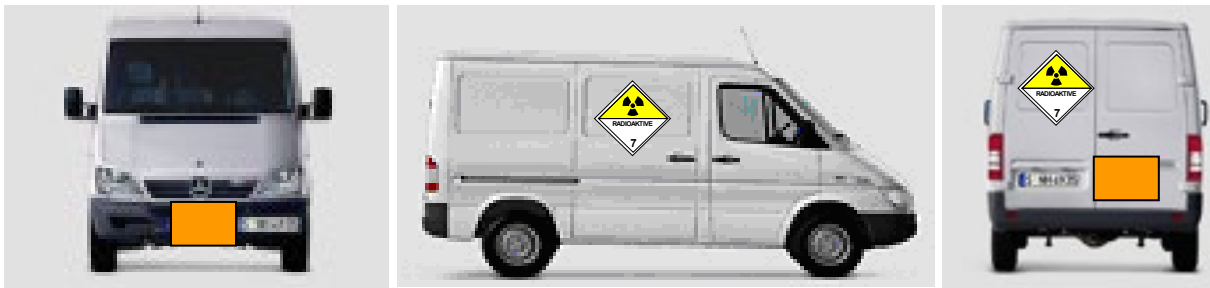
Wenn ein einziges Versandstück Transportindex (TI) grösser 10 ist, **oder** die Summe aller TI grösser 50 ist.

oder falls im Beförderungspapier explizit verlangt. (z.B. bei spaltbaren Materialen)

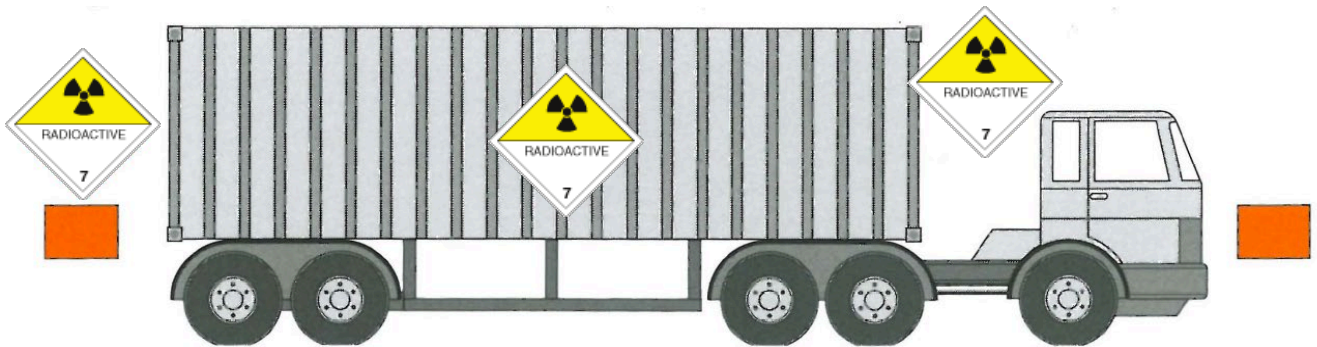
Kennzeichnung vom Fahrzeug

Orange Tafel, Vorne und Hinten der Beförderungseinheit, senkrecht zur Fahrbahn und senkrecht zur Fahrzeug Längsachse anbringen.

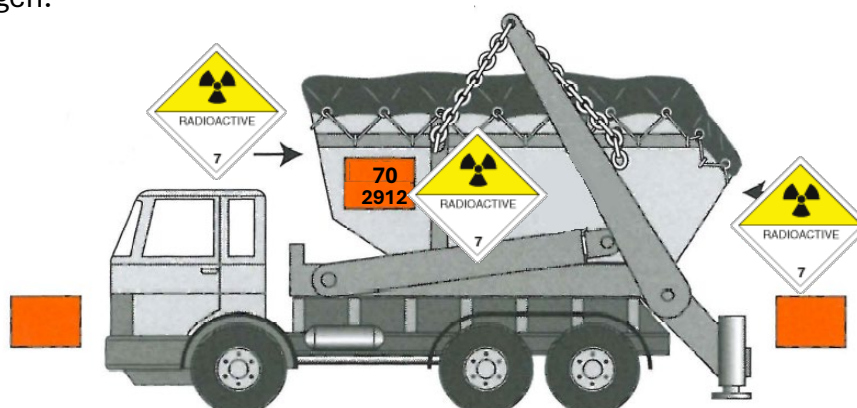
Beispiel: Personenwagen oder Kleintransporter. 3 Grosszettel an beiden Längsseiten und Hinten.



Beispiel: Transportfahrzeug mit einem Typ A Container. Grosszettel auf allen 4 Seiten.



Beispiel: Absetzmulde oder Fahrzeug mit loser Schüttung. Grosszettel auf allen 4 Seiten. Orange Tafel zusätzlich an beiden Längsseiten mit der Gefahrennummer und UN-Nummer anbringen.



Zusammenladeverbot

Radioaktive Stoffe in nicht freigestellten Versandstücken dürfen nicht zusammen mit Versandstücken, die mit einem Zettel nach Muster 1, 1.4 (ausgenommen Verträglichkeitsgruppe S), 1.5, 1.6 versehen sind, in ein Fahrzeug verladen werden.



Rauchverbot & Betrieb des Motors



Während den Ladearbeiten ist das Rauchen in der Nähe der Fahrzeuge und in den Fahrzeugen verboten (gilt auch für elektronische Zigaretten).

Abgesehen von den Fällen, in denen der Motor zum Betrieb von Pumpen oder anderen für das Beladen oder Entladen des Fahrzeugs erforderlichen Einrichtungen benötigt wird, muss der Motor während der Belade- und Entladevorgänge abgestellt sein.

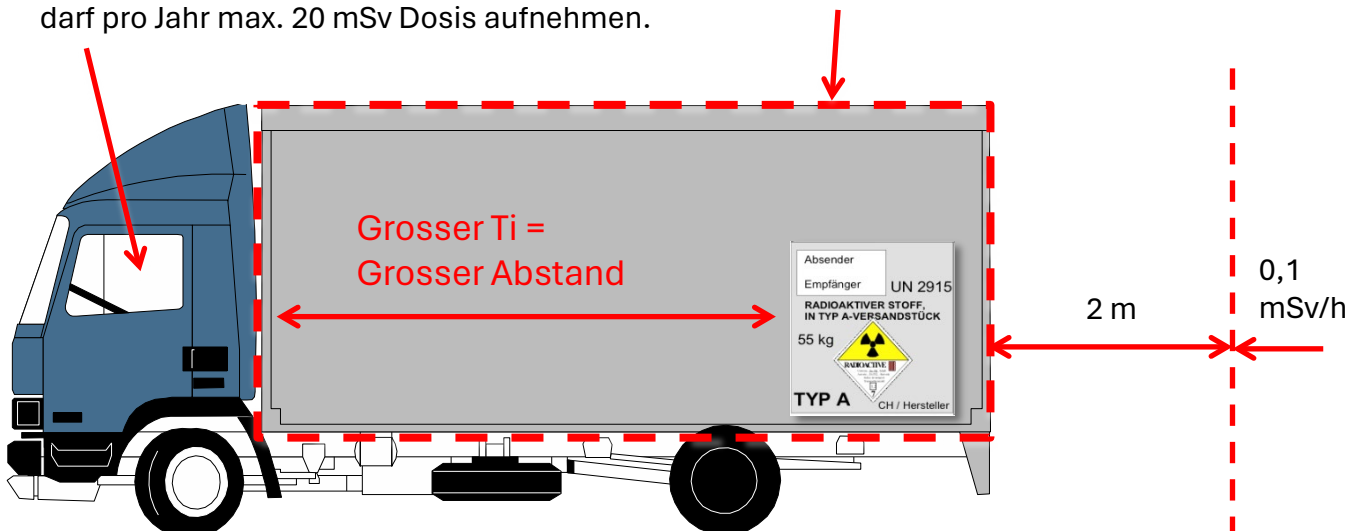


Maximale Dosisleistung nach dem Verladen

=> auch unter u.a.v.

So klein wie möglich. Der Fahrzeugführer darf pro Jahr max. 20 mSv Dosis aufnehmen.

2 mSv/h



Maximale Kontaminationen (Gilt für Fahrzeug und Versandstück)

Beim Gefahrgut Transport werden Kontaminationen anders, als in der Strahlenschutzverordnung definiert. Sie ist Nuklid unabhängig und es wird über eine Fläche von 300 cm² gemittelt:

- Während dem Gefahrguttransport: $\beta/\gamma = 4.0 \text{ Bq/cm}^2$ und $\alpha = 0.4 \text{ Bq/cm}^2$
- Entlassen aus dem Gefahrguttransport: $\beta/\gamma = 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ und $\alpha = 0.04 \text{ Bq/cm}^2$

Direkte Messung: (Tip => Beim Entlassen aus dem Gefahrguttransport immer direkt messen)



Messgeräte wie z.B. das Como 170, die geeicht sind und bei Co-60 ($\beta/\gamma = 3 \text{ Bq/cm}^2$) z.B. eine Richtwertzählrate von **40 lps** haben, können entsprechend angepasst eingesetzt werden.

Mögliche Anpassung:

- Während dem Transport: Richtwertzählrate 40 lps dividiert durch 3 Bq/cm² mal 4 Bq/cm² => **53,3 lps** (Das bedeutet während dem Transport gilt eine Fläche erst als kontaminiert wenn mehr als 53 lps zeigt)
- Entlassen aus dem Gefahrguttransport: Richtwertzählrate 40 lps dividiert durch 3 Bq/cm² mal 0.4 Bq/cm² => **5,33 lps** (Entlassen aus dem Gefahrguttransport ist erst wenn weniger wie 5,33 lps gemessen werden möglich)

Beispiel Entlassen aus dem Gefahrguttransport:

=> Mit dem Como 170 werden auf der Ladefläche max. 4 lps über der Natur gemessen.
Bedeutet: Das Fahrzeug darf die orange Tafel und die Grosszettel entfernen.

Indirekte Messung mit Wischtest:



Bei dem Messen mit Hilfe von Wischtests, kann schlecht vorhergesagt werden, wie viel von der Kontamination abgewischt wird (Abwischfaktor). Am genauesten wird der Abwischfaktor mit Hilfe von Tests bestimmt.

Falls das nicht möglich ist, darf mit einem konservativen Abwischfaktor 0,1 gerechnet werden.

Formel:

Mit Wischtest eine Fläche von 300 cm² abwischen. Gemessene lps dividiert durch 0,1 gleich vermutete Kontamination.

Beispiel während dem Transport:

Auf dem Wischtest sind 5 lps / 0,1 = 50 lps (Abwischfaktor 0,1)

=> Erlaubt sind 53,3 lps, die Fläche gilt noch nicht als kontaminiert.

Zusatzausrüstung

Feuerlöscher für freigestellte Versandstücke




Werden nur freigestellte Versandstücke befördert, genügt ein Feuerlöschgerät mit einem Fassungsvermögen von **2 kg**



Feuerlöscher für Kennzeichnungspflichtige Fahrzeuge


3,5 t bis 7,5 t


< 3,5 t




> 7,5 t

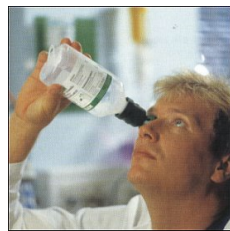
ABC-Pulver

4 kg 

8 kg 

12 kg 

Augenspülflüssigkeit



Mit einem zum Fahrzeug passenden Unterlegkeil

Mit zwei selbststehenden Warnzeichen z. B. reflektierende Kegel oder Warndreiecke (Signaltafeln "Andere Gefahren") oder orangefarbenen Warnblinkleuchten die von der elektrischen Ausrüstung des Fahrzeugs unabhängig sind



Mit einer Warnweste oder Warnbekleidung für jedes Mitglied der Fahrzeugbesatzung



Mit einer Handlampe für jedes Mitglied der Fahrzeugbesatzung



Mit der erforderlichen Ausrüstung, um die in den Schriftlichen Weisungen genannten zusätzlichen und besonderen Massnahmen treffen zu können

Schutzbrille, Handschuhe



Beförderungspapier (Beispiel: Nur ein Ausschnitt und nicht Vollständig)

Solomenti SA		8221 Selbigen	
Beförderungspapier zum Transport radioaktiver Stoffe			
Transportnummer: 2010/07		Praktikum K870	
Absender: (Name und Adresse) Solomenti SA Graben 18 CH 8221 Selbigen		Empfänger: (Name und Adresse) Granolin GmbH Ausserfeld 2 CH 2124 Color	
Shipper (Sender)		Consignee (Receiver)	
Beschreibung des Stoffes: UN 2915 Radioaktive Stoffe, Typ A-Versandstück, 7, (E)			
Radionuklide: Cs - 137			
Physikalische Form: fest		Chemische Form: neutral	
Stoff in besonderer Form ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>		Gering dispergierbarer rad. Stoff ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>	
Maximale Aktivität: 740 MBq		Masse: g (für spaltbare Stoffe)	
Versandstückkategorie: II-Gelb			

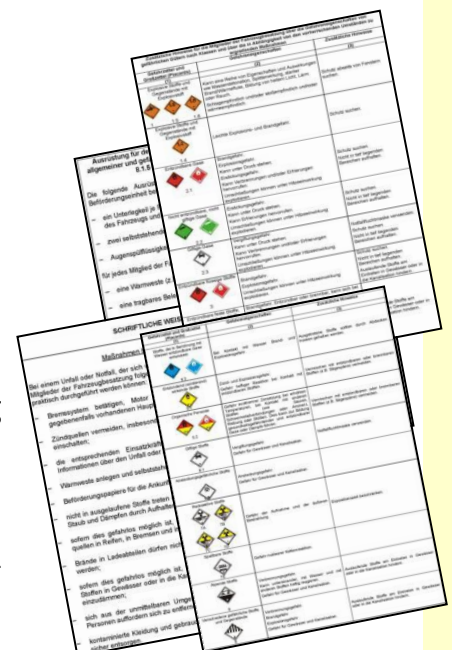
Schriftliche Weisungen

Schriftliche Weisungen sind vom Fahrzeugführer in der festgelegten Form **mitzuführen**

Es ist wichtig, dass Transporteur und Fahrzeugführer die Eigenschaften des ihnen anvertrauten Gefahrgutes kennt.

Sie geben Hinweise zu:

- Massnahmen bei einem Unfall oder Notfall
- Die gefährlichen Eigenschaften der Güter
- Allgemeine und persönliche Schutzausrüstung
- Die "Schriftlichen Weisungen" sind vom Fahrzeugbesatzung **vor der Abfahrt** zu lesen. Diese müssen in einer Sprache verfasst sein, die der Fahrzeugführer **lesen und verstehen** kann. über die **geladenen gefährlichen Güter informieren** und die schriftlichen Weisungen wegen der bei einem Unfall oder Notfall **zu ergreifenden Massnahmen** einsehen.

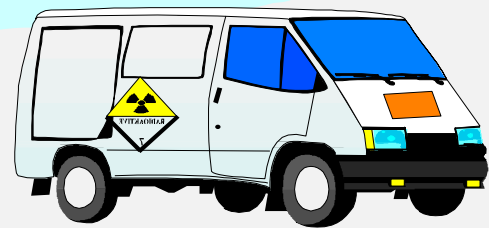


Öffentlich Parkieren



Ein Fahrzeug das radioaktive Versandstücke transportiert, muss nicht überwacht werden, wenn:

- a) der Laderaum abgeschlossen ist oder die Versandstücke in anderer Weise gegen jedes unrechtmässige Abladen gesichert sind.
- und**
- b) die Dosisleistung an jeder zugänglichen Stelle der Aussenfläche des Fahrzeuges **5 μ Sv/h** nicht übersteigt.



Jedoch müssen diese Güter stets so überwacht werden, dass jede böswillige Handlung verhindert und der Fahrzeugführer die zuständige Behörde, bei Verlust oder Feuer, jederzeit alarmiert werden kann.

Freiwilliges Halten und Parkieren



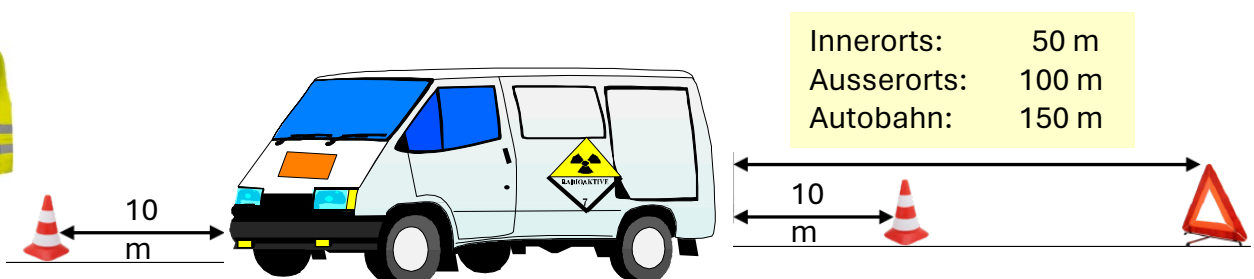
Das freie Halten und Parkieren eines Fahrzeugs mit Gütern ist auf öffentlichen Strassen untersagt, wenn es nicht der Transport selbst erfordert:

- Beladen oder Entladen
- Kontrolle des Fahrzeuges oder der Ladung
- Verpflegung des Fahrzeugführers
- aufgrund schlechter Witterungsverhältnisse

Nach Möglichkeit soll freies Halten oder längeres Parkieren nicht an Orten erfolgen, zu denen Unbefugte Zutritt haben.

Halten, Parkieren bei Nacht oder schlechter Sicht

Wenn nachts oder bei schlechter Sicht ein Fahrzeug wegen Versagens der Beleuchtung auf der Fahrbahn stillsteht, so müssen Warnzeichen je 10 m vor und hinter dem Fahrzeug aufgestellt werden. Ausserdem ist das Pannensignal in wenigstens 50 m Entfernung aufzustellen.



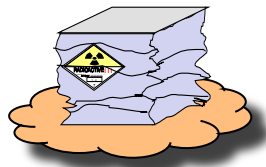
Fahrgäste

Ausser der Fahrzeugbesatzung dürfen Fahrgäste in Beförderungseinheiten, in denen gefährliche Güter transportiert werden, nicht befördert werden.

Ausnahme: Beim Transport freigestellter Versandstücke und Typ A-Versandstücken der Kategorie I.



Beschädigtes Versandstück



- Zugang zu allen betroffenen Bereichen beschränken
- Beurteilung der Situation durch fachkundige Person
- Zusätzliche Massnahmen können nötig sein (in Absprache mit den zuständigen Behörden)

Verbot der Öffnung von Versandstücken

Das Öffnen eines Versandstücks das gefährliche Güter enthält, ist für den Fahrzeugführer oder Beifahrer verboten. [siehe Seite 28, Kombiniertes Umgang mit Quellen](#)

Überprüfungen des radioaktiven Inhalts, zum Beispiel bei der Zollabfertigung, dürfen nur zusammen mit Strahlenschutzfragen qualifizierten Personen vorgenommen werden. Jedes Versandstück, das auf Anweisung des Zolls geöffnet wird, muss vor der Weiterleitung zum Empfänger, in seinen Originalzustand gebracht werden.

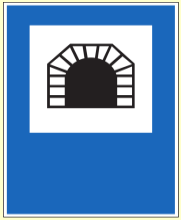
Durchfahrverbot



- Betrifft Fahrzeuge, die mit Grosszettel 7D gekennzeichnet sind
- Zuständige Landesbehörde kann Ausnahmen genehmigen
- Fahrtroute wählen die sicher und ohne unnötigen Aufenthalt sind. Zudem sind auch die Auflagen in der Beförderungsgenehmigung zu beachten.



Tunnel Regeln



Rechtsfahrgebot: Kennzeichnungspflichtige Fahrzeuge, die gefährliche Güter befördern, dürfen in den mit dem Signal «Tunnel» (4.07; Art. 45 Abs. 3 SSV) bezeichneten Tunneln nur auf dem **rechten Fahrstreifen** verkehren.

Tunnel Durchfahrt: Kl 7 hat immer Tunnelcode **E**

Das bedeutet, Tunnel die mit E gekennzeichnet sind, dürfen **nicht** durchfahren werden. Aktuelle Liste mit E Tunnel:



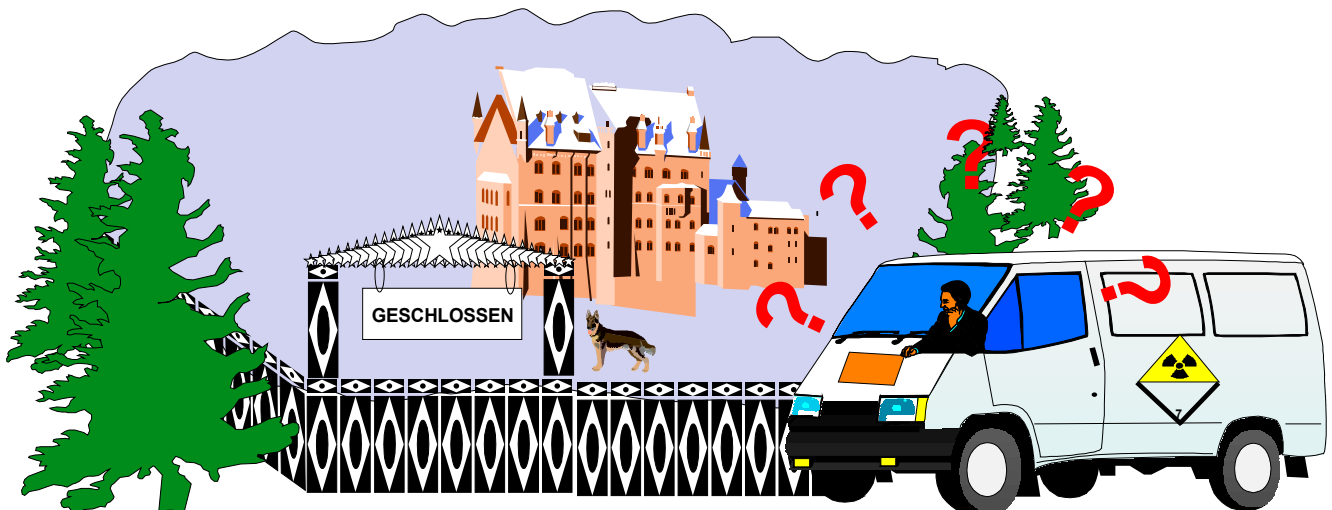
Kanton	Strassenstrecke		Tunnel	Tunnel-kategorie
	(Nationalstrasse = N)	Kantonsstrasse = KS)		
UR/TI	N2	Göschenen–Airolo	St. Gotthard	E
GR	N13	Thusis–Tessin	San Bernardino	E
TG	KS	Frauenfeld	Kreisel Bahnhof Frauenfeld	E
TI	N13	Bellinzona–Brissago	Mappo/Morettina	E
TI	KS	Lugano	Vedeggio–Cassarate	E
VD	KS	Crissier	Galerie du Marcolet	E
VS/Italien	KS	Martigny–Aosta	Grosser St. Bernhard	E

Ausnahmen bei der Tunnel Durchfahrt

- **UN 2919, UN 3331** Unter Sondervereinbarung befördert
- **ASTRA gem SDR Art 13** Ausnahmegewilligung
- **Freistellungen in Zusammenhang mit Mengen** UN2908, UN2909, UN2910, UN2911

Unzustellbarkeit

Bei Unzustellbarkeit der Sendung ist diese an einem sicheren Ort zu lagern und die zuständige Behörde schnellstmöglich zu unterrichten. Das weitere Vorgehen soll mit der zuständigen Behörde abgesprochen werden.



Mindestabstand zu Personen



← Tabelle →



Summe der Transportkennzahlen nicht grösser als	Dauer der Exposition pro Jahr (in Stunden)			
	Bereiche, zu denen die Öffentlichkeit keinen regelmässigen Zugang hat		regelmässig benutzte Arbeitsbereiche	
	50	250	50	250
Mindestabstand in Metern, wenn kein abschirmendes Material vorhanden ist				
2	1	3	0,5	1
4	1,5	4	0,5	1,5
8	2,5	6	1,0	2,5
12	3	7,5	1,0	3
20	4	9,5	1,5	4
30	5	12	2	5
40	5,5	13,5	2,5	5,5
50	6,5	15,5	3	6,5

Mindestabstand bei CSI > 50



← 6 m →



Umverpackung

Sofern nicht alle Kennzeichnungen für die gefährlichen Güter sichtbar sind, muss die Umverpackung mit dem Ausdruck «**UMVERPACKUNG**» gekennzeichnet sein (mind. 12mm). Zusätzlich müssen alle enthaltenen **UN-Nummern** und **Gefahrenzettel** angebracht werden.

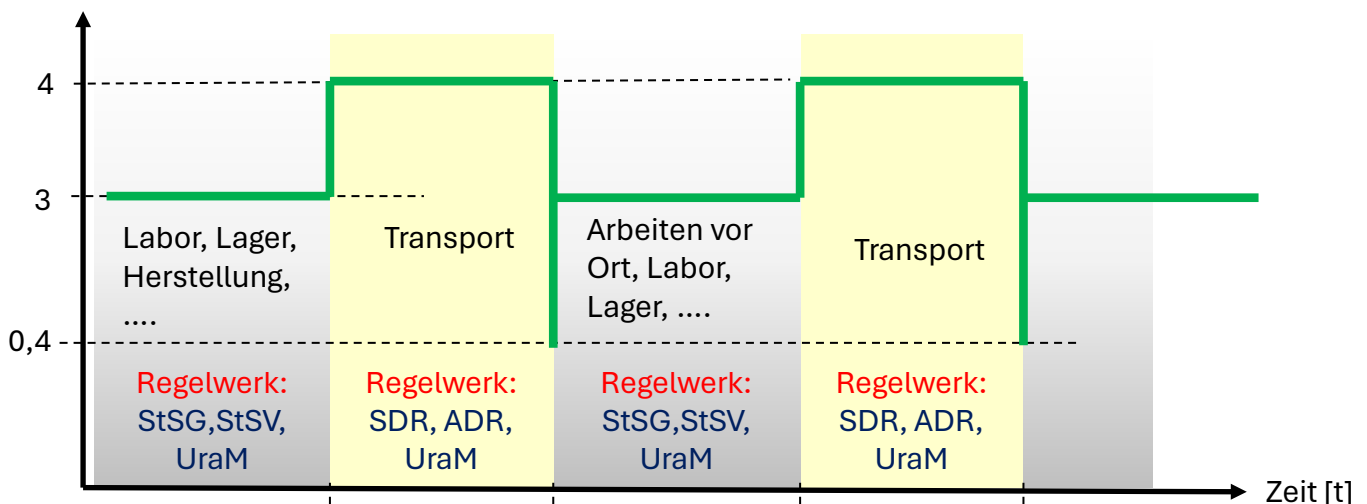
Die Transportkennzahl für jede starre Umverpackung, jeden Container oder jedes Fahrzeug wird durch die Summe der Transportkennzahlen aller enthaltenen Versandstücke bestimmt. Bei einer **Beförderung von einem einzigen Absender** darf der Absender die Transportkennzahl durch direkte Messung der Dosisleistung bestimmen.



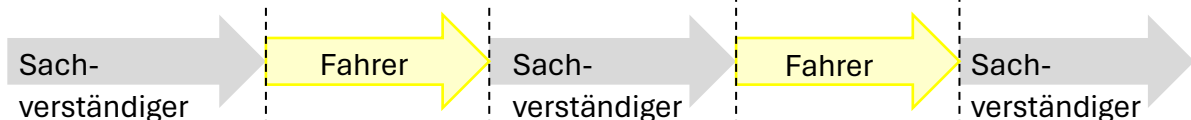
Ausserhalb der Umverpackung dürfen die Messwerte für Dosisleistung (DL) und Kontaminationen (CS) nicht grösser sein, wie bei einzelnen Versandstücken. Zum Beispiel DL 2 mSv/h, u.a.v 10 mSv/h

Kombinierter Umgang mit Quellen

Richtwerte für die Kontamination [Bq/cm²] Beispiel: **Co-60**



Mögliche Rollen der Fahrzeugbesatzung



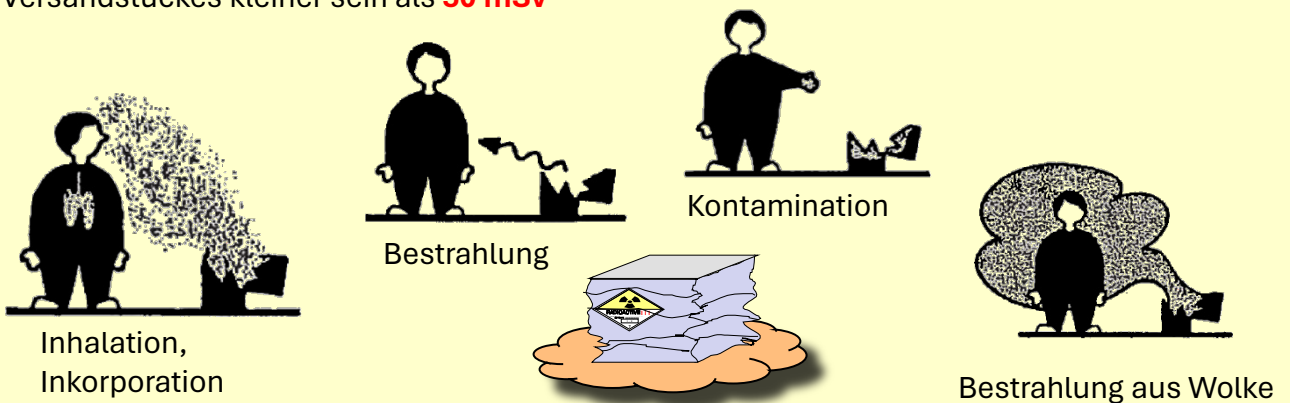
Verhalten bei Unfällen

- Eigene Sicherheit beachten (Achtung andere Verkehrsteilnehmer)
- Polizei und ev. Feuerwehr alarmieren (lassen)
- Unfallstelle sichern



Hauptgefahren bei beschädigtem Versandstück

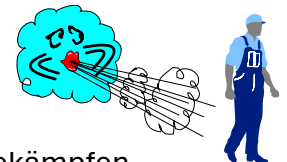
Die **effektive Dosis** soll nach einer schweren Beschädigung des Versandstückes kleiner sein als **50 mSv**



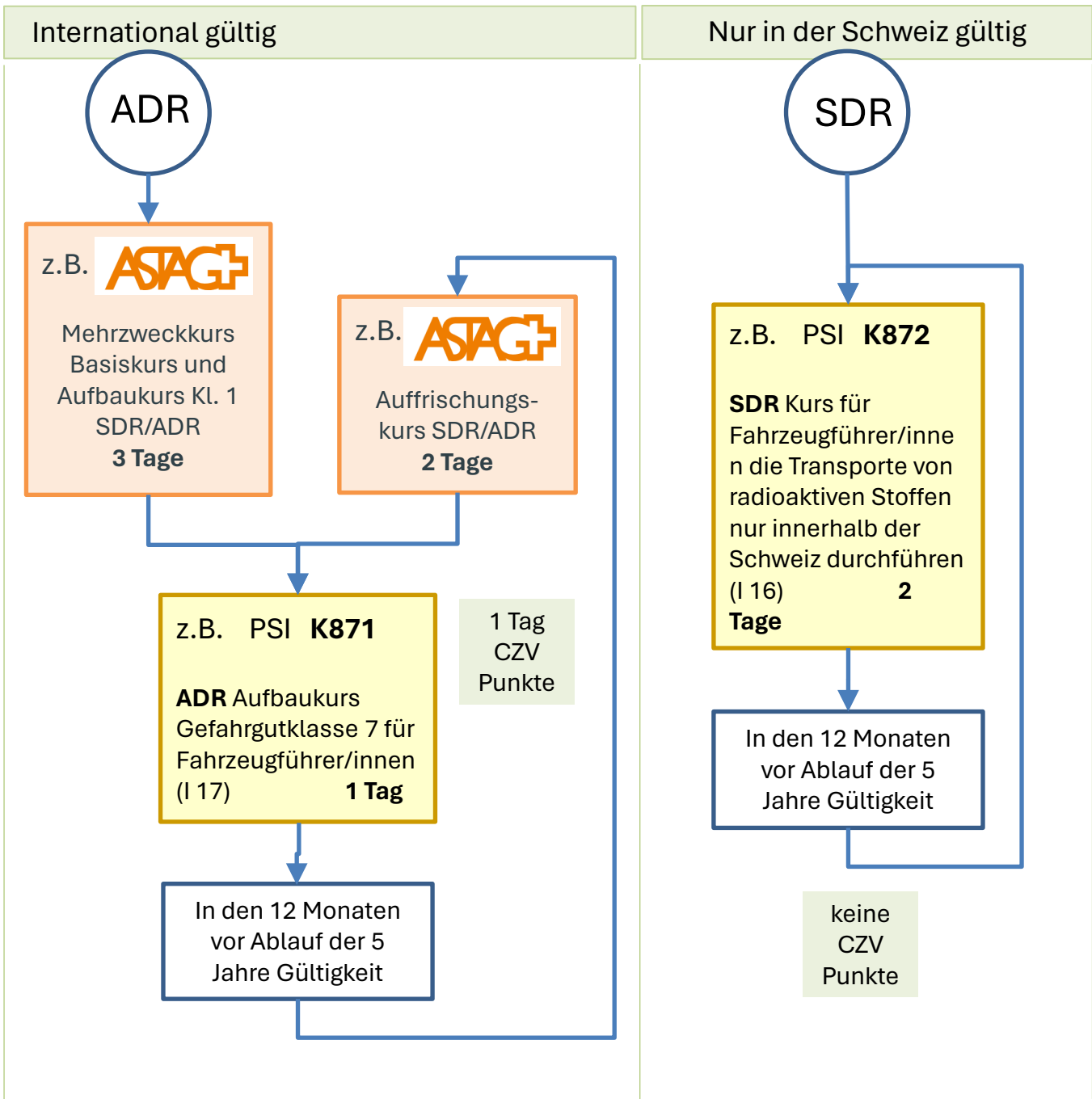
- Verletzte aus der unmittelbaren Gefahrenzone bergen
- Erste Hilfe leisten
- Gegenstände weder berühren noch entfernen
- Ess-, Trink- und Rauchverbot beachten
- Zündquellen vermeiden. Rauchverbot: Das gilt auch für elektronische Zigaretten. Keine elektrischen Geräte oder Ausrüstung einschalten



- Beförderungspapiere für die Ankunft der Einsatzkräfte bereithalten
- sofern dies gefahrlos möglich ist, Feuerlöscher verwenden, um kleine Brände/Entstehungsbrände an Reifen, Bremsen und im Motorraum zu bekämpfen
- Windrichtung beachten. Mit dem Wind an die Unfallstelle herantreten
- Brände in Ladeabteilen dürfen nicht von Mitgliedern der Fahrzeugbesatzung bekämpft werden
- sofern dies gefahrlos möglich ist, Bordausrüstung verwenden, um das Eintreten von Stoffen in Gewässer oder in die Kanalisation zu verhindern und um ausgetretene Stoffe einzudämmen
- sich aus der unmittelbaren Umgebung des Unfalls oder Notfalls entfernen, andere Personen auffordern sich zu entfernen und die
- Weisungen der Einsatzkräfte befolgen

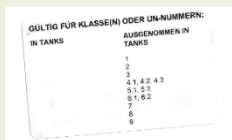


Wie werde ich Fahrzeugführer zum Transport radioaktiver Stoffe (Klasse 7) ?
=> Es gibt zwei Varianten:



Ausweis Muster:

Kreditkartenformat



Bedrucktes Papier

