

**Bewertung von
Vorkommnissen
beim Transport
radioaktiver Stoffe**

Bewertung von Vorkommnissen beim Transport radioaktiver Stoffe

Untersuchungen zum aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zur Bewertung des Sicherheitsniveaus bei der Beförderung radioaktiver Stoffe, sowie Weiterentwicklung von Modellsystemen zu grundlegenden Sicherheitsparametern der Transportvorschriften

Abschlussbericht zu Arbeitspaket 5

Annegret Günther

Juni 2023

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) unter dem Förderkennzeichen 4720E03300 durchgeführt.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der GRS.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung der GRS wieder und muss nicht mit der Meinung des BMUV übereinstimmen.

Deskriptoren

Beförderung radioaktiver Stoffe, INES-Bewertung, Transportsicherheit, Vorkommnisse

Kurzfassung

Die Erfassung und Bewertung von Vorkommnissen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe und die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind ein wichtiges Instrument zur Beurteilung der Angemessenheit und Effektivität des Sicherheitskonzepts der internationalen Transportvorschriften und deren Fortentwicklung. Mit dem vorliegenden Bericht wird das Ergebnis einer systematischen verkehrsträgerübergreifenden Erfassung und Bewertung der Sicherheitsrelevanz von Vorkommnissen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe auf öffentlichen Verkehrswegen in Deutschland vorgestellt (begonnen im Rahmen des Vorhabens SR 2415 im Jahr 2001, seither kontinuierlich).

Auf der Grundlage, der im Rahmen dieser Untersuchungen durchgeführten Datenerhebungen für den Zeitraum von 1995 bis 2022 wurden bundesweit insgesamt 1.118 Vorkommnisse unterschiedlicher Art und Schwere im Zusammenhang mit der Beförderung radioaktiver Stoffe auf öffentlichen Verkehrswegen identifiziert und ausgewertet. Bei den erfassten Vorkommnissen handelt es sich überwiegend um eher geringfügige Regelverstöße gegen die Bestimmungen der Transportvorschriften (z. B. Fehler in der Dokumentation oder bei der Kennzeichnung von Versandstücken) sowie um unsachgemäße Handhabungs- und Betriebsabläufe (Handhabungsfehler mit Sachschäden) bei der Beförderung radioaktiver Stoffe.

Klassische Verkehrsunfälle und Brände auf dem Beförderungswege machen dagegen nur einen kleineren Anteil (2,4 %) der Transportvorkommnisse aus. Lediglich fünf der im Berichtszeitraum erfassten Transportvorkommnisse waren mit einer Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung verbunden. In fünf Fällen kam es vorkommnisbedingt zu begrenzten radiologischen Auswirkungen auf Personen; in einem dieser Fälle konnte eine Strahlenexposition oberhalb der geltenden Grenzwerte nicht ausgeschlossen werden. Die erfassten Transportvorkommnisse sind nach den beiden Bewertungsskalen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) mehrheitlich Ereignisse von untergeordneter sicherheitstechnischer Bedeutung (EVTRAM: Stufe 0 und Stufe 1 bzw. INES: Stufe 0). Seit der letzten Auswertung im Rahmen des Vorgängervorhabens 4717E03370 sind keine weiteren Fälle der EVTRAM Stufe 2 hinzugekommen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen keine Hinweise auf grundlegende Defizite bei der Beförderung radioaktiver Stoffe im Untersuchungszeitraum; das Sicherheitsniveau ist demnach weiterhin als sehr hoch anzusehen. Es zeigt sich jedoch weiterhin Verbesserungspotenzial bei der Vermeidung von recht häufig auftretenden administrativen Fehlern oder mangelnde Sorgfalt durch entsprechende Schulung, Weiterbildung etc. des involvierten Personals.

Abstract

This report presents the results of a data collection and an evaluation of the safety significance of events in the transportation of radioactive material by all modes on public routes in Germany (started as part of the SR 2415 project in 2001, continuous since then). Systems for reporting and evaluation of the safety significance of events encountered in the transport of radioactive material are a central element in monitoring and judging the adequacy and effectiveness of the transport regulations and their underlying safety philosophy. This allows for revision by experience feedback (lessons learned).

The nationwide survey performed covering the time period from 1995 to 2022 identified and analysed a total of 1 118 transport events varying in type and severity. The vast majority of recorded transport events relate to minor deviations from the provisions of the transport regulations (e.g. improper markings and error in transport documents) or inappropriate practices and operational procedures resulting in material damage of packages and equipment such as handling incidents.

Severe traffic accidents and fires represented only a small fraction (2.4 %) of the recorded transport events. Five transport events were identified in the reporting period to have given rise to radioactive releases to the environment. Five transport events have resulted in minor radiation exposures to the transport personnel; in one of these cases an exposure in excess of the statutory annual dose limit for the public seems possible. Based on the EVTRAM scale, with seven significance levels, the broad majority of transport events has been classified as “non-incidents” (Level 0) and “events without affecting the safety functions of the package” (Level 1). On the INES scale most transport events would be classified as events with “no safety significance” (Below Scale/Level 0). No additional EVTRAM Level 2 cases have been added since the last evaluation as part of the predecessor project 4717E03370.

The survey results show no serious deficiencies in the transport of radioactive material, supporting the conclusion that a high level of safety and protection is ensured by the existing regulatory requirements. However, there is still potential for improvement notably through avoiding common administrative deviations that could be rectified by training and qualification of the involved transport personnel.

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung	I
1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2	Informationsgrundlagen	3
3	Bewertungsgrundlagen	11
3.1	Die ehemalige IAEO-Datenbank zu Transportvorkommnissen EVTRAM	11
3.1.1	Datenerfassung und Auswertung	12
3.2	Bewertung von Transportvorkommnissen auf Basis von INES	15
4	Erfassung und Auswertung von Transportvorkommnissen in Deutschland.....	23
4.1	Erfassung der Vorkommnisse	23
4.2	Auswertungsergebnisse	24
4.3	Beispiele von Vorkommnissen aus der Aufsichtspraxis	34
5	Schlussfolgerungen und Ausblick	41
	Literaturverzeichnis	45
	Abbildungsverzeichnis	51
	Tabellenverzeichnis	53
	Abkürzungsverzeichnis	55

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. Für die Beförderung gefährlicher Güter wurde daher ein internationales Regelwerk geschaffen, bei dessen Anwendung deren sicherer Transport grundsätzlich gewährleistet ist. Durch dieses international harmonisierte System von Vorschriften und Regelungen wurde in der Vergangenheit bei der Beförderung radioaktiver Stoffe weltweit ein hohes Sicherheitsniveau erreicht.

Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen dieses Vorhabens die Untersuchungen, die in dem Vorhaben SR 2415 begonnen und zuletzt im Vorhaben 4717E03370 /GRS 20/ durchgeführt wurden, mit dem Ziel einer verkehrsträgerübergreifenden Erfassung und sicherheitstechnischen Bewertung von Vorkommnissen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe auf öffentlichen Verkehrswegen, weiter fortgeführt. Zur Bestimmung und Bewertung, ob und inwieweit sich bei der praktischen Umsetzung der Transportvorschriften Probleme oder Defizite mit Hinweisen auf Auswirkungen auf das bisher hohe Transportsicherheitsniveau zeigen, wurden im Vorhaben 4720E03300 im Rahmen des Arbeitspaketes 5 daher die nachfolgend genannten Arbeitsschritte durchgeführt:

- Erfassung, Analyse und Dokumentation von Vorkommnissen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe unter Berücksichtigung der relevanten (und verfügbaren) Melde- und Informationswege,
- Bewertung der Sicherheitsrelevanz der Vorkommnisse entsprechend den IAEA-Bewertungskriterien EVTRAM und INES.

Die Erfassung und Bewertung von Vorkommnissen bei der Beförderung in Deutschland erfolgte in Anlehnung an die Bewertungskriterien der von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) initiierten Datenbank EVTRAM („Events in the Transport of Radioactive Material“), die inzwischen jedoch eingestellt wurde. Darüber hinaus erfolgte exemplarisch eine sicherheitstechnische Bewertung von Vorkommnissen bei der Beförderung auf Basis von INES („International Nuclear and Radiological Event Scale“). Mit der 2008er-Ausgabe des INES-Handbuchs (in der korrigierten Fassung von 2013, /IAEA 13/) steht eine im Anwendungsbereich erweiterte Bewertungsskala zur Einstufung von Ereignissen auch außerhalb von Kernkraftwerken zur Verfügung. Diese betrifft insbesondere die Erfassung und Einstufung von Vorkommnissen bei der Beförderung bzw. mit radioaktiven Strahlenquellen. Die Anwendung von INES in diesem erweiterten

Anwendungsbereich war zu diesem Zeitpunkt allerdings nicht verpflichtend, wurde von einigen Staaten dennoch bereits praktiziert. Auch in Deutschland existierten schon damals konkrete Überlegungen, die Meldeverpflichtungen hinsichtlich INES auch auf Ereignisse außerhalb der Kerntechnik auszuweiten. Dieses wurde nach Bekanntgabe des deutschen INES-Handbuchs /BMU 15a/ mit Rundschreiben des Bundesumweltministeriums vom 30. März 2015 /BMU 15b/ umgesetzt.

Die systematische Erfassung und Auswertung von Vorkommnissen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse („lessons learned“) bieten für die involvierten Behörden sowie für die an der Beförderung beteiligten Unternehmen ein Instrument zur Analyse von möglichem Verbesserungspotenzial (z. B. Abbau von Regelungsdefiziten oder innerbetriebliche Optimierung von Prozess- und Betriebsabläufen). Im Rahmen dieses Vorhabens findet daher auch regelmäßig ein Erfahrungsaustausch mit Beförderern und anderen Transportbeteiligten u. a. durch die Teilnahme an den Sitzungen des Arbeitskreises Beförderung (AKB) des Fachverbandes für Strahlenschutz (FS) statt.

In den folgenden Kapiteln werden die verfügbaren Informationen und Informationsquellen, die Ergebnisse der Auswertung der Transportvorkommnisse bis zum Jahr 2022 sowie die daraus gezogenen Schlussfolgerungen vorgestellt.

2 Informationsgrundlagen

Die für die vorliegende Untersuchung verfügbaren Informationen über Vorkommnisse bei der Beförderung stützen sich im Wesentlichen auf Angaben zu meldepflichtigen Vorkommnissen der jeweils zuständigen Aufsichtsbehörden. Die Meldepflichten sowie die Zuständigkeiten der Bundes- und Landesbehörden bei der Beförderung radioaktiver Stoffe ergeben sich im Einzelnen aus den entsprechenden atom-, strahlenschutz- und gefahrgutrechtlichen Vorschriften.

Die Zuständigkeit für Genehmigungen zur Beförderung von Kernbrennstoffen und Großquellen auf öffentlichen oder der Öffentlichkeit zugänglichen Verkehrswegen liegt gemäß § 23d des Atomgesetzes (AtG) /ATG 22/ bzw. § 186 Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG, /SSG 22/) beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). Die Zuständigkeit für die Beförderung von sonstigen radioaktiven Stoffen liegt dagegen nach § 24 AtG bzw. § 184 StrlSchG bei den Landesbehörden bzw. – bei der Beförderung im Schienenverkehr durch bundeseigene Eisenbahnen – gemäß § 24 AtG bzw. § 190 StrlSchG beim Eisenbahn-Bundesamt (EBA). Welche Landesbehörden im Einzelnen zuständig sind, richtet sich nach dem jeweiligen Landesrecht.

Die Melde- und Anzeigepflichten für bedeutsame Vorkommnisse im Anwendungsbereich des Atomgesetzes und des Strahlenschutzgesetzes sind in § 108 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /SSV 21/ festgelegt. Diese Pflichten wurden in einem Schreiben des BMU an die obersten Landesbehörden zur Berichterstattung über besondere Vorkommnisse erstmals 2002 /BMU 02/ weiter konkretisiert und sind daher auch für die Beförderung anzuwenden. Seit Mitte 2015 /BMU 15b/ wurden diese Meldepflichten dahingehend ausgeweitet, dass „bei Vorkommnissen mit entsprechender Bedeutung eine Einstufung entsprechend der internationalen Bewertungsskala für nukleare und radiologische Ereignisse (International Nuclear and Radiological Event Scale, INES) und eine Information der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO)“ ermöglicht werden soll. Dabei soll durch die Aufsichtsbehörden eine Erstabschätzung erfolgen, ob es Hinweise auf „Vorkommnisse, die eine INES-Einstufung von insbesondere 2 oder höher zur Folge haben können“ gibt. Die abschließende Einstufung nach INES erfolgt durch den nationalen Ansprechpartner (INES National Officer) in Abstimmung mit den zuständigen Landesbehörden und dem BMUV (s. auch /BMU 20/).

Nach § 108 StrlSchV ist der Eintritt eines Notfalls, eines Störfalls oder eines sonstigen bedeutsamen Vorkommnisses bei Umgang, Anwendung oder Beförderung von

radioaktiven Stoffen der zuständigen Behörde und, falls dies erforderlich ist, auch der für die öffentliche Sicherheit zuständigen Behörde sowie den für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden unverzüglich mitzuteilen. Als bedeutsame Vorkommnisse bei Umgang, Anwendung, Beförderung etc. von radioaktiven Stoffen im Sinne des § 108 StrlSchV sind gemäß Anlage 15 StrlSchV insbesondere Ereignisse anzusehen, bei denen Personen, Sachgüter oder die Umwelt gefährdet oder geschädigt werden oder die geeignet sind, Personen, Sachgüter oder die Umwelt zu schädigen. Es ist jedoch zu beachten, dass Vorkommnisse im öffentlichen Verkehrsraum beim Umgang, der Anwendung oder Beförderung von Gebrauchsgütern, die geringe Mengen radioaktiver Stoffe enthalten, durch diese Berichts- und Anzeigepflicht im Allgemeinen nicht erfasst werden.

Weiterhin enthalten die verkehrsträgerspezifischen nationalen und internationalen Gefahrgutvorschriften (z. B. ADR /ADR 22/, RID /RID 22a/, /RID 22b/, ADN /ADN 22a/, /ADN 22b/, ICAO-TI /ICAO 23/, IMDG-Code /IMDG 22/ etc.) entsprechende Melde- und Berichtspflichten für sicherheitsrelevante Vorkommnisse mit Gefahrgütern.

Die entsprechenden Meldepflichten und -verfahren ergeben sich beispielsweise für die Verkehrsträger Straße, Schiene sowie Binnenschifffahrt aus Unterabschnitt 1.7.6 (Nichteinhaltung) und dem Unterabschnitt 1.8.5 (Meldungen von Ereignissen mit gefährlichen Gütern) ADR, RID bzw. ADN, für den Luftverkehr aus Teil 7 Abschnitte 4.4 bis 4.6 der ICAO-TI und für Transportunfälle bei der Beförderung (einschl. Be- und Entladen) gefährlicher Güter mit Seeschiffen aus dem IMDG-Code bzw. aus § 4 Abs. 8 der Gefahrgutverordnung See (GGVSee, /GSEE 19/).

Bei einem Transportvorkommnis (schwerer Unfall oder Zwischenfall) auf dem Land-, Luft- und Binnenschifffahrtsweg ist z. B. vom Beförderer oder seinem Beauftragten ein Bericht auf einem international abgestimmten Formblatt bei der jeweils zuständigen Behörde einzureichen. Nach den Bestimmungen dieser Vorschriften hat ein Schienen- oder Straßenbeförderer insbesondere sicherzustellen, dass der zuständigen Behörde, dem EBA bzw. dem Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM, ehemals BAG), ein Vorkommnisbericht gemäß dem in Unterabschnitt 1.8.5.4 RID bzw. ADR vorgeschriebenen Muster vorgelegt wird. Entsprechendes gilt auch für den Luftverkehr; hierbei ist an das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) als zuständige Behörde im Ereignisfall unverzüglich ein erster Bericht abzusenden (EU-Richtlinie 965/2012 Anhang IV Teilabschnitt A Abschnitt 1 CAT.GEN.MPA.200 e) /EC 19/).

Die nach dem Gefahrgutrecht zuständigen Bundesämter leiten die Ereignisberichte an das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) als oberste Bundesbehörde zur Auswertung weiter. Diese Auswertung ist als Informationsgrundlage in der Regel nicht zugänglich. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass Ereignismeldungen z. B. nach Abschnitt 1.7.6 ADR (Nichteinhaltung) nach derzeitigem Stand bei den zuständigen (Länder-)Behörden verbleiben und nicht an das BMDV bzw. BALM für eine weitere Auswertung weitergeleitet werden. Die für den Strahlenschutz zuständigen Behörden der Bundesländer übermitteln die ihnen gemeldeten bedeutsamen Vorkommnisse an das BMUV. Diese bedeutsamen Vorkommnisse werden vom BMUV im Jahresbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ (z. B. /BMU 22/) regelmäßig veröffentlicht. Ein genereller Informationsaustausch zwischen den zuständigen Behörden über bedeutsame Vorkommnisse findet i. d. R. alle zwei Jahre im Rahmen des „Informationsaustausch zur gefahrgutrechtlichen Aufsicht bei der Beförderung radioaktiver Stoffe“ statt.

Aufgrund der Bedeutung von Transportvorkommnissen für die Sicherheitsbewertung und zur Verbesserung der Kommunikation über die aus solchen Untersuchungen ableitbaren Erkenntnisse auf nationaler und internationaler Ebene, wurden die aus den letzten Jahren verfügbaren Informationen über transportrelevante Vorkommnisse mit radioaktiven Stoffen in Deutschland zusammengestellt und ausgewertet. Die Erfassung und Auswertung erstreckt sich nicht auf Vorkommnisse beim Transport radioaktiver Stoffe im militärischen Bereich, auf Beförderungsabläufe und damit verbundene Vorkommnisse innerhalb von kerntechnischen Anlagen sowie auf Gebrauchsgüter, die geringe Mengen radioaktiver Stoffe enthalten, nach deren Abgabe an den Endverbraucher, da diese nicht in den Geltungsbereich der Vorschriften fallen.

Die vorangehenden Ausführungen und die Zusammenstellung der unterschiedlichen Meldepflichten und jeweiligen Zuständigkeiten (vgl. Tab. 2.1) machen allerdings deutlich, dass eine konsistente und einheitlich strukturierte Informationsgrundlage für eine systematische Erfassung von Vorkommnissen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe auf öffentlichen Verkehrswegen für alle Verkehrsträger nach wie vor nur beschränkt verfügbar ist. Weiterhin sind der Detaillierungsgrad der einzelnen Informationsquellen sowie deren Verfügbarkeit und Vollständigkeit sehr uneinheitlich und demzufolge kann eine umfassende sicherheitsrelevante Bewertung solcher Vorkommnisse nur mit Einschränkungen realisiert werden.

Unterschiede bei den Meldepflichten, Zuständigkeiten und auch in der Meldepraxis für Transportvorkommnisse erschweren die Zusammenstellung von Informationen und die

Bewertung des Sicherheitsniveaus. Während beispielsweise im Bereich des Luftverkehrs auch Verstöße gegen die Dokumentationspflichten oder unbedeutende Verpackungsschäden dem LBA gemeldet werden (siehe Teil 7 Abschnitte 4.5 ICAO-TI), ist die Meldeschwelle für Vorkommnisse gemäß § 108 StrlSchV höher, so dass solche weniger sicherheitsrelevanten Vorkommnisse in der vorliegenden Auswertung nicht erfasst werden. Dies gilt auch für Ereignismeldungen bei der Beförderung auf der Straße gemäß 1.8.5 ADR (vgl. Tab. 2.2), die im Gegensatz zu Meldungen nach § 108 StrlSchV derzeit nicht in die Untersuchungen einbezogen werden konnten. Ein meldepflichtiges Ereignis nach ADR 1.8.5.1 liegt vor, wenn gefährliche Güter ausgetreten sind oder die unmittelbare Gefahr des Produktaustritts bestand, ein Personen-, Sach- oder Umweltschaden eingetreten ist oder Behörden beteiligt waren und bestimmte Kriterien erfüllt sind (s. ADR 1.8.5.3).

In der Praxis werden jedoch auch für diesen Transportsektor weniger relevante – d. h. nach ADR nicht meldepflichtige – Ereignisse dem BALM gemeldet. Gerade auch die Erfassung und Auswertung solcher sicherheitstechnisch unbedeutenderen Vorkommnisse kann im Sinne des Erfahrungsrückflusses zur Verbesserung der Sicherheit bei der Beförderung radioaktiver Stoffe beitragen. Dies zeigt auch das Vorgehen in anderen Ländern (vgl. die Ausführungen hierzu in /GRS 14/) oder auch die Empfehlungen der IAEA in Bezug auf die Vorkommnisdatenbank EVTRAM (siehe Abschnitt 3.1).

Die in unterschiedlicher Form und Detaillierungsgrad verfügbaren Ereignisdaten umfassen im Einzelnen folgende Informationsquellen:

- Jahresberichte des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) von 1995 – 2022 teilweise mit Kurzbeschreibung der Beanstandungen bei der Überwachung der Transporte,
- tabellarische Zusammenstellung des Luftfahrt-Bundesamtes (LBA) von Ereignissen mit Gefahrgütern der Klasse 7 für die Jahre 2000 bis 2008 sowie 2010 - 2022,
- Jahresberichte „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ bzw. Parlamentsberichte des BMUV für den Zeitraum von 1998 – 2019,
- diverse formlose Einzelberichte verschiedener Herkunft einschließlich ausgewählter Vorkommnismeldungen von Aufsichts- und Genehmigungsbehörden.

Aus der obigen Auflistung wird ersichtlich, dass die Datenverfügbarkeit immer noch uneinheitlich ist und kein vollständiges Bild liefern kann. So sind die Vorkommnisse für die Jahre 2020 bis 2022 noch vorläufiger Natur. Für das Jahr 2009 konnten aufgrund

einer Systemumstellung vom LBA nachträglich leider keine Daten mehr zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin waren die Daten des Bundesamtes für Logistik und Mobilität über Vorkommnisse im Straßenverkehr (u. a. Meldungen nach 1.8.5 ADR) im Rahmen dieses Vorhabens nicht zugänglich. Dennoch bietet die Auswertung wertvolle Hinweise auf Probleme bei der Umsetzung der Gefahrgutvorschriften.

Tab. 2.1 Zusammenfassende Darstellung der Meldepflichten im Zusammenhang mit der Beförderung radioaktiver Stoffe

Meldevorschrift	Meldepflichtiges Ereignis	zuständige Behörde
Gefahrgutrecht		
1.7.6 ADR /ADR 22/	Nichteinhaltung von Grenzwerten der jeweiligen Bestimmungen für die Dosisleistung oder die Kontamination	nach Landesrecht zuständige Behörde (§ 27 Abs. 2 GGVSEB /GGV 23/)
1.7.6 RID /RID 22b/		EBA (nach § 15 Abs. 1 Nr. 2 GGVSEB /GGV 23/)
1.7.6 ADN /ADN 22b/		Wasser- und Schifffahrtsämter für Bundeswasserstraßen bzw. die jeweilige nach Landesrecht zuständige Behörde (nach § 16 Abs. 6 Nr. 5 GGVSEB /GGV 23/)
IMDG-Code 1.5.6 /IMDG 22/		nach Landesrecht zuständige Behörden bzw. nach Bundesrecht zuständige Strom- und Schifffahrtspolizeibehörden (nach § 4 Abs. 8 GGVSee /GSEE 19/)
1.8.5 ADR	Meldung von Ereignissen mit gefährlichen Gütern	BAG (nach § 14 Abs. 1 GGVSEB)
1.8.5 RID		EBA (nach § 15 Abs. 1 Nr. 5 GGVSEB)
1.8.5 ADN		Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (nach § 27 Abs. 1 Nr. 3 GGVSEB)
IMDG-Code 1.1.2.1 (SOLAS, Regel 6)	Meldung von Ereignissen mit gefährlichen Gütern (Zwischenfall mit Gefahrgut über Bord)	nächstgelegener Küstenstaat
IMDG-Code 7.8.4.6	Meldung bei Schäden an radioaktiven Versandstücken während der Liegezeit im Hafen	Hafenbehörde
ICAO-TI Teil 7 Abschnitt 4.4 /ICAO 23/	Meldung von Unfällen oder Zwischenfällen mit Gefahrgütern	LBA
ICAO-TI Teil 7 Abschnitt 4.5 /ICAO 23/	Meldung von undeklarierten oder falschdeklarierten Gefahrgütern	LBA
Atom-/Strahlenschutzrecht		
§ 108 StrlSchV /SSV 21/	Meldung von besonderen Vorkommnissen	Atom-/strahlenschutzrechtliche Aufsichtsbehörden (nach § 19 AtG für Beförderungen nach § 27 StrlSchG) bzw. EBA (gemäß § 24 Abs. 1 AtG)

Tab. 2.2 Meldekriterien nach /ADR 22/

ADR 2023
<p>1.8.5 Meldungen von Ereignissen mit gefährlichen Gütern</p> <p>1.8.5.1 Eignet sich beim Beladen, beim Befüllen, bei der Beförderung oder beim Entladen gefährlicher Güter auf dem Gebiet einer Vertragspartei ein schwerer Unfall oder Zwischenfall, so hat der Verlader, Befüller, Beförderer, Entlader oder Empfänger sicherzustellen, dass der zuständigen Behörde der betreffenden Vertragspartei spätestens einen Monat nach dem Ereignis ein Bericht gemäß dem in Unterabschnitt 1.8.5.4 vorgeschriebenen Muster vorgelegt wird</p>
<p>1.7.6 Nichteinhaltung</p> <p>1.7.6.1 Bei Nichteinhaltung irgendeines Grenzwertes des ADR für die Dosisleistung oder die Kontamination...(c) muss die Mitteilung über die Nichteinhaltung an den Absender und an die zuständige(n) Behörde(n) sobald wie möglich und, wenn sich eine Notfallexpositionssituation entwickelt hat oder entwickelt, sofort erfolgen.</p>

3 Bewertungsgrundlagen

3.1 Die ehemalige IAEO-Datenbank zu Transportvorkommnissen EVTRAM

Auf Empfehlung der SAGSTRAM¹-Sitzung im November 1987 wurden von der IAEO mehrere Datenbanken initiiert,

- um die Mitgliedstaaten mit Informationen zur Bewertung der Effektivität ihres Regelwerkes zu versorgen,
- um die Umsetzung der IAEO-Standards zur Beförderung radioaktiver Stoffe zu unterstützen und
- um Daten zu sammeln, die in Hinblick auf eine mögliche Besorgnis der Öffentlichkeit, mögliche zukünftige Revisionen des Regelwerks und für Risikoanalysen geeignet sind.

Die Datenbank EVTRAM wurde ursprünglich zur Erfassung von Vorkommnissen und Unfällen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe eingerichtet. In /IAEA 97/ wurde der für den Zeitraum 1984–1993 von den Mitgliedstaaten gemeldete Datenbestand ausgewertet. Dort wurde vor allem der eher geringe Datenfluss bemängelt, der eine Verallgemeinerung der Auswertungen oder ein Ableiten von zeitlichen Trends unmöglich machte. Als Ergebnis eines Expertentreffens („Consultant Meeting“) im Jahr 2002 /IAEA 02/ wurde schließlich 2003 das Online-System EVTRAM-Reporter zur Vereinfachung der Datenbereitstellung eingeführt, das die Situation aber nicht signifikant verbessert hat. Auf die in /IAEA 07/ formulierten Empfehlungen zur Überarbeitung von EVTRAM mit dem Ziel einer erhöhten Nutzung der Datenbank wurden in /IAEA 08/ u. a. Vorschläge zur Reduktion des Erhebungsumfangs und zur Implementierung der Datenbank im Internet gemacht. Dort wurde auch vorgeschlagen, die Nutzbarkeit von EVTRAM für Risikoanalysen zu verbessern und Platz für die Formulierung von Erfahrungen aus Vorkommnissen („lessons learned“) zu schaffen.

Bei dem „Technical Meeting to Review Databases related to the Safe Transport of Radioactive Material“ im September 2008 in Wien wurde EVTRAM in der Diskussion

¹ Standing Advisory Group on Safe Transportation of Radioactive Material

überwiegend als sinnvolle Datenbank bezeichnet, die weitergeführt werden sollte. Im Zusammenhang mit der Diskussion des erforderlichen Abfrageumfangs in EVTRAM gab es Stimmen, nicht nur den Abfrageumfang pro Vorkommnis gemäß /IAEA 08/ zu reduzieren sondern auch nur solche Vorkommnisse zu erfassen, bei denen es beispielsweise nach ADR/RID eine Meldepflicht gibt. Es wurde von anderer Seite aber auch der Nutzen betont, der beispielsweise von der Erfassung von Beinahe-Unfällen ausgeht. Eine ergänzende Aufnahme der INES-Skala als zusätzliche Bewertungsskala bei Transportvorkommnissen gemäß den Vorgaben im revidierten INES-Handbuch von 2008 /IAEA 13/ wurde nur kurz diskutiert und zurückgestellt. Um den Nutzen und die Nutzung der Datenbank zu erhöhen, wurde neben einer Verbesserung der Internetpräsenz von EVTRAM eine regelmäßige Auswertung der Datenbank in Verbindung mit Nutzertreffen als wichtige Maßnahmen angesehen. Aufgrund der Ergebnisse der nachfolgenden Beratungen der TRANSSC (Transport Safety Standards Committee) der IAEO wurde die EVTRAM-Datenbank jedoch seit 2009 von der IAEO nicht mehr weiterverfolgt. Stattdessen sollten neue Konzepte für die Sammlung relevanter Daten u. a. zu Vorkommnissen erarbeitet werden. Das NEWS-System (Nuclear Events Web-based System) ist derzeit die einzige Datenbank der IAEO für Transportereignisse. Allerdings ist diese Datenbank nicht spezifisch für Transportereignisse, sondern umfasst allgemein nukleare und radiologische Ereignisse. Aus Kontinuitätsgründen und als effektiver Vorfilter für Ereignisse, die einer näheren Betrachtung unterzogen werden, wird die Bewertungsmethodik von EVTRAM im Rahmen dieses Vorhabens weiter beibehalten.

3.1.1 Datenerfassung und Auswertung

Anzeigewürdige Vorkommnisse („reportable events“) sind solche Ereignisse, die sich zwischen der Bereitstellung eines radioaktiven Versandgutes durch den Versender bzw. Übergang der Verantwortlichkeit auf den Beförderer und dem Zeitpunkt der Übergabe an den Empfänger ereignen, wie z. B. folgende:

- Transport- und Handhabungsunfälle mit Versandstücken (außer freigestellte Versandstücke), die radioaktive Stoffe enthalten, oder Unfälle, die das Transportmittel (Straßenfahrzeug, Bahn, Schiff, Flugzeug) betreffen, unabhängig davon, ob ein merklicher Schaden am Versandstück aufgetreten ist
- Vorkommnisse, bei denen eine Verletzung von Transportbestimmungen erfolgte, wie z. B.
 - Sendungen mit Verstößen gegen technisch-administrative Bestimmungen der Transportvorschriften wie fehlerhafte oder fehlende Dokumentation,

unautorisierten Empfängern, Überschreitung von Dosisleistungs- oder Kontaminationsgrenzwerten etc.

- fehlerhafte Verpackung oder Kennzeichnung
 - ungeeigneter, verlorener oder freigesetzter radioaktiver Inhalt
 - Abhanden gekommene, nicht ausgelieferte oder fehlgeleitete Sendungen mit radioaktiven Stoffen
- Fund von Versandstücken in der Öffentlichkeit
 - Böswillige Handlungen/Unterlassungen, Einwirkungen Dritter (Sabotage)

Die wesentlichen Deskriptoren des EVTRAM-Systems sind:

Ereignisbezogene Daten:

- Angaben zu Transportroute, Transportmittel und Versandgut
- Radiologische ereignisbedingte Auswirkungen, Personenschäden
- Art und Umfang der erforderlichen Notfallschutz- und Nachsorgemaßnahmen
- Details zum Vorkommnis/Ereignisablauf: Transportphase, Art des Vorkommnisses, Ursache, Bewertung der sicherheitstechnischen Bedeutung (in Anlehnung an INES)
- Umgebungsbedingungen am Unfallort (nur im Falle einer Aktivitätsfreisetzung)

Versandstückbezogene Daten:

- Angaben zum Versandstück: Bauart, Zulassungs-Nummer, Masse, Material, Transportkennzahl (TI), Kritikalitätssicherheitskennzahl (CSI), Belastungsart/Schaden
- Angaben zum Versandstückinhalt: Stoffeigenschaften, in besonderer Form, spaltbarer Stoff, physikalische Form, chemische Form, klassifiziertes Material (LSA/SCO), Anreicherungsgrad (bei Uran), Hauptisotope, Gesamtaktivität, Gesamtmasse, Gesamtvolumen des radioaktiven Inhalts
- Angaben zu abhanden gekommenem Material (falls zutreffend)

Die Bewertung der sicherheitstechnischen Relevanz von Transportvorkommnissen innerhalb des Datenerfassungssystems EVTRAM erfolgt in Anlehnung an die internationale Bewertungsskala für bedeutsame Ereignisse mit radioaktiven Stoffen INES

(vgl. Abschnitt 3.2) auf einer siebenstufigen Skala (vgl. Tab. 3.1). Zusätzlich ist eine unterste Bewertungsstufe „0“ für sogenannte „non-incidents“ („false alarms, minor violations“) vorgesehen.

Tab. 3.1 Bewertungsskala für Transportvorkommnisse nach dem IAEO-Datenerfassungssystem EVTRAM (aus /IAEA 97/, Appendix 2)

LEVEL	DESCRIPTION	CRITERIA
7	Major accident	Event resulting in major radiological releases (more than 3 orders of magnitude above the maximum Type A content), or in chemical releases involving many fatalities
6	Severe accident	Event resulting in large radiological releases (up to 3 orders of magnitude above the maximum Type A content), or in a maximum radiation dose largely above 50mSv, or in chemical releases involving some fatal consequences
5	Accident with significant consequences	Event resulting in significant radiological releases (order of magnitude above the maximum Type A content), or in a maximum radiation dose of the order of 50mSv, or in important (but non-fatal) chemical releases
4	Accident with appreciable consequences	Event resulting in limited radiological releases (less than the maximum Type A content), or in a maximum radiation dose within the range of 5 to 50 mSv, or in appreciable chemical releases
3	Accident with limited consequences	Event resulting in very small radiological releases (fraction of the maximum Type A content), or in a maximum radiation dose less than 5 mSv, or in limited chemical releases
2	Incident with complications	Event involving no release but affecting the safety functions of the package and/or requiring extensive recovery/remedial measures, or a lost package(s)
1	Incident	Event resulting in some disruption of normal transport conditions but without affecting the safety functions of the package

3.2 Bewertung von Transportvorkommnissen auf Basis von INES

INES ist eine internationale Bewertungsskala der IAEA für Ereignisse, Störfälle und Unfälle im Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung. Sie wurde von einer internationalen Expertengruppe erarbeitet, die gemeinsam von der IAEA und der Nuclear Energy Agency (NEA) der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) einberufen wurde. Anfang der neunziger Jahre wurde INES erstmals probeweise für Ereignisse in kerntechnischen Anlagen und insbesondere in Kernkraftwerken angewendet. Ziel dieser Bewertungsskala ist es, der Öffentlichkeit eine rasche Information über die sicherheitstechnische Bedeutung und Schwere von Störfällen anhand einer nachvollziehbaren Einstufung zu liefern und damit eine Verständigung zwischen Fachwelt, Medien und Öffentlichkeit zu ermöglichen.

Die Bewertungsskala hatte ursprünglich sieben Signifikanzstufen. Später wurde das Bewertungssystem um eine Stufe 0 („deviations“ oder aktuell: „below scale“) für Ereignisse ohne sicherheitstechnische Bedeutung erweitert. Die verschiedenen Stufen lassen sich in einer Pyramide darstellen (siehe Abb. 3.1) mit Stufe 1 für Störungen („anomaly“), Stufe 2–3 für Störfälle („incidents“) und Stufe 4–7 für Unfälle („accidents“).

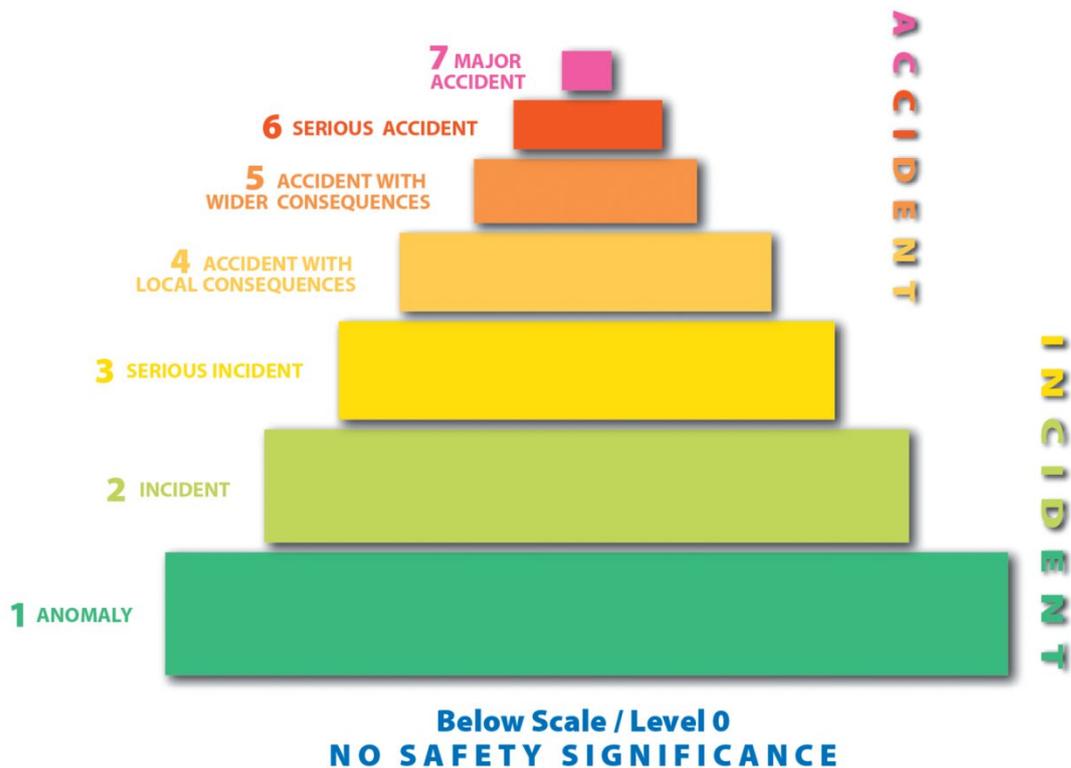


Abb. 3.1 Systematik der internationalen Bewertungsskala INES (aus /IAEA 13/)

Mit der Herausgabe der 2001er Version des *Handbuchs zur Anwendung der INES-Skala /IAEA 01/* wurde der Anwendungsbereich grundsätzlich auch auf Ereignisse außerhalb kerntechnischer Anlagen ausgedehnt. Die Anleitung für die Einstufung von Ereignissen blieb zunächst weitestgehend anlagenspezifisch, jedoch wurde hier Handlungsbedarf für weitere Erläuterungen für die Anwendung der Bewertungsskala auf Vorkommnisse außerhalb von kerntechnischen Anlagen gesehen. Im Jahr 2004 startete mit einem speziellen INES-Leitfaden („Rating of Transport and Radiation Source Events – Additional Guidance for the INES National Officers“) die Pilotphase für die Erfassung und Einstufung von Vorkommnissen beim Transport bzw. mit radioaktiven Strahlenquellen. Die überarbeitete Fassung dieses Leitfadens aus dem Jahr 2006 mit spezifischen Einstufungsbeispielen für den neuen Anwendungsbereich /IAEA 06/ ist in die Ausgabe des INES-Handbuchs von 2008 /IAEA 13/ integriert worden, so dass nun ein Dokument für sämtliche Ereignisse im Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung vorliegt. Ausgenommen sind Vorkommnisse im Zusammenhang mit der medizinischen Anwendung ionisierender Strahlen (z. B. Fehlbestrahlung von Patienten).

Zur Beurteilung der Sicherheitsrelevanz oder der radiologischen Bedeutung eines Ereignisses werden gemäß INES-Handbuch (2008) /IAEA 13/ (bzw. entsprechend der deutschen Ausgabe /BMU 15a/) die folgenden drei relevanten Bereiche betrachtet:

1) Auswirkung auf Mensch und Umwelt

In Form von Strahlenexpositionen von Personen oder einer Aktivitätsfreisetzung (vorher "off-site impact")

2) Beeinträchtigung radiologischer Barrieren und Überwachungsmaßnahmen in Anlagen und Einrichtungen

Als Indikator für die Schwere des Ereignisses innerhalb der Anlage (vorher "on-site impact") und die potenziellen radiologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung; **dieser Aspekt ist nicht anwendbar auf Transportereignisse**

3) Beeinträchtigung der Sicherheitsvorkehrungen "defence in depth"

Betrachtet das Versagen von (einzelnen) Sicherheitsvorkehrungen und die potenziellen Folgen beim Versagen sämtlicher Sicherheitsvorkehrungen

Die Einstufung anhand des ersten Hauptaspektes erfolgt für Transportereignisse, d. h. für sämtliche Ereignisse im Zusammenhang mit der Verwendung, der Aufbewahrung oder dem Transport von radioaktiven Stoffen, im Wesentlichen auf Basis der ermittelten Strahlenexpositionen des Personals und/oder der Bevölkerung. Für kleinere Aktivitätsfreisetzungen in die Umgebung werden dazu potenzielle Strahlenexpositionen für möglicherweise betroffene Personen bestimmt und für die Einstufung verwendet (bis Stufe 4, auch abhängig von der Anzahl der betroffenen Personen). Bei größeren Aktivitätsfreisetzungen erfolgt die Einstufung durch Vergleich mit einer radiologisch äquivalenten Aktivitätsmenge nach dem D-Wert-Konzept. Der D-Wert bezeichnet eine Aktivitätsmenge, oberhalb derer eine radioaktive Strahlenquelle als „gefährlich“ erachtet wird und ein Potenzial für schwerwiegende deterministische Schäden besteht, wenn die Quelle nicht sicher gehandhabt wird (siehe /IAEA 05/).

Dabei wird unterschieden, ob die Quelle unkontrolliert ist und es zur Freisetzung von radioaktivem Inhalt kommt oder nicht:

- D₂: unkontrolliert und freigesetzt (Radiotoxizität entscheidend)
- D₁: unkontrolliert, aber nicht freigesetzt (z. B. umschlossener Strahler, Direktstrahlung entscheidend)

Der D-Wert ist definiert als der restriktivere der beiden Werte. Die verwendete Definition für atmosphärische Freisetzung bei Transportereignissen basiert auf dem D₂-Wert.

Für Vorkommnisse beim Transport von radioaktiven Stoffen kann aufgrund der begrenzten involvierten Aktivitätsmengen ein Überschreiten der Stufe 5 nach dem Aspekt Auswirkung auf Mensch und Umwelt im Allgemeinen ausgeschlossen werden. Eine Einstufung aufgrund der Strahlenexposition einer Einzelperson der Bevölkerung erfolgt z. B. in die INES Stufe 1 erst, wenn durch dieses Ereignis der im betroffenen Staat maßgebliche jährliche Dosisgrenzwert (wie z. B. für die effektive Dosis einer Einzelperson der Bevölkerung) überschritten wird.

Neben dem Kriterium der Strahlenexpositionen von Einzelpersonen ist daher in der Regel die Anwendung des „defence-in-depth“-Prinzips (kurz: DID) für die Einstufung von Transportereignissen anhand von INES entscheidend. Maßgeblich ist dabei das Aktivitätsinventar des betroffenen Versandstücks zur Bestimmung der **maximalen potenziellen radiologischen Konsequenzen** eines Ereignisses. Verwendet wird hierzu eine Kategorisierung anhand des Verhältnisses zwischen der Aktivität *A* des involvierten Isotops und dem D-Wert. Die maximalen potenziellen Auswirkungen sind demnach nicht spezifisch für einen Ereignistyp, sondern abhängig von Art und Menge des involvierten radioaktiven Materials, d. h. sie sind allein abhängig von der Quellkategorie (*A/D* Verhältnis, vgl. Tab. 3.2).

Das INES-Handbuch (2008) enthält umfangreiche Tabellen mit Ereignisbeschreibungen und Beispielen für die Einstufung von Vorkommnissen während des Transports oder im Zusammenhang mit radioaktiven Strahlenquellen, Tab. 3.3 gibt nur einige Beispiele davon wieder. Ziel war eine möglichst klare und eindeutige Anleitung zur Einstufung, die bei Wahlmöglichkeit entsprechend Hilfestellung bietet. Im Wesentlichen steht das radiologische Gefährdungspotenzial bei der Bewertung im Vordergrund, so dass z. B. bei einem fehlgeleiteten Versandstück im aktuellen Handbuch berücksichtigt wird, ob der Empfänger entsprechende Strahlenschutzmaßnahmen (auch nur teilweise) ergreifen kann. Für die Beurteilung der Gefährlichkeit einer Strahlenquelle oder eines Versandstücks im Hinblick auf die radiologischen Konsequenzen finden die in den Transportvorschriften /IAEA 18/ verankerten A-Werte hier keine Anwendung, es hat sich vielmehr der

im Zusammenhang mit der Kategorisierung von Strahlenquellen geläufige D-Wert durchgesetzt.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit der INES-Skala zur Einstufung von Transportereignissen ist daher die Kenntnis der folgenden Ereignisdetails:

- Art und Aktivität der involvierten radioaktiven Stoffe
- Art und Zustand der Transportverpackung und des radioaktiven Inhalts
- radiologische Konsequenzen und Anzahl evtl. betroffener Personen (Personal und/oder Bevölkerung)
- Angaben über ggf. erforderliche Notfall- oder getroffene Abhilfemaßnahmen und sonstige Umstände

Die Meldung von Ereignissen durch den nationalen INES-Beauftragten ist wie im Bereich kerntechnischer Anlagen auch für Transportereignisse vorgesehen, wenn

- die Einstufung des Ereignisses Stufe 2 oder höher beträgt oder
- ein Ereignis von internationalem öffentlichem Interesse ist.

Die Weitergabe der Informationen über die Sicherheitsrelevanz des Ereignisses zur Kommunikation mit der Öffentlichkeit soll dabei möglichst zeitnah erfolgen. Inzwischen ist dies auch für Transportvorkommnisse verpflichtend /BMU 15b/. Die „Philosophie“ und der primäre Zweck der beiden Bewertungsskalen EVTRAM und INES sind demnach unterschiedlich ausgerichtet (vgl. Tab. 3.4).

Tab. 3.2 Bestimmung der maximalen potenziellen radiologischen Konsequenzen („defence in depth“-Einstufung, DID) von Transportvorkommnissen anhand der Kategorie der involvierten radioaktiven Stoffe /BMU 15a/

A/D	Quellkategorie	Maximale potenzielle Konsequenzen	Maximale INES-Einstufung nach dem DID-Prinzip
≥ 1000	1	5 ^a	3
≥ 10 – 1000	2	4	2
≥ 1 – 10	3	3	2
≥ 0.01 – 1	4	2	1

^a Selbst bei sehr unwahrscheinlichen Unfällen ist es physikalisch nicht möglich, dass die Auswirkungen höhere Stufen der INES Skala erreichen (logarithmische Skala)

Tab. 3.3 Beispiele für die INES-Einstufung von Transportereignissen
Einstufung nach dem „defence in depth“-Kriterium anhand der involvierten Aktivitätsmenge (bzw. Quellkategorie) /BMU 15a/

Vorkommnis/Ereignis	Kat. 4	Kat. 3/2	Kat. 1
zeitweiliger Verlust eines intakten Versandstücks	1	1	1
Auffinden eines Versandstücks	1	1 / 2	2 / 3
Verlust/Diebstahl eines Versandstücks	1	2	3
Auffinden einer Transportverpackung mit unzureichender oder fehlender Abschirmung mit Möglichkeit einer Exposition	1	1 / 2	2 / 3
schwerwiegende administrative Versäumnisse (z.B. Verstoß gegen die Auflagen der Genehmigung)	1	1	1
weniger bedeutsame administrative Versäumnisse (z.B. Fehler in den Transportdokumenten oder bei der Markierung)	0 / 1	0 / 1	0 / 1
radioaktive Stoffe in einem vermeintlich leeren Versandstück	1	1 / 2	1 / 2 / 3

Tab. 3.4 Kurze Gegenüberstellung der unterschiedlichen Philosophien der beiden Bewertungsskalen

EVTRAM	INES
<ul style="list-style-type: none"> • gesammelte Daten und deren Auswertung sind in erster Linie für die Fortentwicklung der Sicherheitsvorschriften und die damit befassten Organisationen und zuständigen Behörden bestimmt • Überprüfung der Angemessenheit und Effizienz der Transportvorschriften • zentrale Auswertung soll Erfahrungsrückfluss ermöglichen • daneben sollen die Daten auch der Information der besorgten Öffentlichkeit dienen und für Transportrisikoanalysen zur Verfügung stehen 	<ul style="list-style-type: none"> • dient der Information der Öffentlichkeit über bedeutsame Ereignisse im Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen • ähnlich der Richter-Skala für Erdbeben soll die Einstufung dieser Art von Vorkommnissen einheitlich und nachvollziehbar sein • Informationen sollen weitgehend öffentlich zugänglich sein

4 Erfassung und Auswertung von Transportvorkommnissen in Deutschland

4.1 Erfassung der Vorkommnisse

Die verfügbaren Informationen über Transportvorkommnisse in Deutschland beruhen auf den in Abschnitt 2 erläuterten Daten und Unterlagen. Diese Informationen werden in Fortführung der Arbeiten im Rahmen der Vorhaben SR2415, 3607R02600, 3611R03300 /GRS 14/, 3614R03343 /GRS 17/ und 4717E03370 /GRS 20/ in einer dafür entwickelten Excel-Datei erfasst und ausgewertet. Dies gestattet eine flexible Durchführung statistischer Auswertungen und Analysen.

Die Detailangaben einzelner Informationsquellen sind sehr unterschiedlich und im Vergleich zum Informationsbedarf für EVTRAM sehr beschränkt. Trotzdem wird versucht, bei der Strukturierung der Informationsinhalte der Excel-Tabelle zur Erfassung der Daten die Gesamtheit der vorhandenen Informationen abzubilden. Dazu wurden auch wesentliche Deskriptoren der EVTRAM übernommen. So folgen insbesondere die Klassifizierung der Transportvorkommnisse und die Beschreibung der Ereignisursachen weitgehend der EVTRAM-Terminologie. Der Umfang der erfassten Merkmale wird jedoch entsprechend des zur Verfügung stehenden Detaillierungsgrades angepasst und beschränkt sich entsprechend auf wesentliche Informationen, wie z. B. Datum, Ort und Kurzbeschreibung des Ereignisses, Angaben zur Freisetzung, aufgetretene Kontaminationen oder dem involvierten radioaktiven Stoff.

Soweit es die Primärdaten erlauben, werden für jede verfügbare Ereignismeldung Angaben zu den einzelnen Merkmalen gemacht. Dabei ist allerdings oft ein gewisser Ermessensspielraum gegeben. Dies gilt z. B. für die Einstufung oder Bewertung der sicherheitstechnischen Bedeutung von Transportereignissen. Nach Einstufung der erfassten Vorkommnisse anhand der EVTRAM-Skala wird für Ereignisse ab der EVTRAM-Stufe 2 exemplarisch auch eine Einstufung nach dem INES-Handbuch /IAEA 13/ vorgenommen.

Für die Jahre 2020 bis 2022 können die Ergebnisse nur als vorläufig betrachtet werden. Weiterhin wurde das Auftreten radioaktiver oder kontaminierter Stoffe in Metallschrottlieferungen (meist aus dem Ausland) auf Schrottplätzen und Recyclingzentren sowie der Fund und die illegale Verbringung herrenloser Strahlenquellen („orphan sources“) außer Betracht gelassen. Diese wichtige Gruppe von Ereignissen dominierte auch in den letzten Jahren wieder die Zahl der Vorkommnisse, die in den Parlamentsberichten des

BMUV aufgeführt werden. Bei derartigen Ereignissen ist zwar ggf. durch das Gefährdungspotenzial eine sicherheitstechnische Relevanz hinsichtlich des Transportes gegeben, jedoch bringen diese Ereignisse keinen Erkenntniszuwachs bzgl. der transport-spezifischen Zielsetzungen dieses Vorhabens, da sie kaum vermeidbar sind und nur durch erhöhte Aufmerksamkeit und Überwachung (z. B. durch Eingangsportale) aufgedeckt werden können.

4.2 Auswertungsergebnisse

Die der vorliegenden Auswertung zugrunde liegenden Vorkommnisse beim Transport radioaktiver Stoffe auf öffentlichen Verkehrswegen sind in Tab. 4.1 in zusammenfassender Form wiedergegeben. Im hier betrachteten Zeitraum von Mitte der 90er Jahre bis 2022 wurden insgesamt 1.118 Transportereignisse mit radioaktiven Stoffen identifiziert und erfasst, die sich auf die einzelnen Verkehrsträger entsprechend den Angaben der Tab. 4.1 aufteilen. Die Ende der 90er Jahre bekannt gewordenen Vorkommnisse mit grenzwertüberschreitender Oberflächenkontamination auf Brennelement-Transportbehältern sind in der Aufstellung nicht enthalten, da derartige Verstöße nach der damaligen Vorschriftenlage weder melde- noch anzeigepflichtig waren (siehe hierzu die entsprechende gutachterliche Stellungnahme /GRS 98/).

Die für die einzelnen Verkehrsträger angegebene, stark unterschiedliche Anzahl gemeldeter Transportvorkommnisse resultiert überwiegend aus den unterschiedlichen verkehrsträgerspezifischen Melde- und Anzeigepflichten für Transportvorkommnisse und der ihnen zugrunde liegenden Meldekriterien sowie den unterschiedlich entwickelten Meldepraktiken bei den einzelnen Verkehrsträgern. So werden beispielsweise aufgrund der verkehrsträgerspezifischen Transportvorschriften und Meldepraktiken der Luftverkehrsgesellschaften weiterhin auch sicherheitstechnisch weniger bedeutsame Verstöße wie z. B. fehlerhafte Kennzeichnungen erfasst und gemeldet (vgl. Teil 7 Abschnitt 4.5 ICAO-TI: „Reporting of undeclared or misdeclared dangerous goods“ /ICAO 23/). Die für andere Verkehrsträger relevanten Meldepraktiken und -kriterien wie diejenigen für den Straßenverkehr konzentrieren sich dagegen auf sicherheitstechnisch bedeutsamere Vorkommnisse wie Stör- und Unfallsituationen mit erheblichen Sach- und/oder Personenschäden und sonstige Regelverletzungen.

Tab. 4.1 Aufteilung der erfassten Transportvorkommnisse nach Verkehrsträgern und Kalenderjahr

Verkehrsträger	≤1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Σ
Straße	*	*	*	5	3	8	3	3	3	1	*	7	5	3	1	2	2	1	*	2	3	1	*	*	*	*	*	*	53
Schiene	9	3	3	6	4	0	0	0	1	*	1	9	3	5	2	4	2	5	1	2	4	0	2	5	2	2	3	2	80
Luft	*	*	*	*	*	46	17	56	118	97	28	24	33	38	*	42	43	34	51	40	46	56	38	41	34	27	18	32	959
Wasser ¹⁾	*	*	*	*	*	*	2	1	1	*	1	1	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6
Ohne Angabe ²⁾							5	1		2	1	1	1		1	2	1	1	1		2								19
Gesamt	9	3	3	11	7	54	27	61	123	100	31	42	42	46	4	50	48	41	54	44	55	57	40	46	36	29	21	34	1.118
¹⁾ See- und Binnenschiffahrtsstraßen ²⁾ bei diesen Vorkommnismeldungen lagen keine eindeutigen Angaben zum Verkehrsträger vor * für diese Jahre liegen (bisher) keine Meldungen für diesen Verkehrsträger vor																													

Eine Aufschlüsselung der insgesamt erfassten transportspezifischen Vorkommnisse nach der Art des gemeldeten Ereignisses zeigt Abb. 4.1 und umfasst insgesamt zehn verschiedene Ereignistypen:

- Diebstahl
- Sabotage
- Dokumente, Kennzeichnung, Bezettelung
- Vorbereitung der Beförderung
- Handhabung während der Beförderung
- Verlust der Kontrolle über das Versandstück
- Unfall
- Brand
- Unbekannt
- Sonstiges

Aus Abb. 4.1 wird ersichtlich, dass nur ein relativ geringer Anteil der insgesamt 1.118 Vorkommnisse beim Transport radioaktiver Stoffe auf klassische Verkehrsunfälle mit Sach- und / oder Personenschäden zurückzuführen ist. Gegenüber der letzten Auswertung /GRS 20/ haben sich hier keine wesentlichen Änderungen in den Zahlen ergeben.

Von den registrierten 23 Verkehrsunfällen ereigneten sich 22 Unfälle beim Straßentransport und einer als Schiffszusammenstoß auf einer Binnenwasserstraße. Lediglich drei Fälle der erfassten Vorkommnisse beim Transport radioaktiver Stoffe war auf Brandeinwirkung zurückzuführen (Reifenbrand eines LKW mit radiopharmazeutischen Produkten, Brand eines Kleintransporters, wobei die Versandstücke mit einem Ersatzfahrzeug weitertransportiert wurden und Brand auf einem Frachtschiff, das unbestrahlte Brennelemente und Behälter mit Uranhexafluorid transportierte).

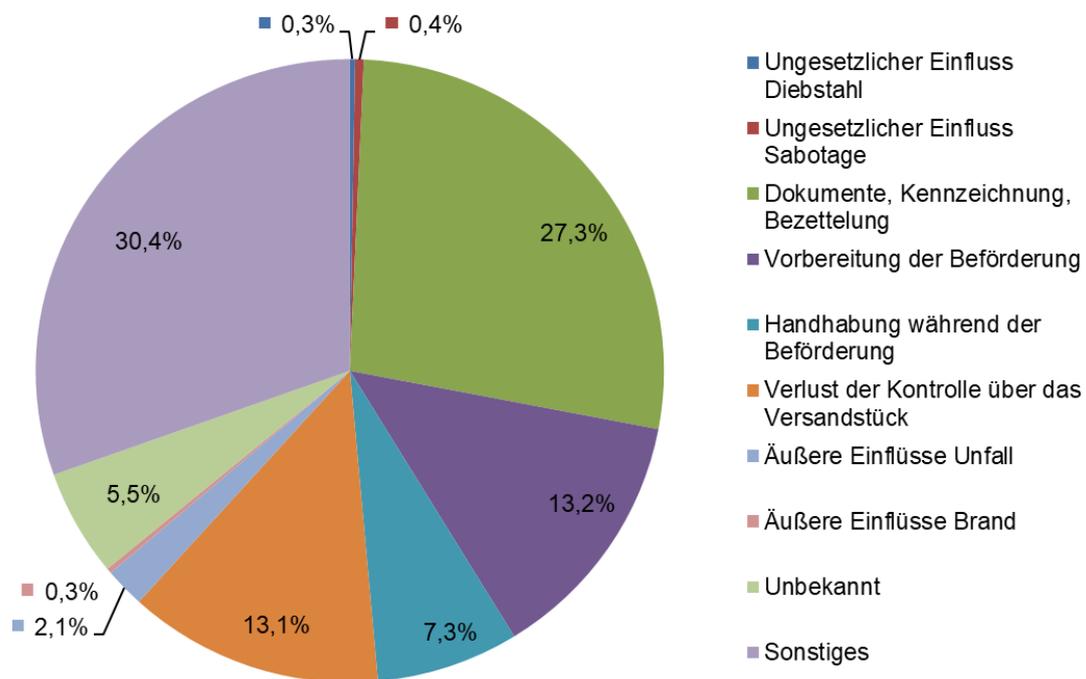


Abb. 4.1 Transportvorkommnisse im Zeitraum 1995 – 2022 aufgeschlüsselt nach Ereignistyp

Ein großer Anteil (ca. 41 %, s. Abb. 4.1: Zusammenfassung der Kategorien „Dokumente, Kennzeichnung, Bezeichnung“ und „Vorbereitung der Beförderung“) der gemeldeten Vorkommnisse beim Transport radioaktiver Stoffe entfällt auf Verstöße gegen technisch-administrative Bestimmungen der Transportvorschriften oder Auflagen/Nebenbestimmungen der Beförderungsgenehmigung wie z. B. fehlende oder fehlerhafte Transportdokumente, fehlerhafte Kennzeichnung von Versandstücken etc. Ca. 7 % der Vorkommnisse beziehen sich auf anomale Transport- und Handhabungsabläufe und damit verbundene Sachschäden. Hierzu zählen beispielsweise insbesondere Beschädigungen von Versandstücken und der Transportausrüstung, die (vermutlich) auf unsachgemäße Transport- oder Betriebsabläufe beim Transport, der Verstauung, Zwischenlagerung, Handhabung sowie Be- und Entladung radioaktiver Sendungen zurückgeführt werden können.

In wenigen Einzelfällen wurden Transportvorkommnisse mit (vermutlich vorsätzlicher) Fremdeinwirkung Dritter wie Diebstahl oder Sabotage gemeldet (unverändert, insgesamt 8 Ereignisse wie z. B. Beschädigung des Gleisbettes mit dem Ziel der Verhinderung

eines Transportes radioaktiver Stoffe, Manipulation eines Transportfahrzeugs). Darüber hinaus fallen etwa 30 % der Transportvorkommnisse auf Ereignisse, die sich nicht eindeutig nach EVTRAM klassifizieren lassen (Sonstiges, 340 Fälle, wie z. B. die Meldung „Nichteinhaltung des Embargos für radioaktive Stoffe“). Radiologische Auswirkungen auf Personen, Sachgüter oder die Umwelt waren den Meldungen zufolge mit diesen speziellen Vorkommnissen nicht verbunden.

Bei der Beförderung auf der Schiene zeigt sich lt. den Berichten des EBA für die Klasse 7 eine sehr geringe Mängelquote. Sie lag beispielsweise im Jahr 2020 bei 1,2 % (2 festgestellte Verstöße bei insgesamt 161 Wagenladungen). Dies ist größtenteils auf die große Sorgfalt der beteiligten Unternehmen auch bei der Transportvorbereitung zurückzuführen. Der Anteil der auf der Schiene beförderten Sendungen mit radioaktiven Stoffen ist jedoch vergleichsweise gering und lag in den letzten fünf Jahren zwischen ca. 60 und 255 Wagenladungen (im Jahr 2020: 27 Transporte, 161 Wagenladungen). Dagegen ist die Kontrollquote im Bereich der Gefahrgut Klasse 7 relativ hoch (im Jahr 2020: 61 von 161 Wagenladungen (37,9 %), vgl. /EBA 21a/). Bezogen auf die 61 überprüften Wagenladungen ergibt sich eine Beanstandungsquote von 3,3 %. Bei Gefahrgutkontrollen außerhalb der Klasse 7 lag die Beanstandungsquote im Vergleich dazu bei 6 % (828 Beanstandungen bei 13.695 Kontrollen (mit 928 festgestellten Mängeln)) /EBA 21b/. Die höhere Anzahl der Mängel gegenüber den beanstandeten Transportobjekten ergibt sich dadurch, dass an einem Transportobjekt teilweise mehrere Mängel festgestellt wurden. Der Hauptteil der kontrollierten Beförderungsmittel liegt mit einem Anteil von ca. 87 % bei Kesselwagen und Druckgaskesselwagen. Die überwiegende Anzahl der festgestellten Mängel stellten keinen (Gefahrenkategorie GK III) oder einen weniger schwerwiegenden Verstoß (GK II) gegen die Gefahrgutvorschriften dar. Verstöße der GK I (schwerwiegender Verstoß) wurden insgesamt 81 festgestellt.

Die Bewertung der Sicherheitsrelevanz der erfassten 1.118 Transportvorkommnisse erfolgte entsprechend der Bewertungsskala für Transportvorkommnisse nach dem EVTRAM-Erfassungssystem. Das Bewertungsergebnis ist in Abb. 4.2 graphisch dargestellt. Danach fallen etwa 36 % (405 von 1.118) der erfassten Vorkommnisse als „non-incidents“ in die Bewertungsstufe „0“ und weitere 659 Transportereignisse (58,9 %) als Vorkommnisse mit „leichten Regelabweichungen“ in die Stufe 1 („events resulting in some disruption of normal transport conditions without affecting the safety functions of the package“). Lediglich 54 der im Betrachtungszeitraum gemeldeten Transportereignisse wurden einer höheren Relevanzstufe zugeordnet, nämlich 48 der Stufe 2 („incident with complications“) und 6 der Stufe 3 („accident with limited consequences“).

Gegenüber der Auswertung bis 2019 zeigt sich somit keine wesentliche Veränderung im Hinblick auf die meist geringe sicherheitstechnische Relevanz (Stufe 0 oder 1) der Ereignisse.

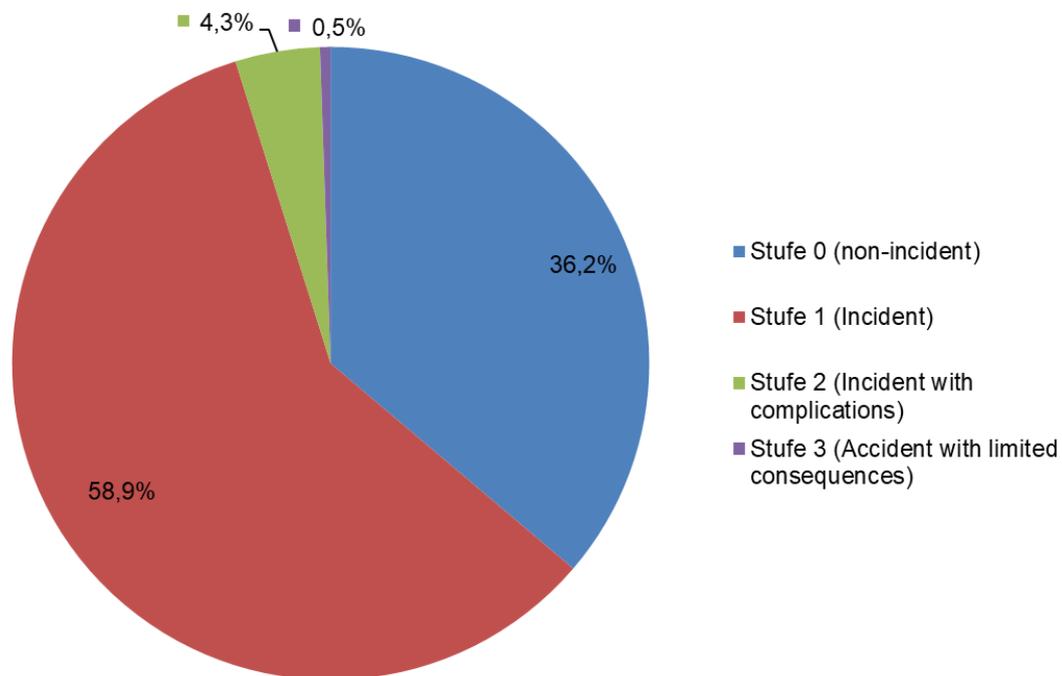


Abb. 4.2 Sicherheitstechnische Bewertung der erfassten 1.118 Vorkommnisse

Transport radioaktiver Stoffe auf dem Land-, Luft- und Wasserweg auf der Grundlage der EVTRAM-Bewertungsskala

Der EVTRAM Stufe 0 wurden hauptsächlich solche Transportereignisse zugeordnet, bei denen z. B. die Außenverpackung des Versandstücks nur leicht beschädigt wurde oder die erforderlichen Dokumente bzw. die Bezeichnung/Markierung fehlerhaft waren. Der Hauptanteil der Ereignisse in Stufe 1 beruht dagegen auf Transportvorkommnissen, bei denen z. B. die Außenverpackung derart beschädigt wurde, dass die Feuerwehr zur Begutachtung herangezogen wurde, um evtl. einen Schaden an dem Behälter mit radioaktivem Inhalt auszuschließen. Diese Art der Vorkommnisse findet sich insbesondere (bis 2005/2006) beim Lufttransport häufiger, wenn beispielsweise Versandstücke von einem Beförderungsband gefallen sind und anschließend neu verpackt werden müssen. Weiterhin sind z. B. Transportunfälle, bei denen die Versandstücke mit radioaktivem Inhalt nicht beschädigt wurden, die Feststellung von erhöhten Ortsdosisleistungen und

auch Fälle mit unzureichender Verpackung oder der Nichtdeklaration von Versandstücken mit radioaktivem Inhalt, in die Stufe 1 eingeordnet worden.

Bei den Vorfällen der EVTRAM Stufe 2 handelt es sich zum einen um die Beförderung verschiedener Versandstücke mit gasförmigem Inhalt, die unzureichend verschlossen waren, und zum anderen um größere Beschädigungen an bzw. den Verlust von Versandstücken. Im Rahmen der EVTRAM-Klassifizierung wird ein Ereignis mit dem letztgenannten Sachverhalt unabhängig von dem Aktivitätsinhalt des Versandstücks und dem damit verbundenen radiologischen Gefährdungspotenzials in die Stufe 2 eingeordnet. In Tab. 4.2 sind diejenigen Transportereignisse aufgelistet, die innerhalb des betrachteten Zeitraums bis 2022 der Stufe 2 der EVTRAM-Bewertungsskala („event involving no release but affecting the safety functions of the package and/or requiring extensive recovery/remedial measures, or a lost package“) zugeordnet wurden. Seit der letzten Auswertung /GRS 20/ sind keine weiteren Fälle in dieser Stufe hinzugekommen. Zum Vergleich der beiden vorgestellten Bewertungsskalen erfolgt in dieser Tabelle zusätzlich die Einstufung des Ereignisses auf Basis von INES mit einer kurzen Begründung. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde die Bewertung über alle Jahre einheitlich nach dem INES-Handbuch von 2008 vorgenommen.

Tab. 4.2 Transportereignisse der Stufe 2 der EVTRAM-Bewertungsskala im Zeitraum 1995–2022 mit entsprechender INES-Einstufung

Ereignis der EVTRAM-Stufe 2	INES-Stufe	Begründung
Strahlungsausstritt in U-Kammer (in Grenzen; Typ A-Versandstück)	1	max. Kategorie 4, keine Exposition von Personen, Abschirmung defekt
Monitor-Alarm beim Öffnen einer gasdichten Transportverpackung (undichter Kr-85-Strahler)	0	vermutl. Kategorie 5, max. Kat. 4, keine Exposition von Personen, Abschirmung defekt, Erstvorfall
Verlust eines Strahlers (Co-60 mit 740 MBq) bei einer Luftfrachtlieferung aus dem Ausland an einen Gerätehersteller zwecks Entsorgung	1	Kategorie 4, Einstufung anhand max. potenzieller Konsequenzen
Verlust einer Sonde mit Strahler (Cd-109, 370 MBq) während des Transports	0	Kategorie 5, Einstufung anhand max. potenzieller Konsequenzen
Verlust von 196 Seeds bei der Beförderung mit dem Flugzeug (4 freigestellte Versandstücke, I-125 mit 4,14 GBq)	1	Kategorie 4, Einstufung anhand max. potenzieller Konsequenzen

Ereignis der EVTRAM-Stufe 2	INES-Stufe	Begründung
Feststellung erhöhter Dosisleistung nach Öffnen der Transportverpackung von 5 Strahlern (1 Strahler war undicht; Kr-85 mit 1,85 GBq)	1	Kategorie 5, keine Exposition von Personen, Abschirmung defekt, Wiederholungsfall.
<u>Wiederholte</u> Feststellung von Undichtheit an Kr-85-Strahlern beim Auspacken aus Transportbehältern beim Empfänger	1	max. Kategorie 4, keine Exposition von Personen, Abschirmung defekt, Wdh.
Verlust eines Versandstücks vom Typ B(U) („missing cargo“)	2	mind. Kategorie 3, Einstufung anhand max. potenzieller Konsequenzen
Verlust eines Elektroneneinfang-Detektors mit Strahler (Ni-63) während des Transports	0	Kategorie 5, geringes radiologisches Gefährdungspotenzial
25mal Verlust von Versandstücken (Verkehrsträger Luft, ohne nähere Angaben)	1	Kategorie unbekannt, minimale Einstufung
Verlust eines Teils einer Sendung von uranhaltigen Elektroden	0	Kategorie 5, mangelnde Sorgfalt beim Absender, geringes radiologische Gefährdungspotenzial
Verlust einer Strahlenquelle (Ge/Ga-68)	0	Kategorie 5, geringes radiologisches Gefährdungspotenzial
Absturz eines 200 l-Fasses mit schwach radioaktivem Krankenhausabfall vom Transportfahrzeug beim Überqueren von Bahngleisen und anschließendes Überrollen durch den Anhänger	1	max. Kategorie 4, radiologische Konsequenzen gering
Unerlaubtes Abstellen einer Lieferung Radiopharmaka in einer nuklearmedizinischen Abteilung	1	Kategorie 5, aber Verantwortungslosigkeit des Fahrzeugführers
Verlust eines Prüfstrahlers beim Transport	0	Kategorie 5, geringes radiologisches Gefährdungspotenzial
Verlust eines freigestellten Versandstücks	0	Kategorie 5, geringes radiologisches Gefährdungspotenzial
Typ B(U)-Versandstück mit offenem Deckel beim Transit	1	mind. Kategorie 3, Einstufung anhand max. potenzieller Konsequenzen
Verlust eines Versandstücks mit Radiopharmaka während des Transports	1	vermutlich Kat. 5, aber Manipulation des Vorfalles durch den Fahrer

Ereignis der EVTRAM-Stufe 2	INES-Stufe	Begründung
Verlust von 6 Neutronen-Generatoren (H-3 mit je 70 GBq) während des Transports	0	Kategorie 5, Diebstahl, geringes radiologisches Gefährdungspotenzial
Fund eines Versandstückes mit radioaktivem Inhalt (13 Seeds je 3,6 MBq Pd-103) auf einem Flughafen (unzulässige Beförderung eines Versandstücks mit radioaktivem Inhalt)	0	Kategorie 5, geringes Radiologisches Gefährdungspotenzial
Verlust von 20 Ionisationsrauchmeldern (Am-241, 100 kBq) bei einem Transportvorgang (Verstoß gegen Transportvorschrift)	0	Kategorie 5, geringes radiologisches Gefährdungspotenzial
Brand auf einem Frachtschiff, das unbestrahlte Brennelemente (Uran - angereichert) und Behälter mit Uranhexafluorid transportierte	1	Keine radiologischen Auswirkungen (aber Mängel in der Sicherheitskultur)
Feststellung von Kontamination an einer Transportverpackung für Strahlenquellen einer Afterloading-Anlage (Ir-192) beim planmäßigen Quellenwechsel in einem Klinikum (Verschleppung von Kontamination aus dem Produktionsprozess beim Hersteller der Strahlenquellen)	1	Kontaminationsverschleppung, Einstufung anhand der potenziellen Konsequenzen/ Sicherheitskultur
Fremdkontaminiertes Packstück	0	geringes radiologisches Gefährdungspotenzial
Kontamination mit I-131; 1 µSv	0	geringes radiologisches Gefährdungspotenzial

Transportereignisse der Stufe 3 der EVTRAM-Bewertungsskala („accident with limited consequences“) sind in Tab. 4.3 zusammen mit ihrer jeweiligen INES-Einstufung aufgelistet. Auch hier sind seit der letzten Auswertung /GRS 20/ keine weiteren Fälle in dieser Stufe hinzugekommen. Bei dem vierten Vorkommnis in Tab. 4.3 handelt es sich um einen schweren Straßenverkehrsunfall außerhalb eines Wohngebietes, in dessen Folge verschiedene Versandstücke mit pharmazeutischen Präparaten (Mo/Tc) durch Überfahren durch den nachfolgenden bzw. entgegenkommenden Verkehr zerstört und der radioaktive Versandstückinhalt freigesetzt wurde. (Die detaillierten Unfalluntersuchungen gehen von bis zu drei zerstörten Typ A Versandstücken der insgesamt dreißig Typ A-Versandstücke umfassenden Fahrzeugbeladung aus.) Zur Begrenzung der radiologischen Schadensfolgen und Umgebungskontamination wurden in diesem Fall

entsprechende Notfallschutzmaßnahmen (insbesondere großflächige Dekontamination des Unfallbereiches) seitens der zuständigen Behörden eingeleitet. Da es sich bei den betroffenen Sendungen um Versandstücke handelte, die Strahlenquellen der Kategorie 5 enthielten, ist in diesem Fall die maximale Einstufung des Ereignisses anhand der INES-Skala mit der Stufe 1 gegeben. Im Allgemeinen sollen jedoch Ereignisse, bei denen Versandstücke betroffen sind, deren radioaktiver Inhalt der Aktivitätsmenge einer Kategorie 5 Strahlenquelle entspricht, der INES Stufe 0 zugeordnet werden. Damit soll dem von diesem radioaktiven Material ausgehenden geringen radiologischen Gefährdungspotenzial Rechnung getragen werden. Bei wiederholt auftretenden Ereignissen, die auf mangelnde Sicherheitskultur zurückzuführen sind, kann jedoch auch bei dieser Art von Versandstücken eine höhere Signifikanzeinstufung angebracht sein. Dies ist beispielsweise bei den in Tab. 4.2 aufgeführten Ereignissen mit wiederholten Undichtigkeiten bei Lieferungen von Kr-85-Strahlern desselben Lieferanten der Fall.

Beim vorletzten Ereignis der EVTRAM Stufe 3 in Tab. 4.3 wurden zwei nicht ordnungsgemäß verpackte Strahlenquellen mit je 7,4 GBq Co-60 nach Spanien befördert. Die Exposition beim Personal der versendenden Firma war der Auswertung der Dosimeter zufolge gering, jedoch war die Möglichkeit der Exposition anderer Personen während des Transports gegeben. Aufgrund der geringen tatsächlichen radiologischen Auswirkungen ist nach INES eine Einstufung auf Basis der potenziellen Konsequenzen angezeigt. Anhand der Quellkategorie 4 wird dieses Ereignis daher mit INES 1 eingestuft.

Auch das letzte Ereignis in Tab. 4.3 steht wieder im Zusammenhang mit nicht ordnungsgemäß verpackten Strahlenquellen, wodurch möglicherweise vorkommnisbedingte radiologische Auswirkungen auf Personen in Form von Strahlenexpositionen oberhalb der Jahresgrenzwerte auftraten. Bei Kontrollen am Flughafen Frankfurt wurde eine erhöhte Dosisleistung an einem Versandstück der Klasse 7 gemessen. Es stellte sich heraus, dass der Abschirmbehälter nicht ordnungsgemäß verschlossen war. Eine Strahlenquelle steckte innerhalb der Umverpackung zwischen Abschirmbehälter und Deckel, eine zweite war ganz aus dem Behälter herausgefallen. Daraufhin wurde von australischer Seite (Herkunftsland des Absenders) eine Abschätzung der Strahlenexposition für Passagiere durchgeführt, die sich während des Fluges oberhalb des Behälters befunden haben könnten, sowie für das eingesetzte Transportpersonal. Die Abschätzung weist auf mehr als 10 möglicherweise betroffene Personen hin und lag mit Werten zwischen 3 mSv und 6,6 mSv oberhalb des Jahresgrenzwertes von 1 mSv für die Bevölkerung.

Daher wurde dieser Zwischenfall von der zuständigen australischen Behörde mit INES Stufe 2 bewertet.

Insgesamt kam es darüber hinaus in drei Fällen durch das Nichteinhalten von Transportvorschriften (unzureichende Verpackung) bzw. durch Konstruktionsmängel zu geringfügigen Strahlenexpositionen (max. 0,1 mSv) von insgesamt 5 Mitarbeitern.

Tab. 4.3 Transportereignisse der Stufe 3 der EVTRAM-Bewertungsskala im Zeitraum 1995-2022 mit entsprechender INES-Einstufung

Ereignis der EVTRAM-Stufe 3	INES-Stufe	Begründung
Auslieferung eines Strahlers (Co-60 mit 148 MBq) in einem Abschirmbehälter mit geöffnetem Strahlenaustrittskanal	1	Kategorie 5, nur geringe Strahlenexposition des Personals, aber mangelnde Sicherheitskultur
Fund eines Strahlers (Cs-137 mit 55 MBq) außerhalb der Abschirmung nach Anlieferung aus dem Ausland	1	Kategorie 5, nur geringe Strahlenexposition des Personals, aber mangelnde Sicherheitskultur
gequetschtes Versandstück („crushed package“) mit auslaufendem Inhalt	1	Kategorie unbekannt, minimale Einstufung
Verkehrsunfall eines Fahrzeuges mit 30 Versandstücken mit radioaktivem Material mit Kontaminationen auf Fahrbahn und Seitenstreifen	1	Radiopharmaka der Kategorie 5, max. potenzielle Konsequenzen: Stufe 1
Transport einer Füllstandsmessanlage mit zwei nicht ordnungsgemäß verpackten Strahlenquellen, Exposition des Personals max. 6 µSv, Strahlenexposition beim Transport unbekannt	1	Kategorie 4, radiologische Konsequenzen gering
Feststellung einer unzulässig erhöhten Dosisleistung von 33 mSv/h an einem Versandstück mit Strahlern (5 Stck. Cs-137, insgesamt 53,65 GBq) an einem Flughafen (Strahler außerhalb des Abschirmbehälters)	2	Konservative Dosisabschätzung für etwa 10 möglicherweise betroffene Personen: > 1 mSv

4.3 Beispiele von Vorkommnissen aus der Aufsichtspraxis

Da zum Zeitpunkt der Berichtserstellung im Jahr 2012 die Informationslage für den damaligen Untersuchungszeitraum sehr unbefriedigend war, wurden zusätzlich die Vorkommnismeldungen aus der aufsichtlichen Tätigkeit einer für die Beförderung radio-

aktiver Stoffe zuständigen Behörde analysiert. Diese Auswertung wurde bis zum Jahr 2019 fortgeführt. Die Informationen wurden dabei den Protokollen entnommen, die bei festgestellten Mängeln von behördlicher Seite erstellt wurden, sowie teilweise den Jahresberichten über die Aufsichtstätigkeit. Dabei werden alle Transporte, mit Ausnahme des Transitverkehrs von Kernbrennstoffen und der Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe, zu Grunde gelegt.

Insgesamt scheint die Zahl der festgestellten Mängel in den Jahren 2018 und 2019 wieder anzusteigen. Während im Jahr 2016 nur noch ein Transport beanstandet wurde, wurden im Jahr 2017 neun und im Jahr 2018 elf Transporte beanstandet. Damit bewegt man sich wieder auf dem Niveau der Jahre 2012 und 2013, in denen jeder zweite Transport bei den durchgeführten behördlichen Kontrollen Mängel aufwies (vgl. Tab. 4.4). Insbesondere in den Jahren vor 2014 waren teilweise auch Transportunternehmen betroffen, die hinsichtlich der Beförderung radioaktiver Stoffe über jahrelange Erfahrung verfügen. Die gefahrgutrechtliche Aufsichtsbehörde äußerte in einem früheren Bericht die Vermutung, dass die relativ hohe Beanstandungsquote teilweise auch auf die Komplexität und kontinuierlichen Änderungen (zweijähriger Revisions- bzw. Überprüfungszyklus der IAEO-Empfehlungen) des Gefahrgutrechts zurückzuführen sei. So findet sich ein Großteil der Mängel auch immer noch in den Bereichen Begleitpapiere sowie Kennzeichnung (d. h. Dokumentation), die in der Regel keine hohe sicherheitstechnische Bedeutung haben. Schwerwiegender können sich jedoch Mängel bei der Ladungssicherung auswirken, insbesondere in Unfallsituationen. Daher ist die Zunahme bei dieser Art des Mangels im Berichtsjahr 2018 auffällig. Da sich die beanstandeten Mängel in den letzten Jahren nicht wesentlich gebessert haben, wurde im Jahr 2018 von der Aufsichtsbehörde beschlossen, Bußgelder zu erheben. Dies scheint im Jahr 2019 zu einer positiven Entwicklung zu führen.

Ab dem Jahr 2021 wurden wesentlich weniger Kontrollen durchgeführt, was insbesondere auf die personelle Situation der Aufsichtsbehörde zurückzuführen ist. Daher ist obige Auswertung nur bis zum Jahr 2019 aussagekräftig und vergleichbar. Ab dem Jahr 2021 wurden Kontrollen hauptsächlich nur noch anlass- bzw. situationsbezogen durchgeführt. Im Jahr 2021 wurden demnach 18 Kontrollen durchgeführt (inklusive Transitverkehr und Beförderungen sonstiger radioaktiver Stoffe), bei denen insgesamt 17 Mängel/Verstöße festgestellt wurden. Davon betrafen neun Mängel die Kennzeichnung (53 %), vier Mängel die Ladungssicherung (23 %), zwei Mängel Sonstiges (12 %) und jeweils ein Mangel die Verpackung bzw. die Begleitpapiere (jeweils 6 %).

Tab. 4.4 Prüfaspekte und aufgetretene Mängel bei behördlichen Kontrollen

	Anzahl aufgetretener Mängel										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Anzahl der durchgeführten Transporte				58	67	86	82	46	72	62	50
Beanstandungsquote (beanstandete zu kontrollierten Transporten)	12 / 38	10 / 18	14 / 26	8 / 16	8 / 16	4 / 21	4 / 20	1 / 10	9 / 23	11 / 18	4 / 19
Prüfaspekte und Mängel											
Begleitpapiere	10	7	14	2	3	1	5	1	4	11	3
Kennzeichnung	9	4	7	3	1	4	5	1	7	8	1
Grenzwerte	2				1						
Rauchverbot	2										
Genehmigung/Zulassung	2						2				
Ladungssicherung		7	4	4	2	5	3		1	12	
Ausrüstung	1	2	1			1			2	1	
Sonstiges		3		2			1				

Zur Einordnung dieser Mängelzahlen wurden die Statistiken des BALM zu festgestellten Verstößen bei in Straßenkontrollen überprüften Fahrzeugen (sowohl deutsche als auch ausländische Fahrzeuge) mit Gefahrgutladung allgemein (alle Gefahrgutklassen) zum Vergleich herangezogen /BALM 21a/, /BALM 22a/. Hier werden die Jahre 2015 bis 2021 betrachtet. Im Jahr 2020 wurden insgesamt 1.091 von 11.371 kontrollierten Fahrzeugen im Bereich des Gefahrgutrechts beanstandet (das entspricht einer Beanstandungsquote von 9,6 %). Im Jahr 2021 lag die Beanstandungsquote mit 11,2 % etwas höher als im Vorjahr. Dabei wurde insgesamt eine geringere Anzahl von 10.614 Fahrzeugen kontrolliert, wobei 1.192 Fahrzeuge beanstandet wurden. Die Anzahl der bei diesen Kontrollen festgestellten Verstöße gegen das Gefahrgutrecht sind in Tab. 4.5 aufgelistet. Zusätzlich sind in dieser Tabelle auch die Gesamtanzahl aller vom BALM kontrollierten in- und ausländischen Zugfahrzeuge und deren Anhänger (nicht nur solche mit Gefahrgutladung) und die Gesamtanzahl der Verstöße über alle Rechtsgebiete zu finden /BALM 21b/, /BALM 21c/, /BALM 22b/, /BALM 22c/.

Ein Vergleich der Jahre zeigt, dass die Anzahl der Kontrollen in den letzten beiden Jahren 2020 und 2021 wieder abgenommen hat. Die Mängelquote (beanstandete Fahrzeuge zu kontrollierten Fahrzeugen) ist im Bereich des Gefahrgutrechts in den letzten Jahren auf einem ähnlichen Niveau wie die Mängelquote aller kontrollierten Fahrzeuge und erreicht im Jahr 2019 mit 9,4 % den niedrigsten Wert in dem Zeitraum 2015 bis 2021. Auch die Verstöße gegen das Gefahrgutrecht bezogen auf die Gesamtanzahl der Verstöße über alle Rechtsgebiete in dem betrachteten Zeitraum sind auf einem ähnlichen Niveau von ca. 2 %. Dies entspricht im Schnitt etwa zwei Verstößen pro beanstandetes Fahrzeug.

Tab. 4.5 Übersicht aller vom BALM durchgeführten Straßenkontrollen und vom BALM durchgeführten Gefahrgutkontrollen (Quelle: BALM)

	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
Insgesamt kontrollierte Fahrzeuge	511.592		420.043		463.567		554.451		623.106		437.411		421.266	
Beanstandete Fahrzeuge/ Mängelquote	-	-	65.746	15,7 %	56.121	12,1 %	55.375	10,0 %	45.446	7,3 %	32.526	7,4 %	37.369	8,9 %
Anzahl aller Verstöße	243.452		229.656		196.963		180.555		141.809		104.800		127.952	
Kontrollierte Gefahrgutfahrzeuge	20.171		16.913		16.826		15.561		15.436		11.371		10.614	
Beanstandete Gefahrgutfahrzeuge/ Mängelquote	2.968	14,7 %	2.319	13,7 %	1.954	11,6 %	1.873	12,0 %	1.455	9,4 %	1.091	9,6 %	1.192	11,2 %
Verstöße gegen Gefahrgutrecht/ bezogen auf alle Verstöße	5.289	2,2 %	4.058	1,9 %	3.668	1,8 %	3.243	1,8 %	2.896	2,0 %	1.852	1,8 %	2.113	1,7 %

Um die zeitliche Entwicklung der Art und der Anzahl der vom BALM festgestellten Verstöße gegen das Gefahrgutrecht darzustellen, sind in Abb. 4.3 diese exemplarisch für die Jahre 2015 (links) und 2021 (rechts) gezeigt. Die meisten Verstöße wurden dabei in beiden Jahren in den Kategorien „Ausrüstung“, „Kennzeichnung und Bezettelung“ sowie „Beförderungspapier / schriftliche Weisung“ festgestellt. Mit ca. 8 % bzw. 10 % der Verstöße in den beiden Jahren zeigt sich auch beim Transport von Gefahrgütern allgemein die „Ladungssicherung“ als mögliche Gefahrenquelle.

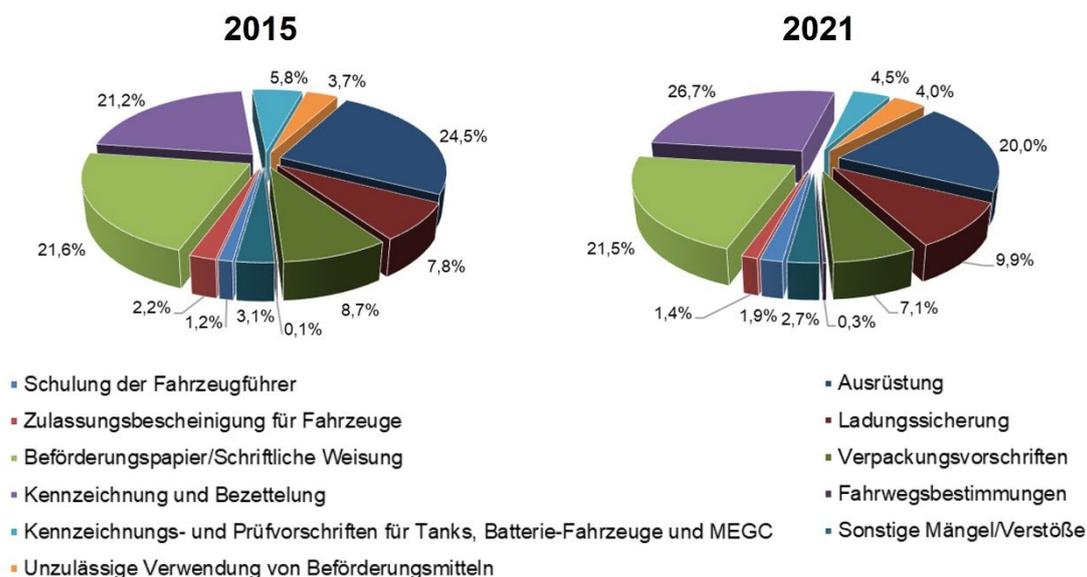


Abb. 4.3 Vom BALM festgestellte Verstöße im Bereich des Gefahrgutrechts in den Jahren 2015 (links) und 2021 (rechts) (Quelle: BALM)

Entsprechend der in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Vorgehensweise wurden die zur Verfügung gestellten Einzelberichte aus der aufsichtlichen Tätigkeit einer für die Beförderung radioaktiver Stoffe zuständigen Behörde separat in die Vorkommnisdatei aufgenommen und analysiert. Diese Einzelberichte liegen seit dem Jahr 2008 vor und wurden in dem vorliegenden Bericht bis zum Jahr 2022 fortgeführt. Von insgesamt 73 in diesem Zeitraum ausgewerteten Vorkommnismeldungen (alle Verkehrsträger Straße) waren die überwiegende Mehrheit Vorkommnisse der EVTRAM Stufe 1 (50 Fälle, 68,5 %) und Stufe 0 (22 Fälle, 30,1 %). Nur ein Ereignis (und damit < 1,5 %) ist der EVTRAM-Stufe 3 zuzuordnen. Dabei handelt es sich um einen Fall mit nicht ordnungsgemäß verpackten Strahlenquellen, der als einziger als meldepflichtiges Ereignis nach § 108 StrlSchV auch in der allgemeinen Vorkommnisauswertung (vgl. Abschnitt 4.2) enthalten ist (INES-Stufe 1).

Nach INES werden 62 Ereignisse der Stufe 0 (ca. 85 %) und 11 Ereignisse der Stufe 1 (ca. 15 %) zugeordnet. Zu den erfassten Ereignissen gehören 25 Vorkommnisse, bei denen eine Nichteinhaltung von Grenzwerten gemäß 1.7.6 ADR mitteilungs pflichtig waren. Bezogen auf die Gesamtheit der erfassten Ereignisse bedeutet dies, dass bei ungefähr jedem dritten gemeldeten Vorkommnis die relevanten Grenzwerte nicht eingehalten wurden. In 15 Fällen war die Ladungssicherung mangelhaft, bei drei Vorkommnissen wurde gegen das Rauchverbot bei Ladearbeiten verstoßen. Die beiden letztgenannten Mängel gehören nach Anlage 3 der Gefahrgutkontrollverordnung (GGKontrollV /GGKV 23/) zur Gefahrenkategorie I. Unter diese schwerwiegendste der dort aufgelisteten drei Gefahrenkategorien fällt beispielsweise auch das Fehlen relevanter Angaben zu dem beförderten Stoff. Allgemein erfolgt die Einstufung eines Mangels in die Gefahrenkategorie I, „wenn der Verstoß gegen die einschlägigen ADR-Bestimmungen mit einer hohen Lebensgefahr bzw. der Gefahr schwerer gesundheitlicher Schäden oder einer erheblichen Schädigung der Umwelt verbunden ist, so dass in der Regel unverzüglich geeignete Maßnahmen zur Beseitigung der Gefahr ergriffen werden, z. B. Untersagung der Weiterfahrt, Stilllegung des Fahrzeugs“ (insgesamt 20 Fälle, ca. 27 %). Nur vier Ereignisse sind einem Verkehrsunfall mit Beteiligung eines Fahrzeugs mit radioaktiven Stoffen zuzuordnen. Zur Sicherstellung der Unversehrtheit der Versandstücke wurde in allen vier Fällen die Feuerwehr hinzugezogen und die Straße gesperrt. Da der Einsatz der Behörden und die Sperrung des öffentlichen Verkehrsweges die Dauer von drei Stunden nicht überschritten, waren diese Ereignisse nicht nach 1.8.5 ADR meldepflichtig.

Meldungen nach 1.7.6 ADR werden in der Regel nicht dem BMDV/BALM weitergeleitet. Vorkommnisse mit Überschreitung der zulässigen Grenzwerte für die Oberflächenkontamination oder Dosisleistung besitzen jedoch auch aus Sicht des Strahlenschutzes des Transportpersonals und der Bevölkerung durchaus Relevanz. Im hier betrachteten Fall wurden von Seiten der Behörden zusammen mit den Beteiligten geeignete Maßnahmen veranlasst, um Wiederholungsfälle zu vermeiden. Die Ursachenforschung und das Ergreifen geeigneter Maßnahmen zur Verhinderung eines erneuten Auftretens ähnlicher Umstände wird auch in Abschnitt 1.7.6 ADR gefordert und ist somit ein nicht zu unterschätzendes Instrument zur Erhöhung der Sicherheit.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Nach Maßgabe der relevanten Vorschriften des Gefahrgutrechtes, des Atomgesetzes und des Strahlenschutzgesetzes bestehen für die an der Beförderung radioaktiver Stoffe Beteiligten diverse Melde- und Anzeigepflichten an die jeweils zuständige Behörde. Die verfügbaren Informationen über Transportvorkommnisse in Deutschland, deren Begleitumstände und radiologische Auswirkungen stützen sich daher im Wesentlichen auf Angaben der zuständigen Aufsichtsbehörden. Auf dieser Informationsgrundlage wurden – verteilt über den Zeitraum der späten 90er Jahre bis 2022 – bundesweit insgesamt 1.118 Vorkommnisse unterschiedlicher Art und Schwere bei der Beförderung radioaktiver Stoffe identifiziert und ausgewertet. Hinsichtlich der Vollständigkeit ist jedoch zu beachten, dass die Informationsbasis über Transportvorkommnisse aus den späten 90er Jahren auf bestimmte Verkehrsträger beschränkt sowie für die Jahre 2009 sowie 2020 bis 2022 nicht vollständig verfügbar war (vgl. Tab. 4.1).

Hinweise, die auf gravierende verkehrsträgerspezifische oder verpackungstypische Regelungs- und Sicherheitsdefizite hindeuten, sind aus den derzeit vorliegenden Untersuchungsergebnissen für Deutschland nicht erkennbar. Die Untersuchungsergebnisse deuten jedoch erneut darauf hin, dass eine erhebliche Zahl, der auf Handhabungsfehlern oder administrativen Versäumnissen beruhenden Vorkommnisse, möglicherweise in Zusammenhang mit unzureichender Fachkenntnis sowie mangelnder Sorgfalt bei der Transportvorbereitung und -durchführung steht.

Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheitskultur beim Transport radioaktiver Stoffe, beispielsweise durch Verbesserung der Schulung des Personals zur Förderung des Problembewusstseins, sind daher weiterhin ein sinnvoller und notwendiger Ansatz zur Reduktion derartiger Transportvorkommnisse. Die Verfolgung der kontinuierlichen Änderungen im Gefahrgutrecht und die Überprüfung der bisherigen Praxis durch alle Beteiligten sind sicherlich mit hohem Aufwand verbunden, erweisen sich jedoch als Voraussetzung für eine regelkonforme Beförderungsdurchführung.

Bei der Auswertung der Vorkommnismeldungen bzw. der Kontrolltätigkeiten einer für die Beförderung radioaktiver Stoffe zuständigen Behörde sind wieder Fehler bei der Dokumentation, Kennzeichnung, etc. sowie bei der Ladungssicherung aufgetreten. Seit 2018 werden daher Bußgelder erhoben. Dieser Schritt scheint eine positive Entwicklung auf die Anzahl der beanstandeten Mängel im Jahr 2019 gehabt zu haben. Weiterhin auffällig ist die wieder verhältnismäßig hohe Zahl (5 von 6 Vorkommnissen im Zeitraum 2020 bis

2022) der Meldungen nach Unterabschnitt 1.7.6 ADR (hier: Überschreitung des zulässigen Dosisleistungsgrenzwertes bzw. des Kontaminationsgrenzwertes). Diese Fälle sollten beobachtet werden, da sie unter Umständen strahlenschutzrechtlich relevant werden könnten (im Sinne von ALARA), wenn z. B. ein Versandstück fälschlicherweise mit einer zu niedrigen Kategorie oder als freigestellt gekennzeichnet und dementsprechend beim Transport behandelt wird. Bei Mitteilungen nach 1.7.6 ADR ist keine Weiterleitung von der gefahrgutrechtlich zuständigen Behörde an das BALM oder die strahlenschutzrechtlich zuständige Behörde vorgesehen. Ein Austausch und die Zusammenführung von verfügbaren Informationen, die möglicherweise Hinweise auf Verbesserungspotential geben könnten, wären an dieser Stelle sicherlich sinnvoll.

Die erfassten Vorkommnisse wurden zusätzlich zu der ursprünglich für die Bewertung von Transportereignissen entwickelten EVTRAM-Skala (exemplarisch ab EVTRAM Stufe 2) auch auf Basis des INES-Handbuchs von 2008 bewertet. Bei der INES-Skala steht die Bewertung der sicherheitstechnischen Bedeutung eines Ereignisses anhand einheitlicher Kriterien zur Kommunikation mit der Öffentlichkeit im Vordergrund, während bei EVTRAM u. a. neben der Bewertung der Angemessenheit und Effizienz der Transportsicherheitsstandards sowie der Beschaffung einer Datengrundlage für die zukünftige Weiterentwicklung des Regelwerks auch der mögliche Erfahrungsrückfluss ein Ziel des einheitlichen Erfassungssystems war. Beide Bewertungssysteme haben daher für ihre jeweilige Zielsetzung durchaus nebeneinander ihre Berechtigung. Der radiologische Aspekt zur Bewertung der sicherheitstechnischen Relevanz ist jedoch ein deutliches Unterscheidungsmerkmal der beiden Bewertungsskalen und führt zu unterschiedlichen Einstufungen.

Mit der Veröffentlichung der deutschen Fassung des INES-Handbuch von 2008 im Jahr 2015 kommt die Skala seither auch in Deutschland zur Anwendung /BMU 15a/. Die bisherige Berichterstattung über besondere Vorkommnisse bei der Beförderung radioaktiver Stoffe gemäß Rundschreiben /BMU 02/ wurde entsprechend um eine Bewertung von Vorkommnissen nach INES ergänzt /BMU 15b/, wobei eine Meldung in der Regel lediglich ab INES Stufe 2 erfolgen soll. Nach den hier vorliegenden Auswertungen zeigt sich, dass solche Ereignisse erfreulicherweise in Deutschland (und auch international) sehr selten vorkommen. Es bleibt dennoch das Problem der unterschiedlichen Zuständigkeiten und Meldeverpflichtungen (Gefahrgut- und Atomrecht bzw. Strahlenschutzrecht) ohne zentralisierte Zusammenführung von Ereignismeldungen bestehen. Der erhoffte Anstoß zur Systematisierung und Abstimmung der derzeit bestehenden verkehrsträgerspezifischen Anzeige- und Meldepflichten für ein harmonisiertes

Berichtswesen zu Transportvorkommnissen, das die Bewertung des Sicherheitsniveaus bei der Beförderung radioaktiver Stoffe erleichtern würde, blieb bisher aus.

Als Alternative zu einer zentralisierten Datenbereitstellung soll daher auch künftig der Kontakt zu weiteren Behörden aufgebaut werden, um Einblick auf die Ergebnisse ihrer Kontrolltätigkeit zu erhalten. Insbesondere für den dominierenden Transportsektor Straße wäre auch im Sinne des Erfahrungsrückflusses die Einbeziehung der beim BALM verfügbaren Meldungen in die Auswertung weiterhin erstrebenswert. Die in diesem Bericht vorgestellten Zahlen werden der Bedeutung dieses Verkehrsträgers bei der Beförderung radioaktiver Stoffe sicher nicht gerecht.

Literaturverzeichnis

- /ADN 22a/ Anlage zur 9. ADN-Änderungsverordnung vom 14. Dezember 2022 (ADN 2023) zuletzt geändert 14. Dezember 2022 (BGBl. II, Anlagenband 2022, Nr. 23, S. 690).
- /ADN 22b/ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) (Hrsg.): ADN 2023 - Europäisches Übereinkommen vom 26. Mai 2000 über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN), Beigefügte Verordnung - offizielle deutsche Übersetzung -. Straßburg, 2022.
- /ADR 22/ Anlage zur 29. ADR-Änderungsverordnung vom 22. November 2022 (ADR 2023) zuletzt geändert 22. November 2022 (BGBl. II, Anlagenband 2022, Nr. 20, S. 601).
- /ATG 22/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) in der Fassung von 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153).
- /BALM 21a/Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM): Ergebnisse der Kontrollen im Gefahrgutrecht 2020. Erreichbar unter https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Strassenkontrollstatistik/2020/Gefahrgut_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 6. Juni 2023.
- /BALM 22a/Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM): Ergebnisse der Kontrollen im Gefahrgutrecht 2021. Erreichbar unter https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Strassenkontrollstatistik/2021/Gefahrgutrecht_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=1, abgerufen am 6. Juni 2023.
- /BALM 21b/Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM): Ausgewählte Rechtsgebiete 2020. Erreichbar unter https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Strassenkontrollstatistik/2020/Ausgewaehlte_Rechtsgebiete_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 6. Juni 2023.
- /BALM 22b/Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM): Ausgewählte Rechtsgebiete 2021. Erreichbar unter https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Strassenkontrollstatistik/2021/Ausgewaehlte_Rechtsgebiete_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=1, abgerufen am 6. Juni 2023.

- /BALM 21c/Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM): Straßenkontrollstatistik 2020.
Erreichbar unter https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Strassenkontrollstatistik/2020/Strassenkontrollstatistik_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 6. Juni 2023.
- /BALM 22c/Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM): Straßenkontrollstatistik 2021.
Erreichbar unter https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Strassenkontrollstatistik/2021/Strassenkontrollstatistik_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=1, abgerufen am 6. Juni 2023.
- /BMU 02/ Durchführung der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung.
Hier: Berichterstattung über besondere Vorkommnisse (RdSchr. d. BMU v. 15.07.2002 - RS II 3 - 15209/1) in der Fassung vom 15. Juli 2002, zuletzt geändert 15. Juli 2002 (GMBI. 2002, Nr. 31, S. 637).
- /BMU 15a/ Bekanntmachung über die Anwendung der deutschen Fassung des Handbuchs der Internationalen Nuklearen und Radiologischen Ereignis-Skala (INES) in kerntechnischen Einrichtungen sowie im Strahlenschutz außerhalb der Kerntechnik in der Fassung vom 20. Februar 2015 (Bundesanzeiger), zuletzt geändert 20. Februar 2015 (BAnz. 2015, Nr. BAnz AT 30.03.2015 B1, S. 1–98).
- /BMU 15b/ Durchführung der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung.
Hier: Berichterstattung über besondere Vorkommnisse (RdSchr. d. BMU v. 30.3.2015 - RS II 3 - 15209/1) in der Fassung vom 30. März 2015, zuletzt geändert 30. März 2015 (GMBI. 2015, Nr. 16, S. 306).
- /BMU 20/ Durchführung des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) sowie der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV): Berichterstattung nach § 110 StrlSchV über sonstige bedeutsame Vorkommnisse nach § 108 StrlSchV sowie nach § 170 StrlSchV über Abhandenkommen, Fund und Erlangung und kontaminiertes Metall (RdSchr. d. BMU v. 20.08.2020 - S II 3 - 40050/2) zuletzt geändert 20. August 2020.

- /BMU 22/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) (Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 2019. 12. April 2022.
- /EBA 21a/ Eisenbahn-Bundesamt (EBA): Jahresbericht 2020 über die Tätigkeit des Eisenbahn-Bundesamtes als atomrechtliche Aufsichts- und Genehmigungsbehörde nach dem Atomgesetz sowie als Aufsichtsbehörde für die behördliche Gefahrgutüberwachung nach dem Gefahrgutbeförderungsgesetz für der Beförderung radioaktiver Stoffe, Stand Dezember 2021. Bonn, 2021.
- /EBA 21b/ Eisenbahn-Bundesamt (EBA): Jahresbericht 2020 über die behördliche Gefahrgutüberwachung im Bereich der Eisenbahnen des Bundes durch das Eisenbahn-Bundesamt. Bonn, 2021.
- /EC 19/ Verordnung (EU) Nr. 965/2012 der Kommission vom 05. Oktober 2012 zur Festlegung technischer Vorschriften und von Verwaltungsverfahren in Bezug auf den Flugbetrieb gemäß der Verordnung (EG) Nr. 216/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates (Nr. 965/2012) in der Fassung vom 5. Oktober 2012, zuletzt geändert 25. September 2019 (Amtsblatt der Europäischen Union 2019, Nr. L 296/1).
- /GGKV 23/ Verordnung über die Kontrollen von Gefahrguttransporten auf der Straße und in den Unternehmen (GGKontrollV) in der Fassung vom 27. Mai 1997, zuletzt geändert 2. März 2023.
- /GGV 23/ 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 2. März 2023 (BGBl. I 2023, Nr. 56).
- /GRS 98/ F. Lange et al.: Gutachterliche Stellungnahme zu aufgetretenen Kontaminationen bei der Beförderung von Behältern mit abgebrannten Brennelementen aus deutschen Kernkraftwerken, (Gutachten erstellt im Auftrag des Eisenbahn-Bundesamtes). Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH: Köln, 11. September 1998.

- /GRS 14/ Sentuc, F.-N.: Untersuchungen zur Sicherheit bei der Beförderung radioaktiver Stoffe, Teil 4: Ereignisse bei der Beförderung, Abschlussbericht zum Arbeitspaket 6. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-364: Köln, September 2014.
- /GRS 17/ Sentuc, F.-N., Günther, A.: Datenerhebung und Auswertung von Vorkommnissen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe, Abschlussbericht Arbeitspaket 4. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-481: Köln, Oktober 2017.
- /GRS 20/ Günther, A.: Weiterentwicklung von Modellen zur Berechnung der Sicherheit bei der Beförderung radioaktiver Stoffe, Abschlussbericht zum Vorhaben 4717E03370, Arbeitspaket 5. Hrsg.: GRS gGmbH: Köln, September 2020.
- /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, S. 2510).
- /IAEA 97/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Review of events occurring during the transport of radioactive material for the period 1984-1993, A report on the IAEA's EVTRAM database. IAEA TECDOC, TECDOC-966: Vienna, 1997.
- /IAEA 01/ International Atomic Energy Agency (IAEA) (Hrsg.): The International Nuclear Event Scale (INES) User's Manual, 2001 Edition. Vienna, 2001.
- /IAEA 02/ International Atomic Energy Agency (IAEA): CS 136 Consultants Service Meeting (CSM) to Review the EVTRAM Database - Consultants Report, 25.-29. November 2002. Vienna, 2002.
- /IAEA 05/ International Atomic Energy Agency (IAEA) (Hrsg.): Categorization of Radioactive Sources, Safety Guide. IAEA Safety Standards Series, No. RS-G-1.9: Vienna, August 2005.

- /IAEA 06/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Rating of Transport and Radiation Source Events, Additional Guidance for the INES National Officers, Working Material. IAEA-INES WM 04/2006: Vienna, 2006.
- /IAEA 07/ International Atomic Energy Agency (IAEA): CS-78, Consultant Meeting to review the Development of the Transport Safety Database, 16. - 20. July 2007. Vienna, 2007.
- /IAEA 08/ International Atomic Energy Agency (IAEA): CS-84, Consultant Meeting - Review of EVTRAM Database, 28. July - 1. August 2008. Vienna, 2008.
- /IAEA 13/ International Atomic Energy Agency (IAEA) (Hrsg.): INES - The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual, 2008 Edition. IAEA-INES-2009, 206 S.: Vienna, März 2013.
- /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 23/ International Civil Aviation Organization: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air, 2023-2024 Edition, DOC 9284. ICAO: Montréal, 2023.
- /IMDG 22/ Verlag Borgmann GmbH & Co KG (Hrsg.): IMDG-Code 2023, IMDG-Code inkl. Amdt. 41-22. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Verkehrsblatt - Amtsblatt des BMDV der Bundesrepublik Deutschland, Nr. 23, 15. Dezember 2022.
- /RID 22a/ Anlage zur 23. RID-Änderungsverordnung vom 3. November 2022 (RID 2023) zuletzt geändert 3. November 2022 (BGBl. II, Anlagenband 2022, Nr. 19, S. 555).
- /RID 22b/ 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 2017. 2022.

- /SSG 22/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) in der Fassung von 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), zuletzt geändert 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15).
- /SSV 21/ Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) in der Fassung von 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034), zuletzt geändert 8. Oktober 2021 (BGBl. I S.4645).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1	Systematik der internationalen Bewertungsskala INES (aus /IAEA 13/)	16
Abb. 4.1	Transportvorkommnisse im Zeitraum 1995 – 2022 aufgeschlüsselt nach Ereignistyp	27
Abb. 4.2	Sicherheitstechnische Bewertung der erfassten 1.118 Vorkommnisse	29
Abb. 4.3	Vom BALM festgestellte Verstöße im Bereich des Gefahrgutrechts in den Jahren 2015 (links) und 2021 (rechts) (Quelle: BALM)	39

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1	Zusammenfassende Darstellung der Meldepflichten im Zusammenhang mit der Beförderung radioaktiver Stoffe.....	8
Tab. 2.2	Meldekriterien nach /ADR 22/	9
Tab. 3.1	Bewertungsskala für Transportvorkommnisse nach dem IAEO-Datenerfassungssystem EVTRAM (aus /IAEA 97/, Appendix 2)	14
Tab. 3.2	Bestimmung der maximalen potenziellen radiologischen Konsequenzen	20
Tab. 3.3	Beispiele für die INES-Einstufung von Transportereignissen.....	20
Tab. 3.4	Kurze Gegenüberstellung der unterschiedlichen Philosophien der beiden Bewertungsskalen	21
Tab. 4.1	Aufteilung der erfassten Transportvorkommnisse nach Verkehrsträgern und Kalenderjahr	25
Tab. 4.2	Transportereignisse der Stufe 2 der EVTRAM-Bewertungsskala im Zeitraum 1995–2022 mit entsprechender INES-Einstufung.....	30
Tab. 4.3	Transportereignisse der Stufe 3 der EVTRAM-Bewertungsskala im Zeitraum 1995-2022 mit entsprechender INES-Einstufung.....	34
Tab. 4.4	Prüfaspekte und aufgetretene Mängel bei behördlichen Kontrollen.....	36
Tab. 4.5	Übersicht aller vom BALM durchgeführten Straßenkontrollen und vom BALM durchgeführten Gefahrgutkontrollen (Quelle: BALM)	38

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
AKB	Arbeitskreis Beförderung
ALARA	As Low As Reasonable Achievable
AP	Arbeitspaket
AtG	Atomgesetz
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BALM	Bundesamt für Logistik und Mobilität
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CSI	Criticality Safety Index - Kritikalitätssicherheitskennzahl
DID	Defence-In-Depth
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EVTRAM	Events in the Transport of Radioactive Material
FS	Fachverband Strahlenschutz
GGKontrollV	Gefahrgutkontrollverordnung
GGVSEB	Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern
GGVSee	Gefahrgutverordnung See
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation
ICAO-TI	International Civil Aviation Organization – Technical Instructions
IMDG Code	International Maritime Dangerous Goods Code
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
LSA	Low Specific Activity

NEA	Nuclear Energy Agency
NEWS	Nuclear Events Web-based System
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire de marchandises dangereuses - Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr
SAGSTRAM	Standing Advisory Group on Safe Transportation of Radioactive Material
SCO	Surface Contaminated Objects
SOLAS	International Convention for the Safety of Live at Sea
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TI	Transport Index
TRANSSC	Transport Safety Standards Committee

**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