



Bundesamt
für Strahlenschutz

Die berufliche Strahlenexposition in Deutschland 2020

Bericht des Strahlenschutzregisters

BfS-39/22

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

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

De-Mail: epost@bfs.de-mail.de

www.bfs.de

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

[urn:nbn:de:0221-2022030331668](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0221-2022030331668)

Juli/2021

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Einleitung	7
1.1 Berufliche Strahlenschutzüberwachung in Deutschland.....	7
1.1.1 Berufliche Exposition	7
1.1.2 Beruflich exponierte Person	7
1.1.3 Strahlenschutzüberwachte Personen.....	8
1.1.4 Messbar exponierte Personen.....	9
1.1.5 Grenzwerte für beruflich exponierte Personen	9
1.1.6 Vollzug und Aufsicht	10
1.2 Das Strahlenschutzregister	10
1.2.1 Gründung und Entwicklung des Strahlenschutzregisters.....	10
1.2.2 Aufgaben des Strahlenschutzregisters	11
1.3 Wesentliche Neuerungen im Strahlenschutzregister.....	12
1.3.1 Die Strahlenschutzregisternummer (SSR-Nummer).....	12
1.3.2 Digitaler Übertragungsweg für Dosis- und Strahlenpassmeldungen	13
2 Dateneingang und Auswertungen	14
2.1 Vom Strahlenschutzregister erfasste Daten.....	14
2.2 Meldungsarten	14
2.2.1 Personendosismeldungen	14
2.2.2 Inkorporationsdosismeldungen.....	15
2.2.3 Flugdosismeldungen.....	16
2.2.4 Radon- und NORM-Dosismeldungen.....	17
2.2.5 Strahlenpassmeldungen	19
2.3 Umgang mit fehlerhaften Messungen (Ersatzdosismeldungen)	20
2.4 Personenidentifikation im Strahlenschutzregister	20
2.5 Bemerkungen zu den Auswertungen	21
3 Gesamtauswertung des Strahlenschutzregisters 2020.....	22
3.1 Übersicht der im Strahlenschutzregister erfassten Personen.....	22
3.2 Übersicht der Meldungen an das Strahlenschutzregister	23
3.3 Anzahl der Grenzwertüberschreitungen	24
3.4 Anzahl der Mehrfachausgaben von Strahlenpässen	25
4 Auswertungen zur beruflichen Strahlenexposition nach Berufs- und Tätigkeitsgruppen.....	26
4.1 Anzahl strahlenschutzüberwachter und messbar exponierter Personen.....	26
4.2 Kollektivdosis	27
4.3 Effektive Dosis	27
4.4 Dosisverteilung	29
4.4.1 Natürliche Strahlungsquellen	29
4.4.2 Künstliche Strahlungsquellen	30

4.5	Dosisverlauf	33
4.6	Organ-Äquivalentdosis	34
4.6.1	Die Organ-Äquivalentdosis der Hand	34
4.6.2	Die Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse	34
4.7	Berufslebensdosis.....	36
4.7.1	Natürliche Strahlungsquellen	36
4.7.2	Künstliche Strahlungsquellen	37
4.8	Überwachungszeitraum	40
4.8.1	Natürliche Strahlungsquellen	40
4.8.2	Künstliche Strahlungsquellen	40
4.9	Alters- und Geschlechterverteilung.....	41
4.9.1	Natürliche Strahlungsquellen	41
4.9.2	Künstliche Strahlungsquellen	45
4.10	Effektive Dosis ausgewählter Tätigkeitsgruppen	50
4.10.1	Tätigkeiten in der Luftfahrt (natürliche Strahlungsquelle).....	50
4.10.2	Tätigkeiten in der Medizin (künstliche Strahlungsquellen).....	53
5	Auswertungen zur Ausgabe von Strahlenpässen	55
6	Anhang.....	56
6.1	Anzahl der gesamten Meldungen pro Jahr und Meldungsart.....	56
6.2	Gesamtauswertung Personendosismeldungen.....	57
6.2.1	Dosismeldungen nach Überwachungszweck.....	57
6.2.2	Zeitliche Entwicklung der Dosiswerte überwachter und messbar exponierter Personen	59
6.2.3	Überwachte Personen und Dosiswerte für verschiedene Parameter	61
6.2.4	Auswertungen nach Personendosismessstelle	73
6.3	Gesamtauswertung Inkorporationsdosismeldungen	77
6.4	Gesamtauswertung Radon- und NORM-Dosismeldungen	79
6.5	Gesamtauswertung Flugdosismeldungen	81
6.6	Gesamtauswertung Strahlenpassmeldungen	82
	Literaturverzeichnis	85
	Abkürzungsverzeichnis	87
	Abbildungsverzeichnis	89
	Tabellenverzeichnis	92

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. Im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung werden Daten zur beruflichen Exposition erhoben und im Strahlenschutzregister (SSR) des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) zentral erfasst und personenbezogen zusammengeführt. Im Jahr 2020 wurden in Deutschland ca. 420.000 Personen strahlenschutzüberwacht. 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. Seit Beginn der Erfassung der beruflichen Exposition durch das SSR im Jahr 1997 ist die Anzahl der strahlenschutzüberwachten Personen bis zum Jahr 2020 kontinuierlich, insgesamt um rund 28 % gestiegen.

Das medizinische Personal machte im Jahr 2020 mit rund 320.000 Personen ca. drei Viertel der Gesamtzahl an strahlenschutzüberwachten Beschäftigten aus. Davon waren ca. 42.000 Personen messbar exponiert, was bedeutet, dass mindestens ein ermittelter Wert der effektiven Dosis pro Überwachungszeitraum über der Nachweisgrenze lag. Die Kollektivdosis der im Bereich der Medizin beschäftigten Personen lag bei 14,4 Personen-Sievert (Personen-Sv). Die mittlere effektive Jahresdosis, definiert als mittlere effektive Dosis pro messbar exponierter Person und Jahr, betrug 0,34 Millisievert (mSv). Beschäftigte im kerntechnischen Bereich erhielten eine Kollektivdosis von 1,5 Personen-Sv und eine mittlere effektive Jahresdosis von 0,49 mSv. In der allgemeinen Industrie lag die Kollektivdosis bei 7,8 Personen-Sv, die mittlere effektive Jahresdosis bei 0,78 mSv. Für den Bereich der Forschung und Lehre wurde eine Kollektivdosis von 0,4 Personen-Sv und eine mittlere effektive Jahresdosis von 0,21 mSv ermittelt. Insgesamt kann für Arbeitsplätze im Zusammenhang mit künstlichen Strahlungsquellen 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.

Beschäftigte an Arbeitsplätzen mit erhöhter Exposition durch natürliche terrestrische Strahlungsquellen (betrifft weniger als 1.000 Personen v. a. an Radon-Arbeitsplätzen) erhielten im Jahr 2020 eine Kollektivdosis von 1,1 Personen-Sv. Die mittlere effektive Jahresdosis lag bei 1,48 mSv. Damit traten an den Radon-Arbeitsplätzen pro Person durchschnittlich höhere berufliche Expositionen auf als an Arbeitsplätzen mit künstlichen Strahlungsquellen. Dies zeigt deutlich, dass die Exposition durch Radon an Arbeitsplätzen ein relevantes Thema darstellt, das im Rahmen des beruflichen Strahlenschutzes weiter beobachtet und ausgebaut werden muss. Beim fliegenden Personal lag im Jahr 2020 die Kollektivdosis bei 23,6 Personen-Sv und die mittlere effektive Jahresdosis bei 0,62 mSv. In Bezug auf die Kollektivdosis ist dies der höchste Wert von allen strahlenschutzüberwachten Berufsgruppen. Bemerkenswert ist, dass die für das Jahr 2020 beobachteten Ergebnisse im Vergleich zu den Vorjahren dennoch ein Rekordtief darstellen. Dies ist offensichtlich auf die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Luftfahrt zurückzuführen. Zum Vergleich: Im Jahr 2019 lag der Wert für die Kollektivdosis des fliegenden Personals bei 75,0 Personen-Sv, der für die mittlere effektive Jahresdosis bei 1,82 mSv.

Im Jahr 2020 kam es zu drei Überschreitungen des beruflichen Jahresgrenzwertes der effektiven Dosis für Erwachsene von 20 mSv (Medizin: 2, Radon: 1) und zu einer Überschreitung des Jahresgrenzwertes der effektiven Dosis von 1 mSv für Personen unter 18 Jahren (Radon: 1). Der Jahresgrenzwert der Organ-Äquivalentdosis der Hand von 500 mSv wurde viermal (Medizin: 2, Industrie: 2) und der Monatsgrenzwert der Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter von 2 mSv wurde 28-mal (Medizin: 22, Industrie: 5, Forschung und Lehre: 1) überschritten. In Bezug auf den Grenzwert der Berufslebensdosis von 400 mSv wurde im Jahr 2020 eine Überschreitung festgestellt (Kerntechnik: 1). 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 Einleitung

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 wurde Teil der modernen Industriegesellschaft.

1.1 Berufliche Strahlenschutzüberwachung in Deutschland

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. 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. Die rechtliche Grundlage dazu bildet das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV), die am 31.12.2018 in Kraft getreten sind. Damit wurden die seit Dezember 2013 geltenden europäischen Strahlenschutzrichtlinien (2013/59/EURATOM, Artikel 5) in nationales Recht überführt.

1.1.1 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. Hier sind beispielsweise die Arbeitsplätze mit erhöhter Exposition durch Radon oder durch radioaktive Altlasten zu nennen. Expositionen von Einsatzkräften bei Notfalleinsätzen oder anderen Gefahrenlagen zählen ebenfalls zu den beruflichen Expositionen.

1.1.2 Beruflich exponierte Person

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, wenngleich deren Exposition ebenfalls eine berufliche Exposition darstellt.

1.1.3 Strahlenschutzüberwachte Personen

Im Zuge der Strahlenschutzüberwachung werden all jene Personen einbezogen, die einer unter Kapitel 1.1.1 näher erläuterten *beruflichen Exposition* ausgesetzt sind. Hierzu zählen in erster Linie die unter Kapitel 1.1.2 beschriebenen *beruflich exponierten Personen*. Darüber hinaus werden unter bestimmten Voraussetzungen Beschäftigte an Radon-Arbeitsplätzen und Notfalleinsatzkräfte 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 unter Kapitel 1.1.3 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 unter Kapitel 1.1.3 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 Millisievert 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 unter Kapitel 1.1.3 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 (NORM, steht für *naturally occurring radioactive materials*).
- 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 Notfalleinsatzes oder einer anderen Gefahrenlage gemäß StrlSchG einer Strahlenexposition ausgesetzt waren und die dabei eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder eine Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse von mehr als 15 mSv oder eine lokale Hautdosis von mehr als 50 mSv erhalten haben.
- Personen, die in ihrem beruflichen Umfeld ionisierender Strahlung ausgesetzt sind, jedoch nicht alle oben genannten Kriterien erfüllen, sich aber freiwillig überwachen lassen möchten.

Im Rahmen der statistischen Auswertungen werden die o. g. Personengruppen anhand ihrer Tätigkeiten und Berufszugehörigkeit in folgende Sektoren unterschieden und entsprechend gruppiert:

Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie, Forschung und Lehre, Luftfahrt, Radon- und NORM-Arbeitsplätze. Dabei sind Beschäftigte in den Bereichen Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie sowie Forschung und Lehre typischerweise künstlichen Strahlungsquellen ausgesetzt. Fliegendes Personal und Beschäftigte an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen sind dagegen mit natürlichen Strahlungsquellen konfrontiert.

1.1.4 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.

1.1.5 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.

Jahresgrenzwerte für beruflich exponierte Personen

Tabelle 1.1-1 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 1.1-1 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

Grenzwert der Berufslebensdosis

Zusätzlich zu den Grenzwerten nach § 78 StrlSchG gilt in Deutschland auch ein Grenzwert für die Berufslebensdosis. 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

aller Einzelbeiträge aus äußerer Exposition, innerer Exposition, Exposition durch kosmische Strahlung und Exposition durch Radon und NORM berücksichtigt.

Spezielle Grenzwerte

Zusätzliche Grenzwerte gelten für die Organodosiologie der Gebärmutter von Frauen im gebärfähigen Alter und die Körperdosis des ungeborenen Kindes.

- 2 mSv für die Gebärmutter (Organ-Äquivalentdosis) – gilt pro Monat
- 1 mSv für das ungeborene Kind (effektive Dosis) – gilt für gesamten Zeitraum der Schwangerschaft ab Mitteilung der Schwangerschaft gegenüber dem oder der Arbeitgeber*in

1.1.6 Vollzug und Aufsicht

Der Vollzug des Strahlenschutzrechts und die entsprechende Aufsicht sind im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung Aufgabe der Bundesländer. Die Bundesländer bestimmen, welche Landeseinrichtungen als zuständige Behörden tätig werden und welche Messstellen die gesetzlichen und untergesetzlichen Bestimmungen in der Praxis vollziehen (§ 169 StrlSchG). Jede dieser behördlich bestimmten Messstellen übermittelt ihre Dosisfeststellungen in der Regel monatlich an das SSR des Bundesamtes für Strahlenschutz. Die Dosisfeststellungen für die Beschäftigten der zivilen Luftfahrt werden vom Luftfahrt-Bundesamt übermittelt. Im SSR werden die Meldungen personenbezogen zusammengeführt und unter anderem hinsichtlich der Einhaltung der Dosisgrenzwerte ausgewertet und überwacht.

Inhaber eines gültigen Strahlenpasses haben die Berechtigung, als sogenanntes *Fremdpersonal* in strahlenschutzüberwachten Bereichen fremder Betriebsstätten zu arbeiten, wo sie Reinigungs-, Handwerks- oder Montagearbeiten, aber auch hochspezialisierte Tätigkeiten (zum Beispiel in Kernkraftwerken während der Revision) verrichten. Der Strahlenpass wird von dafür autorisierten Registrierbehörden der Bundesländer ausgestellt. Die Ausgabe der Strahlenpässe und damit verbundene amtliche Vorgänge werden im SSR zentral erfasst und überwacht.

1.2 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 seit Juli 2017 im neuen Strahlenschutzgesetz (§ 170 StrlSchG i. V. m. § 185 Absatz 1 Nummer 8 StrlSchG) verankert ist.

1.2.1 Gründung und Entwicklung des Strahlenschutzregisters

- 1989: Gründung des Bundesamtes für Strahlenschutz
- Ab 1992: Bundesweit zentrale Erfassung von Strahlenpässen
- Ab 1997: Regelmäßige zentrale Erfassung aller Personendosismeldungen (ohne Inkorporation) im SSR, sowie teilweises Einpflegen von Altdaten rückwirkend bis 1960
- Ab 2002: Zentrale Erfassung von Dosismeldungen durch Inkorporation
- Ab 2003: Zentrale Erfassung der Dosismeldungen durch natürliche Strahlung (Radon und NORM)
- Ab Mitte 2003: Zentrale Erfassung von Dosismeldungen des fliegenden Personals
- 2019: Einführung der Strahlenschutzregisternummer (SSR-Nummer)

1.2.2 Aufgaben des Strahlenschutzregisters

- 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. Weitere Informationen dazu sind in Kapitel 1.3.1 zu finden.

- 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.

1.3 Wesentliche Neuerungen im Strahlenschutzregister

Mit Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes am 31.12.2018 wurden wesentliche Neuerungen im Bereich der beruflichen Strahlenschutzüberwachung eingeführt. Neben der Einführung einer eindeutigen Personenkennummer (vgl. 1.3.1) und neuer digitaler Übertragungswege von Dosis- und Strahlenpassmeldungen (vgl. 1.3.2) wurden z. B. auch die Betriebs- und Tätigkeitskategorien überarbeitet, welche mit jeder Dosismeldung übertragen werden müssen. Eine Zusammenstellung aller entsprechenden Neuerungen sind auf den Internetseiten des BfS zu finden:

www.bfs.de/ssr -> "[Informationen zu den neuen gesetzlichen Anforderungen in der beruflichen Strahlenschutzüberwachung](http://www.bfs.de/ssr)"



1.3.1 Die Strahlenschutzregisternummer (SSR-Nummer)

Im SSR gehen jährlich ca. 3,5 Millionen neue Datensätze von beruflich strahlenüberwachten Personen ein. Diese Daten wurden früher allein auf Grundlage der übermittelten Personendaten (Nachname, Vornamen, Geschlecht, Geburtsdatum, Geburtsort etc.) personenbezogen zusammengeführt. Unvollständig übermittelte Personendaten, Schreibfehler, Namensänderungen (z. B. durch Heirat oder Scheidung) oder unterschiedliche Schreibweisen erschwerten die Zuordnung verschiedener Personenbeschreibungen zu *natürlichen* Personen erheblich. Daraus resultierende Zuordnungsfehler konnten zu fehlerhaften Berechnungen der Jahres- und Berufslebensdosis mit den damit verbundenen Konsequenzen führen.

Mit dem neuen Strahlenschutzgesetz wurde die rechtliche Grundlage für die Einführung einer eindeutigen persönlichen Kennnummer zur Verwendung in der Strahlenschutzüberwachung geschaffen. Diese persönliche Kennnummer wird **Strahlenschutzregisternummer (SSR-Nummer)** genannt.

- Was ist die SSR-Nummer und wie wird sie erzeugt?

Die SSR-Nummer wird im BfS durch ein nicht rückführbares kryptographisches Verfahren aus der Sozialversicherungsnummer nach § 147 des sechsten Sozialgesetzbuches (SGB 6) und den Personendaten des zu überwachenden Beschäftigten abgeleitet. Aus Datenschutzgründen wird die Sozialversicherungsnummer im BfS nicht gespeichert und kann auch nicht wieder aus der SSR-Nummer rekonstruiert werden.

Für Beschäftigte ohne deutsche Sozialversicherungsnummer kann die SSR-Nummer auf Basis einer anderen geeigneten, außerhalb Deutschlands vergebenen Identifikationsnummer generiert werden. Diese Nummer muss einen eindeutigen, über die gesamte Berufslebenszeit unveränderlichen Bezug zur überwachten Person besitzen und für den oder die Beschäftigte*n oder Arbeitgeber*in verfügbar sein. In den meisten Ländern ist dies die sogenannte *National Identification Number* oder die *Social Security Number*.

Im Ausnahmefall vergibt das BfS eine SSR-Nummer allein auf Basis der Personendaten des Beschäftigten, wenn die Person weder eine Sozialversicherungsnummer noch eine geeignete ausländische Identifikationsnummer besitzt.

- Wer benötigt eine SSR-Nummer?

Alle Personen, für die seit Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes am 31.12.2018 Eintragungen im SSR vorgenommen werden, benötigen eine SSR-Nummer. Hierzu zählen beruflich exponierte Personen,

Inhaber von Strahlenpässen, Beschäftigte von Radon- und NORM-Arbeitsplätzen sowie freiwillig strahlenschutzüberwachte Personen (vgl. Kapitel 1.1.4). Auch Notfalleinsatzkräfte benötigen eine SSR-Nummer, sofern sie einer Exposition in einem Notfall oder einer anderen Gefahrenlage gemäß StrlSchG ausgesetzt waren, die in das SSR einzutragen ist. Eine Beantragung der SSR-Nummer muss aber erst nach dem erfolgten Notfalleinsatz geschehen.

- Wer beantragt die SSR-Nummer?

Die Beantragung der SSR-Nummer beim Bundesamt für Strahlenschutz und die Übermittlung der dafür notwendigen Daten unterliegt gemäß §170 Absatz 4 Satz 4 StrlSchG den Strahlenschutzverantwortlichen, den entsprechenden Verpflichteten (nach §131 Absatz 1 oder § 145 Absatz 1 Satz 1 StrlSchG) oder Verantwortlichen (nach §115 Absatz 2 oder §153 Absatz 1 StrlSchG) des Beschäftigungsbetriebs. Die Aufgabe zur Durchführung der Beantragung der SSR-Nummer kann entsprechend weiterdelegiert werden.

- Wie wird die SSR-Nummer beantragt?

Für die Beantragung von SSR-Nummern und dem damit verbundenen Datenaustausch stellt das BfS die gleichen digitalen Übertragungswege zur Verfügung (Webanwendung/Webservice), die auch zur Übermittlung von Dosis- und Strahlenpassmeldungen verwendet werden (vgl. Kapitel 2.1).

Weiterführende Informationen zur Beantragung von SSR-Nummern finden Sie auf der Internetseite des BfS:

www.bfs.de/ssr -> "[Anleitung für die Beantragung von SSR-Nummern](#)"



1.3.2 Digitaler Übertragungsweg für Dosis- und Strahlenpassmeldungen

Mit der Umsetzung des Strahlenschutzgesetzes wurde zudem der Übertragungsweg der Dosis- und Strahlenpassdaten von den Messstellen bzw. Behörden zum SSR grundlegend überarbeitet. So werden Dosis- bzw. Strahlenpassmeldungen von den Messstellen bzw. Behörden ausschließlich über eine digitale Schnittstelle an das SSR übermittelt. Dazu stellt das BfS grundsätzlich zwei technische Übertragungsoptionen (*Webanwendung* und *Webservice*) zur Verfügung. In beiden Fällen handelt es sich um ein Online-Verfahren mittels verschlüsselter und passwortgeschützter Internetverbindung. Weiterführende Informationen hierzu sind auf den Internetseiten des BfS zu finden:

www.bfs.de/ssr -> "[Weiterführende Informationen für Messstellen/Behörden](#)"



2 Dateneingang und Auswertungen

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
- Betriebsnummer des Beschäftigungsbetriebs
- 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 wird aktuell 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 (Kapitel 5.1 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 (Kapitel 5.7 Messstellen-Richtlinie).

Die Personendosisfeststellungen eines Überwachungsmonats werden von den Messstellen zu Datensätzen aufbereitet, welche in Form und Inhalt bis zum 30.06.2019 durch die vom SSR vorgegebene "Formatanforderung für die Übermittlung von Personendosisfeststellungen - PERFORM" geregelt wurden. Seit dem 01.07.2019 gilt die neue überarbeitete Formatanforderung *meldePersonendosis*:

[www.bfs.de/ssr -> "Spezifikationen für die Nutzung des Webservices" -> "meldePersonendosis"](http://www.bfs.de/ssr -> \)



Bis zum Zeitpunkt der Berichtserstellung hatten aus verschiedensten Gründen noch nicht alle Personendosismessstellen komplett auf das neue gesetzlich vorgeschriebene Übermittlungsverfahren umgestellt. Aus diesem Grund liegen für das Jahr 2020 zwei unterschiedliche Kategorisierungsmodelle für die Betriebs- und Tätigkeitskategorien vor, die nicht miteinander vereinbar sind. Auf Detailauswertungen nach den Betriebs- und Tätigkeitskategorien sowohl des alten als auch des neuen Übermittlungsformates, muss daher in diesem Bericht verzichtet werden, worauf an dieser Stelle hingewiesen wird.

Einschließlich des Überwachungsjahrs 2020 sind mittlerweile nahezu 106 Millionen Ganzkörper- oder Teilkörperdosismeldungen von knapp 1,8 Millionen natürlichen Personen in der Datenbank des SSR gespeichert.

2.2.2 Inkorporationsdosismeldungen

Es gibt beruflich 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 biokinetischer und dosimetrischer Modelle die effektive Dosis bzw. die Organ-Äquivalentdosis ermittelt. Anders als für die Dosisermittlung 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 2020 insgesamt 13 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 Personendosisüberwachung. 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 (Kapitel 3.3.2 Riphyko 2). Die Aufbereitung der Dosisdaten erfolgte bis zum 30.06.2019 gemäß der vom SSR verfassten "Formatanforderung für die Übermittlung von Inkorporationsfeststellungen - INKFORM".

Bis zum 30.06.2019 wurden die zu übermittelnden Daten gemäß der "Formatanforderung für die Übermittlung von Inkorporationsfeststellungen - INKFORM" an das SSR gemeldet. Seit dem 01.07.2019 stellten alle amtlichen Inkorporationsmessstellen auf das neue Format um. Seitdem werden Inkorporationsdosismeldungen ausschließlich gemäß der neu überarbeiteten Formatanforderungen *meldeInkorporation* an das SSR übermittelt:

www.bfs.de/ssr -> "Spezifikationen für die Nutzung des Webservices" -> "meldeInkorporationsdosis"



Einschließlich des Überwachungsjahrs 2020 sind nahezu 124.000 Inkorporationsmeldungen von mehr als 11.000 natürlichen Personen in der Datenbank gespeichert.

2.2.3 Flugdosismeldungen

Im Jahr 2003 begann die zentrale Erfassung von Dosismeldungen des durch kosmische Strahlung (natürliche Strahlungsquelle) exponierten fliegenden Personals im SSR. Überwachungspflichtig ist Luftfahrtpersonal dann, 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. Für diese Beschäftigten ist 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 Flugdosismeldungen 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), welches dafür sorgt, dass die Werte ans SSR gesendet werden. Das Luftfahrt-Bundesamt führt zudem die Aufsicht über den Schutz des fliegenden Personals vor kosmischer Strahlung und überwacht damit auch die Einhaltung der Dosisgrenzwerte.

Bis zum 30.06.2019 wurden die zu übermittelnden Daten gemäß der "Formatanforderung für die Übermittlung von Dosisfeststellungen des fliegenden Personals - AIRFORM" an das SSR gemeldet. Zum 01.07.2019 stellte das Luftfahrt-Bundesamt vollständig auf das neue Übermittlungsverfahren um, welches in der neuen Formatanforderung *meldeFlugdosis* beschrieben wird:

[www.bfs.de/ssr -> "Spezifikationen für die Nutzung des Webservices" -> "meldeFlugdosis"](http://www.bfs.de/ssr->\)



Insgesamt sind bis Ende 2020 ca. 6,7 Millionen Flugdosismeldungen von nahezu 78.000 verschiedenen Personen im SSR eingegangen.

2.2.4 Radon- und NORM-Dosismeldungen

Radon

An welchen Arbeitsplätzen 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" zu finden (Radon-Leitfaden). 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 sind.

Die Ermittlung der Körperdosis kann über die Aktivitätskonzentration am Arbeitsplatz oder durch personengetragene Radon-Dosimeter erfolgen. Die Ermittlung selbst ist den amtlich bestimmten Messstellen vorbehalten. Dementsprechend müssen geeignete Dosimeter von einer der amtlich bestimmten Messstellen bezogen werden. 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.

NORM

Die Exposition durch NORM (*naturally occurring radioactive materials*) ist mit jenen Arbeitsplätzen assoziiert, in denen eine Tätigkeit nach § 4 Absatz 1 Satz 1 Nummer 10 StrlSchG ausgeübt wird und die einer der in Anlage 3 StrlSchG genannten Tätigkeitsfelder zuzuordnen sind. Hierzu zählen z. B. solche Arbeitsplätze, bei denen z. B. mit Gesteinen und Erzen als Rohstoffe umgegangen wird, welche Spuren von

Radionukliden der natürlichen Uran- oder Thorium-Zerfallsreihen enthalten. Bei der Verarbeitung von Gesteinen und Erzen können diese natürlichen Radionuklide unbeabsichtigt (künstlich) angereichert werden, so dass eine relevante berufliche Exposition für die beschäftigten Personen vorliegen kann.

An solchen Arbeitsplätzen muss vor Aufnahme der Tätigkeit eine arbeitsplatzbezogene Abschätzung der Körperdosis erfolgen. Hierbei müssen alle Expositionen durch natürlich vorkommende Materialien oder durch natürlich vorkommende terrestrische Strahlungsquellen (ausgenommen die Exposition durch Radon) einbezogen werden. Dabei müssen zudem alle relevanten Expositionspfade berücksichtigt werden. Bei Exposition durch NORM kann dies die äußere Strahlenexposition durch Direktstrahlung sowie die innere Exposition durch Inhalation oder Ingestion von Staub betreffen.

Wenn die Abschätzung ergibt, dass eine effektive Jahresdosis von 1 mSv erreicht werden kann, so greifen die Regeln des beruflichen Strahlenschutzes. Zur Ermittlung der Gesamtexposition müssen je nach vorliegender Situation verschiedene Messverfahren verwendet werden. In der Regel werden die Messungen mit personengetragenen und ortsgebundenen Messgeräten durchgeführt.

Radon- und NORM-Dosismeldungen

Bis zum 30.06.2019 wurde die Ermittlung der Dosiswerte an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen gemäß der folgenden Formatanforderungen an das SSR übermittelt:

- NATFORM: Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenexpositionen durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe am Arbeitsplatz. Dies beinhaltet in der Regel nur die Exposition durch Inhalation von Radon/Radonfolgeprodukten.
- WISFORM: Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenexpositionen am Arbeitsplatz in der Wismut GmbH. Dies beinhaltet die Exposition durch Inhalation von Radon/Radonfolgeprodukten durch Inhalation von langlebigen Nukliden und durch externe Gammabestrahlung.

Da bei den NORM-Arbeitsplätzen in der Praxis stets auch eine Exposition durch Radon gegeben ist und die entsprechenden Betriebe daher ein gemeinsames Überwachungs- und Dosimetrie-Konzept besitzen, wurden zum 01.07.2019 die ehemals verschiedenen Übermittlungswege zu einer gemeinsamen technischen Schnittstelle mit der entsprechenden Formatanforderung *meldeNatDosis* zusammengefasst:

[www.bfs.de/ssr->\"Spezifikationen für die Nutzung des Webservices\" -> \"meldeNatDosis\"](http://www.bfs.de/ssr->\)



Die im vorliegenden Bericht verwendete Bezeichnung "Radon- und NORM-Arbeitsplätze" bezieht sich damit auf Arbeitsplätze, bei denen stets (mindestens) eine Exposition durch Radon vorliegt. Insgesamt gesehen hat die Radon-Komponente den allergrößten Anteil an der Gesamtdosis.

Die Datenübermittlung an das SSR erfolgt in der Regel von behördlich bestimmten Messstellen. Für die an das SSR zu übermittelnden Dosiswerte gibt es weder eine Meldeschwelle noch eine bestimmte Rundungsregel. Seit Beginn der Erfassung der Dosiswerte im Bereich Radon und NORM wurden bis Ende 2020 um die 12.000 Meldungen von knapp 1.400 verschiedenen Personen (Schauhöhlen, Wasserwerke) sowie nahezu 2.800 Meldungen von 760 Personen (Wismut GmbH) 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. Dieser Personenkreis wird oftmals auch als *Fremdpersonal* bezeichnet. 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) 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 (Kapitel 6.1 AVV Strahlenpass). 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 2020 insgesamt 23 Registrierbehörden als Ansprechpartner im Zusammenhang mit den amtlichen Vorgängen im Strahlenpasswesen.

Form und Inhalt der an das SSR zu meldenden Daten wurden bis zum 30.06.2019 in der "Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenpassmeldungen an das Strahlenschutzregister STRAFORM" geregelt. Seit der Umstellung auf das digitalisierte Übermittlungsverfahren werden seit dem 01.07.2019 die Strahlenpassmeldungen gemäß der neuen Formatanforderung *meldeStrahlenpass* an das SSR gemeldet:

[www.bfs.de/ssr-> "Spezifikationen für die Nutzung des Webservices" -> "meldeStrahlenpass"](http://www.bfs.de/ssr->\)



Das SSR hat für den Zeitraum bis einschließlich 2020 ca. 374.000 amtliche Strahlenpassvorgänge gespeichert.

Eine der Aufgaben des SSR ist es, anhand dieser Vorgänge zu kontrollieren, ob eine Person mehr als nur einen gültigen Strahlenpass besitzt, sogenannte *Mehrfachausgaben*. Seit Bestehen des Registers sind Mehrfachausgaben von Strahlenpässen seltener geworden.

Im Jahr 2020 kamen auf knapp 50.000 Strahlenpassinhaber 109 Personen mit Mehrfachausgaben, d. h. 109 Personen waren im Besitz von mindestens zwei gültigen Strahlenpässen. In diesen Fällen benachrichtigt das SSR die jeweils zuständigen Behörden, damit diese den überflüssigen Strahlenpass für ungültig erklären.

2.3 Umgang mit fehlerhaften Messungen (Ersatzdosismeldungen)

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 über die Messstelle dem SSR mitgeteilt und geht in die Dosisbilanz der Person ein.

2.4 Personenidentifikation im Strahlenschutzregister

Bis Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes am 30.07.2017 war es vorgesehen, die Dosiswerte gemäß Richtlinie 2013/59 EURATOM Artikel 43 Absatz 3 mindestens 30 Jahre nach Beendigung der mit der Exposition verbundenen Arbeit im SSR aufzubewahren. Der Grund hierfür war die Tatsache, dass die Daten u. a. zur Prüfung des Bestehens eines Anspruchs gegen einen Träger der gesetzlichen Unfallversicherung relevant sind. Im neuen Strahlenschutzgesetz wurde diese zeitliche Limitierung jedoch aufgehoben, sodass die im SSR gespeicherten Dosiswerte zeitlich unbegrenzt, z. B. zu Forschungszwecken, aufbewahrt werden können.

Zudem wurde mit dem neuen Strahlenschutzgesetz die verpflichtende Verwendung eines personenbezogenen Kennzeichens (SSR-Nummer) eingeführt, welches eine Person eindeutig und dauerhaft identifiziert. Dabei muss ausdrücklich betont werden, dass sich der Vorteil, den die SSR-Nummer für die eindeutige Personenidentifikation im SSR bedeutet, jedoch erst in Zukunft voll entfaltet.

Denn die Dosismeldungen, die vor Einführung der SSR-Nummer ohne entsprechende Kennnummer eingespielt wurden, und durchaus nach wie vor für anfallende Auswertezwecke relevant sind, können wie bisher nur anhand der angegebenen Personendaten identifiziert werden. Dies betrifft mehr als 100 Millionen Datensätze mit ca. vier Millionen verschiedenen Personenbeschreibungen, die letztendlich ca. zwei Millionen natürlichen Personen zugeordnet werden können. Grund für die Diskrepanz zwischen der Anzahl der verschiedenen Personenbeschreibungen und Anzahl der tatsächlichen natürlichen Personen ist die Tatsache, dass für ein und dieselbe natürliche Person bei den Dosismeldungen im Lauf der Zeit unvollständige, fehlerhafte oder aus sonstigen Gründen abweichende Angaben übermittelt werden.

Die Schwierigkeit besteht darin, Dosismeldungen auch anhand fehlerhafter Identifikationsmerkmale der richtigen natürlichen Person zuzuordnen. Im SSR wurde deshalb ein IT-technisches Verfahren entwickelt, das Grundlagen der Informationstheorie (Topsøe) beinhaltet, selbstlernende Komponenten enthält und auf Basis 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 vorerst als dominierendes Zuordnungsmerkmal in das bestehende Computerprogramm implementiert. Damit lassen sich somit Dosismeldungen mit oder ohne SSR-Nummer natürlichen Personen zuordnen.

2.5 Bemerkungen zu den Auswertungen

Die folgenden Auswertungen bezüglich aller in Kapitel 2.2 beschriebenen Dosismeldungsarten für den Überwachungszeitraum bis Ende 2020 berücksichtigten in der Regel alle Einträge, die am 01.07.2021 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 2020 abgeschlossen ist.

Im Vergleich zu vorherigen Jahresberichten des SSR können für gleiche Überwachungszeiträume, welche die Jahre vor 2020 betreffen, Abweichungen bei den angegebenen Zahlen auftreten. Dies betrifft insbesondere Graphiken, in denen Zeitreihen über mehrere Jahre dargestellt sind. Grund dafür ist der stetig aktualisierte Stand der Datenbank des SSR. Auch werden alle zwischenzeitlich gemeldeten Ersatzdosen bei den neuesten Auswertungen berücksichtigt. Aufgrund von Ersatzdosismeldungen können z. B. Dosiswerte oder die Anzahl von Personen in Dosisintervallen gegenüber älteren Berichten des SSR zurückgehen oder ansteigen.

Aber auch durch Modifikationen der in Kapitel 2.4 erwähnten Auswertungssoftware, speziell im Bereich der Personenidentifikation, kann es zu geringfügig abweichenden Werten kommen. Die Personenidentifikation wirkt sich im Bereich *Anzahl der Personen* aus.

Zu beachten ist, dass die regelmäßige Datenübermittlung der Messstellen an das SSR im Bereich Personendosen für die Kalenderjahre 1997/1998 begonnen wurde, im Bereich der Inkorporationsüberwachung 2002, im Bereich von Radon- und NORM-Arbeitsplätzen sowie der Luftfahrt 2003.

3 Gesamtauswertung des Strahlenschutzregisters 2020

3.1 Übersicht der im Strahlenschutzregister erfassten Personen

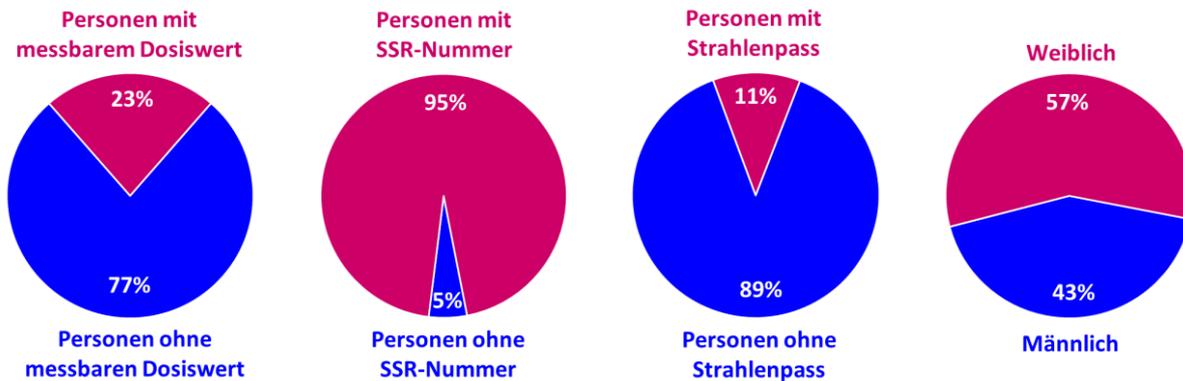


Abbildung 3.1: Zusammensetzung der strahlenschutzüberwachten Personen in Deutschland im Jahr 2020. Die prozentualen Anteile beziehen sich auf die Gesamtzahl von ca. 420.000 strahlenschutzüberwachten Personen.

Wie in Abbildung 3.1 und Tabelle 3.1-1 zusammengefasst, wurden im Jahr 2020 etwas mehr als 420.000 Personen beruflich strahlenschutzüberwacht. Damit wird der über viele Jahre beobachtete Trend leicht steigender Überwachungszahlen fortgesetzt. Seit Beginn der Erfassung der beruflichen Exposition durch das SSR im Jahr 1997 ist die Anzahl der strahlenschutzüberwachten Personen um rund 28 % gestiegen. Das SSR ist damit das größte zentrale Register für Daten zur beruflichen Strahlenexposition in Europa in Bezug auf die Anzahl an jährlich erfassten Personen (nähere Informationen zum internationalen Vergleich siehe ESOREX: <https://esorex-platform.org>). Bei etwa drei Viertel dieser überwachten Personen lagen im Jahr 2020 die ermittelten Dosiswerte stets unterhalb der Nachweisgrenze. Lediglich knapp 99.000 Beschäftigte haben einen messbaren Dosiswert erhalten und gelten damit als *messbar exponierte Personen*.

Tabelle 3.1-1 Strahlenschutzüberwachte Personen in Deutschland im Jahr 2020

	Anzahl
Personen im SSR	
Überwachte Personen	423.368
Messbar exponierte Personen	98.652
Personen mit SSR-Nummer	402.159
Personen mit gültigem Strahlenpass	49.483
Personen mit mehr als einem gültigen Strahlenpass (Mehrfachausgaben)	109
Männliche Personen	182.112
Weibliche Personen	242.611

Mit Einführung der SSR-Nummer am 31.12.2018 mussten für alle aktuell in der Strahlenschutzüberwachung befindlichen Personen SSR-Nummern beim Bundesamt für Strahlenschutz beantragt werden. Dies wurde auch größtenteils im Laufe des Jahres 2019 durchgeführt. Am Ende des Jahres 2019 hatten somit rund 88 % aller strahlenschutzüberwachten Beschäftigten eine SSR-Nummer. Mit Beendigung des Jahres 2020 lag dieser Wert bei rund 95 %.

Für Beschäftigte, die an fremden Betriebsstätten tätig sind, ist das Führen eines gültigen Strahlenpasses erforderlich. Dies betraf im Jahr 2020 ca. 49.000 (11 %) aller im SSR registrierten Personen. Innerhalb dieser Personengruppe gab es jedoch 109 Beschäftigte, die mehr als einen gültigen Strahlenpass besaßen, was im SSR als Mehrfachausgabe registriert wurde.

Im Jahr 2020 wurden dem SSR ca. 242.000 weibliche und ca. 182.000 männliche strahlenschutzüberwachte Beschäftigte gemeldet. Damit gab es im Jahr 2020 mit 57 % mehr weibliche als männliche Personen, die in einem strahlenschutzüberwachten Bereich arbeiteten.

3.2 Übersicht der Meldungen an das Strahlenschutzregister

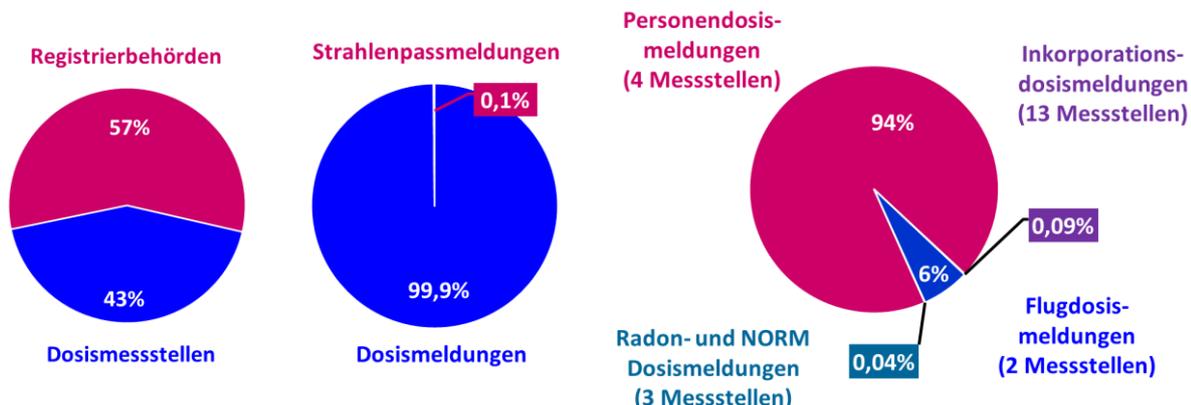


Abbildung 3.2: Anteile der Messstellen/Behörden und deren Meldungen an das SSR im Jahr 2020. Das erste Kreisdiagramm von links bezieht sich auf die Gesamtanzahl von 51 an das SSR meldenden Stellen. Die prozentualen Anteile der folgenden Kreisdiagramme beziehen sich auf die Gesamtzahl von ca. 4,2 Millionen an das SSR gemeldeten Dosis- und Strahlenpassmeldungen.

Abbildung 3.2 sowie Tabelle 3.2-1 geben einen Überblick über die tatsächliche Datenmenge, die von den jeweiligen Stellen im Jahr 2020 an das SSR gemeldet wurde. Im Jahr 2020 gab es 29 Registrierbehörden die insgesamt knapp 6.400 Strahlenpassmeldungen an das SSR gemeldet haben. Dem gegenüber stehen insgesamt 22 Messstellen, die jedoch mit 4,2 Millionen Dosismeldungen den Großteil (99,9 %) des an das SSR gemeldeten Datentransfers ausmachen.

Die Dosismessstellen teilen sich wie folgt auf: Es gibt vier Personendosismessstellen, die mit knapp 4 Millionen Meldungen 94 % der Dosismeldungen an das SSR gesendet haben. Zweitgrößter Dosisdatenlieferant waren die zwei Stellen, die Flugdosismeldungen an das SSR übermittelt haben. Mit ca. 260.000 Meldungen machte dies 6 % der Dosismeldungen an das SSR im Jahr 2020 aus. Im Jahr 2020 wurden von 13 Inkorporationsmessstellen ca. 3.600 Inkorporationsdosismeldungen an das SSR übermittelt. Das entspricht ca. 0,09 % der Dosismeldungen insgesamt. Zudem wurden ca. 1.700 Radon- und NORM-Dosismeldungen von 3 meldenden Stellen an das SSR übermittelt. Gemessen am Gesamtdateneingang von Dosismeldungen in 2020 entspricht dies einem Anteil von 0,04 %.

Diese Dosiswerte wurden im Jahr 2020 von Beschäftigten aus knapp 28.000 Betrieben deutschlandweit zusammengetragen.

Tabelle 3.2-1 Anzahl der Meldungen an das Strahlenschutzregister und Anzahl der Meldestellen für das Jahr 2020

Meldungsart	Anzahl der Meldungen	Anzahl der Meldestellen
Personendosismeldungen	3.965.159	4
Inkorporationsdosismeldungen	3.617	13
Flugdosismeldungen	263.353	2
Radon- und NORM-Dosismeldungen	1.685	3
Strahlenpassmeldungen	6.359	29

3.3 Anzahl der Grenzwertüberschreitungen

Im Jahr 2020 kam es zu insgesamt 37 Grenzwertüberschreitungen (Tabelle 3.3-1). Dies beinhaltet drei Überschreitungen des in Kapitel 1.1.6 beschriebenen Grenzwertes für die effektive Jahresdosis für Erwachsene von 20 mSv (Radon: 1, Medizin: 2), eine Überschreitung des Grenzwertes für die effektive Jahresdosis für Personen unter 18 Jahren von 1 mSv (Radon: 1), vier Überschreitungen des Jahresgrenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Hand von 500 mSv (Medizin: 2, Industrie: 2), 28 Überschreitungen des Monatsgrenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter von 2 mSv (Medizin: 22, Industrie: 5, Forschung und Lehre: 1) und eine Überschreitung des Grenzwertes für die Berufslebensdosis von 400 mSv (Kerntechnik: 1).

Tabelle 3.3-1 Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2020

Art der Grenzwertüberschreitung	Anzahl
Jahresgrenzwert effektive Dosis für Erwachsene (20 mSv)	3
Jahresgrenzwert effektive Dosis für Personen unter 18 Jahren (1 mSv)	1
Jahresgrenzwert Organ-Äquivalentdosis Hand für Erwachsene (500 mSv)	4
Monatsgrenzwert Organ-Äquivalentdosis Gebärmutter (2 mSv)	28
Grenzwert der Berufslebensdosis (400 mSv)	1

Insgesamt betrachtet ist die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen für die effektive Dosis seit Beginn der Erfassung der beruflichen Exposition durch das SSR im Jahr 1997 rückläufig. So lagen die jährlichen Überschreitungen für den Jahresgrenzwert und die der Berufslebensdosis vor 23 Jahren noch im dreistelligen Bereich. Die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen der Organ-Äquivalentdosis der Hand liegt seit Beginn der Erfassung der beruflichen Exposition gleichbleibend auf einem niedrigen Niveau. Die Überschreitung des Grenzwertes für die Gebärmutter ist von einem dreistelligen Bereich vor 23 Jahren, nun auf einen zweistelligen Bereich gesunken. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Anzahl der vom SSR berechneten Überschreitungen des Grenzwertes für die Gebärmutter im Vergleich zu den letzten 10 Jahren erstmalig wieder leicht gestiegen ist. Das hängt damit zusammen, dass für das Jahr 2020 erstmalig alle als weiblich gemeldeten Personen für die Berechnung des Grenzwertes betrachtet wurden, während in den Jahren davor nur jene weiblichen Personen in einem Alter zwischen 18 und 45 einbezogen wurden.

Für die Überwachung der Gebärmutterdosis muss Folgendes bedacht 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.

Angesichts der großen Anzahl von mehr als 420.000 strahlenschutzüberwachten Personen ist diese Anzahl von insgesamt 37 Grenzwertüberschreitungen sehr gering. Es ist jedoch der Anspruch und die Aufgabe des Strahlenschutzes, auch diese geringe Zahl weiter zu senken und bestenfalls künftig vollends zu vermeiden.

3.4 Anzahl der Mehrfachausgaben von Strahlenpässen

Im Jahr 2020 kam es zu insgesamt 109 Mehrfachausgaben von Strahlenpässen, d. h. es wurden 109 Personen ermittelt, für die mehr als ein gültiger Strahlenpass im SSR registriert wurde. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,2 % von den knapp 50.000 Personen die im Jahr 2020 einen gültigen Strahlenpass besaßen. Weitere Auswertungen zur Ausstellung von Strahlenpässen sind in Kapitel 5 zu finden.

4 Auswertungen zur beruflichen Strahlenexposition nach Berufs- und Tätigkeitsgruppen

4.1 Anzahl strahlenschutzüberwachter und messbar exponierter Personen

Im Jahr 2020 erfasste das SSR in Deutschland insgesamt ca. 420.000 **strahlenschutzüberwachte Personen** (vgl. Kapitel 1.1.4), die folgenden Sektoren zuzuordnen sind: Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie, Forschung und Lehre, Luftfahrt sowie Radon- und NORM-Arbeitsplätze (Abbildung 4.1).

Mit 75 % stellt der medizinische Berufsweig den mit Abstand größten Anteil der strahlenschutzüberwachten Personen. Zweitgrößte Berufsgruppe ist neben der Luftfahrt (9 %) der Bereich der allgemeinen Industrie (9 %). Die Bereiche Forschung und Lehre sowie Kerntechnik machten im Jahr 2020 jeweils 4 % aller strahlenschutzüberwachten Personen aus. Die kleinste Gruppe bilden die Radon- und NORM-Arbeitsplätze (0,2 %). Hier wurden weniger als 1.000 Individuen im Jahr 2020 im SSR registriert.

Nicht alle strahlenschutzüberwachten Personen werden auch tatsächlich exponiert. In Deutschland werden nur bei etwa einem Viertel der überwachten Personen innerhalb eines Kalenderjahres Dosiswerte über der Nachweisgrenze ermittelt. Diese Personengruppen werden in diesem Bericht als **messbar exponierte Personen** zusammengefasst (vgl. Kapitel 1.1.5). Abbildung 4.2 zeigt den Anteil der im Jahr 2020 messbar exponierten Personen nach Arbeitsbereichen aufgliedert. Demnach wurden von den insgesamt etwa 420.000 überwachten Personen im Jahr 2020 ca. 99.000 Personen im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit messbar exponiert. Von den ca. 320.000 überwachten Personen im Bereich der Medizin wurden lediglich etwa 42.000 Personen messbar exponiert. Damit stellen die Beschäftigten in der Medizin mit 44 %, gefolgt vom Flugpersonal mit 39 %, die beiden größten Berufsgruppen dar, wenn allein die messbaren Expositionswerte betrachtet werden.

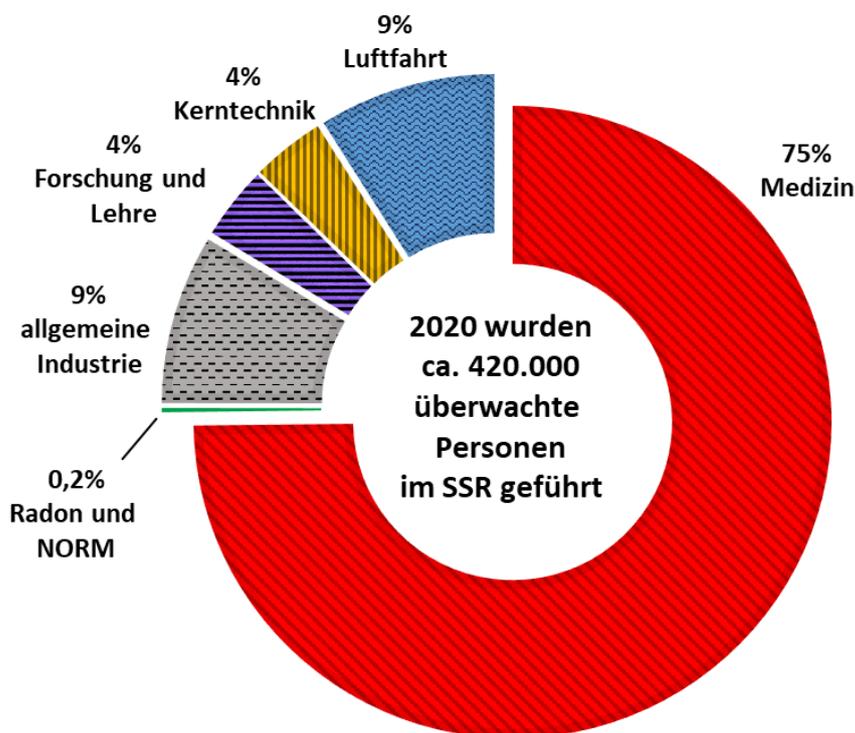


Abbildung 4.1: Anteil der strahlenschutzüberwachten Personen in Deutschland im Jahr 2020 nach Berufsgruppen.

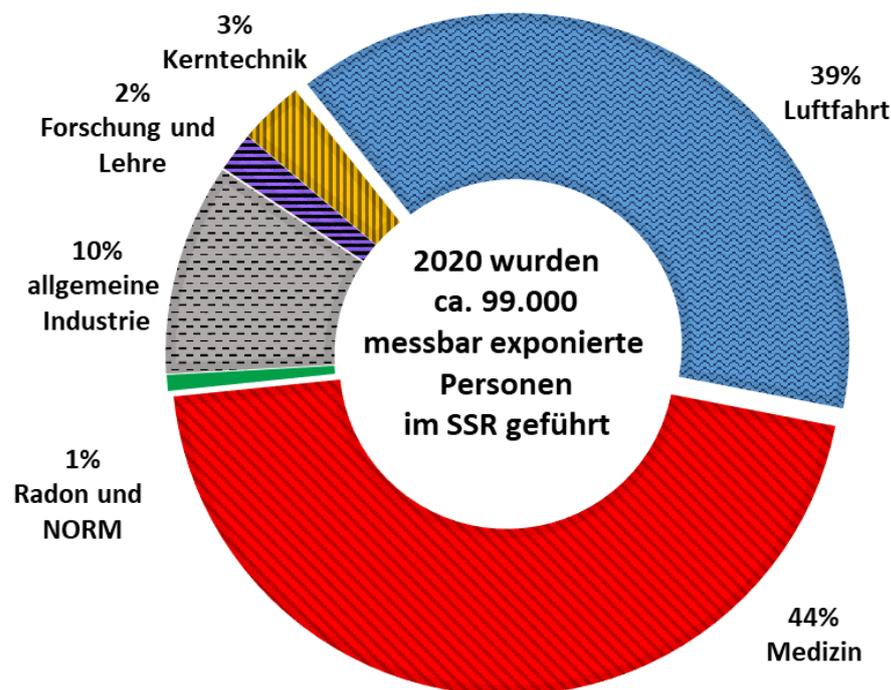


Abbildung 4.2: Anteil der messbar exponierten Personen in Deutschland im Jahr 2020 nach Berufsgruppen.

4.2 Kollektivdosis

Eine wichtige Kenngröße für den Strahlenschutz bildet die sogenannte Jahreskollektivdosis. Dies ist die Summe der individuellen effektiven Dosiswerte aller Personen der jeweiligen Berufsgruppe in einem Kalenderjahr. Im folgenden Säulendiagramm (Abbildung 4.3) ist die Kollektivdosis für verschiedene Berufsgruppen in Personen-Sv im Jahr 2020 dargestellt. Der Bereich der Luftfahrt trägt mit 23,6 Personen-Sv (für ca. 38.000 Personen) in etwa zur Hälfte des im Jahr 2020 erfassten Gesamtwerts von 48,8 Personen-Sv bei. Dabei ist bemerkenswert, dass dieser Anteil im Vorjahr noch bei zwei Drittel des Gesamtwerts lag, während sich die Kollektivdosen der übrigen Berufsgruppen gegenüber dem Vorjahr kaum verändert haben. Dieser drastische Rückgang der Kollektivdosis beim Flugpersonal ist durch die COVID-19-Pandemie zu erklären, die insgesamt einen deutlichen Einbruch des Flugverkehrs ausgelöst hatte.

4.3 Effektive Dosis

Abbildung 4.4 zeigt die mittlere effektive Jahresdosis pro Berufsgruppe für das Jahr 2020. Sie wurde berechnet aus dem Quotienten der Jahreskollektivdosis und der Anzahl der messbar exponierten Personen der jeweiligen Berufsgruppe. Für Arbeitsplätze im Zusammenhang mit künstlichen Strahlungsquellen (Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie, Forschung und Lehre) 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.

Beschäftigte von Radon- und NORM-Arbeitsplätzen haben im Jahr 2020 im Vergleich zu den anderen Berufsgruppen eine deutlich höhere mittlere Jahresdosis erhalten. Wie in Kapitel 2.2.4 erläutert, resultiert die Dosis dabei zum allergrößten Teil aus der Exposition durch Radon. Dies zeigt, dass Radon an Arbeitsplätzen ein relevantes Thema darstellt, das im Rahmen des beruflichen Strahlenschutzes weiter beobachtet und ausgebaut werden muss.

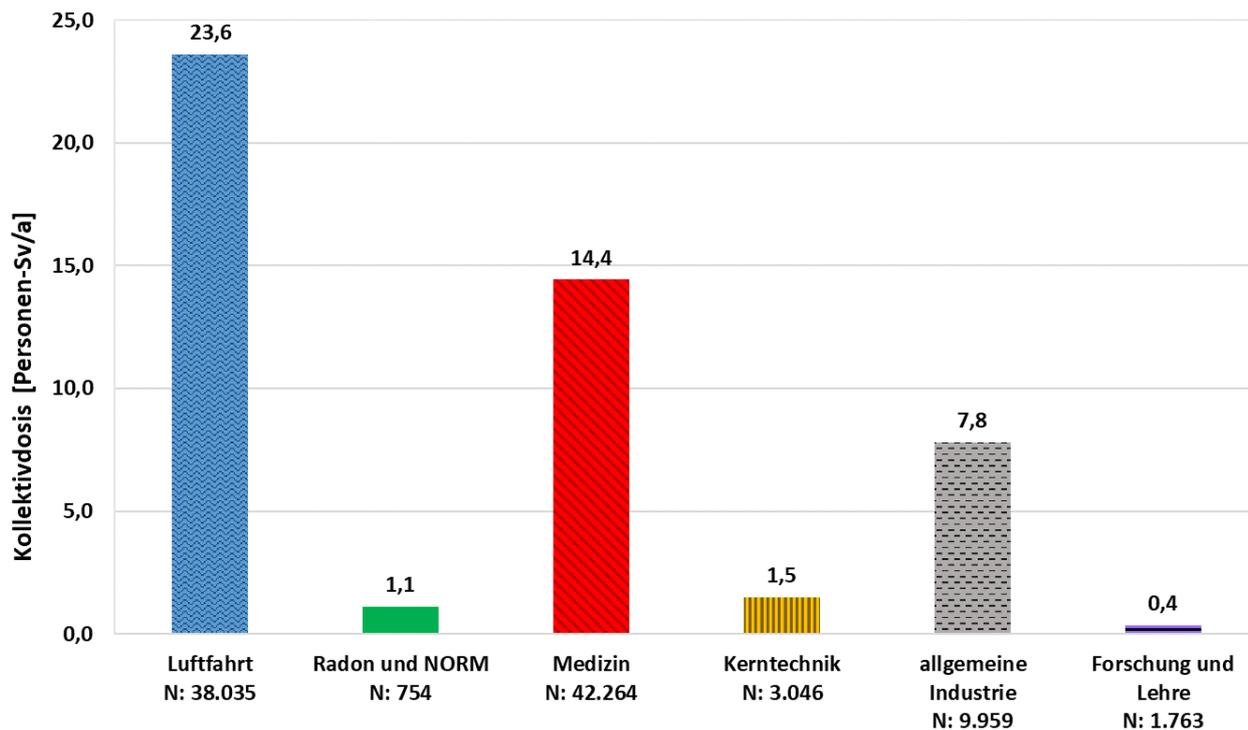


Abbildung 4.3: Kollektivdosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe.

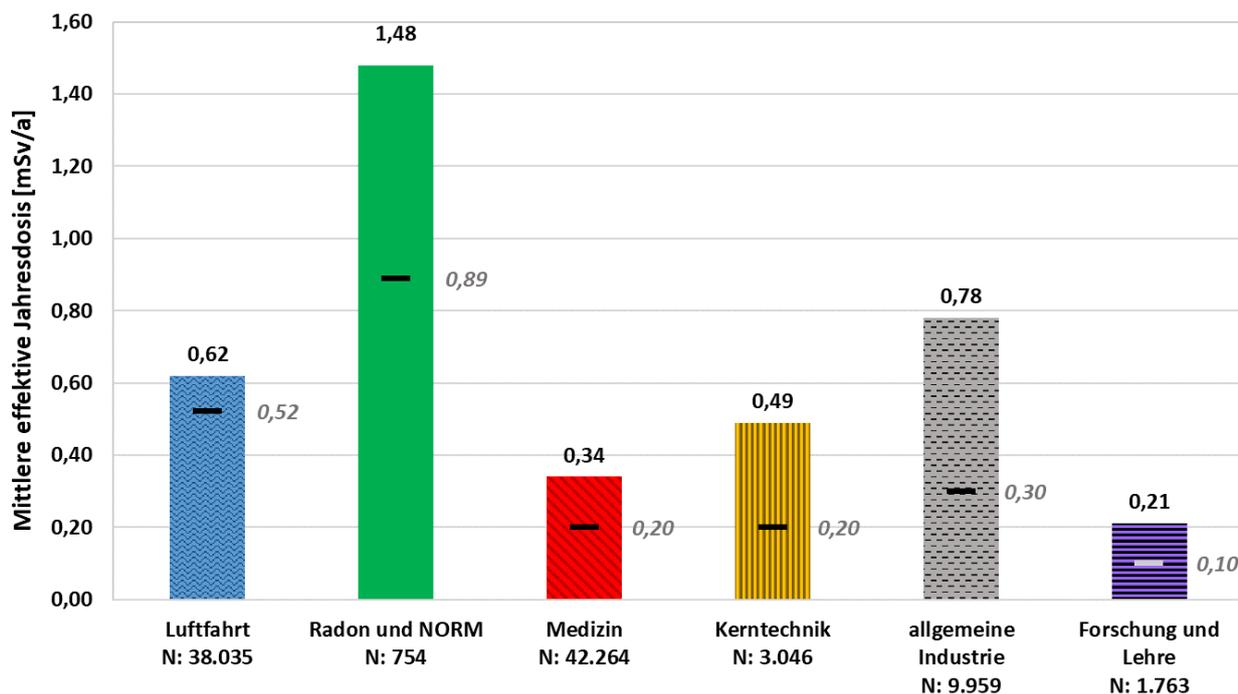


Abbildung 4.4: Mittlere effektive Dosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

Auch im Bereich der Luftfahrt treten in der Regel vergleichsweise hohe mittlere Jahresdosiswerte auf. Das Jahr 2020 stellt jedoch aufgrund der COVID-19-Pandemie eine Sondersituation dar, so dass in diesem Jahr ein außerordentlich niedriger Wert für die mittlere effektive Dosis bei Flugpersonal 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 4.5 ausgeführt.

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 allen Berufsgruppen geringer als der Wert für die mittlere effektive Jahresdosis. Daraus lässt sich schließen, dass die Dosisverteilung in allen Sektoren 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.

4.4 Dosisverteilung

4.4.1 Natürliche Strahlungsquellen

Abbildung 4.5 stellt die Verteilung der effektiven Jahresdosis innerhalb der Berufsgruppe des fliegenden Personals im Jahr 2020 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 456 Individuen, die eine mittlere Dosis von 0,0 mSv erhalten haben, sind Personen die zwar grundsätzlich strahlenschutzüberwacht werden, aber im Jahr 2020 *am Boden geblieben* sind. Da fliegendes Personal durch die Gesetzgebung auf maximal 900 Blockstunden¹ im Jahr limitiert ist (EC Nr. 859/2008 bzw. § 12 2. DV LuftBO) und die Flugbetriebe dazu angehalten sind, Flugpläne so zu gestalten, dass nicht nur lange Flugstrecken geflogen werden dürfen, werden individuelle Dosiswerte von mehr als 6 mSv bis 7 mSv im Jahr in der Regel nicht überschritten. Aufgrund der besonderen Umstände im Jahr 2020 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 4.6 zeigt die Dosisverteilung bei Beschäftigten an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, hat die Mehrheit der Beschäftigten weniger als 1,0 mSv im Jahr 2020 erhalten. Dennoch haben viele Überwachte recht hohe Dosen von bis zu 20,0 mSv erhalten. Dies betrifft vor allem Beschäftigte in Schauhöhlen und Schaubergwerken. Außerdem kam es im Jahr 2020 zu einer Überschreitung des Grenzwertes für die effektive Jahresdosis für Erwachsene von 20 mSv.

¹ 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).

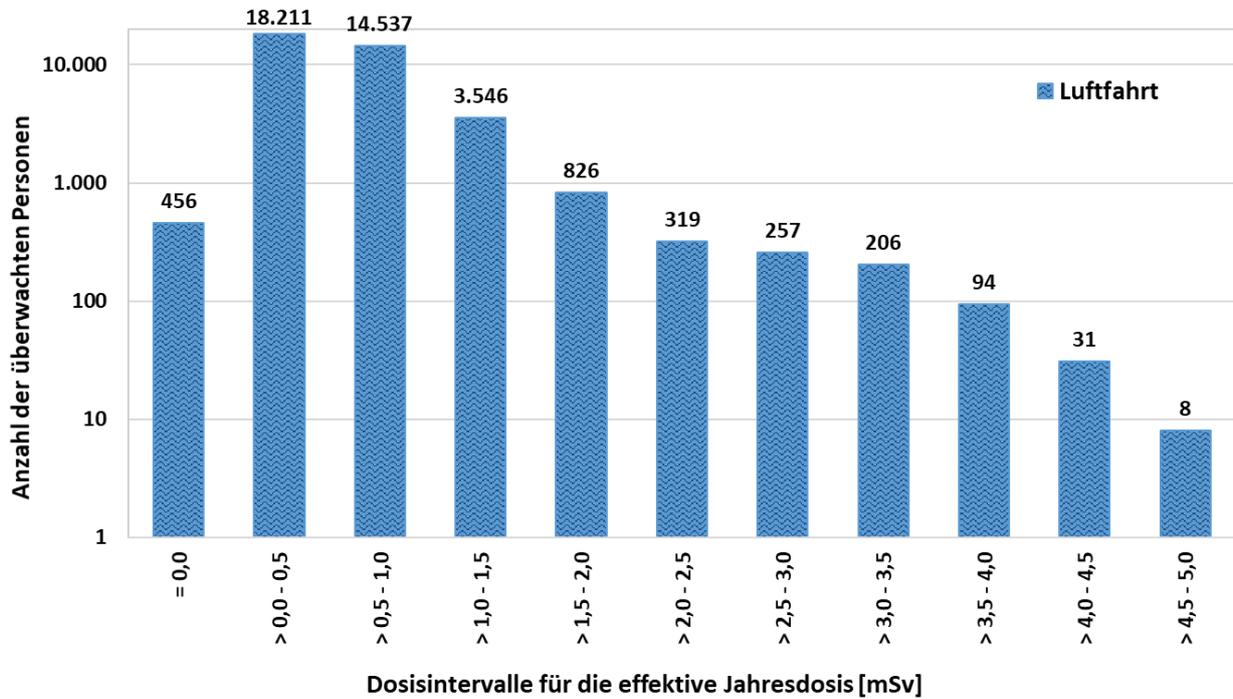


Abbildung 4.5: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Luftfahrt (logarithmische Darstellung).

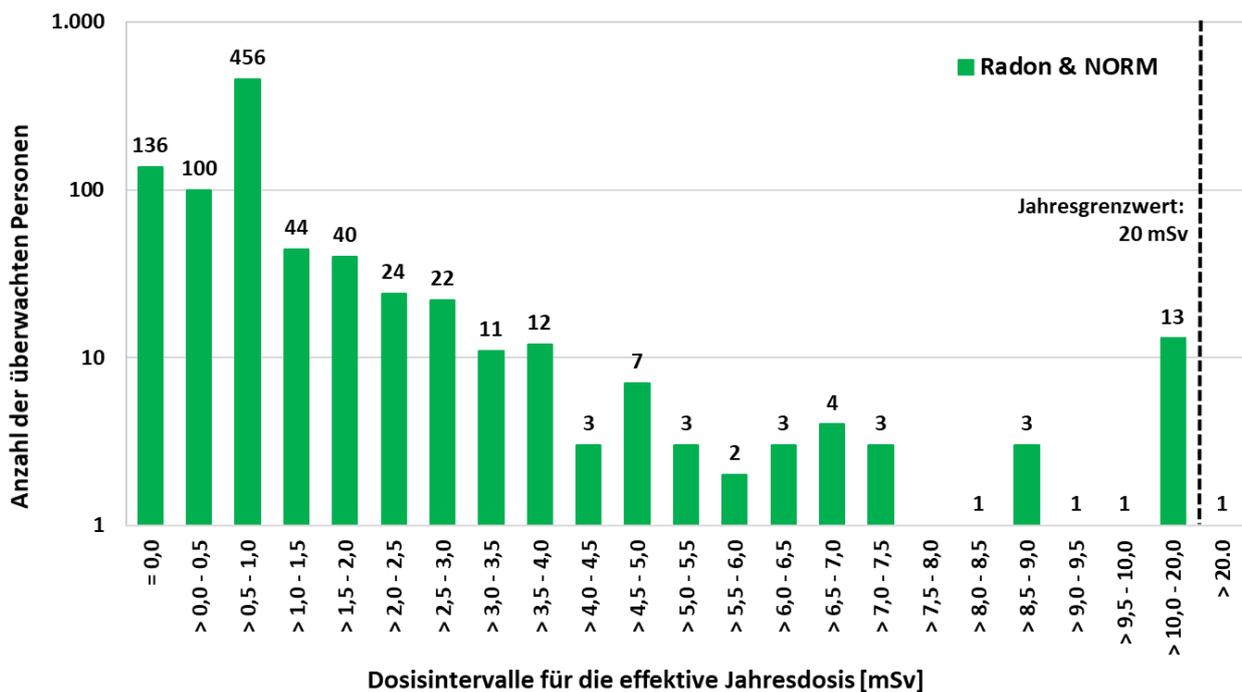


Abbildung 4.6: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Radon- und NORM-Arbeitsplätze (logarithmische Darstellung).

4.4.2 Künstliche Strahlungsquellen

Die Berufsgruppen mit einer Exposition durch künstliche Strahlungsquellen haben üblicherweise rechtsschiefe (nach links verschobene) Dosisverteilungen. Dies ist auch in der größten strahlenschutzüberwachten Berufsgruppe Medizin sehr stark ausgeprägt (Abbildung 4.7). So erhielten um die 280.000 Personen keine messbare Strahlendosis, was 87 % des medizinischen Personals entspricht. Zu höheren Jahresdosiswerten hin nimmt die Anzahl der überwachten Personen im Verhältnis zur Gesamtpersonenzahl sehr stark ab. Zu einer Überschreitung des Jahresgrenzwertes von 20 mSv kam es bei

zwei Personen. Deutlich weniger Individuen, aber eine ähnliche Dosisverteilung verzeichnet der Bereich der Kerntechnik (Abbildung 4.8). Hier wurden im Jahr 2020 individuelle Jahresdosen von bis zu 20 mSv, jedoch keine Überschreitung des Jahresgrenzwertes festgestellt. Im Bereich der allgemeinen Industrie kam es zu einer Überschreitung des Jahresgrenzwertes von 20 mSv der effektiven Dosis (Abbildung 4.9). Wie bereits aus Abbildung 4.4 hervorgeht, verzeichnete der Bereich der Forschung und Lehre die geringste mittlere effektive Jahresdosis. In Abbildung 4.10 ist zu sehen, dass im Jahr 2020 lediglich eines der Individuen eine Jahresdosis von mehr als 4,0 mSv erhalten hat.

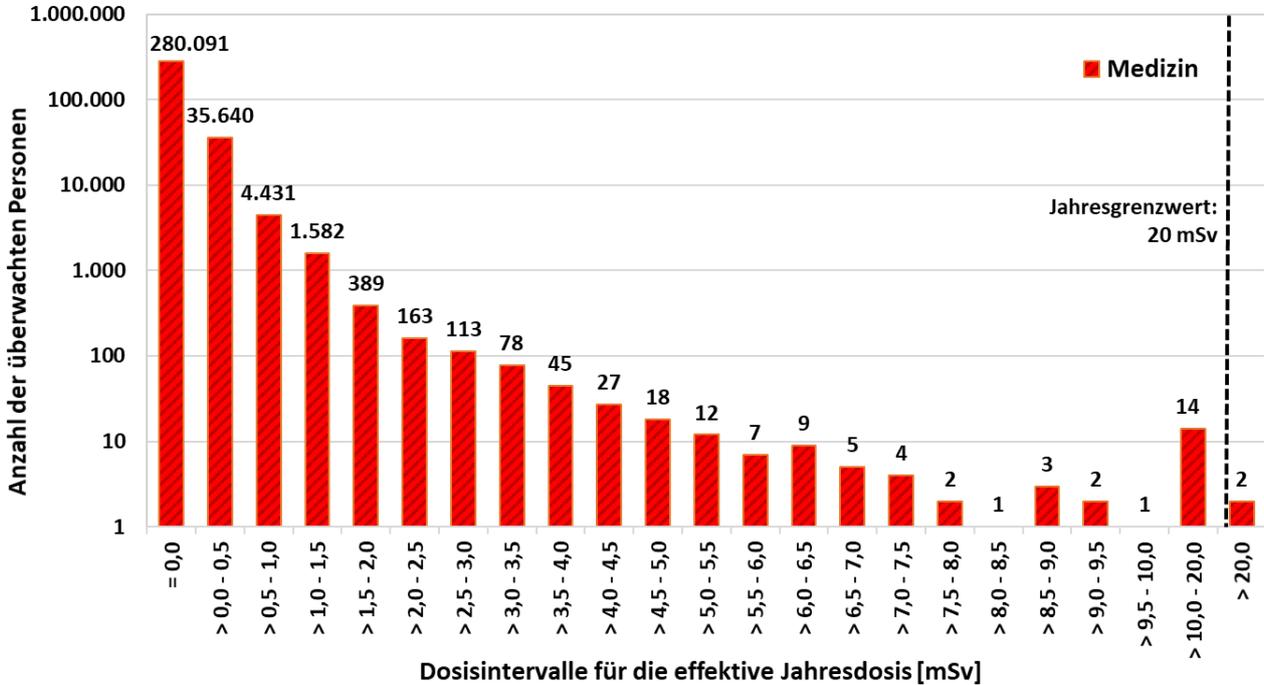


Abbildung 4.7: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Medizin (logarithmische Darstellung).

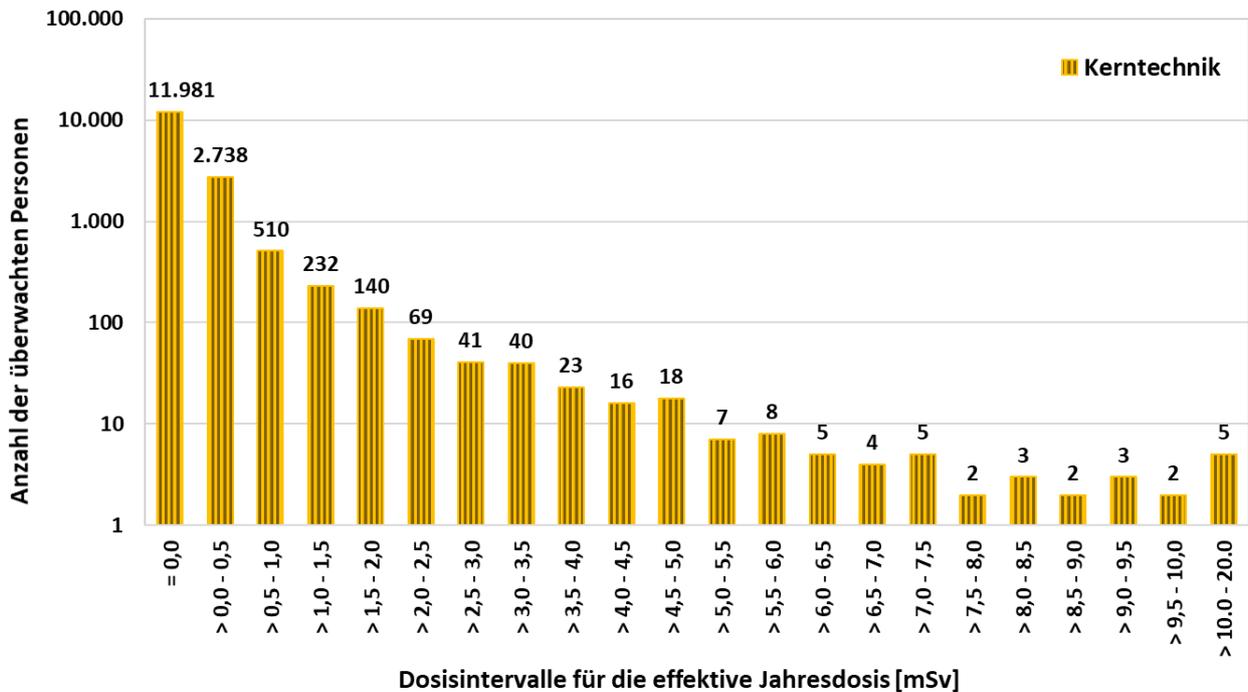


Abbildung 4.8: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Kerntechnik (logarithmische Darstellung).

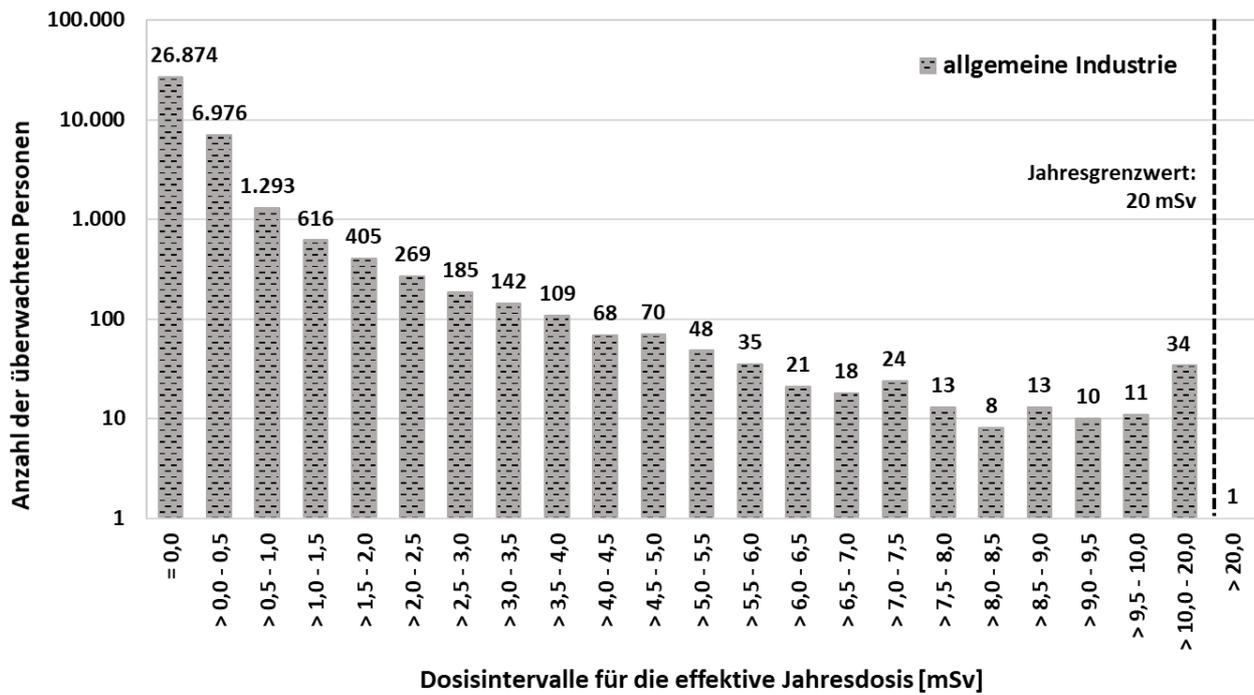


Abbildung 4.9: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der allgemeinen Industrie (logarithmische Darstellung).

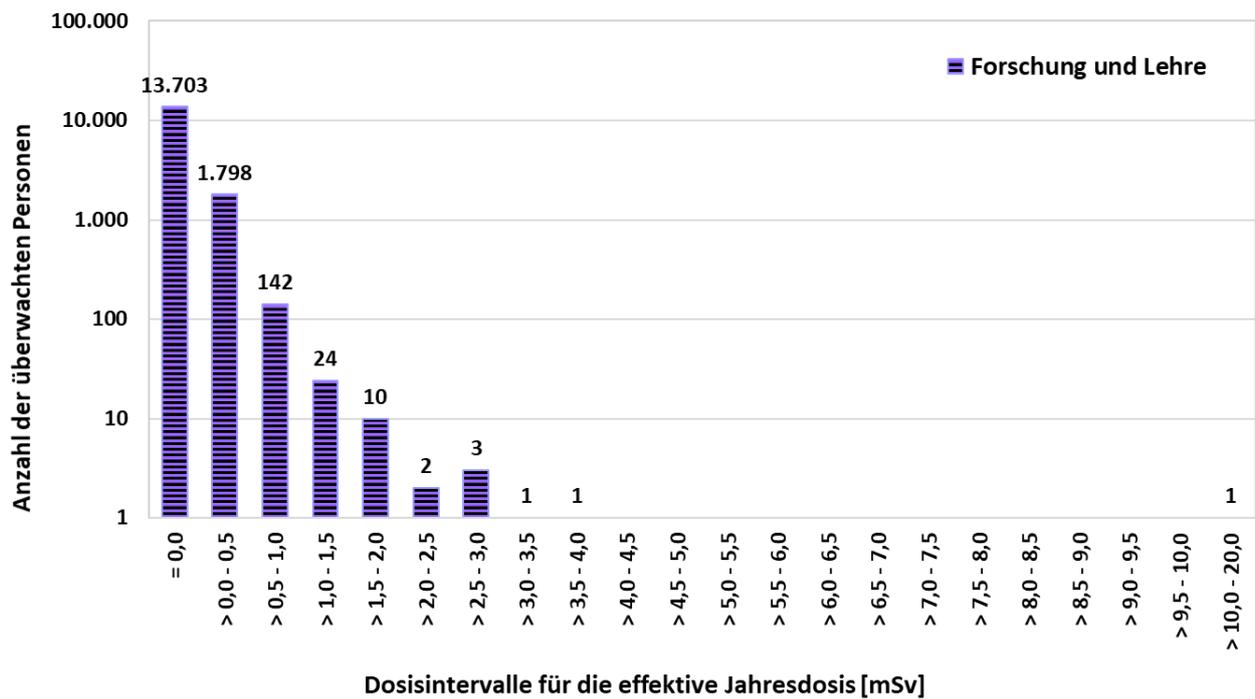


Abbildung 4.10: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Forschung und Lehre (logarithmische Darstellung).

4.5 Dosisverlauf

Einen Eindruck über die zeitliche Entwicklung der mittleren effektiven Jahresdosiswerte der messbar exponierten Personen über die letzten zehn Jahre gibt Abbildung 4.11. Für die Berufsgruppen allgemeine Industrie, Kerntechnik, Medizin sowie Forschung und Lehre ging die mittlere effektive Jahresdosis seit 2010 zum Teil deutlich zurück, was offensichtlich auf die über die Jahre zunehmend optimierten Strahlenschutzmaßnahmen zurückgeführt werden kann. Für den Bereich der Medizin sank der mittlere Jahresdosiswert leicht von 0,40 mSv im Jahr 2010 auf 0,34 mSv im Jahr 2020, was einem Rückgang von 15 % entspricht. Ein deutlicher Rückgang der Dosiswerte war im Bereich der Forschung und Lehre zu verzeichnen. Hier sank die mittlere Jahresdosis um 40 %, nämlich von 0,35 mSv im Jahr 2010 auf 0,21 mSv im Jahr 2020. Ein ähnlicher Trend ist in der allgemeinen Industrie festzustellen. Hier sind die Dosiswerte in den letzten zehn Jahren um 44% gesunken, nämlich von 1,40 mSv im Jahr 2010 auf 0,78 mSv im Jahr 2020. Beträchtlich fällt dieser Trend für Beschäftigte der Kerntechnik aus. Hier ist der kontinuierliche Rückgang von 1,12 mSv auf 0,49 mSv (entspricht 56 %), abgesehen von verbesserten Strahlenschutzmaßnahmen, vor allem auf die in Deutschland seit 2011 eingeläutete Phase des Rückbaus und der Stilllegung zurückzuführen. Der zeitliche Verlauf bei Beschäftigten an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen sowie der Luftfahrt unterliegt besonderen Bedingungen. Die Exposition durch Radon und NORM ist aufgrund kleiner Fallzahlen (jährlich zwischen 300 und 900 Überwachte) bisher einem zufallsbedingten Muster unterworfen. Dennoch liegen die Jahreswerte der mittleren effektiven Dosis trotz Schwankungen über die Jahre hinweg weitestgehend über den mittleren Jahreswerten der anderen Berufsgruppen, was die Bedeutung der Radon-Arbeitsplätze für den beruflichen Strahlenschutz unterstreicht. Der geringe mittlere Jahresdosiswert im Jahr 2020 könnte auf die COVID-19-Pandemie zurückzuführen sein. Schauhöhlen und Schaubergwerke blieben im Jahr 2020 lange geschlossen, so dass deren Beschäftigte deutlich weniger exponiert waren.

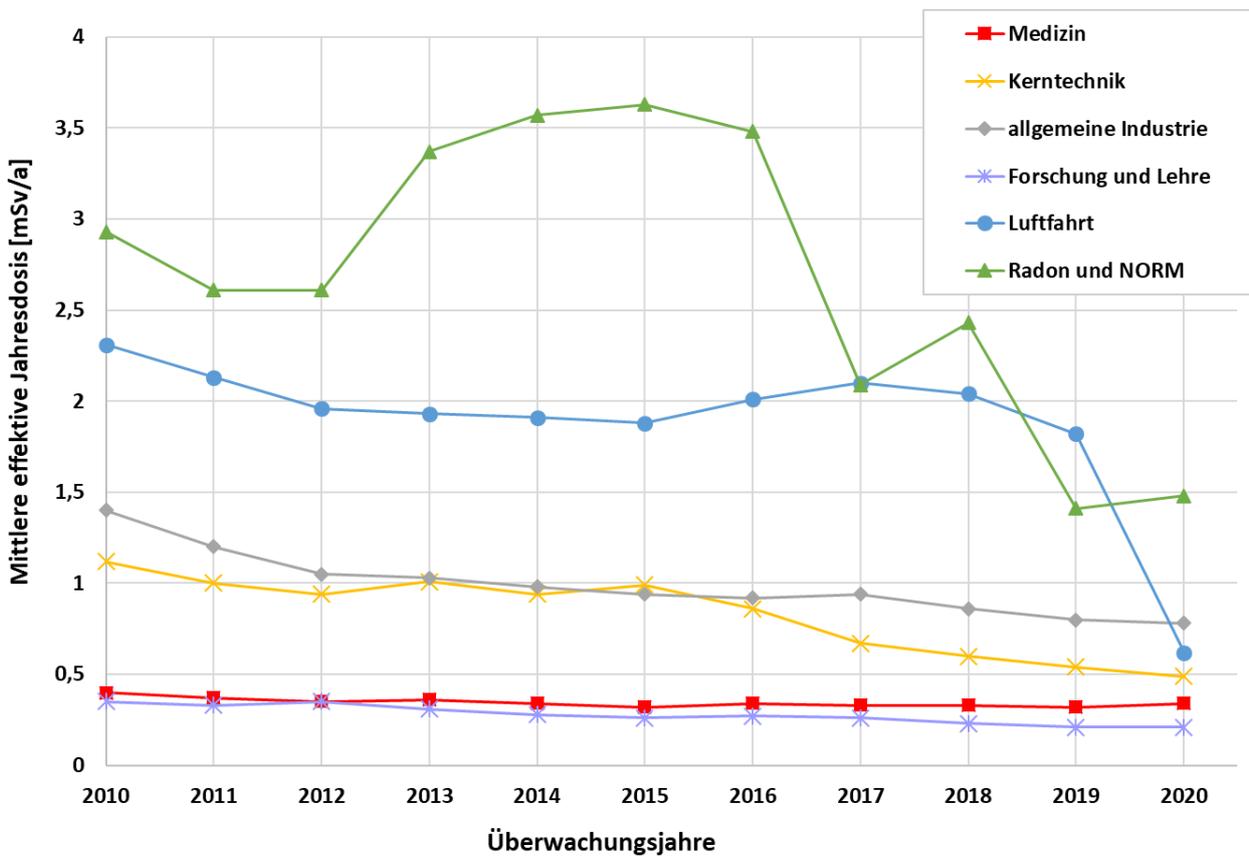


Abbildung 4.11: Zeitlicher Verlauf der mittleren Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Berufsgruppen von 2010- 2020.

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 stärker vor hochenergetischen kosmischen Teilchenströmen geschützt wird. Nach einem Minimum der Sonnenaktivität im Jahr 2009 (2,36 mSv) stieg diese kontinuierlich über die Jahre an und erreichte 2014 ihr Maximum (1,91 mSv). Der Zeitpunkt des darauffolgenden Minimums der Sonnenaktivität lag im Jahr 2019 (1,82 mSv). Der mittlere Jahresdosiswert im Jahr 2019 war jedoch nicht der höchste Wert dieses Sonnenzyklus, was damit zusammenhängen könnte, dass zur Mitte des Jahres 2019 für die meisten Beschäftigten neue Dosiskonversionsfaktoren für die Berechnung der Flugdosis eingeführt wurden. Eine Berechnung der Flugdosis mit diesen neuen Dosiskonversionsfaktoren bewirkt eine Reduktion des Wertes für die effektive Dosis um bis zu 30 %. Da die Flugdosis für einen Großteil des Personals mit den neuen Dosiskonversionsfaktoren berechnet wurde, fiel der Wert für die mittlere effektive Dosis im Jahr 2019 vergleichsweise niedrig aus.

Der periodische Verlauf der effektiven Jahresdosis des fliegenden Personals wurde im Jahr 2020 durch die COVID-19-Pandemie unterbrochen. In diesem Jahr lag der Wert für die mittlere effektive Jahresdosis auf einem Rekordtief von 0,62 mSv.

4.6 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.

4.6.1 Die Organ-Äquivalentdosis der Hand

Abbildung 4.12 zeigt die Mittelwerte für die Organ-Äquivalentdosis der Hand für verschiedene Berufsgruppen für insgesamt 6.646 Beschäftigte im Jahr 2020. Dies entspricht 1,5 % der strahlenschutzüberwachten Personen und 6,6 % der messbar exponierten Personen. Mit 26,0 mSv haben die 396 Individuen im Bereich der allgemeinen Industrie im Mittel die höchste jährliche Organ-Äquivalentdosis erhalten. Mit 6.025 Individuen werden im Bereich der Medizin die meisten Personen hinsichtlich der Hand-Dosis überwacht. Die mittlere Organ-Äquivalentdosis hier beträgt 19,6 mSv. Im Bereich der Forschung und Lehre erhielten 156 Personen eine mittlere Organ-Äquivalentdosis von 16,9 mSv. Der Bereich der Kerntechnik zeichnet sich durch einen besonders niedrigen Dosiswert aus. Hier erhielten 69 Individuen im Mittel eine Organ-Äquivalentdosis von 1,7 mSv. Der Wert des Medians liegt für jede Berufsgruppe jeweils unterhalb des Wertes für die mittlere Organ-Äquivalentdosis. Somit handelt es sich bei den Dosisverteilungen um rechtsschiefe Verteilungen, bei denen ein Großteil der überwachten Personen eine mittlere Dosis erhalten hat, die unterhalb des Mittelwertes liegt.

4.6.2 Die Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse

Abbildung 4.13 zeigt die mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse verschiedener Berufsgruppen für das Jahr 2020. Für lediglich 147 Individuen wurde im Jahr 2020 eine messbare Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse erhoben. Diese Art der dosimetrischen Überwachung betrifft somit weniger als 0,1 % der strahlenschutzüberwachten Personen und messbar exponierten Personen. Aufgrund der geringen Anzahl an Personen die in den jeweiligen Berufsgruppen hinsichtlich der Augenlinsendosis überwacht werden, ist eine fundierte statistische Analyse begrenzt. Dennoch kann man sagen, dass die neun in der allgemeinen Industrie messbar exponierten Personen eine mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse von 6,3 mSv erhalten haben. Im Bereich der Medizin haben insgesamt 138 Personen eine mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse von 3,2 mSv erhalten. Auch hier deutet der Wert des Medians daraufhin, dass es sich bei den Dosisverteilungen um rechtsschiefe Verteilungen handelt.

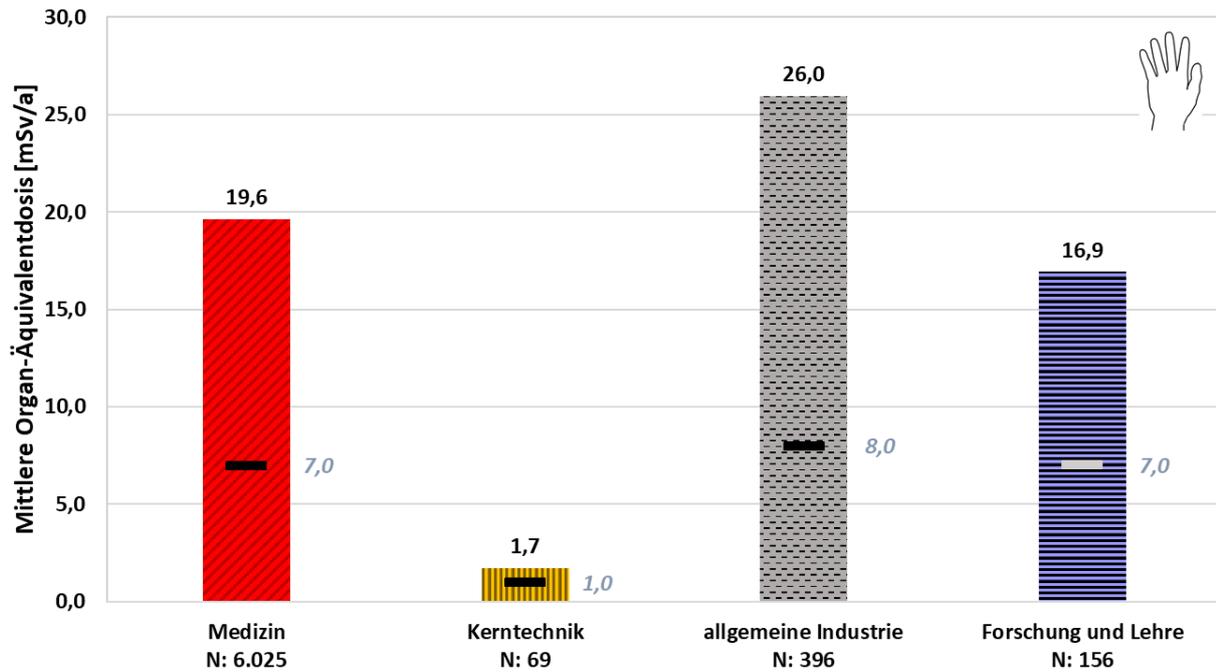


Abbildung 4.12: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Hand und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

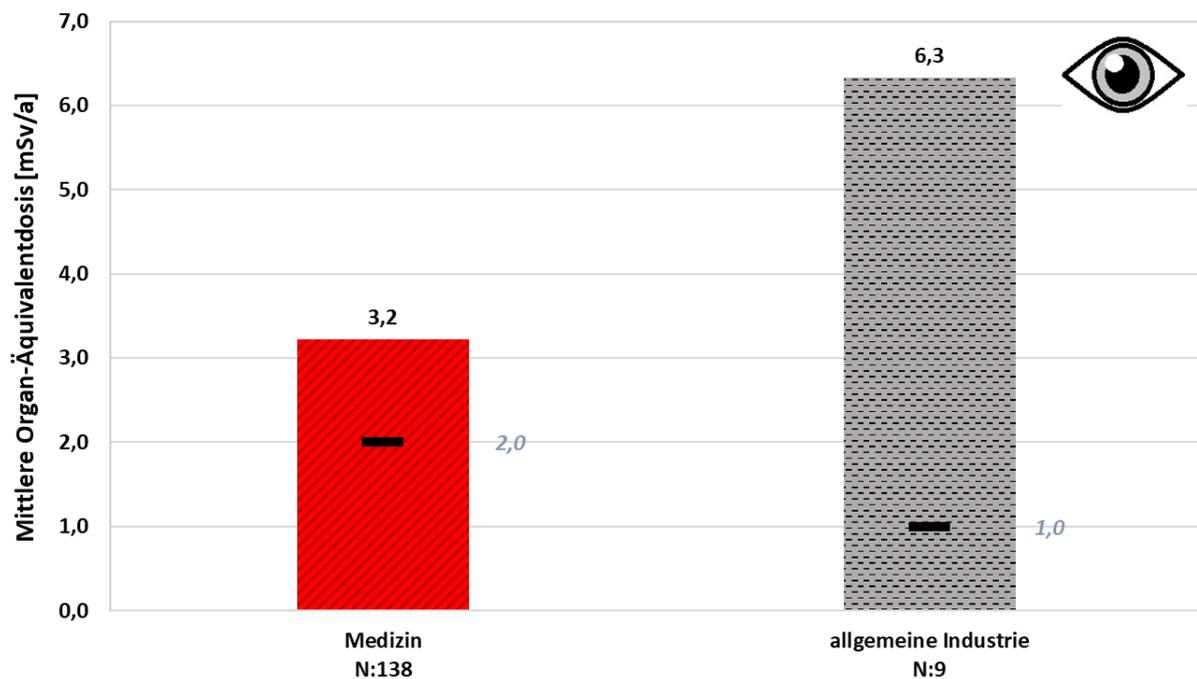


Abbildung 4.13: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

4.7 Berufslebensdosis

Einer der Grenzwerte in der beruflichen Strahlenschutzüberwachung ist der Grenzwert für die Berufslebensdosis (effektive Dosis) von 400 mSv (vgl. Kapitel 1.1.6). Das bedeutet, dass die Summe der effektiven Jahresdosiswerte im Lauf eines Berufslebens 400 mSv nicht überschreiten darf. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Umsetzung von Strahlenschutzmaßnahmen und die zunehmende Aufmerksamkeit für Strahlenschutzthemen sorgte dafür, dass die mittlere effektive Jahresdosis in vielen beruflichen Bereichen stetig abgenommen hat (vgl. Abbildung 4.11). Die deutlich höheren durchschnittlichen Jahresdosen von vor einigen Jahrzehnten spiegeln sich jedoch ggf. in den Werten zur Berufslebensdosis von insbesondere älteren oder auch bereits ausgeschiedenen Beschäftigten wider. Um hierüber einen Überblick zu geben, werden in diesem Kapitel Auswertungen zur Berufslebensdosis von allen bis Ende 2020 im SSR erfassten Personen gezeigt.

4.7.1 Natürliche Strahlungsquellen

Die Strahlenschutzüberwachung von Beschäftigten, die einer natürlichen Strahlung ausgesetzt sind, wird erst seit knapp 20 Jahren, seit dem Jahr 2003, durchgeführt. Einen Überblick hierzu über die dem SSR insgesamt vorliegenden Daten und Erfassungszeiträume bietet Kapitel 4.8.1. Aus diesem Grund spiegeln die in den folgenden Abbildungen gezeigten Werte zur Berufslebensdosis nicht unbedingt die tatsächliche Situation in absoluten Zahlen wider, da die ggf. erworbenen Expositionen vor 2003 in den Auswertungen nicht enthalten sind. Es ist jedoch davon auszugehen, dass mit voranschreitender Datenerfassung durch das SSR in beiden Fällen zukünftig höhere Berufslebensdosiswerte beobachtet werden.

Dennoch ist ein Vergleich der Berufslebensdosis für die beiden Berufsgruppen Luftfahrt (Abbildung 4.14) und Radon und NORM-Arbeitsplätze (Abbildung 4.15) möglich, da die Erfassung der Daten in beiden Fällen in etwa zur selben Zeit startete. Während die Verteilung der Berufslebensdosis für das fliegende Personal stark nach links verschoben ist, weisen relativ gesehen deutlich mehr Beschäftigte an Radon- und Norm-Arbeitsplätzen höhere Berufslebensdosiswerte auf. Zudem liegen die beobachteten Maximalwerte der Berufslebensdosis bei Beschäftigten an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen signifikant über den bisher beobachteten Maximalwerten für das fliegende Personal.

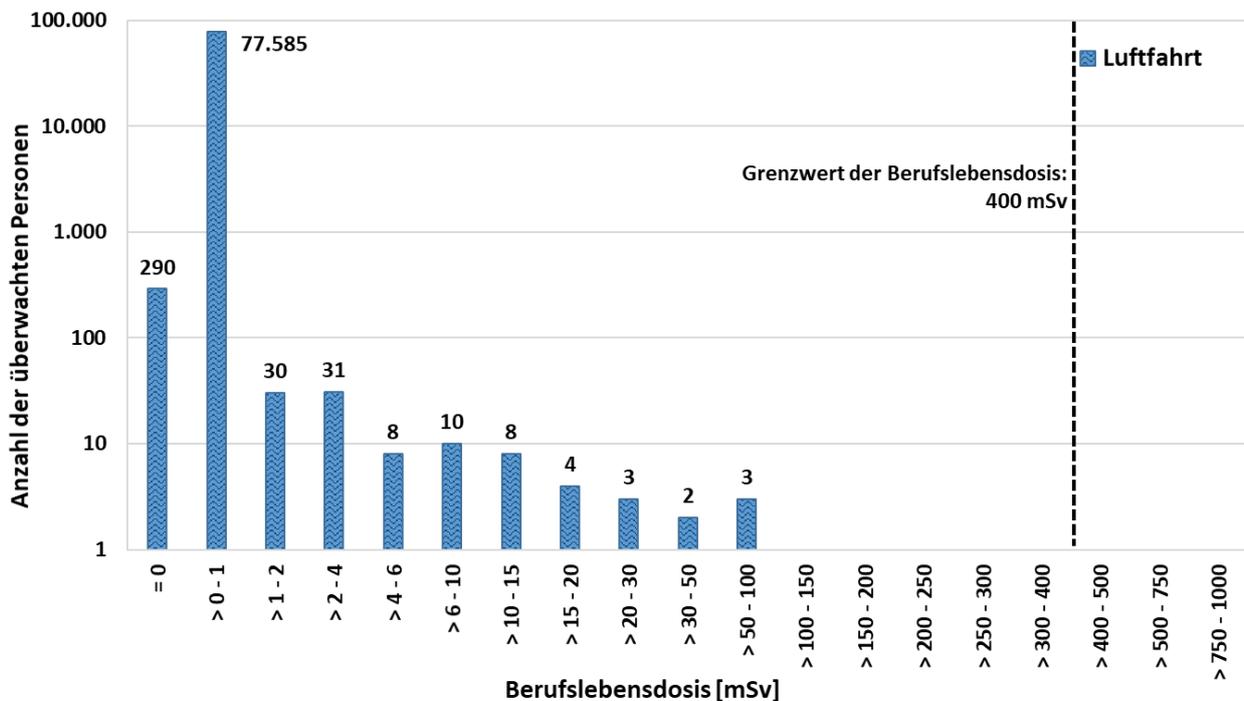


Abbildung 4.14: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Luftfahrt.

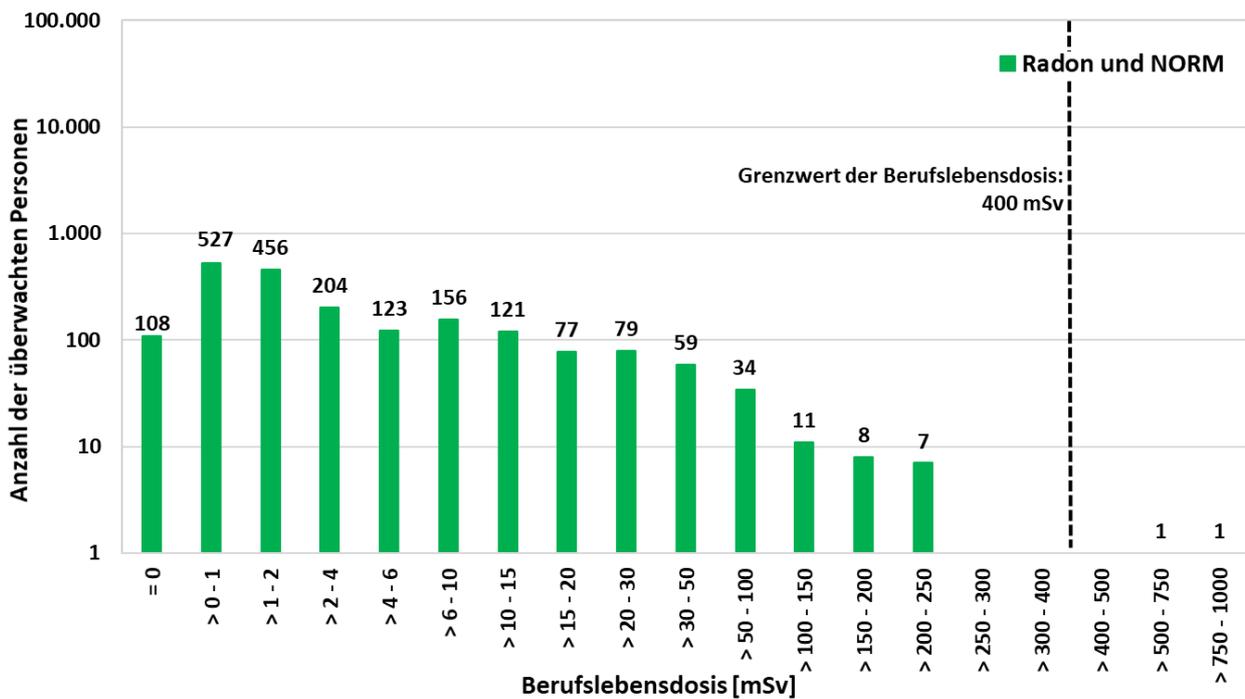


Abbildung 4.15: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Radon- und NORM-Arbeitsplätze.

4.7.2 Künstliche Strahlungsquellen

Die systematische Erfassung der beruflichen Exposition durch künstliche Strahlungsquellen im SSR startete 1997 (externe Exposition) bzw. 2002 (interne Exposition). Frühere durch die amtlichen Messstellen erfasste Daten wurden jedoch zum Teil digitalisiert und nach und nach an das SSR übertragen. Einen Überblick hierzu über die dem SSR insgesamt vorliegenden Daten und Erfassungszeiträume bietet Kapitel 4.8.2. Im Vergleich zu den natürlichen Strahlungsquellen liegen dem SSR für künstliche Strahlungsquellen also in jedem Fall deutlich ältere und umfangreichere Datensätze zur beruflichen Expositionen vor.

Die folgenden Abbildungen zeigen jeweils die Anzahl der bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis für die Berufsgruppen Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie sowie Forschung und Lehre. In allen Bereichen kam es zu Grenzwertüberschreitungen der Berufslebensdosis. In der Berufsgruppe der Medizin wurde zu insgesamt 70 Personen eine solche Überschreitung festgestellt (Abbildung 4.16). 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 4.17). Hier traten bisher 140 Grenzwertüberschreitung der Berufslebensdosis festgestellt. Im Bereich der allgemeinen Industrie kam es insgesamt zu 163 und in der Forschung und Lehre zu 14 Grenzwertüberschreitungen (vgl. Abbildungen 4.18 und 4.19).

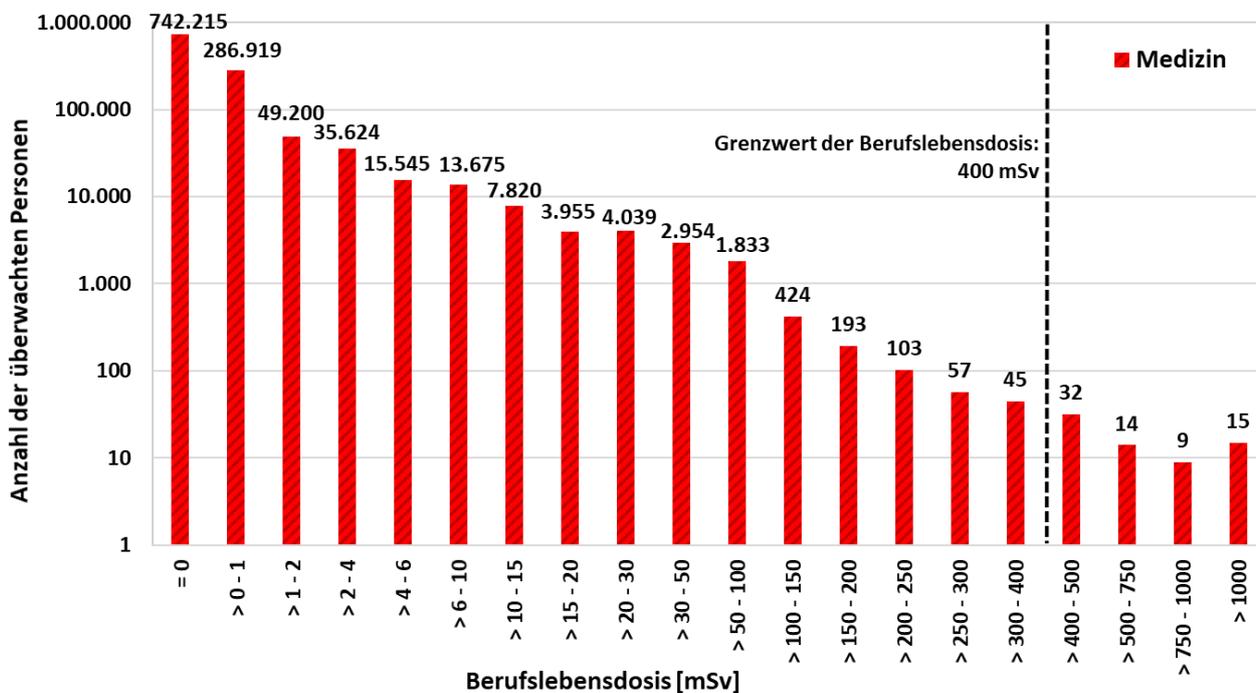


Abbildung 4.16: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Medizin.

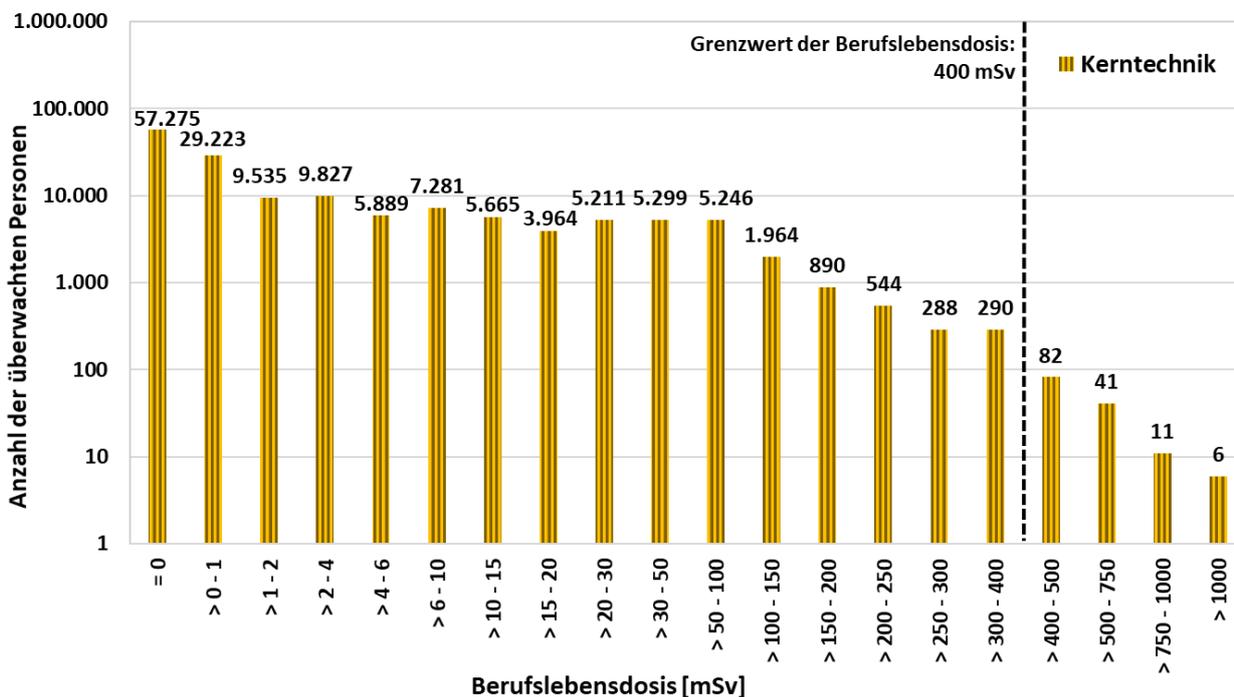


Abbildung 4.17: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Kerntechnik.

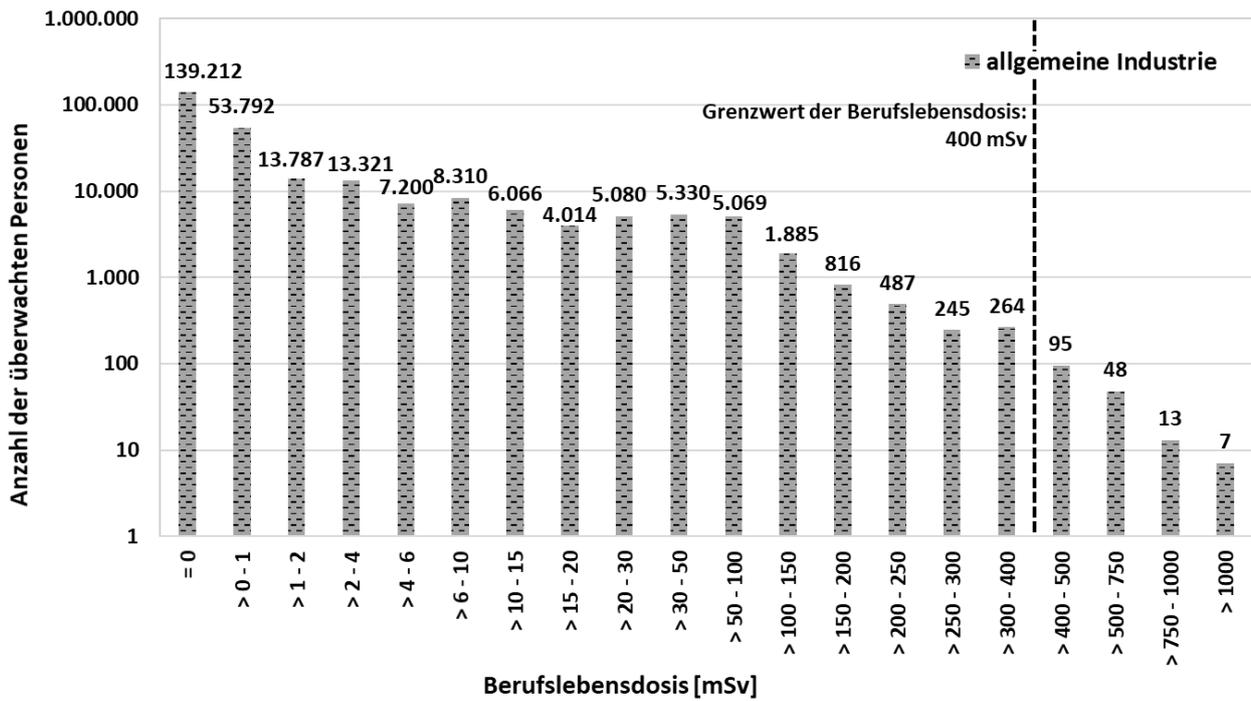


Abbildung 4.18: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der allgemeinen Industrie.

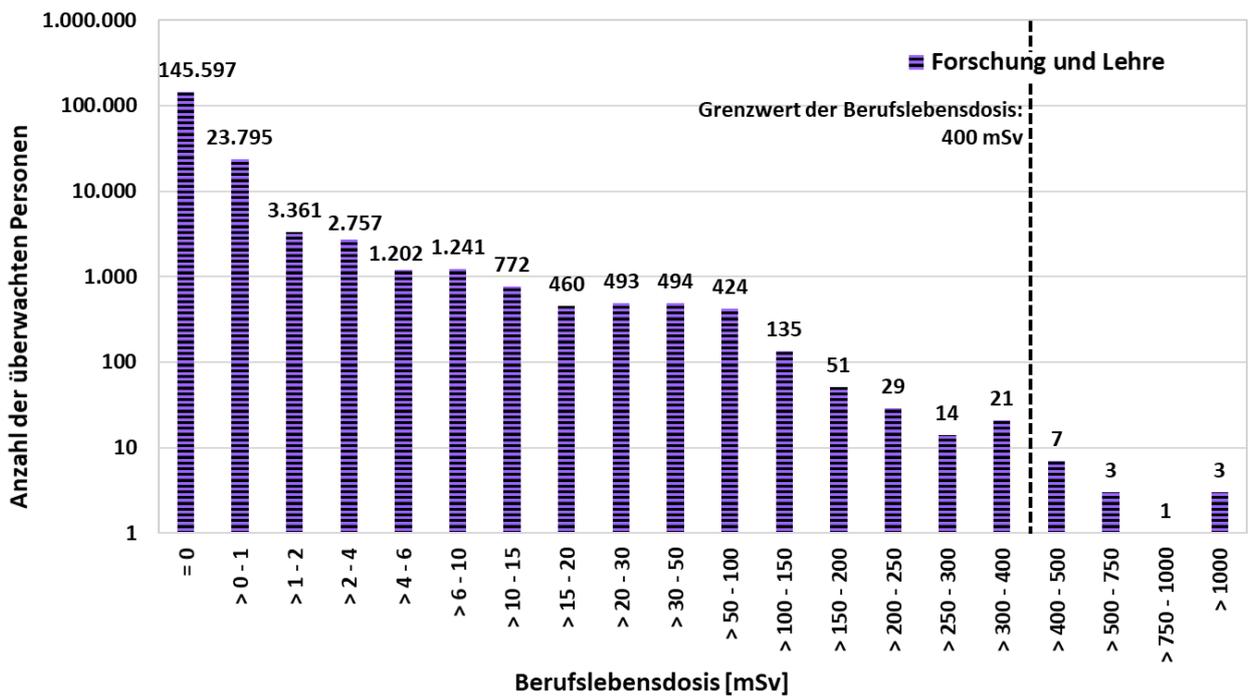


Abbildung 4.19: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Forschung und Lehre.

4.8 Überwachungszeitraum

Als Hintergrundinformation zu den in Kapitel 4.7 gezeigten Auswertungen wird in diesem Abschnitt ein näherer Einblick in die zu Grunde liegenden Datensätze gegeben. So ist für die Auswertung der Berufslebensdosis insbesondere von Bedeutung, wie lange die Expositionsdaten der entsprechenden Beschäftigten bereits durch das SSR erfasst wurden. Demnach wurde für jede bisher im SSR eingetragene Person der jeweilige Überwachungszeitraum ermittelt. Dargestellt ist schließlich zu jeder Berufsgruppe die Anzahl der überwachten Personen gestaffelt nach dem jeweiligen im SSR erfassten Überwachungszeitraum.

4.8.1 Natürliche Strahlungsquellen

Abbildung 4.20 zeigt, wie viele Personen aus den Bereichen Luftfahrt sowie Radon und NORM über welchen Zeitraum vom SSR bereits erfasst sind. Die zentrale Strahlenschutzüberwachung von Flugpersonal begann im Jahr 2003, weshalb die maximale Zeitspanne hier 18 Jahre beträgt. Auch für Radon- und NORM-Arbeitsplätze begann die zentrale Erfassung der Dosiswerte durch das SSR im Jahr 2003. Es wurden jedoch auch noch einzelne vorher gemessene Werte nachträglich an das SSR übermittelt, so dass der maximal erfasste Überwachungszeitraum hier bei 20 Jahren liegt. Insgesamt sind im SSR jedoch nur sehr wenige Personen aus dem Bereich Radon und NORM über einen längeren Überwachungszeitraum hinweg erfasst.

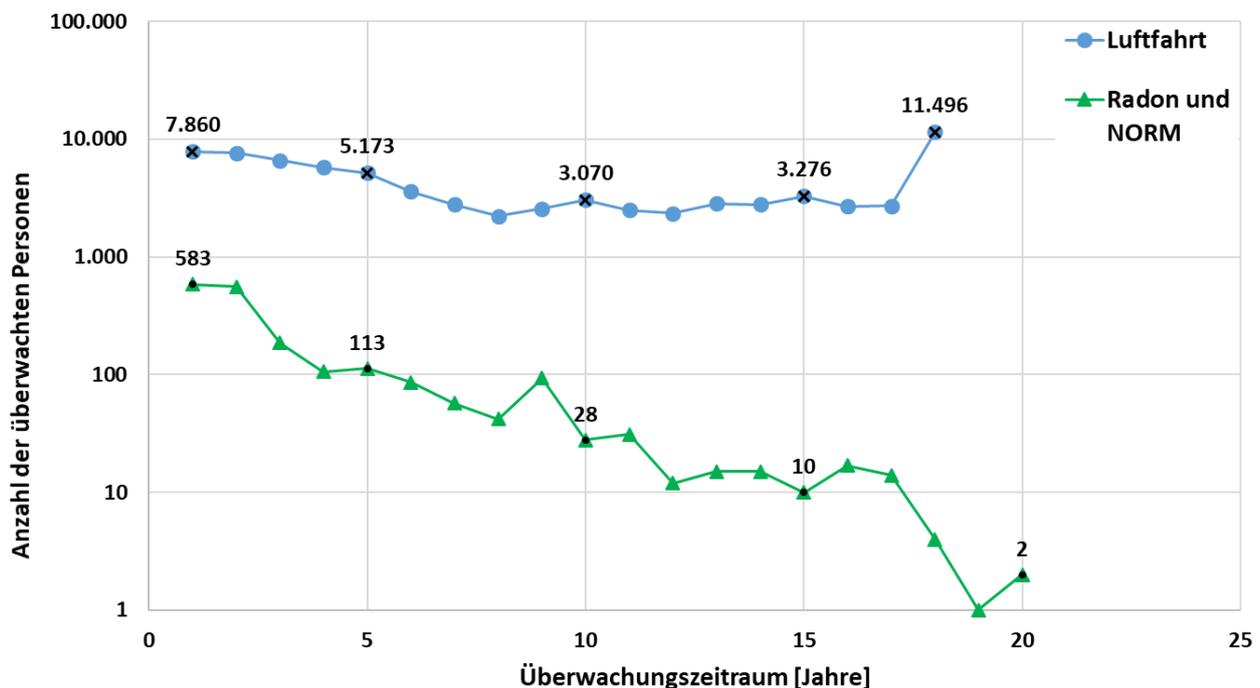


Abbildung 4.20: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach dem jeweiligen Überwachungszeitraum für natürliche Strahlungsquellen.

4.8.2 Künstliche Strahlungsquellen

Abbildung 4.21 zeigt die Anzahl der vom SSR strahlenschutzüberwachten Personen gestaffelt nach dem jeweiligen im SSR erfassten Überwachungszeitraum für die Berufsgruppen Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie sowie Forschung und Lehre. Auch wenn die systematische Erfassung der beruflichen Exposition durch künstliche Strahlungsquellen im SSR erst im Jahr 1997 (externe Exposition) bzw. im Jahr 2002 (interne Exposition) begann, so wurden in diesen Fällen ein Großteil der früher durch die amtlichen Messstellen ermittelten und aufgezeichneten Daten digitalisiert und nachträglich an das SSR übertragen.

Auf diese Weise reichen die im SSR vorhandenen Daten zu diesen Berufsgruppen bis in die 1960er Jahre zurück, was sich auch in den in Abbildung 4.21 gezeigten Werten niederschlägt. So reichen hier die im SSR zu verzeichnenden Überwachungszeiträume bis zu einem Wert von 51 Jahren, wobei die Anzahl der Personen mit steigendem Überwachungszeitraum in jeder Berufsgruppe stetig und deutlich abnimmt.

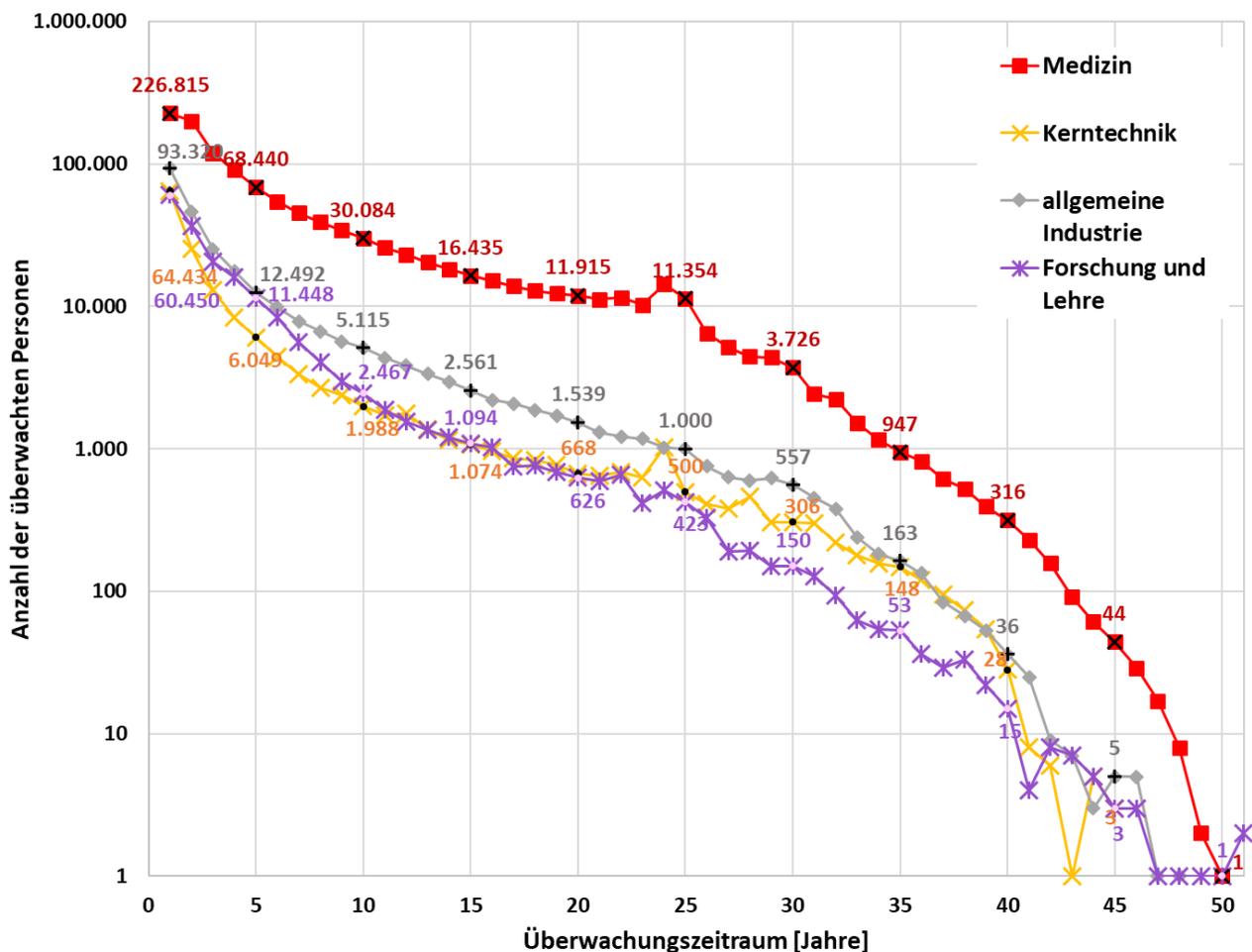


Abbildung 4.21: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach dem jeweiligen Überwachungszeitraum für künstliche Strahlungsquellen.

4.9 Alters- und Geschlechterverteilung

Dieses Kapitel befasst sich im Detail mit der Altersverteilung der bisher diskutierten Berufsgruppen. Dabei werden Altersgruppen definiert, die jeweils ein Intervall von fünf Jahren beinhalten. Für jede Berufsgruppe gibt es jeweils zwei Graphiken: Die erste Graphik zeigt die Anzahl der messbar exponierten Personen pro Altersgruppe, jeweils für weibliche und männliche Personen und deren Summe. Die zweite Graphik zeigt die mittlere effektive Jahresdosis pro Altersgruppe, wieder jeweils für weibliche und männliche Personen und deren Summe. Dabei ist ebenfalls der Median der effektiven Jahresdosis angegeben. 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.

4.9.1 Natürliche Strahlungsquellen

Abbildung 4.22 zeigt die Anzahl der Personen pro Altersgruppe für das fliegende Personal. Etwa 57 % des fliegenden Personals sind weibliche Personen, 43 % sind männliche Personen. Es ist deutlich ablesbar, dass ausschließlich volljährige Personen im Bereich der Luftfahrt arbeiten. Personen in einem Alter von mehr als 65 Jahren ist es nicht mehr gestattet gewerblich zu fliegen. Dennoch gibt es einzelne Personen in höherem Alter, die nicht-gewerblich, z. B. zum Zwecke der Nachwuchslehre oder aufgrund eines Transferflugs, fliegen und somit noch in der Strahlenschutzüberwachung stehen. Das meiste Personal verteilt sich jedoch auf die Altersgruppen zwischen 25 und 55 Jahren. Mit Ausnahme der Altersgruppen 30-35 und 60-65 ist das weibliche Personal gegenüber dem männlichen Personal stärker vertreten. Grund dafür könnte sein, dass das weibliche Personal im Cockpit deutlich unterrepräsentiert ist, zugleich jedoch den Großteil des

Kabinenpersonals ausmacht. Zwei Drittel des Flugpersonals besteht aus Kabinenpersonal, während nur ein Drittel als Cockpitpersonal beschäftigt ist. Der besonders große Mengenunterschied zwischen weiblichem und männlichem Personal in den unteren Alterskategorien (20-30 Jahre) könnte zusätzlich damit zusammenhängen, dass die kurze Ausbildung zum Kabinenpersonal einen frühen Einstieg in den Beruf ermöglicht. Die Ausbildung zum Piloten dauert einige Jahre, sodass der Berufseinstieg später erfolgt.

Insgesamt liegen die Werte der mittleren effektiven Jahresdosis für das Jahr 2020 in den Altersgruppen zwischen 18 und 65 Jahren zwischen 0,37 und 0,69 mSv (Abbildung 4.23). Im Vorjahr lag diese Spanne zwischen 1,60 und 2,03 mSv. Diese starke Abnahme des mittleren Dosiswertes gegenüber dem Vorjahr liegt in der COVID-19-Pandemie begründet. Bei weiterer Betrachtung der Dosisverteilung fällt auf, dass die Jahresdosiswerte des weiblichen Personals in den mittleren Lebensjahren (30-60 Jahre) einen deutlichen Einbruch aufweisen. Grund dafür könnte die Familienplanung mit anschließenden Teilzeitmodellen sein, was weniger Flugstunden und damit geringere durchschnittliche Jahresdosiswerte für Frauen dieser Altersgruppen bedeutet. Für das männliche Personal ist dies so nicht zu beobachten. Hier liegen die durchschnittlichen Jahresdosiswerte nach einem Maximum in der Altersgruppe 25-30 bis zum Renteneintritt auf einem etwa gleichbleibenden Niveau. Ab der Altersgruppe 65-70 nimmt die mittlere effektive Dosis für beide Geschlechter deutlich ab, was mit der erwähnten gesetzlichen Altersbeschränkung für die gewerbliche Luftfahrt zusammenhängt. Der Einfluss der COVID-19-Pandemie wird besonders im Vergleich der mittleren Dosiswerte für weibliches und männliches Personal deutlich. Kabinenpersonal erhält tendenziell höhere mittlere Dosiswerte als Cockpitpersonal was mit der üblicherweise höheren Anzahl an geleisteten Flugstunden des Kabinenpersonals zusammenhängen könnte. Da in der Regel mehr als 80 % des Kabinenpersonals weiblich ist, wohingegen mehr als 90 % des Cockpitpersonals männlich ist, erhält das weibliche Personal im Mittel üblicherweise höhere Dosiswerte als das männliche Personal. Im Jahr 2020 ist dieses Verhältnis jedoch umgekehrt, was damit zusammenhängt, dass deutlich weniger Passagierflüge (viel Kabinenpersonal notwendig) durchgeführt wurden und der Frachtflugbetrieb (wenig bis kein Kabinenpersonal notwendig) deutlich zugenommen hat (vgl. Kapitel 4.10.1). Auffällig ist der hohe Dosiswert des weiblichen Personals in der Altersgruppe über 70 Jahre.

Abbildung 4.24 zeigt die Anzahl der messbar exponierten Personen je Altersgruppe für die im Jahr 2020 in Radon- und NORM-Arbeitsplätzen beschäftigten Personen. Mit 94 % handelt es sich dabei mehrheitlich um männliches Personal (weibliches Personal: 6 %). Die Altersgruppen mit den meisten Beschäftigten sind die Gruppen 30-35 und 55-60. Zwei Personen waren noch nicht volljährig und vier Personen waren älter als 65 Jahre. Aufgrund der geringen Anzahl von strahlenschutzüberwachten Personen, die im Jahre 2020 in Radon- und NORM-Arbeitsplätzen beschäftigt waren, sind Aussagen hinsichtlich der mittleren effektiven Jahresdosis mit Vorsicht zu betrachten (Abbildung 4.25). So kann der herausstechende mittlere Dosiswert für weibliches Personal in der Altersgruppe 45-50 als Ausreißer verstanden werden, da dieser Dosiswert aus einem Mittel von nur drei Personen zustande kam. Auffällig ist jedoch, dass bis zu der Altersgruppe von 40-45 Jahren das männliche Personal höhere mittlere Jahresdosiswerte aufweist als das weibliche Personal, während in älteren Personengruppen die mittleren Jahresdosen des weiblichen Personals deutlich höher sind als die des männlichen Personals.

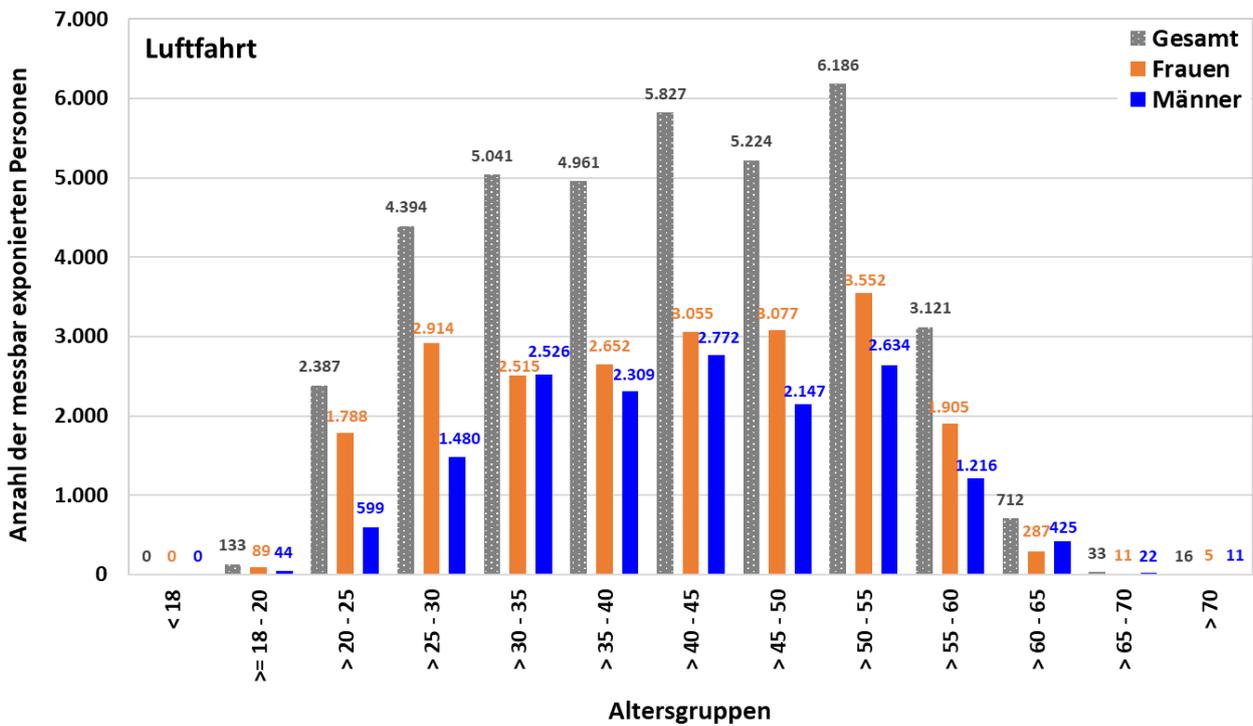


Abbildung 4.22: Anzahl der in der Luftfahrt messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.

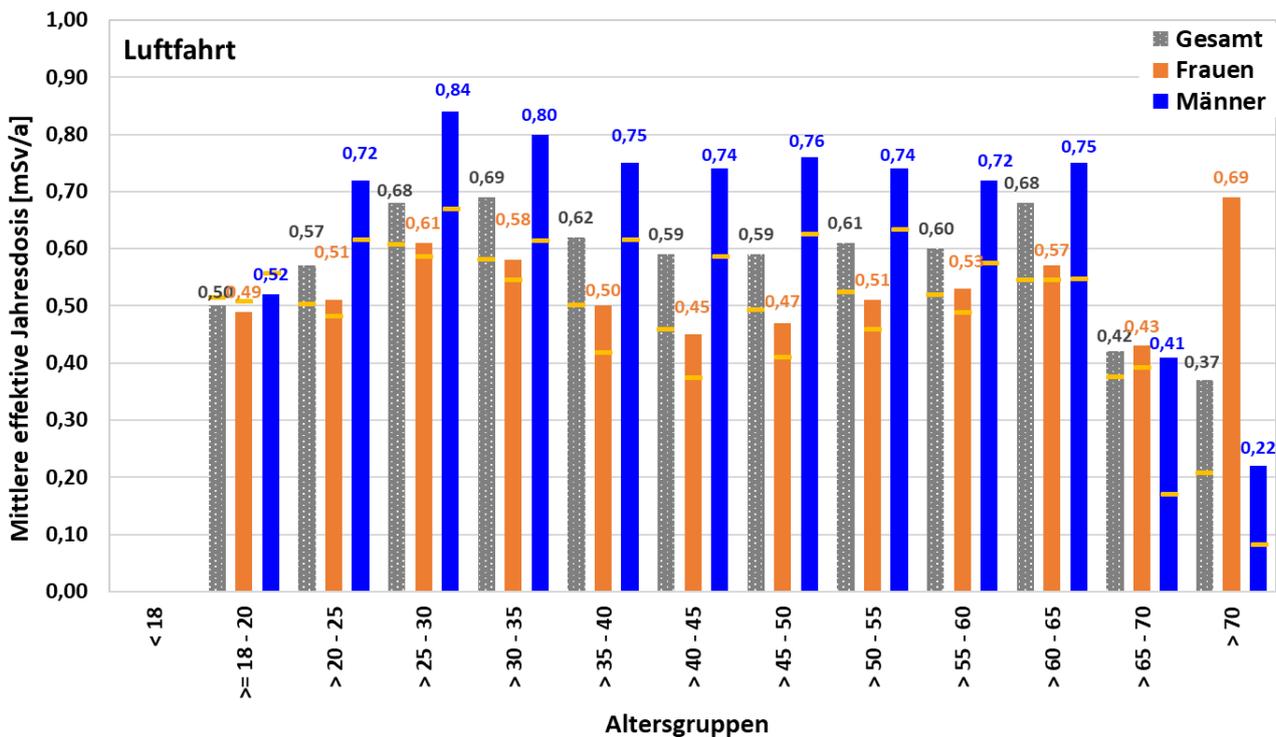


Abbildung 4.23: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Luftfahrt messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

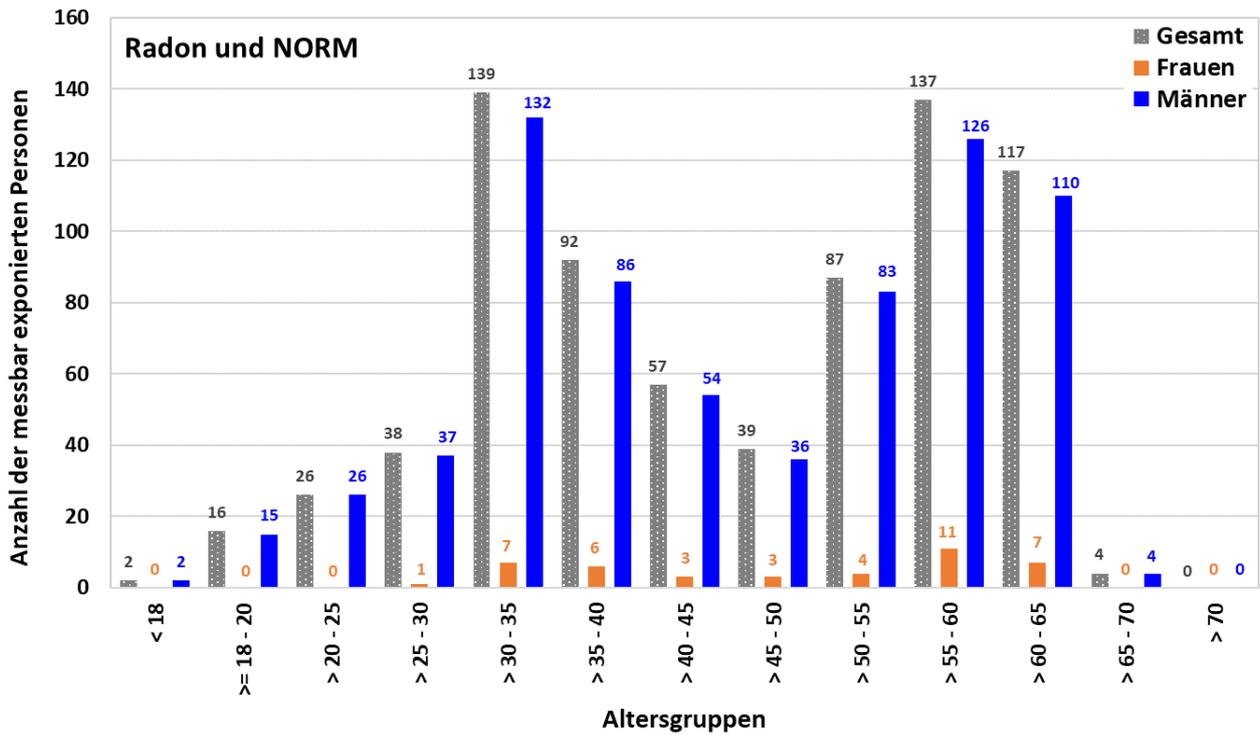


Abbildung 4.24: Anzahl der an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.

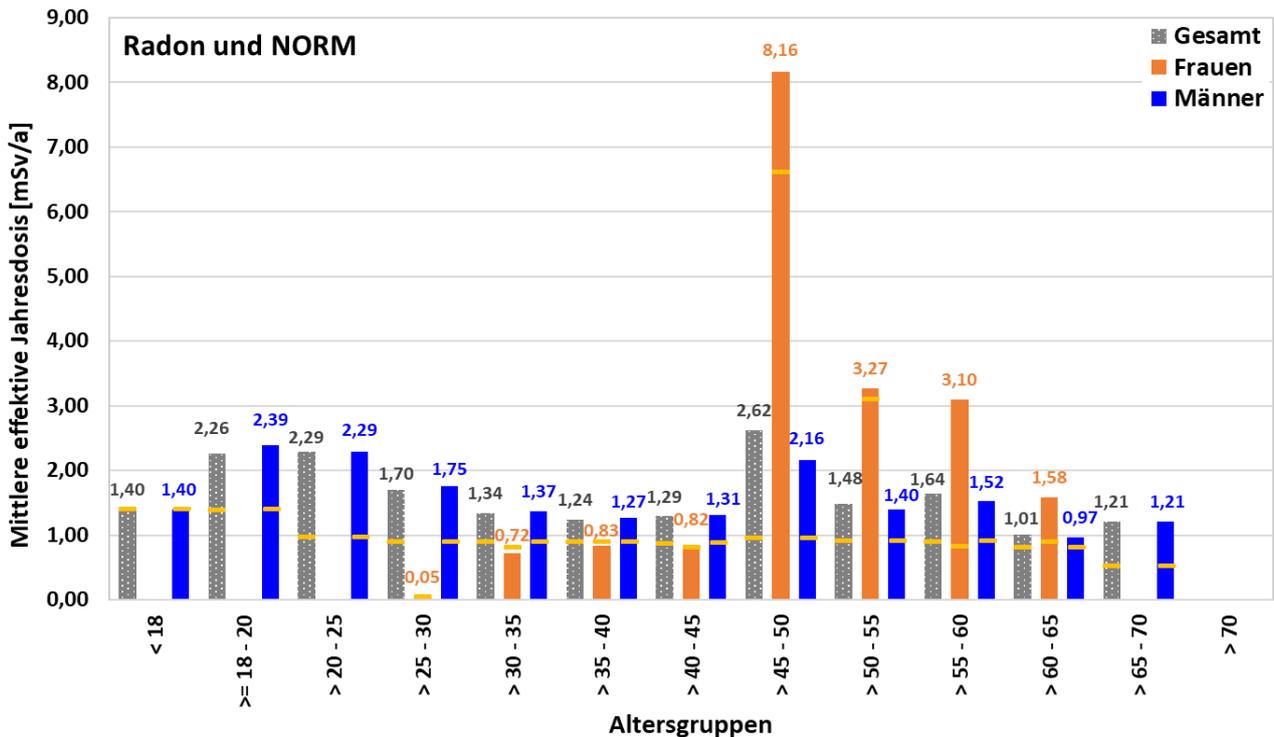


Abbildung 4.25: Mittlere effektive Jahresdosis der an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

4.9.2 Künstliche Strahlungsquellen

Die Altersverteilung der Personen, die im medizinischen Bereich beschäftigt sind, weist ein starkes und ein schwaches Maximum auf, nämlich eines in der Altersgruppe 30-35 und das zweite, kleinere, in der Altersgruppe 50-55 (vgl. Abbildung 4.26). Insgesamt sind 64 % weibliche Personen in dieser Berufsgruppe beschäftigt, 36 % des Personals ist männlich. Der weibliche Anteil des Personals ist in nahezu jeder Altersgruppe größer als der des männlichen Personals. Einzige Ausnahme bilden die Altersgruppen über 65 Jahre, in der der Anteil des männlichen Personals größer ist als der des weiblichen Personals. Auffällig groß ist die Geschlechterdifferenz insbesondere in jungen Altersgruppen. Dies lässt sich mit einer deutlich höheren Anzahl an weiblichem Personal im pflegenden Bereich erklären, welcher mit einem frühen Berufseintritt verbunden ist. Höher qualifiziertes medizinisches Personal tritt erst in späteren Altersgruppen ins Berufsleben ein. Auffällig ist, dass mehrere hundert Personen noch über das Renteneintrittsalter hinaus in ihrem Beruf tätig sind.

Die Dosisverteilung zeigt einen deutlichen Aufwärtstrend über alle Altersgruppen hinweg (vgl. Abbildung 4.27). Im Schnitt haben Jugendliche im Jahr 2020 eine mittlere effektive Jahresdosis von 0,18 mSv erhalten, während über das Rentenalter hinaus Beschäftigte im Schnitt einen Jahresdosiswert zwischen 0,33 und 0,38 mSv erhalten haben. Dabei ist auffällig, dass die Dosiswerte des weiblichen Personals ab einem Alter von 40 Jahren deutlich über den mittleren Dosiswerten der männlichen Kollegen liegen. Eine nicht verifizierte Erklärung könnte die abgeschlossene Familienplanung sein, welche mit einer Abnahme der zu treffenden Strahlenschutzmaßnahmen einher gehen könnte. Insgesamt sind die mittleren Dosiswerte im medizinischen Bereich jedoch im Vergleich zu anderen Berufsgruppen sehr gering.

In Abbildung 4.28 ist die Anzahl des in der Kerntechnik beschäftigten Personals nach Altersgruppe dargestellt. Die Tätigkeiten in diesem Bereich werden hauptsächlich von männlichem Personal verrichtet (93 % männliches Personal gegenüber 7 % weiblichen Personals). Die Altersgruppen mit der höchsten Anzahl an Beschäftigten sind die Altersgruppen 50-55 und 55-60. Die mittleren effektiven Jahresdosen dieser stark vertretenen Altersgruppen weisen jedoch gegenüber den jüngeren Altersgruppen, keine signifikant erhöhten Werte auf, sondern liegen mit 0,51 mSv im für diesen Arbeitsbereich durchschnittlichen Bereich (vgl. Abbildung 4.29).

Ebenso wie im Bereich der Kerntechnik wird der Arbeitsbereich der allgemeinen Industrie mit 89 % stark von männlichem Personal dominiert (vgl. Abbildung 4.30). Etwa 11 % des Personals ist weiblich. Auch hier ist das meiste Personal in den Altersgruppen 50-55 und 55-60 vertreten, wobei dieses Maximum gegenüber den übrigen Altersgruppen weniger stark ausgeprägt ist. In nahezu jeder Altersgruppe erhielt das männliche Personal eine ca. doppelt bis dreimal so hohe mittlere effektive Jahresdosis wie das weibliche Personal (vgl. Abbildung 4.31).

Die Altersverteilung des Arbeitsbereiches der Forschung und Lehre weist zwei Maxima auf, nämlich ein starkes Maximum in der Altersgruppe der 25-30 und ein schwaches Maximum bei den 50-55-Jährigen (vgl. Abbildung 4.32). Ca. zwei Drittel machen männliche Beschäftigte aus (64 %) und das übrige Drittel ist weibliches Personal (36 %). Bis zu einem Alter von 25 Jahren ist die Geschlechterverteilung jedoch relativ ausgewogen, während die Berufsgruppe in älteren Altersgruppen deutlich stärker von männlichem Personal dominiert wird. Die mittlere effektive Jahresdosis liegt für die Altersgruppen zwischen 20 und 65 Jahren bei einem relativ niedrigen Wert zwischen ca. 0,18 und 0,22 mSv (vgl. Abbildung 4.33). Lediglich in der Altersgruppe der unter 18-Jährigen ist der mittlere Dosiswert des weiblichen Personals mit 0,28 mSv vergleichsweise hoch. Dies ist jedoch aufgrund der sehr geringen Anzahl von nur acht Personen in dieser Gruppe als statistische Fluktuation zu bewerten.

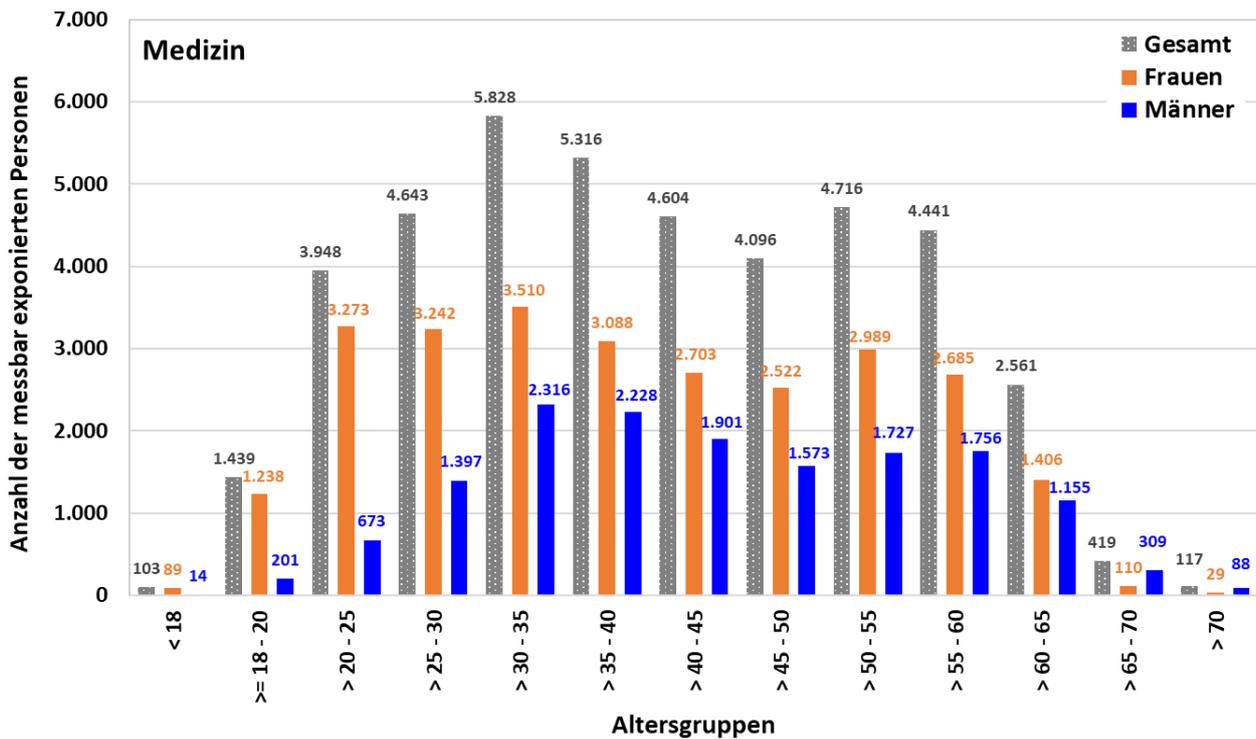


Abbildung 4.26: Anzahl der in der Medizin messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.

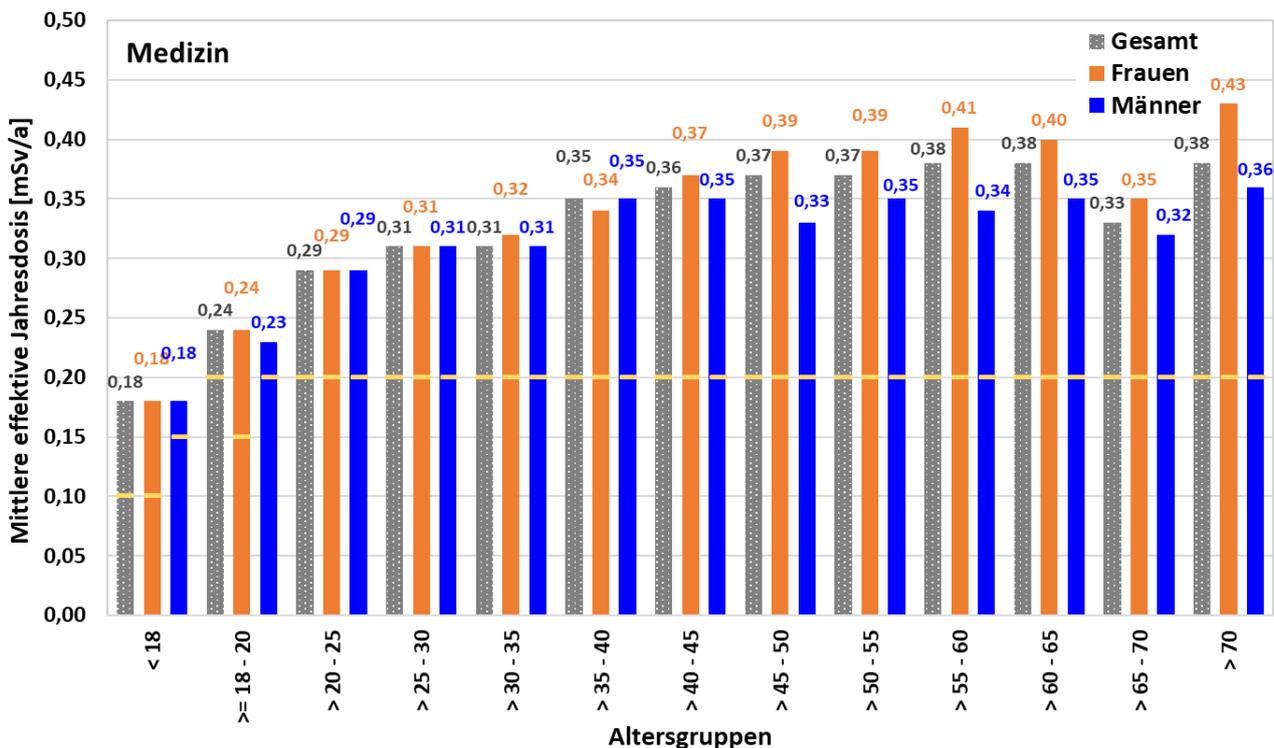


Abbildung 4.27: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Medizin messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

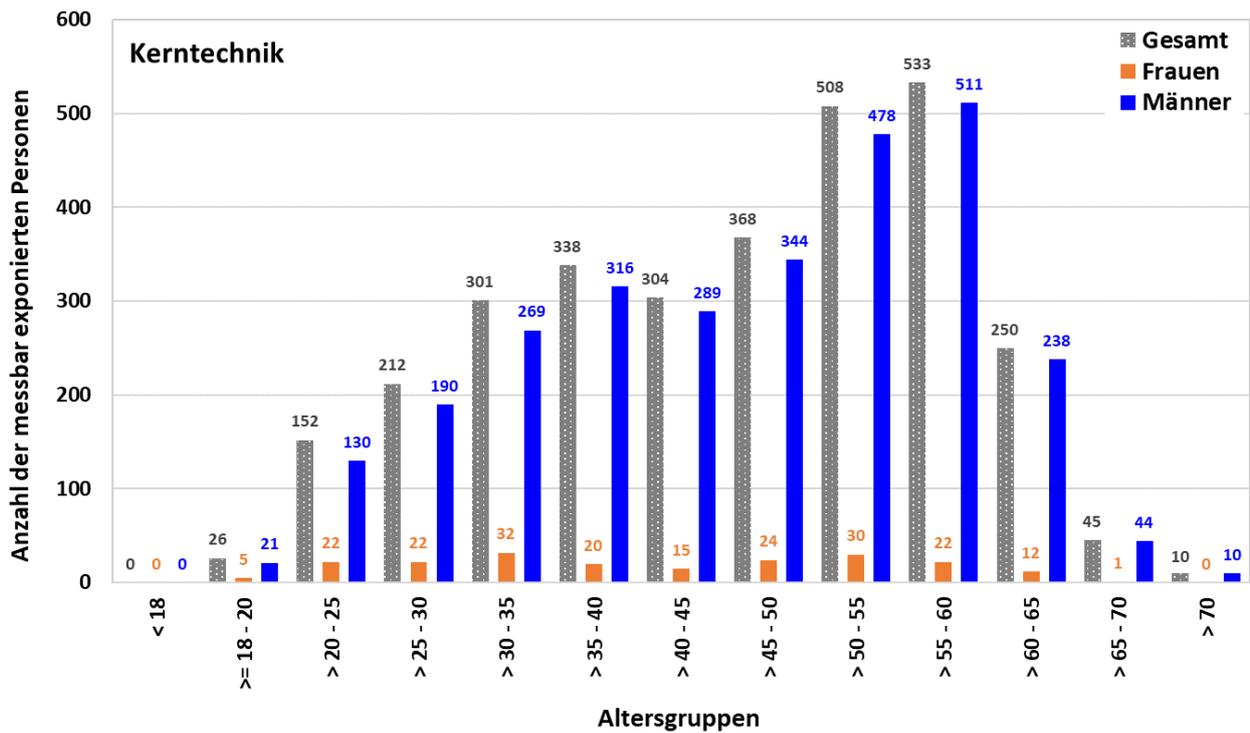


Abbildung 4.28: Anzahl der in der Kerntechnik messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.

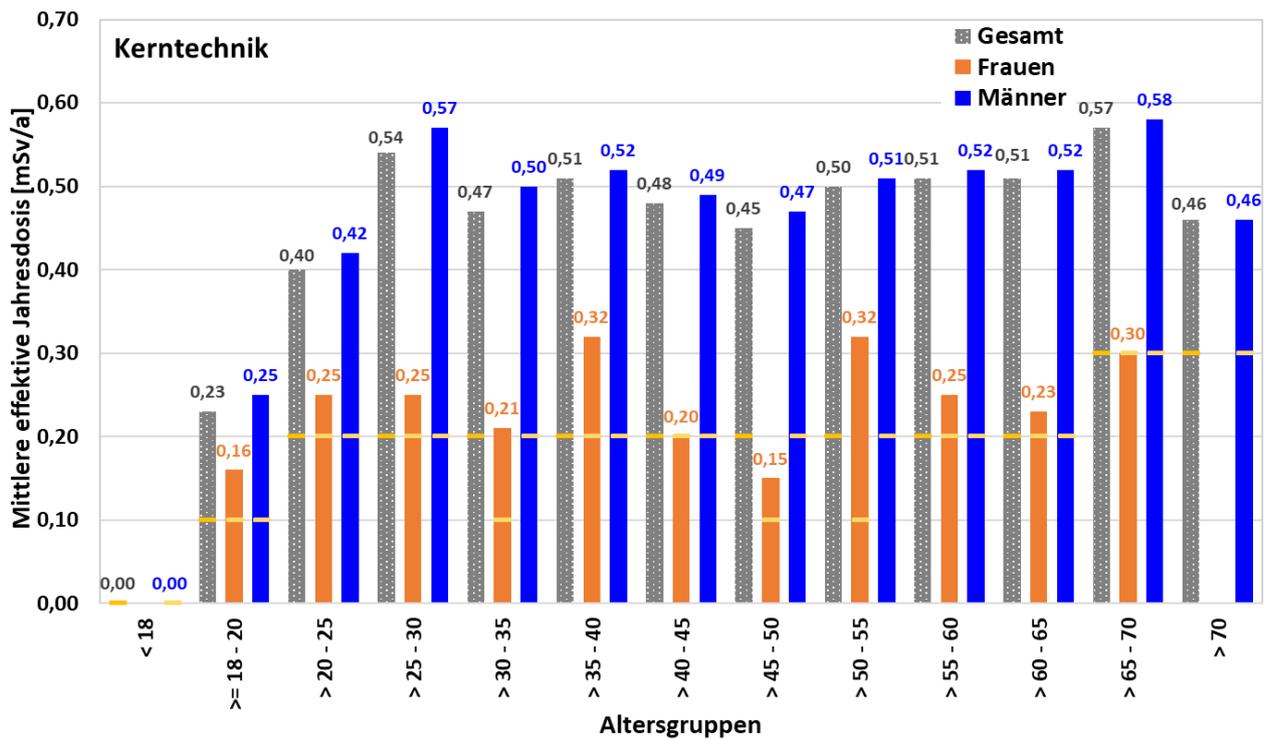


Abbildung 4.29: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Kerntechnik messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

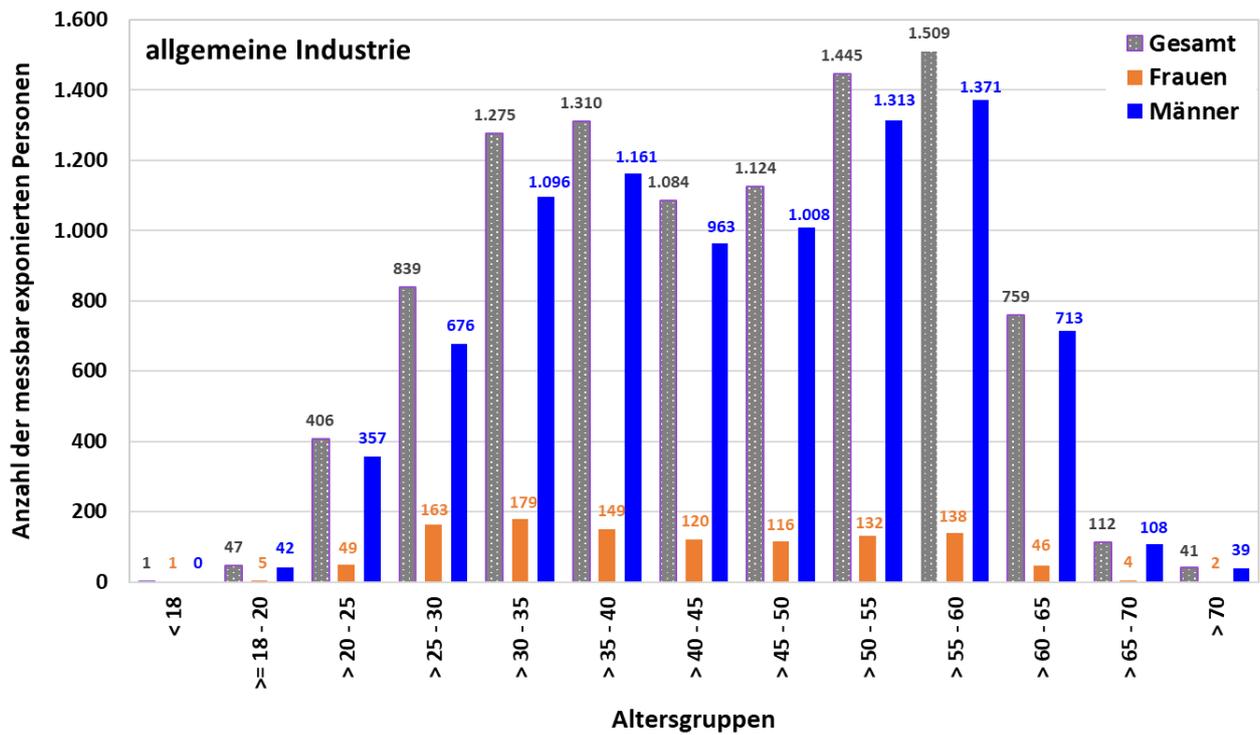


Abbildung 4.30: Anzahl der in der allgemeinen Industrie messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.

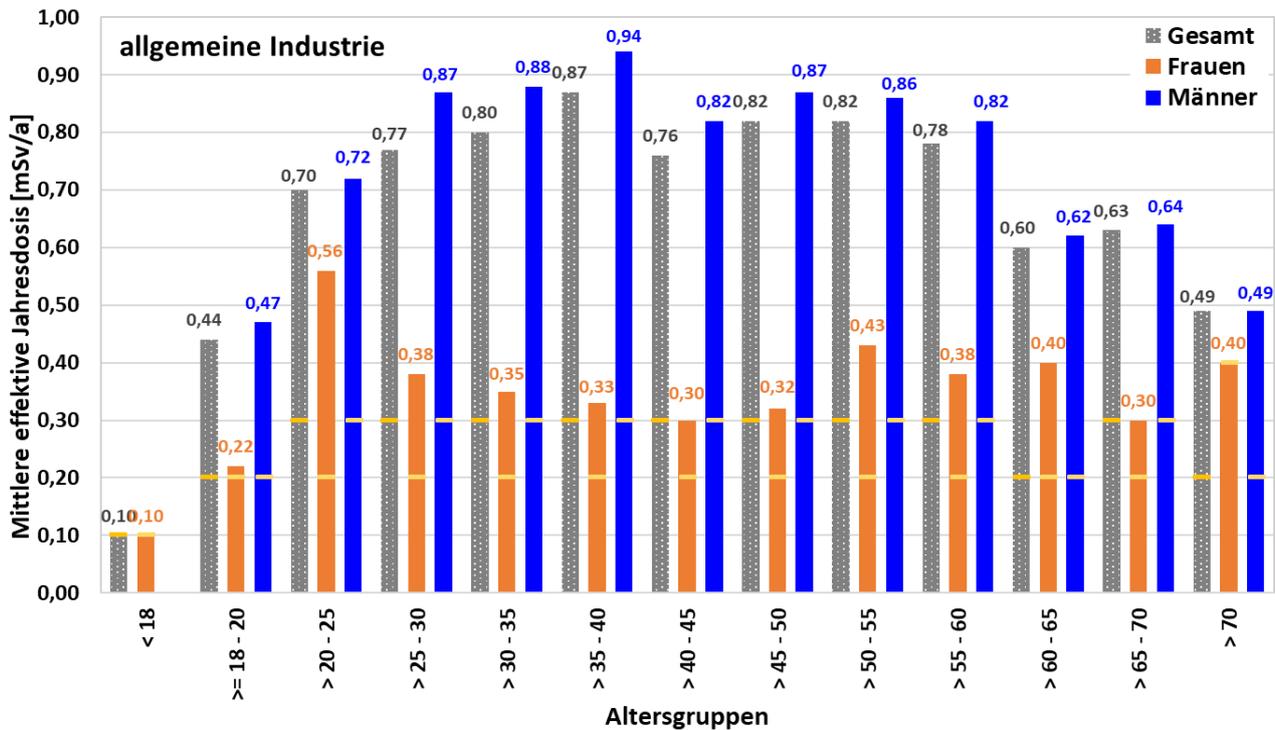


Abbildung 4.31: Mittlere effektive Jahresdosis der in der allgemeinen Industrie messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

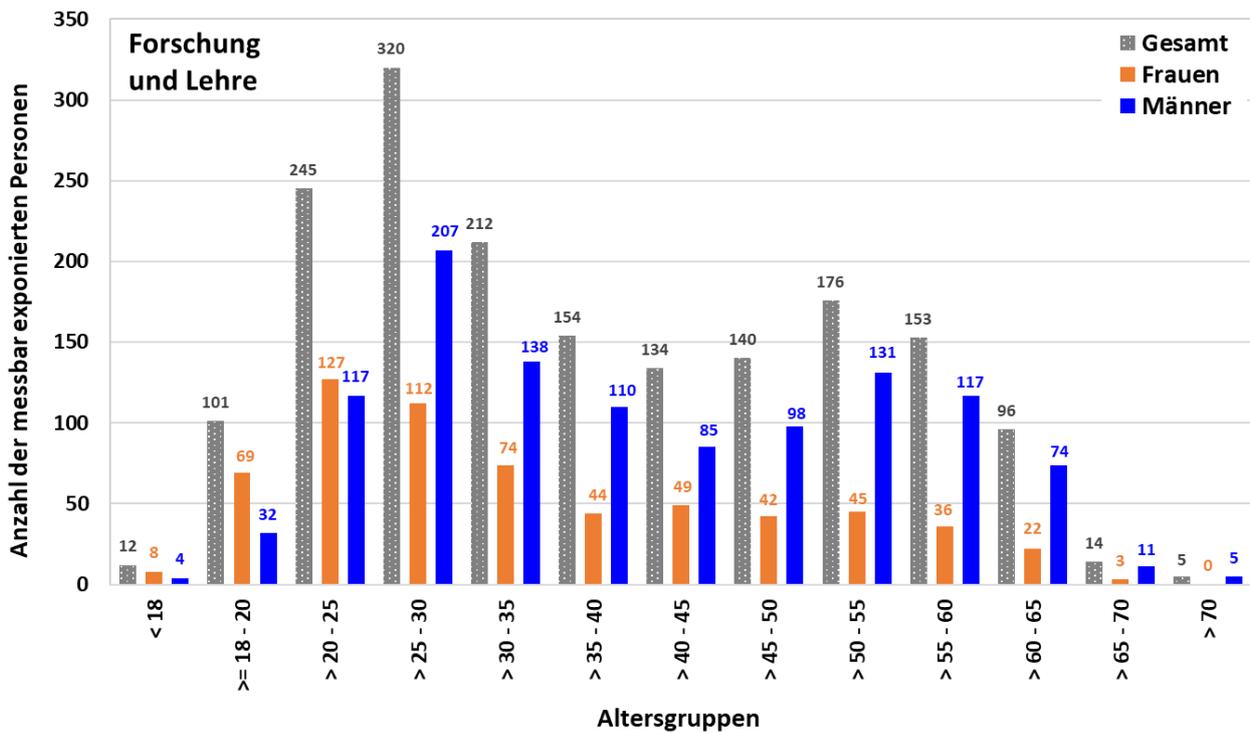


Abbildung 4.32: Anzahl der in der Forschung und Lehre messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.

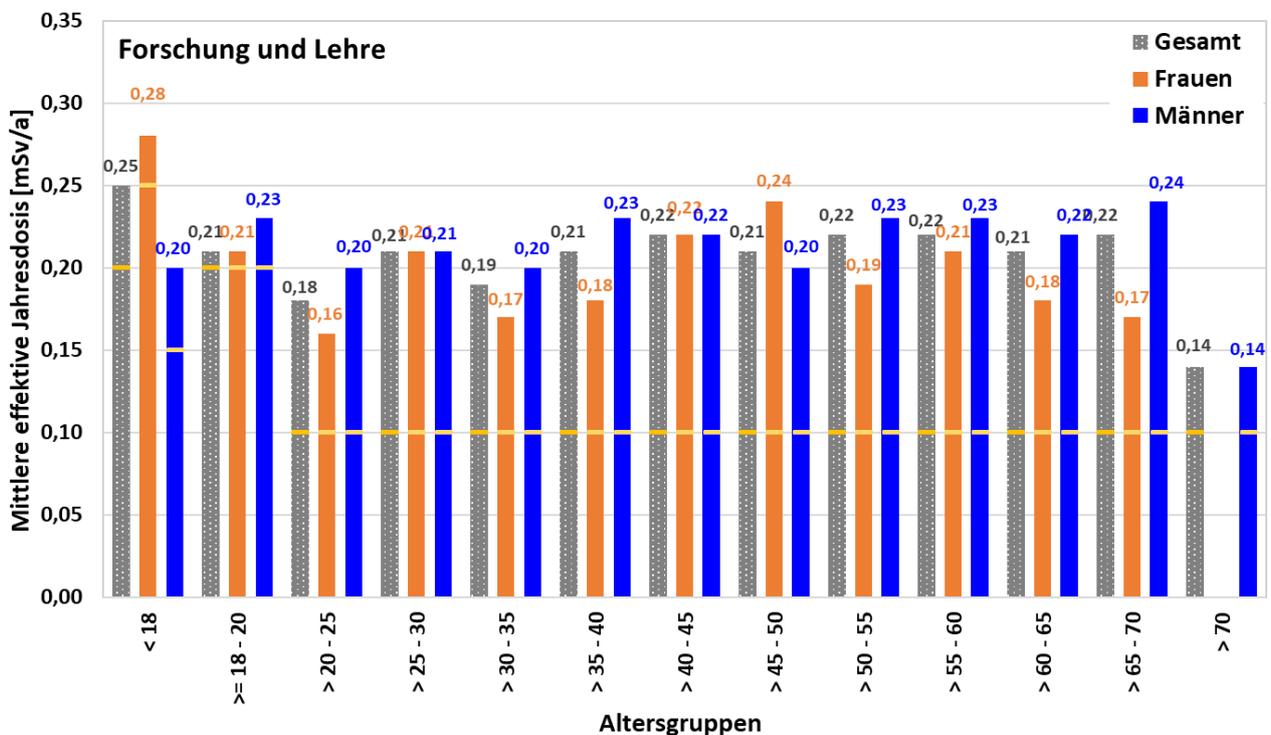


Abbildung 4.33: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Forschung und Lehre messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

4.10 Effektive Dosis ausgewählter Tätigkeitsgruppen

Jede der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebene Berufsgruppe beinhaltet diverse Tätigkeitsfelder. In diesem Kapitel sollen ausgewählte Tätigkeitsfelder der Berufsgruppen näher beleuchtet werden. Im Zuge der Aktualisierung der Formatanforderungen Mitte 2019 (vgl. Kapitel 1.3) sind einige Tätigkeitskategorien weggefallen und neue Tätigkeitskategorien hinzugekommen. Die Übergangsphase zur Umstellung vom alten auf das neue Datenformat dauerte noch im Jahr 2020 an, sodass für das Jahr 2020 in manchen Berufsgruppen bezüglich ihrer Tätigkeitskategorien ein Mischzustand vorliegt. Daher beschränkt sich dieses Kapitel nur auf ausgewählte Tätigkeitsgruppen, deren Tätigkeitskategorien sich mit der Formatumstellung im SSR nicht geändert haben.

4.10.1 Tätigkeiten in der Luftfahrt (natürliche Strahlungsquelle)

Abbildung 4.34 zeigt die mittlere effektive Jahresdosis für das fliegende Personal im Jahr 2020, aufgeteilt in drei Tätigkeitsfelder, nämlich *Cockpitpersonal*, *Kabinenpersonal* und *Sonstiges Flugpersonal*. Hinter letzterem verbergen sich sonstige Tätigkeiten wie medizinisches Begleitpersonal oder Frachtmeister auf Frachtflügen. Das Cockpitpersonal macht ca. ein Drittel des fliegenden Personals aus, während ungefähr zwei Drittel der Beschäftigten als Kabinenpersonal arbeiten. Das sonstige Flugpersonal macht nur einen untergeordneten Anteil des fliegenden Personals aus. Aufgrund der COVID-19-Pandemie sind die mittleren effektiven Jahresdosen in den Tätigkeitsfeldern gegenüber den Vorjahren deutlich reduziert (vgl. Abbildung 4.35). Außerdem zeigt die Verteilung der mittleren effektiven Jahresdosis auf die einzelnen Tätigkeitsfelder ein ungewöhnliches Bild. Mit 0,81 mSv ist die mittlere Jahresdosis des Cockpitpersonals für das Jahr 2020 um 33 % höher als die des Kabinenpersonals, welches eine mittlere effektive Jahresdosis von 0,54 mSv erhielt. Der Vergleich mit den Vorjahren zeigt jedoch, dass das Kabinenpersonal üblicherweise im Mittel die höchsten Dosiswerte erhält. Grund für den starken Einbruch der Dosiswerte des Kabinenpersonals ist der starke Rückgang des Personenflugverkehrs während der COVID-19-Pandemie. Im Gegensatz dazu hatte das Cockpitpersonal mehr Arbeitseinsätze, da der Frachtflugverkehr weniger stark eingeschränkt war und gegen Ende des Jahres 2020 sogar stark angestiegen ist. Für das sonstige Flugpersonal ist kein besonderer Einfluss der COVID-19-Pandemie erkennbar, da der Trend der mittleren effektiven Jahresdosis aufgrund der geringen Anzahl der Personen in dieser Tätigkeitskategorie ohnehin starken Fluktuationen unterlegen ist.

Der Einfluss der COVID-19-Pandemie auf die gesamte Dosisverteilung des fliegenden Personals wird auch in Abbildung 4.36 deutlich. Hier ist die Dosisverteilung aller Berufsgruppen mit einer Exposition durch künstliche Strahlungsquellen, zusammen mit der Dosisverteilung aller in der Luftfahrt messbar exponierten Personen in den Jahren 2019 (oben) und 2020 (unten) dargestellt. Im Jahr 2019 lagen der Wert des Medians sowie der Wert der mittleren effektiven Jahresdosis bei 1,82 mSv, was sich in einer normalverteilten Dosisverteilung äußerte. Im Jahr der Pandemie war das fliegende Personal jedoch in der Ausübung seines Berufs derart eingeschränkt, dass im Jahr 2020 ungewöhnlich viele Beschäftigte besonders geringe Werte für die effektive Jahresdosis erhalten haben. Mit einer mittleren effektiven Jahresdosis von 0,62 mSv und einem Median von 0,52 mSv, zeigt der Bereich der Luftfahrt eine den Bereichen mit künstlichen Strahlungsquellen ähnlichen rechtsschiefen (linkssteile) Dosisverteilung.

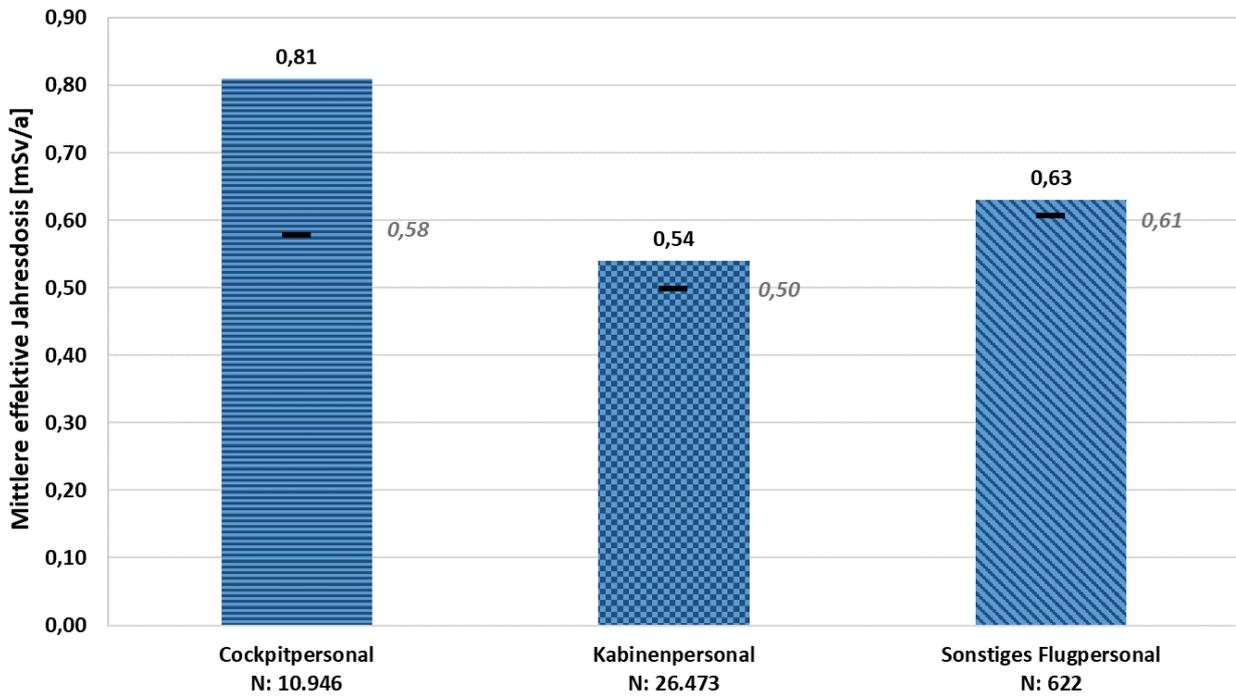


Abbildung 4.34: Mittlere effektive Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Luftfahrt für das Jahr 2020. N ist die jeweilige Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

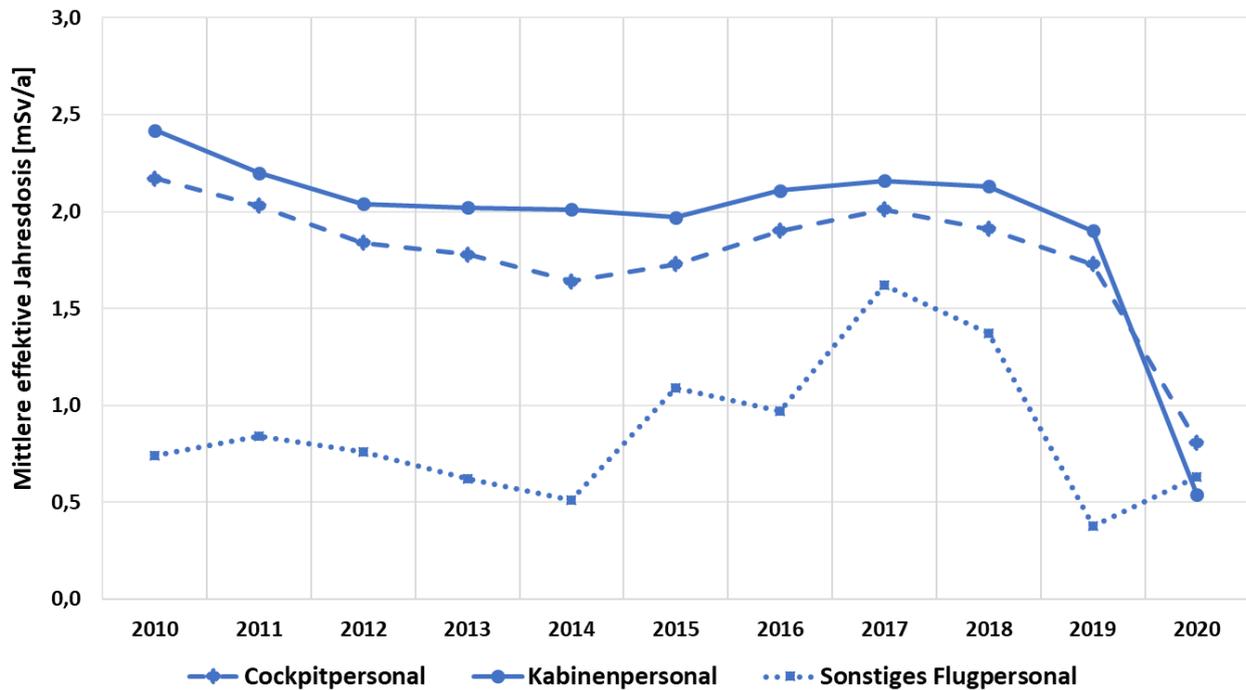


Abbildung 4.35: Zeitlicher Verlauf der mittleren Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Luftfahrt von 2010-2020.

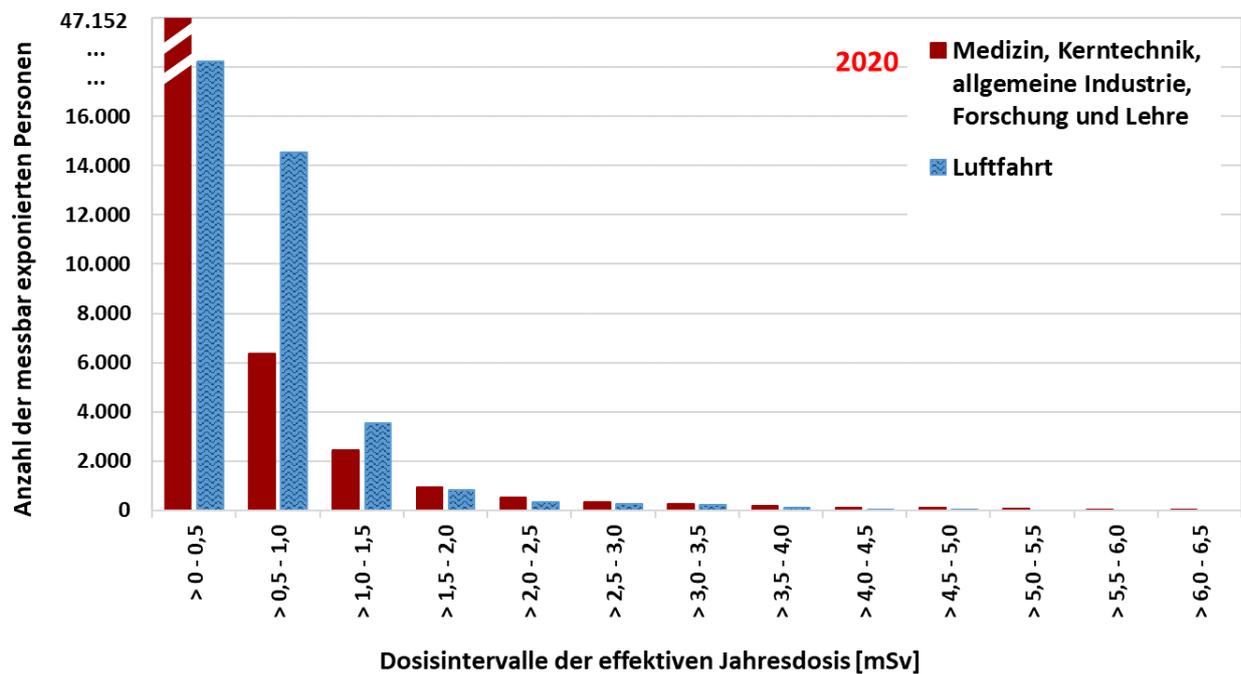
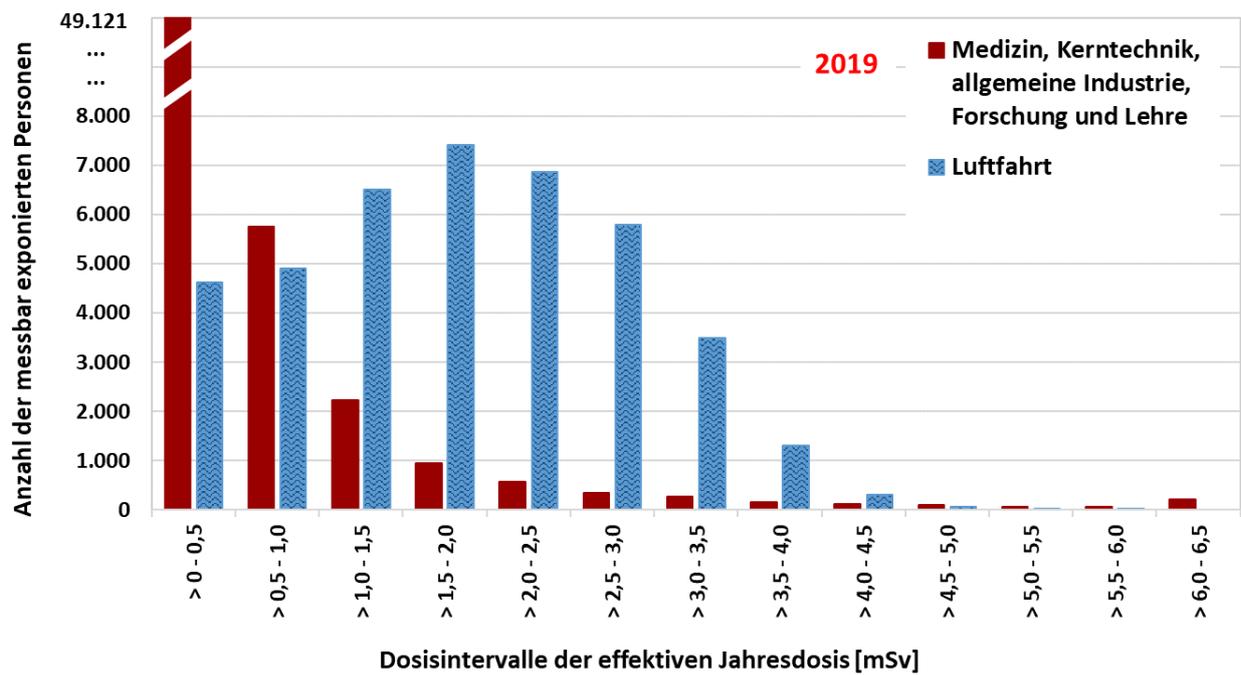


Abbildung 4.36: Dosisverteilung aller messbar exponierten Personen in diversen Berufsgruppen (Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie, Forschung und Lehre), im Vergleich mit der Luftfahrt für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten).

4.10.2 Tätigkeiten in der Medizin (künstliche Strahlungsquellen)

In Abbildung 4.37 sind die effektiven Jahresdosen messbar exponierter Personen aus ausgewählten Teilbereichen in der Berufsgruppe der Medizin für das Jahr 2020 dargestellt. Ungefähr die Hälfte aller Personen der dargestellten Teilbereiche ist im Bereich der diagnostischen Radiologie beschäftigt. Mit im Mittel 0,27 mSv erhielten Personen dieser Tätigkeitsgruppe jedoch eine sehr geringe Dosis, was darin begründet ist, dass ein Großteil der Strahlenexposition im radiologischen Bereich durch geeignete Strahlenschutzmaßnahmen gänzlich vermieden werden kann. Die mit Abstand höchste mittlere effektive Jahresdosis erhielten mit 0,71 mSv die Beschäftigten der Nuklearmedizin. Grund dafür könnte der sehr enge Umgang mit Radionukliden sein und der Umstand, dass die Strahlenschutzmaßnahmen in diesem Bereich mitunter sehr aufwendig sind. Im Bereich der Strahlentherapie ist die effektive Jahresdosis im Mittel mit 0,30 mSv sehr gering. Geringer waren die Dosiswerte nur für Beschäftigte der Tiermedizin (0,23 mSv), gefolgt von jenen der Zahnmedizin (0,17 mSv).

Abbildung 4.38 zeigt den zeitlichen Verlauf der mittleren effektiven Jahresdosis einzelner Tätigkeitsgruppen in der Medizin und beschränkt sich nur auf die Teilbereiche diagnostische Radiologie, Nuklearmedizin und Strahlentherapie, da die Dosiswerte der Tier- und Zahnmedizin über die Jahre sehr gering waren und keinen merklichen Trend aufweisen. Während die mittlere Dosis der Beschäftigten in der Strahlentherapie im Zehnjahresmittel in etwa gleichgeblieben ist, ist die mittlere Jahresdosis in der diagnostischen Radiologie von 0,32 mSv im Jahr 2010 auf 0,27 mSv im Jahr 2020 leicht zurückgegangen. Ein deutlicher Rückgang der effektiven Jahresdosis ist in der Nuklearmedizin zu erkennen. Hier ist die Dosis von 0,88 mSv in 2010 auf 0,71 mSv in 2020 zurückgegangen.

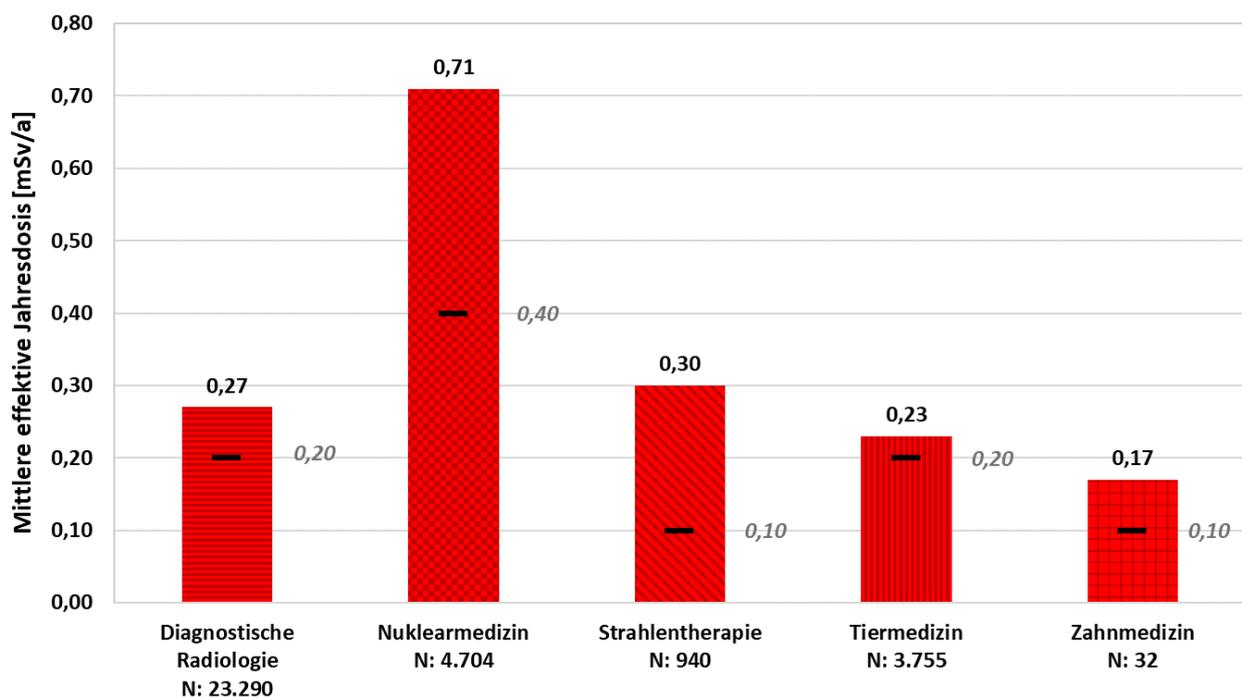


Abbildung 4.37: Mittlere effektive Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Medizin für das Jahr 2020. N ist die jeweilige Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.

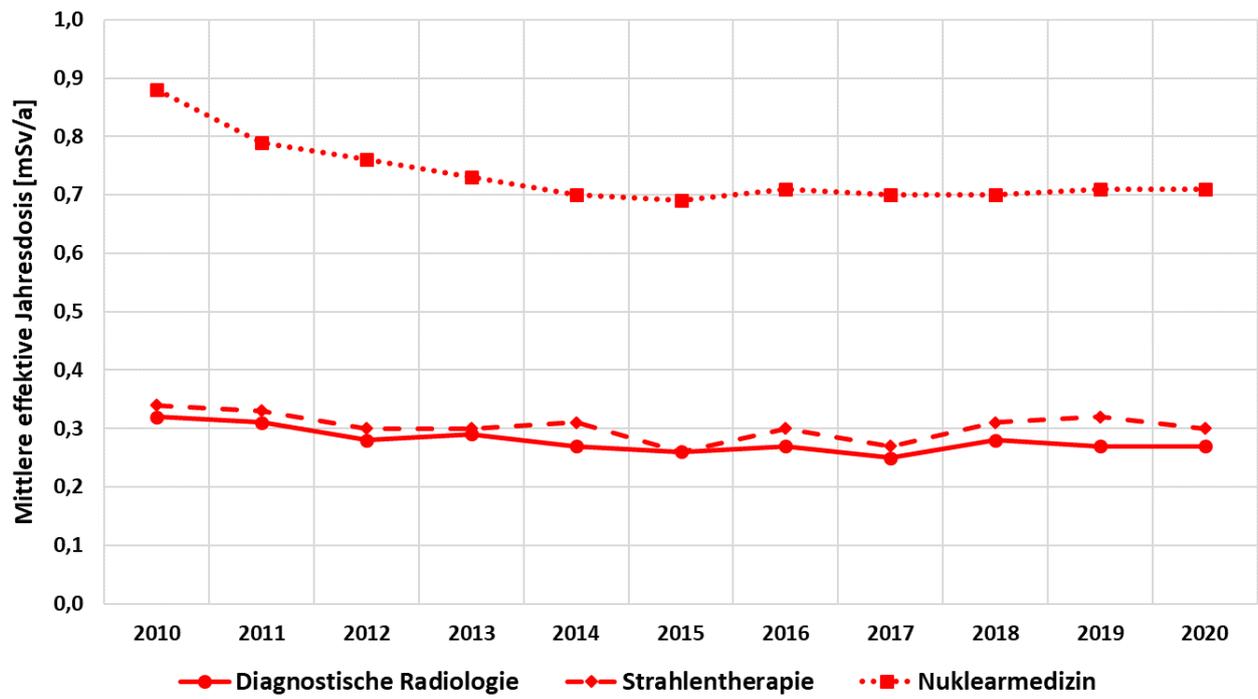


Abbildung 4.38: Zeitlicher Verlauf der mittleren effektiven Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Medizin von 2010-2020.

5 Auswertungen zur Ausgabe von Strahlenpässen

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. Dieser Personenkreis wird oftmals auch als *Fremdpersonal* bezeichnet. 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 beruflich 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 2010-2020. Im Jahr 2010 besaßen von insgesamt 380.000 strahlenschutzüberwachten Personen 70.347 Personen einen gültigen Strahlenpass. Dies betraf also ca. 19 % von den im SSR registrierten Personen. Nach einem leichten Anstieg der gültigen Strahlenpässe sank die Anzahl an Personen mit gültigem Strahlenpass in den letzten 10 Jahren auf 49.483 Personen im Jahr 2020 ab. Somit hatten etwa 12 % der im SSR registrierten Personen einen gültigen Strahlenpass. Die Anzahl an Mehrfachausgaben konnte im Zeitraum 2010-2020 von 299 auf 109 gesenkt werden. Von allen Personen mit gültigem Strahlenpass hat sich der prozentuale Anteil derjenigen Personen mit Mehrfachausgaben jedoch nur minimal verändert: Im Jahr 2010 lag der Anteil von Personen mit Mehrfachausgaben bei ca. 0,4 %, während er zehn Jahre später in 2020 bei 0,2 % lag.

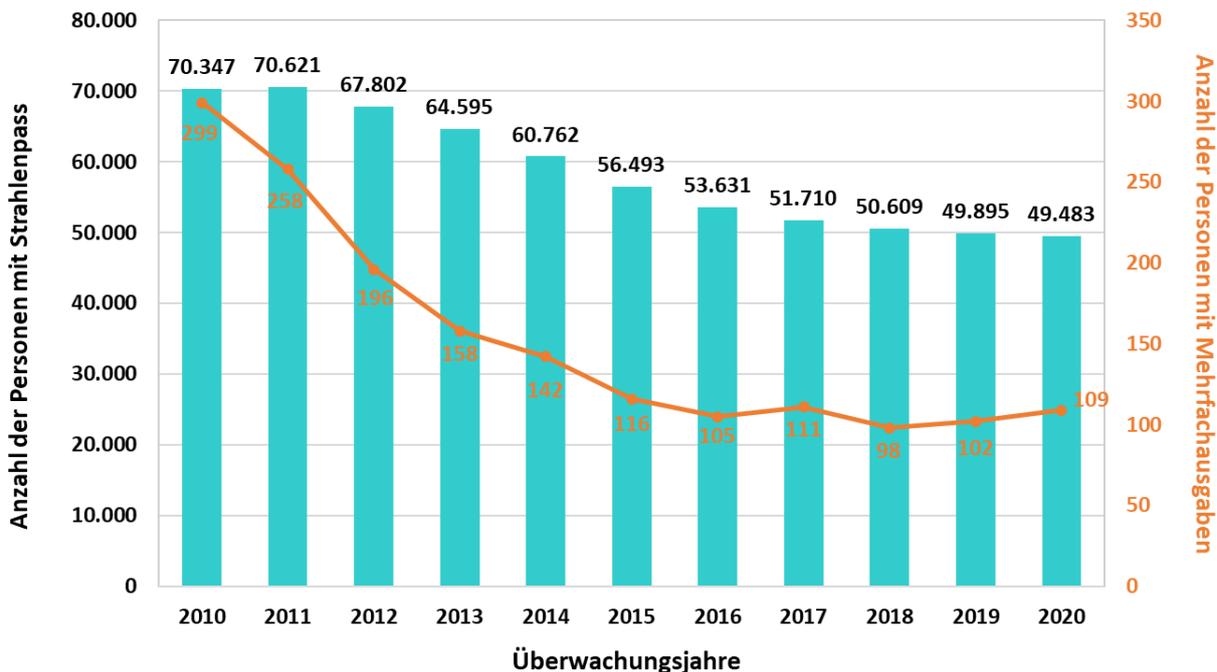


Abbildung 5.1: Anzahl von Personen mit gültigem Strahlenpass und Anzahl der Personen mit Mehrfachausgaben von 2010-2020.

6 Anhang

6.1 Anzahl der gesamten Meldungen pro Jahr und Meldungsart

Tabelle 6.1-1 Anzahl der jährlichen Meldungen und überwachten Personen für das Jahr 2019.

Meldungsart	Gesamtanzahl aller Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der Betriebe
Personendosismeldungen	3.947.654	385.675	21.290
Inkorporationsdosismeldungen	2.228	571	53
Flugdosismeldungen	424.536	41.651	119
Radon- und NORM-Meldungen	1.713	950	93
Strahlenpassmeldungen	8.512	49.895	

Tabelle 6.1-2 Anzahl der jährlichen Meldungen und überwachten Personen für das Jahr 2020.

Meldungsart	Gesamtanzahl aller Dosismeldungen	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der Betriebe
Personendosismeldungen	3.965.282	384.098	27.605
Inkorporationsdosismeldungen	3.617	1.116	39
Flugdosismeldungen	263.353	38.453	61
Radon- und NORM-Meldungen	1.685	890	128
Strahlenpassmeldungen	7.200	49.483	

6.2 Gesamtauswertung Personendosismeldungen

6.2.1 Dosismeldungen nach Überwachungszweck

Tabelle 6.2-1 Anzahl der jährlichen Dosismeldungen nach Überwachungszweck.

Jahr	Gesamtanzahl aller Dosismeldungen	Effektive Dosis	Organ-Äquivalentdosis: Hand	Organ-Äquivalentdosis: Augenlinse	Organ-Äquivalentdosis: Haut	Sonstige
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	1.433.401	28.743	-	-	30
1992	1.592.245	1.560.229	31.987	-	-	29
1993	1.828.126	1.791.003	37.089	-	-	34
1994	1.845.884	1.797.982	47.859	-	-	43
1995	1.896.767	1.833.127	63.587	-	2	51
1996	2.327.358	2.249.753	77.460	-	13	132
1997	2.847.552	2.766.475	79.591	-	20	1.466
1998	2.897.216	2.800.473	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	15.052
2001	3.097.914	2.949.416	134.840	-	104	13.554
2002	3.129.697	2.981.163	143.683	-	1.034	3.817
2003	3.157.147	3.003.100	148.168	6	2.358	3.515
2004	3.137.959	2.981.633	150.690	12	2.115	3.509
2005	3.153.170	2.973.605	172.584	997	2.029	3.955
2006	3.146.855	2.969.163	175.594	829	447	822
2007	3.193.631	3.013.094	179.245	860	334	98
2008	3.260.055	3.076.446	182.320	897	250	142
2009	3.354.925	3.165.040	188.615	918	223	129
2010	3.460.189	3.261.815	196.877	1.087	157	253
2011	3.535.768	3.330.457	203.962	1.020	100	229
2012	3.580.885	3.372.481	207.037	1.151	22	194
2013	3.620.867	3.406.492	212.940	1.238	19	178
2014	3.662.172	3.441.763	218.394	1.780	18	217
2015	3.698.125	3.473.705	222.190	1.933	1	296
2016	3.752.518	3.523.776	225.860	2.458	20	404
2017	3.832.817	3.595.920	233.636	2.695	42	524
2018	3.899.113	3.654.268	240.310	3.931	14	590
2019	3.950.066	3.701.468	241.087	7.102	11	398
2020	3.965.112	3.717.309	238.539	8.566	29	669

Tabelle 6.2-2 Anzahl der jährlich überwachten Personen nach Überwachungszweck.

Jahr	Effektive Dosis	Organ-Äquivalentdosis: Hand	Organ-Äquivalentdosis: Augenlinse	Organ-Äquivalentdosis: Haut	Sonstige
1981	106.051	104.402	5.000	-	-
1982	110.786	109.459	4.764	-	-
1983	119.203	117.647	5.388	-	-
1984	118.079	116.630	5.367	-	-
1985	124.613	122.519	6.227	-	-
1986	118.925	116.532	6.447	-	-
1987	121.885	119.333	6.711	-	-
1988	110.442	108.210	5.945	-	-
1989	145.176	143.510	5.338	-	-
1990	179.822	178.676	5.017	-	-
1991	184.003	183.196	5.052	-	-
1992	184.877	183.339	6.213	-	-
1993	203.833	202.221	7.082	-	-
1994	201.733	199.251	8.388	-	-
1995	206.968	205.285	9.609	-	1
1996	292.722	291.810	11.713	-	7
1997	306.705	305.076	10.461	-	1
1998	303.542	301.773	11.104	1	7
1999	311.276	309.709	11.956	1	4
2000	312.265	310.985	12.619	-	9
2001	316.496	315.211	15.494	-	31
2002	316.455	315.292	16.306	-	225
2003	316.297	314.935	16.779	1	368
2004	315.300	313.947	16.923	1	316
2005	314.203	312.616	18.983	123	344
2006	313.743	312.450	18.996	90	112
2007	319.827	318.544	19.771	92	44
2008	326.182	324.950	20.185	97	48
2009	335.364	334.191	21.119	133	51
2010	342.434	341.305	21.299	112	32
2011	350.535	349.425	21.895	147	23
2012	353.139	352.113	22.129	162	8
2013	355.585	354.757	21.792	166	5
2014	358.811	358.067	22.129	236	8
2015	362.107	361.358	22.525	274	1
2016	367.115	366.402	23.291	371	11
2017	373.215	372.576	24.043	380	6
2018	378.696	378.076	24.327	548	3
2019	385.777	385.187	24.521	987	4
2020	384.098	383.567	23.956	1.083	8

6.2.2 Zeitliche Entwicklung der Dosiswerte überwachter und messbar exponierter Personen

Tabelle 6.2-3 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.

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	104.402	37.611	112,7	1,08	3,00
1982	653.915	109.459	40.842	152,9	1,40	3,74
1983	722.144	117.647	38.701	141,3	1,20	3,65
1984	727.925	116.630	32.351	89,5	0,77	2,77
1985	771.305	122.519	34.458	97,5	0,80	2,83
1986	797.629	116.532	33.236	116,1	1,00	3,49
1987	824.247	119.333	38.194	108,4	0,91	2,84
1988	834.484	108.210	31.209	101,5	0,94	3,25
1989	1.174.864	143.510	35.473	97,9	0,68	2,76
1990	1.333.047	178.676	44.892	108,5	0,61	2,42
1991	1.433.401	183.196	44.841	113,6	0,62	2,53
1992	1.560.229	183.339	46.376	97,2	0,53	2,10
1993	1.791.003	202.221	47.015	90,8	0,45	1,93
1994	1.797.982	199.251	42.577	93,9	0,47	2,21
1995	1.833.127	205.285	43.751	84,7	0,41	1,94
1996	2.249.753	291.810	44.768	85,2	0,29	1,90
1997	2.766.475	305.076	41.715	73,1	0,24	1,75
1998	2.800.473	301.773	40.447	58,2	0,19	1,44
1999	2.860.642	309.709	39.132	52,8	0,17	1,35
2000	2.930.885	310.985	39.577	47,5	0,15	1,20
2001	2.949.416	315.211	45.492	43,9	0,14	0,96
2002	2.981.163	315.292	49.820	48,4	0,15	0,97
2003	3.003.100	314.935	49.065	44,1	0,14	0,90
2004	2.981.633	313.947	52.284	42,4	0,13	0,81
2005	2.973.605	312.616	55.949	45,9	0,15	0,82
2006	2.969.163	312.450	55.243	41,2	0,13	0,75
2007	3.013.094	318.544	58.274	45,6	0,14	0,78
2008	3.076.446	324.950	58.969	46,0	0,14	0,78
2009	3.165.040	334.191	51.374	43,0	0,13	0,84
2010	3.261.815	341.305	60.668	40,2	0,12	0,66
2011	3.330.457	349.425	66.880	38,2	0,11	0,57
2012	3.372.481	352.113	53.708	28,0	0,08	0,52
2013	3.406.492	354.757	50.435	27,0	0,08	0,54
2014	3.441.763	358.067	52.719	26,7	0,07	0,51
2015	3.473.705	361.358	57.926	26,7	0,07	0,46
2016	3.523.776	366.402	48.450	22,9	0,06	0,47
2017	3.595.920	372.576	51.575	23,4	0,06	0,45
2018	3.654.268	378.076	50.920	23,6	0,06	0,46
2019	3.701.468	385.187	58.631	24,5	0,06	0,42
2020	3.717.309	383.567	56.127	24,1	0,06	0,43

Tabelle 6.2-4 Zeitliche Entwicklung der Organ-Äquivalentdosis der Hand.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	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]
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	5.388	3.245	40,3	7,48	12,42
1984	26.052	5.367	3.044	35,3	6,57	11,59
1985	28.261	6.227	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	6.213	3.593	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	11.713	4.744	45,9	3,92	9,68
1997	79.591	10.461	4.314	43,3	4,13	10,03
1998	86.279	11.104	5.592	54,9	4,94	9,82
1999	92.735	11.956	5.117	51,1	4,27	9,99
2000	106.945	12.619	4.824	53,8	4,26	11,15
2001	134.840	15.494	5.890	74,5	4,81	12,65
2002	143.683	16.306	5.377	75,8	4,65	14,10
2003	148.168	16.779	5.344	76,2	4,54	14,26
2004	150.690	16.923	5.459	81,0	4,78	14,83
2005	172.584	18.983	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	20.185	5.941	91,8	4,55	15,45
2009	188.615	21.119	6.189	97,2	4,60	15,70
2010	196.877	21.299	6.144	101,7	4,78	16,56
2011	203.962	21.895	6.091	108,6	4,96	17,82
2012	207.037	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	222.190	22.525	6.590	118,3	5,25	17,94
2016	225.860	23.291	6.910	127,9	5,49	18,51
2017	233.636	24.043	6.997	127,5	5,30	18,23
2018	240.310	24.327	7.018	131,8	5,42	18,77
2019	241.087	24.521	7.019	134,1	5,47	19,10
2020	238.539	23.956	6.582	131,2	5,48	19,93

Tabelle 6.2-5 Zeitliche Entwicklung der Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse.

Jahr	Anzahl der Dosismeldungen	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]
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	3.931	548	116	0,5	0,85	4,00
2019	7.102	987	164	0,6	0,62	3,74
2020	8.566	1.083	147	0,5	0,46	3,41

6.2.3 Überwachte Personen und Dosiswerte für verschiedene Parameter

Tabelle 6.2-6 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Bundesland für das Jahr 2019.

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	51.138	6.964	3,3	0,07	0,48
Bayern	69.907	7.526	3,5	0,05	0,47
Berlin	19.289	1.499	0,8	0,04	0,52
Brandenburg	8.607	751	0,5	0,06	0,64
Bremen	4.087	682	0,2	0,05	0,32
Bundeswehr	988	168	0,0	0,03	0,20
Hamburg	13.082	1.638	0,9	0,07	0,54

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]
Hessen	28.328	2.658	1,1	0,04	0,42
Mecklenburg-Vorpommern	6.571	1.005	0,4	0,06	0,39
Niedersachsen	35.062	6.204	2,0	0,06	0,31
Nordrhein-Westfalen	84.953	15.862	5,7	0,07	0,36
Rheinland-Pfalz	17.955	5.008	2,0	0,11	0,40
Saarland	5.045	2.123	0,7	0,13	0,31
Sachsen	16.479	1.968	0,9	0,06	0,48
Sachsen-Anhalt	8.691	1.534	0,8	0,09	0,50
Schleswig-Holstein	14.305	1.189	0,4	0,02	0,30
Thüringen	7.460	2.119	1,2	0,16	0,56

Tabelle 6.2-7 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Bundesland für das Jahr 2020.

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	51.094	7.323	3,1	0,06	0,42
Bayern	68.423	7.481	3,1	0,05	0,42
Berlin	18.382	1.567	0,8	0,04	0,48
Brandenburg	8.694	1.291	0,6	0,07	0,49
Bremen	4.159	469	0,2	0,04	0,40
Bundeswehr	815	187	0,0	0,04	0,17
Hamburg	12.927	1.606	0,8	0,06	0,48
Hessen	27.949	2.996	1,3	0,05	0,42
Mecklenburg-Vorpommern	6.756	1.907	0,7	0,10	0,34
Niedersachsen	35.693	4.300	1,5	0,04	0,35
Nordrhein-Westfalen	85.549	11.593	4,9	0,06	0,42
Rheinland-Pfalz	17.945	3.601	1,7	0,09	0,47
Saarland	5.023	1.414	0,4	0,09	0,30
Sachsen	16.621	3.473	1,5	0,09	0,43
Sachsen-Anhalt	8.662	2.326	1,0	0,12	0,45
Schleswig-Holstein	14.596	1.165	0,3	0,02	0,26
Thüringen	7.534	3.765	2,2	0,29	0,59

Tabelle 6.2-8 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Bundesland für das Jahr 2019.

Bundesland	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]
Baden-Württemberg	3.211	998	20,4	6,36	20,46
Bayern	4.054	1.281	25,4	6,26	19,81
Berlin	1.613	372	9,3	5,76	24,99
Brandenburg	659	153	2,9	4,33	18,67
Bremen	177	67	1,4	8,18	21,61
Bundeswehr	39	10	0,1	1,36	5,30
Hamburg	688	152	2,6	3,85	17,41
Hessen	1.290	326	6,5	5,04	19,93
Mecklenburg-Vorpommern	458	134	3,8	8,30	28,37
Niedersachsen	1.865	536	8,3	4,44	15,45
Nordrhein-Westfalen	5.412	1.605	31,2	5,76	19,41
Rheinland-Pfalz	1.083	255	4,3	3,93	16,71
Saarland	257	66	1,2	4,79	18,64
Sachsen	1.632	442	7,2	4,38	16,18
Sachsen-Anhalt	681	192	3,2	4,70	16,66
Schleswig-Holstein	871	197	2,2	2,48	10,96
Thüringen	688	248	4,1	5,94	16,49

Tabelle 6.2-9 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Bundesland für das Jahr 2020.

Bundesland	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]
Baden-Württemberg	3.310	961	20,1	6,07	20,91
Bayern	3.845	1.177	26,0	6,76	22,08
Berlin	1.535	345	6,7	4,34	19,30
Brandenburg	616	175	2,9	4,69	16,51
Bremen	155	57	1,5	9,59	26,07
Bundeswehr	28	2	0,0	1,18	16,50
Hamburg	679	154	2,6	3,88	17,12
Hessen	1.226	340	6,3	5,17	18,64
Mecklenburg-Vorpommern	440	131	4,1	9,35	31,39
Niedersachsen	1.813	518	8,0	4,42	15,46

Bundesland	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]
Nordrhein-Westfalen	5.478	1.532	32,2	5,88	21,04
Rheinland-Pfalz	1.011	202	3,7	3,70	18,50
Saarland	224	62	0,9	4,19	15,15
Sachsen	1.601	401	7,0	4,39	17,54
Sachsen-Anhalt	698	169	3,4	4,91	20,29
Schleswig-Holstein	789	161	2,0	2,55	12,50
Thüringen	689	225	3,6	5,18	15,88

Tabelle 6.2-10 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Dosimeterart für das Jahr 2019.

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	12.585	1.342	0,5	0,04	0,37
Ganzkörper FILM	297.188	42.096	16,9	0,06	0,40
Ganzkörper OSL	123.955	16.363	6,9	0,06	0,42

Tabelle 6.2-11 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Dosimeterart für das Jahr 2020.

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	11.043	1.337	0,5	0,04	0,36
Ganzkörper FILM	220.677	26.620	11,2	0,05	0,42
Ganzkörper OSL	210.332	29.652	12,4	0,06	0,42

Tabelle 6.2-12 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Dosimeterart für das Jahr 2019.

Dosimeter	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]
Teilkörper RING/BETA	3.165	1.434	38,0	12,02	26,52
Teilkörper RING/BETA 50 keV	2.333	1.067	32,8	14,08	30,78
Teilkörper RING/TLD	19.553	4.697	63,0	3,22	13,42

Tabelle 6.2-13 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Dosimeterart für das Jahr 2020.

Dosimeter	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]
Ganzkörper FILM	3	1	0,0	0,07	0,2
Teilkörper RING/BETA	3.149	1.404	37,6	11,94	26,79
Teilkörper RING/BETA 50 keV	2.328	1.011	33,5	14,39	33,14
Teilkörper RING/TLD	18.967	4.327	60,1	3,17	13,88

Tabelle 6.2-14 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Strahlungsart für das Jahr 2019.

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	28.972	7.781	5,5	0,19	0,71
Röntgen < 20 keV	4.670	431	0,2	0,04	0,46
Röntgen >= 20 < 60 keV	5.602	577	0,1	0,03	0,26
Röntgen >= 60 < 150 keV	113.567	13.950	4,3	0,04	0,31

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]
Röntgen ≥ 150 < 400 keV	7.939	1.644	1,3	0,16	0,76
Röntgen ≥ 400 keV	8.055	1.086	0,6	0,07	0,55
Röntgen ohne Energieangabe	37.831	5.491	2,0	0,05	0,37
Gammastrahlung < 20 keV	189	29	0,0	0,05	0,32
Gammastrahlung ≥ 20 < 60 keV	464	39	0,0	0,03	0,40
Gammastrahlung ≥ 60 < 150 keV	3.086	538	0,3	0,08	0,47
Gammastrahlung ≥ 150 < 400 keV	1.689	575	0,5	0,30	0,89
Gammastrahlung ≥ 400 keV	6.449	1.293	1,0	0,15	0,74
Gammastrahlung ohne Energieangabe	19.013	4.700	2,0	0,10	0,42
Elektronen < 0,2 MeV	2.752	366	0,1	0,05	0,34
Elektronen ≥ 0,2 < 1 MeV	3.113	814	0,5	0,18	0,67
Elektronen ≥ 1 MeV	11.590	1.938	0,9	0,08	0,49
Elektronen ohne Energieangabe	16.159	4.347	1,6	0,10	0,38
Neutronen im Reaktor	8.964	1.008	0,4	0,04	0,37
Neutronen im Brennstoffzyklus	3.901	408	0,2	0,05	0,47
Neutronenquellen	1.914	315	0,2	0,10	0,58
Neutronen in Beschleunigern	2.477	274	0,1	0,04	0,37
Neutronen ohne nähere Angaben	14.519	3.723	1,2	0,09	0,33
Exposition durch Reaktorstrahlung	12.326	3.470	2,6	0,02	0,08
Keine Angabe zur Strahlungsart	191.999	28.371	10,3	0,01	0,04

Tabelle 6.2-15 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Strahlungsart für das Jahr 2020.

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	27.599	7.739	5,3	0,19	0,68
Röntgen < 20 keV	3.997	430	0,2	0,04	0,39
Röntgen >= 20 < 60 keV	5.216	628	0,2	0,03	0,27
Röntgen >= 60 < 150 keV	114.225	15.850	5,2	0,05	0,33
Röntgen >= 150 < 400 keV	7.381	1.669	1,3	0,18	0,79
Röntgen >= 400 keV	8.121	1.040	0,6	0,07	0,56
Röntgen ohne Energieangabe	35.902	5.869	2,2	0,06	0,38
Gammastrahlung < 20 keV	239	46	0,0	0,06	0,29
Gammastrahlung >= 20 < 60 keV	476	31	0,0	0,02	0,37
Gammastrahlung >= 60 < 150 keV	2.996	451	0,3	0,09	0,57
Gammastrahlung >= 150 < 400 keV	1.640	631	0,6	0,39	1,01
Gammastrahlung >= 400 keV	5.490	1.318	0,9	0,16	0,68
Gammastrahlung ohne Energieangabe	19.281	4.336	2,0	0,10	0,45
Elektronen < 0,2 MeV	2.784	399	0,1	0,05	0,36
Elektronen >= 0,2 < 1 MeV	2.956	765	0,5	0,17	0,66
Elektronen >= 1 MeV	11.256	1.830	0,8	0,07	0,44
Elektronen ohne Energieangabe	16.199	3.412	1,5	0,09	0,43
Neutronen im Reaktor	8.151	991	0,3	0,04	0,33
Neutronen im Brennstoffzyklus	2.888	357	0,1	0,04	0,34
Neutronenquellen	1.983	314	0,2	0,08	0,50

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]
Neutronen in Beschleunigern	2.945	308	0,1	0,05	0,46
Neutronen ohne nähere Angaben	14.774	2.678	1,0	0,07	0,37
Exposition durch Reaktorstrahlung	11.500	3.072	2,3	0,20	0,74
Keine Angabe zur Strahlungsart	199.842	23.756	9,2	0,05	0,39

Tabelle 6.2-16 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Strahlungsart für das Jahr 2019.

Strahlungsart	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]
Umgang mit offenen Radionukliden	5.345	2.627	71,2	13,33	27,12
Röntgen < 20 keV	264	115	5,6	21,33	48,97
Röntgen >= 20 < 60 keV	397	32	0,2	0,46	5,66
Röntgen >= 60 < 150 keV	6.726	1.754	24,6	3,66	14,02
Röntgen >= 150 < 400 keV	292	118	2,4	8,12	20,08
Röntgen >= 400 keV	487	154	4,2	8,70	27,50
Röntgen ohne Energieangabe	2.608	523	7,1	2,71	13,53
Gammastrahlung < 20 keV	30	3	0,1	4,03	40,33
Gammastrahlung >= 20 < 60 keV	132	9	0,1	0,52	7,56
Gammastrahlung >= 60 < 150 keV	1.021	302	5,6	5,47	18,49
Gammastrahlung >= 150 < 400 keV	298	176	4,3	14,48	24,52
Gammastrahlung >= 400 keV	500	205	5,1	10,13	24,70

Strahlungsart	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]
Gammastrahlung ohne Energieangabe	1.364	489	14,9	10,90	30,40
Elektronen < 0,2 MeV	200	46	1,0	4,99	21,70
Elektronen >= 0,2 < 1 MeV	722	362	12,6	17,45	34,80
Elektronen >= 1 MeV	1.189	416	9,8	8,28	23,68
Elektronen ohne Energieangabe	1.083	387	11,9	11,00	30,77
Neutronen im Reaktor	240	58	1,2	4,82	19,93
Neutronen im Brennstoffzyklus	9	1	0,0	0,11	1,00
Neutronenquellen	155	61	1,0	6,21	15,78
Neutronen in Beschleunigern	120	23	0,7	5,97	31,16
Neutronen ohne nähere Angaben	672	167	4,4	6,58	26,47
Exposition durch Reaktorstrahlung	340	92	0,3	0,93	3,45
Keine Angabe zur Strahlungsart	10.230	2.557	39,7	3,88	15,54

Tabelle 6.2-17 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Strahlungsart für das Jahr 2020.

Strahlungsart	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]
Umgang mit offenen Radionukliden	5.260	2.519	71,2846	13,55	28,30
Röntgen < 20 keV	270	111	5,2182	19,33	47,01
Röntgen >= 20 < 60 keV	384	29	0,133	0,35	4,59

Strahlungsart	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]
Röntgen >= 60 < 150 keV	6.936	1.689	25,0241	3,61	14,82
Röntgen >= 150 < 400 keV	275	95	2,5311	9,20	26,64
Röntgen >= 400 keV	452	149	5,059	11,19	33,95
Röntgen ohne Energieangabe	2.478	464	5,8792	2,37	12,67
Gammastrahlung < 20 keV	30	3	0,092	3,07	30,67
Gammastrahlung >= 20 < 60 keV	129	7	0,121	0,94	17,29
Gammastrahlung >= 60 < 150 keV	1.067	290	5,083	4,76	17,53
Gammastrahlung >= 150 < 400 keV	281	152	4,484	15,96	29,50
Gammastrahlung >= 400 keV	616	239	5,643	9,16	23,61
Gammastrahlung ohne Energieangabe	1.366	461	12,8874	9,43	27,96
Elektronen < 0,2 MeV	187	49	1,0088	5,39	20,59
Elektronen >= 0,2 < 1 MeV	684	315	11,4412	16,73	36,32
Elektronen >= 1 MeV	1.251	428	12,174	9,73	28,44
Elektronen ohne Energieangabe	1.116	357	10,3884	9,31	29,10
Neutronen im Reaktor	179	31	0,814	4,55	26,26
Neutronen im Brennstoffzyklus	8	1	0,002	0,25	2,00
Neutronenquellen	114	38	0,6591	5,78	17,34
Neutronen in Beschleunigern	111	23	0,751	6,77	32,65
Neutronen ohne nähere Angaben	732	167	3,528	4,82	21,13
Exposition durch Reaktorstrahlung	241	65	0,338	1,40	5,20

Strahlungsart	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]
Keine Angabe zur Strahlungsart	10.108	2.431	39,11613	3,87	16,09

Tabelle 6.2-18 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Bemerkungen für das Jahr 2019.

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	4	3	0,0	0,15	0,20
Dosimeter nicht auswertbar	2.060	1	0,0	0,00	1,60
Dosimeter radioaktiv kontaminiert	46	38	0,0	0,42	0,50
Film außerhalb der Kassette bestrahlt	13.647	13.614	2,6	0,19	0,19
Film nicht ordnungsgemäß eingelegt	338	199	0,1	0,18	0,30
Film schräg bestrahlt	5.718	5.511	1,6	0,28	0,29
Film teilweise abgedeckt	529	259	0,1	0,23	0,47
Film unbewegt im Direktstrahl bestrahlt (ggf. absichtlich)	1.137	1.129	0,3	0,24	0,24
Film von hinten bestrahlt	297	284	0,1	0,30	0,31

Tabelle 6.2-19 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Bemerkungen für das Jahr 2020.

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	53	-	-	0,00	-
Dosimeter nicht auswertbar	1.361	-	-	0,00	-

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 radioaktiv kontaminiert	15	12	0,0	0,23	0,28
Film außerhalb der Kassette bestrahlt	3.148	3.123	0,6	0,18	0,18
Film nicht ordnungsgemäß eingelegt	115	47	0,0	0,10	0,24
Film schräg bestrahlt	4.398	4.345	1,3	0,29	0,3
Film teilweise abgedeckt	257	91	0,0	0,18	0,51
Film unbewegt im Direktstrahl bestrahlt (ggfs. absichtlich)	1.432	1.430	0,4	0,26	0,26
Film von hinten bestrahlt	137	136	0,1	0,39	0,39

Tabelle 6.2-20 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Bemerkungen für das Jahr 2019.

Bemerkungen	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]
Dosimeter nicht auswertbar	159	1	0,002	0,01	2
Dosimeter radioaktiv kontaminiert	1	1	0,007	7	7

Tabelle 6.2-21 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Bemerkungen für das Jahr 2020.

Bemerkungen	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]
Dosimeter nicht auswertbar	171	-	0,002	0,00	-
Dosimeter radioaktiv kontaminiert	-	-	-	-	-
Dosimeter defekt	10	-	-	0,00	-

6.2.4 Auswertungen nach Personendosismessstelle

Tabelle 6.2-22 Anzahl der jährlichen Dosismeldungen der Personendosismessstellen.

Jahr	Gesamtanzahl aller Dosismeldungen, die über Personendosismessstellen geliefert werden	LPS	SenUVK	MPA	AWST Mirion	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	2.847.552	322.634	162.203	1.050.144	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

Jahr	Gesamtanzahl aller Dosismeldungen, die über Personendosismessstellen geliefert werden	LPS	SenUVK	MPA	AWST Mirion	FZK	HAM
2005	3.153.170	380.278	165.849	1.138.052	1.227.878	132.194	108.919
2006	3.146.855	385.170	165.307	1.132.108	1.242.810	16.678	204.782
2007	3.193.631	390.137	163.737	1.143.976	1.258.129	-	237.652
2008	3.260.055	401.930	164.667	1.170.034	1.295.749	-	227.675
2009	3.354.925	403.569	168.881	1.226.973	1.533.557	-	21.945
2010	3.460.189	428.629	168.504	1.261.207	1.601.849	-	-
2011	3.535.768	438.619	169.154	1.292.796	1.635.199	-	-
2012	3.580.885	447.566	169.750	1.315.279	1.648.290	-	-
2013	3.620.867	451.323	172.094	1.332.684	1.664.766	-	-
2014	3.662.172	460.332	174.833	1.351.057	1.675.950	-	-
2015	3.698.125	465.479	178.440	1.365.760	1.688.446	-	-
2016	3.752.518	471.392	182.815	1.389.446	1.708.865	-	-
2017	3.832.817	476.218	190.123	1.419.197	1.747.279	-	-
2018	3.899.113	478.752	194.927	1.451.776	1.773.658	-	-
2019	3.950.066	486.479	196.530	1.484.061	1.782.996	-	-
2020	3.965.112	476.968	193.203	1.498.333	1.796.608	-	-

Tabelle 6.2-23 Anzahl der jährlich überwachten Personen der Personendosismessstellen.

Jahr	Gesamtanzahl aller Personen, die über Personendosismessstellen überwacht werden	LPS	SenUVK	MPA	AWST Mirion	FZK	HAM
1981	106.051	33.569	476	21.638	50.738	-	-
1982	110.786	32.206	488	22.346	56.739	-	-
1983	119.203	31.939	491	21.690	66.259	-	-
1984	118.079	32.037	423	15.287	71.299	-	-
1985	124.613	32.146	369	18.686	74.619	1	-
1986	118.925	17.753	3.519	20.605	78.365	2	-
1987	121.885	16.879	4.033	22.547	79.828	79	-
1988	110.442	7.486	5.458	14.900	83.896	321	1
1989	145.176	722	5.452	16.098	124.520	221	-
1990	179.822	27.854	4.273	21.664	129.406	265	-
1991	184.003	30.130	1.112	22.053	133.711	240	-
1992	184.877	28.234	1.160	21.968	136.034	207	-
1993	203.833	28.275	16.827	23.449	136.979	1.232	-
1994	201.733	29.071	17.074	22.580	134.193	1.233	-
1995	206.968	30.496	17.348	23.549	134.356	5.892	-
1996	292.721	31.739	16.786	111.530	132.651	5.964	-
1997	306.705	32.301	16.813	124.084	131.904	8.248	-
1998	303.542	32.962	16.573	123.806	126.005	9.551	1.477
1999	311.276	34.057	16.392	119.877	126.630	9.118	11.772
2000	312.265	34.480	16.625	117.757	126.128	11.440	13.130
2001	316.496	35.010	16.609	118.187	125.879	14.529	13.299
2002	316.455	35.462	16.603	118.638	124.992	14.201	13.224
2003	316.297	35.848	16.321	118.543	123.524	15.017	12.990
2004	315.300	36.072	15.881	117.549	123.429	14.971	13.214

Jahr	Gesamtanzahl aller Personen, die über Personendosismessstellen überwacht werden	LPS	SenUVK	MPA	AWST Mirion	FZK	HAM
2005	314.203	36.464	15.644	117.224	122.251	15.044	16.277
2006	313.743	36.892	15.738	117.309	122.335	6.732	26.047
2007	319.827	37.925	15.933	119.755	124.169	-	26.760
2008	326.182	39.153	16.193	122.776	137.915	-	26.188
2009	335.364	39.610	16.296	127.569	155.209	-	5.282
2010	342.434	40.915	16.466	129.917	158.988	-	-
2011	350.535	41.955	16.638	132.301	163.153	-	-
2012	353.139	42.813	16.762	134.035	163.153	-	-
2013	355.585	43.315	17.413	135.161	163.487	-	-
2014	358.811	43.947	17.840	136.058	164.785	-	-
2015	362.107	44.338	17.878	137.296	166.415	-	-
2016	367.115	45.341	18.509	138.712	168.683	-	-
2017	373.215	46.089	18.947	140.375	172.157	-	-
2018	378.696	46.523	19.138	143.313	174.148	-	-
2019	385.777	47.573	19.114	146.431	177.116	-	-
2020	384.098	47.230	17.765	147.083	175.779	-	-

Tabelle 6.2-24 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Personendosismessstelle für das Jahr 2019.

Personendosismessstelle	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 Mirion	176.764	20.200	9,4	0,05	0,46
LPS	47.528	7.336	3,7	0,08	0,51
MPA	146.045	29.823	10,5	0,07	0,35
SenUVK	19.038	1.472	0,8	0,04	0,53

Tabelle 6.2-25 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Personendosismessstelle für das Jahr 2020.

Personendosismessstelle	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 Mirion	175.514	21.214	9,0	0,05	0,42
LPS	47.208	12.335	5,8	0,12	0,47
MPA	146.762	21.252	8,6	0,06	0,41
SenUVK	17.698	1.479	0,7	0,04	0,49

Tabelle 6.2-26 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Personendosismessstelle für das Jahr 2019.

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	10212	2979	57,3082	5,61	19,24
LPS	4092	1169	21,0981	5,16	18,05
MPA	8683	2506	46,2165	5,32	18,44
SenUVK	1610	372	9,297	5,77	24,99

Tabelle 6.2-27 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Personendosismessstelle für das Jahr 2020.

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	9.986	2.812	57,4	5,75	20,40
LPS	3.939	1.085	20,9	5,30	19,24
MPA	8.599	2.354	46,3	5,38	19,66
SenUVK	1.533	345	6,7	4,34	19,30

6.3 Gesamtauswertung Inkorporationsdosismeldungen

Tabelle 6.3-1 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.

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	4.028	1.137	70	0,1	0,05	0,78
2020	3.617	1.116	37	0,0	0,01	0,27

Tabelle 6.3-2 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis je Organ für das Jahr 2019.

Organ	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]	Maximalwert [mSv/a]
KNOCHENoberFLAECH E	42	8	0,0	0,79	4,14	14,50
LUNGE	40	1	0,0	0,00	0,01	0,01
ROTES KNOCHENMARK	106	3	0,0	0,00	0,01	0,02
SCHILDDRUESE	106	20	0,0	0,01	0,06	0,23
SONSTIGES	34	0	0,0	0,00		0,00
UTERUS	1	1	0,0	1,41	1,41	1,41

Tabelle 6.3-3 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis je Organ für das Jahr 2020.

Organ	Anzahl der überwachten Personen	Anzahl der messbar exponierten Personen	Kollektivdosis [Personen-Sv]	Mittlere effektiven Dosis der überwachten Personen [mSv/a]	Mittlere effektiven Dosis der messbar exponierten Personen [mSv/a]	Maximalwert [mSv/a]
KNOCHENoberFLAECH E	238	1	0,0	0,00	0,87	0,87
LUNGE	35	-	-	0,00	-	-
ROTES KNOCHENMARK	273	6	0,0	0,00	0,18	0,57
SCHILDDRUESE	74	17	0,0	0,01	0,02	0,16
SONSTIGES	46	1	0,0	0,00	0,01	0,01
UTERUS	180	-	-	0,00	-	-
HAUT	1	-	-	0,00	-	-

6.4 Gesamtauswertung Radon- und NORM-Dosismeldungen

Tabelle 6.4-1 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.

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
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	1.718	827	1,2	1,45	19	1
2020	1.685	754	1,1	1,48	30	1

Tabelle 6.4-2 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2019.

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	538	0,5	0,93	6,33	65 %
Untertägige (Besucher)bergwerke	289	0,7	2,30	14,6	35 %
Summe aller Kategorien	827	1,2	1,41	-	-

Tabelle 6.4-3 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2020.

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	505	0,5	0,90	7,36	67 %
Untertägige (Besucher)bergwerke	203	0,5	2,39	17,2	27 %
Wassergewinnung, -aufbereitung	42	0,1	1,23	7	6 %
Summe aller Kategorien	750	1,0	1,32	-	-

6.5 Gesamtauswertung Flugdosismeldungen

Tabelle 6.5-1 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.

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	381.555	36.861	85,8	2,33	7,13
2009	381.891	36.462	86,0	2,36	7,03
2010	385.842	37.076	85,6	2,31	7,10
2011	408.881	39.425	83,8	2,13	6,50
2012	424.252	40.133	78,5	1,96	6,39
2013	412.562	39.413	75,9	1,93	5,52
2014	418.986	39.948	76,5	1,91	5,72
2015	419.774	40.666	76,2	1,87	5,74
2016	433.476	42.846	86,2	2,01	5,98
2017	452.412	44.412	93,3	2,10	5,89
2018	445.497	43.508	88,9	2,04	6,14
2019	432.504	41.774	75,4	1,80	5,50
2020	263.353	38.035	23,6	0,62	4,70

Tabelle 6.5-2 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2019.

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	11.444	19,8	1,73	5,503	28 %
Kabine	28.906	54,9	1,90	5,178	70 %
Sonstige	1.098	0,3	0,27	2,981	3 %
Summe aller Kategorien	41.448	75,0	1,81	-	-

Tabelle 6.5-3 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2020.

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	10.946	8,9	0,81	4,70	29 %
Kabine	26.473	14,3	0,54	3,73	70 %
Sonstige	622	0,4	0,63	3,37	2 %
Summe aller Kategorien	38.041	23,6	0,62	-	-

6.6 Gesamtauswertung Strahlenpassmeldungen

Tabelle 6.6-1 Anzahl der jährlichen Strahlenpassmeldungen nach Meldungsart.

Jahr	Gesamtanzahl aller Strahlenpassmeldungen	Erstmalige Registrierung	Folgepassregistrierung	Erneute Registrierung	Verlust	Ungültigkeitserklärung	Vernichtung	Verlängerung	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	6.575	3.788	2.446	71	32	201	12	16	9
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	8.296	4.038	3.611	87	89	261	89	121	0
2006	7.649	3.901	2.913	141	63	396	53	182	0
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	10.611	6.225	3.908	83	78	156	18	143	0
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	7.843	3.413	3.779	67	55	89	4	436	0
2015	7.851	3.298	3.817	71	56	136	4	469	0

Jahr	Gesamtanzahl aller Strahlenpassmeldungen	Erstmalige Registrierung	Folgepassregistrierung	Erneute Registrierung	Verlust	Ungültigkeitserklärung	Vernichtung	Verlängerung	Stammdatenänderung
2016	7.564	3.279	3.683	57	43	86	12	404	0
2017	8.515	4.376	3.558	43	58	79	18	383	0
2018	7.850	4.072	3.164	69	61	56	31	349	48
2019	9.079	4.708	3.247	102	63	22	26	295	616
2020	7.200	3.830	2.749	42	27	53	3	150	346

Tabelle 6.6-2 Anzahl der Personen mit gültigen Strahlenpässen nach Bundesländern im Jahr 2019.

Bundesland	Anzahl der Strahlenpassinhaber	Anzahl Personen mit mehreren Strahlenpässen
Baden-Württemberg	6.811	14
Bayern	9.123	15
Berlin	3.362	18
Brandenburg	873	1
Bremen	492	1
Bundeswehr	26	0
Hamburg	2.952	9
Hessen	3.626	14
Mecklenburg-Vorpommern	1.717	10
Niedersachsen	4.489	5
Nordrhein-Westfalen	9.615	31
Rheinland-Pfalz	1.974	13
Saarland	248	2
Sachsen	1.898	0
Sachsen-Anhalt	689	7
Schleswig-Holstein	1.785	9
Thüringen	366	1

Tabelle 6.6-3 Anzahl der Personen mit gültigen Strahlenpässen nach Bundesländern im Jahr 2020.

Bundesland	Anzahl der Strahlenpassinhaber	Anzahl Personen mit mehreren Strahlenpässen
Baden-Württemberg	7342	340
Bayern	8638	170
Berlin	3143	67
Brandenburg	994	80
Bremen	522	16
Bundeswehr	25	0
Hamburg	3215	85
Hessen	3650	56

Bundesland	Anzahl der Strahlenpassinhaber	Anzahl Personen mit mehreren Strahlenpässen
Mecklenburg-Vorpommern	1747	65
Niedersachsen	4331	32
Nordrhein-Westfalen	9595	68
Rheinland-Pfalz	1943	87
Saarland	226	4
Sachsen	1785	57
Sachsen-Anhalt	647	12
Schleswig-Holstein	1721	11
Thüringen	339	3

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 Mirion	Auswertungsstelle Mirion
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	Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutzausbildung
Messstellen-Richtlinie	Richtlinie über Anforderungen an Personendosismessstellen nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung
MeV	Megaelektronenvolt
MPA	Materialprüfungsamt
mSv	Millisievert
mSv/a	Millisievert pro Jahr
NATFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenexpositionen durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe am Arbeitsplatz
NORM	Naturally Occurring Radioactive Materials
OSL	Optisch Stimulierte Lumineszenz
PERFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Personendosisfeststellungen

RiPhyKo	Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis
SenUVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
SGB	Sozialgesetzbuch
SSR	Strahlenschutzregister
STRAFORM	Formatanforderung für die Übermittlung von Strahlenpassmeldungen an das Strahlenschutzregister
StrISchG	Strahlenschutzgesetz
StrISchV	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 2020. Die prozentualen Anteile beziehen sich auf die Gesamtzahl von ca. 420.000 strahlenschutzüberwachten Personen.....	22
Abbildung 3.2: Anteile der Messstellen/Behörden und deren Meldungen an das SSR im Jahr 2020. Das erste Kreisdiagramm von links bezieht sich auf die Gesamtanzahl von 51 an das SSR meldenden Stellen. Die prozentualen Anteile der folgenden Kreisdiagramme beziehen sich auf die Gesamtzahl von ca. 4,2 Millionen an das SSR gemeldeten Dosis- und Strahlenpassmeldungen.....	23
Abbildung 4.1: Anteil der strahlenschutzüberwachten Personen in Deutschland im Jahr 2020 nach Berufsgruppen.	26
Abbildung 4.2: Anteil der messbar exponierten Personen in Deutschland im Jahr 2020 nach Berufsgruppen.	27
Abbildung 4.3: Kollektivdosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe.	28
Abbildung 4.4: Mittlere effektive Dosis und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.	28
Abbildung 4.5: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Luftfahrt (logarithmische Darstellung).	30
Abbildung 4.6: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Radon- und NORM-Arbeitsplätze (logarithmische Darstellung).....	30
Abbildung 4.7: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Medizin (logarithmische Darstellung).	31
Abbildung 4.8: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Kerntechnik (logarithmische Darstellung).....	31
Abbildung 4.9: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der allgemeinen Industrie (logarithmische Darstellung).	32
Abbildung 4.10: Dosisverteilung aller im Jahr 2020 überwachten Personen in der Berufsgruppe der Forschung und Lehre (logarithmische Darstellung).....	32
Abbildung 4.11: Zeitlicher Verlauf der mittleren Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Berufsgruppen von 2010- 2020.	33
Abbildung 4.12: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Hand und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.	35
Abbildung 4.13: Mittlere Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse und Anzahl der messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt in verschiedene Berufsgruppen. N ist die Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.....	35
Abbildung 4.14: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Luftfahrt.	36

Abbildung 4.15: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Radon- und NORM-Arbeitsplätze.....	37
Abbildung 4.16: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Medizin.....	38
Abbildung 4.17: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Kerntechnik.	38
Abbildung 4.18: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der allgemeinen Industrie.	39
Abbildung 4.19: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach der im SSR erfassten Berufslebensdosis im Bereich der Forschung und Lehre.....	39
Abbildung 4.20: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach dem jeweiligen Überwachungszeitraum für natürliche Strahlungsquellen.....	40
Abbildung 4.21: Anzahl der vom SSR bis Ende 2020 überwachten Personen gestaffelt nach dem jeweiligen Überwachungszeitraum für künstliche Strahlungsquellen.....	41
Abbildung 4.22: Anzahl der in der Luftfahrt messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.	43
Abbildung 4.23: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Luftfahrt messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.....	43
Abbildung 4.24: Anzahl der an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.	44
Abbildung 4.25: Mittlere effektive Jahresdosis der an Radon- und NORM-Arbeitsplätzen messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.....	44
Abbildung 4.26: Anzahl der in der Medizin messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.	46
Abbildung 4.27: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Medizin messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.....	46
Abbildung 4.28: Anzahl der in der Kerntechnik messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.	47
Abbildung 4.29: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Kerntechnik messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.	47
Abbildung 4.30: Anzahl der in der allgemeinen Industrie messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.	48
Abbildung 4.31: Mittlere effektive Jahresdosis der in der allgemeinen Industrie messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.....	48

Abbildung 4.32: Anzahl der in der Forschung und Lehre messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht.	49
Abbildung 4.33: Mittlere effektive Jahresdosis der in der Forschung und Lehre messbar exponierten Personen im Jahr 2020, aufgeteilt nach Altersgruppe und Geschlecht. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.....	49
Abbildung 4.34: Mittlere effektive Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Luftfahrt für das Jahr 2020. N ist die jeweilige Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.	51
Abbildung 4.35: Zeitlicher Verlauf der mittleren Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Luftfahrt von 2010-2020.	51
Abbildung 4.36: Dosisverteilung aller messbar exponierten Personen in diversen Berufsgruppen (Medizin, Kerntechnik, allgemeine Industrie, Forschung und Lehre), im Vergleich mit der Luftfahrt für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten).	52
Abbildung 4.37: Mittlere effektive Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Medizin für das Jahr 2020. N ist die jeweilige Anzahl an Personen in der jeweiligen Berufsgruppe. Der Querbalken innerhalb der Säule entspricht dem Median.	53
Abbildung 4.38: Zeitlicher Verlauf der mittleren effektiven Jahresdosis der messbar exponierten Personen nach Teilbereichen der Medizin von 2010-2020.	54
Abbildung 5.1: Anzahl von Personen mit gültigem Strahlenpass und Anzahl der Personen mit Mehrfachausgaben von 2010-2020.....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1-1 Jahresgrenzwerte für beruflich exponierte Personen in mSv nach § 78 StrlSchG	9
Tabelle 3.1-1 Strahlenschutzüberwachte Personen in Deutschland im Jahr 2020	22
Tabelle 3.2-1 Anzahl der Meldungen an das Strahlenschutzregister und Anzahl der Meldestellen für das Jahr 2020	23
Tabelle 3.3-1 Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2020.....	24
Tabelle 6.1-1 Anzahl der jährlichen Meldungen und überwachten Personen für das Jahr 2019.	56
Tabelle 6.1-2 Anzahl der jährlichen Meldungen und überwachten Personen für das Jahr 2020.	56
Tabelle 6.2-1 Anzahl der jährlichen Dosismeldungen nach Überwachungszweck.	57
Tabelle 6.2-2 Anzahl der jährlich überwachten Personen nach Überwachungszweck.....	58
Tabelle 6.2-3 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.	59
Tabelle 6.2-4 Zeitliche Entwicklung der Organ-Äquivalentdosis der Hand.	60
Tabelle 6.2-5 Zeitliche Entwicklung der Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse.....	61
Tabelle 6.2-6 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Bundesland für das Jahr 2019.....	61
Tabelle 6.2-7 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Bundesland für das Jahr 2020.....	62
Tabelle 6.2-8 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Bundesland für das Jahr 2019.	63
Tabelle 6.2-9 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Bundesland für das Jahr 2020.	63
Tabelle 6.2-10 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Dosimeterart für das Jahr 2019.	64
Tabelle 6.2-11 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Dosimeterart für das Jahr 2020.	64
Tabelle 6.2-12 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Dosimeterart für das Jahr 2019.....	65
Tabelle 6.2-13 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Dosimeterart für das Jahr 2020.....	65
Tabelle 6.2-14 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Strahlungsart für das Jahr 2019.....	65
Tabelle 6.2-15 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Strahlungsart für das Jahr 2020.....	67
Tabelle 6.2-16 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Strahlungsart für das Jahr 2019.....	68

Tabelle 6.2-17 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Strahlungsart für das Jahr 2020.....	69
Tabelle 6.2-18 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Bemerkungen für das Jahr 2019.....	71
Tabelle 6.2-19 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis nach Bemerkungen für das Jahr 2020.....	71
Tabelle 6.2-20 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Bemerkungen für das Jahr 2019.....	72
Tabelle 6.2-21 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand nach Bemerkungen für das Jahr 2020.....	73
Tabelle 6.2-22 Anzahl der jährlichen Dosismeldungen der Personendosismessstellen.	73
Tabelle 6.2-23 Anzahl der jährlich überwachten Personen der Personendosismessstellen.....	74
Tabelle 6.2-24 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Personendosismessstelle für das Jahr 2019.	75
Tabelle 6.2-25 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und effektive Dosis je Personendosismessstelle für das Jahr 2020.	75
Tabelle 6.2-26 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Personendosismessstelle für das Jahr 2019.....	76
Tabelle 6.2-27 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis der Hand je Personendosismessstelle für das Jahr 2020.....	76
Tabelle 6.3-1 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.	77
Tabelle 6.3-2 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis je Organ für das Jahr 2019.....	78
Tabelle 6.3-3 Anzahl der überwachten und messbar exponierten Personen und Organ-Äquivalentdosis je Organ für das Jahr 2020.....	78
Tabelle 6.4-1 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.	79
Tabelle 6.4-2 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2019.....	79
Tabelle 6.4-3 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2020.....	80
Tabelle 6.5-1 Zeitliche Entwicklung der effektiven Dosis.	81
Tabelle 6.5-2 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2019.....	81
Tabelle 6.5-3 Anzahl der Personen und effektive Dosis nach Tätigkeitskategorie für das Jahr 2020.....	81
Tabelle 6.6-1 Anzahl der jährlichen Strahlenpassmeldungen nach Meldungsart.....	82
Tabelle 6.6-2 Anzahl der Personen mit gültigen Strahlenpässen nach Bundesländern im Jahr 2019.	83
Tabelle 6.6-3 Anzahl der Personen mit gültigen Strahlenpässen nach Bundesländern im Jahr 2020.	83

