

# Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz

Experimentelle und theoretische Untersuchungen zu radioaktiven Quellen und Gegenständen im Stahlschrott  
- Vorhaben 3615S52320

Band 2: Bericht zu AP1

Auftragnehmer:  
Brenk Systemplanung GmbH (BS)

Dr. J. de Groot

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführt.

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMU (UFOPLAN) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

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

**BfS-RESFOR-149/19**

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:  
**urn:nbn:de:0221-2019052818209**

Salzgitter, Mai 2019

**AP1 Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben:**

**Experimentelle und theoretische  
Untersuchungen zu radioaktiven Quellen und  
Gegenständen im Stahlschrott**

BS-Projekt-Nr. 1507-09  
Forschungsvorhaben: 3615S52320

erstellt im Auftrag des  
Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)  
Neuherberg

durch die

Brenk Systemplanung GmbH (BS)  
Heider-Hof-Weg 23  
52080 Aachen

29. Juli 2016

**Anmerkung:**

Dieser Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers (BS) wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers (BfS) übereinstimmen.

Dieser Bericht wurde von folgendem Bearbeiter erstellt:

- *Dr. Joost de Groot*

Es wird versichert, dass dieser Bericht nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Ergebnisweisung angefertigt worden ist.

**ERSTELLUNG, PRÜFUNG UND FREIGABE**

erstellt	geprüft	freigegeben
Projektleiter	Geschäftsbereichsleiter	Geschäftsführung

<b>Inhaltsverzeichnis:</b>	Seite:
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 HINTERGRUND.....	1
1.1.1 Funde mit Nukliden natürlichen Ursprungs.....	2
1.1.2 Funde mit Nukliden künstlichen Ursprungs .....	2
1.2 Begriffserklärungen .....	3
1.3 Gliederung des Berichts.....	4
<b>2. Übersicht über die Massenflüsse des Schrottmarktes .....</b>	<b>4</b>
2.1 Schrottlieferanten.....	4
2.2 Ein- und Ausfuhr .....	4
2.3 Rohstahlproduktion über die Hochofen- und Elektroofenroute .....	7
2.4 Eisen- und NE-Metallgießereien.....	8
<b>3. Überwachung des Schrottmarktes auf Radioaktivität .....</b>	<b>9</b>
3.1 Regelungen zur Überwachung des Schrottmarktes in Deutschland.....	9
3.1.1 Innerdeutsche Lieferanten und Verbraucher.....	9
3.1.2 Warenumsschlagplätze .....	10
3.1.3 Schienentransporte.....	10
3.1.4 Deutsche Außengrenzen .....	10
3.2 Regelungen zur Überwachung des Schrottmarktes – Internationaler Vergleich.....	11
3.2.1 Niederlande.....	11
3.2.2 Tschechische Republik .....	12
3.2.3 Belgien.....	12
3.2.4 Italien .....	13
<b>4. Umfrage zur Ausstattung deutscher Schrottplätze und Schmelzbetriebe .....</b>	<b>13</b>
4.1 Methodik und Ergebnisse der Umfrage .....	13
4.2 Schrottplätze .....	14
4.3 Stahlwerke .....	19
4.4 Gießereibetriebe.....	19
4.5 Übergeordnete Parameter .....	22
4.6 Detektoren zur Auffindung von Neutronenstrahlern .....	24
<b>5. Umfrage zu Funden radioaktiver Quellen und Gegenstände in Deutschland.....</b>	<b>24</b>
5.1 Übersicht der in der Umfrage angegebenen Funde.....	24
5.2 Detektionen in Eingangsmonitoren verschiedener Schrottplätze.....	31
5.2.1 Fund Rauchmelder.....	32
5.2.2 Fund von mit NORM inkrustierte Schlauchstücken .....	34
5.2.3 Fund von Keramik-Isolatoren.....	35
5.2.4 Fund eines Radium-Emanators .....	38
5.2.5 Fund von Korund.....	40
5.2.6 Übersicht über Funde in aktuellen Jahresberichten des BFS .....	41

5.3	National und international veröffentlichte Vorkommnisse mit radioaktiven Quellen im Stahlschrott .....	43
<b>6.</b>	<b>Weiteres Vorgehen zu Testmessungen an einem Portalmonitor .....</b>	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>48</b>
<b>8.</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>49</b>
<b>Anlage 1: Versendete Umfrage.....</b>		<b>1</b>
<b>Anlage 2: Umfrageergebnisse .....</b>		<b>1</b>

**Abbildungsverzeichnis:**

Seite:

Abbildung 2-1:	Deutschland: Hauptströme der Schrotteinfuhr und -ausfuhr mit seinen europäischen Nachbarn, sowie direkter Überseehandel [FAN 15], eine detaillierte Aufschlüsselung der Schrottströme ist in Tabelle 2-1 gegeben .....	5
Abbildung 2-2:	Verhältnis von Schrotteinsatz zur Rohstahlproduktion [VDH 15].....	8
Abbildung 4-1:	Anzahl von Schrottplätzen mit einem bestimmten Jahresdurchsatz, der blaue Anteil entspricht den Schrottplätzen die mit Portalmonitoren ausgestattet sind oder Zugang zu einem solchen Gerät haben .....	15
Abbildung 4-2:	Anzahl der Betriebe, die einen bestimmten Transportweg (Straße, Schiene, Wasser) für den An- bzw. Abtransport der Schrotte verwenden.....	16
Abbildung 4-3:	Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz in Abhängigkeit des Jahresdurchsatz an Schrott .....	18
Abbildung 4-4:	Aufteilung der Gießereibetriebe nach ihrem Jahresdurchsatz; der blaue Anteil entspricht dem Anteil der Gießereien, die mit Portalmonitoren ausgestattet sind .....	20
Abbildung 4-5:	Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz in Gießereibetrieben; aufgeteilt nach dem jeweiligen Jahresdurchsatz an Schrott .....	21
Abbildung 5-1:	Häufigkeit der Detektion radioaktiver Gegenstände nach der Ortsdosisleistung sortiert, der blaue Anteil gibt den Anteil der im Jahresbericht des BfS erwähnten Funde an.....	31
Abbildung 5-2:	Außen- und Innenansicht eines der Rauchmelder mit Quelle in Korbmitte.....	33
Abbildung 5-3:	Mit NORM inkrustierte Schlauchstücke .....	34
Abbildung 5-4:	Schrottmulde mit Hochspannungsisolatoren.....	36
Abbildung 5-5:	Messung der ODL im Inneren eines Hochspannungsisolators mit dem Messgerät AD6/E .....	37
Abbildung 5-6:	Radium-Emanationsapparat mit Angaben zur Aktivität .....	39
Abbildung 5-7:	Abnehmbares Oberteil mit Zapfhahn für das mit Radium angereicherte Wasser und der Radium-Quelle im geschlitzten Reservoir .....	39
Abbildung 5-8:	Probe des Korund-Strahlstaubs, die an das akkreditierte Labor zur gammaspektrometrischen Analyse gesendet wurde.....	41
Abbildung 5-9:	Provisorisches Zwischenlager für den kontaminierten Staub [FAN 15].....	47

<b><u>Tabellenverzeichnis:</u></b>	<b>Seite:</b>
Tabelle 2-1: Deutschland: Schrotteinfuhr und -ausfuhr aus und in europäische und nicht europäische Länder (direkt über Deutschland abgewickelter Handel) zwischen 2012 und 2014; gerundet [BDSV 13] und [BDSV 14] .....	6
Tabelle 2-2: EU (28): Schrotteinfuhr und -ausfuhr der EU (28) zwischen 2012 und 2014 für ausgewählte Handelspartner, gerundet [BDSV 12] bis [BDSV 14].....	7
Tabelle 4-1: Typische Spezifikationen der Portalmonitor an Schrottplätzen .....	17
Tabelle 4-2: Typische Spezifikationen der Portalmonitore an Gießereibetrieben.....	21
Tabelle 4-3: Typische ermittelte Spezifikationen der Portalmessanlagen.....	22
Tabelle 4-4: Typische technische Spezifikationen gängiger Portalmonitore, welche zur Überwachung der Schrottströme eingesetzt werden .....	23
Tabelle 5-1: Im Rahmen der Umfrage ermittelte Detektionen radioaktiver Quellen und Gegenstände auf Schrottplätzen, in Gießereien und Stahlwerken; die chronologische Reihenfolge innerhalb der jeweiligen Jahre ist willkürlich.....	25
Tabelle 5-2: Übersicht über radioaktive Stoffe, die an Portalmessanlagen verschiedener Schrotthändler die jeweilige Alarmschwelle überschritten.....	32
Tabelle 5-3: Daten und Auswertung der Kontrollmessungen mit einem Portal-Monitor der Fa. Thermo Electron RM&P (Z = Zählrate der Gammastrahlung).....	36
Tabelle 5-4: Messwerte zum ODL-Hintergrund sowie zur ODL an und in den mit Isolatoren beladenen Mulden .....	37
Tabelle 5-5: Analysenwerte zur spezifischen Aktivität der Isolator-Probe in Bq/kg .....	38
Tabelle 5-6: Ergebnisse der gammaspektrometrischen Auswertung des MPA NRW und eines zweiten akkreditierten Labors in [Bq/kg] .....	40
Tabelle 5-7: Aufstellung der Fundorte gemäß [BFS 12] und [BFS 13] .....	42
Tabelle 5-8: Aufstellung der Radionuklide bei den Funden gemäß [BFS 12] und [BFS 13].....	42
Tabelle 5-9: Benannte Einzelobjekte in Funden gemäß [BFS 12] und [BFS 13].....	43
Tabelle 5-10: National und international veröffentlichte Vorkommnisse mit radioaktiven Quellen in Bezug auf Stahlschrott .....	43

## 1. EINLEITUNG

### 1.1 HINTERGRUND

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat die Brenk Systemplanung GmbH (BS) mit der Durchführung der Studie „Experimentelle und theoretische Untersuchungen zu radioaktiven Quellen und Gegenständen im Stahlschrott“ beauftragt.

Im Stahlschrott befindliches radioaktives Material wird weltweit zunehmend als Strahlenschutzproblem wahrgenommen. Seit ca. 2008 vermehrt entdeckter Co-60 kontaminierter Stahl und verschiedene Kontaminationszwischenfälle in Schmelzbetrieben und auf Schrottplätzen, beispielsweise mit Am-241 oder Cs-137, haben teils auch in der Presse für Aufmerksamkeit gesorgt. Derartige Strahlenquellen sind oder waren in der Regel hochradioaktiv und entstammten beispielsweise medizinischen (Krebstherapie) oder industriellen Anwendungen (etwa zu Füllstandmessungen oder Dickenbestimmungen). Deren versehentlicher oder fahrlässiger Verlust bzw. Entsorgung kann zu erheblichen Problemen in der Transport- und Stahlwirtschaft führen. Unentdeckte, sogenannte herrenlose Strahlenquellen (engl.: *Orphan Sources*) können die Sicherheit von Beschäftigten in metallverarbeitenden Betrieben gefährden. Sie stellen ferner eine wirtschaftlich existenzbedrohende Gefährdung des ordnungsgemäßen Betriebsablaufs in Schmelzbetrieben und auf Schrottplätzen dar. Die Kontamination eines Stahlwerkes durch radioaktive Quellen kann zu umfangreichen Revisionsarbeiten führen, die bis zur gänzlichen Stilllegung des Werkes mit den entsprechenden Konsequenzen, auch in Bezug auf den Verlust von Arbeitsplätzen, führen können. Da Schrott annähernd zu 100 Prozent rezyklierbar ist, wird langfristig ein Problem der Verunreinigung des Stahlpools gesehen; zumindest steht aber klar die Problematik des Imageverlustes betroffener Industrieunternehmen im Raum. Auch Haftungsfragen, die durch die hohen Rücksende- oder Dekontaminationskosten von Schrottcontainern entstehen, müssen in diesem Zusammenhang betrachtet werden und sind bis dato nicht zufriedenstellend geklärt. Radioaktive Quellen können durch die fortschreitende Globalisierung auf dem Wege über Drittstaaten in die EU gelangen und damit aufgrund der Freizügigkeit im Güterverkehr innerhalb der EU letztlich auch deutsche Unternehmen schädigen. In diesem Zusammenhang sind oftmals Schwellenländer mit aufstrebendem Nuklearsektor auffällig geworden.

In diesem Forschungsvorhaben wird daher nach Möglichkeiten gesucht, herrenlose Strahlenquellen und radioaktive Gegenstände im Stahlschrott frühzeitig vor dem Eingang auf einem Werksgelände entdecken und aussortieren zu können. Geschultes Personal und der Einsatz hochentwickelter Portalmonitore an den Werkseingängen, Schrottplätzen und an Transitknotenpunkten (Warenumschlagplätzen, Häfen) stellen Maßnahmen dar, um die geschilderten Probleme zu minimieren. Um dieses zu erreichen, werden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens folgende Arbeitspunkte (AP) bearbeitet:

- AP1: Repräsentative Ermittlung der Ausstattung deutscher Schrottplätze und Schmelzbetriebe mit Portalmonitoren oder ähnlichen Messeinrichtungen,
- AP2: Auffindbarkeit typischer Gammastrahler im Stahlschrott,
- AP3: Möglichkeit und Notwendigkeit der Detektion von Neutronenstrahlung und des Einsatzes von Strahlung zur Auffindung radioaktiver Quellen und Gegenstände im Schrott und



AP4: Ideenfindung für Leitlinien und Informationsmaterial im Rahmen der neuen Euratom-Grundnormen.

Im Rahmen des AP2 werden sowohl theoretische als auch praktische Arbeiten durchgeführt. So sollen auf Basis von Monte-Carlo-Simulationen an einem typischen Schrottgebäude u. a. die minimal detektierbaren Aktivitäten bestimmt werden. Die hierbei gewonnen Erkenntnisse sollen anhand von experimentellen Studien unter realen Bedingungen verifiziert werden.

Im Mittel wurden dem BfS in den Jahren 2012 und 2013 gemittelt etwa 70 meldepflichtige Ereignisse bezüglich dem Fund von radioaktiven Quellen und Gegenständen mitgeteilt (s. Kapitel 5.1), wovon etwa 50 % der Funde auf die Recycling- und Entsorgungsindustrie entfallen [BfS 07] bis [BfS 13]. Diese radioaktiven Funde lassen sich, wie nachfolgend dargestellt, in solche mit Nukliden natürlichen und künstlichen Ursprungs unterteilen.

### **1.1.1 Funde mit Nukliden natürlichen Ursprungs**

Für die Funde mit Nukliden natürlichen Ursprungs gibt es viele unterschiedliche Entstehungsarten. Eine häufige Entstehungsart ist die Bildung von Inkrustierungen bei der Förderung von Medien aus dem Untergrund, insbesondere Tiefenwasser, Erdöl und Erdgas. Dabei werden gelöste Radionuklide oder auch radioaktive Partikel mittransportiert. Typische Nuklide sind Ra-226, Rn-222 und Pb-210 aus der natürlichen Uran-Zerfallsreihe oder Ra-228 aus der natürlichen Thorium-Zerfallsreihe. Durch Änderungen von Temperatur und/oder Druck im Zuge der Förderung an die Oberfläche bilden sich in den metallischen Rohrleitungen der Förderstrecken beziehungsweise in Filtern, Wasserabscheidern oder Wärmetauschern Ablagerungen oder Inkrustierungen (sog. Scales), welche hauptsächlich mit den genannten natürlichen Radionukliden und deren Zerfallsprodukten angereichert sind. Diese Rückstände werden auch als (TE-)NORM (englisch für (Technologically Enhanced -) Naturally Occurring Radioactive Material) bezeichnet und überschreiten häufig die natürliche Untergrundstrahlung. Neben den o. g. NORM-Materialien treten häufig auch noch mineralische und andere Produkte mit erhöhter natürlicher Radioaktivität auf (z. B. Keramiken und Korund, thorierte Metalle). Als Strahlungsarten treten  $\alpha$ -und/oder  $\beta$ -Strahlung mit jeweils nur geringer Reichweite zusammen mit  $\gamma$ -Strahlung auf, welche im Vergleich eine deutlich größere Reichweite hat. Nicht selten sind sich die Betreiber entsprechender Förderbetriebe der mit NORM angereicherten Rückstände an den metallischen Komponenten der Förderanlagen nicht bewusst.

### **1.1.2 Funde mit Nukliden künstlichen Ursprungs**

Im Folgenden werden die häufigsten Isotope für künstliche Strahlenquellen und einige der gängigsten Gebrauchsgegenstände und Instrumente, in denen diese Verwendung finden, aufgezeigt [SAC 95]:

H-3: Notbeleuchtung,

Co-60: Füllstandsanzeiger und Kalibrierquellen,

Cs-137: Füllstandsanzeiger und Kalibrierquellen,

Ir-192: Gerät zur Materialprüfung und medizinische Anwendungen,

Ra-226: Notbeleuchtungen, Flugzeuginstrumente, Trinkbecher für private Trinkkuren, Blitzableiter und Ionisationsrauchmelder und

Am-241: Ionisationsrauchmelder.

## 1.2 Begriffserklärungen

Mit dem Ausdruck (**Funde von**) **Radioaktive(n) Quellen und Gegenstände** werden im Folgenden sowohl (herrenlose) radioaktive Strahlenquellen als auch (herrenlose) Gegenstände bezeichnet, in welchen sich radioaktive Isotope befinden.

**Stahl** bezeichnet eine Legierung von Eisen mit nichtmetallischen oder metallischen Elementen. Das wichtigste Legierungselement für Stahl ist Kohlenstoff.

In einem **Hochofen** (engl.: *blast furnace*) wird in einem kontinuierlichen Prozess Roheisen unter Einsatz von Eisenerz und Koks hergestellt. Anschließend wird in einem **Stahlwerk** (engl.: *steel mill*) durch weitere Verfahren, vor allem zur Regulierung des Kohlenstoffanteils, aus Roheisen Rohstahl erzeugt. Hierbei wird in der Regel zusätzlich noch Schrott eingesetzt. Der Rohstahl wird zur Weiterverarbeitung an Walzwerken und Gießereien geliefert. In einem **Integrierten Hüttenwerk** (engl.: *integrated steel mill*) werden, um eine möglichst effiziente Fertigung zu gewährleisten, mehrerer Fertigungsstufen an einem Standort kombiniert, um aus den Rohstoffen Stahlprodukte herzustellen.

Bei der Stahlerzeugung über die **Elektroofenroute** (engl.: *electric furnace route*) wird die zum Schmelzen erforderliche Wärme durch einen Lichtbogen erzeugt. Der Lichtbogenofen wird mit Schrott, Eisenschwamm und/oder Roheisen beschickt. Mit einem Lichtbogenofen können alle Stahlsorten hergestellt werden.

In einer **Gießerei** (engl.: *foundry*) wird aus einem flüssigen Werkstoff ein fester Körper in einer bestimmten Form gegossen. Werkstücke werden gegossen, wenn ihre Herstellung durch andere Fertigungsverfahren (z. B. Walzen) unwirtschaftlich bzw. nicht möglich ist oder besondere Eigenschaften des Gusswerkstoffs genutzt werden sollen. **Gusswerkstoffe** sind Eisen-Kohlenstoff-Verbindungen (Gusseisen, Stahl), Nichteisenmetalle und Leichtmetalle sowie deren Legierungen.

**Eigenentfall** oder **Kreislaufscho**tt bezeichnet Schrotte, die in Stahlwerken und Gießereien als Produktionsrückstände anfallen und im Rohstoffkreislauf der Werke verbleiben. Im regulären Betrieb ist eine Kontamination dieser Schrottsorte auszuschließen. Der Eigenentfall wird im Rahmen dieses Dokumentes nicht behandelt, da es über diese Schrottsorten zu keinem Eintrag von Radioaktivität, über externe herrenlose Strahlenquellen aus dem Schrottmarkt, in den Stahlpool kommen kann.

**Neuschrott** bezeichnet eine Schrottsorte, welche bei verschiedenen Bearbeitungsschritten in stahlverarbeitenden Industrien anfällt. Die Einbringung von herrenlosen Strahlenquellen in den Schrottkreislauf durch diese Schrottsorte ist als sehr unwahrscheinlich anzusehen. Vorfälle in der Vergangenheit, bei denen Halbzeuge und Fertigprodukte mit Co-60 kontaminiert waren, diese unerkant bearbeitet wurden und anschließend kontaminierte Späne bei der Eingangskontrolle durch Recyclingunternehmen festgestellt wurden zeigen aber, dass diese Schrottsorte nicht frei von Radioaktivität sein muss.

**Altschrott** sind nicht mehr verwendungsfähige und ausgediente Gebrauchs- und Industriegüter aus Stahl. Diese Schrottsorte ist aufgrund von Verlust oder der illegalen Entsorgung von radioaktiven Quellen und Gegenständen der Haupteintragsweg für Radioaktivität in den Stahlpool.

**Einfuhr** bezeichnet Schrott, der aus der EU und Drittländern importiert wird. Die grenzüberschreitenden Schrottströme sind in Verbindung mit der illegalen oder unerkannten Verbringung radioaktiv kontaminierter Schrotte von großer Bedeutung.

### **1.3 Gliederung des Berichts**

Eine erste Übersicht über den internationalen Schrottmarkt erhält man in Kapitel 2.

Kapitel 3 gibt einen Überblick über die nationale und internationale Vorgehensweise zur Überwachung des Schrottmarktes in Bezug auf radioaktive Quellen und Gegenstände im Schrott.

In Kapitel 4 werden die Ergebnisse aus der für dieses Vorhaben durchgeführten Umfrage zur Ausstattung von Schrottplätzen, Schmelzbetrieben und Stahlwerken in Deutschland mit Messgeräten zur Auffindung radioaktiver Quellen und Gegenständen und fachkundigem Personal präsentiert.

Analog wird in Kapitel 5 über Funde von radioaktiven Quellen und Gegenständen berichtet, welche im Rahmen der Umfrage mitgeteilt worden sind. Einzelfälle sind detailliert beschrieben.

Das weitere Vorgehen zu Testmessungen (im Rahmen des AP2) an einem Portalmonitor ist in Kapitel 6 dargelegt. Die Ergebnisse dieses Berichts werden in Kapitel 7 zusammengefasst.

## **2. ÜBERSICHT ÜBER DIE MASSENFLÜSSE DES SCHROTTMARKTES**

In diesem Abschnitt wird zunächst ein Überblick über den Schrottmarkt, d. h. über die nationalen als auch internationalen Schrottlieferanten sowie deren Abnehmer gegeben. Um einen Eindruck von der Größenordnung der Massenflüsse zu gewinnen, werden, sofern möglich, aktuelle Zahlen angegeben.

### **2.1 Schrottlieferanten**

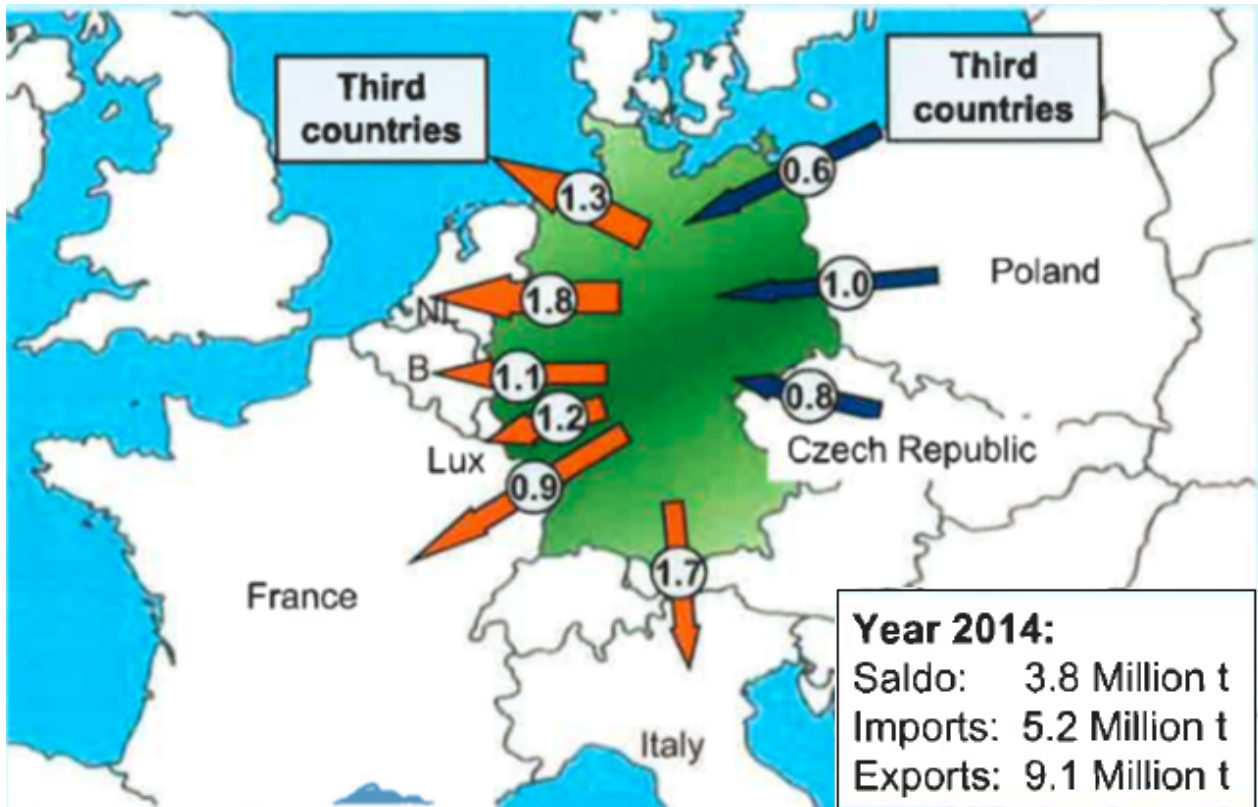
Laut Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e. V. (BDSV) sind in Deutschland allein im Bereich des Schrotthandels für unlegierte und legierte Eisenschrotte über 7.000 stationäre Betriebe tätig. Diese erzielten im Jahr 2014 mit etwa 37.000 Mitarbeitern, im Rahmen der Versorgung der Stahlwerke und Gießereien einschließlich der Ausfuhr, einen Umsatz von etwa 16,0 Mrd. Euro. Das Jahresaufkommen des Schrottversands (ohne Eigenentfall, s. Kapitel 1.2) liegt für das Jahr 2014 in Deutschland bei rund 27 Mio. t; ein wesentlicher Bestandteil dieser Schrottmenge wird über Schrottplätze abgewickelt.

Zusätzlich zu den vorgenannten über 7.000 Standorten aus dem Bereich des Schrotthandels für unlegierte und legierte Eisenschrotte werden noch etwa 500 Standorte im Bereich der Nichteisenschrotte betrieben. Damit werden in Deutschland über 7.500 Schrottplätze betrieben. Diese versorgen über 20 Großstahlwerke, 600 Gießereien und eine Vielzahl von NE-Metallhütten (s. Kapitel 2.3 und 2.4) [GÖR 10].

### **2.2 Ein- und Ausfuhr**

Der innereuropäische Schrotthandel betrug im Jahr 2014 ca. 30 Mio. t [BIR 15]. Einen Eindruck von den Ein- und Ausfuhren gibt Abbildung 2-1, in der die Haupteinfuhr nach Deutschland und die Hauptausfuhr aus Deutschland in die europäischen Nachbarländer und Drittstaaten für das Jahr 2014 dargestellt sind.

Abbildung 2-1: Deutschland: Hauptströme der Schrotteinfuhr und -ausfuhr mit seinen europäischen Nachbarn, sowie direkter Überseehandel [FAN 15], eine detaillierte Aufschlüsselung der Schrottströme ist in Tabelle 2-1 gegeben



Näher aufgeschlüsselt sind diese Massenflüsse von und nach Deutschland für eine Vielzahl von deutschen Handelspartnern in Tabelle 2-1 dargestellt. Die grenzüberschreitenden Schrottströme sind in Verbindung mit der illegalen oder unerkannten Verbringung radioaktiv kontaminierter Schrotte von großer Bedeutung. Es ist ersichtlich, dass Deutschland jährlich eine beträchtliche Schrottmenge einführt, wenngleich insgesamt die Ausfuhr die Einfuhr deutlich überwiegt.

Tabelle 2-1: Deutschland: Schrotteinfuhr und -ausfuhr aus und in europäische und nicht europäische Länder (direkt über Deutschland abgewickelter Handel) zwischen 2012 und 2014; gerundet [BDSV 13] und [BDSV 14]

Jahr Land/Gebiet	2012 [Mio. t.]			2013 [Mio. t.]			2014 [Mio. t.]		
	Import	Export	Saldo	Import	Export	Saldo	Import	Export	Saldo
Niederlande	1,1	1,8	-0,7	1,1	1,8	-0,7	1,1	1,8	-0,7
Polen	1,1	-	1,1	1,0	-	1,0	1,0	-	1,0
Tschechische Republik	1,0	-	1,0	0,9	-	0,9	0,9	-	0,9
Frankreich	0,4	1,0	-0,6	0,5	1,0	-0,4	0,4	0,9	-0,5
Dänemark	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3	0,2	-	0,2
Schweden	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,2
Österreich	0,3	0,3	0,0	0,3	0,4	-0,1	0,3	0,4	-0,1
Belgien	0,1	1,2	-1,1	0,1	1,2	-1,1	0,1	1,0	-0,9
Großbritannien	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,1	-	0,1
Italien	-	1,8	-1,8	-	1,8	-1,8	-	1,7	-1,7
Luxemburg	-	1,3	-1,3	-	1,2	-1,2	-	1,2	-1,3
Spanien	-	0,2	-0,2	-	0,2	-0,2	-	0,2	-0,2
Slowenien	-	0,1	-0,1	-	0,1	-0,1	-	0,1	-0,1
EU (28)	5,1	8,1	-3,0	5,0	8,0	-3,0	4,6	7,7	-3,1
Dritte Länder <sup>1)</sup>	0,7	1,7	-1,0	0,7	1,2	-0,5	0,6	1,3	-0,7
Insgesamt <sup>2)</sup>	5,8	9,8	-4,0	5,7	9,2	-3,5	5,2	9,1	-3,8

<sup>1)</sup> Bei Angaben zu dritten Ländern ist für Deutschland nur der direkte Import bzw. Export angegeben, dieser wurde größtenteils über die deutschen Häfen abgewickelt.

<sup>2)</sup> Rundungsbedingt und aufgrund von nicht einzeln aufgeführten Ländern kann die angegebene Summe von der Summe der Einzelangaben abweichen.

Gemäß Tabelle 2-1 hat Deutschland im Jahr 2014 insgesamt 5,2 Mio. t Schrott importiert und 9,1 Mio. t Schrott exportiert.

Die Daten in Tabelle 2-1 zeigen außerdem, dass die Niederlande, Polen, Tschechien und Frankreich die Hauptlieferanten des deutschen Schrottmarktes sind. Italien und Luxemburg importieren dagegen fast ausschließlich Schrott aus Deutschland.

Aufgrund des Europäischen Binnenmarktes sind die wirklichen z. T. indirekten Schrottströme schwer nachzuverfolgen; die tatsächliche Herkunft des Schrotts muss also nicht mit dem Exportland übereinstimmen. So wurden in den Niederlanden im Jahr 2014 ca. 7,0 Mio. t Rohstahl produziert [WSA 15], die dabei eingesetzte Schrottmenge betrug insgesamt ca. 1,8 Mio. t [BIR 15]. Dagegen wurden im gleichen Jahr durch die Niederlande ca. 4,0 Mio. t Stahl exportiert und 1,9 Mio. t importiert [WSA 15]. Unter Berücksichtigung des 1,1 Mio. t importierten Stahlschrotts im Jahr 2014 (Tabelle 2-1) bedeutet dies, dass die Niederlande die Menge an Schrott, die sie importieren, für die eigene Stahlproduktion verwenden.

Zur Übersicht über die gesamteuropäische Handelssituation sind in Tabelle 2-2 die Schrotteinfuhren und -ausfuhren der gesamten EU (28) mit den Haupthandelspartnern außerhalb der Europäischen Union zusammengestellt.

Tabelle 2-2: EU (28): Schrotteinfuhr und -ausfuhr der EU (28) zwischen 2012 und 2014 für ausgewählte Handelspartner, gerundet [BDSV 12] bis [BDSV 14]

Jahr Land/Gebiet	2012 [Mio. t.]			2013 [Mio. t.]			2014 [Mio. t.]		
	Import	Export	Saldo	Import	Export	Saldo	Import	Export	Saldo
Russland	1,1	-	1,1	0,9	-	0,9	1,0	-	1,0
Schweiz	0,6	0,3	0,3	0,7	0,4	0,3	0,6	0,4	0,2
Norwegen	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	0,3	0,4	-	0,4
Türkei	-	11,4	-11,4	0,2	10,5	-10,3	0,2	9,9	-9,7
USA	0,1	0,3	-0,2	0,2	0,3	-0,1	0,1	0,6	-0,5
Marokko	-	-	-	0,1	-	0,1	0,1	0,3	-0,2
Ägypten	-	1,4	-1,4	-	1,6	-1,6	-	1,8	-1,8
Indien	-	2,7	-2,7	-	1,4	-1,4	-	1,5	-1,5
Pakistan	-	0,5	-0,5	-	0,4	-0,4	-	0,7	-0,7
China	-	0,5	-0,5	-	0,4	-0,4	-	0,4	-0,4
Südkorea	-	0,3	-0,3	-	0,3	-0,3	-	0,3	-0,3
Insgesamt <sup>1)</sup>	3,4	19,6	-16,2	3,2	16,8	-13,4	3,2	16,9	-13,7

<sup>1)</sup> Rundungsbedingt und aufgrund von nicht einzeln aufgeführten Ländern kann die angegebene Summe von der Summe der Einzelangaben abweichen.

Tabelle 2-2 zeigt, dass die Länder der Europäischen Union große Mengen Schrott grenzüberschreitend und auf große Distanzen handeln. Die Haupteinfuhr von Schrott erfolgte 2014 aus Russland; der mit Abstand größte Hauptabnehmer für Schrott aus der Europäischen Union ist die Türkei.

Aus Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 wird deutlich, dass im innereuropäischen und weltweiten Schrotthandel große Massen gehandelt werden. Hierbei kann der Eintrag einer herrenlosen Strahlenquelle in den Wirtschaftskreislauf des Exportlands große Konsequenzen für das Importland haben. In Kapitel 3.2 werden daher die nationalen Vorschriften zur Überwachung des Schrottmarktes für einige deutsche Handelspartner dargestellt.

### **2.3 Rohstahlproduktion über die Hochofen- und Elektroofenroute**

Insgesamt arbeiteten im Jahr 2014 laut dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) in der Rohstahlproduktion und der direkten Weiterverarbeitung rund 87.000 Mitarbeiter, welche einen Umsatz von ca. 40,1 Mrd. Euro erwirtschafteten und u. a. ca. 42,9 Mio. t Rohstahl erzeugten. Diese Wertschöpfung geschieht an über 20 Produktionsstandorten an denen 98 % des deutschen Rohstahls produziert wird. Hierbei wird der Rohstahl über zwei verschiedene Routen erzeugt: die Hochofenroute, welche 2014 mit ca. 29,5 Mio. t zwei Drittel der Rohstahlproduktion abdeckte und die Elektroofenroute welche mit ca. 13,4 Mio. t ein Drittel abdeckte. Ein Großteil des in Deutschland erzeugten Rohstahls wird in Integrierten Hüttenwerken direkt zu Stahlprodukten weiterverarbeitet. Ein Großteil der insgesamt zugekauften Schrottmenge von 14,8 Mio. t. (ohne Eigenentfall) wurden in den Elektroöfen verarbeitet [VDH 15].

Die Rohstahlindustrie hatte gemäß VDEh im Jahr 2014 unter Berücksichtigung des Eigenentfalls einen Rohstoffeinsatz von ca. 19,0 Mio. t Stahlschrott. Dies entspricht im Verhältnis zur gesamten Rohstahlproduktion einem Schrotteinsatz von ca. 44 % [VDH 15]. Die Schrottverwertung in der Stahlindustrie hat unter dem Aspekt der Einsparungen an Naturrohstoffen, Erzen und Energie seit Anfang der 90er Jahre an Bedeutung zugenommen. Der verwendete Schrottanteil in der Stahlerzeu-

gung in Deutschland liegt, wie in Abbildung 2-2 dargestellt, seit der Jahrtausendwende im langfristigen Mittel bei über 42 % und hat sich danach noch leicht steigern können. Die Tatsache, dass zur Erzeugung metallischer Produkte ein hoher Schrotanteil verwendet wird, verdeutlicht, wie schnell sich im Stahlpool ein möglicher Radioaktivitätseintrag durch radioaktive Quellen und Gegenstände im Schrott ausbreiten kann.

Abbildung 2-2: Verhältnis von Schrotteinsatz zur Rohstahlproduktion [VDH 15]



Für das Jahr 2015 könnte der Schrottzukauf der Stahlwerke gegenüber 2014 nach ersten Prognosen des Bundesverbandes Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V. (BVSE) um über 1 Mio. t. auf 13,7 Mio. t. gesunken sein. Dieser Abfall ist auf die volatile Marktlage mit einer gravierenden Stahlüberproduktion zurückzuführen. Welchen Einfluss diese Entwicklung auf den Schrottanteil an der gesamten Stahlerzeugung hat, lässt sich aufgrund des noch stärkeren Preisverfalls für Eisenerz und Kohle derzeit noch nicht absehen.

Für Hochofen und Elektrostahlwerke stellen unentdeckte herrenlose Strahlenquellen eine wirtschaftlich, existenzbedrohende Gefährdung des ordnungsgemäßen Betriebsablaufs dar. Die Kontamination eines Stahlwerkes durch eine herrenlose Strahlenquelle kann zu umfangreichen Revisionsarbeiten führen, die bis hin zur gänzlichen Stilllegung des Werkes führen können. Ein Beispiel für einen derartigen Vorfall in Deutschland ist in Kapitel 5.3 beschrieben.

## **2.4 Eisen- und NE-Metallgießereien**

Insgesamt arbeiten in den Rund 600 deutschen Gießereibetrieben ca. 80.000 Mitarbeiter; rund 95 % dieser Unternehmen beschäftigen weniger als 500 Mitarbeiter. Größere Betriebe machen lediglich knapp 5 % der Gesamtbranche aus. Die Gießereiindustrie ist daher überwiegend mittelständisch strukturiert [BDG 16]. Die Gießereien unterscheiden sich zwischen Nichteisenguss (Bunt- und Leichtmetallgießereien) und Eisenguss (Eisen- und Stahlgießereien).

Der größte Teil der Mitarbeiter ist mit mehr als 44.000 Personen in den ca. 200 Betrieben des Eisengusses beschäftigt. Hier betrug die Produktion im Jahr 2014 über 4,1 Mio. t, womit ein Umsatz von ca. 7,1 Mrd. Euro erzielt wurde [BWE 16]. Die Eisengießereien bedienen sich des Schrottmark-

tes über Schrottplätze und kauften 2012 ca. 3,5 Mio. t. Schrott zu, was einem Schrotteinsatz von ca. 90 % an der Produktion entspricht [BDG 13].

In den mehr als 200 NE-Metallgießereien arbeiteten im Jahr 2014 mehr als 34.000 Beschäftigte, welche 1,1 Mio. t. Bunt- und Leichtmetall produzierten, womit ein Umsatz von ca. 6,0 Mrd. Euro erzielt wurde [VDD 16]. Mit mehr als 0,9 Mio. t. fallen mehr als 80 % der Produktion auf Aluminiumerzeugnisse [VDD 16].

Der Schrottanteil an der gesamten Bunt- und Leichtmetallerzeugung lag 2014 in Deutschland bei über 42 % [WVM 15].

### **3. ÜBERWACHUNG DES SCHROTTMARKTES AUF RADIOAKTIVITÄT**

In diesem Abschnitt wird zunächst ein Überblick über die für dieses Vorhaben relevante aktuelle Situation der Überwachung des Schrottmarktes auf Radioaktivität gegeben. Dabei wird einerseits über die Aktivitäten der Schrottwirtschaft und der metallverarbeitenden Industrie berichtet und andererseits auf nationale und internationale Vorschriften und deren Umsetzung eingegangen.

#### **3.1 Regelungen zur Überwachung des Schrottmarktes in Deutschland**

##### **3.1.1 Innerdeutsche Lieferanten und Verbraucher**

In Deutschland gibt es für Betriebe, die mit Schrott handeln oder diesen verarbeiten, seitens der Gesetzgeber keine Regelungen, welche die Betriebe zur Messung auf Radioaktivität im Stahlschrott verpflichtet. In der Schrottwirtschaft ergeben sich aus den handelsüblichen Bedingungen für die Lieferung von Schrotten, sofern diese vereinbart sind (dieses ist der Regelfall), wichtige Pflichten der Lieferanten (Verkäufer) [BDSV 16]. Um sich als Betrieb vor den Folgen einer Lieferung mit radioaktiv kontaminiertem Schrott zu schützen, kommt häufig die nachstehende Klausel oder ähnliche Formulierungen in den allgemeinen Einkaufsbedingungen zur Anwendung:

*„Die zu liefernde Ware muss ebenfalls frei sein von radioaktiv belasteten Stoffen. Sollten dennoch belastete Teile festgestellt werden, gehen sämtliche Kosten, die durch eine solche abredewidrige Anlieferung und Verladung (radioaktive Kontamination) verursacht werden, insbesondere für Untersuchung, Aussonderung, Sicherstellung, Lagerung, zusätzliche Transportkosten, Behandlung, Entsorgung, evtl. Bußgelder und sonstige Folgekosten, zu Lasten des Lieferanten. Außerdem haftet der Lieferant für evtl. hieraus entstehende Sach- und Personenschäden. Soweit gesetzlich zulässig, ist der Lieferant zur Rücknahme der belasteten Stoffe verpflichtet.“*

Diese allgemeinen Einkaufsbedingungen führen dazu, dass ausgehend von den Schrott-Endverbrauchern, wie Stahlwerken und Gießereien, die Notwendigkeit Lieferungen auf Radioaktivität zu überprüfen, auch auf die jeweiligen Lieferanten übertragen wird. Da anzunehmen ist, dass die großen Endverbraucher von wenigen großen Lieferanten beliefert werden, werden diese großen Lieferanten die Notwendigkeit, Lieferungen auf Radioaktivität zu überprüfen, auch an ihre Lieferanten über die allgemeinen Einkaufsbedingungen weiterreichen. Da für kleine Schrottplätze der finanzielle Aufwand einer Überwachung zu groß sein wird, ist zu erwarten, dass es nur aufgrund der allgemeinen Einkaufsbedingungen zu keiner lückenlosen Überprüfung des Schrottmarktes kommt.



Diese allgemeinen Einkaufsbedingungen, welche zu einer Durchführung von Messungen auf Radioaktivität verpflichtet, führt bei den Betrieben, welche am deutschen Schrottmakrt aktiv sind, zu einer gewissen Abdeckung mit Portalmonitoren (zum automatischen Erfassen von radioaktiver Strahlung im Schrott). Gemäß Kapitel 1 ist daher ein Ziel dieses Forschungsvorhabens, die Ausstattung von Schrottplätzen, Schmelzbetrieben und Stahlwerken in Deutschland mit Portalmonitoren zu ermitteln. Dies geschieht mittels der in Kapitel 4 präsentierten Umfrage.

### **3.1.2 Warenumschnlagplätze**

Eine Abfrage der Ausstattung ausgewählter deutscher Innenhäfen (13 Binnenhäfen), Außenhäfen und Containerumschnlagplätze (z. B. Deutsche Umschnlaggesellschaft Schiene-Straße mbH) bezüglich der Ausstattung mit Messeinrichtungen zum Auffinden herrenloser Strahlenquellen ergab, dass bei keinem der angefragten Warenumschnlagplätze eigene Messungen auf Radioaktivität durchgeführt werden.

Die in Häfen ansässigen Handels- und Verwertungsunternehmen der Schrottindustrie betreiben eigene Messeinrichtungen, sofern vorhanden, in Eigenverantwortung.

Eine Anfrage bei großen, für den deutschen Schrottmakrt wichtigen, internationalen Häfen wie Antwerpen, Gent und Rotterdam ergab, dass diese Häfen keine eigenen Messungen auf Radioaktivität im angelieferten Stahlschrott durchführen (dies gilt nicht für die Anlieferung von Containern). Laut belgischer und niederländischer Gesetzgebung sind die in den Häfen ansässigen Schrotthändler ab einem bestimmten Jahresdurchsatz an Schrott verpflichtet ihre Warenströme auf Radioaktivität zu untersuchen (s. hierzu Kapitel 3.2).

### **3.1.3 Schienentransporte**

Die Bahntochter Montan DB Schenker Rail transportierte im Jahr 2014 ca. 8,5 Mio. t Eisen- und Stahlschrott, wobei ein Drittel dieser Transporte grenzüberschreitend durchgeführt worden sind. Laut Eigenaussage ist dieser Anbieter noch vor LKW und Binnenschiffahrt der größte Transporteur für Stahlschrott der Stahlwerke [DBS 15]. Dieser Anbieter führt keine Messungen zur Überwachung des Stahlschrottes durch und betreibt auch keine eigenen stationären Messeinrichtungen zur Überwachung des transportierten Schrottes.

Die an das Bahnnetz angeschlossenen Handels- und Verwertungsunternehmen der Schrottindustrie betreiben ihre Portalmonitore, sofern sie eigene besitzen, in Eigenverantwortung.

### **3.1.4 Deutsche Außengrenzen**

Eine Anfrage an den Zoll ergab, dass im Hamburger Hafen eine Portalmessanlage betrieben wird. Diese Portalmessanlage am Zollamt Waltherhof besitzt neben der Portalmessanlage zur Detektion von Gammastrahlung noch eine Einheit zur Detektion von Neutronenstrahlung [RAM 11]. Des Weiteren verfügt der Zoll bundesweit über ca. 1000 Handgeräte, welche durch die mobilen Einheiten genutzt werden. Zusätzlich sind mobile Fahrzeugschleusen im Einsatz, welche bei Zollkontrollen im abgebremsten fließenden Verkehr, an Gepäckbändern usw. genutzt werden können. Alle Anlagen und Geräte werden zu Stichprobekontrollen eingesetzt. Die Messungen werden in der Regel von Zöllnern durchgeführt. Als fachkundige Unterstützung bei Fragen der Nuklidbestimmung o. ä. stehen die jeweils örtlich zuständigen Länderbehörden zur Verfügung.

### **3.2 Regelungen zur Überwachung des Schrottmarktes – Internationaler Vergleich**

Wie in Kapitel 2.2 dargestellt, werden zwischen den Ländern der Europäischen Union und Drittstaaten große Mengen an Schrott gehandelt. Um Aussagen über die bereits durchgeführten Messungen auf Radioaktivität für Schrottlieferung aus exportierenden Ländern treffen zu können, sind im Folgenden für ausgewählte Länder deren Vorschriften und Empfehlungen bezüglich der Auffindung solcher Quellen beschrieben. Die Einhaltung dieser Vorschriften und Empfehlungen kann im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht bewertet werden; sofern hierzu offizielle Daten bekannt sind, werden diese dargestellt.

#### **3.2.1 Niederlande**

Die Messungen zur Auffindung von radioaktiv kontaminiertem Schrott sind in den Niederlanden mit dem Dekret vom 03.10.2002 („Besluit detectie radioactief besmet schroot“) geregelt [NLD 02]. Dieses Dekret enthält Anforderungen für Betriebe mit einer jährlichen Kapazität von mehr als:

- 500 t rostfreiem Stahl,
- 1.000 t Aluminium oder
- 20.000 t Alteisen,

in denen Eisen-, Stahl- und Aluminiumschrotte gelagert, verarbeitet oder umgeladen werden. Der Betreiber einer der oben beschriebenen Einrichtungen ist u. a. zu folgenden Maßnahmen verpflichtet:

- Installation und ordnungsgemäßer Betrieb eines Portalmonitors oder eines Detektors im Greifer zum Aufspüren radioaktiver Quellen und Gegenstände,
- Dokumentation der durchgeführten Messungen,
- Einsatz von geschultem Personal, bezüglich der Eigenschaften und Gefahren von radioaktiver Strahlung, sowie der Erkennung, Risikobewertung und dem möglichen Umgang mit herrenlosen Strahlenquellen sowie
- Bereitstellung einer finanziellen Sicherheit von minimal 110.000 €, welche die Deckung der Kosten durch Bergung und Beseitigung einer gefundenen radioaktiven Quelle gewährleisten soll. Die Höhe dieses Betrags kann in Einzelfällen bei dem jeweiligen Betrieb angepasst werden.

Die Anforderungen an die Messanlagen, die Durchführung und die Dokumentation der Messungen, sowie den Inhalt der Kenntnisvermittlung, werden in einer separaten Regelung („Regeling detectie radioactief besmet schroot“) genauer spezifiziert [NLD 13].

Informationsmaterial bezüglich der Vorgehensweise beim Fund einer Quelle bzw. eines Verdachts wird über eine zentrale Internetseite der niederländischen Strahlenschutzbehörde (ANVS) bereitgestellt. Den Fund einer Quelle bzw. eines Verdachts kann der Betreiber der Behörde über eine Eingabemaske auf der Internetseite melden. Für Fragen des Betreibers zum weiteren Vorgehen wird zusätzlich eine Telefonnummer der für den Strahlenschutz diensthabenden Person bereitgestellt.

Eine Untersuchung des niederländischen Ministeriums für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltschutz ergab im Jahr 2006, dass unter den 115 Betrieben, welche unter die Anforderungen

des Dekretes [NLD 02] fallen, 80 % einen Portalmonitor installiert hatten, 68 % adäquat geschultes Personal einsetzten und 64 % die finanzielle Sicherheit bereitgestellt hatten [VRO 06].

### **3.2.2 Tschechische Republik**

In der Tschechischen Republik gibt es keine gesetzliche Verpflichtung bezüglich der radiologischen Überwachung von gehandeltem Schrott. Beim Fund einer Quelle bzw. dessen Verdacht gibt es eine Empfehlung der tschechischen Strahlenschutzbehörde SÚJB die das weitere Vorgehen beschreibt [SUJ 02].

### **3.2.3 Belgien**

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, werden nur geringe Mengen Schrott aus Belgien nach Deutschland importiert. Aufgrund der gut ausgearbeiteten Rechtslage in Belgien wird hier trotzdem auf die Vorschriften bezüglich der vorgeschriebenen Maßnahmen zur Detektion von herrenlosen Strahlenquellen und dessen Entsorgung eingegangen.

Für das Auffinden von herrenlosen Strahlenquellen in als gefährdet eingestuften Material- und Abfallströmen sind in Belgien durch den Königlichen Beschluss vom 14. Oktober 2011 [BEL 11] Maßnahmen vorgeschrieben, die sowohl die Detektion solcher Quellen erleichtern als auch bei einem Fund den Umgang regeln. Neben den als gefährdet eingestuften Material- und Abfallströmen führt der Königliche Erlass verschiedene Arten von Betrieben auf, die als gefährdet eingestuft werden, für diese gelten strenge Richtlinien. Zu diesen Einrichtungen gehören:

- Verbrennungsanlagen,
- Deponien,
- Schrottplätze, welche eine Einrichtung zur mechanischen Behandlung des Schrottes besitzen (z. B. Schneiden, Brennen, Schreddern) mit einer jährlichen Kapazität von mehr als 25.000 t Schrott,
- Einrichtungen zum Einschmelzen von eisenhaltigen Abfallprodukten mit einer jährlichen Kapazität von mehr als 25.000 t sowie
- Einrichtungen zum Einschmelzen von NE-Abfallprodukten mit einer jährlichen Kapazität von mehr als 25.000 t.

Der Betreiber einer als gefährdet eingestuften Einrichtung ist u. a. zu folgenden Maßnahmen verpflichtet:

- Installation und Registrierung eines Messinstruments zum Aufspüren radioaktiver Quellen und Gegenstände,
- Dokumentation der ankommenden Abfallströme, um bei einem Fund die Identifikation des Absenders zu erleichtern,
- Schulung des Personals bezüglich radioaktiver Strahlung sowie der Erkennung, Risikobewertung und den möglichen Umgang mit herrenlosen Strahlenquellen und
- regelmäßige Kontaminationsüberwachungen der Einrichtung.

Zudem sind in Kapitel 5 dieses Königlichen Beschlusses die minimalen Qualitäts- und Leistungskennzahlen für ein installiertes Messinstrument aufgeführt.

Beim Fund einer Quelle bzw. dessen Verdacht sind die zu befolgenden Arbeitsabläufe in der Richtlinie vom 17. November 2014 geregelt [BEL 14]. Demnach ist bei einem Fund eine Meldung an die belgische Atomaufsicht (FANC) mithilfe eines Vordrucks zu machen.

Die Kosten für die Bergung und Entsorgung einer radioaktiven Quelle sind in Belgien nach dem Verursacherprinzip geregelt. Folglich wird versucht den Verursacher zu identifizieren, um ihm die entstandenen Kosten in Rechnung zu stellen. Weitere strafrechtliche Konsequenzen können je nach Schwere des Falles folgen. Wenn kein Verursacher ermittelt werden kann oder wenn die Bemühungen ihn zu identifizieren in keinem Verhältnis zu den mit der Ermittlung verbundenen Kosten stehen, wird die Quelle als herrenlose Strahlenquelle betrachtet und die Kosten werden, bei Einhaltung gewisser Rahmenbedingungen, über den sogenannten „Unlösbarkeitsfonds“ beglichen. Im Jahr 2012 wurden über den Unlösbarkeitsfonds insgesamt 28 Funde herrenloser Strahlenquellen abgewickelt. Dabei wurden Gesamtkosten von ca. 100.000 € beglichen [WM 14].

### **3.2.4 Italien**

Italien ist, aufgrund seiner starken Produktionskonzentration auf Elektrostahlöfen, innerhalb der europäischen Union mit ca. 5,1 Mio. t der größte Verwerter von Schrott [WSA 15]. Hier gibt es gemäß der Gesetzesverordnung Nr. 100 von 1. Juni 2011 [ITA 11], bei Betrieben die Schrott importieren, eine Verpflichtung auf radiologische Eingangsmessungen des angelieferten Materials.

## **4. UMFRAGE ZUR AUSSTATTUNG DEUTSCHER SCHROTTPLÄTZE UND SCHMELZBETRIEBE**

### **4.1 Methodik und Ergebnisse der Umfrage**

Die Ausstattung von Schrottplätzen, Schmelzbetrieben und Stahlwerken in Deutschland mit Portalmonitoren zur Auffindung radioaktiver Quellen und Gegenstände wurde durch BS im Rahmen einer Umfrage ermittelt. Die an Schrottplätze, Stahlwerke und Schmelzbetriebe per E-Mail versendeten Umfragebögen sind in Anlage 1 dargestellt. Das Design der Umfrage für Schrottplätze und Schmelzbetriebe ist aufgrund der anderen Randbedingungen leicht unterschiedlich. Die Umfrage enthält drei Fragenkomplexe, in denen folgende Aspekte abgefragt werden:

- Standort,
- Verarbeiteter Schrott,
  - Jährlich verarbeitet Schrottmenge,
  - Schrottzusammensetzung,
  - Art der Schrottsorten,
  - Art der Anlieferung,
  - Typisches Gebinde,
- Ausstattung mit Messtechnik,
  - Portalmessanlagen,
    - Anzahl Detektoren,
    - Breite der Fahrspur,
    - Geschwindigkeitsbegrenzung,
  - Greifer- oder Magnetmessanlagen,
  - Handmessgeräte,

- Ggf. weitere Messgeräte,
- weitere Untersuchungen,
  - Messungen in Abhängigkeit der Anlieferung,
  - Spezielle Untersuchungen,
- Funde radioaktiver Quellen und Gegenständen,
  - Verfügbarkeit einer Fachkraft für den Strahlenschutz,
  - Betriebsanweisung.

Um die Effektivität der Anfragen zu erhöhen, wurden die Anfragen zu den unter Arbeitspunkt 2 (Auffindbarkeit typischer Gammastrahler im Stahlschrott) zu erhebenden Daten bezüglich eines repräsentativen Schrottgebundes bereits im Zuge dieser Umfrage durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Zwischenbericht zu AP 2.1 präsentiert.

In den folgenden Kapiteln werden die zusammengefassten Ergebnisse dieser Umfrage nach Art des Betriebes - Schrottplätze, Stahlwerke und Schmelzbetriebe - dargestellt und diskutiert. Die Umfrageergebnisse wurden anonymisiert und punktuell auch verfremdet dargestellt, um direkte Rückschlüsse auf einzelne Betriebe zu vermeiden. Die groben Charakteristika der jeweiligen Einrichtungen bleiben hingegen aufgrund ihrer Zugehörigkeit (z. B. Schrottplatz, Schmelzbetrieb oder Gießerei) und der Unterscheidung des jährlichen Schrottdurchsatzes erhalten. Die verfremdeten Rohdaten dieser Umfrage sind in Anlage 2 dieses Berichtes zu finden.

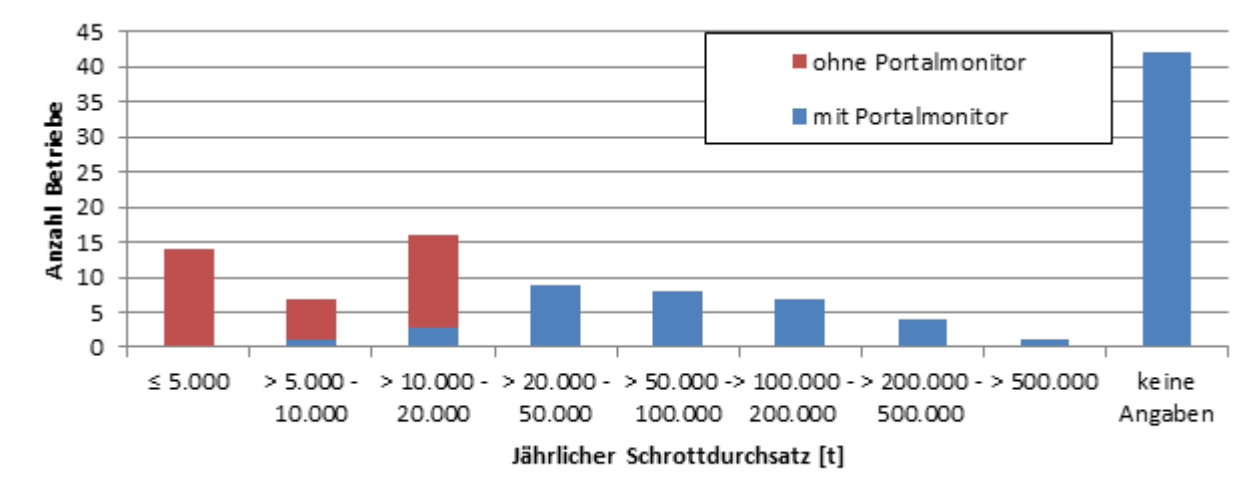
## **4.2 Schrottplätze**

Die in diesem Kapitel beschriebene Umfrage wurde an über 1.000 Verwertungsbetriebe der Schrottindustrie versandt. Ungefähr ein Drittel wurde durch den Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V. (BVSE), die restlichen ca. 700 Umfragen direkt von BS versendet. Bei den direkt-versendeten Umfragen wurde auf die Mailadressen von Schrottplätzen, welche am 15.12.2015 bundesweit auf der Homepage der Gelbe Seiten (Deutsche Telekom Medien GmbH) gelistet waren, zurückgegriffen. Des Weiteren wurden einige, meist größere Unternehmen der Schrottindustrie, direkt von BS zur Teilnahme an der Studie eingeladen. Durch diese Maßnahmen konnten von 108 Schrottplätzen verwertbare Angaben gewonnen werden, wovon 69 zu größeren Gesellschaften gehören.

In Abbildung 4-1 sind die Schrottplätze, welche auf diese Umfrage geantwortet haben, nach ihrem jeweiligen Jahresdurchsatz an Schrott klassifiziert. Bei den 67 von 108 Schrottplätzen, welche bei ihrer Antwort einen Jahresdurchsatz angegeben haben, haben in Summe einen Jahresdurchsatz von ca. 4 Mio. t.

Die Auswertung der Umfrage bezüglich der Ausstattung der Schrottbetriebe mit Portalmonitoren, gestaffelt nach dem jährlichen Schrottdurchsatz, ist ebenfalls in Abbildung 4-1, durch den blauen Anteil der Balken, dargestellt.

Abbildung 4-1: Anzahl von Schrottplätzen mit einem bestimmten Jahresdurchsatz, der blaue Anteil entspricht den Schrottplätzen die mit Portalmonitoren ausgestattet sind oder Zugang zu einem solchen Gerät haben



Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, ergibt sich für die Schrottplätze, welche an der Umfrage teilgenommen haben, ein sehr klares Bild:

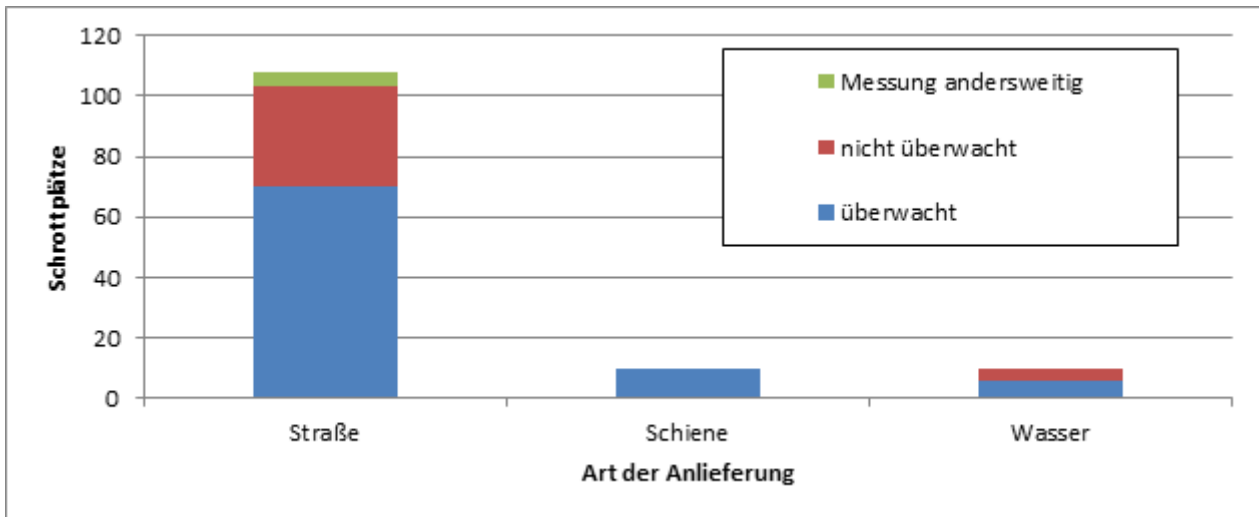
- in den drei Kategorien bis 20.000 t Jahresdurchsatz an Schrott, hat nur ein geringer Anteil der Schrottplätze Zugang zu einem Portalmonitor (intern oder extern), wohingegen
- ab einem Jahresdurchsatz von 20.000 t alle Betriebe den über Straße und Schiene angelieferten Schrott mit Hilfe eines Portalmonitors auf Radioaktivität überprüfen.

42 Schrottplätze haben auf die Umfrage ohne Angabe des jährlichen Schrottdurchsatzes geantwortet. Alle dieser Schrottplätze sind mit Portalmonitoren ausgestattet. Sollten für diese Schrottplätze weitere Daten nachgeliefert werden, werden diese im Rahmen des Forschungsprojektes ergänzt. Gemäß der Unternehmensstruktur dieser Unternehmen ist zu vermuten, dass diese Schrottplätze einen jährlichen Durchsatz von ca. 10 Mio. t haben, sodass sich die durch diese Studie abgedeckte Schrottmenge auf ca. 14 Mio. t erhöht.

Das Ergebnis aus Abbildung 4-1 legt nahe, dass durch die allgemeinen Einkaufsbedingungen der Schrottindustrie (s. Kapitel 3.1) Unternehmen mit einem jährlichen Schrottdurchsatz von > 20.000 t zu 100 % mit Portalmonitoren ausgestattet sind, um den angelieferten Schrott auf Radioaktivität zu überprüfen. Zudem ist dieses Ergebnis, welches durch eine Selbstregulierung des Marktes erreicht wird, mit den in Kapitel 3.2 aufgezeigten gesetzlichen Regulierungen in anderen Ländern (Belgien und die Niederlande) vergleichbar.

In Abbildung 4-2 sind für die an der Studie teilnehmenden 108 Schrottplätze die Häufigkeiten der verschiedenen Ein- bzw. Ausgangswege für Transporte dargestellt.

Abbildung 4-2: Anzahl der Betriebe, die einen bestimmten Transportweg (Straße, Schiene, Wasser) für den An- bzw. Abtransport der Schrotte verwenden.



Aus Abbildung 4-2 geht hervor, dass alle an der Umfrage teilgenommenen Schrottplätze einen Teil ihrer Transporte über die Straße abwickeln. Neben den Straßentransporten werden bei einigen großen Plätzen mit einem Jahresdurchsatz von  $> 80.000$  t auch Transporte über Schiene und Wasserstraßen, durchgeführt. Zudem ist in Abbildung 4-2 der Anteil der überwachten Transportwege in blau dargestellt. Auf Basis der vorliegenden Daten können folgende Aussagen getroffen werden:

- ein Großteil der Straßentransportwege wird überwacht, die Betriebe mit nicht überwachten Straßenzugängen haben gemäß Abbildung 4-1 einen Jahresdurchsatz an Schrott von  $< 20.000$  t,
- alle in dieser Studie erfassten Schienentransportwege werden überwacht und
- ein Großteil der Anlieferungen, welche über Wasserstraßen erfolgen, wird mittels in den Greifern integrierten Messanlagen überwacht; der nicht überwachte Anteil ist in Abbildung 4-2 rot markiert.

Durch die Umfrage stellte sich außerdem heraus, dass es bei größeren Gesellschaften der Schrottbranche durchaus üblich ist, dass kleinere zur Gesellschaft gehörende Schrottplätze ohne eigenen Portalmonitor ihre Messungen auf Radioaktivität bei benachbarten Schrottplätzen der gleichen Gesellschaft durchführen. Diese Schrottplätze sind in Abbildung 4-2 grün dargestellt. Aufgrund ihrer größeren Flexibilität trifft dies nur für Straßentransporte zu.

Bei kleinen Betrieben (Jahresdurchsatz  $< 20.000$  t), besonders bei solchen die zu einer größeren Gesellschaft gehören, handelt es sich häufig ausschließlich um Zulieferbetriebe für größere Schrottplätze. Auch wenn einige dieser belieferten Schrottplätze über Portalmonitore verfügen, werden diese in Abbildung 4-2, aufgrund einer möglichen Exposition des Personals und als Eintragsquelle radioaktiver Quellen und Gegenstände in den Schrottpool als nicht überwacht klassifiziert.

Keiner der an der Umfrage beteiligten Schrottplätze führt seine radiologischen Eingangsmessungen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des angelieferten Messgutes durch.

Von den insgesamt 101 ermittelten Portalmonitoren bei Schrottplätzen ergab eine Aufschlüsselung der Anlagen nach Bauart (z. B. Plastik oder Kristall), der mittleren Anzahl Detektoren und das mittlere Detektorvolumen das in Tabelle 4-1 präsentierte Ergebnis.

Tabelle 4-1: Typische Spezifikationen der Portalmonitor an Schrottplätzen

<b>Bauart des Detektors</b>	<b>Anzahl Anlagen</b>	<b>gemittelte Anzahl Detektoren</b>	<b>gemitteltes Detektorvolumen pro Anlage [l]</b>
Plastik	59	2,1	50,4
Kristall	42	2,6	1,8

An Tabelle 4-1 ist zu erkennen, dass der für Schrottplätze typische Plastik-Portalmonitor gemittelt über zwei Detektoren und einem gemittelten Detektorvolumen von 50 l verfügt. Für Portalmonitore auf Basis eines Kristalldetektors liegt die mittlere Anzahl an Detektoren bei 2,5 mit einem Detektorvolumen von 1,8 l.

Nach der uns vorliegenden Kundenreferenzliste (Thermo Fisher) kann abgeschätzt werden, dass mittels dieser Umfrage ca. 20 % der installierten Anlagen (nur Detektortyp Plastik) dieses Herstellers erfasst wurden.

Die bei der Umfrage ebenfalls ermittelte Ausstattung mit Handmessgeräten ergab, dass ca. 90 % der Schrottplätze mit solchen Messgeräten ausgestattet sind oder Zugriff auf Geräte von benachbarten Schrottplätzen der gleichen Gesellschaft haben.

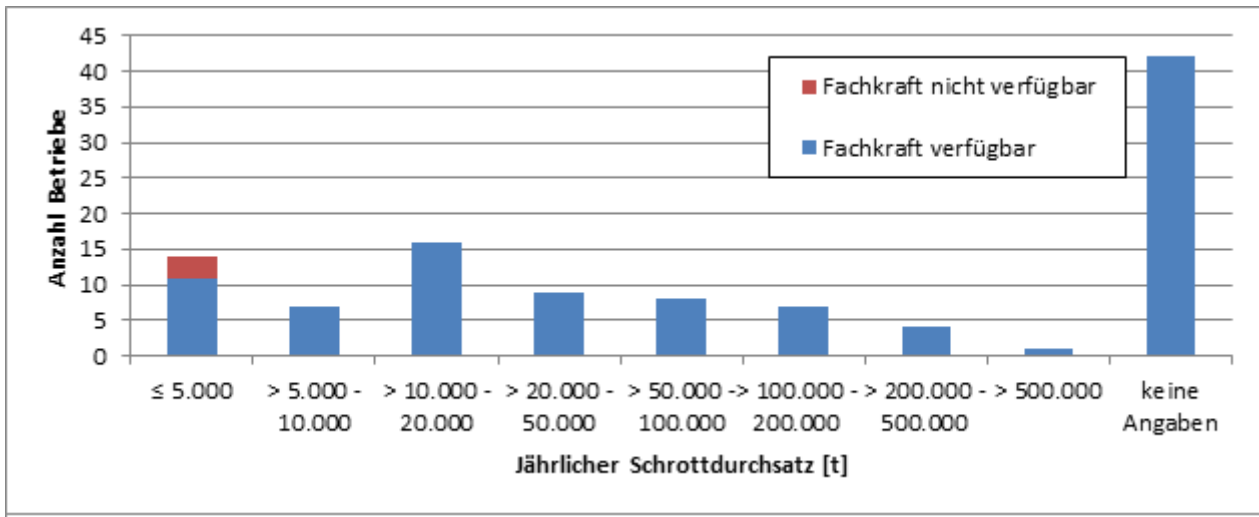
Mit der Umfrage wurde zudem die zusätzliche Ausstattung der Schrottplätze mit weiterer Messtechnik erhoben. Hierbei ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

- Elf Schrottplätze verfügen über Greifer- oder Magnetmessanlagen, welche unter anderem zur radiologischen Überwachung des Be- und Entladens von Schiffen eingesetzt werden. Sechs Schrottplätze, welche solche Messinstrumente betreiben, verwenden diese zudem beim innerbetrieblichen Umschlag von Schrott.
- Zwei Schrottplätze verfügen über eine Bandmessanlage, welche die Schrottzufuhr großer Schredderanlagen überwacht.

Die Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz, sowie deren Ausbildungshintergrund wurde ebenfalls in dieser Studie ermittelt. Die Ergebnisse bezüglich der Verfügbarkeit sind in Abbildung 4-3, in Abhängigkeit des Jahresdurchsatzes an Schrott eines Betriebes, dargestellt.



Abbildung 4-3: Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz in Abhängigkeit des Jahresdurchsatz an Schrott



Die prinzipielle Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz, bei den an der Umfrage teilnehmenden Schrottplätzen, korreliert stark mit dem jährlichen Schrottdurchsatz. So liegt nur in der ersten Kategorie bis 5.000 t jährlicher Schrottdurchsatz, die Verfügbarkeit einer Fachkraft nicht bei 100 %. Für Betriebe oberhalb von 5.000 t Jahresdurchsatz kann von einer Verfügbarkeit einer solchen Person ausgegangen werden. Bei größeren Gesellschaften der Schrottindustrie ist der Strahlenschutz über eine zentrale Organisation für alle Niederlassungen geregelt, hier ist die Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz als vorhanden bewertet worden.

In allen Betrieben, welche über eine Fachkraft für Strahlenschutz verfügen, steht diese Fachkraft kontinuierlich zur Verfügung, deren Handlungskompetenz wurde als Strahlenschutzbeauftragter angegeben (bei drei Angaben wurde der Ausbildungshintergrund durch die Angabe der Fachkunde weiter spezifiziert). Bei einem der Betriebe wird der Strahlenschutz über einen Strahlenschutzbeauftragten eines externen Dienstleisters geregelt.

Mit der Umfrage wurde zudem ermittelt, wie Betriebe bei einem möglichen Fund vorgehen. Hierbei stellte sich heraus, dass kleinere Schrottplätze mit < 20.000 t Jahresdurchsatz, die nicht zu einer großen Gesellschaft gehören oder keinen Zugang zu einem Portalmonitor haben, über keine Betriebsanweisung verfügen, welche die Vorgehensweise bei einem möglichen Fund regelt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Schrottplätze bezüglich der Kapazitäten zum Auffinden herrenloser Strahlenquellen messtechnisch und personell sehr gut aufgestellt sind. Die in Kapitel 3.1 diskutierten allgemeinen Einkaufsbedingungen der Schrottindustrie greifen im Rahmen dieser Stichprobe ab einem jährlichen Schrottdurchsatz der Schrottplätze von 20.000 t. Es ist zu erwarten, dass für die drei kleinsten Bereiche (Jahresdurchsatz von < 20.000 t) die Rückmeldungsquote auf die Umfrage, gemessen an der Gesamtmenge der Betriebe, welche am Markt agieren, als sehr gering und nicht repräsentativ anzusehen ist.

Nachtrag: Nach Fertigstellung des Arbeitspaketes 1 sind noch zwei Rückmeldungen von Schrottplätzen eingegangen. Diese wurde nicht mehr in der obigen Auswertung berücksichtigt. Diese beiden Antworten ändern das Gesamtbild nicht.

### **4.3 Stahlwerke**

Die in Kapitel 4.1 beschriebene Umfrage wurde an die Strahlenschutzverantwortlichen von über 20 Stahlwerken versendet. Es wurde bis zur Erstellung dieses Zwischenberichts nur die Rückmeldung eines Stahlwerks verzeichnet.

Dieses Stahlwerk verarbeitet Schrott im Bereich zwischen 1,0 und 3,0 Mio. t im Jahr. Die Angaben dieses Stahlwerkes sind in Anlage 1 dargestellt. Dieses Stahlwerk überwacht alle Lieferzuwege (Straße, Schiene und Wasserstraße) mit Portalmonitoren bzw. mit Greif- und Magnetmessanlagen. Bezüglich der Überwachung seiner Nebenprodukte sind Einrichtungen vorhanden, welche die

- beim Schmelzprozess anfallenden Schlacken, Stäube bzw. Abluft auf Radioaktivität überwachen sowie
- die Produktion zur Qualitätssicherung mittels einer erkalteten repräsentativen Stahlprobe aus der Schmelze auf Radioaktivität überprüft.

Im Falle eines Alarmes oder eines direkten Fundes ist ein 24 Stunden Bereitschaftsdienst des im Werk ansässigen Strahlenschutzes verfügbar.

Falls es im Rahmen des Forschungsvorhabens zu weiteren Rückmeldungen von Stahlwerken kommt, werden diese in späteren Berichten berücksichtigt. Es ist zu erwarten, dass weitere Rückmeldungen das Bild des technisch und personell sehr gut aufgestellten Stahlwerkes bestätigen.

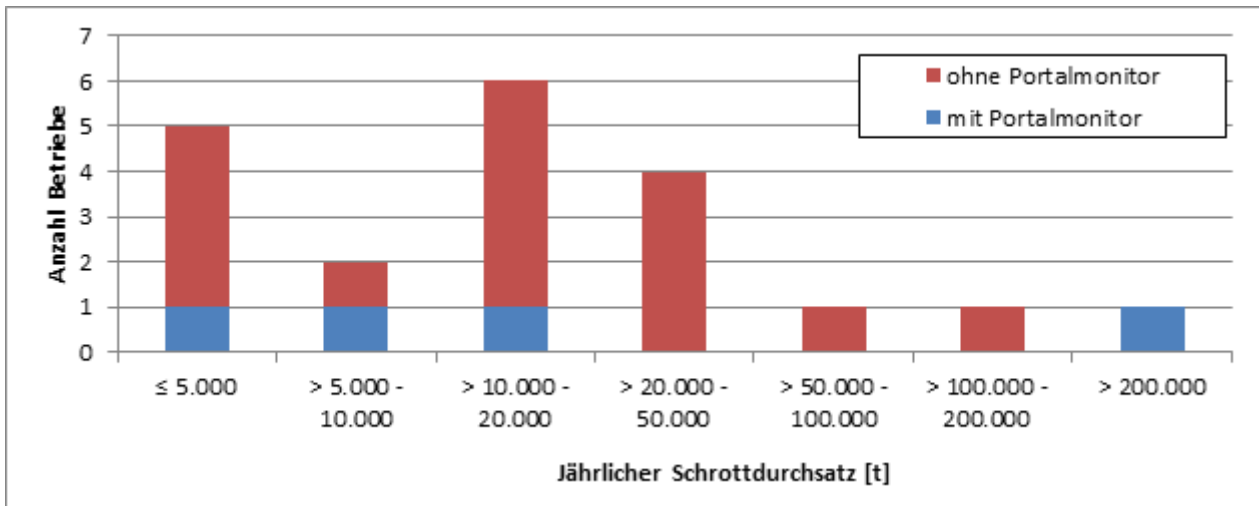
### **4.4 Gießereibetriebe**

Die in Kapitel 4.1 beschriebene Umfrage wurde über den Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG) am 29. Januar 2016 an über 300 Gießereibetriebe versendet. Es wurden innerhalb der gesetzten Frist von über 2 Wochen 23 Rückmeldungen verzeichnet; von diesen Rückläufern sind 20 als verwertbar anzusehen. Die drei ungültigen Fragebögen enthielten keine Angaben und blieben daher unberücksichtigt.

Bei den Gießereibetrieben, welche auf die Umfrage geantwortet haben, handelt es sich fast ausschließlich um Betriebe, welche Eisenschrotte verarbeiten. Die angegebene Menge verarbeiteten Schrotts dieser Betriebe entspricht ca. 880.000 t im Jahr, wobei ca. 87 % des verarbeiteten Schrotts Eisenschrotte ausmachen. Die genannte Menge Eisenschrott entspricht gemäß Kapitel 2.4 ca. 21 % des gesamten Eisenschrottbedarfes der Gießereiindustrie. Die Anlieferung der entsprechenden Betriebe mit Rohmaterial erfolgt ausschließlich über den Transportweg Straße.

In Abbildung 4-4 sind die verschiedenen Gießereibetriebe nach ihrem jeweiligen Jahresdurchsatz an Schrott klassifiziert. Es ist deutlich zu erkennen, dass nur ein geringer Teil der Betriebe mehr als 50.000 t Schrott im Jahr verarbeitet, was in Übereinstimmung mit Kapitel 2.2 den eher mittelständischen Charakter der Gießereibetriebe verdeutlicht.

Abbildung 4-4: Aufteilung der Gießereibetriebe nach ihrem Jahresdurchsatz; der blaue Anteil entspricht dem Anteil der Gießereien, die mit Portalmonitoren ausgestattet sind



Die Auswertung der Umfrage bezüglich der Ausstattung der Betriebe mit Portalmonitoren gestaffelt nach dem jährlichen Schrottdurchsatz ist ebenfalls in Abbildung 4-4, durch den blauen Anteil der Balken, präsentiert. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, ergibt sich im Gegensatz zu den Schrottplätzen, für Gießereibetriebe, welche an der Umfrage teilgenommen haben, ein deutlich uneinheitlicheres Bild:

- in den drei Kategorien bis 20.000 t Jahresdurchsatz an Schrott überprüft jeweils ein Betrieb seine Lieferungen auf Radioaktivität, wohingegen
- in den drei nachfolgenden Kategorien bis 200.000 t Jahresdurchsatz an Schrott in keinem Betrieb eine systematische Kontrolle des Schrotts erfolgt,
- in dem Betrieb der höchsten Kategorie mit mehr als 200.000 t Jahresdurchsatz erfolgt dahingegen eine Kontrolle des Schrotts.

Keiner der an der Umfrage beteiligten Gießereibetriebe führt die radiologischen Eingangsmessungen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des angelieferten Messgutes durch.

Dies zeigt, dass für die Betriebe der Gießereiindustrie im Rahmen dieser Umfrage ein Teil des zur Verarbeitung angelieferten Schrottes nicht durch stationäre Einrichtungen überwacht wird und ein Großteil der Gießereien auf eine ordnungsgemäße Anlieferung von Schrott im Rahmen der „handelsüblichen Beziehungen“ durch seine Zulieferer angewiesen ist.

Von den insgesamt vier ermittelten Portalmonitoren bei Gießereibetrieben ergab sich, bezüglich der Aufschlüsselung nach der jeweiligen Bauart der Detektoren (z. B. Plastik oder Kristall) und der Anzahl der Detektoren, das in Tabelle 4-2 präsentierte Bild.

Tabelle 4-2: Typische Spezifikationen der Portalmonitore an Gießereibetrieben

Bauart des Detektors	Anzahl Anlagen	Anzahl Detektoren <sup>1)</sup>	gemittelttes Detektorvolumen pro Anlage [l]
Plastik	3	3	62
Kristall	1	2	1,4

<sup>1)</sup> Bei mehreren Anlagen wird die gemittelte Anzahl Detektoren angegeben.

Aufgrund der sehr geringen Anzahl an erfassten Portalmonitoren sind die Ergebnisse in Tabelle 4-2 nur bedingt aussagekräftig. Es wird hier auf Kapitel 4.5 mit den übergeordneten Parametern, welche sich aus der Umfrage ergeben, verwiesen.

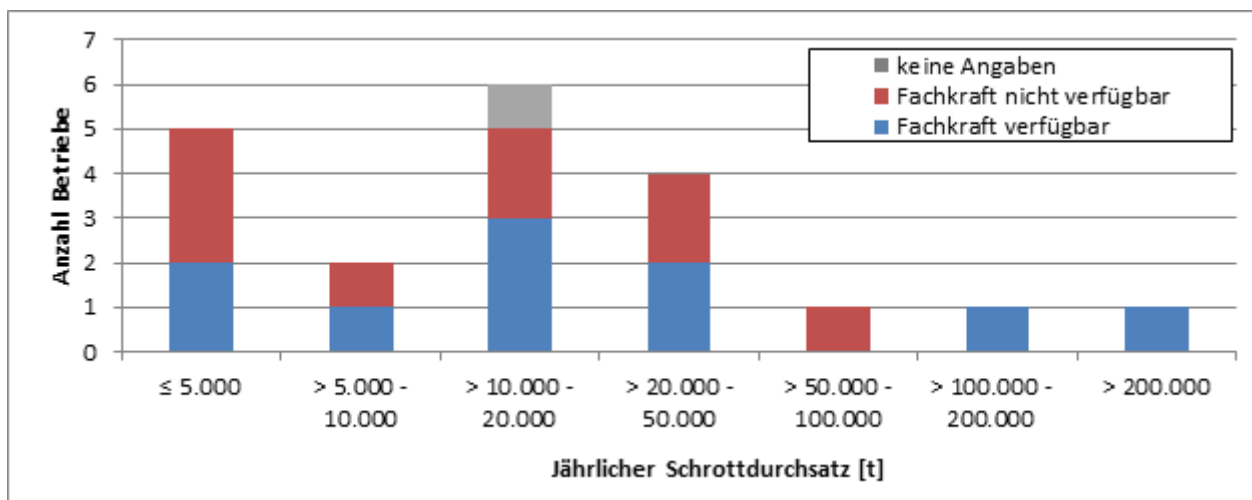
Nach der uns vorliegenden Kundenreferenzliste (Thermo Fisher) kann abgeschätzt werden, dass mittels dieser Umfrage ca. 15 % der installierten Anlagen (nur Detektortyp Plastik) dieses Herstellers bei Gießereien erfasst wurden.

Die bei der Umfrage ebenfalls ermittelte Ausstattung mit Handmessgeräten ergab, dass insgesamt drei von 13 Gießereibetrieben in den Kategorien bis 20.000 t Jahresumsatz mit solchen Messgeräten ausgestattet sind, zwei dieser Betriebe sind zudem Betreiber eine Portalmessanlage. Für Betriebe mit einem höheren Jahresumsatz an Schrott konnte im Rahmen dieser Umfrage keine Ausstattung mit Handmessgeräten ermitteln werden.

Des Weiteren ergab die Umfrage, dass keine der Gießereien Angaben dazu gemacht hat, ob eine radiologische Überwachung ihrer Produktionsabfälle wie Schlacken, Stäube oder Abluft durchführt wird. Neben den ermittelten Eingangsmonitoren und Handmessgeräten konnten auch keine weiteren Messgeräte, wie z. B. Greifer-, Magnet- oder Bandmessanlagen ermittelt werden.

Die Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz und die Ermittlung des Ausbildungshintergrundes wurde ebenfalls in dieser Studie für Gießereibetriebe durchgeführt, die Ergebnisse sind in Abbildung 4-5 nach dem jeweiligen Jahresdurchsatz an Schrott dargestellt.

Abbildung 4-5: Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz in Gießereibetrieben; aufgeteilt nach dem jeweiligen Jahresdurchsatz an Schrott



Die prinzipielle Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz der an der Umfrage teilnehmenden Betriebe korreliert nicht stark mit dem jährlichen Schrottdurchsatz. So liegt in den ersten vier Kategorien bis 50.000 t jährlicher Schrottdurchsatz die Verfügbarkeit einer Fachkraft für Strahlenschutz gemittelt bei 50 %. Für Betriebe oberhalb von 50.000 t Jahresdurchsatz kann aufgrund der geringen Datenlage keine Aussage getroffen werden.

In fast allen Betrieben, die über eine Fachkraft für Strahlenschutz verfügen, bis auf einen Betrieb mit einem jährlichen Schrottdurchsatz von 30.000 t, steht diese Fachkraft kontinuierlich zur Verfügung. Bei jeweils einem der Betriebe wurde die Qualifikation der Fachkraft mit Fachkraft zur Materialprüfung nach Röntgenverordnung bzw. Fachkraft für Arbeitssicherheit angegeben. Bei allen anderen wurde Strahlenschutzbeauftragter als Qualifikation der Fachkraft angegeben (bei zwei Angaben wurde dies durch die Angabe der Fachkunde S2.1 weiter spezifiziert werden).

Bei der Umfrage wurde zudem ermittelt, wie Betriebe bei einem möglichen Fund vorgehen. Hierbei stellte sich heraus, dass nur solche Gießereibetriebe, die gemäß Abbildung 4-4 mit einem Portalmonitor ausgestattet sind, eine Betriebsanweisung besitzen, die regelt, wie bei einem möglichen Fund bzw. einem Alarm des Portalmonitors zu verfahren ist. Hierbei ergab sich, dass bei Alarm des Portalmonitors folgendermaßen vorgegangen wird:

- zweifache Wiederholungsmessung, im Falle eines Alarms bei allen drei Messungen liegt ein verifizierter Alarm vor,
- in diesem Fall Sicherstellung des Fahrzeuges und informieren der Behörden, danach
- Separierung der Ladung und Nachuntersuchung mittels Handgeräten, Messung des leeren LKW.

Zusammenfassend ergibt sich, dass ein Großteil der Gießereien keine aktiven Kontrollen auf radioaktive Quellen und Gegenstände des bei ihnen angelieferten Schrotts durchführen. Die Gießereindustrie scheint sich sehr stark auf eine ordnungsgemäße Anlieferung von Schrott im Rahmen der „handelsüblichen Beziehungen“ durch seine Zulieferer zu verlassen.

#### 4.5 Übergeordnete Parameter

Neben den für Schrottplätze und Schmelzbetriebe charakteristischen Eigenschaften, lassen sich aus der Umfrage auch einige übergeordnete Parameter bezüglich der Messprozeduren ermitteln. In Tabelle 4-3 sind aufgeschlüsselt nach dem jeweiligen Detektortyp und überwachten Transportweg die übergeordneten Parameter aufgelistet.

Tabelle 4-3: Typische ermittelte Spezifikationen der Portalmessanlagen

Bauart des Detektors	Anzahl Anlagen	Anzahl Detektoren <sup>1)</sup>	gemittelte max. Durchfahr- geschwindigkeit [km/h]	gemittelter Ab- stand zwischen Detektoren [cm]	gemittelt- es Detektorvo- lumen pro Anlage [l]
Plastik/LKW	56	2,0	6,7	310	50
Plastik/Zug	7	2,3	6,8	361	57
Kristall/LKW	5	2	5	315	2,1
Kristall/Zug	1	3	10	350	2,1

<sup>1)</sup> Bei mehreren Anlagen wird die gemittelte Anzahl Detektoren angegeben.

Hieraus lässt sich erkennen, dass für einen auf Plastik basierenden Portalmonitor, der eine Zugstrecke überwacht, ca. 361 cm Detektorabstand realisiert werden und eine gemittelte maximale Durchfahrtsgeschwindigkeit für durchfahrende Züge von ca. 6,8 km/h erlaubt ist. Für einen auf Plastik basierenden Portalmonitor, der eine Straßenzufahrt überwacht, ergab sich ein Detektorabstand von 310 cm mit einer gemittelten maximalen Durchfahrtsgeschwindigkeit von 6,7 km/h. Es ist zu erkennen, dass bis auf den deutlich größeren Abstand die Unterschiede zwischen Portalanlagen für Schienen und Straßenverkehr nicht sehr groß sind. In Tabelle 4-4 sind einige typische technische Spezifikationen der gängigen Portalanlagen dargestellt.

Tabelle 4-4: Typische technische Spezifikationen gängiger Portalmonitore, welche zur Überwachung der Schrottströme eingesetzt werden

<b>Hersteller</b>	<b>Thermo Fischer</b>	<b>Saphymo</b>	<b>Rad/Comm Europe</b>	<b>CETTO</b>
<b>Modell</b>	<b>FHT 1388S</b>	<b>RCVL</b>	<b>RC4000</b>	<b>C3</b>
Detektortyp	Plastik	Plastik	Plastik	Kristall
Material	n. b.	n. b.	PVT	NaI oder CsI
Detektierte Strahlung	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma
Energereich	> 30keV	45 keV - 3 MeV	18 keV – 3 MeV	20 keV - 3 MeV
Unterscheidung von Radionukliden	Nein (Energiebereich spezifisch) <sup>1)</sup>	Nein (Energiebereich spezifische Auswertung)	Nein (Energiebereich spezifischer Alarm möglich)	ja
Messzeit	200 ms	n. b.	n. b.	n. b.
Volumen eines Detektors [l]	12 - 25	2,5 - 25	34,3 – 69	0,7 (größeres Volumen möglich)
Detektorfläche	0,5 m <sup>2</sup> bei 25 l	0,5 m <sup>2</sup> bei 25 l	n. b.	n. b.
Automatische Erkennung von Fahrzeugen	ja	ja	ja	ja
Geschwindigkeitsmessung	ja (optional)	ja (optional)	ja (optional)	ja (optional)
Kalibrierung der Hintergrundstrahlung	automatisch	automatisch	automatisch	automatisch
Max. Anzahl Detektoren	8	4	8	12
Neutronendetektion	He-3-Zählrohr optional	Neutronendetektion optional	He-3 oder Alternative optional	n. b.

<sup>1)</sup> Separierung zwischen NORM Material und künstlichen radioaktiven Quellen und Gegenständen (Am-241, Co-60, Cs-137) möglich.

Bei allen gängigen Modellen wird in Echtzeit eine automatische Anpassung des Untergrundes (und somit der Alarmschwelle) durchgeführt, so dass schwankende Umgebungseinflüsse teilweise ausgeglichen werden können. Dieses Verfahren minimiert mögliche Fehlalarme beim Durchfahren eines Fahrzeuges aufgrund der stufenweise (Sigmafunktion) einstellbaren Alarmschwellen der sehr stark abschirmenden Wirkung der z. T. dichten Ladung.

Es lassen sich alle in Tabelle 4-3 aufgeführten Modelle mit einer Anlage zur automatischen Geschwindigkeitsüberwachung ausstatten.

Zwei Hersteller haben Angaben über die eingestellte Alarmschwelle der von ihnen installierten Anlagen gemacht:

- Hersteller 1: Die Alarmschwelle bei Plastiksintillatoren liegt in der Größenordnung von 10 bis 15 % der Untergrundzählrate.
- Hersteller 2: Die Einstellung der Alarmschwelle erfolgt bei Plastiksintillatoren über eine Sigmaschwelle. Es wird vom Hersteller ein Wert von  $7,5 \sigma$  (Fehler der Untergrundmessung) als Maß für die Alarmschwelle angegeben. Die wirklich eingestellten Alarmschwellen können aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und der Art des Betriebes von diesem Wert abweichen.

Diese Angaben werden im Rahmen der Simulationen berücksichtigt.

#### **4.6 Detektoren zur Auffindung von Neutronenstrahlern**

Im Rahmen der Umfrage hat keiner der Schmelzbetriebe und Schrottplätze im Textfeld für weitere Messgeräte eine Angabe bezüglich des Vorhandenseins von Detektoren zur Auffindung von Neutronenstrahlern gemacht. Dies kann bedeuten, dass in den Betrieben, welche an der Umfrage teilgenommen haben, keine aktiven Detektionen nach Neutronenquellen über Portalmonitore durchgeführt werden. Um dieses Ergebnis abzusichern, wurden die Hersteller über installierte Neutronendetektoren an deutschen Schrottplätzen befragt. Bei dieser Anfrage wurde nur die Anlage am Hamburger Hafen aus Kapitel 3.1.4 angegeben. Daher kann davon ausgegangen werden, dass bei den Schmelzbetrieben und den Schrottplätzen, die an der Umfrage teilgenommen haben, keine aktive Detektion auf Neutronenstrahlung durchgeführt wird.

### **5. UMFRAGE ZU FUNDEN RADIOAKTIVER QUELLEN UND GEGENSTÄNDE IN DEUTSCHLAND**

In diesem Kapitel werden Fälle in Deutschland als auch international, in denen radioaktive Quellen und Gegenstände auf Schrottplätze, in Gießereien und Stahlwerke gelangt sind und dort zu Zwischenfällen geführt haben (z. B. Kontamination der Schmelzeinrichtungen) bzw. von Fällen, in denen solche Vorfälle verhindert werden konnten, dargestellt. In Kapitel 5.1 wird eine vollständige Liste der mittels der Umfrage ermittelten Funde von radioaktiven Quellen und Gegenständen im Stahlschrott gegeben. Detaillierte Einzelbeschreibungen der Funde werden dann im Kapitel 5.2 beschrieben. In Kapitel 5.3 wird eine Auflistung weiterer national als auch international veröffentlichter Vorfälle gegeben.

#### **5.1 Übersicht der in der Umfrage angegebenen Funde**

Im Rahmen der in Kapitel 4.1 präsentierten Umfrage wurden von den Betreibern von Schrottplätzen, Gießereien und Stahlwerken viele skizzenhafte Angaben zur Detektionen an Eingangsmonitoren gemacht. In Tabelle 5-1 sind diese Angaben geordnet nach den Jahren zusammengefasst. Sofern eine Identifikation der Angaben mit den meldepflichtigen besonderen Vorkommnissen mit Perso-

nenbeteiligung des Jahresberichtes des BfS möglich war, ist diese in der letzten Spalte der Tabelle 5-1 vermerkt.

Tabelle 5-1: Im Rahmen der Umfrage ermittelte Detektionen radioaktiver Quellen und Gegenstände auf Schrottplätzen, in Gießereien und Stahlwerken; die chronologische Reihenfolge innerhalb der jeweiligen Jahre ist willkürlich

Jahr	Fundort	gemessene Ortsdosisleistung	Aktivitäten oder spezifische Aktivitäten	Art des Funds	Maßnahmen	Dekontamination erforderlich	Kommentar
2007		0,29 µSv/h am Container 30 µSv/h am Objekt	ca. 500 kBq Ra-226++	Uhr mit Leuchtfarbe	Sicherstellung des Containers, Selektion des Materials durch Sachverständige	n. b.	
2007	Karossen	0,108 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Kupferschrott	0,3 µSv/h		Kupferrohr mit Inkrustierungen	Container gesichert, Einschaltung eines Sachverständigen	n. b.	
2007	Mischschrott	0,094 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007		Container außen 12 µSv/h Kapsel außen 15 µSv/h	Ra-226++	80 Kapseln aus militärischem Gerät	Einschaltung der WP und Amt für Arbeitsschutz, Entsorgung durch Verursacher	n. b.	[BfS 07]
2007	Mischschrott	0,22 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Mischschrott	0,14 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Mischschrott	0,115 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Mischschrott	0,86 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007		bis zu 3,3 mSv/h an der Bleiummantelung; 0,98 µSv/h an der Containeraußenwand	je 1 GBq Cs-137	3 Strahler in Blei eingewickelt	Sicherstellung des Containers, Selektion und Einschaltung der Behörde	n. b.	[BfS 07]
2007	Mischschrott	0,3 µSv/h		Draht	Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Mischschrott	0,104 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Mischschrott				Behörde informiert; Teil wurde entsorgt	n. b.	
2007	Schreddervormaterial	23,7 µSv/h (an Anzeigeneinheit)		Anzeigeneinheit	Beauftragung eines Sachverständigen, Entsorgung über Landessammelstelle	n. b.	
2007		0,6 µSv/h			Sicherstellung des Materials, Einschaltung eines Sachverständigen	n. b.	
2007	schwerer Mischschrott	0,21 µSv/h Oberfläche			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Mischschrott	0,21 µSv/h			Annahme verweigert nach Rücksprache mit Sachverständigem	n. b.	
2007	Mischschrott			Kabelstücke	Behörde informiert; separiert und entsorgt	n. b.	
2007	Greifer	800 µSv/h	1-10 GBq	Füllstandsmesser mit Ummantelung	Alarm wird dem betrieblichen StrlSch. gemeldet, Messgut separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	[BfS 07]
2007	Greifer	40.000 µSv/h (Kontakt)	2-6 GBq Cs-137	Füllstandsmesser	jeder Alarm wird dem betrieblichen StrlSch. gemeldet, separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	[BfS 07]
2007	Greifer	200 µSv/h (Kontakt)	ca. 2,5 MBq Co-60	U-förmiges Teil	Alarm wird dem betrieblichen StrlSch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2008	Wagon	72 µSv/h am Fass 0,9 µSv/h verteilter Staub	3 MBq Th-232	Fassteil mit verteiltem Staub		<b>Ja (siehe Text)</b>	



2008		Oberfläche: 18,90 µSv/h in 0,1m Abstand: 2,74µSv/h in 0,5 m Abstand: 0,34 µSv/h Kehricht: 285 nSv/h	ca. 215 kBq Ra-226++	eine Anzeigeeinrichtung mit radioaktiv dotierter Leuchtfarbe (ca. 10 g)	radioaktives Material sichergestellt und Sachverständigen bestellt, ordnungsge- mäß entsorgt	n. b.	[BfS 08]
2008		458 nSv/h	Ra-226++	Längsholm an einem Container	Beauftragung eines Sachverständigen, entsorgt	n. b.	
2008		220 nSv/h	Th-232	Anlieferung Tresore von Geldautomaten, Feuer- festmaterialien aus Tresoren	Beauftragung eines Sachverständigen	n. b.	
2008	Schreddervor- material	2,1 µSv/h			Fahrzeug sichergestellt, Bereich abge- sperrt/Sach-verständigen informiert	n. b.	
2008		255 nSv/h	Th-232	mineralische Rückstände	Ladung sichergestellt, Sachverständigen bestellt, Annahme verweigert	n. b.	
2008		14 µSv/h	Ra-226++	Kathodenstrahlröhre	Sachverständigen bestellt, Gewerbeauf- sichtsamt wurde informiert	n. b.	
2008		3 µSv/h	Ra-226++	Leuchtzifferanzeige	wurde vom Amt für Arbeitsschutz aussortiert und entsorgt	n. b.	
2008		30,60 µSv/h	Ra-226++	Leuchtzifferanzeige Kompass	Ladung sichergestellt, Sachverständigen bestellt	n. b.	
2008		385 nSv/h	Th-232	mineralische Rückstände	Ladung sichergestellt, Sachverständigen bestellt, Annahme verweigert	n. b.	
2008		220 nSv/h	Co-60	Pumpenelemente	Ladung sichergestellt, Sachverständigen bestellt, Annahme verweigert	n. b.	
2008		423 nSv/h	Th-232	mineralische Rückstände	Ladung sichergestellt, Sachverständigen bestellt, Annahme verweigert	n. b.	
2009				Kathodenstrahlröhre	an Lieferanten zurück, mit Behörde abgesprochen	n. b.	
2009	Mischschrott	max. 350 µSv/h			Container in Halle gestellt, Sachverständigen bestellt	n. b.	
2009	Mischschrott				Regierungspräsidium benachrichtigt	n. b.	
2009		1,0 µSv/h		Schamottesteine in Rohre	Rückgabe an Lieferanten	n. b.	
2010		Kontakt: 260,0 µSv/h r = 20 cm : 12,0 µSv/h Nulleffekt: 0,1 µSv/h	2,22 MBq Ra-226++	Strahlenquelle (vermut- lich Prüfstrahler) in Schraubkapsel Maße: Durchmesser 2,5 cm, Höhe 3,5 cm Masse: ca. 0,1 kg	Entsorgung über Landessammelstelle	n. b.	
2010		max. 2,58 µSv/h	700 kBq Ra-226++	Rohr mit Flanschen mit einem Gesamtgewicht von 100 kg	Entsorgung über Sachverständige	n. b.	
2011	Wagon	25 µSv/h	20 MBq Co-60	Co-60 Strahler	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	[BfS 11]
2011		max. 3,07 µSv/h	700 kBq Ra-226++	ein Rohr mit einem Gesamtgewicht von 54 kg	Entsorgung über Sachverständige	n. b.	
2011		max. 1,69 µSv/h	2,1 MBq Ra-226++	fünf Rohre mit einem Gesamtgewicht von 162 kg	Entsorgung über Sachverständige	n. b.	
2011	Container	max. 293 µSv/h am Container, 297 µSv/h am Material	Gesamtaktivität von rund 375 MBq	950 Metallplaketten mit darauf befindlicher radioaktiv dotierter Leuchtfarbe	Sicherstellung des Materials auf dem Betriebsgelände	n. b.	[BfS 11]
2011		max. 260 µSv/h			Sicherstellung des Materials auf dem Betriebsgelände	n. b.	
2012		350 nSv/h (Oberflä- che)	0,340 Bq/g K-40 0,336 Bq/g Th-232 0,255 Bq/g U-238	Kathodenstrahlröhren	Gutachten und Entsorgung über Sach- verständige	n. b.	

2012		0,3 µSv/h		Tresor mit Zirkon Sand	Messung und Bewertung durch Sachverständige	n. b.	
2012		0,2 µSv/h			Container sichergestellt, - Sachverständiger beauftragt - Information an Regierungspräsidium	n. b.	
2012		143 nSv/h (Oberfläche)	1,8 Bq/g K-40	Glasbruch	Gutachten über Sachverständigen	n. b.	
2012		50-60 µSv/h		Radiumbecher	Sachverständige bestellt	n. b.	[BfS 12]
2012		222 nSv/h	0,39 Bq/g Th-232 0,33 Bq/g U-238	Brandschutzplatten mit Anhaftung	Gutachten über Sachverständige	n. b.	
2012		3 µSv/h			Info Regierungspräsidium, Sachverständige bestellt	n. b.	
2012		900 nSv/h Container 22 µSv/h Leuchtfarbe		Vergrößerungsgerät aus Fotolabor mit Skala aus radioaktiver Leuchtfarbe	Sachverständige bestellt	n. b.	
2012		5,34 µSv/h		Material aus Krankenhaus	Beauftragung Sachverständige, Information Gewerbeaufsicht	n. b.	
2012		0,5-0,6 µSv/h Container und 110-120 µSv/h am Material		Radium-Wasserbereiter	Sichergestellt, Entsorgung über Landessammelstelle	n. b.	[BfS 12]
2012		0,8-0,9 µSv/h		Metallrohr	Information an und Aussortierung durch das Regierungspräsidium	n. b.	
2012		50-60 µSv/h	Ra-226++ 2,8 MBq	Ionisationsrauchmelder	<b>s. Kapitel 5.2</b>	n. b.	
2012		1 µSv/h			Messung und Bewertung durch Sachverständige, Einstellungsfehler an Messanlage	n. b.	
2012		2,4 µSv/h	3,1 MBq Ra-226, 0,5 MBq Pb-210, 0,3 MBq Th-228 0,3 MBq Ra-228	Schlauchstücke aus Thermalbad	<b>s. Kapitel 5.2</b>	n. b.	
2012	Entladung Schiff	2,6 µSv/h	Ra-226++	Anzeigeeinstrumente	Greifer Alarm, Messung und Bewertung durch Sachverständige, Entsorgung über Landessammelstelle	n. b.	
2012	Mischschrott leicht			Glühstrümpfe	Gutachten über Sachverständige	n. b.	
2012		0,3 µSv/h		radioaktive Leuchtfarbe	Sachverständigen bestellt	n. b.	
2012		0,3 µSv/h			Sachverständigen bestellt	n. b.	
2012		0,27 µSv/h		Ausgleichsgewichte aus Fluggerät	Info an Regierungspräsidium mit Messung durch Regierungspräsidium, Entsorgung über Landessammelstelle	n. b.	
2012			< 0,7 Bq/cm² Ra-226	7 Eisenrohre mit Inkrustierung	Beauftragung Sachverständige, Information Gewerbeaufsicht, entsorgt	n. b.	
2012		0,4 µSv/h		Rohrbündel Wärmetauscher Elemente	Entladung Schiff geweigert, Ausweichhafen, dort mittels Sachverständigen entladen und beprobt, entsorgt	n. b.	
2012	Entladung Schiff	2,7 µSv/h (Kontakt)	Ra-226	Metallteil	Messung und Bewertung durch Sachverständigen	n. b.	
2012	KFZ-Eingang	270 µSv/h (Kontakt)	Ra-226	Gesteinsstufe (vermutlich Pechblende)	Messung und Bewertung durch Sachverständigen	n. b.	
2013	Wagon	0,03 µSv/h	Ra-226++ 6,0E+03 Bq Th-232 8,0E+03 Bq	Tresortür	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,04 µSv/h	Pb-212 5,0E+03 Bq Ra-226++ 5,0E+04 Bq	Wanne mit Krümel	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Greifer	0,22 µSv/h	Ra-226++ 3,0E+04 Bq Th-232 4,0E+04 Bq	gewinkeltes Rohr	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	

2013	LKW	0,1 µSv/h	Ra-226++ 5,0E+04 Bq Th-232 4,0E+04 Bq	Tresortür	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	1,6 µSv/h	Ra-226++ 4,0E+02 Bq	Rohrstück	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,04 µSv/h	Ra-226++ 9,0E+04 Bq	Fass mit Feinanteilen	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	20 µSv/h	Ra-226++ 1,8E+06 Bq	Halterung	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Greifer	0,5 µSv/h	Ra-226++ 4,0E+04 Bq	Kupferdorn mit Blech	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	1,48 µSv/h	Ra-226++ 2,0E+05 Bq	Messinstrument	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,34 µSv/h	Th-232 3,0E+04 Bq	Stahlteil	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,21 µSv/h	Ra-226++ 4,0E+04 Bq	Schalter	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,59 µSv/h	Ra-226++ 8,0E+04 Bq	Ziffernblatt	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013		0,32 µSv/h	Ra-226++ 2,0E+05 Bq Th-232 1,0E+04 Bq	Scherenteile	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Schrottkorb	16,5 µSv/h	Ra-226++ 2,0E+06 Bq		Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,04 µSv/h	Ra-226++ 1,5E+04 Bq	Rohr mit Feuerfest	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,2 µSv/h	Ra-226++ 2,0E+04 Bq	Schalter	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	0,06 µSv/h	Ra-226++ 1,0E+04 Bq Th-232 3,0E+04 Bq	Blech	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Greifer	1,7 µSv/h	Ra-226++ 2,5E+05 Bq	Armaturn	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	2,89 µSv/h	Ra-226++ 2,5E+05 Bq	Bauteil	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	Wagon	11,0 µSv/h	Ra-226++ 7,0E+05 Bq	Armgerät	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2013	MV-Schrott	460 µSv/h (Kontakt)			separat gelagert, abgesperrt, Sachverständigen bestellt	n. b.	
2013	Scherenschrott Sorte 1	1,8 µSv/h (Kontakt)			Extra gelagert, abgesperrt, Sachverständigen bestellt	n. b.	
2013	Mischschrott	0,6 µSv/h			Info Regierungspräsidium Container sichergestellt, Sachverständigem bestellt	n. b.	
2013	Schreddervor- material	200 µSv/h (Kontakt)		Draht wahrscheinlich aus Prüfstrahler	separat gelagert, abgesperrt, Sachverständigen bestellt	n. b.	
2013	Schreddervor- material			Bildschirmglas	separat gelagert, Sachverständige bestellt	n. b.	

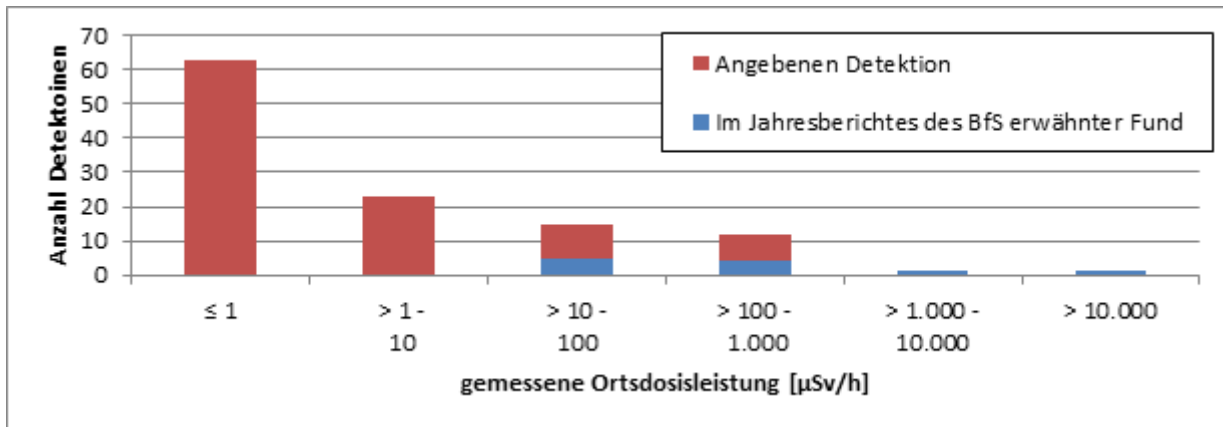
2013	Schreddervor- material	47,1 µSv/h (Kontakt)			separat gelagert	n. b.	
2013	Schreddervor- material				separat gelagert	n. b.	
2013		9 µSv/h	Th-232	Schweißstäbe	Regierungspräsidium vor Ort	n. b.	
2013	Absetzmulde	80 nSv/h		Aluminium-Kühler	Sachverständige bestellt	n. b.	
2013	Absetzmulde	0,18 µSv/h		Hochspannungsisolato- ren	<b>s. Kapitel 5.2</b>		
2013		111 nSv/h		Tank in dem zirkonsand- haltige Schlämme gela- gert waren	nach Abspülen der Schlämme keine weiteren Maßnahmen	n. b.	
2013		180 µSv/h		Trink- und Badekurappa- ratur	Sicherstellung durch Sachverständige	n. b.	
2013	9t Mischschrott				separat gelagert	n. b.	
2013		41,4 µSv/h		Neigungsmesser aus altem Panzer	separiert, Sachverständige bestellt	n. b.	
2013		0,976 µSv/h		Anzeigeeinrichtung mit radioaktiver Farbe ca. 300 g	separiert, Sachverständige bestellt	n. b.	
2013		450 µSv/h		Gerät aus den 70er Jahren um Wasser radiologisch anzurei- chern	separiert, Sachverständige bestellt, Ordnungsgemäße Entsorgung	n. b.	[BfS13]
2013		0,29 µSv/h			Sachverständige bestellt	n. b.	
2013	Dämmwolle	145 nSv/h			separiert, Sachverständige bestellt	n. b.	
2013	ca. 36 t Schrott		Ra-226++	Instrumentenanzeige	separiert, Sachverständige bestellt	n. b.	
2014	Wagon	0,35 µSv/h	4,5E+04 Bq Ra-226++	Druckknopf	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	LKW	25,0 µSv/h	1,4E+06 Bq Ra-226++	Blitzableiter	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Greifer	0,13 µSv/h	Ra-212++ 3,0E+04 Bq Bi-212 3,0E+03 Bq	Fass Isopropanol	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Wagon	0,07 µSv/h	Ra-212++ 5,0E+03 Bq Bi-212 2,0E+02 Bq	Rohr	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Greifer	6,9 µSv/h	Ra-226++ 4,5E+05 Bq	Hahn	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Greifer	0,21 µSv/h	U-238 4,5E+03 Bq U-235 2,2E+03 Bq Th-232 6,0E+03 Bq	Tresortürstücke	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Wagon	1,3 µSv/h	Ra-226++ 1,0E+05 Bq	Blech	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Wagon	0,24 µSv/h	Ra-226++ 7,5E+04 Bq	gepresstes Fass	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Greifer	0,49 µSv/h	Ra-226++ 5,0E+05 Bq	Hebel mit Zahnradkranz	Alarm wird dem betrieblichen Strl.Sch. gemeldet, Ladung separiert und bei Fund der Behörde gemeldet	nein	
2014	Mischschrott				Fahrer verlässt trotz Aufforderung zu bleiben das Gelände. Einen Tag später die Behörde informiert.	n. b.	
2014	Vormaterial	5,5 µSv/h			Separiert, Entsorgung über Sachverstän- digen	n. b.	
2014	Mischschrott		I-131	Blechdose	Sachverständige bestellt	n. b.	

2014	Neuschrott	0,3 µSv/h			Container sichergestellt Info an Regierungspräsidium Karlsruhe, Sachverständigen bestellt	n. b.	
2014	Mischschrott				Sachverständigen bestellt	n. b.	
2014		2 µSv/h			Info Regierungspräsidium Sachverständigen bestellt	n. b.	
2014			1,3 MBq Ra-226++	Emanator	s. Kapitel 5.2	n. b.	
2014		0,25 µSv/h			Info Regierungspräsidium Sachverständigen bestellt	n. b.	
2014	Schreddervor- material	1,3 µSv/h			Sachverständigen bestellt	n. b.	
2014		0,2µSv/h			Info Regierungspräsidium Karlsruhe, Sachverständigen bestellt	n. b.	
2014		0,37 µSv/h	Ra-226++ 139 Bq/kg Ra-228 225 Bq/kg Th-228 224 Bq/kg U-238 141 Bq/kg Pb-210 427 Bq/kg	Korundstaub	<b>s. Kapitel 5.2</b>	n. b.	
2014	Wärmetauscher	1,5 µSv/h			Separiert, Entsorgung über Sachverständiger	n. b.	
2015		1,7 µSv/h		Rohrstück mit Inkrustierungen	sichergestellt	n. b.	
2015		0,5 µSv/h an Containeroberfläche		Radium-Trinkbecher	sichergestellt	n. b.	
2015		0,18 µSv/h	Ra-226++ 2,67E-01 Bq/g Pb-210 1,29E+00 Bq/g	Rohre	<b>s. Kapitel 5.2</b>		
2015	Mischschrott	1,38 µSv/h			sichergestellt	n. b.	
2015				Sextant	sichergestellt	n. b.	
2016		150 µSv/h		Prüfstrahler Cs 137 Quelle, ca. 1 cm	durch Sachverständigen verpackt, Vorbereitung zur Entsorgung	n. b.	

Für viele der angegebenen detektierten Gegenständen ist nicht bekannt (n. b.) ob eine etwaige Dekontamination erforderlich gewesen ist. Ein Stahlwerk hat für das Jahr 2008 eine Angabe bezüglich einer Dekontaminationsmaßnahmen in Verbindung mit einem Fund angegeben, hierbei handelte es sich um ein Fassteil (Th-232 3,0E6 Bq; Kontakt: 72 µSv/h) mit verteiltem Staub (Th-232 6,0E+4 Bq; Kontakt: 0,86 µSv/h) in einem Wagon. Aufgrund der im Wagon verteilten Aktivität mussten Dekontaminationsmaßnahmen an diesem durchgeführt werden; hierbei entstanden Kosten von rund 50.000 €. Angaben darüber, wer die Kosten letztendlich getragen hat, wurden nicht gemacht.

Aus den in Tabelle 5-1 ermittelten Daten wird in Abbildung 5-1 die Häufigkeit der Detektion radioaktiver Gegenstände sortiert nach ihrer Ortsdosisleistung angegeben. Hierbei wurde auch berücksichtigt, ob es sich um einen Fund gemäß § 71 StrlSchV des jeweiligen Jahresberichtes des BfS handelt.

Abbildung 5-1: Häufigkeit der Detektion radioaktiver Gegenstände nach der Ortsdosisleistung sortiert, der blaue Anteil gibt den Anteil der im Jahresbericht des BfS erwähnten Funde an



In Abbildung 5-1 ist für die in dieser Umfrage erfassten radioaktiven Quellen und Gegenständen im Stahlschrott deutlich zu erkennen, dass

- der Großteil eine geringe Dosisleistung von  $< 1 \mu\text{Sv/h}$  aufweist,
- die Anzahl der Funde mit steigender Ortsdosisleistungen kontinuierlich abnimmt und
- für Gegenstände mit einer höheren Ortsdosisleistungen die Anzahl der gemäß § 71 gemeldeten Funde zunimmt.

Das sich für Gegenstände und Quellen mit hoher Ortsdosisleistung ( $>100 \mu\text{Sv/h}$ ) keine 100 % Übereinstimmung, mit den im Jahresbericht des BfS erwähnten meldepflichtigen besonderen Vorkommnisse mit Personenbeteiligung ergibt, kann folgende Gründe haben:

- die durch den Betreiber gemachten Angaben ermöglichten keine genaue Zuordnung (z. B. nur Jahresangaben, keine Nuklide angegeben etc.),
- für Funde neueren Datums (nach 2013) liegen noch keine Jahresberichte des BfS vor oder
- die gemachten Funde wurden dem BfS nicht mitgeteilt.

Ein Großteil des detektierten Materials konnte im Schreddervormaterial bzw. im Mischschrott gefunden werden.

## 5.2 Detektionen in Eingangsmonitoren verschiedener Schrottplätze

In diesem Abschnitt werden BS bekannte Detektionen an Eingangsmonitoren verschiedener Schrotthändler und anderer Anlagen exemplarisch dargestellt. Diese Detektionen traten im Zeitraum 2012 bis 2015 auf und spiegeln daher den aktuellen Stand wider.

Tabelle 5-2: Übersicht über radioaktive Stoffe, die an Portalmessanlagen verschiedener Schrotthändler die jeweilige Alarmschwelle überschritten

Fund	Fundobjekt	Max. Spez. Akt. [Bq/g]	Aktivität [Bq]	Einordnung und Entsorgung
2012	Zwei Radium-Ionisations-Rauchmelder	(nicht angebar)	3E+6 Ra-226++	Anzeige bei Behörde aufgrund der abgeschätzten Aktivität, Transport und Entsorgung über Firma mit Genehmigung zum Umgang mit Ionisationsrauchmeldern durchgeführt; Rauchmelder als Typ-A-Versandstück verpackt und nach UN 2915 transportiert
2012	54 kg Schläuche mit NORM aus Thermalbad	2E+3 Ra-226 1E+1 Pb-210 2E+1 Th-228 2E+1 Ra-228	3E+6 Ra-226 5E+05 Pb-210 3E+05 Th-228 3E+05 Ra-228	Anzeige bei Behörde wg. Überschreitung FG von Ra-226 und Th-228 in Anl. III Tab. 1 Sp. 2 u. 3 StrlSchV Wegen Herkunft, geringer Gesamtmenge und Aktivität kein überwachungsbed. Stoff gem. § 97 StrlSchV; Entsorgung via Hausmüllverbrennungsanlage
2013	9 t Keramik-Isolatoren aus Umspannwerk*	1,1 K-40	1E+07 K-40	kein zu berücks. Rückstand gem. Anl. XII, Teil A StrlSchV, keine Übersch. gem. Anl. XII, Teil B StrlSchV; Entsorgungsempfehlung als AVV 170103 auf Abfalldeponie
2014	Radium-Emanator* mit ca. 5 µg Ra-Quelle	5E+04 Ra-226++ (bzgl. Quelle)	1E+06 Ra-226++	Anzeige bei Behörde; Abgabe an LSSSt., als Typ-A-Versandstück (UN 2915) transportiert
2014	10 t Korund Strahlstaub aus Metallverarbeitung	3E-03 K-40 1E-1 Ra-226 2E-1 Ra-228 2E-1 Th-228 2E-1 Th-232 4E-1 Pb-210 1E-1 U-238	3E+4 K-40 1E+6 Ra-226 2E+6 Ra-228 2E+06 Th-228 2E+06 Th-232 4E+06 Pb-210 1E+06 U-238	ausschließlich nat. Radionuklide mit spez. Akt. < Anl. III Tab. 1 Sp. 3 StrlSchV, kein Fund im Sinne § 71 StrlSchV Entsorgung als AVV 12 01 17 Deponie (DK II)
2015	ca. 5,7 t Stahlrohre aus der Geothermie	0,2 Ra-226 0,8 Pb-210 0,1 Ra-228		Von insgesamt 170 t zu entsorgender verschiedener Stahlrohre (Lubestrings, Casings etc.) mit unterschiedlichen Kontaminationen wiesen 9 Rohre einen Befund bei der Anlieferung auf Entsorgung als AVV-Nr. 17 04 09* durch Schmelzdekontamination, kein ADR-Transport

Die folgenden Unterabschnitte stellen jeweils die radiologische Bewertung der exemplarisch aufgeführten Stoffe sowie die anschließende Vorgehensweise zu ihrer weiteren Entsorgung oder Verwertung dar. Hieraus wird ersichtlich, wie der Vollzug der Vorschriften der StrlSchV auch in solchen Fällen, in denen Freigrenzen unterschritten sind, gehandhabt wird. Alle Beispiele sind anonymisiert.

### 5.2.1 Fund Rauchmelder

Im Jahr 2012 wurde bei der Anlieferung von Reststoffen aus dem Abriss einer militärischen Anlage an einen Schrottplatz ein Alarm an der an der Einfahrt des Werksgeländes installierten Portalmessanlage (ausgestattet mit zwei Plastiksintillationsdetektoren) ausgelöst. Von Mitarbeitern des

Schrottplatzes konnten zwei Fundstücke als Ursache für das Ansprechen der Messanlage identifiziert werden, die in der Folge in Bleifolie eingeschlagen und für Dritte unzugänglich auf dem Betriebsgelände sicher verwahrt wurden. Die restlichen Reststoffe wurden einer erneuten (zweifachen Messung) mit Hilfe der Portalmessanlage unterzogen. Da kein Ansprechen der Anlage mehr registriert werden konnte, wurden diese Stoffe einer konventionellen Beseitigung zugeführt.

Bei einer orientierenden Vor-Ort-Untersuchung der Fundstücke durch Mitarbeiter von BS wurden folgende Messgeräte verwendet:

- Dosisleistungsmessgerät Automess 6150 AD6 (S/N 90739) und
- Kontaminationsmonitor S.E.A. CoMo 170.

Bei den Fundstücken handelte es sich um zwei Ionisationsrauchmelder älterer Bauart (ca. 1950) vom Typ FES 5 des Unternehmens Cerberus (später Siemens AG) (Abbildung 5-2). Laut Herstellerangaben besaßen diese Ionisationsrauchmelder zwei Quellen (Mess- und Vergleichskammer) mit einer Gesamtaktivität von 38  $\mu\text{Ci}$  Ra-226.

Abbildung 5-2: Außen- und Innenansicht eines der Rauchmelder mit Quelle in Korbmitte



Die zylindrischen und mit korbähnlichem Aufsatz versehenen Fundstücke aus Aluminium hatten einen Durchmesser von ca. 6,5 cm, eine Länge von ca. 9,5 cm. Bei einem der Rauchmelder war nur noch eine der beiden Quellen vorhanden.

Messungen der maximalen Dosisleistung an diesem Rauchmelder ergaben an der Außenseite ca. 50  $\mu\text{Sv/h}$ , an der Quelle ca. 60  $\mu\text{Sv/h}$ , an der Rückseite 41  $\mu\text{Sv/h}$ , in 10 cm Entfernung von der Rückseite 4  $\mu\text{Sv/h}$  und in 20 cm Entfernung von der Rückseite 1,5  $\mu\text{Sv/h}$ .

Messungen der maximalen Dosisleistung am zweiten Rauchmelder ergaben an der Außenseite ca. 50 bis 60  $\mu\text{Sv/h}$ , an der Quelle 30  $\mu\text{Sv/h}$ . Wischproben an beiden Fundstücken ergaben keinen Hinweis auf abwischbare bzw. lose Kontamination.

Auf Basis dieser Angaben wurde die Gesamtaktivität zu ca. 2,8 MBq Ra-226<sup>++</sup> ermittelt.

Der Fund wurde durch den Betreiber des Schrottplatzes auf Grund der Höhe der abgeschätzten Aktivität der zuständigen Behörde unter Vorlage der Ergebnisse der Bewertungen durch BS angezeigt. Transport und Entsorgung wurden über eine Fachfirma durchgeführt, welche über eine Genehmigung zum Umgang mit Ionisationsrauchmeldern verfügt. Die Rauchmelder wurden in ein Typ-A-



Versandstück verpackt und im Rahmen eines Transportes nach UN 2915 von dieser Fachfirma abtransportiert.

### 5.2.2 Fund von mit NORM inkrustierte Schlauchstücken

Im Jahr 2012 wurde bei der Anlieferung von Reststoffen aus dem Umbau (Renovierungsarbeiten) an einem Kurhaus ein Alarm an der an der Einfahrt eines Schrottplatzes installierten Portalmessanlage ausgelöst. Von Mitarbeitern des Betreibers konnten bei der anschließenden Vereinzelung und Nachmessung der Ladung mehrere inkrustierte Schlauchstücke als Ursache für das Ansprechen der Messanlage identifiziert und sichergestellt werden. Die Aktivität der Inkrustierung an den Schlauchinnenseiten rührte von Thermalwasser mit Anteilen an natürlichen radioaktiven Stoffen, die sich in der Betriebszeit abgesetzt hatte.

Bei einer orientierenden Vor-Ort-Untersuchung der Fundstücke durch Mitarbeiter von BS wurden folgende Messgeräte verwendet:

- Dosisleistungsmessgerät Automess 6150 AD6,
- Kontaminationsmonitor S.E.A. CoMo 170 und
- NaI – Detektor Canberra InSpector 1000.

Die Fundstücke umfassten 54 kg Material aus vermutlich Hartgummi mit festen Ablagerungen an der Schlauchinnenseite (Abbildung 5-3). Wischproben an den Fundstücken ergaben keinen Hinweis für abwischbare oder lose Kontamination.

Abbildung 5-3: Mit NORM inkrustierte Schlauchstücke



Die Vor-Ort-Messungen mit dem Oberflächenkontaminationsmonitor CoMo 170 ergaben einen deutlichen Hinweis auf das Vorhandensein von Alpha- und Beta-Strahlung (ca. 350 Ips, bei ca. 31 Ips Nulleffekt). Es wurde mit den beiden Messgeräten AD6 und Inspector 1000 an den Schlauchstücken eine maximale Dosisleistung von 2,4  $\mu\text{Sv/h}$  ermittelt (Nulleffekt ca. 0,1  $\mu\text{Sv/h}$ ).

Vor diesem Hintergrund wurden nuklidspezifische Analysen durch ein akkreditiertes Labor in Auftrag gegeben. Bei diesen Messungen wurde die Gesamtaktivität der Schlauchstücke zu

- 3,1 MBq Ra-226,
- 0,5 MBq Pb-210,
- 0,3 MBq Th-228 und
- 0,3 MBq Ra-228

ermittelt. Da diese Aktivitäten die Freigrenzen nach Anl. III Tab. 1 Sp. 2 und 3 StrlSchV für Ra-226 und Th-228 überschreiten, wurde diese Detektion als Fund im Sinne von § 71 StrlSchV behandelt und der zuständigen Behörde angezeigt.

Die Fundstücke fielen auf Grund der Herkunft nicht unter die in § 97 StrlSchV genannten überwachungsbedürftigen Stoffe und stellten wegen der geringen Gesamtmenge und Aktivität keine besondere Gefährdung dar, die eine Einstufung als überwachungsbedürftigen Stoff gerechtfertigt hätte. Als Entsorgungsweg wurde daher die ursprünglich vorgesehene Verbrennung der Schlauchstücke in der Hausmüllverbrennungsanlage in Frankfurt gewählt, da hierbei die Inkrustierung zusammen mit der Schlacke und der Asche der anderen Verbrennungsprodukte vermischt und auf einer geeigneten Deponie entsorgt werden.

Diese Hausmüllverbrennungsanlage verfügt über Verbrennungslinien und eine Jahreskapazität von 525.000 t/a, die einen maximalen Abfalldurchsatz von 66 t/h verarbeiten kann. Durch die im Vergleich zum Anlagendurchsatz sehr geringe Masse der zu entsorgenden Stoffe von 54 kg (entspricht ca. 0,3 % des stündlichen Durchsatzes einer Ofenlinie) war in Anbetracht der Gesamtaktivität davon auszugehen, dass im Hinblick auf die Ermittlung der effektiven Dosis (Richtwert < 1 mSv/a) die mögliche Exposition praktisch ausschließlich bei der Verpackung und dem anschließenden Handling auftreten konnte.

### **5.2.3 Fund von Keramik-Isolatoren**

Bei der Entsorgung von Anlagenteilen eines Umspannwerks sollten metallische Anlagenteile zu einer Schrottverwertungsfirma transportiert werden. Auf einem Transport im Jahr 2013 befanden sich in einem zweiten Container auch keramische Anlagenteile. Bei diesem Container, der ausschließlich mit ca. 9 t Hochspannungsisolatoren beladen war (Abbildung 5-4), wurde bei einer Eingangskontrollmessung durch die Schrottverwertungsfirma (ausgestattet mit einer Portalmessanlage vom Typ Thermo Electron RM&P) erhöhte Gamma-Strahlung festgestellt (siehe Tabelle 5-3).

Abbildung 5-4: Schrottmulde mit Hochspannungsisolatoren



In Tabelle 5-3 sind die dokumentierten Zählraten ( $Z$  in cps = counts per second) der Gammastrahlung, die bei zwei aufeinander folgenden Durchfahrten (D1 und D2) der mit Isolatoren beladenen Mulde gemessen wurden, dargestellt. In den beiden Protokollen der Portalmessanlage finden sich weiterhin Angaben, die sich auf das Vorhandensein künstlicher Radionuklide bzw. auf einen offensichtlich höheren Energiebereich beziehen. Die hierfür dokumentierten Werte zeigen gegenüber der ebenfalls angegebenen diesbezüglichen Hintergrundstrahlung keine signifikante Veränderung und werden somit nicht weiter betrachtet. Die Bezeichnungen G1 und G2 stehen für die beiden Detektoren (Gamma 1 und Gamma 2) des Messsystems.

Tabelle 5-3: Daten und Auswertung der Kontrollmessungen mit einem Portal-Monitor der Fa. Thermo Electron RM&P ( $Z$  = Zählrate der Gammastrahlung)

Parameter	Einheit	D1-G1	D1-G2	D2-G1	D2-G2
Nulleffekt (Hintergrundwert) $Z_{\text{HGW}}$	cps	1166	1147	1177	1163
Messwert am Container $Z_{\text{MW}}$	cps	1446	1300	1378	1516
$\Delta Z = Z_{\text{MW}} - Z_{\text{HGW}}$	cps	280	153	201	353
$\Delta Z / Z_{\text{HGW}}$	-	0,24	0,13	0,17	0,30

Die über dem jeweiligen Hintergrundwert von den Isolatoren in der Mulde verursachte Erhöhung der Zählraten (Angaben zu  $\Delta Z$ ) liegen bei der ersten Durchfahrt bei 24 % bzw. 13 % und bei der zweiten Durchfahrt bei 17 % bzw. 30 %, wodurch in beiden Fällen ein Alarm ausgelöst wurde. Auch wenn die Zahlenwerte der zweiten Messung (hier sind jeweils D1-G1 mit D2-G2 und D1-G2 mit D2-G1 zu vergleichen) nicht exakt übereinstimmen, liegen die Messwerte doch im Bereich der hier zu Grunde zu legenden Messgenauigkeit, da bei der Messung nicht exakt reproduzierbare Faktoren wie der Abstand zu den Detektoren und die Durchfahrtsgeschwindigkeit direkt in das Messergebnis eingehen.

Der Grenzwert der Relation  $\Delta Z / Z_{\text{HGW}}$  zur Auslösung eines Alarms (0,15) ist auf Anforderungen für das Recycling von Schrott ausgerichtet. Bezüglich einer Entsorgung von keramischen Abfällen auf einer Deponie wären die o. g. relativen Überschreitungen der Zählraten zur Gammastrahlung über den Hintergrundwert als unbedenklich einzustufen.

Bei einem Vor-Ort-Termin wurden von Mitarbeitern von BS folgende Messgeräte eingesetzt:

- Dosisleistungsmessgerät Automess 6150 AD6/E und
- NaJ-Detektor Canberra InSpector 1000.

In Tabelle 5-4 sind die mit dem Messgerät AD6/E ermittelten Ortsdosisleistungen im Umfeld und an den Isolatoren aufgeführt (Abbildung 5-5). Hier zeigt sich, ebenso wie bei Messungen mit dem Messgerät InSpector 1000, eine leichte Erhöhung der Gammastrahlung bezüglich des Hintergrunds.

Tabelle 5-4: Messwerte zum ODL-Hintergrund sowie zur ODL an und in den mit Isolatoren beladenen Mulden

Messungen	Beschreibung	ODL in $\mu\text{Sv/h}$
Nulleffekt-Messung	Hintergrundstrahlung ca. 10 m von Mulden entfernt	0,07
ODL vor Ort	max. Wert an Mulde 1 (oberer Rand der Mulde)	0,12
ODL vor Ort	max. Wert an Mulde 2 (oberer Rand der Mulde)	0,13
ODL in Mulden	max. Wert in beiden Mulden (Kontakt an Isolatoren)	0,18
ODL an Probe	mit Keramik gefüllte Kautexflasche (ca. 1 kg)	0,10
ODL	Messung an einzelnen Isolatoren (Foto 4)	0,10
ODL	Messung an neuen Isolatoren	0,10

Abbildung 5-5: Messung der ODL im Inneren eines Hochspannungsisolators mit dem Messgerät AD6/E



Zur exakten Bestimmung der spezifischen Aktivität von (potentiell) relevanten Radionukliden in den Isolatoren wurde eine Materialprobe an ein akkreditiertes Labor gegeben und dort ausgewertet. In Tabelle 5-5 sind die Ergebnisse dieser gammaspektrometrischen Analyse dargestellt.

Tabelle 5-5: Analysenwerte zur spezifischen Aktivität der Isolator-Probe in Bq/kg

Probe	Ra-226	Pb-210	U-235	Ac-227	Ra-224	Ac-228	K-40
MP 01	65 ± 12	55 ± 14	4 ± 1	< 2	77 ± 12	75 ± 8	1120 ± 136

Die Isolatoren aus dem Umspannwert entsprachen keinem der zu berücksichtigenden Rückstände der Liste aus Anlage XII Teil A StrlSchV. Die für NORM in Anlage XII Teil B der StrlSchV zur spezifischen Aktivität von Radionukliden der U-238- und der Th-232-Zerfallsreihe festgelegten Überwachungsgrenzen wurden durch die für die Isolatoren ermittelten Werte, die auf dem Niveau natürlicher Böden lagen, weit unterschritten und gaben somit keinen Anlass für strahlenschutzrechtliche Bedenken. Die Alarmauslösung anlässlich der Messung mittels der Portalmeßanlage beruhte allein auf der Menge des K-40-haltigen keramischen Materials (ca. 9 t Abfall). Ähnliche Fälle bei der Anlieferung von metallhaltigen Verbundmaterialien bei Metallverwertern wurden bereits in der Vergangenheit beobachtet. Folglich wurde empfohlen, die Isolatoren als konventionellen Abfall gem. Abfallschlüsselnummer AVV 170103 auf einer abfallrechtlich entsprechend geeigneten Abfalldeponie zu entsorgen.

#### 5.2.4 Fund eines Radium-Emanators

Im Jahr 2014 wurde bei der Anlieferung von Reststoffen an der Portalmeßanlage einer Schrottverwertungsfirma ein Dosisleistungs-Alarm ausgelöst. Von Mitarbeitern der Schrottverwertungsfirma konnte nach Nachmessung und Vereinzeln der Ladung ein Radium-Emanations-Apparat (Emanator) älterer Bauart zur Radonanreicherung von Trinkwasser als Ursache für das Ansprechen der Meßanlage identifiziert und sichergestellt werden.

Folgende Meßgeräte wurden von Mitarbeitern von BS vor Ort eingesetzt:

- Dosisleistungsmessgerät Automess 6150 AD6/E,
- Kontaminationsmonitor S.E.A. CoMo 170 und
- NaJ-Detektor Canberra InSpector 1000.

Der gefundene Emanations-Apparat zur Anreicherung von Trinkwasser mit Radon hatte einen Durchmesser von ca. 6,5 cm, eine von Länge ca. 16 cm und wog 858 g. Er war nicht mehr vollständig. Im Inneren des Behälters befand sich an der Unterseite des Aufsatzes zum Zapfen des angereicherten Wassers die Radium-Quelle. An der Unterseite des Apparats befand sich eine Gravur mit dem Hinweis auf ein eingetragenes Gebrauchsmuster „D.R.G.M.“ 3331 des Herstellers „Radium Medizinal - Ges.m.b.H.“ mit Sitz „Berlin W35“, sowie eine am Gerät befindliche Aktivitätsangabe von „10.000 ME täglich“ (Abbildung 5-6).

Abbildung 5-6: Radium-Emanationsapparat mit Angaben zur Aktivität



Dosisleistungsmessungen am Fundstück ergaben an der Außenseite in Kontakt eine Dosisleistung von max.  $120 \mu\text{Sv/h}$ , direkt an Quelle max.  $248 \mu\text{Sv/h}$  und an der unteren Hälfte bei abgenommenem Oberteil max.  $23 \mu\text{Sv/h}$ . Messungen mit dem Kontaminationsmonitor CoMo 170 ergaben eine deutlich nachweisbare, leicht abwischbare Kontamination, sowie das Vorhandensein von Alpha- und Beta-Strahlung.

Die angegebene tägliche Leistung von 10.000 ME (Mache-Einheiten) entspricht einer Ra-226-Aktivität von ca.  $1,9\text{E}+05 \text{ Bq}$  (ca.  $4\text{-}5 \mu\text{g}$  Radium). Auf Basis dieser Angaben wurde die Gesamtaktivität zu  $1,3\text{E}+06 \text{ Bq Ra-226}++$  ermittelt (Abbildung 5-7).

Abbildung 5-7: Abnehmbares Oberteil mit Zapfhahn für das mit Radium angereicherte Wasser und der Radium-Quelle im geschlitzten Reservoir



Wegen der hohen Ortsdosisleistung an dem Fundstück ( $< 5 \mu\text{Sv/h}$  am Versandstück) wurde der Emanator in einem R-200-Fass als Typ-A-Versandstück (UN 2915, Kategorie II-Gelb) im Jahr 2015 zur Landessammelstelle im betreffenden Bundesland transportiert.

### 5.2.5 Fund von Korund

Im Jahr 2014 sprach bei der Anlieferung von Korund-Strahlstaub in Bigbags aus einem metallverarbeitenden Betrieb die an der Einfahrt zum Werksgelände eines Schrottverwerfers installierte Portalmessanlage (zwei Plastiksintillationsdetektoren) an. Es handelte sich um ca. 10 t Korund-Strahlstaub aus der Bearbeitung von metallischen Bauteilen. Der Strahlstaub war schwer, metallisch grau, sehr feinkörnig bis pulvrig und optisch homogen. Die Messungen der Portalmessanlage bei der Anlieferung ergaben für beide Detektoren einen Messwert, welcher dem Dreifachen der Hintergrundstrahlung entspricht. Die bei mehreren Durchfahrten festgestellten Messwerte lagen im Bereich von ca. 13.000 cps, während die Alarmwerte der Detektoren 4.200 bzw. 4.400 cps betragen, was einem Wert von ca. 5 % oberhalb der natürlichen Hintergrundstrahlung entspricht. Direkt an den Bigbags stellten Mitarbeiter des Schrottverwerfers mittels eines tragbaren Dosisleistungsmessgerätes bei einem Nulleffekt von ca.  $0,1 \mu\text{Sv/h}$  eine Dosisleistung von ca.  $0,3 \mu\text{Sv/h}$  fest.

Bei einem Vor-Ort-Termin wurden von Mitarbeitern von BS folgende Messgeräte eingesetzt:

- Dosisleistungsmessgerät Automess 6150 AD6/E und
- NaJ-Detektor Canberra InSpector 1000.

Die Dosisleistung an den acht Bigbags streute im Bereich von  $0,18 \mu\text{Sv/h}$  bis  $0,34 \mu\text{Sv/h}$  bei einem Hintergrund von  $0,05 \mu\text{Sv/h}$  bis  $0,1 \mu\text{Sv/h}$  am Lagerort der Bigbags in einer Halle.

Ein vom Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen (MPA NRW) erstellter Prüfbericht über die gammaspektrometrische Analyse des verwendeten Strahlmittels „Normalkorund“ aus dem Jahr 2012 weist im Korund keine künstlichen radioaktiven Stoffe aus und kommt zu dem Schluss, dass die gemessenen Aktivitäten von natürlichen Isotopen stammen, deren Konzentrationen im Bereich der üblicherweise in mineralischen Stoffen gemessenen Aktivitäten liegen. In Tabelle 5-6 ist die Analyse des MPA NRW zusammen mit einer Analyse eines zweiten akkreditierten Labors, welches eine Probe des hier aufgefallenen Materials analysierte, aufgeführt.

Tabelle 5-6: Ergebnisse der gammaspektrometrischen Auswertung des MPA NRW und eines zweiten akkreditierten Labors in [Bq/kg]

Nuklid	K-40	Ra-226	Ra-228	Th-228	Th-232	Pb-210	U-238
Messung des MPA NRW	10	170	310	300	n. b.	n. b.	200
Messung des 2. akkr. Labors	$< 2,7$	139	225	224	225	427	141

Die vom zweiten akkreditierten Labor gemessenen Aktivitäten unterschritten die vom MPA NRW ermittelten Werte systematisch, im Mittel um etwa 30 %. Es war somit davon auszugehen, dass das zu entsorgende Strahlmittel ca. 30 % metallischen Abrieb aus der Behandlung von Bauteilen enthielt. Es konnte kein Hinweis auf eventuell vorhandene sonstige radioaktive Stoffe gefunden werden (Abbildung 5-8).

Abbildung 5-8: Probe des Korund-Strahlstaubs, die an das akkreditierte Labor zur gammaspektrometrischen Analyse gesendet wurde



Da im Korund-Strahlstaub ausschließlich natürliche Radionuklide nachgewiesen werden konnten, deren spezifische Aktivität die Werte der Anlage III Tabelle 1 Spalte 3 StrlSchV nicht überschritten, handelte es sich nicht um einen Fund im Sinne des § 71 StrlSchV.

Nach mündlicher Zustimmung des zuständigen Regierungspräsidiums wurde der Korund-Strahlstaub als nicht radioaktiver Abfall gem. Abfallschlüsselnummer 12 01 17 „Strahlmittelabfälle“ im Jahr 2014 zur Entsorgung auf eine Abfalldeponie (Deponieklasse II) verbracht.

### **5.2.6 Übersicht über Funde in aktuellen Jahresberichten des BfS**

In den Jahresberichten des BfS werden besondere Vorkommnisse beim Umgang mit radioaktiven Stoffen, beim Betrieb von Beschleunigern, bei der Beförderung radioaktiver Stoffe und beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen aufgelistet. Die aufgeführten Funde für die Jahre 2012 [BFS 12] und 2013 [2013] verteilen sich jeweils über das gesamte Jahr.

Bei einigen der Funde für 2012 und 2013 sind die Orte genannt, an denen die Aktivitätsdetektion stattfand. Diese sind in Tabelle 5-7 wiedergegeben. Es wird deutlich, dass Recyclingbetriebe und Abfallentsorgungsbetriebe die Hauptzahl der Fundorte darstellen, dass aber auch 2012 in 14 und 2013 in 8 Fällen der Fund direkt beim Abfallverursacher erfolgte. Im Jahr 2012 kam es zu 3 Funden, die im Zusammenhang mit der Wareneinfuhr nach Deutschland standen.



Tabelle 5-7: Aufstellung der Fundorte gemäß [BFS 12] und [BFS 13]

Aufstellung Funde nach Ort des Funds	Anzahl 2012	Anzahl 2013
direkt beim Abfallverursacher, Händler bzw. Eigentümer	14	8
Entsorgungsunternehmen	5	1
Recyclingbetriebe und Schrotthandel	41	24
Stahlwerk	17	9
Müllentsorgung	3	10
MVA	6	5
Einfuhr	3	

Tabelle 5-8 stellt die bei den Funden festgestellten Radionuklide dar, die in den meisten Fällen angegeben wurden. In fast 50 % der Fälle wird für die festgestellte Aktivität durch Ra-226, unspezifisch durch „natürliche Aktivität“ oder ebenfalls unspezifisch durch „Uran“ angegeben. Somit sind weit mehr als die Hälfte der Funde auf natürliche Aktivität zurückzuführen, die allerdings wiederum etwa zur Hälfte durch Objekte wie Radium-Trinkbecher verursacht wurde.

Die übrigen künstlichen Radionuklide verteilen sich vorwiegend auf I-131 und Tc-99m sowie Co-60 und Cs-137. Sie liegen als Quellen, Einzelobjekte, Kontamination an Schrotten sowie unspezifischer Kontamination im Hausmüll vor, daneben auch in einem Einzelfall als Asche aus der Holzfeuerung (Cs-137).

Tabelle 5-8: Aufstellung der Radionuklide bei den Funden gemäß [BFS 12] und [BFS 13]

Aufstellung Funde nach Radionuklid	Anzahl 2012	Anzahl 2013
Ra-226	50	29
natürliche Aktivität	1	2
Uran	5	5
Am-241	2	1
Ba-133	1	
Mn-54	1	
Th-232	4	
Co-60	9	4
Cs-137	7	3
In-111		1
Sr-90	2	1
Sr-90, I-129		1
I-131	3	1
I-131, Tc-99m	1	6

Abschließend zeigt Tabelle 5-9 die Aufstellung von benannten Einzelobjekten, die in den unterschiedlichsten Materialien identifiziert wurden.

Tabelle 5-9: Benannte Einzelobjekte in Funden gemäß [BFS 12] und [BFS 13]

Einzelobjekte bei Funden	Radionuklid
Ionisationsrauchmelder	Ra-226 oder Am-241
landwirtschaftliches Gerät (durch eingeschmolzene Quelle mit Co-60 legierter Stahl)	Co-60
Füllstandsanzeiger, Messsonde	Cs-137
Vereisungsmeldeeinrichtung	Sr-90
Uranylнитrat	U-238
Leuchtelemente	Ra-226
Radium-Trinkkur, Radium-Trinkbecher	Ra-226
Uranoxid in Pulverform	U-238
Blitzableiter	Ra-226
Plastikschlauch mit rad. Markierung	Ra-226

Es handelt sich in Tabelle 5-9 überwiegend um Objekte, die Ra-226 oder U-238 als Aktivität enthalten. Nur in einem Einzelfall wurde Co-60 als Kontamination ausgewiesen.

### **5.3 National und international veröffentlichte Vorkommnisse mit radioaktiven Quellen im Stahlschrott**

Für die Jahre ab 2006 wird in Tabelle 5-10 eine Übersicht über die national als auch international veröffentlichten Vorkommnisse mit radioaktiven Quellen und Gegenstände, die u. a. im Stahlschrott gefunden wurden, gegeben.

Tabelle 5-10: National und international veröffentlichte Vorkommnisse mit radioaktiven Quellen in Bezug auf Stahlschrott

Jahr und Land	Isotop und Aktivität	Beschreibung der
2006 Deutschland	U-235/U-238 0,038 GBq	In einer Schrottlieferung in einem Stahlwerk ist ein mit Uran kontaminiertes Rohrstück gefunden worden, das nach Atomgesetz auf Grund seines Anreicherungsgrades von 80 % als kernwaffentauglich einzustufen ist. Die Masse des Urans beträgt 47,5 g. Ursache des Fundes ist eine unzulässige Entsorgung des Materials aus vermutlich militärischer Nutzung. Das Material wurde sichergestellt, radiologische Folgen für die Mitarbeiter des Stahlwerks sind nicht bekannt. [SPI 11]
2006 USA	Cs-137 18,5 GBq	Im Stahlwerk von LeTourneau, Texas, ist eine Cs-137 Quelle versehentlich eingeschmolzen worden. Dies wurde erst beim Abtransport der Filterasche auf eine Deponie bemerkt. An den Filteraschen wurden ODL bis zu 0,03 mSv/h gemessen. Das Werk wurde dekontaminiert, die kontaminierte Asche fachgerecht auf einer entsprechenden Deponie entsorgt. Bei keinem der Arbeiter konnte eine Inkorporation festgestellt werden [US 07]. Die Höhe der Kosten für die Anlagendekontamination und Entsorgung sind nicht bekannt.

<p>2006 Deutschland</p>	<p>Cs-137 4 GBq</p>	<p>Ein Altmetallhändler meldete den Fund von radioaktiven Stoffen durch seine Portalmessanlage. Es handelte sich um vier Behälter, die Cs-137 enthielten und an deren Außenseite eine ODL von etwa 3,3 mSv/h gemessen wurde. Aus der Herkunft der Abfälle und der zeitlichen Korrelation ist eine Herkunft der Behälter von einem russischen Forschungsschiff, das in Bremen umgebaut wurde, nicht auszuschließen. Das Material wurde sichergestellt, radiologische Folgen für die Mitarbeiter sind nicht bekannt. [BRE 07]</p>
<p>2007 Deutschland</p>	<p>Cs-137 1,3 GBq</p>	<p>Siehe Beschreibung am Ende des Kapitels.</p>
<p>2008 Indien/Polen /Deutschland/ Russland</p>	<p>Co-60 unbekannt</p>	<p>Durch das versehentliche Einschmelzen einer Co-60 Quelle in einem Stahlwerk in Indien gelangten weltweit ca. 150 Mg kontaminiertes Material in Form verschiedenster Produkte, Stahlseile, Aufzugknöpfe etc. in den Umlauf. Ein Container mit Co 60-kontaminiertem Stahl (ODL bis 300 µSv/h an der Oberfläche der Lieferung (Stangen)) wurde in Hamburg sichergestellt und an den Hersteller zurücktransportiert. Die Lieferung sollte von Indien nach Russland erfolgen. Radiologische Folgen für die Mitarbeiter sind nicht bekannt. [BMU 09]</p>
<p>2008 Deutschland/ Polen/ Russland</p>	<p>Co-60 unbekannt</p>	<p>Edelstahlseilrollen mit Co-60 (ODL bis zu 44 µSv/h) wurden in einem LKW an der polnisch-russischen Grenze durch eine Portalmessanlage detektiert. Absender war eine brandenburgische Firma, die das Material aus China bezog. Die Lieferung wurde an den Hersteller in China zurückgesendet. Weitere Funde mit kontaminiertem Stahl mit o. g. brandenburgischer Firma als Absender wurden am 26.11.2008 an der litauisch-russischen Grenze entdeckt. [BMU 09]</p>
<p>2008 Deutschland/ Frankreich/ Italien</p>	<p>Co-60 unbekannt</p>	<p>INES 2: durch die Verwendung von Aufzugknöpfen, die mit Co-60 kontaminiert waren (ODL bis zu 4,5 µSv/h an Oberfläche) wurden bei einem franz. Zulieferer bei 20 Mitarbeitern erhöhte Strahlenexpositionen festgestellt. Auch eine deutsche und eine italienische Firma erhielten Aufzugknöpfe dieser Charge des franz. Zulieferers. Die Knöpfe wurden ausgebaut. Die Herkunft ist unklar, eine Verbindung mit den anderen Ereignissen bei denen Co-60 kontaminierte Stahlprodukte beteiligt gewesen sind, gilt als wahrscheinlich. [BMU 09]</p>
<p>2008 Deutschland/ Indien</p>	<p>Co-60 unbekannt</p>	<p>Mehrere Meldungen von Funden von mit Co-60 kontaminierten Spänen und Stangen, die in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Saarland, Nordrhein-Westfalen und Bayern bei verschiedenen Schrotthändlern an den Portalmessanlagen aufgetaucht sind. Es handelt sich um ca. 55 Mg Spanabfälle mit 1 bis 3 Bq/g Co-60. Radiologische Folgen für die Mitarbeiter sind nicht bekannt. Das Material wurde bei einem Schrotthändler in NRW gelagert und ist anschließend bei einer Fachfirma eingeschmolzen worden. [BMU 09]</p>
<p>2008 Deutschland/ Indien</p>	<p>Co-60 unbekannt</p>	<p>Weitere 8 Funde von mit Co-60 kontaminierten Spänen, Rundstahl und weiteren Metallteilen bei Schrotthändlern und Recyclingfirmen in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Hessen durch Portalmessanlagen. Bis zu 600 Bq/g Co-60 mit bis zu 5 µSv/h wurden an einzelnen Maschinenbauteilen festgestellt. Radiologische Folgen für die Mitarbeiter sind nicht bekannt. Die Herkunft der Materialien wird mit Gießereien in Indien angegeben, eine Verbindung mit den anderen Co-60 Ereignissen aus 2008 gilt als wahrscheinlich. Die Materialien wurden bei einer Fachfirma eingeschmolzen. [BMU 09]</p>

<p>2008 Deutschland/ Belgien</p>	<p>Co-60 Unbekannt</p>	<p>Ein Container mit 20 Mg Edelstahl-Stangen aus einer Gießerei in Indien hat an einer Portalmeßanlage im Hafen von Antwerpen den Alarm ausgelöst. Die ODL betrug bis zu 0,15 µSv/h. Die Lieferung war für eine Firma in Nordrhein-Westfalen bestimmt, die diese auch annahm. Dort wurde das Material zwischengelagert. Radiologische Folgen für die Mitarbeiter sind nicht bekannt. [BMU 09]</p>
<p>2009 Deutschland</p>	<p>U-235/ U-238 Unbekannt</p>	<p>Bei einem Schrotthändler in Nordrhein-Westfalen sind ca. 300 kg Metallteile, vorwiegend Pfännchen aus Molybdän, aufgefallen, an denen ca. 2,9 kg Uran haftete. Das Uran soll teilweise angereichert gewesen sein, eine Herkunft aus der Produktion von Kernbrennstoffen der ehem. DDR kann nicht ausgeschlossen werden. [SPI 11]</p>
<p>2010 Indien</p>	<p>Co-60 Unbekannt</p>	<p>INES 4: Durch unsachgemäße Entsorgung gelangte eine Co-60 Quelle aus einem Forschungsinstitut auf einen Schrottplatz in Mayapuri, bei Delhi. Die Quelle wurde von den Arbeitern auf dem Schrottplatz geöffnet. Sieben Personen wurden insgesamt verletzt, fünf davon erkrankten an der hämatologischen Form des akuten Strahlensyndroms. Von diesen fünf Personen erhielten vier eine Dosis von ca. 0,6 bis 2,8 Gy und überlebten durch intensive Behandlung, der fünfte erhielt eine Dosis von ca. 3,1 Gy und starb nach 16 Tagen an Atemnot und multiplen Organversagen. Bei Nachforschungen wurden noch 11 weitere Co-60 Quellen entdeckt. [IND 12]</p>
<p>2010 Italien</p>	<p>Co-60 Unbekannt</p>	<p>Im Hafen von Genua fiel ein Container beladen mit ca. 23 Mg Stahlschrott aus Saudi-Arabien auf. Dieser wies eine ODL von bis zu 500 mSv/h auf. Es wurde eine Co-60 Quelle gefunden, die vermutlich aus medizinischer oder lebensmitteltechnischer Anwendung stammt und unsachgemäß entsorgt wurde. Die Quelle wurde zur weiteren Analyse und Entsorgung nach Deutschland gebracht. [WIR 11]</p>
<p>2011 Belgien</p>	<p>Cs-137 1,5 GBq</p>	<p>INES 1: An einem Portalmonitor einer französischen Anlage fiel ein Laster aus einem belgischen Stahlwerk (Duferco, La Louviere) auf. Es stellte sich heraus, dass in dem Stahlwerk versehentlich eine Cs-137 Quelle eingeschmolzen wurde. Diese Quelle gelangte in das Stahlwerk, obwohl auch hier Portalmeßanlagen installiert waren. Es wurden hauptsächlich die Anlage und die Abluftreinigung kontaminiert, der Stahl sei weitgehend kontaminationsfrei. Die betroffenen Arbeiter wurden medizinisch untersucht, bei keinem Arbeiter konnten Anzeichen für eine Inkorporation festgestellt werden. [IAEA 11]. Aufgrund von Dekontaminationsarbeiten fiel die Anlage einen Monat aus [DUF 11].</p>

<p>2012 USA, Deutschland</p>	<p>Co-60 Unbekannt</p>	<p>Im Januar 2012 sind in ca. 200 Filialen der Kette Bed Bath &amp; Beyond mit Co-60 kontaminierte Taschentuchspender aufgefallen, sie wurden aus dem Verkehr gezogen. Die Herkunft wird mit der Tata Group NU Steel India/China angegeben.</p> <p>Im April 2012 wurden bei von Bridgestone hergestellten Fahrrädern an den Gepäckkörben ODL von 7 bis 10 µSv/h festgestellt, der Stahl für die Gepäckkörbe stammt aus China. Die Gepäckkörbe wurden sichergestellt.</p> <p>Ab April 2012 wurden von einem Nordrhein-Westfälischen Unternehmen Gartenfackeln, sog. "Fes-Fackeln" in Umlauf gebracht, die mit Co-60 kontaminiert waren. Die ODL liegt bei bis zu 3 µSv/h. Die Gartenfackeln wurden sichergestellt.</p> <p>Im Mai 2012 wurde im Hamburger Hafen ein Container sichergestellt, der Teedosen für die Mount Everest Tea Company GmbH enthielt, die mit Co-60 kontaminiert waren. Sie wiesen eine ODL von 40 bis 200 µSv/h auf.</p>
<p>2012 Finnland</p>	<p>Am-241 0,6 bis 60 GBq</p>	<p>INES 1: Eine Am-241 Quelle unbekannter Herkunft wurde versehentlich in einem Stahlwerk in Torino (Finnland) eingeschmolzen. Vier Arbeiter wurden vorsorglich auf Exposition durch Inhalation untersucht, jedoch konnte bei ihnen kein Messwert für Am-241 über der Nachweisgrenze detektiert werden. Da Am-241 hauptsächlich in die Schlacke und den Abluftfilter und nicht in die Stahlschmelze gelangt, konnte das Stahlwerk nach Reinigungsarbeiten weiter betrieben werden.</p> <p>Obwohl Portalmessanlagen nach aktuellem Stand der Technik vorhanden waren, wurde die Am-241-Quelle wegen ihrer Gamma-Energie von nur 59 keV und der Abschirmwirkung des umgebenden Schrotts bei Anlieferung nicht entdeckt. [IAEA 12]</p>
<p>2015 Mazedonien</p>	<p>Eu-152 7 GBq</p>	<p>INES 1: bei einem Schrotthändler in Skopje fiel ein mit Schrott beladener Lastwagen an der Portalmessanlage auf. Grund waren drei Eu-152 Quellen (Teil eines Blitzableiters) die eine ODL von bis zu 10,4 mSv/h aufwiesen. Die genaue Herkunft der Quellen ist unklar. Am 20.05.2015 tauchte eine weitere Eu-152-Quelle, ebenfalls Teil eines Blitzableiters, auf. Die gefundenen Quellen wurden zwischengelagert. [IAEA 15]</p>

### **Radioaktivität in einem deutschen Stahlwerk**

Am 7. November 2007 kam es in einem deutschen Stahlwerk zu einem Radioaktivalarm in der Staubmessanlage. Als Grund für den Alarm stellte sich heraus, dass eine Cs-137-Strahlenquelle mit einer Gesamtaktivität von ca.  $1,3 \pm 0,5$  GBq eingeschmolzen worden war. Aufgrund der chemischen Eigenschaften von Cs-137 verbleibt dieses Material nur zu einem kleinen Teil in der Schmelze, der größte Teil verdampft und wird über Staubfilter aus der Abluft ausgefiltert. Aus diesem Grund konnten in den ca. 25 t separierten Staub, welcher in einem LKW-Anhänger zwischengelagert wurde, spezifische Aktivitäten von  $51,3 \pm 16$  Bq/g festgestellt werden [FAN 15].

Abbildung 5-9: Provisorisches Zwischenlager für den kontaminierten Staub [FAN 15]

- Kontaminierte Staubmenge: 25,44 t
- Verursacher: Cs-137
- spezif. Aktivität des Staubes:  $51,3 \pm 16$  Bq/g
- Gesamtaktivität: ca.  $1,3 \pm 0,4$  GBq



An dem provisorischen Zwischenlager für den kontaminierten Staub, konnten an der Außenhülle, Ortsdosisleistungen von bis zu  $7,1 \mu\text{Sv/h}$  ermittelt/gemessen werden. Als gewählter Entsorgungsweg wurde eine Behandlung des Materials mit dem Ziel der Mengenreduzierung auf 10 % angestrebt. Es liegen keine Angaben über die bis jetzt entstandenen Kosten und möglicherweise im Stahlwerk erforderliche Dekontaminationsarbeiten vor.

## 6. WEITERES VORGEHEN ZU TESTMESSUNGEN AN EINEM PORTALMONITOR

Bereits in der Angebotsphase konnte geklärt werden, dass die Hofmann GmbH in Rastatt bereit ist, BS im Auftragsfall den Zugang zu Portalmeßeinrichtungen für Testmessungen zu ermöglichen. Die Hofmann GmbH ist ein Entsorgungsfachbetrieb mit Qualitätsmanagement nach KrWG und DIN EN ISO 9001. Schrott- und Metallhandel gehören seit jeher zum tragenden Tätigkeitsbereich der Hofmann GmbH. Sie besitzt neben der Portalmessanlage auch die Ausrüstung, um mit üblichen Schrotten umzugehen, so dass die Handhabung von Schrotten für den AP 2.2 gewährleistet ist.

Die Hofmann GmbH setzt an Ihrem Firmensitz in Rastatt seit November 2011 Portalmessanlagen aus dem Hause Saphymo ein, mit denen der Warenein- und -ausgang auf das Vorhandensein von radioaktiven Stoffen überprüft wird. Hierbei handelt es sich nach dem Umbau dieses Bereiches um zwei parallel betriebene Portale, die vom Wareneingang an der Betriebswaage betreut werden. Das ursprünglich eingesetzte System „ANDREA“ wurde inzwischen durch eine Anlage vom Typ „RCVL2“ (Hersteller Saphymo) ersetzt.

BS hat zusammen mit der Hofmann GmbH Verfahrensweisen und Ablaufpläne für den Betrieb der Anlage und insbesondere für die Abläufe bei einer Alarmauslösung erarbeitet, die im Fall eines Fundes einer radioaktiven Quelle den Schutz der Mitarbeiter und der Umwelt gewährleisten sowie die Identifizierung der Quelle sicherstellen sollen. Das Verfahren hat sich im Rahmen des Betriebes bereits mehrfach bewährt, so dass die gefundenen Quellen sichergestellt, identifiziert und einer geordneten Entsorgung zugeführt werden konnten, ohne dass es zu einer Exposition von Mensch oder Umwelt gekommen wäre. Durch diese langjährige praktische Zusammenarbeit besteht die Möglichkeit, die Durchführung der geforderten praktischen Untersuchungen zusammen mit der Hofmann GmbH in diesem Vorhaben besonders effizient zu kombinieren.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Im Arbeitspaket 1 des Forschungsvorhabens „Experimentelle und theoretische Untersuchungen zu radioaktiven Quellen und Gegenständen im Stahlschrott“ wurde mittels einer Umfrage die Ausstattung von Schrottplätzen, Schmelzbetrieben, Stahlwerken, mittelständischen Unternehmen und großen Warenumsschlagplätzen in Deutschland mit Portalmesseinrichtungen zur Auffindung radioaktiver Gegenstände und Quellen ermittelt. Neben der technischen Ausführung dieser Anlagen wurden auch andere Randbedingungen wie die Verfügbarkeit einer Strahlenschutzfachkraft und deren Ausbildung erfasst.

Zur Erhebung der Daten wurden in diesem Vorhaben insgesamt über 1.000 **Schrottplätze** direkt oder durch den Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V. (BVSE) angeschrieben. Von den angeschriebenen Betrieben wurden 108 Rückmeldungen erhalten. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Schrottplätze bezüglich des Auffindens herrenloser Strahlenquellen messtechnisch und personell sehr gut aufgestellt sind (s. Kapitel 4.2). Die in Kapitel 3.1.1 diskutierten allgemeinen Einkaufsbedingungen der Schrottindustrie werden im Rahmen dieser Stichprobe ab einem jährlichen Schrottdurchsatz der Schrottplätze von 20.000 t umgesetzt. Die Ausstattung der Schrottplätze entspricht denen in den Niederlanden und Belgien, wo gewisse Mindestanforderungen an Messtechnik und Personal durch Vorschriften und Empfehlungen geregelt sind.

Für die Stahlwerke wurde bis zur Erstellung dieses Zwischenberichts nur die Rückmeldung eines **Stahlwerks** verzeichnet, diese Rückmeldung bestätigt, wie in Kapitel 4.3 dargestellt, die technisch und personell sehr gut aufgestellten Stahlwerke. Dennoch hat dies aber keinen repräsentativen Charakter.

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, wurde eine Umfrage über den Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG) am 29. Januar 2016 an über 300 **Gießereibetriebe** versendet, wovon 23 eine Rückmeldung gaben. Es stellt sich heraus, dass ein Großteil der Gießereien gemäß der Auswertung der Umfrageergebnisse keine aktiven Kontrollen auf radioaktive Quellen und Gegenstände des bei ihnen angelieferten Schrotts durchführt. Die Gießereiindustrie ist daher stark abhängig von ordnungsgemäßen Schrottlieferungen seitens der Zulieferer im Rahmen der „handelsüblichen Beziehungen“.

Eine Abfrage der Ausstattung deutscher **Innenhäfen, Außenhäfen und Containerumschlagplätze** bezüglich der Ausstattung mit Messeinrichtungen zum Auffinden herrenloser Strahlenquellen ergab, dass bei keinem der angefragten Warenumsschlagplätze eigene Messungen auf Radioaktivität durchgeführt werden.

In Kapitel 5 dieses Berichtes werden die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens ermittelten **Funde** von Schrott- und Schmelzbetrieben dargestellt. Hierbei stellt sich heraus, dass der Großteil der Funde eine geringe Dosisleistung von  $< 1 \mu\text{Sv/h}$  aufweist und die Anzahl der Funde mit steigender Ortsdosisleistungen kontinuierlich abnimmt. Die Darstellung der Funde wird durch eigene, der Brenk Systemplanung GmbH bekannte Funde sowie durch national und international in den Medien dargestellte Funde ergänzt.

Des Weiteren wurden im Rahmen der Umfrage an den Schrott- und Schmelzbetrieben noch die Parameter für ein „Standard Schrottgebilde“ für die im folgenden Arbeitspaket 2 durchzuführenden Modellrechnungen erhoben.

## 8. LITERATUR

- [BDG 13] BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN GIEßEREI-INDUSTRIE, DÜSSELDORF  
Recycling und Materialeffizienz in der Gießerei-Industrie. Präsentation zur Konferenz „Stahl und Recycling“, Berlin 12.11.13
- [BDG 16] BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN GIEßEREI-INDUSTRIE, DÜSSELDORF  
Die Gießerei-Industrie. Eine starke Branche in Zahlen.
- [BDSV 14] BUNDESVEREINIGUNG DEUTSCHER STAHLRECYCLING-UND ENTSORGUNGSUNTERNEHMEN E.V.  
World Steel Recycling in Figures 2010 – 2014 (Steel Scrap – a Raw Material for Steelmaking)
- [BEL 11] KONINKLIJK BESLUIT BETREFFEND HET OPSPOREN VAN RADIOACTIVE STOFFEN IN BEPAALDE MATERIALIEN- EN AFVALSTROMEN, EN BETREFFENDE HET BEHEER VAN WEESBRONGEVOELIGE INRICHTINGEN  
Belgisch Staatsblad, 02.12.2011.
- [BEL 14] RICHTLIJNEN OP TE VOLGEN BIJ DE DETECTIE OF HET AANTREFFEN VAN EEN WEESBRON IN WEESBRONGEVOELIGE INRICHTINGEN IN DE NIET-NUCLEAIRE SECTOR  
Belgisch Staatsblad, 17.11.2014.
- [BFS 07] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ.  
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2007
- [BFS 08] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ.  
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2008
- [BFS 09] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ.  
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2009
- [BFS 10] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ.  
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2010
- [BFS 11] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ.  
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2011
- [BFS 12] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ.  
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2012
- [BFS 13] BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ.  
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013



- [BDSV 06] BUNDESVEREINIGUNG DEUTSCHER STAHLRECYCLING-UND ENTSORGUNGSUNTERNEHMEN E.V.  
Radioaktivität im Schrott - Verantwortlichkeit der Schrottlieferanten
- [BDSV 13] BUNDESVEREINIGUNG DEUTSCHER STAHLRECYCLING-UND ENTSORGUNGSUNTERNEHMEN E.V.  
Marktdaten der Stahl- und Gießereiindustrie sowie der Stahlrecyclingindustrie (Marktdaten 2012 bis 2013)
- [BDSV 14] BUNDESVEREINIGUNG DEUTSCHER STAHLRECYCLING-UND ENTSORGUNGSUNTERNEHMEN E.V.  
Marktdaten der Stahl- und Gießereiindustrie sowie der Stahlrecyclingindustrie (Marktdaten 2013 bis 2014)
- [BIR 15] BUREAU IF INTERNATIONAL RECYCLING  
World Steel Recycling in Figures 2010 – 2014 (Steel Scrap – a Raw Material for Steelmaking)
- [BMU 09] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT  
Vorkommnisse mit Kobalt-60 (Co-60) kontaminiertem Edelstahl aus Indien, Bonn, Stand 17.02.2009
- [BRE 07] GEWERBEAUF SICHT DER FREIEN HANSESTADT BREMEN  
Jahresbericht 2007,
- [BWE 16] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE  
Branchenfokus: Stahl und Metall:  
[http://www.bmwi.de/DE/Themen/Wirtschaft/branchenfokus\\_did=171742.html](http://www.bmwi.de/DE/Themen/Wirtschaft/branchenfokus_did=171742.html), Fundnachweis am (Stand 08.03.2016)
- [DBS 15] DB SCHENKER  
Aus Schrott wird Stahl – im perfekten Kreislauf
- [DUF 11] DUFERCO  
„Annual Report 2011“, Luxemburg, 2011
- [FAN 15] WIRTSCHAFTSVEREINIGUNG STAHL / STAHLINSTITUT VDEH  
Reinhard Fandrich, Vortrag „Bedeutung und Notwendigkeit der Überwachung von Schrott auf Radioaktivität“; Seminar: Radioaktivität im Stahlschrott, November 2015, Düsseldorf
- [GÖR 11] UWE GÖRISCH  
„Der Schrottplatz – Planung, Errichtung und Betrieb –“; 1. April 2011

- [IAEA 11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY  
„Melting of Orphan Source “; News am 13. September 2011
- [IAEA 12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY  
„Am-241 source melting “; News am 02. März 2012
- [IAEA 15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY  
„Orphan source found “; News am 30. Juni 2015
- [IND 12] A. B. DEY (ALL INDIA INSTITUTE OF MEDICAL SCIENCES)  
„Notice of Retraction of RADIATION ACCIDENT AT MAYAPURI  
SCRAP MARKET, DELHI, 2010“, Radiation Protection Dosimetry (2012), Vol. 151, No. 4,  
2012
- [NLD 02] DECREE OF 3 OCTOBER 2002 CONTAINING RULES ON THE DETECTION OF RADIOACTIVELY  
CONTAMINATED SCRAP (RADIOACTIVELY CONTAMINATED SCRAP (DETECTION) DECREE)  
Bulletin of Acts and Decrees, The Hague, 3 October 2002
- [NLD 13] REGULATION OF 16 APRIL 2003  
Bulletin of Acts and Decrees, The Hague, 16 April 2003
- [RAM 11] A. M. RAMSEGER  
Dissertationsschrift: “Einsatzfähigkeit von Gammadetektoren zum Nachweis des illegalen  
Transports von durch Containerladung abgeschirmter radioaktiver Substanzen”, Shaker Ver-  
lag, Aachen, 2011
- [SAC 95] D.SACCO  
„Radioactivity in the scrap recycling process: Radiation protection aspects and experimental  
monitoring problems “; Symposium on radiation protection in neighbouring countries in  
Central Europe - 1995. Proceedings, 1995
- [SUJ 02] THE STATE OFFICE FOR NUCLEAR SAFETY  
“ROCEDURE FOR RADIOACTIVE MATERIAL SEIZURE – Recommendation”;  
The State Office for Nuclear Safety, 2002, Prag
- [SPI 11] DER SPIEGEL, AUSGABE 7/2011  
“Kruste aus Uran”; Julie 2011, Hamburg
- [US 07] U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION  
“Safety Evaluation Report: Review of the LeTourneau INC. proposal to transfer unsterilized  
KO61 waste to US ecology of IDAHO for treatment and disposal”; 22 Februar 2007

- [VDD 16] VERBAND DEUTSCHER DRUCKGIEBEREIEN  
Präsentation: Pressegespräch EUROGUSS vom 12.01.2016
- [VDH 15] WIRTSCHAFTSVEREINIGUNG STAHL / STAHLINSTITUT VDEH  
Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland 2015
- [VRO 06] MINISTERIE VAN VROM  
Meten Moet2, Handhaving van de Kernenergiewet bij schrootverwerkende bedrijven in 2004 en 2005, 14 Juni 2006
- [WIR 11] WIRED - MAGAZINE  
“Why Is This Cargo Container Emitting So Much Radiation?”, Online Article, 21.10.2011
- [WM 14] BELGIAN FEDERAL AGENCY FOR NUCLEAR CONTROL  
Belgian Global Approach on the Radiological Surveillance of Radioactive Orphan Sources and Radioactive Substances in Metal Scrap and Non-Radioactive Waste, WM2014 Conference, März 2 – 6, 2014, Phoenix, Arizona, USA
- [WSA 15] WORLDSTEEL ASSOCIATION  
“world steel in figures” 2015
- [WVM 15] WIRTSCHAFTSVEREINIGUNG METALLE  
Metallstatistik 2014

**ANLAGE 1: VERSENDETE UMFRAGE**



## Brenk Systemplanung

Ingenieurgesellschaft für wissenschaftlich  
technischen Umweltschutz

Im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) ermittelt die Brenk Systemplanung GmbH die repräsentative Ausstattung deutscher Schrottplätze und metallverarbeitender Betriebe mit Detektionshardware zur Auffindung radioaktiver Strahler. Dieses geschieht im Rahmen des Forschungsvorhabens „Experimentelle und theoretische Untersuchungen zu radioaktiven Quellen und Gegenständen im Stahlschrott“. Um diese Studie möglichst realitätsnah durchführen zu können und um Ihnen als Ergebnis unseres Forschungsvorhabens möglichst hilfreiches Informationsmaterial zur Verfügung stellen zu können, sind wir auf Ihre detaillierten Angaben als Betreiber angewiesen. Die erhobenen Daten werden anonymisiert in Statistiken verarbeitet, es können daher keine Rückschlüsse auf Einzelne getroffen werden.

### 1. Standort optional (nur zur internen Verarbeitung)

Firmenname: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_  
Ort: \_\_\_\_\_

### 2. Verarbeitende Schrottmengen

2.1 Wieviel Schrott verarbeitet Ihr Betrieb jährlich (ca.): \_\_\_\_\_ t/a

2.2 Welche Metalle werden hauptsächlich verarbeitet (prozentualer Anteil ca.):

Edelstahl	_____ %
sonst. Eisenmetalle	_____ %
Aluminium	_____ %
Kupfer	_____ %
sonst. Buntmetalle	_____ %

2.3 Welche drei Schrottsorten liefern Sie hauptsächlich (der Häufigkeit nach nennen):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.4 Welche Anlieferungsarten gibt es bei Ihnen: (zutreffendes bitte ankreuzen  
Mehrfachnennung möglich)

Straße  Schiene  Wasser

2.5 In welchem Behältnis wird die An- bzw. Ablieferung von Schrott in Ihrem Betrieb hauptsächlich durchgeführt: (z. B. Kippmulde, Abrollcontainer, Wagon, Schiff o. a.)

\_\_\_\_\_  
Welche Maße (L x B x H) hat dieses Behältnis [in cm]: L: \_\_\_\_\_ x B: \_\_\_\_\_ x H: \_\_\_\_\_

Welches typische Nettogewicht hat solch ein Behältnis bei Ihnen [t]: \_\_\_\_\_

Zu wieviel Prozent ist dieses Behältnis typisch gefüllt (Volumen): \_\_\_\_\_



### 3. Ausstattung mit Messtechnik

#### 3.1 Werden Ein- bzw. Ausgangsmessungen auf Radioaktivität durchgeführt?

NEIN – weiter mit 3.2

JA

Gibt es eine oder mehrere Portalmessanlage(n) (z. B. an der LKW-Ein- und Ausfahrt)?

JA

Hersteller: \_\_\_\_\_

Typ: \_\_\_\_\_

Anzahl Detektoren: \_\_\_\_ (rechts plus links)

Anzahl Detektoren: \_\_\_\_ (evtl. oberhalb)

Anzahl Anlagen: \_\_\_\_

Breite der Fahrspur zwischen den Detektoren [cm]: \_\_\_\_\_

Geschwindigkeitsbegrenzung beim Durchfahren der Portalmessanlage [km/h]: \_\_\_\_\_

Ggf. weitere Anlage:

Hersteller: \_\_\_\_\_

Typ: \_\_\_\_\_

Anzahl Detektoren: \_\_\_\_ (rechts plus links)

Anzahl Detektoren: \_\_\_\_ (evtl. oberhalb)

Anzahl Anlagen: \_\_\_\_

Breite der Fahrspur zwischen den Detektoren [cm]: \_\_\_\_\_

Geschwindigkeitsbegrenzung beim Durchfahren der Portalmessanlage [km/h]: \_\_\_\_\_

#### 3.2 Gibt es andere/weitere Messgeräte für Radioaktivität?

Greifer- oder Magnetmessanlage

Hersteller: \_\_\_\_\_

Typ: \_\_\_\_\_

Anzahl: \_\_\_\_\_

Handmessgeräte

Hersteller: \_\_\_\_\_

Typ: \_\_\_\_\_

Anzahl: \_\_\_\_\_

Ggf. weitere Messgeräte (z. B. Bandmessanlagen)

Hersteller: \_\_\_\_\_

Typ: \_\_\_\_\_

Kurzbeschreibung: \_\_\_\_\_

Anzahl: \_\_\_\_\_



### 3.3 Weiterführende Untersuchungen?

Werden in Ihrem Betrieb neben den in 3.1 und 3.2 spezifizierten Messungen noch weitere Untersuchungen auf Radioaktivität durchgeführt?  JA  NEIN (falls Ja bitte spezifizieren)

---

---

Werden Messungen/Untersuchungen in Abhängigkeit der Anlieferung (z. B. Füllhöhe, Schrottsorte) unterschiedlich durchgeführt?  JA  NEIN (falls Ja bitte spezifizieren)

---

---

## 4. Funde von Radioaktivität

### 4.1 Gab es in Ihrem Betrieb bereits Funde von Radioaktivität?

JA  NEIN

Was wurde wann gefunden (wenn möglich inkl. Aktivität und Nuklide)? (Sie können diesbezüglich gerne auch weitere Daten mitsenden)

---

---

---

---

Falls Funde: Welche Umstände haben den Fund der Quelle begünstigt?

---

---

---

### 4.2 Gibt es in Ihrem Betrieb eine Betriebsanweisung / Vorgehensweisen (z. B. erst Nachmessung dann Vereinzlung etc.) im Falle eines Fundes (Alarm an Messanlage)?

JA  NEIN

Kurze Schilderung / Ablaufplan (Sie können gerne eine Kopie anfügen):

---

---

---

### 4.3 Gibt es in Ihrem Betrieb eine Person, die für den Strahlenschutz zuständig ist?

JA  NEIN

Kurze Schilderung der Qualifikation dieser Person:

---

---

Ist diese Person kontinuierlich verfügbar?  JA  NEIN

**ANLAGE 2: UMFRAERGEERGEBNISSE**

Anhang A2-1: Übersicht der Umfrageergebnisse für Schrottplätze

Tonnage [t/a]	Lfd. Nr.	Anlieferung			Portalanlagen					Hand- messge- räte <sup>2)</sup>	Strahlenschutz			
		Straße	Schiene	Wasser	Typ <sup>1)</sup>	Anzahl Detektoren	Ges. Vo- lumen [l]	Spur- breite [cm]	max. Ge- sch. [km/h]		Fach- kraft	ständig verf.	Quali- fikati- on	Arbeits- anwei- sung
≤ 5.000	1	1				0	0			1	1	1		1
	2	1				0	0			1	1	1		1
	3	1				0	0			1	1	1		1
	4	1				0	0			1	1	1		1
	5	1				0	0			1	1	1		1
	6	1				0	0			1	1	1		1
	7	1				0	0			1	1	1		1
	8	1				0	0			1	1	1		1
	9	1				0	0			1	1	1		1
	10	1				0	0			1	1	1		1
	11	1				0	0			1	1	1		1
	12	1				0	0							
	13	1				0	0							
	14	1				0	0							



> 5.000 - < 10.000	15	1				0	0			1	1	1		1
	16	1				0	0			1	1	1		1
	17	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	18	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	19	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	20	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	21	1			PT	2	24	340	5		ja	ja		
> 10.000 - 20.000	22	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	23	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	24	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	25	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	26	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	27	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	28	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	29	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	30	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	31	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	32	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	33	1				0	0			ja	ja	ja		ja
	34	1				0	0			ja	ja	ja		
35	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja	
36	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja	
37	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja	

> 20.000 - 50.000	38	1			PS	2	50	355	5	ja	ja	ja		ja
					PS	2	50	355	5					
	39	1			PT	2	50	350	5	ja	ja	ja		ja
	40	1			PT	2	50	300	10	ja	ja	ja		ja
					PT	2	50	300	10					
	41	1			PT	2	50	300	10	ja	ja	ja		ja
					PT	2	50	300	10					
	42	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
	43	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
	44	1			PR	k. A.	k. A.	300	5	ja	ja	ja		ja
45	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja	
46	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja	
> 50.000 - 100.00	47	1			PT	2	50	300	10	ja	ja	ja		ja
					PT	2	50	300	10					
	48	1	1	1	PT	2	50	k.a.	6	ja	ja	ja		ja
					PT	2	50	k.a.	6					
					PT	2	50	k.a.	6					
	49	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
	50	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
	51	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
	52	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
				PT	2	50	350	5						
53	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja	
54	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja	
> 100.000 - 200.000	55	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
	56	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
				1	PT	2	50	350	5					
	57	1	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja	
					PS	2	50	350	5					

	58	1			KC	2	0,14	300	5	ja	ja	ja		ja
	59	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
	60	1		1	PT	2	50	300	10	ja	ja	ja		ja
			1			PT	2	50	350				10	
	61		1	1	KC	3	0,21	350	10	ja	ja	ja		ja
		1			PR	3	k. A.	300	10					
> 200.000 - 500.000	62	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
		1			PT	2	50	300	5					
			1		PT	2	50	350	5					
	63	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja
			1		PT	2	50	350	5					
	64	1				PT	2	50	300	10	ja	ja	ja	
					PT	2	50	300	10					
65	1				PT	2	50	300	10	ja	ja	ja		ja
					PT	2	50	300	10					
> 500.000	66	1		1	PT	2	50	300	10	ja	ja	ja		ja
		1			PT	2	50	300	10					
		1			PT	2	50	300	10					
			1			PS	4	100	420				10	
x	67	1		1	KC	4	0,28		5	ja	ja	ja		ja
x			1			KC	4	0,28					5	
k. A.	68	1		1	KC	2	0,14		5	ja <sup>2)</sup>	ja	ja		ja
k. A.	69	1			KC	3	0,21		5	ja <sup>2)</sup>	ja	ja		ja
x	70	1		1	KC	4	0,28		5		ja	ja		ja
x						KC	4	0,28					5	
k. A.	71	1			KC	3	0,21		5	ja <sup>2)</sup>	ja	ja		ja
k. A.	72	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
x	73	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
x					KC	2	0,14		5					
k. A.	74	1								ja <sup>2)</sup>	ja	ja		ja

k. A.	75	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	76	1		1	KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
x	77	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
x					KC	2	0,14							
k. A.	78	1			KC	3	0,21		5	ja	ja	ja		ja
x	79	1		1	PT	2	50		5	ja	ja	ja		ja
x						KC	4	0,28						
x						KC	4	0,28						
k. A.	80	1			KC	4	0,28		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	81	1			KC	3	0,21		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	82	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	83	1			PT	2	50		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	84	1			PT	2	50		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	85	1								ja	ja	ja		ja
k. A.	86	1			PT	2	50			ja	ja	ja		ja
k. A.	87	1		1	PT	2	50			ja	ja	ja		ja
k. A.	88	1							5	ja <sup>2)</sup>	ja	ja		ja
k. A.	89	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	90	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	91	1			KC	2	0,14		5	ja <sup>2)</sup>	ja	ja		ja
k. A.	92	1			PT	2	50		5		ja	ja		ja
k. A.	93	1			KC	2	0,14		5		ja	ja		ja
k. A.	94	1			KC	2	0,14		5		ja	ja		ja
k. A.	95	1			KC	2	0,14		5		ja	ja		ja
x	96	1			KC	3	0,21		5	ja	ja	ja		ja
x					KC	3	0,21							
x					KC	3	0,21							
k. A.	97	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	98	1							5	ja	ja	ja		ja
x	99	1	1		KC	4	0,28		5	ja	ja	ja		ja

x					KC	2	0,14							
k. A.	100	1			KC	2	0,14		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	101	1			KC	2	0,14		5		ja	ja		ja
k. A.	102	1			KC	2	0,14		5		ja	ja		ja
k. A.	103	1			KC	3	0,21		5	ja	ja	ja		ja
x	104	1			KC	2	0,14		5		ja	ja		ja
x					KC	2	0,14							
k. A.	105	1			PT	2	50		5	ja	ja	ja		ja
k. A.	106	1								ja	ja	ja		ja
k. A.	107	1			KC	2	0,14		5		ja	ja		ja
k. A.	108	1			PT	2	50	300	5	ja	ja	ja		ja

<sup>1)</sup> Abkürzungen: P: Plastik; K: Kristall; T: Thermo Fisher, M: Mirion; C: CETTO

<sup>2)</sup> Die Verfügbarkeit von Handmessgeräten kann auch über benachbarte Plätze erfolgen

Anhang A2-2: Übersicht der Umfrageergebnisse für Gießereibetriebe

Tonnage [t/a]	Lfd. Nr.	Anlieferung			Portalanlagen					Handmessgeräte <sup>2)</sup>	Strahlenschutz			
		Straße	Schiene	Wasser	Typ <sup>1)</sup>	Anzahl Detektoren	Ges. Volumen [l]	Spurbreite [cm]	max. Gesch. [km/h]		Fachkraft	ständig verf.	Qualifikation	Arbeitsanweisung
≤ 5.000	1	ja									ja	ja		
	2	ja												
	3	ja												
	4	ja												
	5	ja									ja	ja		
> 5.000 - 10.000	6	ja									ja	ja		
	7	ja			PT	2	24	320	6	1				ja
> 10.000 - 20.000	8	ja												
	9	ja									k. A.			k. A.
	10	ja									ja	ja		
	11	ja												
	12	ja			PT	4	100	400	6	1	ja	ja		ja
> 20.000 - 50.000	13	ja								1	ja	ja		
	14	ja			KC	2	1,4	600	5					ja
	15	ja									ja			
	16	ja			KC						ja	ja		
> 20.000 - 50.000	17	ja												
	18	ja												
> 50.000 - 100.000	19	ja									ja	ja		
> 100.000 - 200.000	20	ja			PM	4	k. A.	300	10		ja	ja		ja

<sup>1)</sup> Abkürzungen: P: Plastik; K: Kristall; T: Thermo Fisher; M: Mirion; C: CETTO



# | Verantwortung für Mensch und Umwelt |

**Kontakt:**

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: + 49 30 18333 - 0

Telefax: + 49 30 18333 - 1885

Internet: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz