



UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

# Beförderung radioaktiver Stoffe auf der Straße durch den Zentralbereich Neuenheimer Feld der Universität Heidelberg:

## UN 3321, Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-II), nicht spaltbar oder spaltbar, freigestellt

Auszug aus dem ADR

Stand 02. Oktober 2024  
Gefahrgutbeauftragter der Universität Heidelberg  
E. Scheid  
INF 326/019, Tel.: 54-16911

Verantwortliche Personen:

Absender (A), Verpacker (P), Beförderer (B), Verlader (V), Fahrzeugführer (F)

3.01 Maximale Personendosis (A, P, B, V, F):

Die mit der Durchführung der Beförderung betraute Person darf weniger als 1 mSv jährlich erhalten, sofern es sich dabei nicht um eine beruflich strahlenexponierte Person handelt die einer Individualüberwachung unterliegt. Beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie B dürfen weniger als 5 mSv jährlich erhalten und unterliegen der Individualüberwachung.

3.02 Zulässige Aktivität im Versandstück (P):

- Wasser mit einer Tritiumkonzentration bis 0,8 TBq/l, oder
- andere Stoffe mit einer maximalen geschätzten mittleren spezifischen Aktivität nach Tabelle 2 (siehe Anhang).

Die Aktivität muss über den ganzen Stoff verteilt sein. Die Menge der Stoffe ist so zu beschränken, dass die äußere Dosisleistung in einem Abstand von 3 m von dem nicht abgeschirmten Stoff 10 mSv/h nicht überschreitet.

3.03 Höchst zulässige Kontamination an der Außenseite eines Versandstücks (P):

- 4 Bq/cm<sup>2</sup> für Beta- und Gammastrahler sowie für Alphastrahler niedriger Toxizität.
- 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> für alle anderen Alphastrahler.

Diese Grenzwerte sind anwendbar, wenn sie über eine Fläche von 300 cm<sup>2</sup> jedes Teils der Oberfläche gemittelt werden.

3.04 Höchst zulässige Dosisleistung an irgendeinem Punkt der Außenseite eines Versandstücks oder einer Umverpackung (P, V, F):

- Während eines normalen Sammeltransports 2 mSv/h oder
- während eines Transportes von Versandstücken oder Umverpackungen unter ausschließlicher Verwendung 10 mSv/h.

Ausschließliche Verwendung => Verwendung eines Fahrzeugs durch einen einzelnen Absender. Zwischen Beginn und Ende der Beförderung dürfen keine Be- oder Entladevorgänge durchgeführt werden.

3.05 Verpackung (A, P):

- Sie muss dicht verschlossen sein.
  - Es darf kein Verlust der Abschirmung eintreten.
  - Die Verpackung muss die Vorschriften für Industrieversandstücke erfüllen (Typ IP-2 für feste Stoffe und Typ IP-3 für flüssige und gasförmige Stoffe).
- Auskunft über geeignete Transportbehälter erteilt Ihnen die Abteilung ZNF, 2.3 Strahlenschutz (Tel.: 54-16932) oder der Gefahrgutbeauftragte.

3.06 Zusammenpacken mehrerer Güter zu einem Versandstück (P):

Außer Gegenstände, die für die Verwendung radioaktiver Stoffe notwendig sind, darf ein Versandstück keine anderen Gegenstände enthalten.

3.07 Radioaktiver Stoff mit zusätzlichen gefährlichen Eigenschaften (Nebengefahren) einer oder mehrerer anderer Klassen (A, P, V):

-explosiv, -gasförmig, -entzündbar, -giftig, -ätzend, -hydrolyseempfindlich, -selbstentzündlich, -entzündend wirkend, -organ. Peroxid, -ansteckungsgefährlich. Solche Versandstücke sind mit den Gefahrzetteln zu versehen, die den einzelnen, von den Stoffen ausgehenden Nebengefahren entsprechen. Die Stoffe sind den Verpackungsgruppen I, II oder III zuzuordnen. Im Beförderungspapier sind entsprechende Eintragungen vor zu nehmen.

☞ **Bedingt durch Nebengefahren kann es vorkommen, dass eine Vielzahl weiterer Transportvorschriften anzuwenden sind. Hier sollte der Gefahrgutbeauftragte zu Rate gezogen werden.**

3.08 Bezettelung und Kennzeichnung der Versandstücke (A, P, V):

Die Bezettelung:

- Die Gefahrzettel sind außen an zwei gegenüberliegenden Seiten des Versandstücks oder der Umverpackung anzubringen.
- Je nach Kategorie des Versandstücks (siehe Tabelle 1) erfolgt die Bezettelung mit Gefahrzetteln nach Muster 7A (I-WEISS), 7B (II-GELB) oder 7C (III-GELB).
- Auf jedem Gefahrzettel sind das/die Radionuklid(e) die sich im Versandstück befinden anzugeben (Symbolschreibweise) sowie die maximale Aktivität des radioaktiven Inhalts in Becquerel (Bq) mit dem entsprechenden SI-Vorsatz.
- Auf jedem gelben Gefahrzettel (Zettel nach Muster 7B oder 7C) muss die Transportkennzahl für das Versandstück angegeben sein (Bestimmung siehe Anhang).
- Gefahrzettel, die den Inhalt nicht betreffen, müssen entfernt oder verdeckt sein.

**Gefahrzettel sind im Internet unter folgender Adresse zu finden:**

<https://www.znf.uni-heidelberg.de/de/services/willkommen-bei-der-fachabteilung-chemie>

Die Kennzeichnung:

- Jedes Versandstück/Umverpackung ist auf der Außenseite der Verpackung/Umverpackung deutlich lesbar und dauerhaft mit einer Identifikation des Absenders und/oder des Empfängers zu versehen.
- Jedes Versandstück ist deutlich lesbar und dauerhaft mit der Aufschrift  
"UN 3321 RADIOAKTIVE STOFFE MIT GERINGER  
SPEZIFISCHER AKTIVITÄT (LSA II)"  
auf der Außenseite der Verpackung zu kennzeichnen.
- Jedes Industrieversandstück vom Typ IP-1, Typ IP-2 oder Typ IP-3 ist auf der Außenseite der Verpackung deutlich lesbar und dauerhaft mit der Angabe "TYP IP-1"; "TYP IP-2" bzw. "TYP IP-3" zu kennzeichnen.
- Jedes Industrieversandstück vom Typ IP-2 oder Typ IP-3 muss deutlich lesbar und dauerhaft mit dem VRI-Code des Ursprungslandes der Bauart versehen sein (D für Deutschland) und mit dem Namen des Herstellers.
- Jedes Versandstück mit einer Bruttomasse von mehr als 50 kg ist auf der Außenseite der Verpackung deutlich lesbar und dauerhaft mit der Angabe der zulässigen Bruttomasse zu kennzeichnen.

- 3.08 ff. ➤ An der Außenseite eines Versandstücks vom Typ IP-3 muss eine Vorrichtung wie ein Siegel angebracht sein, die nicht leicht zerbrechen kann und im unversehrten Zustand nachweist, dass das Versandstück nicht geöffnet worden ist.

3.09 Das Beförderungspapier (A, B, V, F):

Der Absender hat ein Beförderungspapier zu erstellen mit dem er den Beförderer und den Verloader auf das zu transportierende Gut hinweist. Dieses Dokument ist beim Transport vom Fahrzeugführer mitzuführen. Es enthält folgende Eintragungen:

- "UN 3321 Radioaktive Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-II), 7, (E)"
- Anzahl und Beschreibung der Versandstücke
- Gesamtmenge als Volumen-, Brutto- oder Nettomasse
- Name und Anschrift der Absender, - Name und Anschrift des Empfängers
- Name oder Symbol jedes Radionuklids
- Beschreibung der physikalischen und chemischen Form des Stoffes
- maximale Aktivität des radioaktiven Inhalts während der Beförderung in MBq
- Versandstückkategorie, d.h. I-WEISS, II-GELB oder III-GELB
- die Transportkennzahl (nur bei II-GELB und bei III-GELB)
- den Tunnelbeschränkungscode (E)
- Bei Beförderung unter ausschließlicher Verwendung den Vermerk:  
"BEFÖRDERUNG UNTER AUSSCHLIESSLICHER VERWENDUNG"
- die Gesamtaktivität der Sendung als Vielfaches des  $A_2$ -Wertes.
- Soweit für die Sendung zutreffend, das Kennzeichen jedes Zulassungs-/Genehmigungszeugnisses einer zuständigen Behörde.

Bei radioaktiven Stoffen mit ein oder mehreren Nebengefahren siehe Punkt 3.07.

Vordrucke sind im Internet unter folgender Adresse zu finden:

<http://www.zbt.uni-heidelberg.de/chemie/beforderungspapiere.html>

3.10 Schriftliche Hinweise (A, B):

Der Absender hat zusammen mit dem Beförderungspapier auf die Maßnahmen hinzuweisen, die vom Beförderer gegebenenfalls zu ergreifen sind. Diese schriftlichen Hinweise müssen in den Sprachen abgefasst sein, die vom Beförderer und den zuständigen Behörden für notwendig erachtet werden, und müssen mindestens folgende Informationen enthalten:

- a) zusätzliche Maßnahmen bei der Verladung, der Verstauung, der Beförderung, der Handhabung und der Entladung des Versandstücks, der Umverpackung, einschließlich besonderer die Wärmeableitung betreffende Ladevorschriften (siehe Abschnitt 7.5.11 ADR Sondervorschrift [CV 33]), oder einen Hinweis, dass solche Maßnahmen nicht erforderlich sind;
- b) Einschränkungen hinsichtlich der Versandart oder des [Fahrzeugs] und notwendige Angaben über den Beförderungsweg;
- c) für die Sendung geeignete Notfallvorkehrungen.

- 3.11 Schriftliche Weisungen für das Verhalten bei Unfällen oder Zwischenfällen:  
Der Absender hat dem Beförderer schriftliche Weisungen bereit zu stellen (Unfallmerkblatt). Er hat dafür zu sorgen, dass dieses dem Beförderungspapier beigelegt wird (A). Der Beförderer hat darauf zu achten, dass die Fahrzeugführer fähig sind diese Anweisungen zu verstehen und richtig anzuwenden (B). Die Weisungen sind vom Fahrzeugführer beim Transport mitzuführen (F). Sie sind ihm spätestens zum Zeitpunkt des Verladens der Güter zu übergeben (B, V).

Schriftliche Weisungen sind im Internet unter folgender Adresse zu finden:

<https://www.znf.uni-heidelberg.de/de/services/willkommen-bei-der-fachabteilung-chemie>

- 3.12 Dekontamination und Verwendung von Fahrzeugen, Ausrüstung und Teilen davon (B, V, F):

Regelmäßig für die Beförderung radioaktiver Stoffe verwendete Fahrzeuge und Ausrüstungen sind wiederkehrend auf Kontamination zu überprüfen. Die Häufigkeit derartiger Überprüfungen richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit einer Kontamination und nach dem Umfang, in dem radioaktive Stoffe befördert werden. Alle Fahrzeuge oder Ausrüstungen oder Teile davon, die während der Beförderung radioaktiver Stoffe über die in 3.03 festgelegten Grenzwerte hinaus kontaminiert wurden oder auf der Oberfläche eine Dosisleistung von mehr als 5  $\mu\text{Sv/h}$  aufweisen, müssen so schnell wie möglich durch eine qualifizierte Person dekontaminiert werden und dürfen nicht wieder verwendet werden, es sei denn, folgende Vorschriften sind erfüllt:

- die nicht festhaftende Kontamination überschreitet nicht die in 3.03 festgelegten Grenzwerte;
- die aus der festhaftenden Kontamination resultierende Dosisleistung an der Oberfläche ist nicht größer als 5  $\mu\text{Sv/h}$ .

- 3.13 Verstauung der Versandstücke im Fahrzeug (B, V, F):

Die folgenden Punkte sind zu beachten:

- Der Fahrzeugführer ist auf das gefährliche Gut mit den Angaben aus dem Beförderungspapier hinzuweisen (B, V).
- Versandstücke oder Umverpackungen der Kategorie II-GELB oder III-GELB dürfen in von Personen besetzten Abteilen nicht befördert werden (V, F).
- Es ist darauf zu achten, dass die Vorschriften über die Kennzeichnung und Bezettelung der Versandstücke beachtet werden (V, F).
- Beschädigte Versandstücke dürfen nicht verladen werden (B, V, F).
- Versandstücke müssen durch geeignete Mittel gesichert werden, die in der Lage sind, die Güter im Fahrzeug so zurückzuhalten (z.B. Befestigungsgurte, Schiebewände, verstellbare Halterungen), dass eine Bewegung während der Beförderung, durch die die Ausrichtung der Versandstücke verändert wird oder die zu einer Beschädigung der Versandstücke führt, verhindert wird (V, F).
- Der Laderaum ist nach der Beladung so zu verschließen, dass die Ladung gegen jede unrechtmäßige Entladung geschützt ist (V, F).
- Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff dürfen nicht mit Versandstücken der Klasse 7 in einem Fahrzeug zusammengeladen werden (V, F).

- 3.14 Beschädigte oder undichte Versandstücke, kontaminierte Verpackungen (V, F):  
Ist ein Versandstück offensichtlich beschädigt oder undicht oder wird vermutet, dass das Versandstück beschädigt wurde oder undicht war, ist der Zugang zu diesem Versandstück zu beschränken und das Ausmaß der Kontamination und die daraus resultierende Dosisleistung des Versandstücks durch eine qualifizierte Person so schnell wie möglich abzuschätzen. Der Umfang der Abschätzung muss sich auf das Versandstück, das Fahrzeug, die angrenzenden Be- und Entladebereiche und gegebenenfalls auf alle anderen mit dem Fahrzeug beförderten Güter erstrecken. Falls erforderlich, sind zum Schutz von Personen, Eigentum und der Umwelt in Übereinstimmung mit den von der zuständigen Behörde aufgestellten Bestimmungen zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, um die Folgen derartiger Undichtheiten oder Beschädigungen zu beseitigen und zu verringern. Versandstücke, die beschädigt sind oder aus denen radioaktiver Inhalt über die für normale Beförderungsbedingungen zulässigen Grenzwerte hinaus entweicht, dürfen unter Aufsicht zu einem annehmbaren Zwischenlagerplatz gebracht, aber erst weiterbefördert werden, nachdem sie repariert oder instandgesetzt und dekontaminiert worden sind.
- 3.15 Grenzwert der Transportkennzahl für ein Versandstück (V, F):  
➤ max. 10  
Ein Versandstück mit einer Transportkennzahl von über 10 darf nur unter ausschließlicher Verwendung befördert werden.
- 3.16 Grenzwert der Gesamttransportkennzahl bei der Beförderung (V, F):  
Die Summe aller Transportkennzahlen darf 50 nicht überschreiten. Bei einem Transport unter ausschließlicher Verwendung gilt diese Bestimmung nicht.
- 3.17 Höchst zulässige Dosisleistung am Fahrzeug (V, F):  
➤ 2 mSv/h an jedem Punkt der Außenfläche des Fahrzeugs.  
➤ 0,1 mSv/h in 2 m Abstand von jedem Punkt der Außenfläche des Fahrzeugs.
- 3.18 Kennzeichnung des Fahrzeugs (B, F):  
➤ An beiden Längsseiten und hinten am Fahrzeug müssen Großzettel nach Muster 7D angebracht sein.  
➤ Die orangefarbenen Tafeln müssen aufgeklappt werden.  
➤ Großzettel, die den Inhalt nicht betreffen, müssen entfernt oder verdeckt sein.
- 3.19 Ausrüstung des Fahrzeugs (B, F):  
Die Vorschriften über die Feuerlöschgeräte, über die erforderliche Ausrüstung zur Durchführung der Ladungssicherung und die sonstige Ausrüstung des Fahrzeugs sind zu beachten (siehe GGVSEB und ADR).



3.20 Fahr- und Begleitpersonal (B, V, F):

- Außer den Mitgliedern der Fahrzeugbesatzung sind in Fahrzeugen, in denen Versandstücke oder Umverpackungen mit Gefahrzetteln der Kategorie II-GELB oder III-GELB befördert werden, keine anderen Personen zugelassen.
- Die Mitglieder der Fahrzeugbesatzung müssen einer Individualüberwachung unterliegen.
- Die Fahrzeugführer müssen im Besitz einer gültigen Bescheinigung über die Fahrzeugführer-Schulung sein (ADR-Schulungsbescheinigung) mit Aufbaukurs für die Beförderung von radioaktiven Stoffen der Klasse 7.
- Versandstücke oder Umverpackungen der Kategorie II-GELB oder III-GELB dürfen in von Personen besetzten Abteilen nicht befördert werden.

3.21 Unzustellbarkeit der Sendung (B, V, F):

Bei Unzustellbarkeit der Sendung ist diese an einem sicheren Ort zu lagern; die zuständige Behörde ist schnellstmöglich zu unterrichten und um Weisung für das weitere Vorgehen zu ersuchen.

3.22 Mindestabstände zwischen Versandstücken der Kategorie II-GELB oder III-GELB und Personen (A, P, B, V, F):

Versandstücke und Umverpackungen, die radioaktive Stoffe enthalten, sind während der Beförderung von Beschäftigten in regelmäßig benutzten Arbeitsbereichen gemäß nachstehender Tabelle getrennt zu halten:

Summe der Transportkennzahlen nicht größer als	Dauer der Exposition pro Jahr (in Stunden)			
	Bereiche, zu denen die Öffentlichkeit 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

**Bem.** Beschäftigte, die für Zwecke des Strahlenschutzes einer Individualüberwachung unterliegen, müssen für Zwecke der Trennung nicht in Betracht gezogen werden.

## **Bestimmen der Transportkennzahl (TI-Wert) für ein Versandstück oder für eine Umverpackung**

Die Transportkennzahl dient zur Überwachung der Strahlenexposition eines Versandstücks oder einer Umverpackung und ist bei Versandstücken, die bezettelt werden müssen, grundsätzlich wie folgt zu ermitteln:

1. Zunächst ist die höchste Dosisleistung in einem Abstand von 1 m von der Außenfläche des Versandstücks oder einer Umverpackung zu messen.
2. Wurde die Dosisleistung in **mSv/h** gemessen, so muss der ermittelte Wert mit 100 multipliziert werden. Wurde die Dosisleistung in **µSv/h** gemessen, so muss der ermittelte Wert durch 10 geteilt werden.
3. Das Ergebnis ist 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.

### **Beispiel:**

Die höchste Dosisleistung in 1 Meter Abstand vom Versandstück wurde mit 16,43 µSv/h gemessen.

1. Den ermittelten Wert durch 10 teilen:  $16,43\mu\text{Sv/h} / 10\mu\text{Sv/h} = 1,643$
2. Nach aufrunden auf die erste Dezimalstelle ergibt sich ein TI-Wert von: TI = 1,7



## Bestimmen der Versandstückkategorie (I-WEISS, II-GELB, oder III-GELB)

Maßgebend hierbei sind:

- a) die Transportkennzahl und
- b) die Oberflächen-Dosisleistung eines Versandstücks.

Erfüllt die Transportkennzahl die Bedingung für eine Kategorie, die Oberflächen-Dosisleistung aber die einer anderen Kategorie, so ist das Versandstück der höheren von beiden Kategorien zuzuordnen.

Tabelle 1 - Kategorie eines Versandstücks:

Transportkennzahl (TI)	höchste Dosisleistung an jedem Punkt einer Außenfläche	Kategorie
0 *	nicht mehr als 0,005 mSv/h	I-WEISS
größer als 0 *, aber nicht größer als 1	größer als 0,005 mSv/h, aber nicht größer als 0,5 mSv/h	II-GELB
größer als 1, aber nicht größer als 10	größer als 0,5 mSv/h, aber nicht größer als 2 mSv/h	III-GELB
größer als 10	größer als 2 mSv/h, aber nicht größer als 10 mSv/h	III-GELB und unter ausschließlicher Verwendung zu befördern.

\* Ist die Transportkennzahl nicht größer als 0,05, darf ihr Wert gleich Null gesetzt werden.

Ist die Transportkennzahl eines Versandstücks größer als 10 darf der Transport nur noch unter ausschließlicher Verwendung stattfinden.

## Aktivitätsobergrenze bezogen auf den Inhalt eines Versandstücks mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-II)

Tabelle 2 - Aktivitätsgrenze in MBq/g:

Radionuklid	Grenzwert in MBq/g	
	feste Stoffe und Gase	flüssige Stoffe
C-14	300	30
Ca-45	100	10
Cl-36	60	6
Co-57	1.000	100
Cr-51	3.000	300
H-3	4.000	400
I-125	300	30
I-131	70	7
Na-22	50	5
P-32	50	5
P-33	100	10
Rb-86	50	5
S-35	300	30
Tc-99m	400	40

### Beispiel:

In einem IP-3 Versandstück befinden sich 2 kg feste radioaktive Abfälle mit einer Aktivität von 5000 MBq P-32.

Die spezifische Aktivität beträgt somit:  $5000 \text{ MBq}/2000\text{g} = 2,5 \text{ MBq/g}$

Erlaubt sind 50 MBq/g für P-32 (siehe Tabelle 2). D.h., das Versandstück darf als LSA-II-Versandstück befördert werden.

Grenzwerte weiterer Radionuklide erfragen Sie bitte beim Gefahrgutbeauftragten.