

**Neuerhebung der Anzahl
der beförderten
Versandstücke pro Jahr**

Abschlussbericht zu AP 4

Neuerhebung der Anzahl der beförderten Versandstücke pro Jahr

Abschlussbericht zu AP 4

André Filby
Annegret Günther

September 2020

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) unter dem Kennzeichen 4717E03370 durchgeführt.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Auftragnehmer.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers übereinstimmen.

Danksagung

Die Bearbeiter sind – neben dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) für die Förderung – einer Vielzahl von Personen, Unternehmen, Behörden und Organisationen, die die vorliegenden Untersuchungen durch Bereitstellung von Daten und Informationen maßgeblich unterstützt und gefördert haben, zum Dank verpflichtet.

Deskriptoren

Kernbrennstoff, sonstige radioaktive Stoffe, Transport, Versandstück

Kurzfassung

Zur Erhebung des Beförderungsaufkommens radioaktiver Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland wurde eine bundesweite Datenerhebung durchgeführt. Letztere erstreckte sich auf alle Arten radioaktiver Stoffe (Kernbrennstoffe/Großquellen und sonstige radioaktive Stoffe) und Verkehrsträger (Straße, Schiene, Luft, Wasser). Bezugsjahr der Erhebung ist das Kalenderjahr 2017. Die Datenerhebung erfolgte hauptsächlich durch die Auswertung der im Rahmen des Vorhabens entwickelten Fragebögen, die an kooperationsbereite Adressaten gesendet wurden. Darunter befanden sich Transportunternehmen, Behörden, Institutionen, Hersteller etc. Im Bezugsjahr 2017 wurden der Erhebung zufolge bundesweit etwa 720.000 Versandstücke mit radioaktiven Stoffen befördert. Nach dem Anwendungs- bzw. Herkunftsbereich der beförderten radioaktiven Stoffe ist der größte Anteil der beförderten Versandstücke den sonstigen radioaktiven Stoffen zuzuordnen, die nicht mit dem Kernbrennstoffkreislauf in Zusammenhang stehen. Allerdings kann die vorliegende Erhebung nicht als abdeckend angesehen werden, so dass die dargestellten Zahlen zu den Versandstücken mit radioaktiven Stoffen als eine untere Grenze angesehen werden müssen.

Abstract

In this study, a nationwide data acquisition to determine the transport volume of radioactive material in Germany was carried out. In this regard, all kinds of radioactive materials were considered, i.e. nuclear fuels/large sources and other radioactive materials. Also, the different modes of transport (road, rail, air and water) were taken into account. The data acquisition was carried out for the reference year 2017. The data acquisition was conducted by using questionnaires which were developed in the course of this study. The latter were adapted to the respective and cooperative addressees. These were carriers, authorities, institutes, manufacturers etc. In the reference year 2017, at least 720.000 packages containing radioactive materials were shipped. Regarding the field of application or origin, the most significant proportion of the shipped radioactive materials is associated with other radioactive materials, which are not related to the nuclear fuel cycle. However, the present survey cannot be regarded as covering the whole transport data in Germany, so that the data shown for packages of radioactive material must be regarded as a lower limit.

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung	I
1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2	Informationsgrundlagen	3
3	Begriffsbestimmungen	7
4	Einteilung der Versandstücke mit radioaktiven Stoffen.....	11
4.1	Kernbrennstoffe und Großquellen	11
4.2	Sonstige radioaktive Stoffe	13
4.2.1	Sonstige radioaktive Stoffe aus dem Kernbrennstoffkreislauf.....	14
4.2.2	Sonstige radioaktive Stoffe aus der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung	15
4.2.3	Sonstige radioaktive Stoffe aus der Medizin, Forschung und Technik.....	16
5	Beförderungsaufkommen	17
5.1	Kernbrennstoffe und Großquellen.....	17
5.2	Sonstige radioaktive Stoffe aus dem Kernbrennstoffkreislauf.....	21
5.3	Sonstige radioaktive Stoffe aus der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung	23
5.4	Sonstige radioaktive Stoffe aus der Medizin, Forschung und Technik.....	25
5.5	Zusammenstellung der beförderten Versandstücke.....	26
6	Zusammenfassung	29
	Literaturverzeichnis	31
	Abbildungsverzeichnis.....	35
	Tabellenverzeichnis	37
	Abkürzungsverzeichnis.....	39

A	Beispiel für einen Fragebogen zur Datenerhebung	41
----------	--	-----------

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Radioaktive Stoffe sind im verkehrsrechtlichen Sinne Gefahrgüter der Klasse 7. Von ihnen können bei unsachgemäßer Handhabung und bei Transportunfällen Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung ausgehen. Daher wurde für die Beförderung gefährlicher Güter ein internationales Regelwerk geschaffen (ausgehend von den IAEA Transportvorschriften /IAEA 18/ und den UN-Empfehlungen für den Transport gefährlicher Güter /UN 19/ zu den verkehrsträgerspezifischen Regelungen ADR /ADR 19/ (Straße), RID /RID 19/ (Schiene), ADN /ADN 19a/, /ADN 19b/, /ADN 19c/, /ADN 20a/, /ADN 20b/ (Binnenschifffahrt), ICAO-TI /ICAO 19/ (Luft), IMDG-Code /IMDG 18/ (Seeschifffahrt), bei dessen Anwendung deren sicherer Transport grundsätzlich gewährleistet ist. Dieses internationale Regelwerk wurde in Deutschland durch das „Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (GGBefG)“ /GGBG 16/ und die erlassenen verkehrsträgerspezifischen Rechtsverordnungen (u. a. GGVSEB /GGV 19/, GGVSee /GSEE 19/) in nationales Recht umgesetzt. Die Beförderung radioaktiver Stoffe wird in Deutschland darüber hinaus durch atom- und strahlenschutzrechtliche Vorschriften geregelt (Atomgesetz (AtG) /ATG 20/, Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /SSG 20/), damit der Schutz von Leben, Gesundheit und Eigentum sowohl bei der bestimmungsgemäßen Beförderung sowie bei eventuellen Transportunfällen gewährleistet ist. Die Beförderung radioaktiver Stoffe unterliegt nach dem Atomrecht (§ 19 AtG /ATG 20/) der staatlichen Aufsicht.

In der Bundesrepublik Deutschland wurden laut den letzten Erhebungen (/GRS 08/) jährlich etwa 650.000 bis 750.000 Versandstücke mit radioaktiven Stoffen – ausgenommen geringe Aktivitätsmengen enthaltende Gebrauchsgütersendungen – im innerstaatlichen und grenzüberschreitenden Verkehr auf öffentlichen oder der Öffentlichkeit zugänglichen Verkehrswegen befördert. In diesem Zusammenhang kommen praktisch sämtliche Verkehrsträger (Straße, Schiene, Luft und Wasser) mit unterschiedlichen Beförderungsmitteln zum Einsatz.

Bei den beförderten radioaktiven Stoffen handelt es sich hinsichtlich Art, Menge und Beschaffenheit um unterschiedlichste radioaktive Substanzen und Versandgüter. Dazu gehören beispielsweise kleinere Aktivitätsmengen in Form von radioaktiven Präparaten, Instrumenten, Strahlenquellen etc. für medizinische, wissenschaftliche und technische Anwendungen bis zu sehr großen Aktivitätsmengen in Form von sogenannten Großquellen, bestrahlten Brennelementen und hochradioaktiven Rest- und Abfallstoffen. Letztere machen anzahlmäßig erfahrungsgemäß jedoch nur einen Bruchteil des bundesweiten Beförderungsaufkommens radioaktiver Stoffe aus /BASE 20a/.

Die Datengrundlage für diese bisher verwendete Größenordnung von 650.000 bis 750.000 Versandstücken mit radioaktiven Stoffen pro Jahr ist inzwischen über 15 Jahre alt. Im Rahmen dieses Vorhabens wird daher die Anzahl der pro Jahr in Deutschland beförderten Versandstücke der Klasse 7 (radioaktive Stoffe) neu ermittelt, um aktuelle Zahlen auch zur Information der Öffentlichkeit verfügbar zu machen. In diesem Zusammenhang wurde eine Vielzahl von Unternehmen, Behörden, Institutionen etc. recherchiert und kontaktiert, um aktuelle Daten zu akquirieren. Die Datenerhebung erfolgte hauptsächlich durch die Auswertung der im Vorhaben entwickelten Fragebögen, die an kooperationsbereite (und im Rahmen des Vorhabens recherchierte) Adressaten gesendet wurden.

2 Informationsgrundlagen

Die in diesem Vorhaben erhobene Anzahl der beförderten Versandstücke mit radioaktiven Stoffen wird, soweit die nötigen Informationen zur Verfügung stehen, nach folgenden Kategorien unterschieden (s. Abschnitt 4):

- Kernbrennstoffe und Großquellen
- Sonstige radioaktive Stoffe aus
 - dem Kernbrennstoffkreislauf,
 - der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung sowie
 - der Forschung, Medizin und Technik.

Die Zuständigkeit für Genehmigungen zur Beförderung von Kernbrennstoffen und Großquellen auf öffentlichen oder der Öffentlichkeit zugänglichen Verkehrswegen liegt nach § 23d AtG und § 186 StrlSchG beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE, bis zum Jahr 2020 hieß das BASE Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE)). „Kernbrennstoffe“ sind dabei nach § 2 Abs. 1 Satz 2 AtG und § 3 Abs. 1 Satz 2 StrlSchG „besondere spaltbare Stoffe in Form von Plutonium 239 oder Plutonium 241, mit den Isotopen 235 oder 233 angereichertem Uran, jedem Stoff, der“ die zuvor „genannten Stoffe enthält“, und „Stoffen, mit deren Hilfe in einer geeigneten Anlage eine sich selbst tragende Kettenreaktion aufrechterhalten werden kann [...]“. „Großquellen“ sind nach § 186 Abs. 1 Satz 2 StrlSchG radioaktive Stoffe, deren Aktivität je Beförderungs- oder Versandstück den Aktivitätswert von 1.000 TBq übersteigt. „Sonstige radioaktive Stoffe“ sind nach § 2 Abs. 1 Satz 1 AtG und § 3 Abs. 1 Satz 1 StrlSchG Stoffe, die ein oder mehrere Radionuklide enthalten und deren Aktivität oder spezifische Aktivität nicht außer Acht gelassen werden kann (s. dazu § 2 Abs. 2 AtG und § 3 Abs. 2 StrlSchG) und es sich nicht um Kernbrennstoffe handelt.

Die Zuständigkeit für die Beförderung von sonstigen radioaktiven Stoffen liegt nach § 24 AtG bei den Landesbehörden bzw. – bei der Beförderung im Schienenverkehr durch bundeseigene Eisenbahnen – beim Eisenbahn-Bundesamt (EBA). Welche Landesbehörden im Einzelnen zuständig sind, richtet sich nach dem jeweiligen Landesrecht. Für die Genehmigung einer grenzüberschreitenden Verbringung ist nach § 22 Abs. 1 AtG das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zuständig. Die Überwachung von grenzüberschreitenden Verbringungen obliegt nach § 22 Abs. 2 AtG dem Bundesministerium der Finanzen oder den von ihm bestimmten Zolldienststellen. Die Erlaubnis für die und die verkehrsrechtliche Aufsicht bei der Beförderung gefährlicher

Güter, auch radioaktiver Stoffe, im Luftverkehr obliegt nach § 78 Abs. 1 der Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO) /LVZO 19/ dem Luftfahrt-Bundesamt (LBA), wobei die Erteilung von Genehmigungen zum Transport radioaktiver Stoffe nach dem Atomgesetz unberührt bleiben. Die zuständigen Behörden haben darüber zu wachen, dass bei der Beförderung nicht gegen die atom-, strahlenschutz- und gefahrgutrechtlichen Vorschriften und die Bestimmungen des Genehmigungsbescheides verstoßen wird. Dazu hat der Gesetzgeber die Aufsichtsbehörden mit entsprechenden Befugnissen ausgestattet.

Aus den oben genannten Zuständigkeiten ergaben sich mit Hinblick auf das Ziel des Forschungsvorhabens – der Neuerhebung der Anzahl der Versandstücke mit radioaktiven Stoffen – als Ansprechpartner zunächst die Genehmigungsbehörden. Daher wurde das BASE (vormals BfE) als Genehmigungsbehörde für die Beförderung von Kernbrennstoffen und Großquellen kontaktiert. Dieses hat sich bereit erklärt, entsprechende Daten zur Verfügung zu stellen. Die Genehmigung der Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe (ausgenommen Verkehrsträger Schiene und Luft) obliegt, wie oben dargestellt, den jeweiligen Landesbehörden. Dabei kann die Genehmigung nach § 27 Abs. 1 StrlSchG dem Absender oder Beförderer im Sinne der Vorschriften über die Beförderung gefährlicher Güter, dem Abgebenden oder demjenigen erteilt werden, der es übernimmt, die Versendung oder Beförderung zu besorgen. Weiterhin ist die Genehmigung für den einzelnen Beförderungsvorgang zu erteilen, kann jedoch einem Antragsteller allgemein für längstens drei Jahre für eine Vielzahl von Beförderungen erteilt werden. Das bedeutet, dass nicht notwendigerweise jeder einzelne Beförderungsvorgang genehmigt werden muss. Während es für die Beförderungsvorgänge von radioaktiven Abfällen und radiographischen Strahlenquellen (s. hierzu Abschnitt 4.2.2) eine Mitteilungs- bzw. Meldepflicht an die zuständige Behörde gibt, ist dies für andere sonstige radioaktive Stoffe nicht notwendig, so dass bei den Landesbehörden auch nicht jeder einzelne Beförderungsvorgang erfasst wird. Erschwerend hinzu kommt, dass in einer Beförderungsgenehmigung für sonstige radioaktive Stoffe aber auch in den oben genannten Meldungen bzw. Mitteilungen nicht notwendigerweise die genaue Versandstückzahl angegeben werden muss. Darüber hinaus werden für die Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe, die die Voraussetzungen für sogenannte freigestellte Versandstücke der Klasse 7 nach den Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter erfüllen (s. hierzu Abschnitt 3), keine Beförderungsgenehmigungen nach StrlSchG benötigt (genehmigungsfreie Beförderung nach § 28 StrlSchG). Letzteres betrifft insbesondere sonstige radioaktive Stoffe aus Forschung, Medizin und Technik. Zusammenfassend

können die Landesbehörden also i. d. R. zwar Auskunft über die Anzahl der Genehmigungsinhaber geben, aber keine Aussagen zu der genauen Anzahl der beförderten Versandstücke treffen.

Daher wurde nach anderen Informationsquellen recherchiert. Als erfolgsversprechend wurden hierbei die jeweiligen Landessammelstellen (LSS) für radioaktive Abfälle identifiziert. Diese müssen nach § 9a Abs. 3 AtG von den Ländern zur Zwischenlagerung der in ihrem Gebiet angefallenen radioaktiven Abfälle nach § 5 Abs. 4 der atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) /ATEV 18/ eingerichtet werden. Da einige Landessammelstellen teilweise von mehreren Bundesländern gemeinschaftlich betrieben werden, gibt es bundesweit insgesamt neun LSS. Diese wurden alle kontaktiert, allerdings gab es nur von drei konkreten Rücklauf mit Daten bzgl. der Versandstückzahlen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass es bei den LSS unterschiedliche Handhabungen bzgl. des An- und Abtransports von radioaktiven Stoffen gibt: Manche Sammelstellen befördern selbst, andere wiederum beauftragen dazu externe Transportunternehmen.

Um die Datengrundlage zu erweitern, wurde darüber hinaus eine Datenabfrage bei diversen Transportunternehmen, Institutionen, Gesellschaften, Herstellern radioaktiver Stoffe und Geräteherstellern durchgeführt. Die Transportunternehmen wurden dabei mit Hilfe einer Internetrecherche bzw. der Liste der zugelassenen Transporteure des LBA /LBA 19/ ermittelt. Diese Liste enthält ca. 1.300 Unternehmen. Bezüglich dieser Unternehmen wurde dann weiter recherchiert, ob diese Versandstücke der Klasse 7 befördern. Dies wurde hauptsächlich ebenfalls per Internetrecherche durchgeführt (Angaben auf den jeweiligen Webseiten). In den Fällen, bei denen die Internetrecherche keine Auskünfte über die beförderten Güter zuließ, wurden die Unternehmen auch per E-Mail oder telefonisch kontaktiert. Auf diese Weise wurden 29 Transportunternehmen identifiziert, die Gefahrgüter der Klasse 7 befördern. Diese Unternehmen wurden dann telefonisch oder per E-Mail kontaktiert und angefragt, ob sie bereit seien, das vorliegende Forschungsvorhaben zu unterstützen. Ein Ergebnis dieser Kontaktaufnahme war, dass von den angefragten Unternehmen mindestens vier diese Aufträge an andere Unternehmen abgeben. Insgesamt waren neun der kontaktierten Transportunternehmen bereit, das vorliegende Forschungsvorhaben mit konkreten Daten zu den beförderten Versandstückzahlen zu unterstützen.

Darüber hinaus wurden persönliche Kontakte zu Transportunternehmen, Firmen und Gesellschaften, die z. B. durch die Mitarbeit in einschlägigen Gremien geknüpft wurden, genutzt, um weitere Informationen zu erhalten.

Die Datenerhebung selbst wurde dann i. d. R. mit Hilfe eines Fragebogens durchgeführt. Dieser wurde meist in Zusammenarbeit mit den kooperationsbereiten Adressaten erarbeitet bzw. angepasst, so dass dieser der individuellen Form und dem Detaillierungsgrad der Daten, die zur Verfügung gestellt werden konnten, Rechnung trugen. Dabei wurden z. B. die Anzahl der insgesamt beförderten Versandstücke im Bezugsjahr, Angaben zum Transportaufkommen auf den Verkehrsträgern Wasser, Straße, Schiene, Luft, oder eine Aufschlüsselung der beförderten Versandstücke nach UN-Nummern abgefragt. Als Erhebungszeitraum wurde i. d. R. das Jahr 2017 angefragt. Ein Beispiel eines solchen Fragebogens findet sich in Anhang A.

Die auf diese Weise zusammengetragenen Daten werden in Abschnitt 5 vorgestellt. Dabei wurde i. d. R. eine Anonymisierung bezüglich der jeweiligen Datenquellen vorgenommen, so dass keine Rückschlüsse auf die jeweiligen zur Verfügung stellenden Unternehmen gezogen werden können.

Es bleibt festzuhalten, dass die vorliegende Erhebung keinesfalls als abdeckend angesehen werden kann. Dies liegt zum einen daran, dass sich nur ein geringer Teil der angefragten Unternehmen bereit erklärt hat, konkrete Daten zur Verfügung zu stellen. Zum anderen war es vielen angefragten Unternehmen nicht möglich, Aussagen über konkrete Versandstückzahlen zu treffen. Dies kann an einem damit verbundenen zu hohem Aufwand für die jeweiligen Unternehmen liegen oder es war den Unternehmen nicht möglich, solche Daten zu extrahieren. Letzteres ist u. a. darauf zurückzuführen, dass eine Erhebung der beförderten Versandstücke gesetzlich nicht gefordert wird. In den von den Gefahrgutbeauftragten der Unternehmen jährlich zu erstellenden Jahresberichten nach § 8 Abs. 5 der Gefahrgutbeauftragtenverordnung (GbV) /GBV 19/ muss die Gesamtmenge der beförderten Gefahrgüter in Form der Masse angegeben werden (§ 8 Abs. 5 Nr. 2 GbV). Die Masse lässt aber keine Rückschlüsse auf die Anzahl der Versandstücke zu.

3 Begriffsbestimmungen

In diesem Abschnitt werden die Begriffe, die in den folgenden Abschnitten genutzt werden, erläutert.

Unter **Versandstück** (engl. „package“) versteht man eine Verpackung mit ihrem radioaktiven/spaltbaren Inhalt, wie es zur Beförderung bereitgestellt wird. Ein Versandstück im Sinne dieser Untersuchung ist jedes Behältnis zur Umschließung und Beförderung einer radioaktiven Substanz einschließlich seines radioaktiven Inhaltes.

Als **Verpackung** (engl. „packaging“) wird die Gesamtheit aller zur Umschließung/Ab-schirmung eines radioaktiven Stoffes notwendigen Bauteile/Komponenten definiert.

Abb. 3.1 verdeutlicht die oben erläuterten Begriffe.

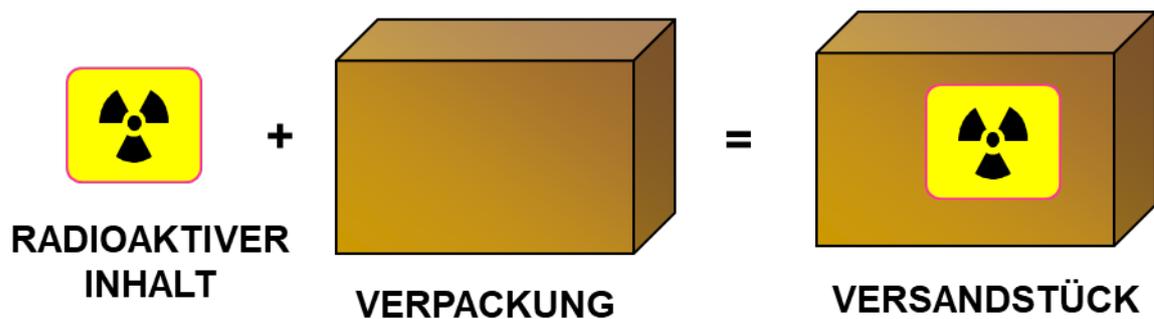


Abb. 3.1 Zusammenhang zwischen Versandstück, Verpackung und radioaktivem Inhalt

Die Begriffe „**Transport**“ und „**Sendung**“ werden im Folgenden synonym genutzt. Mit dem Begriff „Sendung“ werden Versandstücke bezeichnet, die unter *einem* Transportdokument zum Versand gebracht werden. Eine **Sendung kann mehrere Versandstücke umfassen oder aus mehreren Wagenladungen** bestehen.

Nach den internationalen Transportvorschriften /IAEA 18/ muss die Sicherheit beim Transport von radioaktiven Stoffen durch das Versandstück selbst gewährleistet sein. Realisiert wird dieses Konzept mit Hilfe eines abgestuften Ansatzes: je nach Gefährdungspotential des zu transportierenden radioaktiven Stoffes (Art (z. B. spaltbar, nicht spaltbar), Menge, Aktivität bzw. spezifische Aktivität etc.) muss das Versandstück entsprechende sicherheitstechnische Anforderungen erfüllen.

Diesen Anforderungen folgend werden im Allgemeinen folgende Versandstückarten unterschieden:

- freigestellte Versandstücke,
- Industrierversandstücke (Typ IP-1, IP-2, IP-3),
- Typ A-Versandstücke,
- Typ B-Versandstücke (Typ B(U), Typ B(M)),
- Typ C-Versandstücke (für Lufttransporte).

Darüber hinaus wird dem zu transportierenden radioaktiven Stoff eine sogenannte **UN-Nummer** (oder auch Stoffnummer) zugewiesen /UN 19/, die im allgemeinen das Gefährdungspotential und weitere Charakteristika des Stoffes wiedergibt.

Freigestellte Versandstücke sind nach § 28 Abs. 1 Nr. 3a StrlSchG genehmigungsfrei. Als freigestelltes Versandstück können nur radioaktive Stoffe transportiert werden, die die Anforderungen in Abschnitt 2.2.7.2.4.1 des ADR /ADR 19/ (oder der entsprechenden Regelungen anderer Verkehrsträger wie ADN oder RID, auch im Folgenden) erfüllen. Darunter fallen z. B. radioaktive Stoffe, deren Aktivität je Versandstück die im ADR aufgeführten Grenzwerte nicht übersteigt (Tabelle 2.2.7.2.4.1.2 ADR) oder leere Verpackungen, in denen vorher radioaktive Stoffe enthalten waren (Abschnitt 2.2.7.2.4.1.7 ADR /ADR 19/). Weiterhin darf z. B. die Dosisleistung an keinem Punkt der Außenfläche des Versandstückes 5 µSv/h überschreiten (Abschnitt 2.2.7.2.4.1.2 ADR). Freigestellte Versandstücke unterliegen darüber hinaus den entsprechenden Vorschriften aller übrigen Teile des ADR. Freigestellte Versandstücke umfassen die UN-Nummern 2908 bis 2911 oder 3507.

Industrierversandstücke werden zur Beförderung von radioaktiven Materialien verwendet, die entweder „Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität“ (LSA-Stoffe) oder „oberflächenkontaminierte Gegenstände“ (SCO) sein können. Dabei werden drei Typen der Industrierversandstücke unterschieden, Typ IP-1, Typ IP-2 und Typ IP-3. Auch für Industrierversandstücke gelten, neben den allgemeinen Vorschriften für den Bau, die Prüfung und die Zulassung von Versandstücken für radioaktive Stoffe sowie für die Zulassung solcher Stoffe des Abschnittes 6.4.2 ADR, spezifische Vorschriften (z. B. Abschnitt 4.1.9.2 ADR). U. a. ist die Menge der LSA-Stoffe oder der SCO-Gegenstände in einem Industrierversandstück oder Gegenstand oder gegebenenfalls in einer Gesamtheit

von Gegenständen so zu beschränken, dass die äußere Dosisleistung in einem Abstand von 3 m von dem nicht abgeschirmten Stoff oder Gegenstand oder der Gesamtheit von Gegenständen 10 mSv/h nicht überschreitet (Abschnitt 4.1.9.2.1 ADR). Im Gegensatz zu freigestellten Versandstücken und Industrierversandstücken des Typ IP-1 sind Industrierversandstücke der Typen IP-2 und IP-3 prüfpflichtig. Industrierversandstücke umfassen die UN-Nummern 2912, 2913, 3321, 3322 oder 3324 bis 3326.

Radioaktive Stoffe in Mengen, die ein begrenztes radiologisches Gefährdungspotenzial darstellen, werden als sogenannte **Typ A-Versandstücke** befördert. Diese müssen gegenüber freigestellten Versandstücke erhöhten Sicherheitsanforderungen genügen. Die höchstzulässige in Typ A-Versandstücken beförderbare Aktivitätsmenge wird aus den sogenannten A_1 - und A_2 -Werten bestimmt (Abschnitt 2.2.7.2.4.4 ADR); diese sind in den gefahrgutrechtlichen Transportvorschriften in Form von nuklidspezifischen Aktivitätswerten tabelliert (s. z. B. Tabelle 2.2.7.2.2.1 ADR). Darüber hinaus sind neben den allgemeinen Anforderungen noch weitere spezifische Vorschriften zu beachten (z. B. Abschnitt 6.4.7 ADR). Auch Typ A-Versandstücke sind prüfpflichtig. Sie umfassen die UN-Nummern 2915, 3327, 3332 und 3333.

Typ B-Versandstücke werden zur Beförderung größerer (Aktivitäts-)Mengen radioaktiver Stoffe genutzt. Diese Versandstücke müssen definierten Auswirkungen von Unfällen standhalten und werden z. B. für die Beförderung von Radioisotopen mit hoher Aktivität, bestrahlten Kernbrennstoffen und hochradioaktiven Abfällen verwendet. Typ B-Versandstücke sind zulassungspflichtig (zugelassene Bauart, s. z. B. Abschnitt 2.2.7.2.4.6 ADR). Spezifische Anforderungen finden sich z. B. in Abschnitt 6.4.8 und 6.4.9 ADR. Typ B-Versandstücke umfassen die UN-Nummern 2916 und 3328 (Typ B(U)) sowie 2917 und 3329 (Typ B(M)).

Typ C-Versandstücke sind für die Beförderung radioaktiver Stoffe ab einer bestimmten Aktivität im Luftverkehr zu verwenden. Sie müssen ebenfalls definierten Auswirkungen von Unfällen standhalten und sind zulassungspflichtig (zugelassene Bauart, s. z. B. Abschnitt 2.2.7.2.4.6 ADR). Spezifische Anforderungen finden sich z. B. in Abschnitt 6.4.10 ADR. Typ C-Versandstücke umfassen die UN-Nummern 3323 und 3330.

4 Einteilung der Versandstücke mit radioaktiven Stoffen

Wie in Abschnitt 2 erwähnt, werden die in diesem Vorhaben erhobenen Daten zu den beförderten Versandstücken mit radioaktiven Stoffen zum einen nach der Art des radioaktiven Stoffes (Kernbrennstoffe und Großquellen, sonstige radioaktive Stoffe) und zum anderen, wenn möglich, nach ihrem Anwendungsbereich eingeteilt. Tab. 4.1 gibt einen Überblick über diese Einteilung.

Tab. 4.1 Einteilung der erhobenen Daten nach radioaktivem Stoff und dem Hauptanwendungsbereich

Radioaktiver Stoff	Hauptanwendungsbereich
Kernbrennstoffe, Großquellen	
Kernbrennstoffe, Großquellen	Kernbrennstoffkreislauf, Forschung
Sonstige radioaktive Stoffe	
Vorprodukte zur Brennelementherstellung, Serviceequipment, radioaktive Abfälle	Kernbrennstoffkreislauf, Forschung
Radiographische Strahlenquellen und Strahlenquellen zur Feuchte- und Dichtemessung	Radiographie, Messtechnik
Radiopharmaka, radioaktive Präparate und sonstige Strahlenquellen	Medizin, Forschung, Technik

In den folgenden Abschnitten werden die oben genannten jeweiligen radioaktiven Stoffe näher erläutert.

4.1 Kernbrennstoffe und Großquellen

Kernbrennstoffe im atom- und strahlenschutzrechtlichen Sinne sind, wie in Abschnitt 2 schon erläutert, besondere spaltbare Stoffe in Form von Pu-239 und Pu-241, mit den Isotopen U-233 oder U-235 angereichertes Uran, sowie jeder Stoff, der einen oder mehrere der zuvor genannten spaltbaren Stoffe enthält und außerdem alle Stoffe, mit deren

Hilfe in einer geeigneten Anlage eine sich selbst tragende Kettenreaktion aufrechterhalten werden kann (§ 2 Abs. 1 Satz 2 AtG und § 3 Abs. 1 Satz 2 StrlSchG). Bei Kernbrennstoffen handelt es sich in der Regel um Urandioxid (mit U-235 als wesentlichem Spaltstoff), das in Form von temperaturstabilen keramischen Tabletten („Pellets“) in den Brennstäben enthalten ist. Uran in seiner natürlichen Isotopenzusammensetzung hat allerdings nur einen Anteil von ca. 0,72 % des spaltbaren Isotops U-235. Dieser Anteil ist i. d. R. zu gering, um eine sich selbst tragende Kettenreaktion aufrecht zu erhalten. Aus diesem Grund wird das Uran vor seinem Einsatz als Kernbrennstoff üblicherweise angereichert, d. h. der Anteil an Uran-235 wird durch technische Maßnahmen erhöht. In den heute in Deutschland zur Erzeugung von Elektrizität üblichen Leichtwasserreaktoren kommt i. d. R. Uran mit einer Anreicherung von bis zu 5 % zum Einsatz. In anderen Reaktortypen wird auch deutlich höher angereichertes Uran eingesetzt (z. B. Forschungsreaktoren) /GRS 17/. Daneben werden in Uran-Plutonium-Mischoxid-Brennelementen (MOX-Brennelemente) auch die Isotope Pu-239 und Pu-241 eingesetzt.

Großquellen sind nach § 186 Abs. 1 Satz 2 StrlSchG radioaktive Stoffe, deren Aktivität je Beförderungs- oder Versandstück den Aktivitätswert von 1.000 TBq übersteigt. In Deutschland wurden in den letzten Jahren (seit 2010) ausschließlich Großquellen mit dem Radionuklid Co-60 befördert. Solche Co-60 Großquellen werden zur Gammastrahlensterilisation eingesetzt. Bei dieser Art der Sterilisation macht man sich zu Nutze, dass Gammastrahlung zuverlässig die DNA von Mikroorganismen zerstören kann und Keimbelastungen inaktiviert. Ein weiterer Vorteil dieser Art der Sterilisation liegt darin begründet, dass Produkte einschließlich ihrer Verpackung ohne nennenswerte Temperaturerhöhung oder den Einsatz von Chemikalien bestrahlt und somit sterilisiert werden können /BGS 11/. Weiterhin ist es mit solchen Bestrahlungsvorrichtungen möglich, ganze Produktpaletten zu behandeln. Dabei werden nicht nur Medizinprodukte sterilisiert, um eine Keimfreiheit zu garantieren, sondern auch Materialien, die z. B. in der Biotechnologie, bei der Lebensmittelverarbeitung, bei der Pharma- und Kosmetikherstellung oder auch bei der Halbleiterherstellung genutzt werden.

Das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) ist nach dem Atomrecht zuständig für die Genehmigung der Beförderung von Kernbrennstoffen und Großquellen. Für die Genehmigung einer grenzüberschreitenden Verbringung ist das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zuständig (s. hierzu auch Abschnitt 2). Beförderungsgenehmigungen werden nur erteilt, wenn die Vorschriften des Atomrechts, des Strahlenschutzrechts und des Gefahrgutrechts eingehalten werden.

Die Aufsicht über die Beförderung von Kernbrennstoffen und Großquellen ist wie folgt geregelt:

- Die atom- und gefahrgutrechtliche Aufsicht über Kernbrennstoff- oder Großquellen Transporte obliegt den Landesbehörden für die Verkehrsträger Straße und Wasser (Binnengewässer und See).
- Für Lufttransporte obliegt die gefahrgutrechtliche Aufsicht dem Luftfahrt-Bundesamt.
- Für die atom-, strahlenschutz- und gefahrgutrechtliche Aufsicht über Transporte mit bundeseigenen Bahnen ist das Eisenbahn-Bundesamt verantwortlich.
- Die Überwachung von grenzüberschreitenden Verbringungen obliegt dem Bundesministerium der Finanzen oder den von ihm bestimmten Zolldienststellen.

4.2 Sonstige radioaktive Stoffe

Alle übrigen Stoffe, die ein Radionuklid oder mehrere Radionuklide enthalten und deren Aktivität oder spezifische Aktivität nicht außer Acht gelassen werden können (s. dazu § 2 Abs. 2 AtG und § 3 Abs. 2 StrlSchG), gehören im atom- und strahlenschutzrechtlichen Sinne zu den so genannten **sonstigen** (überwiegend nichtspaltbaren) **radioaktiven Stoffen** (§ 2 Abs. 1 Satz 1 AtG und § 3 Abs. 1 Satz 1 StrlSchG). Dies gilt auch für radioaktive Stoffe (vergl. § 2 Abs. 3 AtG und § 3 Abs. 3 StrlSchG), in denen der Anteil der spaltbaren Radioisotope U-233, U-235, Pu-239 und Pu-241 insgesamt 15 g oder die Konzentration der genannten Isotope 15 g pro 100 kg nicht überschreitet mit Ausnahme von „verfestigten hochradioaktiven Spaltproduktlösungen aus der Aufarbeitung von Kernbrennstoffen“. Letztere sind bezüglich der Anwendung der atomrechtlichen Vorschriften den Kernbrennstoffen praktisch gleichgestellt.

Als Sonderfall gelten demnach insbesondere natürliches und abgereichertes Uran im atomrechtlichen Sinne generell nicht als (spaltbare) Kernbrennstoffe. Ihre Beförderung, Anwendung, Verwahrung etc. ist deshalb beispielsweise von den diesbezüglichen Genehmigungsvorschriften für Kernbrennstoffe befreit und sie unterliegen als sonstige radioaktive Stoffe vielmehr den entsprechenden Vorschriften des Strahlenschutzgesetzes. Dies gilt in der Regel auch für die Beförderung von entleerten Brennelement-Transportbehältern (Leertransporte) mit Restaktivität.

Für die Genehmigung der Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe sind die jeweiligen Landesbehörden zuständig, es sei denn, es handelt sich um eine nach § 28 StrlSchG genehmigungsfreie Beförderung. Weiterhin ist das Eisenbahn-Bundesamt für Beförderungsgenehmigungen im (bundeseigenen) Schienen- und Schiffsverkehr zuständig. Für die Genehmigung einer grenzüberschreitenden Verbringung ist auch bei sonstigen radioaktiven Stoffen das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zuständig (s. hierzu auch Abschnitt 2). Die aufsichtlichen Zuständigkeiten bei der Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe ist wie folgt geregelt:

- Die strahlenschutz- und gefahrgutrechtliche Aufsicht über Transporte von sonstigen radioaktiven Stoffen obliegt den Landesbehörden für die Verkehrsträger Straße und Wasser (Binnengewässer und See).
- Für Lufttransporte obliegt die gefahrgutrechtliche Aufsicht dem Luftfahrt-Bundesamt.
- Für die strahlenschutz- und gefahrgutrechtliche Aufsicht über Transporte mit der Bahn ist das Eisenbahn-Bundesamt verantwortlich.
- Die Überwachung von grenzüberschreitenden Verbringungen obliegt dem Bundesministerium der Finanzen oder den von ihm bestimmten Zolldienststellen.

4.2.1 Sonstige radioaktive Stoffe aus dem Kernbrennstoffkreislauf

Bei sonstigen radioaktiven Stoffen aus dem Kernbrennstoffkreislauf handelt es sich zum einen um Stoffe, die für die Brennelementherstellung benötigt werden (z. B. natürliches Uranhexafluorid oder natürliches Uranoxid) oder während des Betriebs der Anlagen gebraucht werden (z. B. Serviceequipment), zum anderen um radioaktive Rest- und Abfallstoffe in unterschiedlicher Form, Menge und Zusammensetzung, die beim Umgang und der Anwendung von radioaktiven Stoffen sowie beim Betrieb von kerntechnischen Anlagen entstehen. Beispielsweise fallen diese in Form von abgereichertem Uranhexafluorid, kontaminierten Filtern, Ionenaustauscherharzen, kontaminierten/aktivierten Bauteilen und Komponenten, Isoliermaterial, Bauschutt, kontaminierter Kleidung, Reinigungsmaterial usw. an.

Entsprechend den Vorschriften des Atomgesetzes (§ 9a AtG) hat derjenige, der Anlagen, in denen mit Kernbrennstoffen umgegangen wird, errichtet oder betreibt oder anderweitig mit radioaktiven Stoffen umgeht, dafür Sorge zu tragen, dass anfallende radioaktive Reststoffe schadlos verwertet oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt

werden. Zur sicheren Verbringung, Handhabung und Lagerung müssen die radioaktiven/kontaminierten Rest- und Abfallmaterialien bestimmte Grundanforderungen erfüllen (s. hierzu auch die Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung – AtEV)). Schwach- und mittelradioaktive Rest- und Abfallstoffe werden zum Zwecke der schadlosen Verwertung oder geordneten Entsorgung einschließlich ihrer Beförderung und Lagerung daher entsprechend ihren stofflichen Eigenschaften konditioniert und verpackt. Hierfür stehen unterschiedliche Verarbeitungs- und Konditionierungsverfahren sowie eine große Vielzahl von Abfall- und Transportbehältern zur Verfügung, die auf die Abfallart und Abfallaktivität abgestimmt sind.

4.2.2 Sonstige radioaktive Stoffe aus der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung

In der zerstörungsfreien Materialprüfung werden radiographische Strahlenquellen in sogenannten Gammadiagnostikgeräten z. B. zur Durchstrahlungsprüfung von Schweißnähten eingesetzt. Dabei wird das zu prüfende Material zwischen die Strahlenquelle und einem strahlungsempfindlichen Film positioniert. Beim Durchgang durch das Material wird die Strahlung abgeschwächt. Ist die Dichte des zu untersuchenden Materials nicht homogen, werden Dichteunterschiede auf Grund der unterschiedlichen Abschwächung der Strahlung als Helligkeitsunterschiede auf dem Film sichtbar. Auf diese Weise können insbesondere Materialfehler, wie z. B. Schweißnahtfehler, identifiziert werden. Als radioaktive Strahlenquellen werden meist die Radionuklide Co-60, Se-75, Cs-137, Ir-192 und vereinzelt auch Yb-169 eingesetzt. Dabei befindet sich die radioaktive Strahlenquelle in Form einer Strahlerkapsel außer während der Einsatzphasen vollständig innerhalb der Abschirmung (meist aus abgereichertem Uran oder Wolfram) des Arbeitsgerätes und wird nur für den kurzen Zeitraum des Prüfvorganges aus ihrer abgeschirmten Ruheposition ausgefahren.

Radioaktive Strahlenquellen werden außer in Gammadiagnostikgeräten auch häufig für mess- und prüftechnische Zwecke in portablen Sonden zur Dichte- und/oder Feuchtemessung eingesetzt (z. B. im Tief- und Straßenbau). Diese Sonden enthalten neben einem Gammastrahler oftmals zusätzlich eine Neutronenstrahlenquelle. Während Gammastrahlen durch das zu untersuchende Material unterschiedlich abgeschwächt und somit zur Dichtemessung herangezogen werden können, werden Neutronen insbesondere durch Wasserstoffatome des umgebenden Mediums gestreut und eignen sich

daher insbesondere zur Prüfung der Bodenfeuchte. Als radioaktive Strahlenquellen werden dabei i. d. R. Cs-137 als Gammastrahler und/oder Am-241:Be als Neutronenquelle eingesetzt. Dabei ist die radioaktive Strahlenquelle in doppelte Edelstahlhüllen dicht eingeschweißt und fest in die Sonde eingebaut.

4.2.3 Sonstige radioaktive Stoffe aus der Medizin, Forschung und Technik

Radioaktive Stoffe werden neben der Nutzung zur Energieerzeugung oder der Verwendung als Sonden, wie im vorherigen Abschnitt 4.2.2 beschrieben, seit vielen Jahrzehnten in der Medizin, Forschung und Technik verwendet. Dabei macht man sich die vielseitige Verwertbarkeit der mit dem radioaktiven Zerfall einhergehenden Freisetzung energiereicher Teilchen- und/oder Wellenstrahlung zu Nutze. So können dadurch z. B. sehr geringe Mengen oder Konzentrationen radioaktiver Stoffe messtechnisch erfasst werden. Weiterhin werden Wechselwirkungseffekte, wie z. B. die Strahlenschwächung beim Durchgang von Materie, oftmals zur Charakterisierung von Materialien eingesetzt. Die Energieübertragung, die beim Durchgang von energiereichen Teilchen- und/oder Wellenstrahlung durch Materie oder Gewebe stattfindet, kann z. B. genutzt werden, um Krebszellen zu zerstören.

Das Spektrum an Radioisotopen, die in der Medizin, Forschung und Technik angewandt bzw. eingesetzt werden ist daher vielfältig. Dazu gehören u. a. Radiopharmaka, die für diagnostische oder therapeutische Zwecke in der Medizin verwendet werden (z. B. Tracer zur Verfolgung biochemischer Prozesse im Organismus, oder Marker, mit Hilfe derer z. B. Entzündungsherde im Skelett sichtbar gemacht werden können), Prüf- und Teststrahler oder auch Mess- und Analyseinstrumente. Weiterhin werden in diese Gruppierung auch die Beförderungen zu den Landessammelstellen gezählt. Hierbei handelt es sich ebenfalls um verschiedenste sonstige radioaktive Stoffe, wie z. B. nicht mehr benötigte Radioisotope von Universitäten, ausgediente Strahlenquellen von Schulen oder auch bei Schrotthändlern aufgefundene herrenlose Strahlenquellen.

Da es sich bei den für den wissenschaftlichen, medizinischen und technischen Anwendungs- und Einsatzbereich beförderten radioaktiven Stoffen erfahrungsgemäß überwiegend um relativ kleine Aktivitätsmengen handelt, werden solche Stoffe meist als freigestellte Versandstücke oder als Typ A-Versandstücke in standardisierten Verpackungen oder Umschließungen befördert.

5 Beförderungsaufkommen

5.1 Kernbrennstoffe und Großquellen

Aufgrund der Genehmigungs- und Meldepflicht von Kernbrennstoffen und Großquellen, die in den atomrechtlichen Zuständigkeitsbereich des Bundesamtes für die Sicherheit der Nuklearen Entsorgung (BASE, früher Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit – BfE) fallen, sind umfassende Informationen über Art und Umfang des Beförderungsaufkommens solcher Materialien vorhanden. Die Bestimmung und Analyse des bundesweiten Beförderungs- und Verkehrsaufkommens von Kernbrennstoffen und Großquellen stützt sich auf transportstatistische Basisdaten des Jahres 2017, die vom BfE (heute BASE) für den Untersuchungszweck zur Verfügung gestellt wurden. Aktuelle Zahlen zu den durchgeführten Kernbrennstoff- und Großquellentransporten sowie den erteilten Genehmigungen werden auf der Webseite des BASE veröffentlicht /BASE 20a/.

Nach den zur Verfügung gestellten Daten wurden im Jahr 2017 insgesamt 2.921 Versandstücke mit Kernbrennstoffen in 436 Transporten befördert. Die Zahl der Versandstücke, die pro Transport befördert wurden, ist abhängig von dem beförderten Transportgut und liegt zwischen einem Versandstück und 144 Versandstücken.

Wie Abb. 5.1 entnommen werden kann, verteilen sich die 436 Transporte dabei zu 79,6 % (347) auf den Verkehrsträger Straße, zu 16,5 % (72) auf eine Kombination der Verkehrsträger Wasser (hier: See) und Straße, zu 3,4 % (15) auf eine Kombination der Verkehrsträger Wasser (hier: Binnengewässer) und Straße und zu 0,5 % (2) auf Seetransporte. Mit den Verkehrsträgern Schiene und Luft wurden demnach im Jahr 2017 keine Transporte von Kernbrennstoffen durchgeführt.

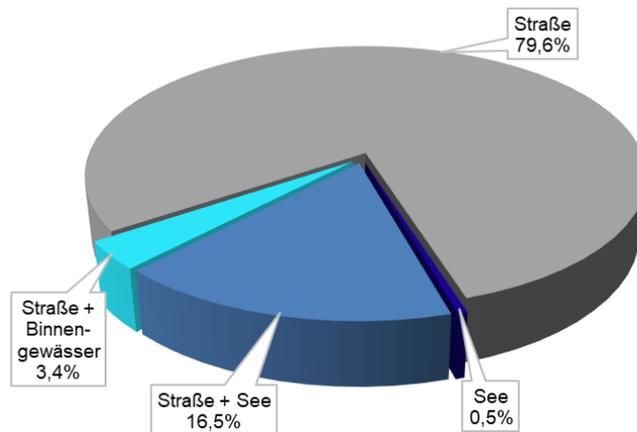


Abb. 5.1 Aufteilung der durchgeführten Transporte auf die Verkehrsträger Straße und Wasser, wobei bei dem Verkehrsträger Wasser zwischen See und Binnengewässer unterschieden wird

Grenzüberschreitend fanden dabei 396 Transporte mit insgesamt 2.758 Versandstücken statt. In Abb. 5.2 ist dargestellt wie sich die Versandstücke, die grenzüberschreitend befördert wurden, auf die Transportmodi Transit, Export und Import verteilen. Demnach wurden 1.095 Versandstücke (40 %) aus Deutschland exportiert, 942 Versandstücke (34 %) nach Deutschland importiert und bei 721 Versandstücken (26 %) handelte es sich um Transitversandverkehr.

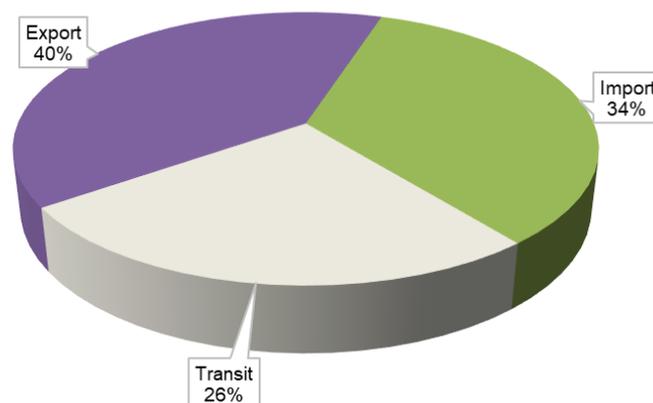


Abb. 5.2 Aufteilung der grenzüberschreitend beförderten Versandstücke auf die Transportmodi Transit, Export und Import

Das beförderte Transportgut kann in die zwei folgenden Kategorien aufgeteilt werden: Die erste Kategorie umfasst Stoffe, die zur Herstellung von Brennelementen und Brenn-

stäben benötigt werden (z. B. angereichertes Uranhexafluorid (UF_6) oder Uranoxid-Pellets) bzw. bei diesem Prozess anfallen (z. B. sogenannte UF_6 „Heels“, nach der Entleerung in den Zylindern verbleibende Reste des angereicherten UF_6). Die gefertigten Brennelemente bzw. Brennstäbe bilden die zweite Kategorie. Eine Aufteilung der Versandstücke in diese beiden Kategorien in Abb. 5.3 zeigt, dass 64 % (1.872 Versandstücke) mit der Herstellung von Brennelementen und Brennstäben in Verbindung stehen, während es sich bei 36 % (1.049 Versandstücke) um (teils bestrahlte) Brennelemente oder Brennstäbe handelt.

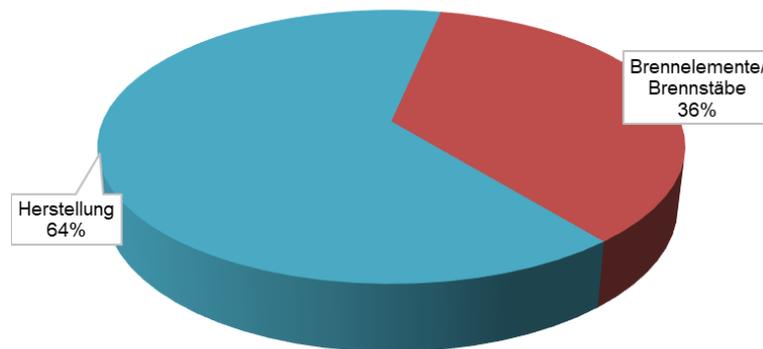


Abb. 5.3 Aufteilung der beförderten Versandstücke nach Art des Transportguts

Weiterhin können die beförderten Versandstücke nach der Art des Versandstücks klassifiziert werden. Wie in Abb. 5.4 dargestellt, wurden zur Beförderung des Transportguts im Jahr 2017 für 39 % (1.138) der Versandstücke Industrierversandstückmuster IP-2, IP-3 und IF verwendet, ebenfalls für 39 % (1.129) der Versandstücke Typ B(U)- bzw. Typ B(U)F-Versandstückmuster, für 18 % (530) der Versandstücke Typ A- bzw. Typ AF-Versandstückmuster und 4 % (124) der Versandstücke wurden nach Sondervereinbarungen (X, s. 6.4.23.11 ADR) befördert. In diesem Zusammenhang bedeutet das „F“ hinter dem jeweiligen Typ, dass das Versandstück für spaltbare Stoffe zugelassen ist. So ist ein Versandstück Typ AF ein Typ A-Versandstückmuster für spaltbare Stoffe, ein Versandstück Typ IF ein Industrierversandstückmuster für spaltbare Stoffe etc.

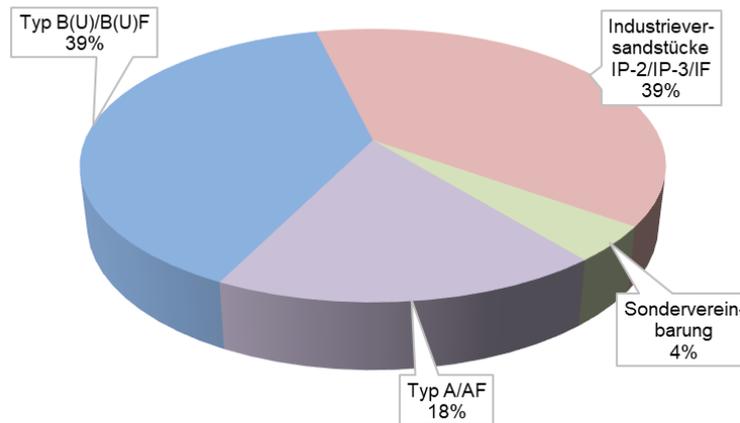


Abb. 5.4 Aufteilung der beförderten Versandstücke nach Art des Versandstücks

Darüber hinaus wurden 45 Versandstücke mit Co-60 Großquellen in insgesamt 19 Transporten befördert. Hier schwankt die Anzahl der Versandstücke pro Transport nicht so stark wie bei den Kernbrennstoffen und liegt zwischen einem und sechs Versandstücken pro Transport. Bei fünf der Transporte handelte es sich um reine Straßentransporte, während es sich bei vier um reine Seetransporte handelte. Zehn der Transporte wurden in kombinierter Weise mit dem Verkehrsträger Straße und Wasser (hier: See) durchgeführt. Auch bei den Großquellen kam es zu keinen Transporten mit den Verkehrsträgern Luft und Schiene. Weiterhin waren bei den Großquellen alle 19 Transporte grenzüberschreitend, wobei 26 Versandstücke nach Deutschland importiert wurden, 6 Versandstücke aus Deutschland exportiert wurden und bei 13 Versandstücken handelte es sich um Transitversandstücke. Bei allen 45 Versandstücken handelte es sich um Typ B(U)-Versandstückmuster.

Zusammenfassend wurden im Jahr 2017 demnach 2.966 Versandstücke mit Kernbrennstoffen und Großquellen in insgesamt 455 Transporten befördert. Die Anzahl der Versandstücke fließt in die Gesamtzusammenstellung in Abschnitt 5.5 ein.

Zum Vergleich, wurden auch die Daten für das Jahr 2016 ausgewertet. In diesem Jahr wurden insgesamt 4.379 Versandstücke mit Kernbrennstoffen und Großquellen in insgesamt 404 Transporten befördert. Es zeigt sich, dass in dem Jahr 2016 zwar weniger Transporte durchgeführt wurden als in dem Jahr 2017, dabei aber über 1.000 Versandstücke mehr befördert wurden. Dies zeigt, dass das Beförderungsaufkommen von Kernbrennstoffen und Großquellen großen jährlichen Schwankungen unterliegt.

Als zusätzliche Information für die Jahre 2016 und 2017 gibt Tab. 5.1 einen Überblick der Anzahl der vom BfE/BASE bzw. dem bis 29. Juli 2016 zuständigen Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) erteilten Genehmigungen und die Zahl der damit durchgeführten Transporte. Diese Aufstellung verdeutlicht, dass weder die Genehmigungsanzahl noch die Transportanzahl Rückschlüsse auf die tatsächlich beförderten Versandstückzahlen zulässt.

Tab. 5.1 Erteilte Transportgenehmigungen und durchgeführte Transporte in den Jahren 2016 und 2017 /BASE 20b/

Jahr	Kernbrennstoffe		Großquellen	
	Erteilte Genehmigungen	Durchgeführte Transporte	Erteilte Genehmigungen	Durchgeführte Transporte
2016	92	389	21	15
2017	63	436	14	19

5.2 Sonstige radioaktive Stoffe aus dem Kernbrennstoffkreislauf

Wie in Abschnitt 4.2.1 beschrieben, handelt es sich bei sonstigen radioaktiven Stoffen aus dem Kernbrennstoffkreislauf zum einen um Stoffe, die für die Brennelementherstellung benötigt werden oder während des Betriebs der Anlagen gebraucht werden, zum anderen um radioaktive Rest- und Abfallstoffe, die beim Umgang und der Anwendung von radioaktiven Stoffen in Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs sowie beim Betrieb von kerntechnischen Anlagen entstehen. Die im Folgenden dargestellten Angaben beruhen auf Erhebungen bei kooperationsbereiten Transportunternehmen, die solche Stoffe befördern.

Demnach wurden 3.085 Versandstücke mit sonstigen radioaktiven Stoffen aus dem Kernbrennstoffkreislauf im Bezugsjahr 2017 in 972 Transporten befördert. Dabei gab es für 471 Versandstücke keine Angabe in wie vielen Transporten diese befördert wurden.

Wie in Abb. 5.5 dargestellt, wurden von den 972 Transporten 90 % (872) mit dem Verkehrsträger Straße befördert, 8 % (78) mit dem Verkehrsträger Schiene und 2 % (22) mit

dem Verkehrsträger Wasser (hier: See). Bei den Angaben der Transporte ist zu berücksichtigen, dass insbesondere zu einem Seetransport i. d. R. ein Vor- und/oder Nachlauf per Straße oder Schiene stattfindet.

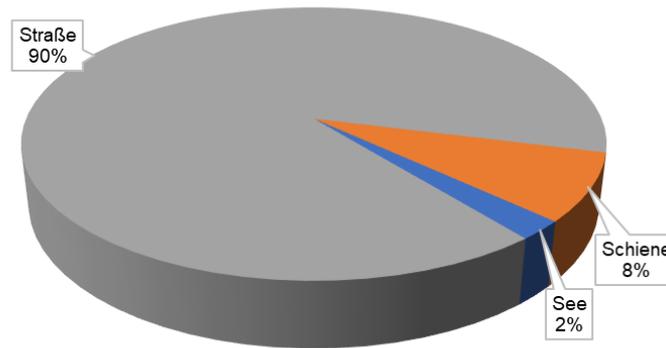


Abb. 5.5 Aufteilung der durchgeführten Transporte auf die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasser (hier: See)

Von den 972 Transporten fanden insgesamt 195 Transporte grenzüberschreitend statt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zu 228 Transporten keine Angaben über Grenzüberschreitungen vorliegen. Die grenzüberschreitenden Transporte verteilen sich mit 62 % (121) auf den Verkehrsträger Straße, mit 27 % (52) auf den Verkehrsträger Schiene und mit 11 % (22) auf den Verkehrsträger Wasser (hier: See) (s. Abb. 5.6).

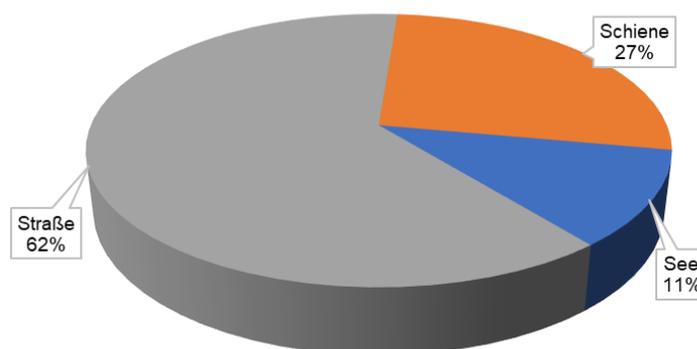


Abb. 5.6 Aufteilung der grenzüberschreitenden Transporte auf die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasser (hier: See)

Weiterhin lagen für 2.718 von den insgesamt 3.085 Versandstücken mit sonstigen radioaktiven Stoffen, die im Jahr 2017 befördert wurden, Informationen über den Versandstücktyp bzw. die UN-Nummern vor. Von diesen 2.718 Versandstücken waren 1.195 Versandstücke (44 %) freigestellt. Diese sind, wie in Abschnitt 3 erläutert, nach § 28 Abs. 1 Nr. 3a StrlSchG genehmigungsfrei. Es handelte sich dabei um Versandstücke mit den UN-Nummern 2908 (leere Verpackungen), 2910 (begrenzte Stoffmengen) und 2911 (Instrumente, Fabrikate). Bei 799 Versandstücken (29 %) handelte es sich um Industrieversandstücke mit den UN-Nummern 2912 (Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität, LSA-I), 2913 (oberflächenkontaminierte Gegenstände, SCO-I) und 3321 (Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität, LSA-II). Die restlichen Versandstücke teilen sich mit 399 (15 %) und 325 (12 %) auf Typ B(U)- und Typ A-Versandstücke mit den UN-Nummern 2916, 2919, und 2978 (Typ B(U)) sowie 2915 und 3332 (Typ A) auf. Bezüglich der Versandstücktypen und UN-Nummern sei an dieser Stelle auf Abschnitt 3 verwiesen.

In die Gesamtzusammenstellung in Abschnitt 5.5 fließen aus diesem Bereich demnach 3.085 Versandstücke ein, die in 972 Transporten befördert wurden.

5.3 Sonstige radioaktive Stoffe aus der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung

Die im Folgenden dargestellten Erhebungen stützen sich auf eine kooperative Zusammenarbeit mit der Fachgesellschaft akkreditierter ZfP (zerstörungsfreie Prüfung)-Prüfstellen (F-GZP), die die entsprechenden Fragebögen an ihre Mitglieder weitergeleitet hat. Auf diese Weise fanden sich sechs kooperationsbereite Firmen, die Daten zur Verfügung stellten.

Nach den Ergebnissen der Datenerhebung wurden in Deutschland im Bezugsjahr 2017 insgesamt 292.911 Transporte mit radiographischen Strahlenquellen durchgeführt. Dabei wurden unter der Annahme, dass pro Transport nur eine Strahlenquelle befördert wurde, entsprechend 292.911 Versandstücke befördert. Von den sieben teilnehmenden Dienstleistern gaben zwei an, dass pro Transport 1 bis 2 Strahlenquellen befördert werden. Deshalb ist die angegebene Anzahl der Versandstücke als Mindestanzahl zu verstehen. Die Anzahl der von einem Dienstleister durchgeführten Transporte variiert dabei stark und liegt zwischen 13 und 290.120 Transporten pro Jahr. Bei den Transporten handelte es sich ausnahmslos um Straßentransporte.

Zum Vergleich wurden weiterhin die Daten von fünf Teilnehmenden für das Jahr 2016 ausgewertet. In diesem Jahr wurden insgesamt 300.746 Versandstücke mit radiographischen Strahlenquellen durchgeführt. Auch hierbei stützt sich die Versandstückanzahl auf die Annahme, dass eine Strahlenquelle pro Transport befördert wurde, und ist somit ebenfalls als Mindestanzahl zu verstehen. Die Anzahl der von einem Dienstleister durchgeführten Transporte variiert auch in diesem Jahr stark und liegt zwischen 19 und 300.100 Transporten.

Wie in Abschnitt 4.2.2 erläutert, werden radioaktive Strahlenquellen auch verbreitet für mess- und prüftechnische Zwecke in portablen Sonden zur Dichte- und/oder Feuchtemessung eingesetzt (z. B. im Tief- und Straßenbau). In Deutschland kommen überwiegend die Sonden einer Firma zum Einsatz.

Nach Auskunft dieser Firma waren im Jahr 2017 etwa 115 ihrer Sonden im Einsatz. Da diese jedoch von Einsatzort zu Einsatzort befördert werden, ist die Anzahl der Transporte höher als die genannte Anzahl der Sonden. Allerdings werden sämtliche Beförderungen dieser Sonden nicht von der Firma selbst, sondern entweder von einem beauftragten Transportunternehmen oder von den Kunden durchgeführt, so dass die Firma keine Angaben zu den durchgeführten Transporten bzw. der Anzahl der beförderten Versandstücke machen konnte.

Im Rahmen des Forschungsvorhaben SR 2497 /GRS 08/, in dem u. a. das Transportaufkommen der hier diskutierten Sonden untersucht wurde, wurde festgestellt, dass auf der Öffentlichkeit zugänglichen Verkehrswegen in Deutschland im Jahr 2008 etwa 4.000 Transporte durchgeführt wurden (bei 300 im Einsatz befindlichen Sonden). Da im Bezugsjahr deutlich weniger der genannten Sonden im Einsatz waren (115) kann abgeschätzt werden, dass sich das Transportaufkommen auf etwa 1.500 für das Jahr 2017 beläuft.

Zusammenfassend wurden im Jahr 2017 unter der Annahme, dass eine Quelle pro Transport befördert wurde, mindestens 294.411 radioaktive Strahlenquellen aus der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung in ebenso vielen Transporten auf deutschen Straßen befördert. Diese Anzahl der Versandstücke fließt in die Gesamtzusammenstellung in Abschnitt 5.5 ein.

5.4 Sonstige radioaktive Stoffe aus der Medizin, Forschung und Technik

Für die Erhebung in diesem Bereich fanden sich leider nur neun kooperierende Transportunternehmen bzw. Einrichtungen/Organisationen und drei Landessammelstellen. Zu den zur Verfügung gestellten Daten wurden keine bzw. nur selten Details hinsichtlich der beförderten Stoffe bzw. Materialien gemacht. Von marktführenden Herstellern und Beförderern von Radioisotopen wurden der GRS keine Daten zu der Anzahl der beförderten Versandstücke zur Verfügung gestellt bzw. konnten der GRS keine Daten zur Verfügung gestellt werden. Die von den Landessammelstellen zur Verfügung gestellten Daten mit etwa 1.500 Versandstücken machen erfahrungsgemäß einen verschwindend geringen Anteil der beförderten Versandstückzahlen in diesem Bereich aus. Die erhobenen Daten reichen daher nicht aus, um eine realistische Angabe über die beförderten Versandstückzahlen im Bereich Medizin, Forschung und Technik zu erstellen.

Aus diesem Grund wurde auf die Daten der letzten Erhebung /GRS 08/ zurückgegriffen, die das Bezugsjahr 2001 hatte. Demnach wurden in dem Bereich Medizin, Forschung und Technik schätzungsweise 600.000 bis 700.000 Versandstücke mit radioaktiven Stoffen befördert. Um abzuschätzen, ob es in diesem Bereich in den letzten Jahren eine Änderung in dem Beförderungsaufkommen gab, wurde nach Möglichkeiten gesucht, hierzu belastbare Zahlen nennen zu können. Aus Erfahrungen in Deutschland und Nachbarländern, wie z. B. Frankreich /SHA 03/, handelt es sich bei einem Großteil der in diesem Bereich beförderten Stoffe um Radioisotope, die in der Nuklearmedizin eingesetzt werden. Als Informationsquelle zu der Anzahl solcher nuklearmedizinischen Untersuchungen und Behandlungen wurden die jährlich erscheinenden Berichte des BMU über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung herangezogen. In dem Bericht über das Jahr 2002 werden für diagnostische nuklearmedizinische Untersuchungen für die Jahre 1996 bis 2000 eine mittlere Anzahl pro Jahr von ca. 3.600.000 angegeben /BMU 03/. Laut aktuellem Bericht für das Jahr 2017 wurden in dem Zeitraum von 2011 bis 2015 im Mittel nur noch ca. 2.500.000 diagnostische nuklearmedizinische Untersuchungen pro Jahr durchgeführt /BMU 18/. Auch die Anzahl der durchgeführten Radioiodtherapien sank von ca. 60.000 (2002) auf ca. 31.000 (2015). Insgesamt bedeutet dies ein Rückgang der Anzahl an nuklearmedizinischen Untersuchungen und Behandlungen von Ende der 1990er/Anfang der 2000er Jahre bis zum Jahr 2015 um ca. 30 %.

Um eine untere Grenze für die Versandstückzahlen in dem Bereich Medizin, Forschung und Technik abzuschätzen, wurde daher der Rückgang in der Anzahl der nuklearmedizinischen Untersuchungen und Behandlungen bei dem Beförderungsaufkommen

(600.000 Versandstücke), welches 2001 erhoben wurde, berücksichtigt. Damit ergibt sich eine geschätzte Mindestanzahl von ca. 420.000 Versandstücken in diesem Bereich.

Weiterhin ist davon auszugehen, dass die Mehrzahl der Transporte auch immer noch auf der Straße durchgeführt wird. Auf dem Luftweg werden nach aktuellen, im Rahmen dieses Vorhabens erhobenen Daten, mindestens 35.000 Versandstücke pro Jahr befördert. Bei beiden Verkehrsträgern kann davon ausgegangen werden, dass ein erheblicher Anteil der Transporte grenzüberschreitender Natur ist. Die Verkehrsträger Schiene (kein Stückgutverkehr mehr bei der Deutschen Bahn seit 1998) und Wasser (Zeitfaktor auf Grund der Kurzlebigkeit vieler Radionuklide) spielen bei der Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe in diesem Bereich kaum eine Rolle. Eine Abschätzung in wie vielen Transporten die Versandstücke befördert werden, kann an dieser Stelle nicht durchgeführt werden.

Zusammenfassend wird davon ausgegangen, dass mindestens 420.000 Versandstücke mit sonstigen radioaktiven Stoffen aus dem Bereich der Medizin, Forschung und Technik pro Jahr in Deutschland befördert wurden. Diese Anzahl der Versandstücke fließt in die Gesamtzusammenstellung in Abschnitt 5.5 ein.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass diese Anzahl auf einer Abschätzung beruht, die auf der zeitlichen Entwicklung der Anzahl nuklearmedizinischer Untersuchungen und Behandlungen beruht. Dabei wird davon ausgegangen, dass es sich bei der Mehrzahl der Versandstücke mit radioaktiven Stoffen in diesem Bereich um Radionuklide für den medizinischen Sektor handelt. Entwicklungen in dem Beförderungsaufkommen in den Bereichen Forschung und Technik konnten auf Grund fehlender Informationsquellen nicht betrachtet werden.

5.5 Zusammenstellung der beförderten Versandstücke

Insgesamt beläuft sich die Anzahl der beförderten Versandstücke mit radioaktiven Stoffen im Jahr 2017 in Deutschland auf schätzungsweise mindestens 720.000. Dabei wurden Kernbrennstoffe, sonstige radioaktive Stoffe aus dem Kernbrennstoffkreislauf, aus der Radiographie und zur Dichte- und Feuchtemessung sowie aus Medizin, Forschung und Technik berücksichtigt. Die Aufteilung der Versandstückzahlen nach diesen Bereichen ist in Abb. 5.7 dargestellt. Demnach werden die meisten Versandstücke

(ca. 58 %) im Bereich der Medizin, Forschung und Technik befördert, während Kernbrennstoffe bzw. Großquellen und sonstige radioaktive Stoffe aus dem Kernbrennstoffkreislauf mit jeweils nur 0,4 % einen sehr geringen Anteil an der Gesamtanzahl beförderter Versandstücke mit radioaktiven Stoffen ausmachen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere der Anteil aus Medizin, Forschung und Technik aus einer Abschätzung resultiert, die mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Die Anzahl der Versandstücke aus dem Kernbrennstoffkreislauf sowie aus der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung muss als eine untere Grenze der tatsächlich beförderten Versandstücke angesehen werden, da die Erhebungen nicht alle Beförderer, Dienstleister etc. abdecken konnten. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil der nicht erfassten Versandstücke in diesen Bereichen geringer ist als die Unsicherheiten im Bereich der Medizin, Forschung und Technik.

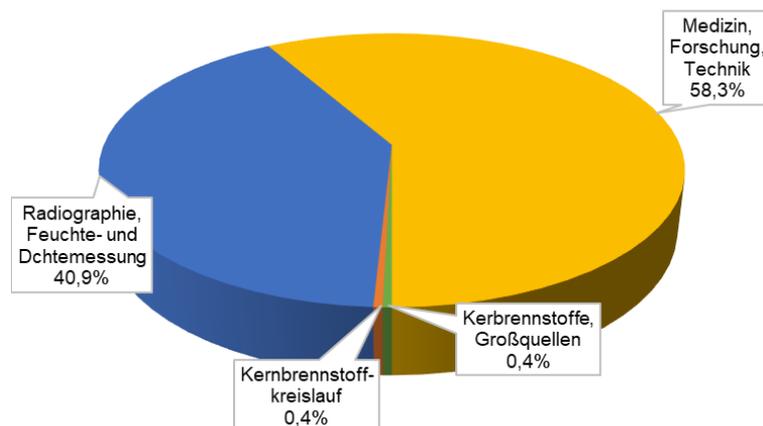


Abb. 5.7 Aufteilung der beförderten Versandstücke nach zugeordneten Bereichen

Die Aufteilung der beförderten Versandstücke nach Verkehrsträgern ist in Abb. 5.8 dargestellt. Der Großteil der beförderten Versandstücke von ca. 95 % wurde demnach auf der Straße transportiert. Mit dem Verkehrsträger Luft wurden ca. 5 % der Versandstücke befördert, während mit den Verkehrsträgern Wasser (hier: See) und Schiene nur ein sehr geringer Anteil von jeweils 0,2 % und 0,1 % befördert wurde. Der Transport auf Binnengewässern spielt mit 15 beförderten Versandstücken (0,002 %) quasi keine Rolle.

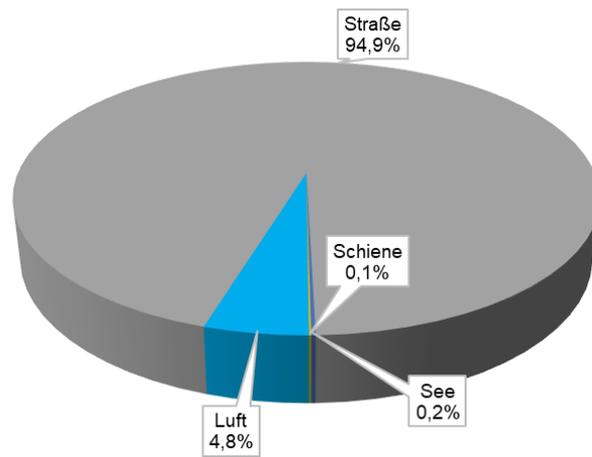


Abb. 5.8 Aufteilung der beförderten Versandstücke nach Verkehrsträgern

6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde eine Vielzahl von Adressaten, d. h. Behörden, Hersteller, Anwender, Beförderer etc. von radioaktiven Stoffen recherchiert und kontaktiert, um die Anzahl der im Bezugsjahr 2017 beförderten Versandstücke mit radioaktiven Stoffen zu ermitteln. Die Erhebungen selbst wurden i. d. R. mit speziell auf die jeweiligen Auskunftsggeber angepassten Fragebögen durchgeführt.

Insbesondere im Bereich der Medizin, Forschung und Technik waren die Ergebnisse dieser Erhebungen nicht ausreichend, um ein realistisches Bild der beförderten Versandstücke in diesem Bereich darzustellen. Dies lag daran, dass marktführende Hersteller und Beförderer aus diesem Bereich keine Daten zu der Anzahl der beförderten Versandstücke zur Verfügung gestellt haben bzw. stellen konnten. Daher wurde in diesem Bereich eine Abschätzung basierend auf den Daten der letzten Erhebung /GRS 08/ durchgeführt, die allerdings mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

Auf Basis dieser Abschätzung und den Erhebungen bezüglich der Versandstückzahlen von Kerbrennstoffen und Großquellen, sonstigen radioaktiven Stoffen aus dem Kernbrennstoffkreislauf sowie aus der Radiographie und zur Feuchte- und Dichtemessung wurden im Jahr 2017 mindestens 720.000 Versandstücke mit radioaktiven Stoffen in Deutschland befördert. Dabei ist der Anteil der Kernbrennstoffe und Großquellen sowie sonstiger radioaktiver Stoffe aus dem Kernbrennstoffkreislauf sehr gering. Den zahlenmäßig größten Anteil haben Versandstücke mit sonstigen radioaktiven Stoffen für Medizin, Forschung und Technik.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die vorliegende Erhebung keinesfalls als abdeckend angesehen werden kann. Dies liegt insbesondere an der nicht ausreichenden Anzahl zur Verfügung gestellter Daten im Bereich der Medizin, Forschung und Technik. Aber auch in den anderen Bereichen der sonstigen radioaktiven Stoffe, gab es Nichterfassungen. Dabei ist aber davon auszugehen, dass diese Nichterfassungen im Vergleich zu den Unsicherheiten im Bereich von Medizin, Forschung und Technik einen eher geringen Anteil ausmachen.

Literaturverzeichnis

- /ADN 19a/ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) (Hrsg.): ADN 2019, Europäisches Übereinkommen vom 26. Mai 2000 über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN), Enthält die Beigefügte Verordnung, gültig ab 1. Januar 2019 - offizielle deutsche Übersetzung. Commission centrale pour la navigation du Rhin, ISBN 979-10-90735-32-3: Straßburg, 2018.
- /ADN 19b/ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) (Hrsg.): Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN), Korrekturen zum ADN 2019, die nur die deutsche Sprachfassung betreffen. Commission centrale pour la navigation du Rhin: Straßburg, Februar 2019.
- /ADN 19c/ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) (Hrsg.): Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN), Korrekturen zum ADN 2019, die nur die deutsche Sprachfassung betreffen. Commission centrale pour la navigation du Rhin: Straßburg, April 2019.
- /ADN 20a/ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) (Hrsg.): Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN), Korrekturen zum ADN 2019, die nur die deutsche Sprachfassung betreffen. Commission centrale pour la navigation du Rhin: Straßburg, Februar 2020.
- /ADN 20b/ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) (Hrsg.): Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN), Korrekturen zum ADN 2019, die nur die deutsche Sprachfassung betreffen. Commission centrale pour la navigation du Rhin: Straßburg, Januar 2020.
- /ADR 19/ Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) (ADR 2019) zuletzt geändert 19. Juli 2019 (BGBl. II, Anlagenband 2019, Nr. 14).

- /ATEV 18/ Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung - AtEV) in der Fassung vom 29. November 2018 (BGBl. I 2018, Nr. 41, 2034, 2172).
- /ATG 20/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) in der Fassung vom 15. Juli 1985, zuletzt geändert 28. April 2020 (BGBl. I 2020, Nr. 23, S. 960).
- /BASE 20a/Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) (Hrsg.): Gültige Beförderungsgenehmigungen nach § 4 Atomgesetz bzw. §§ 27 und 29 StrlSchG. Erreichbar unter https://www.base.bund.de/DE/themen/ne/transporte/aktuelle-genehmigungen/aktuelle-genehmigungen_node.html; jsessionid=BFF901902DCA107AA00261D318E036A1.2_cid339, abgerufen am 27. Juli 2020.
- /BASE 20b/Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) (Hrsg.): Zahlen und Fakten zu Kernbrennstofftransporten. Erreichbar unter https://www.base.bund.de/DE/themen/ne/transporte/fakten/fakten_node.html, abgerufen am 28. Juli 2020.
- /BGS 11/ BGS Beta-Gamma-Service GmbH Co. KG (Hrsg.): Mit Kobalt-60-Gammastrahlung sicher sterilisieren. Erreichbar unter https://wip-kunststoffe.de/wip/fileadmin/user_upload/news_downloads/Devicemed_juni_2011_Artikel.pdf, Stand von 2011.
- /BMU 03/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 2002. Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), 317 S., November 2003.
- /BMU 18/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und nukleare Sicherheit (BMU) (Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 2017. Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), 366 S., Dezember 2018.
- /GBV 19/ Verordnung über die Bestellung von Gefahrgutbeauftragten in Unternehmen (Gefahrgutbeauftragtenverordnung - GbV) in der Fassung vom 25. Februar 2011, zuletzt geändert 11. März 2019 (BGBl. I 2019, Nr. 7, S. 304).

- /GGBG 16/ Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz - GGBefG) in der Fassung vom 6. August 1975, zuletzt geändert 12. Dezember 2019 (BGBl. I 2019, S. 1843).
- /GGV 19/ Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) (GGVSEB) in der Fassung vom 17. Juni 2009, zuletzt geändert 12. Dezember 2019 (BGBl. I 2019, Nr. 48, S. 2510).
- /GRS 08/ F.-N. Sentuc, G. Schwarz: Erfassung, Bewertung und Fortentwicklung der sicheren Beförderung radioaktiver Stoffe, Abschlussbericht zum Vorhaben SR 2497 (Arbeitspunkt 3): Erfassung und Analyse der Strahlenexpositionen des Transportpersonals und der Bevölkerung beim normalen Transport von radiographischen und sonstigen Strahlenquellen (Teil A), Zusammenfassende Bewertung der Transportsicherheit in Deutschland (Teil B). Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-A-3378/III a, Januar 2008.
- /GRS 17/ Kilger, R.: Gutachterliche Stellungnahme zum Kernbrennstoff des Forschungsreaktors München II (FRM II), Zwischen- und Endlagerung des Kernbrennstoffs, Projektnummer 94110. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, 15. November 2017.
- /GSEE 19/ Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See - GGVSee) (GGVSee) in der Fassung vom 9. Februar 2016, zuletzt geändert 12. Dezember 2019 (BGBl. I 2019, Nr. 48).
- /IAEA 18/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material 2018 Edition, Rev. 1. IAEA Safety Standards Series, SSR-6, 190 S.: Vienna, 2018.
- /ICAO 19/ International Civil Aviation Organization: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air, 2019-2020 Edition, DOC 9284. 2019. Aufl., ICAO: Montréal, 2019.

- /IMDG 18/ Verlag Borgmann GmbH & Co KG (Hrsg.): IMDG-Code 2018, IMDG-Code inkl. Amdt. 38-16. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Verkehrsblatt - Amtsblatt des BMVI der Bundesrepublik Deutschland, B 8185: Dortmund, 2018.
- /LBA 19/ Luftfahrt-Bundesamt (Hrsg.): Zugelassene Transporteure. Erreichbar unter https://www.lba.de/SharedDocs/Downloads/DE/S/Transporteure/Zugelassene_Transporteure.html, abgerufen am 29. Juni 2020.
- /LVZO 19/ Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO) in der Fassung vom 19. Juni 1964, zuletzt geändert 12. Dezember 2019 (BGBl. I 2019, Nr. 48, S. 2510).
- /RID 19/ Zwischenstaatliche Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr (OTIF) (Hrsg.): RID, Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF), Anhang C - Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID), Gültig ab 1. Januar 2019. 2019.
- /SHA 03/ Shaw, K. B., Warner Jones, S. M., Hughes, J. S., Watson, S. J., Fett, H.-J., Lange, F., Schwarz, G., Trivelloni, S., Matteocci, L., Caporali, P., Palmieri, G., van Hienen, J., Jansma, R., van Gemert, F., et al.: Statistics on the Transport of Radioactive Materials and Statistical Analyses, Final Report. Customer's Contract No: 4.1020/D/01-003, März 2003.
- /SSG 20/ Gesetz zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung in der Fassung vom 27. Juni 2017, zuletzt geändert 28. April 2020 (BGBl. I 2020, Nr. 23, S. 960).
- /UN 19/ United Nations (UN) (Hrsg.): Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations Volume I, Twenty-first revised edition. New York and Geneva, 2019.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1	Zusammenhang zwischen Versandstück, Verpackung und radioaktivem Inhalt	7
Abb. 5.1	Aufteilung der durchgeführten Transporte auf die Verkehrsträger Straße und Wasser, wobei bei dem Verkehrsträger Wasser zwischen See und Binnengewässer unterschieden wird	18
Abb. 5.2	Aufteilung der grenzüberschreitend beförderten Versandstücke auf die Transportmodi Transit, Export und Import.....	18
Abb. 5.3	Aufteilung der beförderten Versandstücke nach Art des Transportguts	19
Abb. 5.4	Aufteilung der beförderten Versandstücke nach Art des Versandstücks.....	20
Abb. 5.5	Aufteilung der durchgeführten Transporte auf die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasser (hier: See)	22
Abb. 5.6	Aufteilung der grenzüberschreitenden Transporte auf die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasser (hier: See).....	22
Abb. 5.7	Aufteilung der beförderten Versandstücke nach zugeordneten Bereichen	27
Abb. 5.8	Aufteilung der beförderten Versandstücke nach Verkehrsträgern	28

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1	Einteilung der erhobenen Daten nach radioaktivem Stoff und dem Hauptanwendungsbereich	11
Tab. 5.1	Erteilte Transportgenehmigungen und durchgeführte Transporte in den Jahren 2016 und 2017 /BASE 20b/	21

Abkürzungsverzeichnis

ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route - Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
ADN	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieure - Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen
AtEV	atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	Atomgesetz
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BfE	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit, seit 2020 umbenannt in BASE (s. o.)
BMU	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
F/E	Forschung und Entwicklung
GbV	Gefahrgutbeauftragtenverordnung
GGBefG	Gefahrgutbeförderungsgesetz
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt
GGVSee	Gefahrgutverordnung See
ICAO-TI	International Civil Aviation Organization – Technical Instructions
IMDG Code	International Maritime Dangerous Goods Code
LBA	Luffahrt-Bundesamt
LSA-Stoffe	Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (englisch: low specific activity)
LSS	Landessammelstelle
LuftVZO	Luftverkehr-Zulassung-Ordnung
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire de marchandises dangereuses - Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr
SCO	oberflächenkontaminierte Gegenstände (englisch: surface contaminated object)
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
UF ₆	Uranhexafluorid

A Beispiel für einen Fragebogen zur Datenerhebung

Beförderung radioaktiver Stoffe

Fragebogen zur Erhebung der Anzahl der beförderten Versandstücke mit radioaktiven Stoffen

A. Allgemeine Angaben

Name/Firma, Adresse und Telefonnummer:

.....

.....

Bezugsjahr der Angaben: **01.01.2017 bis 31.12.2017**

Falls davon abweichend, bitte angeben:

B. Angaben über die im Bezugsjahr beförderten Versandstücke

Anzahl der Versandstücke mit radioaktiven Stoffen (Summe): _____

Anzahl Versandstücke UN 2908 _____

Anzahl Versandstücke UN 2909 _____

Anzahl Versandstücke UN 2910 _____

Anzahl Versandstücke UN 2911 _____

Anzahl Versandstücke UN 2912 _____

Anzahl Versandstücke UN 2913 _____

Anzahl Versandstücke UN 2915 _____

Anzahl Versandstücke UN 2916 _____

Anzahl Versandstücke UN 2917 _____

Anzahl Versandstücke UN 2919 _____

Anzahl Versandstücke UN 2977 _____

Anzahl Versandstücke UN 2978 _____

Anzahl Versandstücke UN 3321 _____

Anzahl Versandstücke UN 3322 _____

Anzahl Versandstücke UN 3323 _____

Anzahl Versandstücke UN 3324 _____

Anzahl Versandstücke UN 3325 _____

Anzahl Versandstücke UN 3326 _____

Anzahl Versandstücke UN 3327 _____

Anzahl Versandstücke UN 3328 _____

Anzahl Versandstücke UN 3329 _____

Anzahl Versandstücke UN 3330 _____

Anzahl Versandstücke UN 3331 _____

Anzahl Versandstücke UN 3332 _____

Anzahl Versandstücke UN 3333 _____

Gesamtaktivität aller Transporte (Bq) _____

Verkehrsträger/Anzahl Transporte:

Straße: _____

Schiene: _____

See: _____

Luft: _____

Summe Transporte: _____

...davon grenzüberschreitende Transporte: _____

C. Zusätzliche Angaben

Ansprechpartner für evtl. Rückfragen:

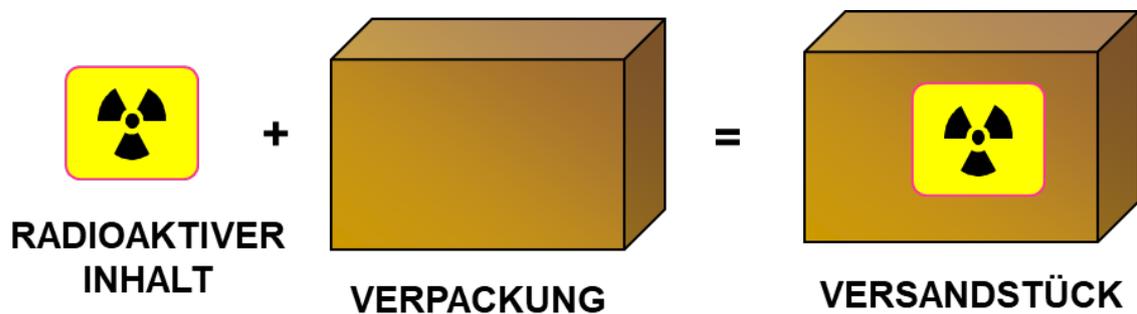
Name:

Tel.:

Erläuterung

Ein **Versandstück** im Sinne dieser Untersuchung ist jedes Behältnis zur Umschließung und Beförderung einer radioaktiven Substanz einschließlich seines radioaktiven Inhaltes.

Als **Verpackung** wird die Gesamtheit aller zur Umschließung/Abschirmung eines radioaktiven Stoffes notwendigen Bauteile/Komponenten definiert.



**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1

50667 Köln

Telefon +49 221 2068-0

Telefax +49 221 2068-888

Boltzmannstraße 14

85748 Garching b. München

Telefon +49 89 32004-0

Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200

10719 Berlin

Telefon +49 30 88589-0

Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4

38122 Braunschweig

Telefon +49 531 8012-0

Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de

ISBN 978-3-947685-90-5