



Bundesamt  
für Strahlenschutz

# Die berufliche Strahlenexposition in Deutschland 2021

**Bericht des Strahlenschutzregisters**

BfS-49/23

Bundesamt für Strahlenschutz  
MB 4 | Beruflicher Strahlenschutz, Strahlenschutzregister  
Ingolstädter Landstraße 1  
85764 Oberschleißheim

[ssr@bfs.de](mailto:ssr@bfs.de)

## **Impressum**

Bundesamt für Strahlenschutz  
Postfach 10 01 49  
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0

Fax: +49 30 18333-1885

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

De-Mail: [epost@bfs.de-mail.de](mailto:epost@bfs.de-mail.de)

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

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:

urn:nbn:de:0221-2023032236892

Juli/2022

# Inhalt

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Die berufliche Strahlenschutzüberwachung in Deutschland .....</b>	<b>6</b>
1.1 Das Strahlenschutzregister .....	6
1.2 Begriffserläuterungen.....	7
1.2.1 Berufliche Exposition .....	7
1.2.2 Beruflich exponierte Personen .....	8
1.2.3 Strahlenschutzüberwachte Personen.....	8
1.2.4 Messbar exponierte Personen.....	9
1.3 Grenzwerte für beruflich exponierte Personen .....	9
<b>2 Dateneingang und Auswertung .....</b>	<b>11</b>
2.1 Vom Strahlenschutzregister erfasste Daten.....	11
2.2 Meldungsarten .....	11
2.2.1 Personendosismeldungen .....	11
2.2.2 Inkorporationsdosismeldungen.....	12
2.2.3 Flugdosismeldungen.....	13
2.2.4 Radondosismeldungen .....	13
2.2.5 Strahlenpassmeldungen .....	13
2.3 Umgang mit fehlerhaften Meldungen an das Strahlenschutzregister .....	14
2.4 Personenidentifikation im Strahlenschutzregister .....	14
2.5 Für die Auswertung verwendete Datengrundlage .....	15
2.6 Für die Auswertung definierte Berufsgruppen.....	15
<b>3 Jahresstatistik des Strahlenschutzregisters .....</b>	<b>17</b>
3.1 Übersicht der im Strahlenschutzregister erfassten Personen.....	17
3.2 Übersicht der Meldungen an das Strahlenschutzregister .....	18
3.3 Anzahl der Grenzwertüberschreitungen .....	18
<b>4 Auswertungen zur beruflichen Strahlenexposition.....</b>	<b>19</b>
4.1 Strahlenschutzüberwachte und messbar exponierte Personen .....	19
4.2 Kollektivdosis .....	20
4.3 Effektive Dosis .....	21
4.3.1 Mittlere effektive Jahresdosis einzelner Berufsgruppen.....	21
4.3.2 Verteilung der effektiven Jahresdosis innerhalb einzelner Berufsgruppen .....	22
4.3.3 Zeitlicher Verlauf der effektiven Jahresdosis einzelner Berufsgruppen.....	27
4.4 Berufslebensdosis.....	28
4.5 Organ-Äquivalentdosis .....	32
4.5.1 Die Organ-Äquivalentdosis der Hand .....	32
4.5.2 Die Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse .....	33
<b>5 Auswertungen zum Strahlenpass .....</b>	<b>35</b>

<b>6</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>36</b>
6.1	Übersicht über alle Meldungsarten.....	36
6.2	Personendosismeldungen .....	36
6.2.1	Auswertungen nach Überwachungszeitraum .....	36
6.2.2	Auswertungen nach dosimetrischen Parametern.....	41
6.2.3	Auswertungen nach Messstellen.....	46
6.2.4	Auswertungen nach Bundesländern .....	48
6.3	Inkorporationsdosismeldungen.....	50
6.4	Radondosismeldungen .....	51
6.5	Flugdosismeldungen.....	53
6.6	Strahlenpassmeldungen .....	54
	Literaturverzeichnis .....	56
	Abkürzungsverzeichnis .....	58
	Abbildungsverzeichnis .....	60
	Tabellenverzeichnis .....	62

## Zusammenfassung

In Deutschland unterliegen Personen, die in ihrem Arbeitsumfeld ionisierender Strahlung ausgesetzt sind, in der Regel der beruflichen Strahlenschutzüberwachung. Dies betrifft vor allem Beschäftigte im Bereich der Medizin, der Kerntechnik, der allgemeinen Industrie, der Forschung und Lehre sowie Beschäftigte, die einer erhöhten Exposition durch natürliche Strahlungsquellen (z. B. Radon oder kosmische Strahlung) ausgesetzt sind. Auf der Grundlage strahlenschutzrechtlicher Regelungen werden in Deutschland im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung Daten zur beruflichen Exposition erhoben, im Strahlenschutzregister (SSR) des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) zentral erfasst und dabei personenbezogen zusammengeführt. Das SSR des BfS ist das größte zentrale Register für Daten zur beruflichen Strahlenexposition in Europa in Bezug auf die Anzahl an jährlich überwachten Personen (Übersicht über Daten zur Strahlenschutzüberwachung in Europa: <https://esorex-platform.org>).

Im Jahr 2021 wurden in Deutschland ca. 418.000 Personen strahlenschutzüberwacht. Das medizinische Personal machte dabei etwa drei Viertel der Gesamtzahl aus. Von den 418.000 strahlenschutzüberwachten Personen insgesamt haben jedoch nur ca. 102.000 Personen eine messbare Dosis, d. h. eine Dosis über der Nachweisgrenze, erhalten. Die beiden größten Berufsgruppen unter den messbar exponierten Personen stellten mit etwa 55.000 Personen (54 %) das medizinische, und mit ca. 31.000 Personen (31 %) das fliegende Personal dar. Gleichzeitig besaß das fliegende Personal 2021 mit 26,4 Personen-Sv/a die mit Abstand größte Jahreskollektivdosis aller strahlenschutzüberwachten Berufsgruppen (insgesamt 54,1 Personen-Sv/a). Auf Platz zwei stand das medizinische Personal mit 16,3 Personen-Sv/a.

Auswertungen zur personenbezogenen Situation zeigen, dass die durchschnittliche Strahlenexposition für Beschäftigte an Arbeitsplätzen im Zusammenhang mit geplanten Expositionssituationen, verglichen mit der mittleren natürlichen Strahlenexposition der Bevölkerung (2,1 mSv pro Person und Jahr), auf einem niedrigen Niveau liegt. So lag 2021 die mittlere effektive Jahresdosis für messbar exponierte Beschäftigte aus dem Bereich Medizin bei 0,31 mSv, aus dem Bereich Kerntechnik bei 0,77 mSv, aus der allgemeinen Industrie bei 0,76 mSv, aus dem Bereich Forschung und Lehre bei 0,24 mSv sowie für fliegendes Personal bei 0,84 mSv. Insgesamt gesehen sprechen die niedrigen Werte für einen erfolgreichen beruflichen Strahlenschutz.

Von den Personen, die im Rahmen einer bestehenden Expositionssituation im Jahr 2021 dosimetrisch überwacht wurden, wiesen Beschäftigte im Bereich der Altlasten-Sanierung eine mittlere effektive Jahresdosis von 0,83 mSv und Personen an Radon-Arbeitsplätzen einen Wert von 2,41 mSv auf. Damit liegen die Durchschnittswerte im Bereich Radon deutlich über denen aller anderen Berufsgruppen. Zum einen ist dies zu erwarten, da bei Radon die verpflichtende dosimetrische Überwachung erst ab einer möglichen effektiven Jahresdosis von 6 mSv einsetzt, bei allen anderen Berufsgruppen bereits ab 1 mSv. Zum anderen zeigen die Ergebnisse dennoch, dass die Exposition durch Radon an Arbeitsplätzen ein relevantes Thema für den beruflichen Strahlenschutz darstellt.

Im Jahr 2021 kam es nach den dem SSR vorliegenden Daten zu einer Überschreitung des Jahresgrenzwertes für die effektive Dosis von 20 mSv, zu fünf Überschreitungen des Jahresgrenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Hand von 500 mSv, zu 30 Überschreitungen des Monatsgrenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter von 2 mSv und zu einer Überschreitung der Berufslebensdosis von 400 mSv. Insgesamt ist die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen der effektiven Dosis (Jahresgrenzwert und Grenzwert für Berufslebensdosis) über die Jahre betrachtet rückläufig. Die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen der Organ-Äquivalentdosis der Hand liegt seit Beginn der beruflichen Strahlenschutzüberwachung gleichbleibend auf einem niedrigen Niveau. Die Überschreitung des Grenzwertes der Gebärmutterdosis ist von einem dreistelligen Bereich vor 20 Jahren auf einen nun zweistelligen Bereich gesunken.

# 1 Die berufliche Strahlenschutzüberwachung in Deutschland

Der Mensch hat sich im natürlichen Strahlungsfeld der Erde entwickelt und ist so seit jeher natürlicher Umgebungsstrahlung ausgesetzt. Diese Strahlung setzt sich aus inneren und äußeren Komponenten zusammen. Dabei macht die innere Exposition vor allem durch die Inhalation des radioaktiven Edelgases Radon und seiner Folgeprodukte den Hauptanteil der natürlichen Strahlenexposition aus. Auch werden über die Nahrung natürliche Radionuklide wie Kalium-40 und Kohlenstoff-14 sowie Nuklide aus den radioaktiven Zerfallsreihen des Thoriums und des Urans aufgenommen. Bei der externen Strahlungskomponente handelt es sich um terrestrische und kosmische Strahlung. Erstere stammt von natürlichen radioaktiven Stoffen, die im Boden und Gestein der Erdkruste vorhanden sind. Letztere besteht hauptsächlich aus energiereichen Teilchen, die aus dem Weltall auf die Erde treffen.

Insgesamt führt die natürliche Strahlenexposition in Deutschland zu einer mittleren effektiven Dosis von ca. 2,1 Millisievert (mSv) pro Person und Jahr. Je nach Wohnort, Ernährungs- und Lebensgewohnheiten schwankt der tatsächliche Wert zwischen 1 und 10 mSv pro Person und Jahr (natürlicher Schwankungsbereich).

Mit der Entwicklung von künstlichen Strahlungsquellen (Röntgentechnik, Kernenergie, etc.) und der damit verbundenen Effekte auf die menschliche Gesundheit wurde zunehmend die Notwendigkeit deutlich, Personen, die sich regelmäßig in der Nähe von künstlichen Strahlungsquellen aufhalten, besonders zu schützen. Dabei handelt es sich vorwiegend um Personen, die durch ihre tägliche Arbeit solchen Strahlungsquellen ausgesetzt sind. Der berufliche Strahlenschutz und die damit im Zusammenhang stehende Strahlenschutzüberwachung wurde Teil der modernen Industriegesellschaft.

Im Rahmen der beruflichen Strahlenschutzüberwachung werden Daten zur *beruflichen Exposition* von Personen erhoben, die aus beruflichen Gründen mit Strahlungsquellen umgehen. Die Daten werden im Strahlenschutzregister (SSR) des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) zentral erfasst und personenbezogen zusammengeführt.

## 1.1 Das Strahlenschutzregister

Das Strahlenschutzregister (SSR) des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) ist eine zentrale Einrichtung des Bundes und dient als zentrales Dosisregister für die gesamte berufliche Strahlenschutzüberwachung in Deutschland. Die dort zusammengeführten Daten bilden die Grundlage für die Durchführung der gesetzlichen Überwachung des beruflichen Strahlenschutzes. Mit der Führung des SSR erfüllt das BfS eine gesetzliche Aufgabe, die im Strahlenschutzgesetz (§ 170 StrlSchG) und in der Strahlenschutzverordnung (§ 173 StrlSchV) verankert ist. Zweck der Datenerfassung ist die Überwachung der gesetzlichen Dosisgrenzwerte und der Beachtung der Strahlenschutzgrundsätze. Des Weiteren dienen die erfassten Expositionsdaten der Prüfung des Bestehens eines Anspruchs gegen einen Träger der gesetzlichen Unfallversicherung sowie zum Zweck der wissenschaftlichen Forschung im Bereich des Strahlenschutzes. Zusammengefasst hat das SSR folgende konkrete Aufgaben (Näheres auch unter [www.bfs.de/ssr](http://www.bfs.de/ssr)):

- Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten:

Im SSR werden alle Dosiswerte der dort registrierten Personen zentral bilanziert und auf mögliche Grenzwertüberschreitungen (Jahresgrenzwerte, Grenzwert der Berufslebensdosis, spezielle Grenzwerte) hin überprüft. Kommt es zu einer Grenzwertüberschreitung, wird die zuständige Aufsichtsbehörde informiert, welche entsprechende Maßnahmen zur Dosisminimierung anordnen muss.

- Überwachung der Ausgabe von Strahlenpässen:

Anhand der von den regionalen Registrierbehörden gemeldeten Strahlenpässe und den damit zusammenhängenden amtlichen Vorgängen wird überprüft, ob eine Person mehr als nur einen gültigen Strahlenpass besitzt ("Mehrfachausgaben"). Im Falle einer Mehrfachausgabe wird die betreffende Registrierbehörde benachrichtigt.

- Erteilung von Auskünften:

Eine der Hauptaufgaben des SSR ist die Erteilung von Auskünften über die erfassten Daten zur beruflichen Strahlenexposition, soweit dies für die Wahrnehmung der Aufgaben des Empfängers erforderlich ist (§ 170 Absatz 5 StrlSchG). Neben den zuständigen Behörden, gesetzlichen Unfallversicherungen und Strahlenschutzverantwortlichen werden auch den Betroffenen selbst Auskünfte über die zu ihrer Person gespeicherten Daten erteilt.

- Vergabe der Strahlenschutzregisternummer (SSR-Nummer):

Das BfS vergibt für jede Person, für die Eintragungen ins SSR vorgenommen werden, eine persönliche Kennnummer, die sogenannte Strahlenschutzregisternummer (SSR-Nummer). Die SSR-Nummer dient zur eindeutigen individuellen Zuordnung der gemeldeten Dosiswerte aus der beruflichen Strahlenexposition im SSR.

- Statistische Auswertungen:

Der Strahlenschutz basiert auf drei Grundsätzen, nämlich (i) der Rechtfertigung von Tätigkeiten, die zu einer Strahlenexposition führen, (ii) der Optimierung von Strahlenschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Dosisrichtwerte und (iii) der oben genannten Begrenzung des Strahlenrisikos durch Setzung von Grenzwerten. Um diese Grundsätze überprüfen zu können, ist eine regelmäßige statistische Auswertung der Expositionsdaten von großer Bedeutung, um Einblick in den gegenwärtigen Stand und zeitlichen Trend der Strahlenexposition in den verschiedenen Tätigkeitsbereichen zu erhalten. So kann überprüft werden, ob die Strahlenschutzgrundsätze berücksichtigt werden und ob die geltenden Strahlenschutzmaßnahmen greifen. Falls erforderlich, können daraufhin gezielte Strahlenschutzmaßnahmen getroffen bzw. angepasst werden. Dies kann auch bei technologisch bedingten Veränderungen eine Rolle spielen, zum Beispiel, wenn in der Medizin neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten zu einer veränderten Strahlenexposition des Personals führen.

- Bereitstellung von anonymisierten Daten für wissenschaftliche Auswertungen:

Da der kontinuierlich anwachsende Datenbestand des Registers von wissenschaftlicher Bedeutung ist, wird dieser auch der epidemiologischen Forschung in anonymisierter Form zugänglich gemacht. So ist es eine der Aufgaben des SSR, die Expositionsdaten zum Zwecke der wissenschaftlichen Forschung auf Anfrage zur Verfügung zu stellen. Das SSR trägt so zur Weiterentwicklung des beruflichen Strahlenschutzes nach Stand von Wissenschaft und Technik bei. Es ist außerdem in verschiedenen internationalen Arbeitsgruppen vertreten, die sich mit der Harmonisierung der beruflichen Strahlenschutzüberwachung in Europa und mit Zukunftsfragen des beruflichen Strahlenschutzes befassen.

## 1.2 Begriffserläuterungen

### 1.2.1 Berufliche Exposition

*Berufliche Expositionen* sind gemäß § 2 Absatz 7 StrlSchG Expositionen, die vor allem bei der Ausübung von Tätigkeiten nach § 4 StrlSchG anfallen. Dies betrifft alle geplanten Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit dem Umgang mit Strahlungsquellen stehen. Hierzu zählen z. B. Expositionen, die beim Umgang mit radioaktiven Stoffen oder mit Bestrahlungsanlagen auftreten, aber auch die Exposition des fliegenden Personals durch kosmische Strahlung oder die Exposition, die im Rahmen von Aufsichts-, Gutachter- und Sachverständigenaufgaben anfällt.

*Berufliche Expositionen* können jedoch nicht nur in geplanten, sondern auch in bestehenden Expositionssituationen auftreten. Bestehende Expositionssituationen zeichnen sich im Gegensatz zu geplanten Expositionssituationen dadurch aus, dass die Expositionssituation bereits besteht, wenn die Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss. Beschäftigte, die einer bestehenden Expositionssituation ausgesetzt sind, gelten im Sinne des Strahlenschutzgesetzes nicht als *beruflich*

*exponierte Personen* (vgl. Kapitel 1.2.2), wengleich die entsprechenden Expositionen als *berufliche Expositionen* bezeichnet werden. Hier sind beispielsweise die Arbeitsplätze mit erhöhter Exposition durch Radon oder durch radioaktive Altlasten zu nennen.

Expositionen von Einsatzkräften bei Notfalleinsätzen oder anderen Gefahrenlagen (Notfallexpositionssituationen) zählen ebenfalls zu den *beruflichen Expositionen*.

### **1.2.2 Beruflich exponierte Personen**

Eine *beruflich exponierte Person* ist gemäß § 5 Absatz 7 StrlSchG eine Person, die eine *berufliche Exposition* aus Tätigkeiten erhalten kann, die eine effektive Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr, eine Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse von 15 mSv im Kalenderjahr oder eine Organ-Äquivalentdosis für die Haut von 50 mSv im Kalenderjahr überschreitet. Der Begriff *beruflich exponierte Person* bezieht sich dabei auf geplante Expositionssituationen. Dementsprechend zählen z. B. Einsatzkräfte, die ausschließlich in einer Notfallexpositionssituation oder einer anderen Gefahrenlage eine Exposition erhalten, nach dem Gesetz nicht zu den *beruflich exponierten Personen*, wengleich deren Exposition ebenfalls eine *berufliche Exposition* darstellt.

### **1.2.3 Strahlenschutzüberwachte Personen**

Im Zuge der Strahlenschutzüberwachung werden all jene Personen einbezogen, die einer unter Kapitel 1.2.1 näher erläuterten *beruflichen Exposition* ausgesetzt sind. Hierzu zählen in erster Linie die unter Kapitel 1.2.2 beschriebenen *beruflich exponierten Personen*. Darüber hinaus werden unter bestimmten Voraussetzungen Beschäftigte an Radon-Arbeitsplätzen und Einsatzkräfte bei Notfalleinsätzen oder anderen Gefahrenlagen strahlenschutzüberwacht, obwohl diese Personen nicht zu den *beruflich exponierten Personen* zählen. Es können sich auch Personen freiwillig (vorsorglich) überwachen lassen, deren Dosiswerte dann ebenfalls in das SSR aufgenommen werden. Alle im SSR registrierten Personen werden in diesem Bericht unter dem Oberbegriff *strahlenschutzüberwachte Personen* zusammengefasst.

Im Einzelnen zählen zu den *strahlenschutzüberwachten Personen* folgende Personengruppen:

- Personen, die sich in einem nach dem Strahlenschutzgesetz definierten Überwachungsbereich aufhalten (gilt nicht für Patienten), außer wenn zu erwarten ist, dass im Kalenderjahr eine effektive Dosis von 1 mSv, eine Organ-Äquivalentdosis von 15 mSv für die Augenlinse oder eine Organ-Äquivalentdosis von 50 mSv für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel und eine lokale Hautdosis von 50 mSv nicht erreicht wird. In diesem Fall kann auf eine Ermittlung der Körperdosis verzichtet werden und es bedarf keiner Erfassung im SSR. Die zuständige Behörde kann aber die Ermittlung der Dosis verlangen.
- Personen, die sich in einem nach dem Strahlenschutzgesetz definierten Kontrollbereich aufhalten (gilt nicht für Patienten), außer wenn zu erwarten ist, dass im Kalenderjahr eine effektive Dosis von 1 mSv, eine Organ-Äquivalentdosis von 15 mSv für die Augenlinse oder eine Organ-Äquivalentdosis von 50 mSv für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel und eine lokale Hautdosis von 50 mSv nicht erreicht wird und die zuständige Behörde dem Verzicht auf eine Dosisermittlung zugestimmt hat.
- Personen, die bei der Ausübung einer Tätigkeit, die nicht mit dem Aufenthalt in einem nach dem Strahlenschutzgesetz definierten Strahlenschutzbereich verbunden ist, eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv, eine höhere Organ-Äquivalentdosis als 15 mSv für die Augenlinse oder eine lokale Hautdosis von mehr als 50 mSv im Kalenderjahr erhalten können. Dies sind z. B. Betätigungen im Zusammenhang mit der Sanierung radioaktiver Altlasten oder Tätigkeiten mit natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen.
- Personen, die als fliegendes Personal in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden und die im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv durch kosmische Strahlung erhalten können.
- Personen, die durch eine Radon-222-Exposition am Arbeitsplatz eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv im Kalenderjahr erhalten können.



- Personen, die als Einsatzkräfte im Rahmen eines Notfalls oder einer anderen Gefahrenlage gemäß Strahlenschutzgesetz einer Strahlenexposition ausgesetzt sein können. Als Maßstab, ob die ermittelte Körperdosis einer Einsatzkraft auch im SSR zu erfassen ist, werden dieselben Werte verwendet, die auch für die Einteilung in *beruflich exponierte Personen* nach § 5 Absatz 7 StrlSchG als Maßstab herangezogen werden. Ergebnisse der Dosismessung oder Dosisabschätzung sind nach § 150 Absatz 5 StrlSchV an das SSR zu übermitteln, wenn die effektive Dosis größer als 1 mSv oder die Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse größer als 15 mSv oder die lokale Hautdosis größer als 50 mSv ist. Unabhängig davon kann auch bei niedrigeren Werten auf freiwilliger Basis eine Eintragung in das SSR erfolgen.
- Personen, die in ihrem beruflichen Umfeld ionisierender Strahlung ausgesetzt sind, jedoch keines der oben genannten Kriterien erfüllen, sich aber freiwillig überwachen lassen möchten.

#### 1.2.4 Messbar exponierte Personen

Für viele Personen liegt der während eines Überwachungsintervalls ermittelte Dosiswert unterhalb der Nachweisgrenze des einzelnen Messverfahrens. In diesem Fall wird dem SSR ein Wert von 0,0 mSv gemeldet. Liegt mindestens ein pro Überwachungsintervall ermittelter Dosiswert oberhalb der Nachweisgrenze bzw. wird für eine Person ein Dosiswert von mehr als 0,0 mSv an das SSR gemeldet, so wird die Person in diesem Bericht zu den *messbar exponierten Personen* gezählt.

### 1.3 Grenzwerte für beruflich exponierte Personen

Bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit ionisierender Strahlung können gesundheitliche Schäden hervorgerufen werden, weshalb fest definierte Grenzwerte (§§ 77, 78 StrlSchG) eingehalten werden müssen. Die Setzung von Grenzwerten dient grundsätzlich zwei verschiedenen Zielen.

Zum einen sollen damit direkte, deterministische Effekte (Hautschäden, Fertilisationsstörungen) verhindert werden. So wurden aus strahlenbiologischen Erkenntnissen für einzelne Organe und Gewebe Jahresgrenzwerte für die entsprechende Organ-Äquivalentdosis abgeleitet.

Zum anderen verfolgt die Setzung von Grenzwerten den Zweck, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten zukünftiger, stochastischer Effekte (bösartige Tumore, Erbkrankheiten) auf ein Maß zu beschränken, welches als akzeptabel angesehen wird. Laut ICRP Publikation 60 (ICRP 1991) gilt ein Risiko für einen stochastischen Effekt als akzeptabel, wenn nicht mehr als ein Todesfall pro Jahr pro tausend Personen auftritt. Daraus leiten sich die Jahresgrenzwerte für *beruflich exponierte Personen* und der Grenzwert für die Berufslebensdosis mit Bezug auf die Körperdosis (angegeben als effektive Dosis) ab. Die Jahresgrenzwerte und der Grenzwert für die Berufslebensdosis gelten für Frauen und Männer gleichermaßen.

Tabelle 1.1 fasst wichtige Jahresgrenzwerte für *beruflich exponierte Personen* zusammen. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wird bei den Jahresgrenzwerten für die effektive Dosis und für die Organ-Äquivalentdosis zwischen Erwachsenen und Jugendlichen unter 18 Jahren unterschieden, wobei die Grenzwerte bei Jugendlichen stets niedriger angesetzt sind.

Tabelle 1.1 Jahresgrenzwerte für beruflich exponierte Personen in mSv nach § 78 StrlSchG

	Personen ab 18 Jahren [mSv]	Personen unter 18 Jahren [mSv]
Effektive Dosis	20	1
Organ-Äquivalentdosis Augenlinse	20	15
Organ-Äquivalentdosis Haut	500	50
Organ-Äquivalentdosis Hände, Unterarme, Füße, Knöchel (jeweils)	500	50

Zusätzliche Grenzwerte gelten für die Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter von gebärfähigen Frauen. Hier liegt der Grenzwert bei 2 mSv pro Monat. Für ein ungeborenes Kind, das aufgrund der *beruflichen* Exposition der Mutter ebenfalls einer Exposition ausgesetzt ist, beträgt der Grenzwert für die effektive Dosis 1 mSv auf den gesamten Zeitraum der Schwangerschaft gerechnet.

Neben den Grenzwerten nach § 78 StrlSchG gilt in Deutschland auch ein Grenzwert für die Berufslebensdosis (§ 77 StrlSchG). Dieser beträgt 400 mSv. Die Berufslebensdosis ist die Summe der in allen Kalenderjahren über das gesamte Berufsleben hinweg ermittelten effektiven Dosis. Dabei wird die Summe der Einzelbeiträge über alle Expositionspfade berücksichtigt.

## 2 Dateneingang und Auswertung

### 2.1 Vom Strahlenschutzregister erfasste Daten

Zum Zweck der Erfüllung der oben genannten gesetzlichen Aufgaben des SSR im Rahmen der beruflichen Strahlenschutzüberwachung werden nach § 170 Absatz 2 folgende Daten im SSR erfasst und eingetragen:

- SSR-Nummer (§ 170 Absatz 3 StrlSchG)
- Personendaten: Vornamen, Familienname, Geburtsname, Geburtsort, Geburtsdatum, Geschlecht, Staatsangehörigkeit
- Beschäftigungsmerkmale und Expositionsverhältnisse: Dazu zählen insbesondere jene Angaben, die sich auf die Tätigkeit beziehen, bei der die Person der Strahlenexposition ausgesetzt war. Hierzu hat das BfS eine Liste mit sogenannten Tätigkeitskategorien definiert.
- Betriebsnummer des Beschäftigungsbetriebs nach § 18i SGB IV
- Name und Anschrift der oder des Strahlenschutzverantwortlichen, der oder des Verpflichteten nach § 131 Absatz 1 und § 145 Absatz 1 Satz 1 sowie der oder des Verantwortlichen nach § 115 Absatz 2 und § 153 Absatz 1 StrlSchG
- Angaben zu einem nach einer auf dem Strahlenschutzgesetz gestützten Rechtsverordnung registrierten Strahlenpass
- Angaben über die zuständige Behörde
- Die nach dem Strahlenschutzgesetz oder einer auf dem Strahlenschutzgesetz gestützten Verordnung ermittelte Körperdosis (effektive Dosis und Organ-Äquivalentdosis) infolge einer *beruflichen Exposition*, inklusive der Expositionsbedingungen sowie Feststellungen der zuständigen Behörde hinsichtlich dieser Körperdosis und der Expositionsbedingungen

### 2.2 Meldungsarten

Im Rahmen der Datenübertragung von den Messstellen und Registrierbehörden an das SSR werden fünf verschiedene Meldungsarten unterschieden, die im Folgenden näher erläutert werden. Die einzelnen Meldungsarten bedingen zudem jeweils eigene für die Datenübermittlung notwendige [technische Spezifikationen](#), die vom BfS auf Basis von § 173 StrlSchV entsprechend festgelegt wurden.

#### 2.2.1 Personendosismeldungen

Die Überwachung der äußeren Exposition durch künstliche Strahlungsquellen wurde 2021 von vier behördlich bestimmten Personendosismessstellen durchgeführt. Die Messstellen handeln nach der "Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis Teil 1" (RiPhyKo 1) vom 08.12.2003 und der "Richtlinie über Anforderungen an Personendosismessstellen nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung" (Messstellen-Richtlinie) vom 10.12.2001, die bis zu ihrer Überarbeitung weiterhin grundsätzlich gelten.

Da die Schutzgrößen effektive Dosis bzw. Organ-Äquivalentdosis nicht direkt gemessen werden können, werden bei äußerer Exposition operative Messgrößen (i. d. R. Tiefen-Personendosis bzw. Oberflächen-Personendosis) genutzt. Diese können mittels amtlicher Personendosimeter (i. d. R. Ganzkörper- bzw. Teilkörperdosimeter) direkt gemessen werden und dienen dann als Maß für die entsprechenden Schutzgrößen. Die Dosimeter sind an repräsentativen Stellen an der Körperoberfläche während eines festgelegten Überwachungsintervalls zu tragen und werden nach Ablauf dieses Zeitraums ausgewertet.

So können letztendlich die für die Strahlenschutzüberwachung relevanten Werte für die effektive Dosis und für die Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse, der Haut und der Extremitäten (Hände, Unterarme, Füße und Knöchel) abgeschätzt werden. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass sich die dosimetrische Überwachung der Organ-Äquivalentdosis der Extremitäten in der Praxis hauptsächlich auf die

Überwachung der Hände beschränkt. Daher sind im vorliegenden Bericht auch nur entsprechende Auswertungen für die Hände dargestellt.

Die Messwerte der amtlichen Ganzkörperdosimeter werden dem SSR mit einer Genauigkeit von 0,1 mSv, diejenigen der Teilkörperdosimeter mit einer Genauigkeit von 1 mSv mitgeteilt. Bei Messwerten unterhalb von 0,05 mSv für Ganzkörperdosimeter bzw. 0,5 mSv bei Teilkörperdosimetern wird dem SSR ein Dosiswert von 0,0 mSv gemeldet (Messstellen-Richtlinie). Eine gesonderte Rundungsregel gilt bei der Messung der Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse mittels spezieller Augenlinsendosimeter. Die Messwerte der amtlichen Augenlinsendosimeter werden dem SSR nach behördlichen Vorgaben mit einer Genauigkeit von 0,1 mSv gemeldet, wobei die untere Meldeschwelle bei 0,25 mSv liegt.

Das Überwachungsintervall beträgt im Allgemeinen einen Monat. Das bedeutet, dass die verwendeten Dosimeter nach einer Tragezeit von einem Monat von der oder dem Strahlenschutzverantwortlichen eines Betriebs zur Auswertung an die Personendosismessstelle zurückgeschickt werden müssen. In Ausnahmefällen kann die Tragezeit auf maximal drei Monate erweitert werden (§ 66 Absatz 3 StrlSchV). Der oder die Strahlenschutzverantwortliche des Betriebs hat dafür zu sorgen, dass die Ermittlungsergebnisse spätestens sechs Monate nach einem Aufenthalt der Mitarbeiter\*innen im Strahlenschutzbereich vorliegen (§ 64 Absatz 1 StrlSchV). Die Personendosismessstellen übermitteln die Ergebnisse der Dosisfeststellung binnen eines Monats nach Vorliegen des Dosimeters an das SSR (Messstellen-Richtlinie).

Die Personendosisfeststellungen eines Überwachungsmonats werden von den Messstellen zu Datensätzen aufbereitet und in einem vom BfS vorgeschriebenen [Format](#) auf elektronischem Weg an das SSR übermittelt.

### 2.2.2 Inkorporationsdosismeldungen

Es gibt *strahlenschutzüberwachte Personen*, bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass infolge ihrer beruflichen Tätigkeit Radionuklide durch Inhalation, Ingestion oder über die Haut in ihren Körper gelangen. Bei diesem Personenkreis führen Inkorporationsmessstellen regelmäßig oder bei besonderen Anlässen Ausscheidungs- und Ganzkörpermessungen bei den betroffenen Personen durch. Zudem kann die innere Exposition von Beschäftigten über Raumluftaktivitätsmessungen am Arbeitsplatz ermittelt werden. Auf Basis dieser Messungen wird dann mit Hilfe biokinischer und dosimetrischer Modelle die effektive Dosis bzw. die Organ-Äquivalentdosis ermittelt. Anders als für die Dosiermittlung der äußeren Exposition gibt es für die an das SSR zu übermittelnden Schutzgrößen keine Meldeschwellen oder Rundungsregeln.

Zur Ermittlung von Dosen, die aus einer beruflich bedingten Inkorporation von Radionukliden resultieren, haben im Jahr 2021 insgesamt 14 durch die zuständigen Länderbehörden bestimmte Inkorporationsmessstellen Dosisdaten an das SSR gemeldet. Diese handeln nach der "Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis Teil 2" (RiPhyKo 2) aus dem Jahr 2007, in der die Art des Überwachungsprogramms, die Vorgehensweisen bei der Bestimmung der Körper- und Organaktivitäten bzw. der Aktivitäten in den Ausscheidungen, die dosimetrische Interpretation der Messergebnisse und sonstige Anforderungen an die Messstellen festgelegt sind.

Personen, die auf Inkorporation überwacht werden, unterliegen in der Regel auch der Überwachung der äußeren Exposition. Für das SSR bedeutet dies, dass Dosismeldungen unterschiedlicher Messstellen, die zu einer Person gehören, zusammengeführt und bilanziert werden müssen.

Der Überwachungszeitraum ist nicht fest vorgegeben und kann von einem Tag bis zu einem Jahr reichen. Ebenso wie für die Personendosisfeststellung hat der oder die Strahlenschutzverantwortliche darauf hinzuwirken, dass die Ermittlungsergebnisse spätestens sechs Monate nach einem Aufenthalt im Strahlenschutzbereich vorliegen (§ 64 Absatz 1 StrlSchV). Nach Abschluss der Dosiermittlung übermittelt die Messstelle die Inkorporationsfeststellung binnen Monatsfrist an das SSR (RiPhyKo 2).

Die Inkorporationsdosismeldungen werden von den Messstellen zu Datensätzen aufbereitet und in einem vom BfS vorgeschriebenen [Format](#) auf elektronischem Weg an das SSR übermittelt.

### 2.2.3 Flugdosismeldungen

In Deutschland unterliegt das fliegende Personal der beruflichen Strahlenschutzüberwachung, wenn es in einem Beschäftigungsverhältnis gemäß deutschem Arbeitsrecht steht und während der Flüge durch Höhenstrahlung eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv im Kalenderjahr erhalten kann. Dann ist für diese Beschäftigten die Körperdosis zu ermitteln, zu begrenzen und unter Berücksichtigung des Einzelfalls zu reduzieren.

Da die physikalischen Bedingungen auf Flügen sehr genau bekannt sind, wird die Strahlenbelastung pro Flug anhand von Flugdaten berechnet. Dazu verwenden die Fluggesellschaften spezielle vom Luftfahrt-Bundesamt zugelassene Computerprogramme zur Berechnung der Flugdosismerte des fliegenden Personals. Die für die Zulassung erforderliche Prüfung dieser Rechenprogramme übernimmt das BfS. Die Programme ermitteln auf der Basis von physikalischen Messungen (zum Beispiel der Neutronenflussdichte) und anhand der Flugdaten (Start- und Zielflughafen, Flugdauer und -höhe, Datum) die effektive Dosis, die aus dem jeweiligen Flug resultiert. Für die an das SSR zu übermittelnden Dosiswerte gibt es weder eine Meldeschwelle noch eine bestimmte Rundungsregel.

Die Strahlenschutzverantwortlichen der Luftfahrtbetriebe übermitteln binnen 6 Monaten jeweils die Monatsdosen der Beschäftigten an das Luftfahrt-Bundesamt (§ 67 Absatz 3 StrlSchV), von wo die Daten dann in einem vom BfS vorgeschriebenen [Format](#) auf elektronischem Weg an das SSR übermittelt werden.

### 2.2.4 Radondosismeldungen

Die Exposition durch Radon am Arbeitsplatz zählt zu den bestehenden Expositionssituationen. An welchen Arbeitsplätzen und unter welchen Bedingungen die Exposition durch Radon überwacht werden muss, ergibt sich aus einem im Strahlenschutzgesetz (§§ 126-132) festgelegten mehrstufigen Prozess. Eine Übersicht und nähere Erläuterungen hierzu sind auch im BfS-Leitfaden "Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen" (Radon-Leitfaden) und auf der [BfS-Internetseite](#) zu finden. Grundsätzlich sind hierbei alle Arbeitsplätze in Innenräumen zu betrachten, insbesondere Arbeitsplätze im Keller- oder Erdgeschoss in einem ausgewiesenen Radonvorsorgegebiet sowie Arbeitsplätze, die einem Arbeitsfeld nach Anlage 8 StrlSchG zuzuordnen sind (untertägige Bergwerke, Schächte, Höhlen, Besucherbergwerke, Radonheilbäder, Radonheilstollen, Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung).

Sollte am Ende des o. g. mehrstufigen Prozesses eine auf den Arbeitsplatz bezogene Abschätzung ergeben, dass die effektive Dosis 6 mSv im Kalenderjahr überschreiten kann, so sind nach § 130 StrlSchG die Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes zu erfüllen. Dies bedeutet, dass u. a. auch die Körperdosis der entsprechenden Beschäftigten zu ermitteln und an das SSR zu übermitteln ist. Dabei muss dafür gesorgt werden, dass die Expositionsbedingungen bei der Ermittlung aufgezeichnet und die Dosimeter nach Ablauf von drei Monaten der Messstelle zur Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Wenn die Expositionsbedingungen es gestatten, kann die zuständige Behörde Überwachungsperioden von bis zu sechs Monaten zustimmen.

Die im Zusammenhang mit Radon am Arbeitsplatz gemessenen beruflichen Expositionen werden von behördlich bestimmten Messstellen in einem vom BfS vorgeschriebenen [Format](#) auf elektronischem Weg an das SSR übermittelt.

### 2.2.5 Strahlenpassmeldungen

Personen, die aus beruflichen Gründen in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen oder Einrichtungen tätig werden, müssen im Besitz eines gültigen Strahlenpasses sein (§ 68 StrlSchV), der von einer zuständigen Registrierbehörde eines Bundeslandes ausgestellt wird. Sie können in fremden Anlagen oder Einrichtungen z. B. Revisions-, Reinigungs-, Handwerks- oder Montagearbeiten verrichten. Für den Zutritt in den Strahlenschutzbereich einer fremden Anlage oder Einrichtung ist die Vorlage eines gültigen Strahlenpasses zwingend vorgeschrieben. Auf Grund von Pässeinträgen kann dem Inhaber eines Passes der Zutritt zu einer Anlage, z. B. wegen einer vorangegangenen Strahlenbelastung oder wegen gesundheitlicher Einschränkungen, verwehrt werden.

Der Strahlenpass ist ein amtliches Dokument und persönliches Eigentum des Passinhabers. Er wird von der zuständigen Registrierbehörde eines Bundeslandes ausgestellt. Die amtlichen Vorgaben, nach denen die Ausgabe von Strahlenpässen sowie alle damit zusammenhängenden amtlichen Vorgänge (z. B. Erstregistrierung, Ungültigkeitserklärungen, Ausstellen eines Folgepasses) zu erfolgen haben, sind in der zum 01.07.2020 in Kraft getretenen Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Strahlenpass nach § 174 der Strahlenschutzverordnung (AVV Strahlenpass 2020) vom 16. Juni 2020 zu finden. Sie ersetzt die vormalige AVV Strahlenpass vom 20.07.2004.

Die Registrierbehörden melden dem SSR die Ausstellung eines Strahlenpasses sowie alle mit dem Strahlenpass zusammenhängenden amtlichen Vorgänge binnen eines Monats nach Vorliegen aller zu übermittelnden Informationen (AVV Strahlenpass 2020). Die Anzahl der Registrierbehörden und der Übermittlungspfad an das SSR sind je nach Bundesland unterschiedlich. Einige Länder haben eine zentrale Registrierbehörde, in anderen Ländern übermittelt jede Registrierbehörde ihre Vorgänge direkt an das SSR. Auf diese Weise hatte das SSR im Jahr 2021 insgesamt 31 Registrierbehörden als Ansprechpartner im Zusammenhang mit den amtlichen Vorgängen im Strahlenpasswesen.

Die an das SSR zu meldenden Daten werden in einem vom BfS vorgeschriebenen [Format](#) auf elektronischem Weg an das SSR übermittelt.

### **2.3 Umgang mit fehlerhaften Meldungen an das Strahlenschutzregister**

Unter Umständen kann es vorkommen, dass Messungen zur Ermittlung der Dosis fehlerhaft sind oder gänzlich ausbleiben. Bei der Dosisermittlung mittels Personendosimeter kann dies z. B. der Fall sein, wenn ein Dosimeter verloren geht oder beschädigt wird. Wenn aus solchen Gründen für eine Person im Überwachungszeitraum keine Dosis ermittelt werden kann, so hat der oder die Strahlenschutzverantwortliche dies der zuständigen Aufsichtsbehörde mitzuteilen (§ 65 Absatz 2 bzw. § 157 Absatz 2 StrlSchV). Diese kann nach entsprechender Prüfung unter Berücksichtigung der Expositionsumstände eine sogenannte „Ersatzdosis“ amtlich festsetzen. Zudem kann es vorkommen, dass nach einer Dosisfeststellung eine Nachprüfung der Expositionsumstände veranlasst wird, wenn ein Dosiswert ungewöhnlich hoch ist. Grund dafür kann z. B. ein vergessenes Personendosimeter im Röntgenraum sein. Auch dann wird von der Aufsichtsbehörde eine Ersatzdosis festgesetzt. Die Ersatzdosis wird dem Strahlenschutzbeauftragten sowie i. d. R. über die Messstelle dem SSR mitgeteilt und geht in die Dosisbilanz der Person ein.

### **2.4 Personenidentifikation im Strahlenschutzregister**

Mit dem Inkrafttreten des Strahlenschutzgesetzes am 31.12.2018 wurde die Verwendung einer persönlichen Kennnummer (SSR-Nummer) bei Eintragungen im SSR eingeführt. Damit sind Personen im SSR zukünftig eindeutig und dauerhaft identifizierbar.

Alle Dosisfeststellungen, die zuvor ohne entsprechende Kennnummer ins SSR eingespielt wurden, können nach wie vor nur anhand der angegebenen Personendaten identifiziert werden. Dabei kann es durch Namensgleichheit, Namensänderungen (z. B. nach Heirat), Tippfehlern oder sonstigen fehlerhaften Personenangaben zu Zuordnungsproblemen bei der Auswertung der Daten im SSR kommen. Um dennoch eine möglichst sichere Zuordnung der Datensätze zu den jeweiligen natürlichen Personen im SSR zu ermöglichen, wurde im BfS deshalb ein Computerprogramm entwickelt, das auf Grundlage der Informationstheorie und selbstlernender Komponenten (Topsøe) mittels Berechnung von Wahrscheinlichkeiten verschiedene Personenbeschreibungen natürlichen Personen zuordnet.

Bis zur geplanten Ablösung des Computerprogramms durch die alleinige Nutzung der SSR-Nummer als Identifizierungsmethode wurde die SSR-Nummer als dominierendes Zuordnungsmerkmal in das bestehende Computerprogramm implementiert. Damit lassen sich somit Dosismeldungen mit oder ohne SSR-Nummer natürlichen Personen zuordnen.

## 2.5 Für die Auswertung verwendete Datengrundlage

Die folgenden Auswertungen bezüglich aller in Kapitel 2.2 beschriebenen Meldungsarten für den Überwachungszeitraum bis Ende 2021 berücksichtigten in der Regel alle Einträge, die am 01.07.2022 in der Datenbank des SSR gespeichert waren. Unter Berücksichtigung der zur Datenübermittlung ans SSR geltenden Meldefristen ist somit sichergestellt, dass die Datenerhebung für das Jahr 2021 abgeschlossen ist.

Bei Langzeitauswertungen ist zu beachten, dass die im SSR verfügbare Datengrundlage für unterschiedliche Meldungsarten aus historischen Gründen variiert. So erfolgte die zentrale Erfassung von Strahlenpassmeldungen im SSR ab 1992, von Personendosismeldungen ab 1997, von Inkorporationsdosismeldungen ab 2002, von Radon-Dosismeldungen sowie von Flugdosismeldungen ab 2003. Daten über *berufliche Expositionen*, die bereits vorher erhoben wurden und die in den Messstellen digital vorlagen oder digitalisiert werden konnten, wurden ebenfalls in das SSR überführt.

Des Weiteren ist bei Langzeitauswertungen zu beachten, dass die zu unterschiedlichen Zeitpunkten ausgewerteten Ergebnisse für denselben Überwachungszeitraum variieren können. Grund hierfür ist der dynamische Zustand der Datenbank des SSR. So ergeben sich unter Umständen auch für länger zurückreichende Überwachungszeiträume Veränderungen aufgrund von nachträglich eingegangenen Ersatzdosis- oder Berichtigungsmeldungen durch die Aufsichtsbehörden. Ebenso hat das in Kapitel 2.4 erwähnte Personenidentifikationsprogramm einen Einfluss auf die Auswertungen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen. So kann es bei jeder Neuberechnung der Personenzugehörigkeit zu geringfügigen Änderungen bei den Zuordnungswahrscheinlichkeiten kommen, was sich dann auf das Gesamtergebnis bei der Anzahl an jeweils berechneten Personen auswirken kann.

## 2.6 Für die Auswertung definierte Berufsgruppen

Im Rahmen der statistischen Auswertungen werden in diesem Bericht die *beruflichen Expositionen* für definierte Berufsgruppen angegeben und miteinander verglichen. Die Einteilung der Berufsgruppen basiert auf den vom BfS definierten [Betriebs-](#) und [Tätigkeitskategorien](#), die im Rahmen der beruflichen Strahlenschutzüberwachung von den Strahlenschutzverantwortlichen für die jeweiligen Beschäftigten zu benennen sind. Maßgeblich hierbei ist die berufliche Tätigkeit, bei der die Person der Strahlenexposition ausgesetzt war. Demnach wurden für diesen Bericht folgende Berufsgruppen definiert:

- **Medizin**  
Beschäftigte, die im Rahmen einer geplanten Expositionssituation Tätigkeiten im Bereich Medizin ausüben, z. B. diagnostische Radiologie, angiographische und kardio-vaskuläre interventionelle Radiologie, allgemeine interventionelle Radiologie, Strahlentherapie, Nuklearmedizin, Veterinärmedizin.
- **Kerntechnik**  
Beschäftigte, die im Rahmen einer geplanten Expositionssituation Tätigkeiten im Bereich Kerntechnik ausüben, z. B. Uranerzaufbereitung, Urananreicherung, Brennelementeherstellung, Kernbrennstoffaufbereitung, Betrieb von Leistungsreaktoren, Stilllegung und Rückbau, Forschungsreaktoren und Forschung zur Kerntechnik, nukleare Abfallwirtschaft, nukleare Sicherheit und Inspektion, Beförderung von Kernbrennstoffen, Betrieb von Zwischen-/Endlagern.
- **Allgemeine Industrie**  
Beschäftigte, die im Rahmen einer geplanten Expositionssituation Tätigkeiten im Bereich allgemeine Industrie ausüben, z. B. industrielle Bestrahlung, industrielle Radiographie, Produktion und Verteilung von Radioisotopen, Umgang mit radioaktiven industriellen Messsonden, Bohrlochprüfung, Betrieb von Beschleunigern in der Industrie, Prüfungs-, Erprobungs-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, Beförderung von Strahlenquellen oder radioaktiven Stoffen, behördliche Überwachung und gutachterliche Tätigkeiten.

- **Forschung und Lehre**

Beschäftigte, die im Rahmen einer geplanten Expositionssituation Tätigkeiten im Bereich Forschung und Lehre ausüben, z. B. Betrieb von Beschleunigern und Röntgenquellen, Nutzung von Isotopen.

- **Fliegendes Personal**

Beschäftigte, die im Rahmen einer geplanten Expositionssituation einer Exposition durch kosmische Strahlung ausgesetzt sind, z. B. Pilotinnen und Piloten, Flugbegleiterinnen und Flugbegleiter sowie Flugpersonal der Luftraumbeobachtung, der Flugambulanztätigkeiten oder der Flugsicherheitsbegleitung.

- **Altlasten**

Beschäftigte, die im Rahmen einer bestehenden Expositionssituation einer Exposition ausgesetzt sind, die im Zusammenhang mit der Bewältigung oder Sanierung radioaktiver Altlasten steht, z. B. wie im Fall der Stilllegung und Sanierung der Betriebsanlagen und Betriebsstätten des Uranerzbergbaus im Bereich der Wismut GmbH.

- **Radon**

Beschäftigte, die im Rahmen einer bestehenden Expositionssituation einer Exposition durch Radon und Radonfolgeprodukte ausgesetzt sind, z. B. in untertägigen Bergwerken, Schächten, Höhlen, Radon-Heilbädern und Heilstollen, in Anlagen zur Gewinnung und Aufbereitung von Trinkwasser, an sonstigen gewerblichen Arbeitsplätzen mit erhöhter Radon-Aktivitätskonzentration in Innenräumen von Gebäuden.



### 3 Jahresstatistik des Strahlenschutzregisters

#### 3.1 Übersicht der im Strahlenschutzregister erfassten Personen

Tabelle 3.1 und Abbildung 3.1 geben einen Gesamtüberblick über die im Jahr 2021 vom SSR erfassten Personen. So waren 2021 insgesamt ca. 418.000 *strahlenschutzüberwachte Personen* zu verzeichnen. Damit ist das SSR das größte Register für Daten über *berufliche Exposition* in Bezug auf die Anzahl an jährlich zentral erfassten Personen in Europa. Einen umfassenden Überblick über Daten und Fakten zur Strahlenschutzüberwachung in einzelnen europäischen Ländern ermöglicht die Internetseite der European Platform for Occupational Radiation Exposure (ESOREX) unter diesem Link: <https://esorex-platform.org>.

Von den insgesamt ca. 418.000 *strahlenschutzüberwachten Personen* in Deutschland erhielten 2021 jedoch nur etwa 102.000 Beschäftigte Dosiswerte oberhalb der Nachweisgrenze. Diese Personen werden in diesem Bericht als *messbar exponierte Personen* bezeichnet.

Auf Grundlage von § 170 StrlSchG benötigen alle *strahlenschutzüberwachten Personen* für Eintragungen in das SSR eine persönliche Kennnummer (SSR-Nummer), die beim BfS zu beantragen ist. Dies stellte insbesondere in den ersten Jahren nach der Einführung der Regelung alle Beteiligten vor große technische und organisatorische Herausforderungen. So besaßen bis Ende 2019 lediglich rund 88 % aller *strahlenschutzüberwachten Personen* eine SSR-Nummer. Wie aus Tabelle 3.1 und Abbildung 3.1 hervorgeht, lag der Wert gegen Ende des Jahres 2021 bei rund 97 %.

Des Weiteren zeigen Tabelle 3.1 und Abbildung 3.1, dass im Jahr 2021 ca. 49.000 (12 %) aller *strahlenschutzüberwachten Personen* einen gültigen Strahlenpass besaßen. Der Anteil an weiblichen Personen lag bei 57 %, der an männlichen Personen bei 43 % aller *strahlenschutzüberwachten Personen*.

Tabelle 3.1 Anzahl im SSR registrierter Personen im Jahr 2021

Registrierte Personen	Anzahl
Strahlenschutzüberwachte Personen	417.845
Messbar exponierte Personen	101.869
Personen mit SSR-Nummer	405.812
Personen mit gültigem Strahlenpass	49.058
Personen mit mehr als einem gültigen Strahlenpass (Mehrfachausgaben)	71
Männliche Personen	178.108
Weibliche Personen	239.737

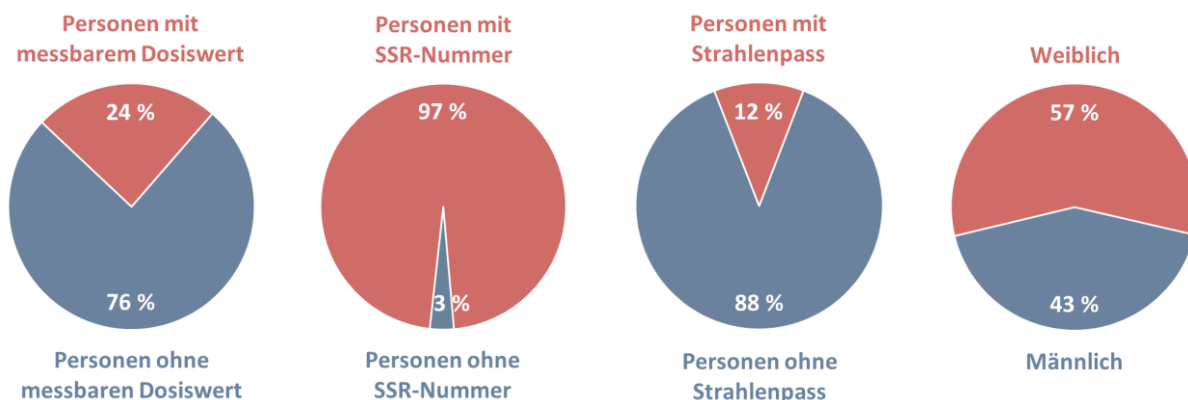


Abbildung 3.1: Zusammensetzung der strahlenschutzüberwachten Personen in Deutschland im Jahr 2021. Die prozentualen Anteile beziehen sich auf die Gesamtzahl von 417.845 strahlenschutzüberwachten Personen.

### 3.2 Übersicht der Meldungen an das Strahlenschutzregister

Tabelle 3.2 gibt einen Überblick über die Datenmenge, die von den jeweiligen Stellen im Jahr 2021 an das SSR gemeldet wurde. Insgesamt wurden mehr als 4 Millionen Dosis- und Strahlenpassmeldungen von insgesamt 54 verschiedenen Meldestellen an das SSR übermittelt. Dabei machten die Dosismeldungen den Großteil (99,8 %) des Datentransfers aus. Dabei stammen die im Jahr 2021 an das SSR übermittelten Dosis- und Strahlenpassmeldungen von ca. 24.000 Betrieben in Deutschland.

Tabelle 3.2 Anzahl der Meldungen an das SSR und Anzahl der Meldestellen für das Jahr 2021

Meldungsart	Anzahl der Meldungen	Anzahl der Meldestellen
Personendosismeldungen	3.979.745	4
Inkorporationsdosismeldungen	3.471	14
Flugdosismeldungen	269.476	2
Radondosismeldungen	1.657	3
Strahlenpassmeldungen	6.623	31

### 3.3 Anzahl der Grenzwertüberschreitungen

Im Jahr 2021 kam es nach Auswertungen der dem SSR zugrundeliegenden Daten zu insgesamt 37 Grenzwertüberschreitungen (Tabelle 3.3). Dies beinhaltet eine Überschreitung des in Kapitel 1.3 beschriebenen Grenzwertes für die effektive Jahresdosis für Erwachsene von 20 mSv, fünf Überschreitungen des Jahresgrenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Hand von 500 mSv, 30 Überschreitungen des Monatsgrenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter von 2 mSv und eine Überschreitung des Grenzwertes für die Berufslebensdosis von 400 mSv.

Für die Überwachung der Gebärmutterdosis muss Folgendes erwähnt werden: Für die routinemäßige Überwachung des Monatsgrenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter wird in der Regel kein separates Dosimeter getragen. Stattdessen wird für die Ermittlung der Gebärmutterdosis in der Regel das für die Bestimmung der effektiven Dosis verwendete Ganzkörperdosimeter herangezogen. Unter der Annahme, dass die damit gemessene Ganzkörperdosis eine konservative Abschätzung der Gebärmutterdosis darstellt, wird zur Überwachung des Monatsgrenzwertes für die Gebärmutter für alle als „weiblich (gebärfähig)“ gemeldeten Personen überprüft, ob pro Kalendermonat eine Ganzkörperdosis von mehr als 2,0 mSv aufgetreten ist. Entsprechende Überschreitungen werden von den Messstellen direkt an die zuständigen Behörden gemeldet.

Insgesamt betrachtet ist die Anzahl von insgesamt 37 Grenzwertüberschreitungen angesichts der großen Anzahl von ca. 418.000 *strahlenschutzüberwachten Personen* sehr gering und über die letzten Jahrzehnte betrachtet stark rückläufig. So lagen die jährlichen Überschreitungen für den Jahresgrenzwert und die der Berufslebensdosis vor ca. 20 Jahren noch im dreistelligen Bereich. Im gleichen Zeitraum ist die Anzahl der Überschreitungen des Grenzwertes für die Gebärmutter von einem dreistelligen auf einen zweistelligen Bereich gesunken.

Tabelle 3.3 Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2021

Art der Grenzwertüberschreitung	Anzahl
Jahresgrenzwert effektive Dosis für Erwachsene (20 mSv)	1
Jahresgrenzwert Organ-Äquivalentdosis Hand für Erwachsene (500 mSv)	5
Monatsgrenzwert Organ-Äquivalentdosis Gebärmutter (2 mSv)	30
Grenzwert der Berufslebensdosis (400 mSv)	1

## 4 Auswertungen zur beruflichen Strahlenexposition

### 4.1 Strahlenschutzüberwachte und messbar exponierte Personen

Im Jahr 2021 umfasste die Überwachung *beruflicher Expositionen* in Deutschland durch das SSR insgesamt ca. 418.000 Personen. Diese Personen werden in diesem Bericht als *strahlenschutzüberwachte Personen* bezeichnet (vgl. Kapitel 1.2.3). Abbildung 4.1 zeigt die Verteilung der *strahlenschutzüberwachten Personen* im Jahr 2021 nach den in Kapitel 2.6 definierten Berufsgruppen Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie, Forschung und Lehre, fliegendes Personal, Altlasten und Radon.

Mit 77 % stellte der medizinische Bereich den mit Abstand größten Anteil der *strahlenschutzüberwachten Personen*. An zweiter Stelle standen gleichauf mit jeweils 8 % die Beschäftigten der allgemeinen Industrie und das fliegende Personal. Die Bereiche Forschung und Lehre sowie Kerntechnik machten im Jahr 2021 jeweils 4 % und die Bereiche Altlasten und Radon jeweils 0,1 % aller *strahlenschutzüberwachten Personen* aus.

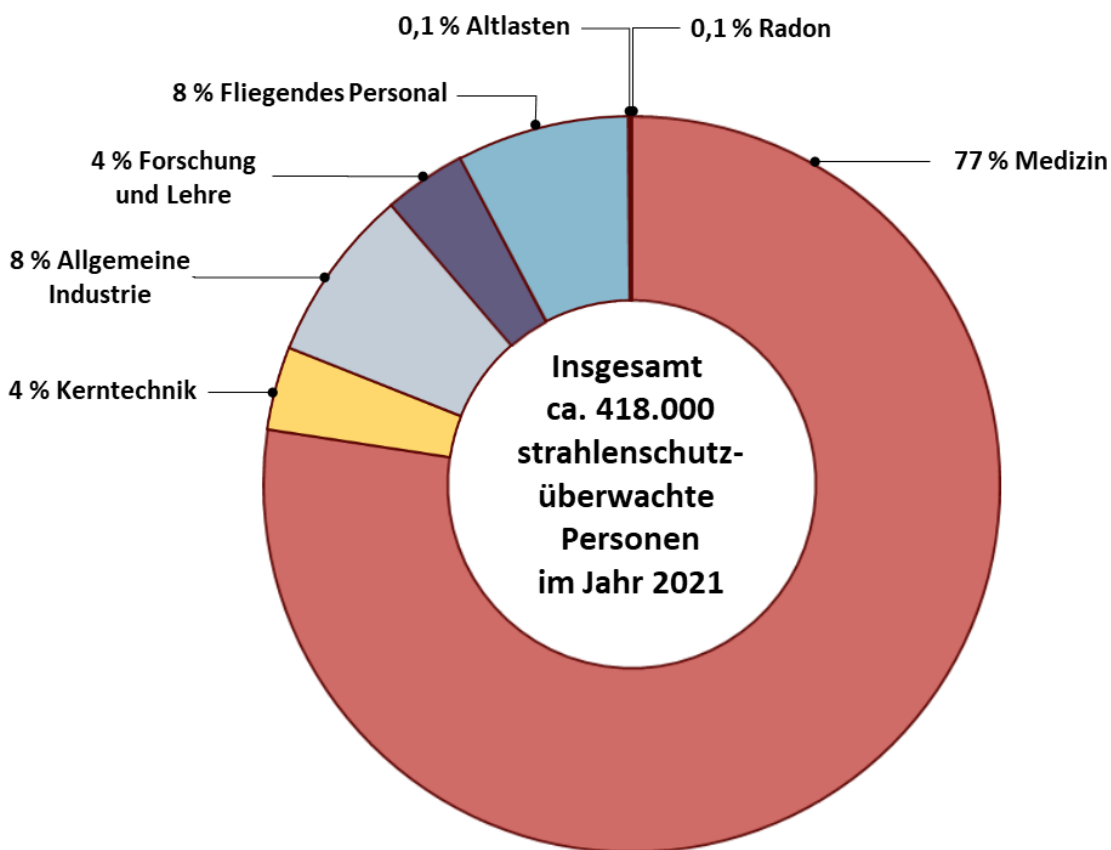


Abbildung 4.1: Anteil der strahlenschutzüberwachten Personen in Deutschland im Jahr 2021.

Nicht alle *strahlenschutzüberwachten Personen* werden auch tatsächlich exponiert. In Deutschland werden nur bei etwa einem Viertel der *strahlenschutzüberwachten Personen* innerhalb eines Kalenderjahres Dosiswerte über der Nachweisgrenze bzw. größer als 0,0 mSv ermittelt. Diese Personen werden in diesem Bericht als *messbar exponierte Personen* bezeichnet (vgl. Kapitel 1.2.4). Hierbei wurden sowohl die effektive Dosis als auch die Organ-Äquivalentdosis berücksichtigt. Demnach wurden von den insgesamt etwa 418.000 *strahlenschutzüberwachten Personen* im Jahr 2021 ca. 102.000 Personen im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit messbar exponiert (Ganzkörper- und Teilkörperexposition). Davon haben ca. 99.000

Personen mindestens eine messbare effektive Dosis erhalten. Die restlichen ca. 3.000 Personen wiesen eine messbare Organ-Äquivalentdosis, jedoch keine messbare effektive Dosis auf.

Abbildung 4.2 zeigt einen Überblick über die im Jahr 2021 *messbar exponierten Personen* nach Berufsgruppen. So waren etwa 55.000 Personen (54 %) dem Bereich der Medizin und ca. 31.000 Personen (31 %) dem fliegenden Personal zuzuordnen. Damit stellen diese beiden Bereiche mit Abstand die größten Berufsgruppen dar, wenn allein die messbaren Expositionswerte betrachtet werden.

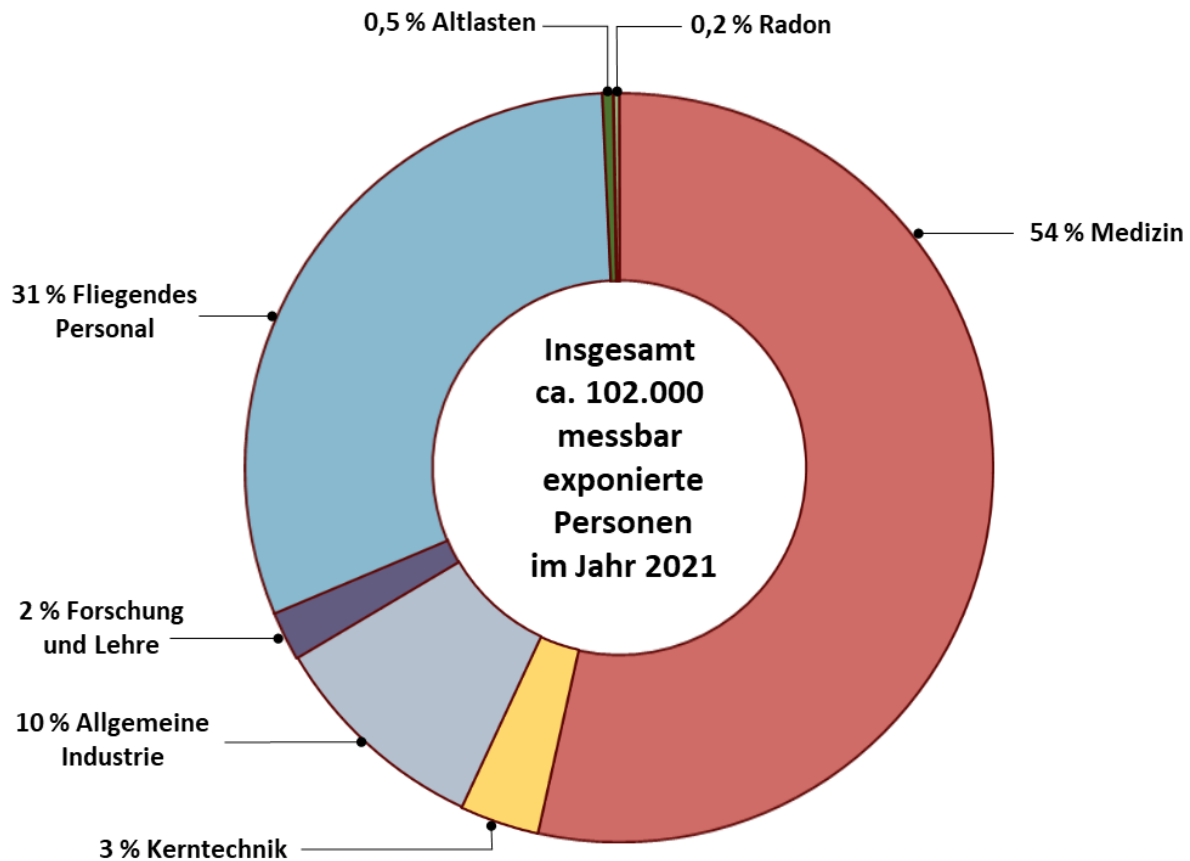


Abbildung 4.2: Anteil der messbar exponierten Personen in Deutschland im Jahr 2021.

## 4.2 Kollektivdosis

Eine wichtige Kenngröße im Strahlenschutz ist die Kollektivdosis. Dies ist die Summe der individuellen effektiven Dosen aller *messbar exponierten Personen* einer bestimmten Gruppe, z. B. Berufsgruppe, über einen bestimmten Zeitraum hinweg, z. B. innerhalb eines Kalenderjahres (Jahreskollektivdosis). Aus der Kollektivdosis alleine kann damit kein direkter Rückschluss auf die Strahlenexposition eines Einzelnen gezogen werden, aber es können jene Berufsgruppen identifiziert werden, die als Kollektiv betrachtet für den beruflichen Strahlenschutz eine besondere Relevanz besitzen.

Wie aus Abbildung 4.3 hervorgeht, erhielt das fliegende Personal mit 26,4 Personen-Sv/a (für ca. 31.000 Personen) knapp die Hälfte des im Jahr 2021 erfassten Gesamtwerts von 54,1 Personen-Sv/a. Dabei ist bemerkenswert, dass dieser Anteil in den Jahren vor 2020 noch bei zwei Drittel des Gesamtwerts lag, während sich die Kollektivdosen der übrigen Berufsgruppen im Vergleich dazu kaum verändert haben. Dieser drastische Rückgang der Kollektivdosis beim fliegenden Personal ist durch die COVID-19-Pandemie zu erklären, die insgesamt einen deutlichen Einbruch des Flugverkehrs ausgelöst hat.

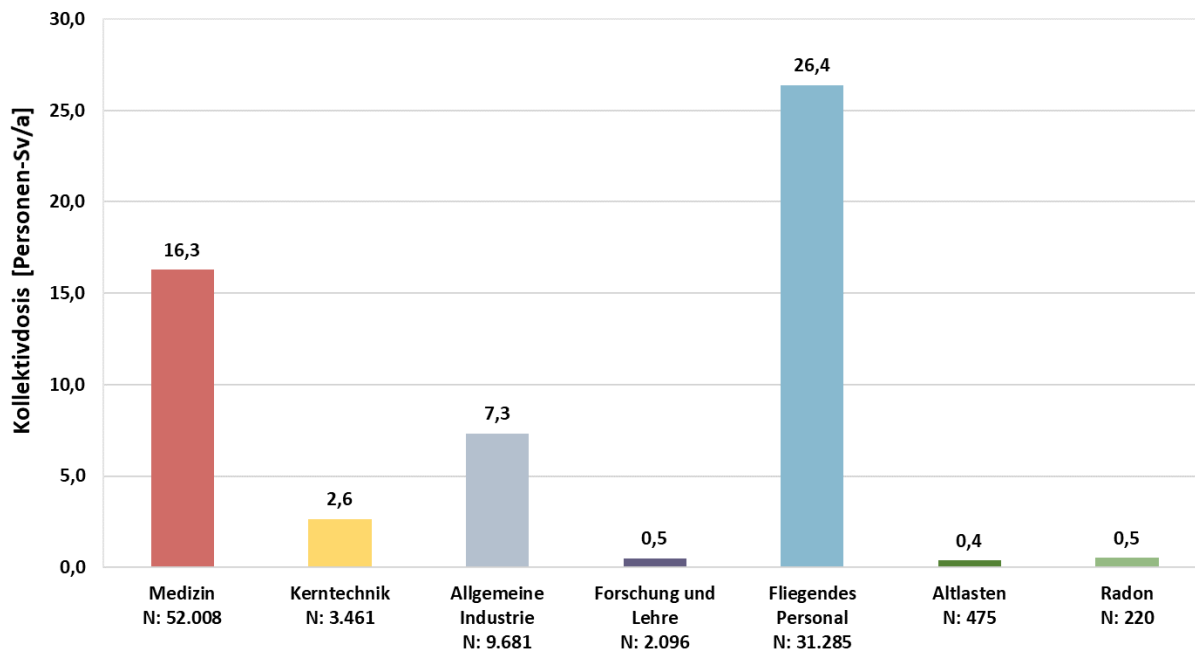


Abbildung 4.3: Kollektivdosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe.

### 4.3 Effektive Dosis

Eine weitere wichtige Kenngröße im Strahlenschutz ist die effektive Dosis. Im folgenden Kapitel wird die gemittelte jährliche effektive Dosis für verschiedene Berufsgruppen miteinander verglichen. Dabei werden neben dem arithmetischen Mittel auch der Median und die Dosisverteilung selbst dargestellt.

#### 4.3.1 Mittlere effektive Jahresdosis einzelner Berufsgruppen

Abbildung 4.4 zeigt die mittlere effektive Jahresdosis pro Berufsgruppe für das Jahr 2021. Sie wurde berechnet aus dem Quotienten der Jahreskollektivdosis und der Anzahl der *messbar exponierten Personen* der jeweiligen Berufsgruppe. Für Arbeitsplätze im Zusammenhang mit geplanten Expositionssituationen (Medizin, Kerntechnik, Allgemeine Industrie, Forschung und Lehre, Fliegendes Personal) kann festgestellt werden, dass die individuellen *beruflichen Expositionen* im Vergleich zur mittleren natürlichen Strahlenexposition der Bevölkerung (2,1 mSv pro Person und Jahr) auf einem niedrigen Niveau liegen. So lag 2021 die mittlere effektive Jahresdosis für messbar exponierte Beschäftigte aus dem Bereich Medizin bei 0,31 mSv, aus dem Bereich Kerntechnik bei 0,77 mSv, aus der allgemeinen Industrie bei 0,76 mSv, aus dem Bereich Forschung und Lehre bei 0,24 mSv sowie für fliegendes Personal bei 0,84 mSv.

Zu erwähnen ist an dieser Stelle, dass beim fliegenden Personal in der Vergangenheit deutlich höhere mittlere Jahresdosiswerte aufgetreten sind. Das Jahr 2021 stellt jedoch wie bereits das Jahr 2020 aufgrund der COVID-19-Pandemie eine Sondersituation dar, so dass auch in diesem Jahr ein außerordentlich niedriger Wert für die mittlere effektive Jahresdosis beim fliegenden Personal zu verzeichnen war. Zum Vergleich: im Jahr 2019 lag dieser Wert noch bei 1,82 mSv. Näheres zum zeitlichen Verlauf der Werte wird in Kapitel 4.3.3 ausgeführt.

Von den Personen, die im Rahmen einer bestehenden Expositionssituation im Jahr 2021 dosimetrisch überwacht wurden, wiesen Beschäftigte im Bereich der Altlasten-Sanierung eine mittlere effektive Jahresdosis von 0,83 mSv und Personen an Radon-Arbeitsplätzen einen Wert von 2,41 mSv auf. Damit traten im Bereich Radon im Durchschnitt pro Person deutlich höhere Dosiswerte auf als bei allen anderen Berufsgruppen. Dies ist damit zu erklären, dass bei Radon die verpflichtende dosimetrische Überwachung erst ab einer möglichen effektiven Jahresdosis von 6 mSv einsetzt, bei allen anderen Berufsgruppen bereits ab 1 mSv. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass die Exposition durch Radon an Arbeitsplätzen ein relevantes Thema für den beruflichen Strahlenschutz darstellt.

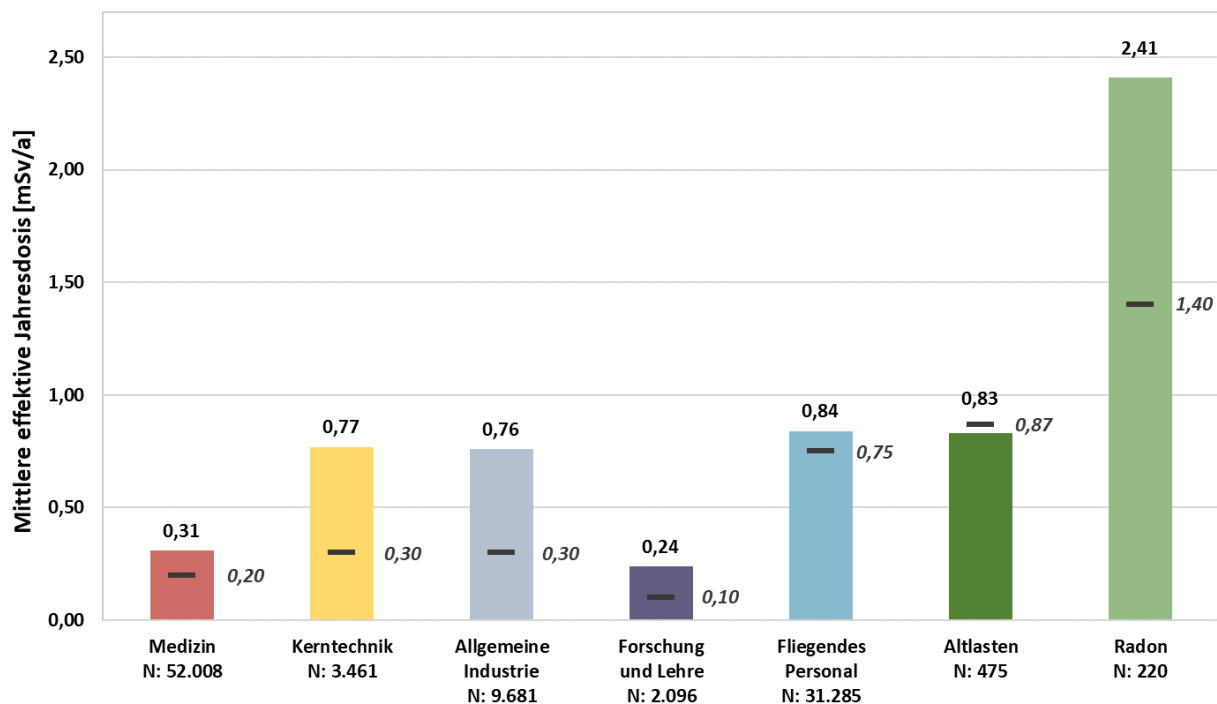


Abbildung 4.4: Mittlere effektive Dosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

Neben dem arithmetischen Mittel der effektiven Jahresdosis ist in Abbildung 4.4 für die einzelnen Berufsgruppen ebenfalls der Median als Querbalken innerhalb der Säulen angegeben. Das bedeutet, dass 50 % der Beschäftigten der jeweiligen Berufsgruppe eine geringere individuelle effektive Jahresdosis als der Wert des Medians und die übrigen 50 % eine höhere individuelle effektive Jahresdosis erhalten haben. Hierbei ist zu beachten, dass der Median je nach Rundungsregeln beim Dateneingang (vgl. Kapitel 2.2) entweder auf eine oder auf zwei Nachkommastellen angegeben wird.

Wie sich in Abbildung 4.4 zeigt, ist der Wert des Medians bei fast allen Berufsgruppen geringer als der Wert für die mittlere effektive Jahresdosis. Daraus lässt sich schließen, dass die Dosisverteilung in diesen Bereichen zu kleineren Dosiswerten hin verschoben ist (sogenannte rechtsschiefe bzw. linkssteile Dosisverteilung). Rechtsschiefe (linkssteile) Verteilungen fallen auf der rechten Seite (zu höheren Werten hin) flacher ab als auf der linken Seite (zu niedrigeren Werten hin). Eine ausführliche Darstellung der einzelnen Dosisverteilungen für die jeweiligen Berufsgruppen ist in den nachfolgenden Kapiteln zu finden.

#### 4.3.2 Verteilung der effektiven Jahresdosis innerhalb einzelner Berufsgruppen

Abbildung 4.5 zeigt die Verteilung der effektiven Jahresdosiswerte innerhalb der Berufsgruppe Medizin. Wie aus der Abbildung hervorgeht, liegt eine ausgeprägte rechtsschiefe (nach links verschobene) Dosisverteilung vor. So erhielten um die 270.000 Personen keine messbare Strahlendosis, was 84 % des strahlenschutzüberwachten medizinischen Personals entspricht. Zu höheren Jahresdosiswerten hin nimmt die Anzahl der überwachten Personen im Verhältnis zur Gesamtpersonenzahl sehr stark ab. Insgesamt wiesen nur fünf Personen eine Jahresdosis von mehr als 10 mSv auf, wobei eine Person den Jahresgrenzwert von 20 mSv überschritten hat.

Deutlich weniger Individuen, aber eine ähnliche Dosisverteilung verzeichnet der Bereich der Kerntechnik (Abbildung 4.6). Hier wurden im Jahr 2021 individuelle Jahresdosen von bis zu 20 mSv, jedoch keine Überschreitung des Jahresgrenzwertes festgestellt. Ein ähnliches Bild ergibt sich für den Bereich der allgemeinen Industrie (Abbildung 4.7). Der Bereich der Forschung und Lehre zeigt insgesamt sehr geringe mittlere effektive Jahresdosiswerte (Abbildung 4.8). Hier liegen die Werte der meisten Beschäftigten niedriger als 2,5 mSv pro Jahr.

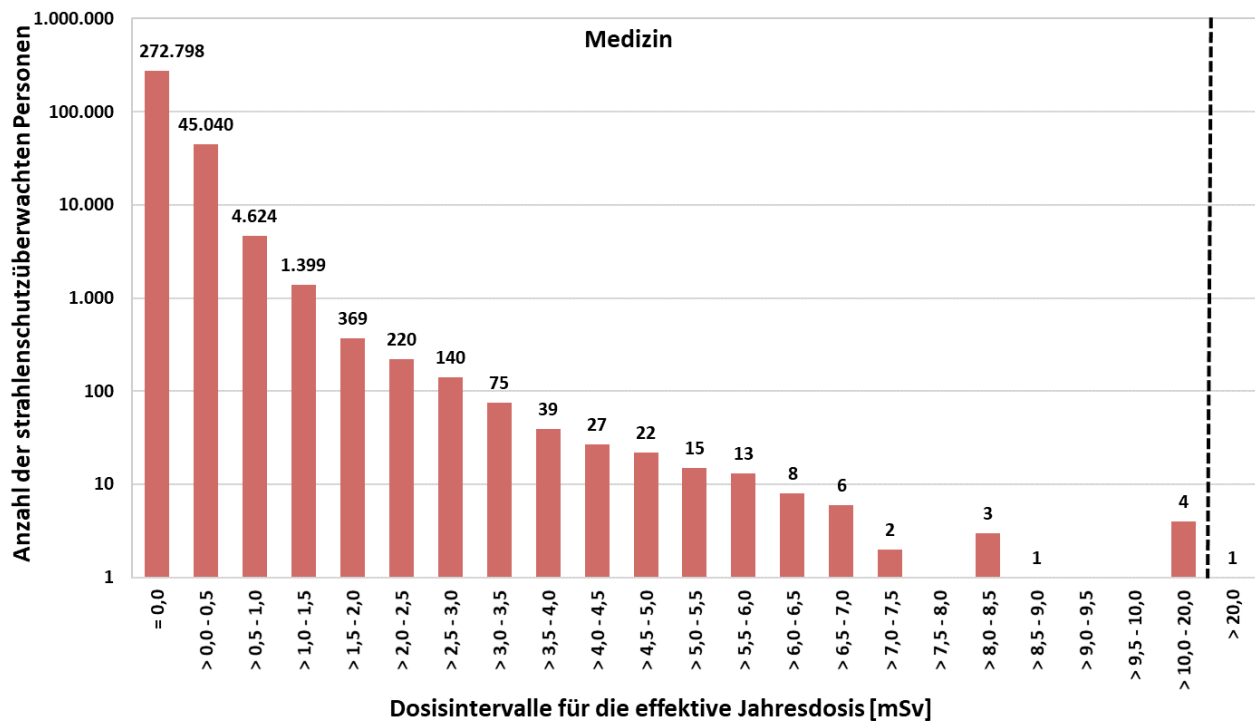


Abbildung 4.5: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Medizin (logarithmische Darstellung). Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Jahresdosis dar.

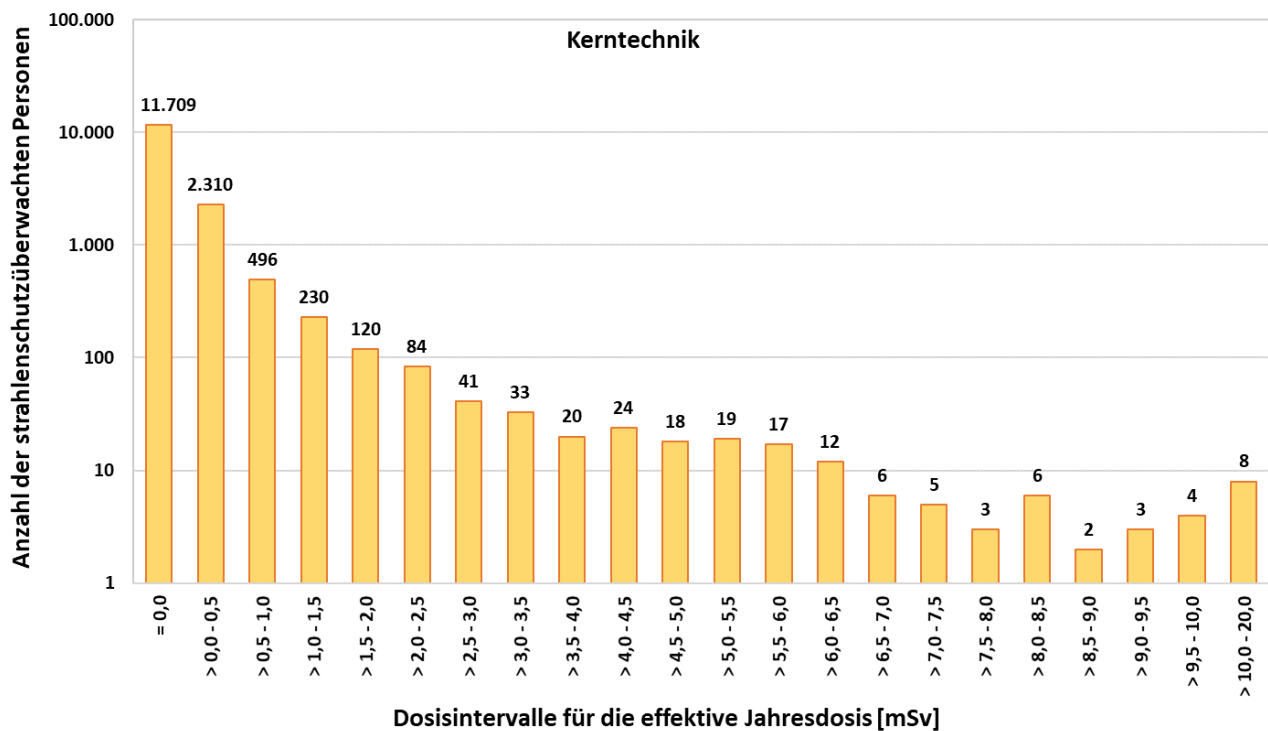


Abbildung 4.6: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Kerntechnik (logarithmische Darstellung).

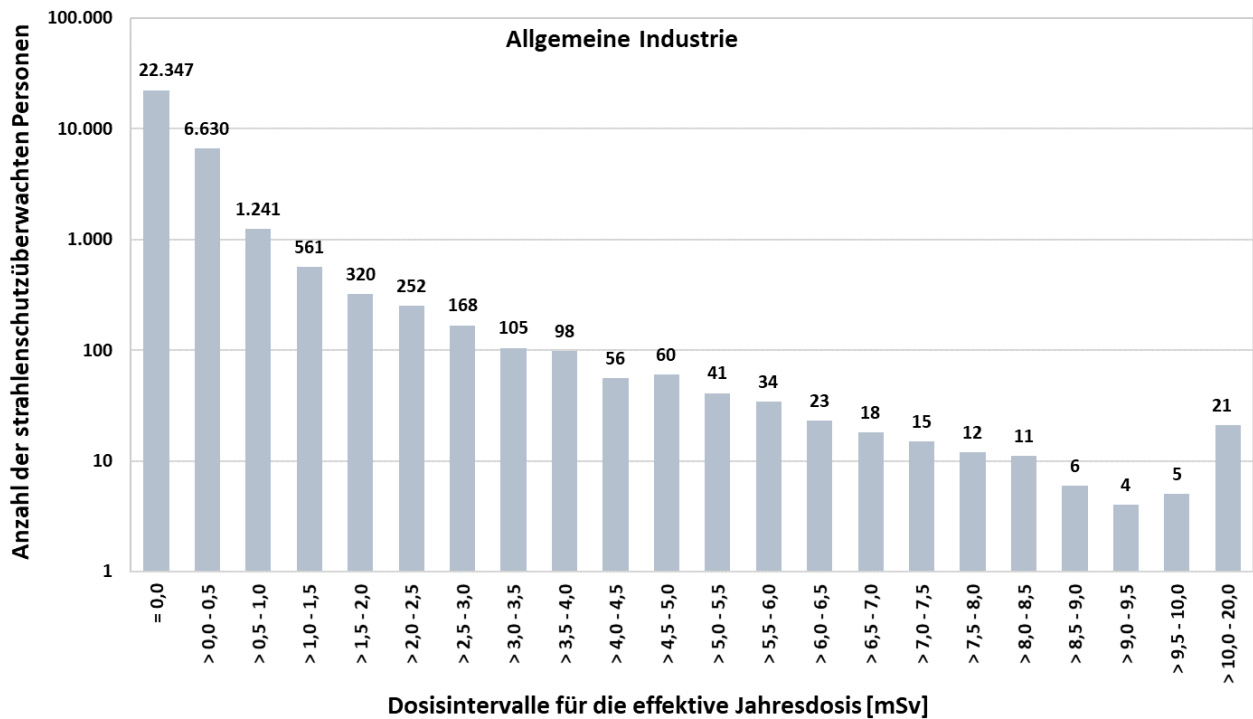


Abbildung 4.7: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Allgemeine Industrie (logarithmische Darstellung).

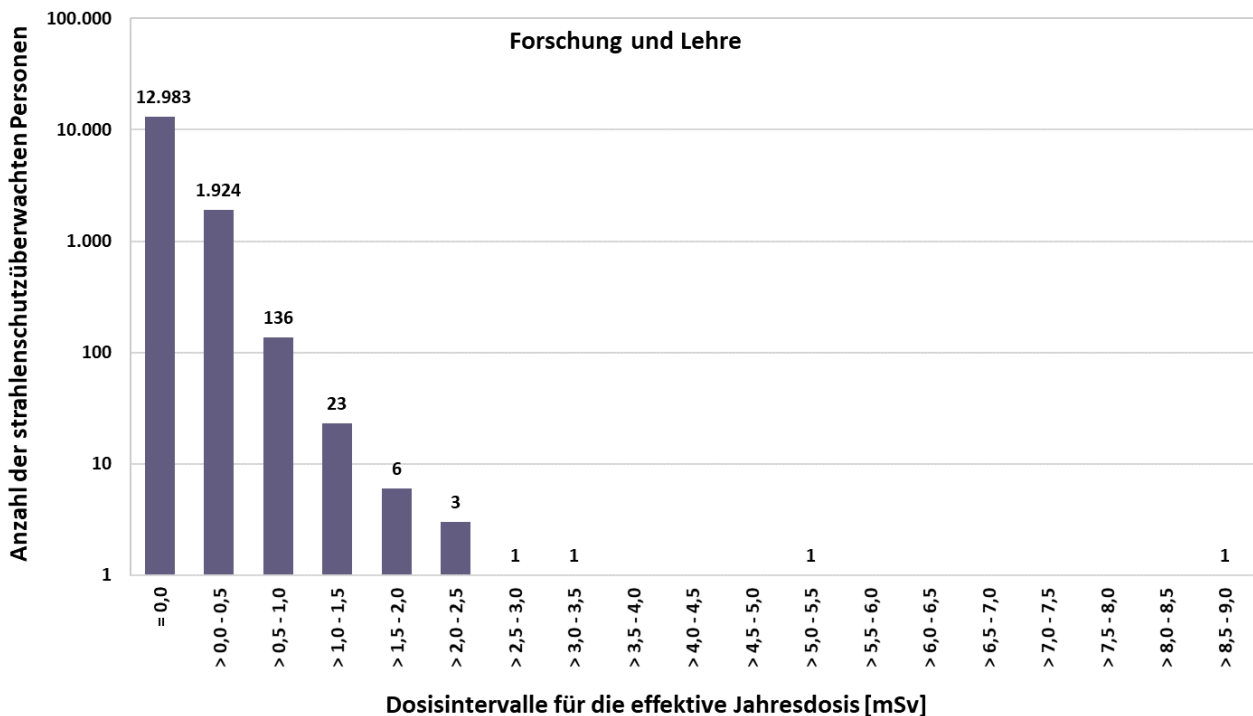


Abbildung 4.8: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Forschung und Lehre (logarithmische Darstellung).

Abbildung 4.9 stellt die Verteilung der effektiven Jahresdosis innerhalb der Berufsgruppe des fliegenden Personals im Jahr 2021 dar. Hier haben die meisten Personen eine zu den Vorjahren vergleichsweise niedrige mittlere Jahresdosis zwischen 0,0 mSv und 0,5 mSv erhalten, was durch die COVID-19-Pandemie bedingt ist. Jene 550 Individuen, die eine mittlere Dosis von 0,0 mSv erhalten haben, sind Personen, die



zwar grundsätzlich strahlenschutzüberwacht werden, aber im Jahr 2021 am Boden geblieben sind. Da fliegendes Personal durch die Gesetzgebung auf maximal 900 Blockstunden<sup>1</sup> im Jahr limitiert ist (EC Nr. 859/2008 bzw. § 12 2. DV LuftBO) und die Flugbetriebe dazu angehalten sind, Flugpläne so zu gestalten, dass die Durchführung langer Flugstrecken gleichmäßig auf das zur Verfügung stehende Personal aufgeteilt wird, werden individuelle Dosiswerte von mehr als 6 mSv bis 7 mSv im Jahr in der Regel nicht überschritten. Aufgrund der besonderen Umstände im Jahr 2021 blieben die höchsten mittleren Dosiswerte in diesem Jahr jedoch deutlich darunter. Dies bedeutet, dass die Dosisverteilung des fliegenden Personals nicht, wie in früheren Jahren üblich, normalverteilt ist, sondern eine rechtsschiefe (nach links verschobene) Verteilung aufweist.

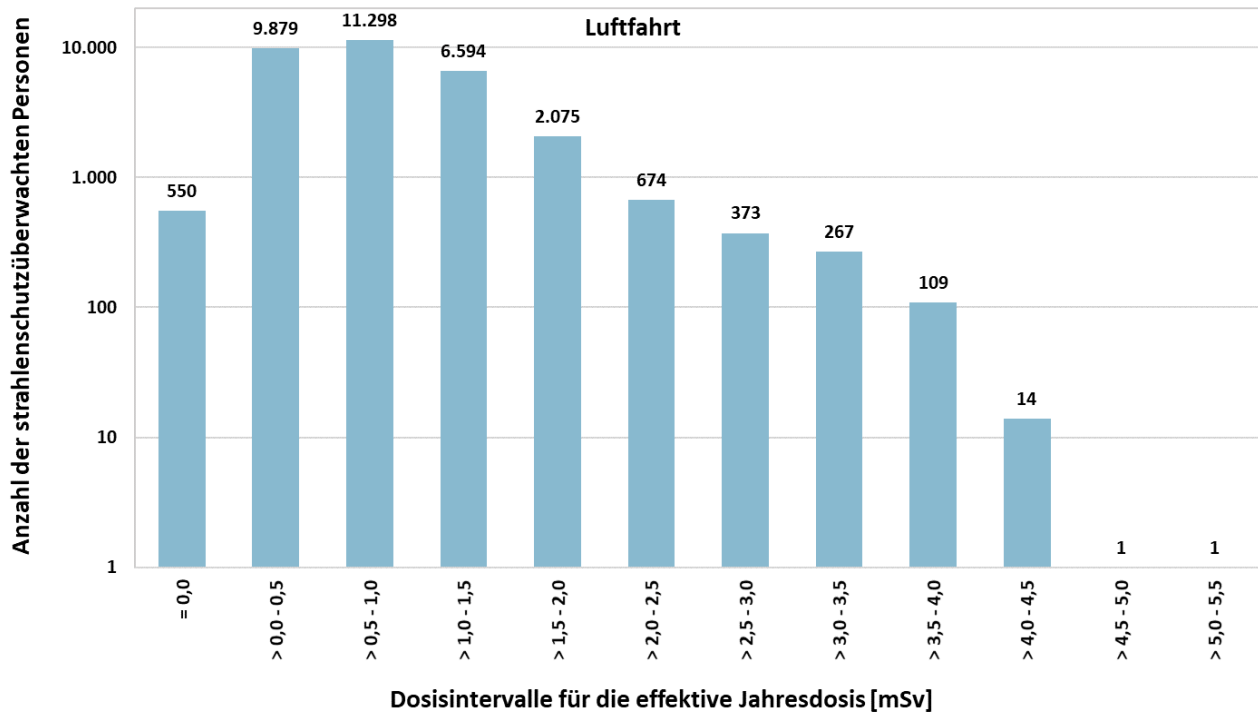


Abbildung 4.9: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Fliegendes Personal (logarithmische Darstellung).

In Abbildung 4.10 und Abbildung 4.11 sind die Dosisverteilungen von Beschäftigten im Zusammenhang mit bestehenden Expositionssituationen gezeigt. Bei der Mehrheit der Beschäftigten im Bereich der Altlasten-Sanierung (Abbildung 4.10) lag die effektive Jahresdosis 2021 in einem Dosisbereich um die 0,5-1,0 mSv pro Jahr. Es gab nur verhältnismäßig wenige Ausreißer nach oben oder unten. Dagegen wiesen Personen mit Exposition durch Radon an Arbeitsplätzen (Abbildung 4.11) eine deutlich breitere Verteilung auf. So hatte zwar die Mehrheit der Beschäftigten weniger als 1,0 mSv im Jahr 2021 erhalten. Dennoch traten auch Werte bis zu einem Jahresdosisbereich von 10-20 mSv auf. Nähere Analysen zeigten, dass die höheren Expositionswerte vor allem Beschäftigten in Schauhöhlen und Schaubergwerken zugewiesen werden konnten.

<sup>1</sup> Blockzeit: Zeit zwischen dem erstmaligen Abrollen eines Luftfahrzeugs aus seiner Parkposition (Entfernen der Bremsklötze; engl. *off block*) zum Zweck des Startens bis zum Stillstand an der zugewiesenen Parkposition mit abgestellten Triebwerken (Anlegen der Bremsklötze; engl. *on block*) (§ 2 Abs. 4 2. DV LuftBO).

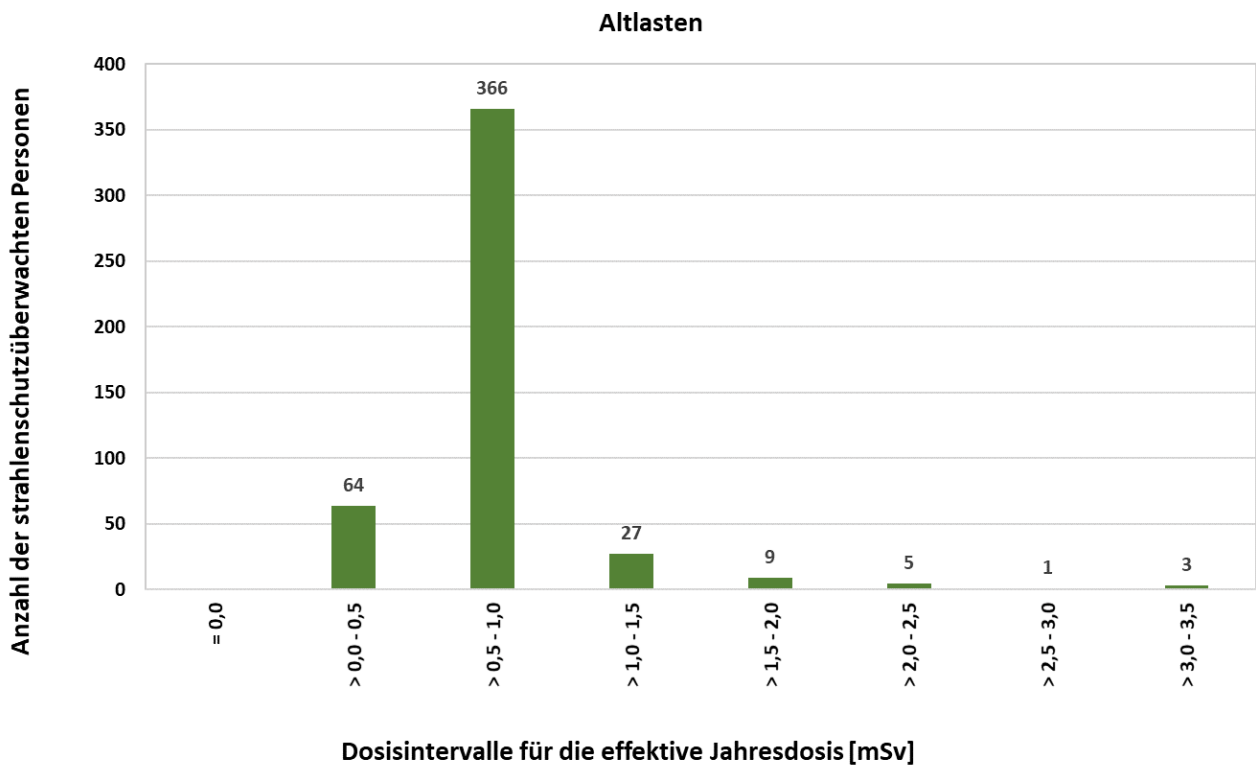


Abbildung 4.10: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Altlasten (logarithmische Darstellung).

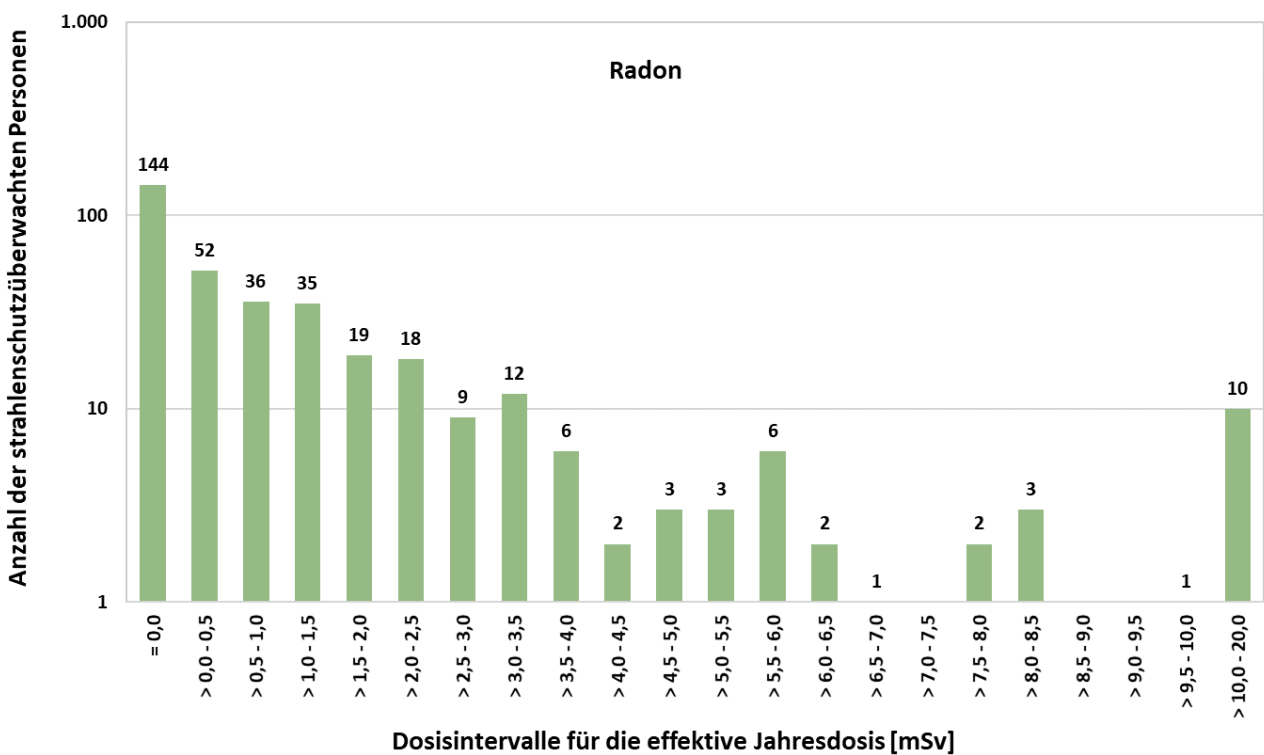


Abbildung 4.11: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Radon (logarithmische Darstellung).

### 4.3.3 Zeitlicher Verlauf der effektiven Jahresdosis einzelner Berufsgruppen

Abbildung 4.12 zeigt die zeitliche Entwicklung der mittleren effektiven Jahresdosiswerte der *messbar exponierten Personen* über die letzten zehn Jahre. Insgesamt kann für Arbeitsplätze im Zusammenhang mit geplanten Expositionssituationen festgestellt werden, dass die mittleren *beruflichen Expositionen*, verglichen mit der mittleren natürlichen Strahlenexposition der Bevölkerung (2,1 mSv pro Person und Jahr), auf einem niedrigen Niveau liegen. Über die letzten Jahre hinweg konnte zudem ein tendenzieller Rückgang der Durchschnittswerte beobachtet werden, was allgemein für eine erfolgreiche Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen im beruflichen Strahlenschutz spricht. Bemerkenswert sind die aktuellen Werte aus dem Bereich der Kerntechnik. Der über viele Jahre zu beobachtende Trend eines kontinuierlichen Rückgangs der durchschnittlichen Expositionswerte wurde 2021 offensichtlich gebrochen. So stieg der Durchschnittswert von 0,5 mSv im Jahr 2020 auf 0,8 mSv das erste Mal seit Jahren wieder leicht an. Möglicherweise ist dies auf die zunehmenden Aktivitäten im Bereich des Rückbaus und der Stilllegung im kerntechnischen Bereich zurückzuführen, so dass die Entwicklungen hier genau beobachtet werden sollten.

Der zeitliche Verlauf bei Beschäftigten an Radon-Arbeitsplätzen sowie in der Luftfahrt unterliegt besonderen Bedingungen. Die Exposition durch Radon ist auf Grund kleiner Fallzahlen (jährlich zwischen 90 und 300 Personen) starken Schwankungen unterworfen. Dennoch liegen die Jahreswerte der mittleren effektiven Dosis stets über den mittleren Jahreswerten der anderen Berufsgruppen. Einerseits ist dies zu erwarten, da bei Radon die verpflichtende dosimetrische Überwachung erst ab einer möglichen effektiven Jahresdosis von 6 mSv einsetzt, bei allen anderen Berufsgruppen bereits ab 1 mSv. Andererseits zeigt die Auswertung dennoch die Bedeutung der Radon-Arbeitsplätze für den beruflichen Strahlenschutz.

Die Strahlenexposition des fliegenden Personals ist durch den 11-jährigen Zyklus zu- und abnehmender Sonnenaktivität bestimmt, welche die Intensität der Höhenstrahlung beeinflusst: In Jahren starker Sonnenaktivität sind die mittleren Jahresdosiswerte des fliegenden Personals geringer als in Jahren schwächerer Sonnenaktivität, da die Erde durch das Magnetfeld der Sonne und den Sonnenwind stärker vor hochenergetischen kosmischen Teilchenströmen geschützt wird. Nach einem Minimum der Sonnenaktivität im Jahr 2009 stieg diese kontinuierlich über die Jahre an und erreichte 2014 ihr Maximum. Der Zeitpunkt des darauffolgenden Minimums der Sonnenaktivität lag im Jahr 2019. Der Verlauf der mittleren Jahresdosis für fliegendes Personal verhält sich annähernd gegenläufig. Dass im Jahr 2019 das eigentlich zu erwartende Maximum des Dosisverlaufs nicht zu beobachten war, hängt sicherlich damit zusammen, dass zur Mitte des Jahres 2019 die Dosisumwandlungsfaktoren für die Berechnung der Flugdosis aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse überarbeitet und entsprechend angepasst wurden. Die Anpassung der Parameter führte zu einer rechnerischen Reduktion des Wertes für die effektive Dosis um bis zu 30 % im Vergleich zur vorhergehenden Berechnungsmethode. Da die Flugdosis für einen Großteil des fliegenden Personals mit den neuen Dosisumwandlungsfaktoren berechnet wurde, fiel der Wert für die mittlere effektive Dosis im Jahr 2019 vergleichsweise niedrig aus. Der periodische Verlauf der mittleren effektiven Jahresdosis des fliegenden Personals wurde durch die COVID-19-Pandemie unterbrochen, lag daher 2020 mit 0,6 mSv auf einem Rekordtief und stieg 2021 wieder leicht auf 0,8 mSv an, was mit der erneuten Zunahme des Flugverkehrs zu erklären ist.

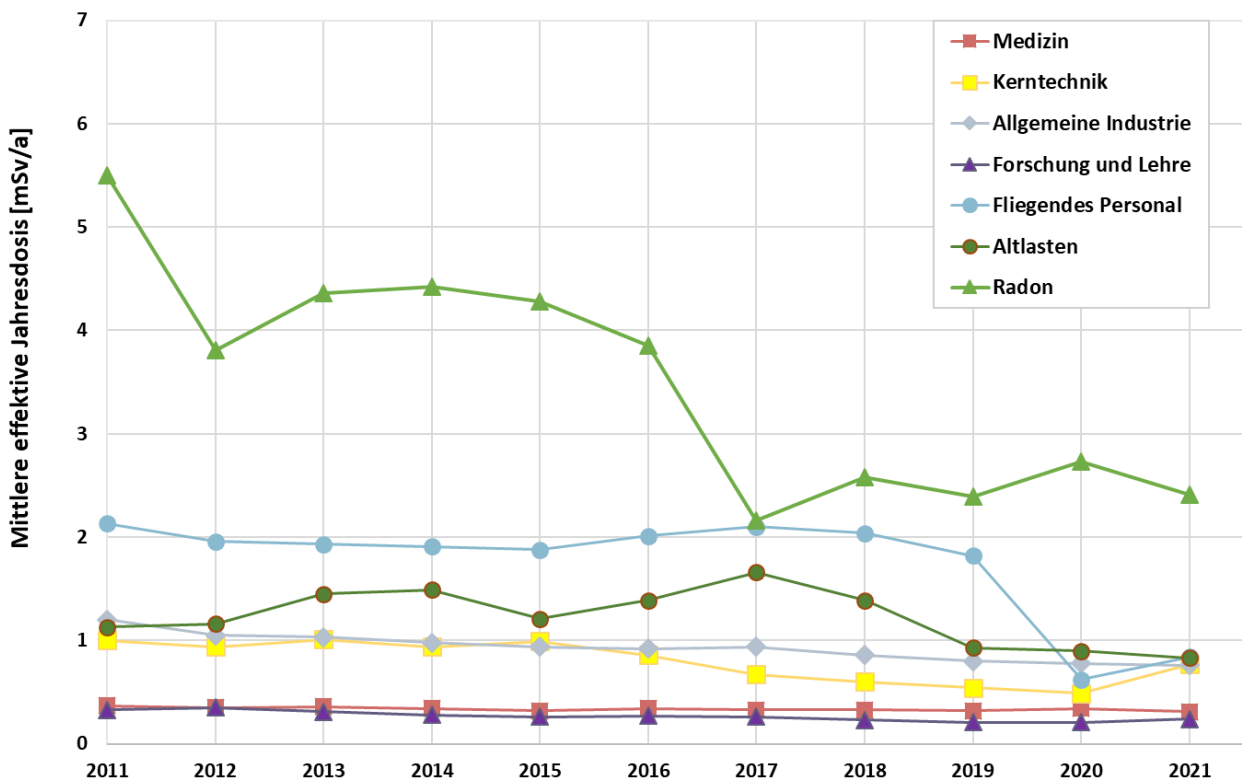


Abbildung 4.12: Zeitlicher Verlauf der mittleren Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Berufsgruppen von 2010-2021.

#### 4.4 Berufslebensdosis

Die Berufslebensdosis ist die Summe der in allen Kalenderjahren ermittelten effektiven Dosen eines Beschäftigten. Der entsprechende Grenzwert beträgt 400 mSv (vgl. Kapitel 1.3). Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Umsetzung von Strahlenschutzmaßnahmen und die zunehmende Aufmerksamkeit für Strahlenschutzthemen sorgte dafür, dass die mittlere jährliche Strahlenexposition in vielen beruflichen Bereichen stetig abgenommen hat (vgl. Abbildung 4.12). Die durchaus üblichen relativ hohen Jahresdosen von vor einigen Jahrzehnten spiegeln sich jedoch ggf. in den Werten zur Berufslebensdosis von insbesondere älteren Beschäftigten wider.

Im folgenden Kapitel soll ein Einblick gegeben werden, wie sich die in den einzelnen Berufsgruppen angesammelten Berufslebensdosen auf die Anzahl der jeweiligen Beschäftigten verteilen. Hierbei ist zu bedenken, dass sich die jeweils zur Verfügung stehende Datengrundlage für die einzelnen Berufsgruppen bzw. Meldungsarten unterscheiden. So startete die systematische Erfassung der *beruflichen Exposition* der Beschäftigten aus den Bereichen Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie, Forschung und Lehre im Jahr 1997 (äußere Exposition) bzw. 2002 (innere Exposition). Jedoch wurden auch in den Messstellen archivierte Daten aus der Zeit vor 1997, die bereits digital vorlagen bzw. digitalisiert werden konnten, an das SSR übertragen (vgl. Kapitel 2.5).

Abbildung 4.13 zeigt die Anzahl der *strahlenschutzüberwachten Personen* aus dem Bereich Medizin gestaffelt nach der vom SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis dieser Personen. Demnach haben insgesamt 42 Personen den Grenzwert der Berufslebensdosis überschritten. Bei mehr als insgesamt 1 Million erfasste Personen des medizinischen Bereichs entspricht dies einem sehr geringen Anteil. Geringfügig höher ist dieser Anteil im Bereich der Kerntechnik (Abbildung 4.14). Hier traten 39 Grenzwertüberschreitungen der Berufslebensdosis auf. Im Bereich der allgemeinen Industrie kam es insgesamt zu 57 und in der Forschung und Lehre zu sieben Grenzwertüberschreitungen (vgl. Abbildung 4.15 und Abbildung 4.16).

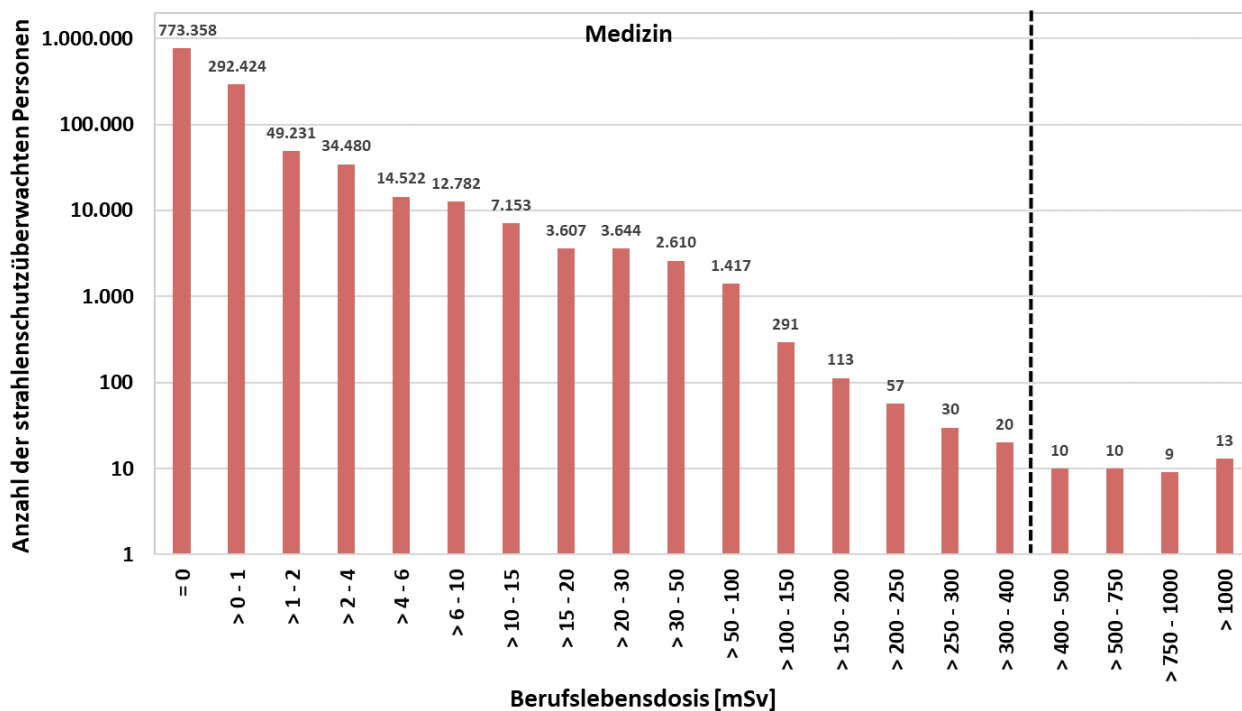


Abbildung 4.13: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Medizin. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar.

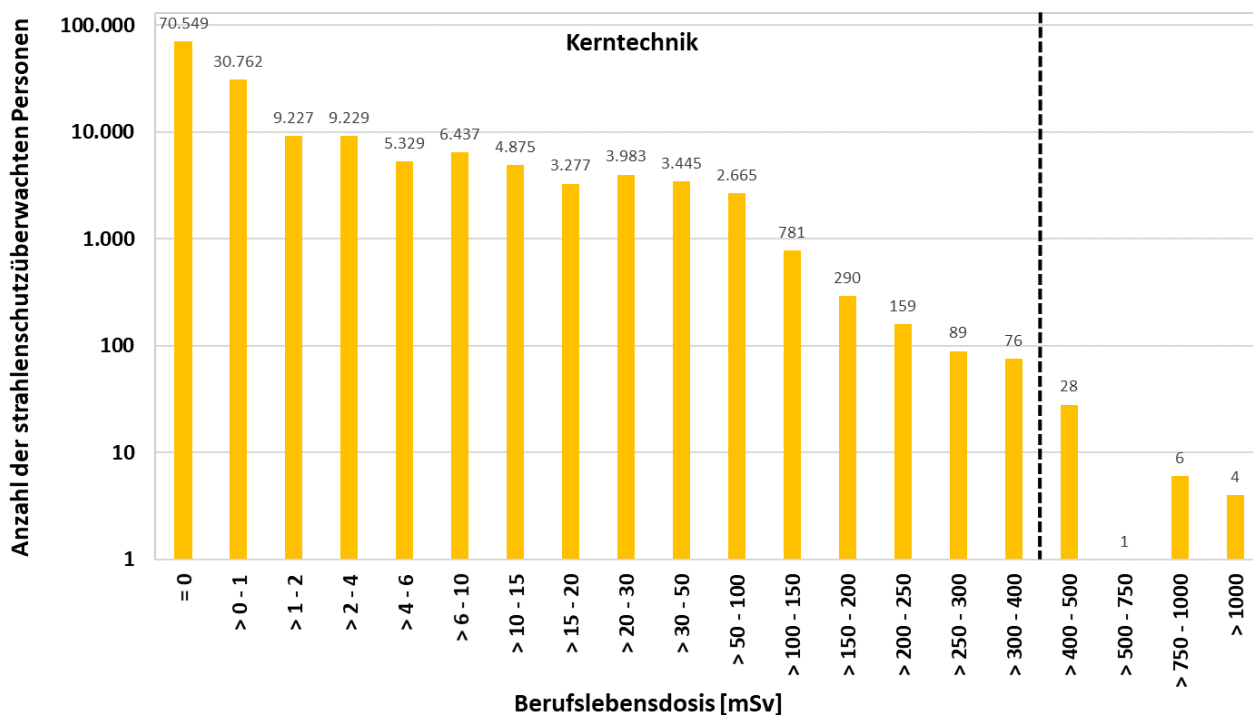


Abbildung 4.14: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Kerntechnik. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar.

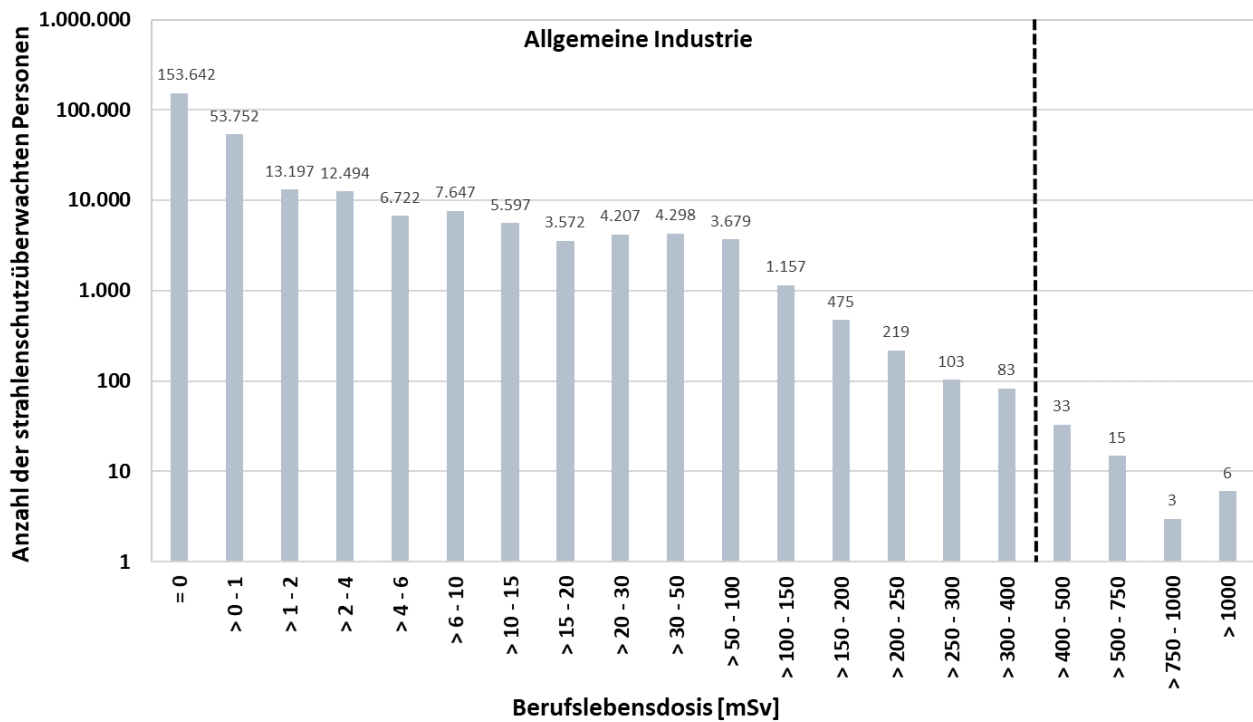


Abbildung 4.15: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Allgemeine Industrie.

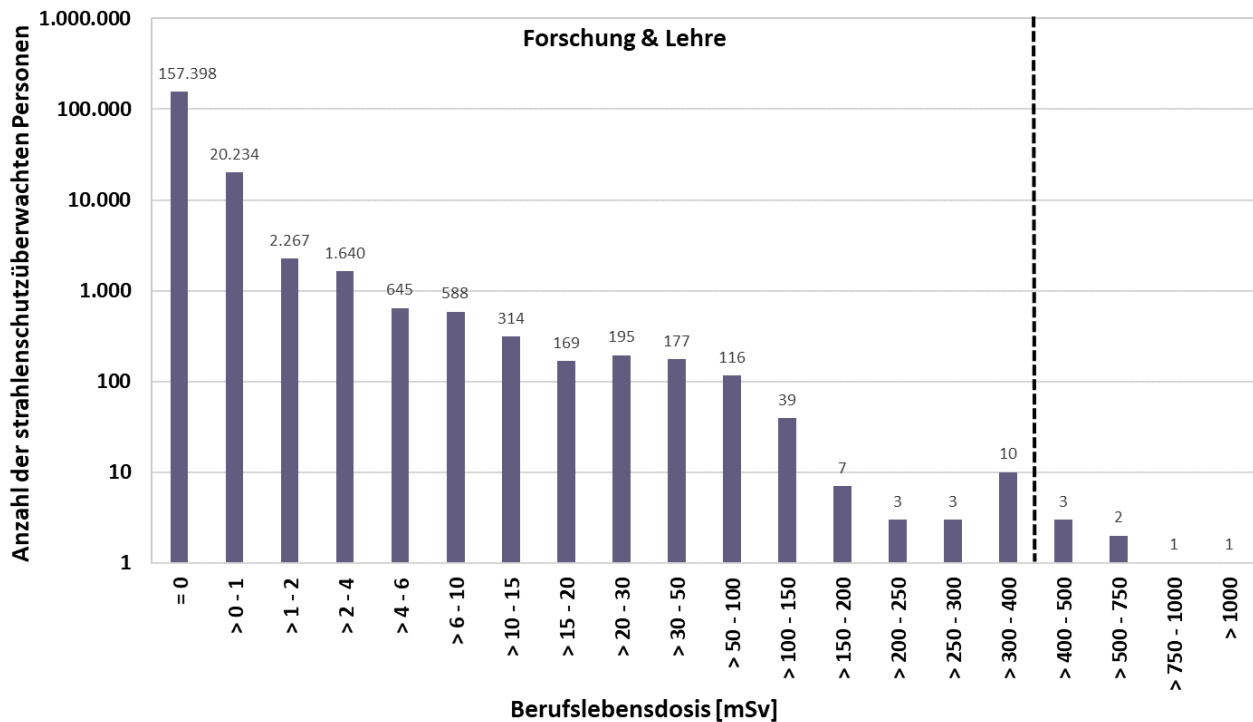


Abbildung 4.16: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Forschung und Lehre.

Abbildung 4.17 zeigt die Situation für das fliegende Personal. Für diese Berufsgruppe erfolgte die zentrale Datenerhebung durch das SSR seit dem Jahr 2003. Aus diesem Grund spiegeln die in den Abbildungen gezeigten Werte nicht unbedingt die tatsächlichen Berufslebensdosen in absoluten Zahlen wider, da die ggf. erworbenen Expositionen vor 2003 in den Auswertungen nicht enthalten sind. Es ist daher davon

auszugehen, dass mit voranschreitender Datenerfassung durch das SSR in beiden Fällen zukünftig höhere Berufslebensdosiswerte beobachtet werden. Ähnliches gilt für die Berufsgruppen Altlasten (Abbildung 4.18) und Radon (Abbildung 4.19), die beide auch erst ab 2003 zentral im SSR erfasst wurden.

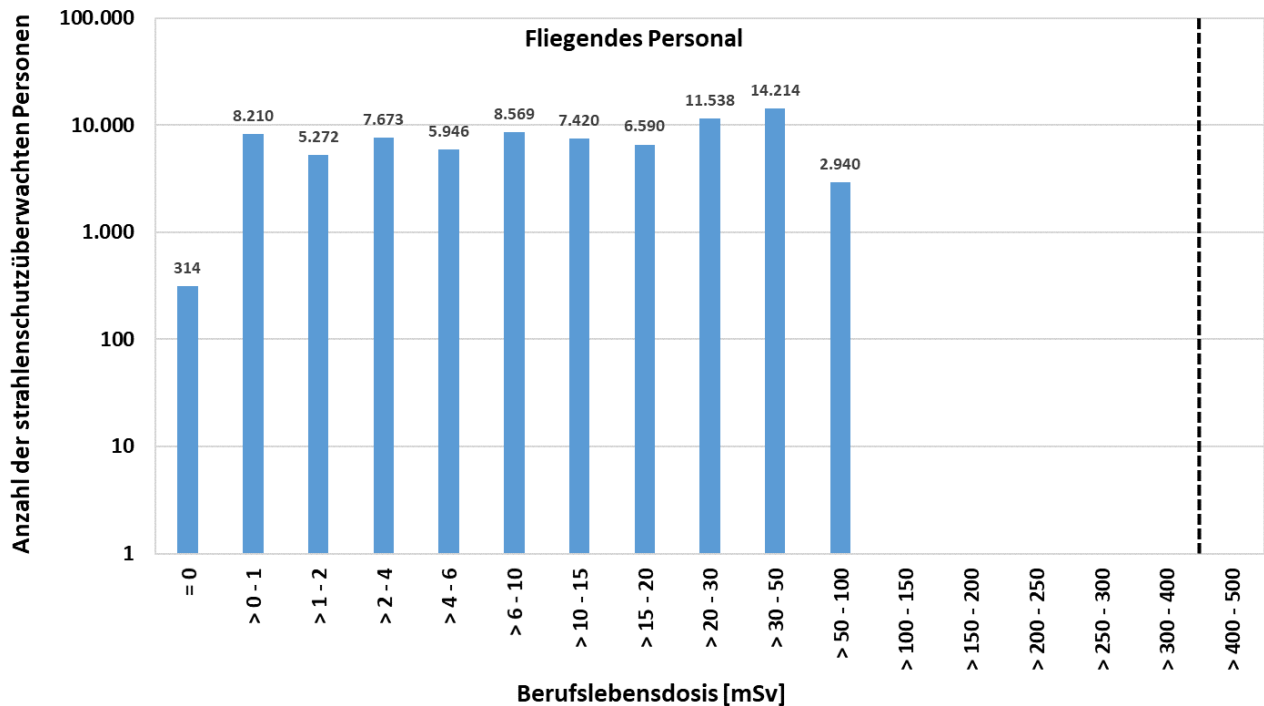


Abbildung 4.17: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Fliegendes Personal. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar.

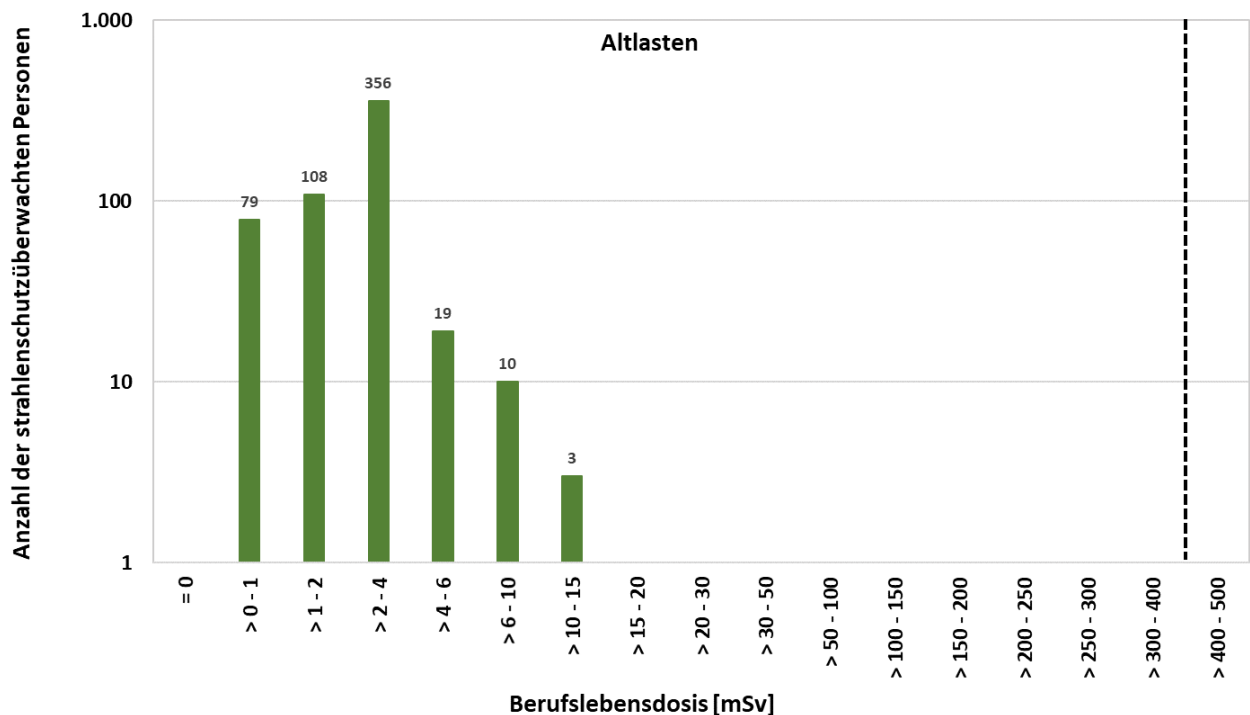


Abbildung 4.18: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Altlasten. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar.

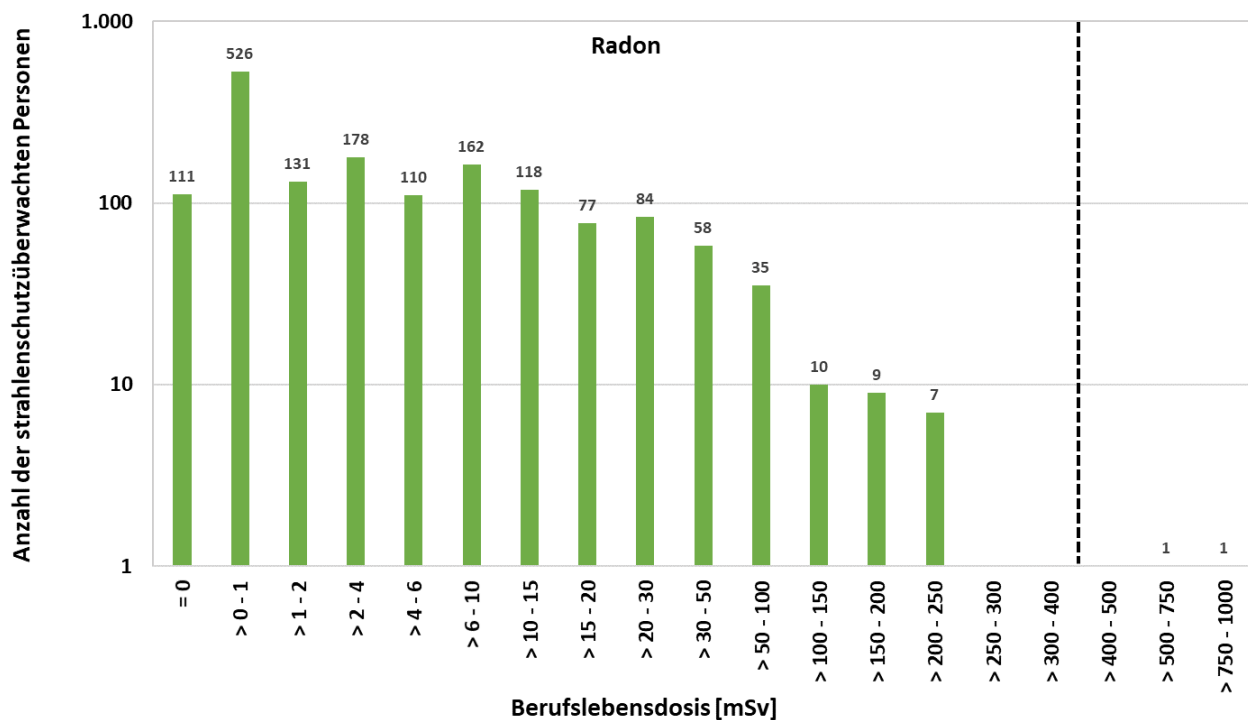


Abbildung 4.19: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Radon. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar.

#### 4.5 Organ-Äquivalentdosis

Im Folgenden sind die Auswertungen für die Organ-Äquivalentdosis der Hand und für die Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse gezeigt. Neben dem arithmetischen Mittel ist in den Graphiken jeweils auch der Median angegeben.

##### 4.5.1 Die Organ-Äquivalentdosis der Hand

Abbildung 4.20 zeigt die Mittelwerte für die Organ-Äquivalentdosis der Hand für verschiedene Berufsgruppen für insgesamt 6.788 Beschäftigte im Jahr 2021. Dies entspricht 1,6 % der *strahlenschutzüberwachten Personen* und 6,7 % der *messbar exponierten Personen*. Die größte hinsichtlich der Hand-Dosis überwachte Gruppe stellt mit 6.148 Personen das medizinische Personal dar. Deren mittlere jährliche Organ-Äquivalentdosis betrug 20,08 mSv. Die 427 Beschäftigten der allgemeinen Industrie hatten im Mittel mit 22,01 mSv die höchste mittlere jährliche Organ-Äquivalentdosis erhalten. Der Wert für Beschäftigte aus dem Bereich Forschung und Lehre betrug 7,39 mSv und der für kerntechnisches Personal 2,96 mSv.

Insgesamt liegen die Werte des Medians bei allen Berufsgruppen unterhalb der Werte des arithmetischen Mittels. Dies bedeutet, dass ein Großteil der *strahlenschutzüberwachten Personen* zwar nur jeweils geringe Expositionen, wenige Personen jedoch durchaus vergleichsweise hohe Dosiswerte erhalten haben. So kam es im Jahr 2021 zu fünf Überschreitungen des Jahresgrenzwert der Organ-Äquivalentdosis der Hand von 500 mSv. Diese Fälle werden genau betrachtet und ausgewertet, um insbesondere die Ursachen für die aufgetretenen hohen Expositionen zu untersuchen und Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen.



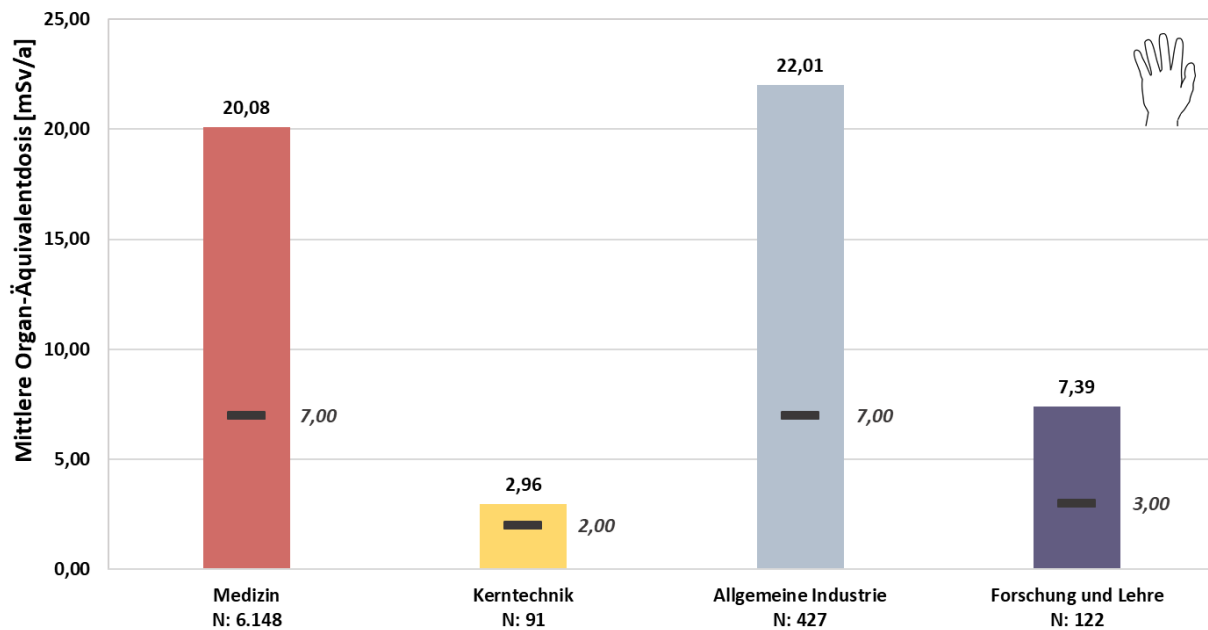


Abbildung 4.20: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Hand und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

#### 4.5.2 Die Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse

Abbildung 4.21 zeigt die mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse verschiedener Berufsgruppen für das Jahr 2021. Im Vergleich zum Vorjahr, in dem lediglich 147 Personen hinsichtlich der Augenlinsendosis überwacht wurden, ergab sich für 2021 ein signifikanter Anstieg der Überwachungszahlen auf 447 Personen. Dies hängt sicherlich mit der gestiegenen Sensibilisierung und Notwendigkeit zur betrieblichen Überwachung der Augenlinsendosis zusammen, da im Rahmen der gesetzlichen Neuerungen der berufliche Grenzwert von 150 mSv auf 20 mSv pro Jahr deutlich gesenkt wurde. Dennoch erscheint die vorliegende Überwachungszahl angesichts der Gesamtzahlen an *messbar exponierten Personen* im Bereich der Medizin, insbesondere im Bereich der interventionellen Radiologie, wo bekanntermaßen hohe Augenlinsendosen auftreten können, nach wie vor sehr niedrig. Die dem SSR vorliegenden Werte für 2021 ergeben für *strahlenschutzüberwachte Personen* aus dem Bereich Medizin eine mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse von 1,33 mSv. Die ebenfalls angegebenen Werte des Medians deuten darauf hin, dass die jeweiligen Dosisverteilungen in Richtung kleiner Werte verschoben sind, so dass der Großteil der aufgetretenen Expositionen niedrige Werte aufweist, in weniger Fällen hohe Werte zu verzeichnen sind. Eine Grenzwertüberschreitung wurde für das Jahr 2021 durch das SSR jedoch nicht beobachtet.

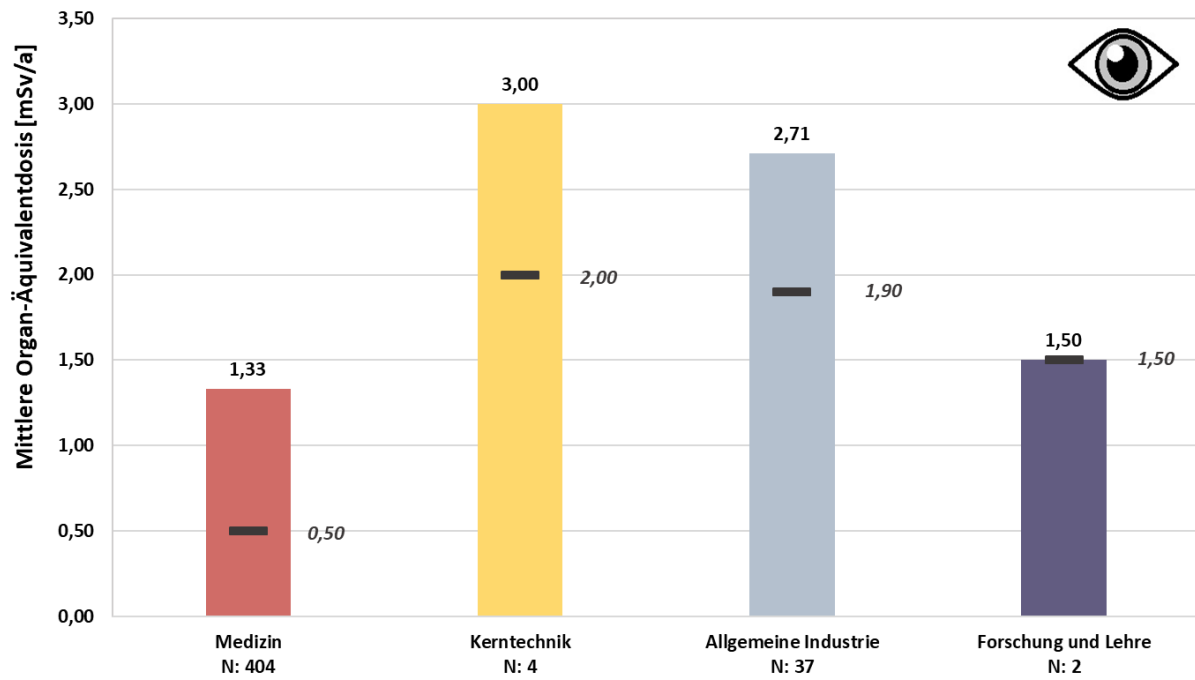


Abbildung 4.21: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

## 5 Auswertungen zum Strahlenpass

Personen, die aus beruflichen Gründen in Strahlenschutzbereichen fremder Anlagen tätig werden, müssen im Besitz eines gültigen Strahlenpasses sein (§ 68 StrlSchV), der von einer zuständigen Registrierbehörde eines Bundeslandes ausgestellt wird. Sie können in der fremden Anlage oder Einrichtung Reinigungs-, Handwerks- oder Montagearbeiten verrichten, aber auch hochspezialisierte Tätigkeiten wie zum Beispiel in Kernkraftwerken während der Revision. Für den Zutritt in den Strahlenschutzbereich einer fremden Anlage oder Einrichtung ist die Vorlage eines gültigen Strahlenpasses zwingend vorgeschrieben. Auf Grund von Pässeinträgen kann dem Inhaber eines Passes der Zutritt zu einer Anlage, z. B. wegen einer vorangegangenen Strahlenbelastung oder wegen gesundheitlicher Einschränkungen, verwehrt werden.

Zu den Aufgaben des SSR gehört die Überwachung der Ausgabe von Strahlenpässen. Zu diesem Zweck werden deutschlandweit alle *strahlenschutzüberwachten Personen*, die einen gültigen Strahlenpass besitzen, im SSR registriert. Des Weiteren wird sichergestellt, dass keine der Personen einen weiteren gültigen Strahlenpass (eine sogenannte Mehrfachausgabe) führt. Abbildung 5.1 visualisiert die Entwicklung der Anzahl der gültigen Strahlenpässe über einen Zeitraum von 10 Jahren von 2011-2021. Im Jahr 2011 besaßen 70.621 Personen einen gültigen Strahlenpass. In den Folgejahren sank die Anzahl an Personen mit gültigem Strahlenpass auf einen Wert von 49.058 Personen im Jahr 2021 ab. Die Anzahl an Mehrfachausgaben konnte im Zeitraum 2011-2021 von 258 auf 71 gesenkt werden.

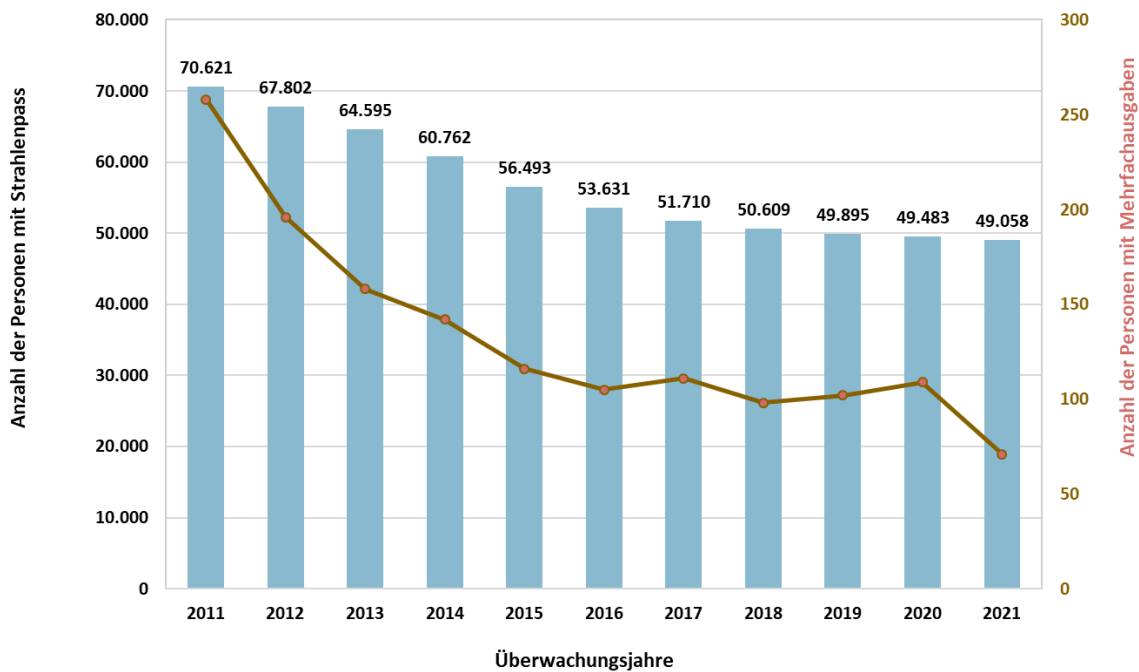


Abbildung 5.1: Anzahl von Personen mit gültigem Strahlenpass und Anzahl der Personen mit Mehrfachausgaben von 2010-2021.

## 6 Anhang

### 6.1 Übersicht über alle Meldungsarten

Tabelle 6.1 Dosis- und Strahlenpassmeldungen im Jahr 2021 nach Meldungsart.

Meldungsart	Gesamtanzahl aller Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der Betriebe
Personendosismeldungen	3.980.017	385.236	24.002
Inkorporationsdosismeldungen	3.471	1.051	49
Flugdosismeldungen	269.476	31.835	58
Radondosismeldungen	1.657	839	56
Strahlenpassmeldungen	7.650	49.058	

### 6.2 Personendosismeldungen

#### 6.2.1 Auswertungen nach Überwachungszeitraum

Tabelle 6.2 Anzahl der im SSR erfassten Personendosismeldungen nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl Meldungen gesamt	Anzahl Meldungen mit Effektiver Dosis	Anzahl Meldungen mit Organ-Äquivalentdosis Hand	Anzahl Meldungen mit Organ-Äquivalentdosis Augenlinse	Anzahl Meldungen mit Organ-Äquivalentdosis Haut	Anzahl sonstige Meldungen
1981	610.916	587.516	23.369	-	-	31
1982	676.414	653.915	22.476	-	-	23
1983	747.357	722.144	25.184	-	-	29
1984	754.008	727.925	26.052	-	-	31
1985	799.611	771.305	28.261	-	-	45
1986	828.040	797.629	30.389	-	-	22
1987	856.519	824.247	32.246	-	-	26
1988	865.406	834.484	30.883	-	-	39
1989	1.204.046	1.174.864	29.141	-	-	41
1990	1.362.417	1.333.047	29.326	-	-	44
1991	1.462.174	1.433.399	28.743	-	-	30
1992	1.592.245	1.560.223	31.987	-	-	29
1993	1.828.126	1.790.995	37.089	-	-	34
1994	1.845.884	1.797.977	47.859	-	-	43
1995	1.896.767	1.833.124	63.587	-	2	51
1996	2.327.358	2.249.748	77.460	-	13	132
1997	2.847.554	2.766.473	79.592	-	20	1.466
1998	2.897.216	2.800.471	86.279	1	22	10.441
1999	2.963.582	2.860.642	92.735	3	36	10.166
2000	3.052.920	2.930.885	106.945	-	38	31
2001	3.097.914	2.949.416	134.840	-	104	23
2002	3.129.697	2.981.163	143.683	-	1.034	29
2003	3.157.147	3.003.100	148.168	6	2.358	31

Jahr	Anzahl Meldungen gesamt	Anzahl Meldungen mit Effektiver Dosis	Anzahl Meldungen mit Organ-Äquivalentdosis Hand	Anzahl Meldungen mit Organ-Äquivalentdosis Augenlinse	Anzahl Meldungen mit Organ-Äquivalentdosis Haut	Anzahl sonstige Meldungen
2004	3.137.959	2.981.633	150.690	12	2.115	45
2005	3.153.172	2.973.607	172.584	997	2.029	22
2006	3.146.869	2.969.177	175.594	829	447	26
2007	3.193.648	3.013.111	179.245	860	334	39
2008	3.260.067	3.076.458	182.320	897	250	41
2009	3.354.945	3.165.060	188.615	918	223	44
2010	3.460.213	3.261.839	196.877	1.087	157	32
2011	3.535.795	3.330.484	203.962	1.020	100	35
2012	3.580.903	3.372.501	207.035	1.151	22	42
2013	3.620.898	3.406.523	212.940	1.238	19	48
2014	3.662.195	3.441.785	218.394	1.780	18	54
2015	3.698.176	3.473.752	222.194	1.933	1	137
2016	3.752.625	3.523.867	225.876	2.458	20	1.469
2017	3.832.926	3.596.012	233.653	2.695	42	10.443
2018	3.899.205	3.654.346	240.323	3.932	14	10.166
2019	3.952.331	3.703.656	241.156	7.109	11	15.052
2020	3.977.504	3.729.338	238.890	8.551	30	13.554
2021	3.979.745	3.731.840	234.663	12.159	767	3.817

Tabelle 6.3 Anzahl der im SSR erfassten Personen mit Personendosismeldungen nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl Personen gesamt	Anzahl Personen mit Effektiver Dosis	Anzahl Personen mit Organ-Äquivalentdosis Hand	Anzahl Personen mit Organ-Äquivalentdosis Augenlinse	Anzahl Personen mit Organ-Äquivalentdosis Haut	Anzahl sonstige Personen
1981	106.057	104.408	5.000	-	-	9
1982	110.796	109.469	4.764	-	-	7
1983	119.213	117.656	5.389	-	-	8
1984	118.086	116.636	5.367	-	-	13
1985	124.620	122.524	6.228	-	-	15
1986	118.929	116.535	6.447	-	-	9
1987	121.892	119.340	6.711	-	-	9
1988	110.450	108.218	5.945	-	-	18
1989	145.189	143.523	5.338	-	-	11
1990	179.830	178.684	5.017	-	-	14
1991	184.018	183.211	5.052	-	-	12
1992	184.890	183.353	6.212	-	-	9
1993	203.852	202.240	7.082	-	-	11
1994	201.745	199.263	8.388	-	-	11
1995	206.985	205.301	9.609	-	1	15
1996	292.746	291.832	11.715	-	7	80
1997	306.745	305.115	10.461	-	1	1.036

Jahr	Anzahl Personen gesamt	Anzahl Personen mit Effektiver Dosis	Anzahl Personen mit Organ- Äquivalentdosis Hand	Anzahl Personen mit Organ- Äquivalentdosis Augenlinse	Anzahl Personen mit Organ- Äquivalentdosis Haut	Anzahl sonstige Personen
1998	303.582	301.808	11.107	1	7	3.455
1999	311.308	309.735	11.957	1	4	2.720
2000	312.290	311.008	12.620	-	9	3.671
2001	316.528	315.238	15.496	-	31	3.522
2002	316.494	315.328	16.307	-	225	1.488
2003	316.327	314.961	16.780	1	368	1.512
2004	315.330	313.975	16.922	1	316	1.608
2005	314.235	312.646	18.985	123	344	1.535
2006	313.775	312.482	18.996	90	112	557
2007	319.852	318.569	19.771	92	44	53
2008	326.211	324.975	20.187	97	48	82
2009	335.398	334.225	21.120	133	51	67
2010	342.468	341.339	21.299	112	32	179
2011	350.572	349.461	21.894	147	23	103
2012	353.170	352.143	22.129	162	8	87
2013	355.609	354.781	21.792	166	5	67
2014	358.827	358.082	22.129	236	8	73
2015	362.144	361.395	22.527	274	1	147
2016	367.151	366.438	23.292	371	11	233
2017	373.245	372.606	24.044	380	6	289
2018	378.708	378.089	24.327	549	3	260
2019	385.854	385.265	24.524	988	4	212
2020	384.637	384.104	23.970	1.085	9	305
2021	385.235	384.746	23.716	1.548	82	81

Tabelle 6.4 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
1981	587.516	104.407	37.613	112,7	1,08	3,00
1982	653.915	109.467	40.849	152,9	1,40	3,74
1983	722.144	117.655	38.708	141,3	1,20	3,65
1984	727.925	116.635	32.350	89,5	0,77	2,77
1985	771.305	122.523	34.459	97,5	0,80	2,83
1986	797.629	116.534	33.237	116,1	1,00	3,49
1987	824.247	119.338	38.194	108,4	0,91	2,84
1988	834.484	108.217	31.210	101,5	0,94	3,25
1989	1.174.864	143.523	35.476	97,9	0,68	2,76
1990	1.333.047	178.682	44.894	108,5	0,61	2,42
1991	1.433.399	183.208	44.841	113,5	0,62	2,53

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
1992	1.560.223	183.351	46.378	97,2	0,53	2,10
1993	1.790.995	202.238	47.018	90,8	0,45	1,93
1994	1.797.977	199.260	42.577	93,9	0,47	2,21
1995	1.833.124	205.296	43.750	84,7	0,41	1,94
1996	2.249.748	291.826	44.769	85,2	0,29	1,90
1997	2.766.473	305.107	41.714	73,1	0,24	1,75
1998	2.800.471	301.798	40.447	58,2	0,19	1,44
1999	2.860.642	309.724	39.127	52,7	0,17	1,35
2000	2.930.885	310.996	39.574	47,4	0,15	1,20
2001	2.949.416	315.224	45.490	43,9	0,14	0,96
2002	2.981.163	315.315	49.812	47,4	0,15	0,95
2003	3.003.100	314.948	49.061	44,1	0,14	0,90
2004	2.981.633	313.962	52.280	42,3	0,13	0,81
2005	2.973.607	312.632	55.944	45,7	0,15	0,82
2006	2.969.177	312.468	55.240	41,2	0,13	0,75
2007	3.013.111	318.553	58.270	45,2	0,14	0,78
2008	3.076.458	324.959	58.964	45,7	0,14	0,78
2009	3.165.060	334.208	51.368	42,7	0,13	0,83
2010	3.261.839	341.322	60.661	40,1	0,12	0,66
2011	3.330.484	349.443	66.874	38,2	0,11	0,57
2012	3.372.501	352.126	53.706	28,0	0,08	0,52
2013	3.406.523	354.764	50.430	26,9	0,08	0,53
2014	3.441.785	358.064	52.712	25,8	0,07	0,49
2015	3.473.752	361.379	57.921	26,7	0,07	0,46
2016	3.523.867	366.422	48.448	22,9	0,06	0,47
2017	3.596.012	372.591	51.571	23,4	0,06	0,45
2018	3.654.346	378.073	50.918	22,4	0,06	0,44
2019	3.703.656	385.249	58.661	24,4	0,06	0,42
2020	3.729.338	384.090	56.665	24,5	0,06	0,43
2021	3.731.840	384.732	67.070	26,8	0,07	0,40

Tabelle 6.5 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
1981	23.369	5.000	3.299	36,6	7,32	11,09
1982	22.476	4.764	2.906	30,7	6,44	10,56
1983	25.184	5.389	3.246	40,3	7,48	12,42
1984	26.052	5.367	3.044	35,3	6,57	11,59

<b>Jahr</b>	<b>Anzahl der Dosismeldungen</b>	<b>Anzahl der überwachten Personen</b>	<b>Anzahl der messbar exponierten Personen</b>	<b>Kollektivdosis [Personen-Sv]</b>	<b>Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]</b>	<b>Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]</b>
1985	28.261	6.228	3.638	47,7	7,65	13,10
1986	30.389	6.447	3.871	54,2	8,40	13,99
1987	32.246	6.711	4.285	61,6	9,18	14,39
1988	30.883	5.945	4.270	61,5	10,34	14,40
1989	29.141	5.338	3.137	54,8	10,28	17,48
1990	29.326	5.017	2.921	42,3	8,44	14,50
1991	28.743	5.052	2.551	42,4	8,39	16,61
1992	31.987	6.212	3.592	30,8	4,95	8,57
1993	37.089	7.082	4.054	36,1	5,09	8,90
1994	47.859	8.388	5.572	53,7	6,41	9,64
1995	63.587	9.609	4.576	47,5	4,94	10,38
1996	77.460	11.715	4.745	45,9	3,92	9,68
1997	79.592	10.461	4.315	43,3	4,13	10,02
1998	86.279	11.107	5.595	54,9	4,94	9,81
1999	92.735	11.957	5.119	51,1	4,27	9,98
2000	106.945	12.620	4.824	53,8	4,26	11,15
2001	134.840	15.496	5.890	74,5	4,81	12,65
2002	143.683	16.307	5.377	75,8	4,65	14,10
2003	148.168	16.780	5.345	76,2	4,54	14,25
2004	150.690	16.922	5.458	81,0	4,78	14,83
2005	172.584	18.985	5.676	80,8	4,26	14,24
2006	175.594	18.996	6.041	85,5	4,50	14,16
2007	179.245	19.771	5.962	90,0	4,55	15,10
2008	182.320	20.187	5.941	91,8	4,55	15,45
2009	188.615	21.120	6.189	97,2	4,60	15,70
2010	196.877	21.299	6.144	101,7	4,78	16,56
2011	203.962	21.894	6.091	108,6	4,96	17,82
2012	207.035	22.129	6.130	117,0	5,29	19,09
2013	212.940	21.792	6.123	115,1	5,28	18,79
2014	218.394	22.129	6.416	118,3	5,34	18,43
2015	222.194	22.527	6.590	118,3	5,25	17,94
2016	225.876	23.292	6.910	127,9	5,49	18,51
2017	233.653	24.044	6.997	127,5	5,30	18,23
2018	240.323	24.327	7.021	131,8	5,42	18,77
2019	241.156	24.524	7.022	134,1	5,47	19,10
2020	238.890	23.970	6.596	131,6	5,49	19,95
2021	234.663	23.716	6.773	134,01	5,65	19,79



Tabelle 6.6 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Augenlinse nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Augenlinse der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Augenlinse der messbar exponierten Personen [mSv/a]
1998	-	-	-	-	0,00	-
1999	-	-	-	-	0,00	-
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-
2003	6	1	-	-	0,00	-
2004	12	1	-	-	0,00	-
2005	997	123	14	0,0	0,37	3,29
2006	829	90	11	0,0	0,36	2,91
2007	860	92	10	0,1	0,58	5,30
2008	897	97	19	0,2	1,95	9,95
2009	918	133	22	0,1	0,56	3,36
2010	1.087	112	28	0,2	1,54	6,18
2011	1.020	147	36	0,2	1,62	6,61
2012	1.151	162	51	0,5	2,83	9,00
2013	1.238	166	44	0,4	2,23	8,43
2014	1.780	236	63	0,3	1,38	5,16
2015	1.933	274	71	0,4	1,33	5,14
2016	2.458	371	101	0,4	1,15	4,22
2017	2.695	380	85	0,4	1,01	4,49
2018	3.932	549	117	0,5	0,85	3,97
2019	7.109	988	165	0,6	0,62	3,73
2020	8.551	1.085	159	0,5	0,44	3,02
2021	12.159	1.548	446	0,7	0,42	1,46

## 6.2.2 Auswertungen nach dosimetrischen Parametern

Tabelle 6.7 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Dosimeterart.

Dosimeter	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Ganzkörper ALBEDO	10.436	1.054	0,4	0,04	0,4
Ganzkörper FILM	161.422	31.857	12,6	0,08	0,39
Ganzkörper OSL	223.828	34.627	14,8	0,07	0,43

Tabelle 6.8 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Dosimeterart.

Dosimeter	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Ganzkörper ALBEDO	62	32	0,0	0,16	0,31
Ganzkörper FILM	3	1	0,0	0,03	0,1
Ganzkörper OSL	2	0	0,0	0	0
Teilkörper RING/BETA	3.308	1.534	41,9	12,66	27,3
Teilkörper RING/BETA 50 keV	2.403	1.046	32,1	13,36	30,68
Teilkörper RING/TLD	18.453	4.332	60,0	3,25	13,86

Tabelle 6.9 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Strahlungsart.

Strahlungsart	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Umgang mit offenen Radionukliden	27.285	8.048	5,8	0,21	0,72
Röntgen < 20 keV	4.224	558	0,3	0,06	0,45
Röntgen >= 20 < 60 keV	5.005	792	0,2	0,04	0,25
Röntgen >= 60 < 150 keV	111.349	17.955	5,2	0,05	0,29
Röntgen >= 150 < 400 keV	7.292	1.695	1,3	0,18	0,78
Röntgen >= 400 keV	7.914	1.155	0,6	0,08	0,54
Röntgen ohne Energieangabe	29.632	4.913	1,5	0,05	0,30
Gammastrahlung < 20 keV	258	96	0,03	0,12	0,33
Gammastrahlung >= 20 < 60 keV	449	38	0,01	0,02	0,28
Gammastrahlung >= 60 < 150 keV	3.082	633	0,3	0,10	0,49

Strahlungsart	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Gammastrahlung >= 150 < 400 keV	1.507	641	0,5	0,36	0,85
Gammastrahlung >= 400 keV	5.599	1.157	0,9	0,16	0,75
Gammastrahlung ohne Energieangabe	15.414	3.807	1,6	0,11	0,43
Elektronen < 0,2 MeV	2.721	553	0,2	0,07	0,35
Elektronen >= 0,2 < 1 MeV	2.770	749	0,5	0,18	0,66
Elektronen >= 1 MeV	11.057	2.001	0,9	0,09	0,47
Elektronen ohne Energieangabe	12.858	2.980	1,0	0,08	0,34
Neutronen im Reaktor	5.097	707	0,3	0,06	0,45
Neutronen im Brennstoffzyklus	2.959	250	0,1	0,03	0,37
Neutronenquellen	1.823	279	0,1	0,08	0,53
Neutronen in Beschleunigern	2.782	285	0,1	0,04	0,37
Neutronen ohne nähere Angaben	11.528	2.427	0,6	0,06	0,27
Exposition durch Reaktorstrahlung	10.747	2.996	2,8	0,26	0,94
Keine Angabe zur Strahlungsart	206.722	33.439	11,8	0,06	0,35

Tabelle 6.10 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Strahlungsart.

Strahlungsart	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Umgang mit offenen Radionukliden	5.292	2.579	73,5	13,88	28,49
Röntgen < 20 keV	301	113	4,8	16,05	42,76

Strahlungsart	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Röntgen >= 20 < 60 keV	388	24	0,1	0,34	5,46
Röntgen >= 60 < 150 keV	6.679	1.724	25,9	3,88	15,02
Röntgen >= 150 < 400 keV	282	113	3,7	12,96	32,34
Röntgen >= 400 keV	473	154	4,2	8,87	27,24
Röntgen ohne Energieangabe	1.744	395	5,5	3,15	13,93
Gammastrahlung < 20 keV	31	5	0,1	3,42	21,20
Gammastrahlung >= 20 < 60 keV	132	11	0,1	0,61	7,36
Gammastrahlung >= 60 < 150 keV	972	284	5,9	6,09	20,83
Gammastrahlung >= 150 < 400 keV	268	146	4,2	15,66	28,75
Gammastrahlung >= 400 keV	606	241	6,0	9,89	24,88
Gammastrahlung ohne Energieangabe	1.059	422	12,8	12,08	30,32
Elektronen < 0,2 MeV	184	54	1,1	5,82	19,84
Elektronen >= 0,2 < 1 MeV	700	315	11,4	16,31	36,24
Elektronen >= 1 MeV	1.285	440	12,6	9,79	28,60
Elektronen ohne Energieangabe	836	302	9,5	11,31	31,31
Neutronen im Reaktor	86	20	0,6	7,44	32,00
Neutronen im Brennstoffzyklus	3	1	0,0	0,33	1,00
Neutronenquellen	20	2	0,1	3,45	34,50
Neutronen in Beschleunigern	91	19	0,7	7,58	36,32
Neutronen ohne nähere Angaben	380	92	1,7	4,54	18,75
Exposition durch Reaktorstrahlung	275	73	0,4	1,28	4,82

Strahlungsart	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Keine Angabe zur Strahlungsart	10.408	2.549	40,4	3,88	15,85

Tabelle 6.11 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach besonderen Bemerkungen.

Bemerkungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Dosimeter defekt	107	1	0,00	0,00	0,10
Dosimeter nicht auswertbar	1.586	-	-	0,00	-
Dosimeter radioaktiv kontaminiert	7	5	0,00	0,16	0,22
Film außerhalb der Kassette bestrahlt	3.919	3.912	0,87	0,22	0,22
Film nicht ordnungsgemäß eingelegt	5	2	0,00	0,18	0,45
Film schräg bestrahlt	2.999	2.998	1,71	0,57	0,57
Film teilweise abgedeckt	218	36	0,01	0,05	0,33
Film unbewegt im Direktstrahl bestrahlt (ggfs. absichtlich)	1.531	1.531	0,41	0,27	0,27
Film von hinten bestrahlt	119	118	0,02	0,19	0,19

Tabelle 6.12 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach besonderen Bemerkungen.

Bemerkungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Dosimeter nicht auswertbar	170	-	-	0,00	-

Bemerkungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Dosimeter defekt	2	-	-	0,00	-

### 6.2.3 Auswertungen nach Messstellen

Tabelle 6.13 Anzahl aller im SSR erfassten Personendosismeldungen nach Messstelle und Überwachungszeitraum.

Jahr	Gesamt	LPS	SenUVK	MPA	AWST	FZK	HAM
1981	610.916	35.321	478	64.765	510.352		
1982	676.414	33.700	494	71.974	570.246		
1983	747.357	33.480	495	73.687	639.695		
1984	754.008	33.578	428	45.939	674.063		
1985	799.611	33.437	369	54.256	711.548	1	
1986	828.040	18.358	3.694	58.702	747.284	2	
1987	856.519	17.255	4.252	60.279	774.630	103	
1988	865.406	7.553	5.767	39.257	812.060	768	1
1989	1.204.046	729	5.784	45.494	1.151.561	478	
1990	1.362.417	48.468	4.289	59.668	1.249.534	458	
1991	1.462.174	114.554	1.113	66.366	1.279.710	431	
1992	1.592.245	260.493	1.160	63.177	1.267.072	343	
1993	1.828.126	280.147	147.142	67.324	1.320.159	13.354	
1994	1.845.884	304.678	151.719	66.494	1.309.990	13.003	
1995	1.896.767	321.399	153.219	70.830	1.298.836	52.483	
1996	2.327.357	336.186	164.623	470.982	1.300.311	55.255	
1997	2.847.554	322.634	162.203	1.050.146	1.246.595	65.976	
1998	2.897.216	324.104	161.818	1.137.096	1.190.335	81.016	2.847
1999	2.963.582	337.515	160.066	1.117.961	1.214.559	73.342	60.139
2000	3.052.920	341.937	158.224	1.112.192	1.232.364	101.939	106.264
2001	3.097.914	368.483	156.285	1.112.348	1.238.013	114.210	108.575
2002	3.129.697	376.683	157.388	1.123.892	1.239.794	122.759	109.181
2003	3.157.147	375.454	155.888	1.130.433	1.252.188	137.563	105.621
2004	3.137.959	370.739	152.561	1.140.655	1.242.900	124.085	107.019
2005	3.153.172	380.278	165.849	1.138.052	1.227.880	132.194	108.919
2006	3.146.869	385.170	165.307	1.132.108	1.242.824	16.678	204.782
2007	3.193.648	390.137	163.737	1.143.976	1.258.146		237.652
2008	3.260.067	401.930	164.667	1.170.034	1.295.761		227.675
2009	3.354.945	403.569	168.881	1.226.980	1.533.570		21.945
2010	3.460.213	428.629	168.504	1.261.219	1.601.861		
2011	3.535.795	438.619	169.156	1.292.808	1.635.212		
2012	3.580.903	447.566	169.750	1.315.290	1.648.297		
2013	3.620.898	451.323	172.095	1.332.696	1.664.784		
2014	3.662.195	460.332	174.834	1.351.068	1.675.961		
2015	3.698.176	465.479	178.442	1.365.778	1.688.477		
2016	3.752.625	471.392	182.816	1.389.468	1.708.949		

Jahr	Gesamt	LPS	SenUVK	MPA	AWST	FZK	HAM
2017	3.832.926	476.218	190.145	1.419.219	1.747.344		
2018	3.899.205	478.752	194.967	1.451.796	1.773.690		
2019	3.952.331	486.711	197.718	1.484.871	1.783.031		
2020	3.977.504	477.610	195.824	1.505.092	1.798.978		
2021	3.979.745	488.443	195.078	1.490.252	1.805.972		

Tabelle 6.14 Anzahl aller im SSR erfassten Personen mit Personendosismeldungen nach Messstelle und Überwachungszeitraum.

Jahr	Gesamt	LPS	SenUVK	MPA	AWST	FZK	HAM
1981	106.424	33.571	476	21.638	50.739		
1982	111.785	32.207	488	22.350	56.740		
1983	120.385	31.939	491	21.693	66.262		
1984	119.049	32.037	423	15.286	71.303		
1985	125.825	32.146	369	18.686	74.623	1	
1986	120.247	17.753	3.519	20.606	78.367	2	
1987	123.371	16.879	4.033	22.548	79.832	79	
1988	112.069	7.487	5.458	14.902	83.900	321	1
1989	147.024	722	5.452	16.100	124.529	221	
1990	183.467	27.854	4.273	21.664	129.411	265	
1991	187.256	30.131	1.112	22.053	133.720	240	
1992	187.615	28.235	1.160	21.969	136.044	207	
1993	206.777	28.275	16.827	23.450	136.993	1.232	
1994	204.160	29.072	17.074	22.580	134.201	1.233	
1995	211.654	30.496	17.348	23.550	134.368	5.892	
1996	298.688	31.739	16.786	111.543	132.655	5.965	
1997	313.379	32.301	16.813	124.095	131.922	8.248	
1998	310.406	32.962	16.573	123.829	126.014	9.551	1.477
1999	317.867	34.057	16.392	119.890	126.637	9.119	11.772
2000	319.573	34.480	16.625	117.766	126.133	11.440	13.129
2001	323.532	35.011	16.609	118.200	125.884	14.529	13.299
2002	323.148	35.463	16.603	118.653	125.004	14.201	13.224
2003	322.267	35.849	16.322	118.558	123.531	15.017	12.990
2004	321.137	36.073	15.881	117.561	123.436	14.972	13.214
2005	322.926	36.466	15.644	117.235	122.260	15.044	16.277
2006	325.077	36.892	15.738	117.321	122.346	6.732	26.048
2007	324.556	37.925	15.933	119.760	124.177		26.761
2008	342.242	39.153	16.194	122.786	137.921		26.188
2009	343.989	39.610	16.297	127.580	155.220		5.282
2010	346.309	40.915	16.467	129.929	158.998		
2011	354.075	41.953	16.638	132.314	163.170		
2012	356.785	42.811	16.762	134.047	163.165		
2013	359.390	43.313	17.413	135.167	163.497		
2014	362.640	43.946	17.840	136.062	164.792		
2015	365.953	44.338	17.878	137.312	166.425		
2016	371.270	45.340	18.509	138.724	168.697		
2017	377.589	46.088	18.949	140.378	172.174		
2018	383.126	46.521	19.142	143.306	174.157		

Jahr	Gesamt	LPS	SenUVK	MPA	AWST	FZK	HAM
2019	390.308	47.586	19.155	146.444	177.123		
2020	388.412	47.249	17.960	147.360	175.843		
2021	388.867	47.448	18.201	147.828	175.390		

Tabelle 6.15 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Messstelle.

Messstelle	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
AWST	175.114	23.567	10,6	0,06	0,45
LPS	47.407	10.957	4,3	0,09	0,39
MPA	147.570	30.930	12,2	0,08	0,39
SenUVK	18.133	1.799	0,7	0,04	0,4

Tabelle 6.16 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Messstelle.

Personendosismessstelle	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
AWST Mirion	9.902	2.821	55,4	5,59	19,62
LPS	4.066	1.178	23,7	5,83	20,14
MPA	8.451	2.465	49,8	5,89	20,19
SenUVK	1.394	338	5,2	3,71	15,28

#### 6.2.4 Auswertungen nach Bundesländern

Tabelle 6.17 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Bundesland.

Bundesland	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Baden-Württemberg	51.161	8.283	3,8	0,07	0,46
Bayern	67.641	8.000	3,7	0,06	0,47
Berlin	19.137	1.988	0,8	0,04	0,39
Brandenburg	8.656	1.307	0,6	0,07	0,46
Bremen	4.282	673	0,3	0,07	0,47
Bundeswehr	634	188	0,0	0,05	0,17
Hamburg	12.773	1.703	0,7	0,06	0,42
Hessen	27.417	3.347	1,5	0,06	0,46
Mecklenburg-Vorpommern	6.812	1.474	0,5	0,07	0,32



Bundesland	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Niedersachsen	35.541	6.530	2,0	0,06	0,30
Nordrhein-Westfalen	86.351	17.028	6,5	0,07	0,38
Rheinland-Pfalz	17.925	4.975	1,9	0,11	0,38
Saarland	5.109	1.995	0,7	0,13	0,33
Sachsen	16.647	3.567	1,5	0,09	0,42
Sachsen-Anhalt	8.735	2.411	1,0	0,11	0,41
Schleswig-Holstein	14.596	1.165	0,3	0,02	0,26
Thüringen	7.534	3.765	2,2	0,29	0,59

Tabelle 6.18 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Bundesland.

Bundesland	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis Hand der messbar exponierten Personen [mSv/a]
Baden-Württemberg	3.413	1.013	17,8	5,22	17,60
Bayern	3.838	1.149	25,0	6,52	21,77
Berlin	1.498	387	6,3	4,19	16,22
Brandenburg	633	186	3,3	5,22	17,77
Bremen	148	57	2,0	13,30	34,54
Bundeswehr	29	5	0,0	1,28	7,40
Hamburg	649	169	2,9	4,54	17,45
Hessen	1.131	303	6,7	5,91	22,04
Mecklenburg-Vorpommern	442	133	4,1	9,35	31,06
Niedersachsen	1.868	537	9,1	4,88	16,96
Nordrhein-Westfalen	5.359	1.585	33,6	6,28	21,22
Rheinland-Pfalz	930	218	4,1	4,43	18,89
Saarland	192	65	1,1	5,66	16,72
Sachsen	1.614	428	8,0	4,95	18,68
Sachsen-Anhalt	690	173	3,1	4,53	18,06
Schleswig-Holstein	732	172	2,6	3,53	15,02
Thüringen	676	219	4,2	6,19	19,11

### 6.3 Inkorporationsdosismeldungen

Tabelle 6.19 Inkorporationsdosismeldungen zur effektiven Dosis nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]
1981	10	6			0,00	
1982	49	11			0,00	
1983	104	29			0,00	
1984	97	23			0,00	
1985	99	30	2	0,0	0,00	0,04
1986	143	33	1	0,0	0,36	11,92
1987	297	44	1	0,0	0,00	0,04
1988	334	60	1	0,0	0,00	0,11
1989	334	42	2	0,0	0,42	8,90
1990	437	70			0,00	
1991	324	45	1	0,0	0,00	0,04
1992	412	56			0,00	
1993	369	64	9	0,0	0,01	0,07
1994	617	116	19	0,0	0,05	0,30
1995	772	216	15	0,1	0,32	4,64
1996	1.730	482	30	0,0	0,02	0,25
1997	3.647	531	307	0,0	0,05	0,09
1998	3.912	563	281	0,1	0,11	0,22
1999	3.960	614	282	0,0	0,04	0,08
2000	4.876	768	311	0,0	0,06	0,15
2001	5.798	772	428	0,1	0,13	0,23
2002	5.602	993	519	0,1	0,09	0,17
2003	6.495	1.826	585	0,1	0,08	0,24
2004	7.182	2.167	478	0,2	0,09	0,41
2005	5.780	1.936	361	0,1	0,05	0,25
2006	5.512	1.680	261	0,1	0,06	0,36
2007	5.409	1.715	185	0,0	0,03	0,24
2008	5.604	1.741	171	0,1	0,04	0,39
2009	5.632	1.665	134	0,0	0,03	0,32
2010	5.047	1.642	138	0,0	0,02	0,26
2011	4.643	1.726	141	0,1	0,05	0,55
2012	3.780	1.564	127	0,0	0,02	0,27
2013	4.277	1.588	109	0,1	0,04	0,62
2014	3.744	1.500	106	0,1	0,04	0,52
2015	4.475	1.497	85	0,1	0,05	0,92
2016	5.050	1.580	141	0,1	0,05	0,58
2017	4.403	1.324	114	0,1	0,05	0,53
2018	4.898	1.382	87	0,1	0,05	0,73
2019	4.033	1.139	70	0,1	0,05	0,78
2020	3.954	1.208	50	0,0	0,01	0,26
2021	3.471	1.051	42	0,0	0,01	0,28

Tabelle 6.20 Inkorporationsdosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis nach betroffenem Organ.

Organ	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere Organ-Äquivalentdosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]	Maximalwert [mSv/a]
Knochenoberfläche	128			0,00		
Lunge	42	1	0,0	0,00	0,12	0,12
Rotes Knochenmark	244	3	0,0	0,00	0,05	0,07
Schilddrüse	77	15	0,0	0,00	0,02	0,07
Sonstiges	50	3	0,0	0,00	0,03	0,04
Uterus	201			0,00		

#### 6.4 Radondosismeldungen

Tabelle 6.21 Radondosismeldungen nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]	Anzahl Personen mit effektiver Dosis > 6 mSv	Anzahl Personen mit effektiver Dosis > 20 mSv
2001	13	13	0,1	6,51	5	
2002	11	11	0,1	7,22	6	
2003	24	22	0,1	6,03	10	
2004	713	666	0,9	1,31	19	2
2005	541	351	0,7	1,99	30	2
2006	524	316	0,9	2,76	42	7
2007	546	312	0,9	2,84	36	4
2008	561	315	0,8	2,40	32	1
2009	548	318	1,3	3,95	32	10
2010	525	300	0,9	2,93	39	4
2011	507	275	0,7	2,61	22	2
2012	848	375	1,0	2,61	44	1
2013	746	291	1,0	3,37	44	4
2014	886	326	1,2	3,57	56	3
2015	880	291	1,1	3,63	61	1

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]	Anzahl Personen mit effektiver Dosis > 6 mSv	Anzahl Personen mit effektiver Dosis > 20 mSv
2016	1.158	356	1,2	3,48	54	6
2017	1.222	304	0,6	2,09	16	
2018	1.166	328	0,8	2,43	32	
2019	1.719	827	1,2	1,45	19	1
2020	1.700	756	1,1	1,51	31	
2021	1.657	695	0,9	1,33	19	

Tabelle 6.22 Radondosismeldungen für das Jahr 2021 nach Tätigkeitskategorie.

Tätigkeit	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]	Maximalwert [mSv/a]	Prozentualer Anteil aller Beschäftigten
Uranbergbau	475	0,4	0,83	3,45	80%
Untertägige (Besucher)bergwerke	61	0,2	3,50	15,4	10%
Wassergewinnung, -aufbereitung	55	0,1	2,12	19,6	9%
Summe aller Kategorien	591	0,7	1,23	-	-

## 6.5 Flugdosismeldungen

Tabelle 6.23 Flugdosismeldungen nach Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]	Maximalwert [mSv/a]
2003	126.058	27.986	22,7	0,81	3,63
2004	310.390	29.771	58,2	1,96	5,74
2005	318.346	31.116	62,2	2,00	6,54
2006	332.117	32.397	71,4	2,20	7,57
2007	352.450	34.865	79,5	2,28	7,54
2008	381.564	36.862	85,8	2,33	7,13
2009	381.901	36.463	86,0	2,36	7,03
2010	385.854	37.078	85,6	2,31	7,10
2011	408.893	39.426	83,8	2,13	6,50
2012	424.264	40.134	78,5	1,96	6,39
2013	412.572	39.414	75,9	1,93	5,52
2014	418.998	39.949	76,5	1,91	5,72
2015	419.786	40.667	76,2	1,87	5,74
2016	433.485	42.847	86,2	2,01	5,98
2017	452.423	44.413	93,3	2,10	5,89
2018	445.653	43.605	89,0	2,04	6,14
2019	433.387	41.823	75,5	1,80	5,50
2020	265.976	38.277	23,8	0,62	4,70
2021	269.476	31.285	26,39	0,84	5,32

Tabelle 6.24 Flugdosismeldungen für das Jahr 2021 nach Tätigkeitskategorie.

Tätigkeit	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektive Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]	Maximalwert [mSv/a]	Prozentualer Anteil aller Beschäftigten
Cockpit	9.447	10,2	1,08	5,32	30%
Kabine	21.267	15,8	0,74	3,66	68%
Sonstige	581	0,4	0,64	2,46	2%
Summe aller Kategorien	31.295	26,4	0,84	-	-

## 6.6 Strahlenpassmeldungen

Tabelle 6.25 Anzahl der im SSR erfassten Strahlenpassmeldungen nach Registrierungsvorgang und Überwachungszeitraum.

Jahr	Anzahl aller Strahlenpassmeldungen	Anzahl erstmalige Registrierung	Anzahl Folgepassregistrierung	Anzahl erneute Registrierung	Anzahl Verlust	Anzahl Ungültigkeitserklärung	Anzahl Vernichtung	Anzahl Verlängerung	Anzahl Stammdatenänderung
1977	4.011	3.455	0	0	535	20	0	1	0
1978	7.163	6.220	1	0	871	55	3	13	0
1979	4.687	4.272	0	0	387	21	2	5	0
1980	5.941	5.328	1	0	476	130	0	6	0
1981	7.162	6.468	2	0	642	36	9	5	0
1982	9.359	8.519	2	0	766	68	4	0	0
1983	6.826	6.054	2	0	680	88	1	1	0
1984	6.707	5.742	2	0	833	126	4	0	0
1985	8.143	6.661	9	0	1.318	155	0	0	0
1986	10.343	7.899	9	1	2.293	140	0	1	0
1987	9.593	7.921	8	1	1.460	201	1	1	0
1988	10.137	9.160	3	0	675	298	0	1	0
1989	7.943	7.134	5	0	414	388	1	1	0
1990	9.938	8.695	494	0	423	318	1	5	2
1991	13.655	7.996	5.179	1	93	101	12	271	2
1992	14.923	7.291	6.728	1	20	117	187	571	8
1993	16.692	6.535	9.791	2	2	297	17	31	17
1994	9.924	5.466	4.312	5	16	80	8	14	23
1995	4.785	3.584	848	14	25	235	45	7	27
1996	7.065	3.394	1.725	27	48	98	1.434	313	26
1997	7.949	3.495	4.041	37	58	241	50	3	24
1998	7.757	3.403	4.094	87	44	82	20	9	18
1999	7.743	3.589	3.915	41	26	147	16	4	5
2000	6.576	3.788	2.446	71	32	201	12	16	10
2001	6.444	3.765	2.375	60	57	55	25	106	1
2002	8.322	4.468	3.291	49	59	164	29	262	0
2003	7.802	3.313	3.602	61	46	170	29	581	0
2004	8.008	3.782	3.292	69	53	141	69	602	0
2005	8.298	4.038	3.611	87	89	261	89	121	2
2006	7.650	3.901	2.913	141	63	396	53	182	1
2007	8.444	4.683	2.981	99	71	382	14	214	0
2008	9.506	5.055	3.540	71	63	470	176	131	0
2009	11.351	6.514	3.979	96	93	584	22	63	0
2010	10.615	6.225	3.908	83	78	156	18	143	4
2011	9.552	4.442	4.357	80	62	182	9	420	0
2012	8.666	4.176	3.835	70	81	129	16	358	1
2013	8.148	3.934	3.611	73	61	90	7	371	1
2014	7.870	3.413	3.779	67	55	89	4	436	27
2015	7.879	3.299	3.818	71	56	136	4	469	26
2016	7.591	3.279	3.685	57	43	86	12	404	25
2017	8.569	4.377	3.558	43	58	79	18	383	53

Jahr	Anzahl aller Strahlenpassmeldungen	Anzahl erstmalige Registrierung	Anzahl Folgepassregistrierung	Anzahl erneute Registrierung	Anzahl Verlust	Anzahl Ungültigkeitserklärung	Anzahl Vernichtung	Anzahl Verlängerung	Anzahl Stammdatenänderung
2018	7.917	4.073	3.164	70	61	56	31	349	113
2019	9.121	4.709	3.253	102	63	22	26	302	644
2020	7.259	3.854	2.771	42	27	53	3	155	354
2021	7.650	3.848	3.478	51	27	76	0	21	149

## Literaturverzeichnis

- 2013/59/EURATOM "Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom", OJ of the EU L13 p. 1-73 (2014).
- AIRFORM "Formatanforderung für die Übermittlung von Dosisfeststellungen des fliegenden Personals auf Datenträgern", Version 1.4.3, BfS (2003).
- AVV Strahlenpass 2020 "Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Strahlenpass nach § 174 der Strahlenschutzverordnung", BAnz AT 23.06.2020 B6 (2020).
- BP FAS "Beschlussprotokoll der 29. Sitzung des Fachausschusses Strahlenschutz (FAS) in Bonn", 10.-11. November (2020).
- DV LuftBO "Zweite Durchführungsverordnung zur Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (Dienst-, Flugdienst-, Block- und Ruhezeiten von Besatzungsmitgliedern in Luftfahrtunternehmen und außerhalb von Luftfahrtunternehmen bei berufsmäßiger Betätigung) vom 6. April 2009 (BAnz. 2009 Nr. 56 S. 1327), die durch Artikel 180 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist", BAnz. 2009 Nr. 56 S. 1327 (2009).
- EC Nr. 859/2008 "Commission Regulation (EC) No 859/2008 of 20 August 2008 amending Council Regulation (EEC) No 3922/91 as regards common technical requirements and administrative procedures applicable to commercial transportation by aeroplane", OJ of the EU L254 p. 1-238 (2008).
- ESOREX "European Platform for Occupational Radiation Exposure", <https://esorex-platform.org> (retrieved 12/2021).
- INKFORM "Formatanforderung für die Übermittlung von Inkorporationsfeststellungen auf Datenträgern", Version 2.103, BfS (2003).
- ICRP 1991 "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3) (1991).
- Messstellen-Richtlinie "Richtlinie über Anforderungen an Personendosismessstellen nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung", GMBI 2002 Nr.6 S.136 (2002).
- NATFORM "Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenexpositionen durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe am Arbeitsplatz auf Datenträgern an das Strahlenschutzregister", Version 1.4, BfS (2007).
- PERFORM "Formatanforderung für die Übermittlung von Personendosisfeststellungen auf Datenträgern", Version 3.107, BfS (1999).
- Radon-Leitfaden "Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen – Leitfaden zu den §§ 126 – 132 des Strahlenschutzgesetzes", URN: 0221-2020120824227, BfS (2020).
- RiPhyKo 1 "Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen, Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition", GMBI 2004, Nr. 22 S. 410 (2003).



RiPhyKo 2	"Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis, Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition", GMBI Nr. 31/32 S. 623 (2007).
SGB 6	"Das Sechste Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Rentenversicherung – in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Februar 2002 (BGBl. I S. 754, 1404, 3384), das zuletzt durch Artikel 6a des Gesetzes vom 22. November 2021 (BGBl. I S. 4906) geändert worden ist" (1989).
STRAFORM	"Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenpassmeldungen an das Strahlenschutzregister in Dateiform", Version 3.0, BfS (2009).
StrlSchG	"Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2510) geändert worden ist" (2017).
StrlSchV	"Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. März 2020 (BGBl. I S. 748) geändert worden ist" (2018).
Topsøe	"Informationstheorie - Eine Einführung", Topsøe, F., Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden (1974).
WISFORM	"Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenexpositionen am Arbeitsplatz in der Wismut GmbH auf Datenträgern an das Strahlenschutzregister", Version 1.1, BfS (2008).

## Abkürzungsverzeichnis

AIRFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Dosisfeststellungen des fliegenden Personals
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
AWST	Personendosismessstelle Auswertungsstelle Mirion München
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
DV LuftBO	Durchführungsverordnung zur Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (Dienst-, Flugdienst-, Block- und Ruhezeiten von Besatzungsmitgliedern in Luftfahrtunternehmen und außerhalb von Luftfahrtunternehmen bei berufsmäßiger Betätigung)
EC	European Commission
ESOREX	European Platform for Occupational Radiation Exposure
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
FAS	Fachausschuss Strahlenschutz
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe (ehemalige Personendosismessstelle)
HAM	Hamburg (ehemalige Personendosismessstelle)
INKFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Inkorporationsfeststellungen
ICRP	International Commission on Radiological Protection
keV	Kiloelektronenvolt
LPS	Personendosismessstelle in der Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung Berlin
Messstellen-Richtlinie	Richtlinie über Anforderungen an Personendosismessstellen nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung
MeV	Megaelektronenvolt
MPA	Personendosismessstelle im Materialprüfungsamt Dortmund
mSv	Millisievert
mSv/a	Millisievert pro Jahr
NATFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenexpositionen durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe am Arbeitsplatz
OSL	Optisch Stimulierte Lumineszenz
PERFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Personendosisfeststellungen

RiPhyKo	Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis
SenUVK	Personendosismessstelle in der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin
SGB	Sozialgesetzbuch
SSR	Strahlenschutzregister
STRAFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenpassmeldungen an das Strahlenschutzregister
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TLD	Thermolumineszenzdosimeter
WISFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenexpositionen am Arbeitsplatz in der Wismut GmbH

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Zusammensetzung der strahlenschutzüberwachten Personen in Deutschland im Jahr 2021. Die prozentualen Anteile beziehen sich auf die Gesamtzahl von 417.845 strahlenschutzüberwachten Personen.....	17
Abbildung 4.1: Anteil der strahlenschutzüberwachten Personen in Deutschland im Jahr 2021.....	19
Abbildung 4.2: Anteil der messbar exponierten Personen in Deutschland im Jahr 2021.....	20
Abbildung 4.3: Kollektivdosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. ....	21
Abbildung 4.4: Mittlere effektive Dosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median. ....	22
Abbildung 4.5: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Medizin (logarithmische Darstellung). Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Jahresdosis dar.....	23
Abbildung 4.6: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Kerntechnik (logarithmische Darstellung). ....	23
Abbildung 4.7: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Allgemeine Industrie (logarithmische Darstellung). ....	24
Abbildung 4.8: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Forschung und Lehre (logarithmische Darstellung). ....	24
Abbildung 4.9: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Fliegendes Personal (logarithmische Darstellung). ....	25
Abbildung 4.10: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Altlasten (logarithmische Darstellung). ....	26
Abbildung 4.11: Dosisverteilung aller im Jahr 2021 überwachten Personen in der Berufsgruppe Radon (logarithmische Darstellung). ....	26
Abbildung 4.12: Zeitlicher Verlauf der mittleren Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Berufsgruppen von 2010-2021.....	28
Abbildung 4.13: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Medizin. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar. ....	29
Abbildung 4.14: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Kerntechnik. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar. ....	29
Abbildung 4.15: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Allgemeine Industrie. ....	30
Abbildung 4.16: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Forschung und Lehre. ....	30

Abbildung 4.17: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Fliegendes Personal. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar. ....	31
Abbildung 4.18: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Altlasten. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar. ....	31
Abbildung 4.19: Anzahl strahlenschutzüberwachter Personen gestaffelt nach der im SSR bis Ende 2021 erfassten Berufslebensdosis in der Berufsgruppe Radon. Die gestrichelte Linie stellt den Grenzwert der Berufslebensdosis dar. ....	32
Abbildung 4.20: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Hand und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median. ....	33
Abbildung 4.21: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2021, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.....	34
Abbildung 5.1: Anzahl von Personen mit gültigem Strahlenpass und Anzahl der Personen mit Mehrfachausgaben von 2010-2021.....	35

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1 Jahresgrenzwerte für beruflich exponierte Personen in mSv nach § 78 StrlSchG.....	9
Tabelle 3.1 Anzahl im SSR registrierter Personen im Jahr 2021.....	17
Tabelle 3.2 Anzahl der Meldungen an das SSR und Anzahl der Meldestellen für das Jahr 2021.....	18
Tabelle 3.3 Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2021 .....	18
Tabelle 6.1 Dosis- und Strahlenpassmeldungen im Jahr 2021 nach Meldungsart.....	36
Tabelle 6.2 Anzahl der im SSR erfassten Personendosismeldungen nach Überwachungszeitraum.....	36
Tabelle 6.3 Anzahl der im SSR erfassten Personen mit Personendosismeldungen nach Überwachungszeitraum.....	37
Tabelle 6.4 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis nach Überwachungszeitraum.....	38
Tabelle 6.5 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand nach Überwachungszeitraum. ....	39
Tabelle 6.6 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Augenlinse nach Überwachungszeitraum. ....	41
Tabelle 6.7 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Dosimeterart. ....	41
Tabelle 6.8 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Dosimeterart. ....	42
Tabelle 6.9 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Strahlungsart. ....	42
Tabelle 6.10 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Strahlungsart. ....	43
Tabelle 6.11 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach besonderen Bemerkungen.....	45
Tabelle 6.12 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach besonderen Bemerkungen.....	45
Tabelle 6.13 Anzahl aller im SSR erfassten Personendosismeldungen nach Messstelle und Überwachungszeitraum.....	46
Tabelle 6.14 Anzahl aller im SSR erfassten Personen mit Personendosismeldungen nach Messstelle und Überwachungszeitraum.....	47
Tabelle 6.15 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Messstelle. ....	48
Tabelle 6.16 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Messstelle. ....	48
Tabelle 6.17 Personendosismeldungen zur effektiven Dosis für das Jahr 2021 nach Bundesland.....	48
Tabelle 6.18 Personendosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis Hand für das Jahr 2021 nach Bundesland. ....	49
Tabelle 6.19 Inkorporationsdosismeldungen zur effektiven Dosis nach Überwachungszeitraum. ....	50

Tabelle 6.20 Inkorporationsdosismeldungen zur Organ-Äquivalentdosis nach betroffenem Organ. ....	51
Tabelle 6.21 Radondosismeldungen nach Überwachungszeitraum. ....	51
Tabelle 6.22 Radondosismeldungen für das Jahr 2021 nach Tätigkeitskategorie. ....	52
Tabelle 6.23 Flugdosismeldungen nach Überwachungszeitraum. ....	53
Tabelle 6.24 Flugdosismeldungen für das Jahr 2021 nach Tätigkeitskategorie. ....	53
Tabelle 6.25 Anzahl der im SSR erfassten Strahlenpassmeldungen nach Registrierungsvorgang und Überwachungszeitraum.....	54