

Unterrichtung durch die Bundesregierung

Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2022

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Übersicht zur Umweltradioaktivität und zur Strahlenbelastung	3
I. Neuerungen im Strahlenschutzrecht	6
1. Friständerung im Rahmen der Verordnung zum Schutz vor schädlichen Wirkungen nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen (NiSV)	6
2. Richtlinie „Ärztliche Überwachung exponierter Personen durch ermächtigte Ärzte nach Strahlenschutzrecht“	6
3. Radon – Harmonisierung der Messungen	6
4. AVV-Aufsichtsprogramm	7
II. Angriffskrieg auf die Ukraine – KKW Tschornobyl, Saporischschja sowie Umweltüberwachung 2022	7
1. Überfalls Russlands auf die Ukraine am 24. Februar 2022	7
2. Aufgabe des BMUV und BfS – Erstellung von Situationsdarstellungen	9
3. Kernkraftwerke in der Ukraine Allgemeines	10
4. Potenzielle Auswirkungen auf Deutschland, Gefährdungsanalysen	13
5. Jodtabletten	13
III. Überprüfung des gegenwärtigen Strahlenschutzsystems durch die internationale Strahlenschutzkommission (ICRP)	13
IV. Gemeinsame Europäische Forschung zum Strahlenschutz	14
1. BfS Forschungsprogramm, Kooperation und Vernetzung	14
2. PIANOFORTE (2022 bis 2027) – Europäische Partnerschaft für Strahlenschutzforschung	14

	Seite
V. 7. internationaler Workshop zur Ursachenforschung von Leukämie im Kindesalter	15
VI. Beratungsergebnisse der Strahlenschutzkommission (SSK)	16
1. Exposition durch Radon im Zusammenhang mit radioaktiven Altlasten	16
2. Faktenbasierte Risikokommunikation im gesellschaftlichen Diskurs	16
3. Therapeutische Verfahren in der Nuklearmedizin.....	16
4. Bildgebende Diagnostik bei Kindern	17
5. Verwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei röntgendiagnostischen Anwendungen.....	17
6. Strahlenschutzdosimetrie in hochenergetischen Photonenfeldern	18
7. Strahlennotfallmedizin – Handbuch für die medizinische Versorgung und Ausbildung	18
8. Schutzstrategien bei Nuklearwaffeneinsatz – Schutzwirkungen von Iodblockade und partikelfiltrierenden Halbmasken	18
VII. StrahlenschutzForum: Resilienz in der Multikrise	19

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

Das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) sieht in § 164 Absatz 2 die jährliche Berichterstattung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) an den Deutschen Bundestag und den Bundesrat über die Entwicklung der Radioaktivität in der Umwelt vor. Zusätzlich enthält dieser Bericht Informationen über den Bereich „nichtionisierende Strahlung“.

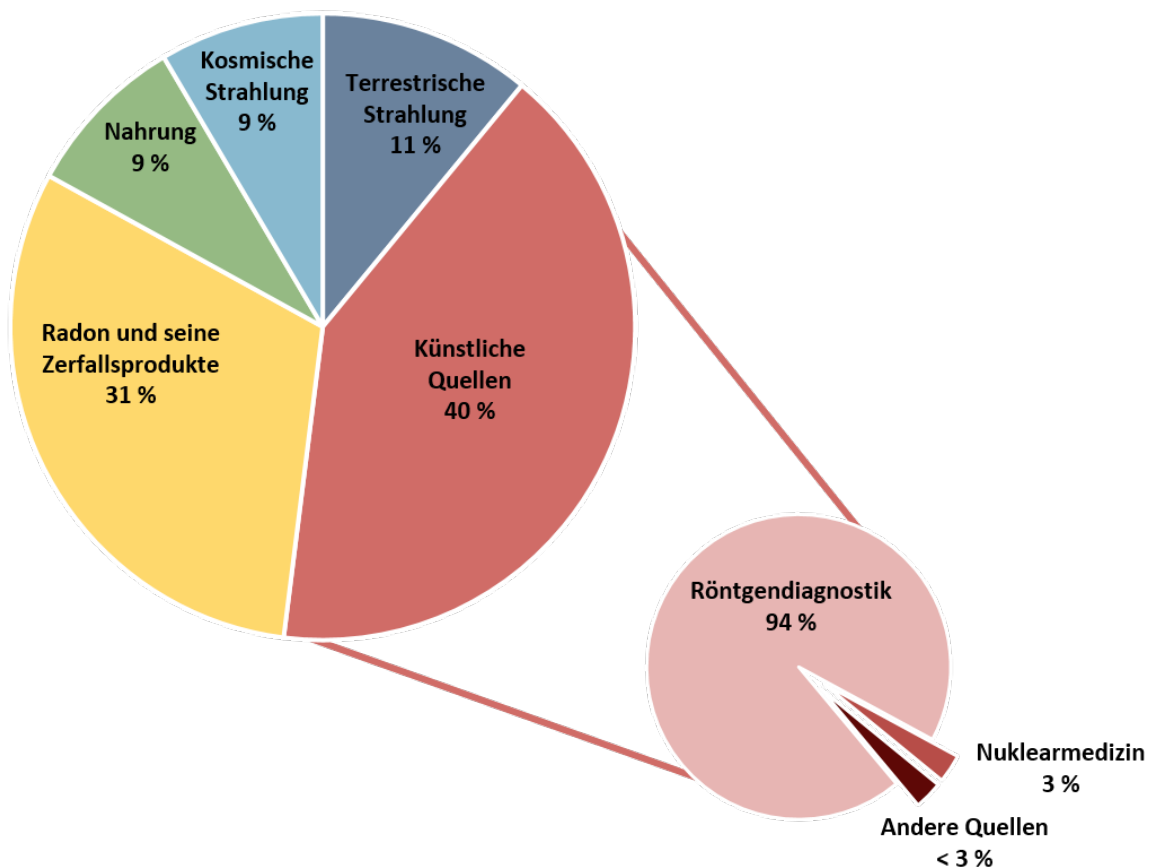
Alle Angaben beziehen sich auf das Berichtsjahr 1. Januar bis 31. Dezember 2022, sofern nichts Anderes angegeben ist. Ausführlicheres Datenmaterial ist den [Jahresberichten des BMUV](#) über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ zu entnehmen.

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

Übersicht zur Umweltradioaktivität und zur Strahlenbelastung

Die Anteile an der mittleren Strahlenexposition der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2022 sind in Abbildung 1 nach den verschiedenen Strahlenquellen aufgeschlüsselt. Die mittlere effektive Dosis beträgt etwa 3,6 mSv pro Jahr und Person. Der größte Beitrag erfolgt durch medizinische Anwendungen, insbesondere aus Computertomographie-Untersuchungen. Eine weitere wesentliche Quelle der Strahlenexposition ist das radioaktive Gas Radon und die Inhalation seiner Folgeprodukte, welche sich in Innenräumen ansammeln. Hierbei ist zu beachten, dass die Werte über die gesamte Bevölkerung gemittelte effektive Dosen darstellen. Die tatsächliche Jahresdosis einer Person hängt stark von den individuellen Gegebenheiten ab.

Abbildung 1 Anteil künstlicher Quellen ionisierender Strahlung an der effektiven Jahresdosis im Jahr 2022, gemittelt über die Bevölkerung Deutschlands



Wesentliche Ergebnisse im Berichtsjahr Gesamtbewertung der ionisierenden Strahlung:

- Die berechnete Gesamtexposition der Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2022 beträgt 3,6 mSv pro Person.
Der Wert ist 0,2 mSv niedriger als im Vorjahr und ist bedingt durch eine um insgesamt 0,2 mSv gesunkene medizinische Strahlenexposition (siehe Bericht des BMUV „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung – Jahresbericht 2022“, Kapitel IV).

Medizinische Strahlenexposition:

Für das Jahr 2021 wurde für Deutschland eine Gesamtzahl von 125 Millionen Röntgenanwendungen abgeschätzt (ohne zahnmedizinischen Bereich: etwa 75 Millionen Röntgenuntersuchungen). Die mittlere effektive Jahresdosis der Bevölkerung durch medizinische Strahlenexposition bildgebender Verfahren beträgt ca. 1,4 mSv (Daten für das Jahr 2021) und macht somit ca. 40 Prozent der durchschnittlichen Gesamtexposition pro Person aus.

- Eine starke Zunahme zwischen 2007 und 2021 ist insbesondere für die Häufigkeit von CT-Untersuchungen zu verzeichnen: Im ambulanten kassenärztlichen Bereich liegt diese bei 40 Prozent und im stationären Bereich sogar bei 100 Prozent. Demgegenüber nahm die effektive Dosis pro Einwohner für die Summe der restlichen Untersuchungsverfahren ab.
- Zur Früherkennung von Brustkrebs ist seit 2009 in Deutschland das Mammographie-Screening-Programm bundesweit etabliert, für welches ca. 12 Millionen Frauen alle zwei Jahre anspruchsberechtigt sind. Die Teilnehmerate lag im Berichtsjahr 2022 mit 2,8 Millionen Teilnehmenden bei 50,5 und ist damit geringfügig niedriger als 2021 mit 3,0 Millionen Teilnehmenden bei 51,5 Prozent.

Überwachung beruflicher Expositionen:

- Im Berichtsjahr wurden ca. 424 000 Personen strahlenschutzüberwacht. Die mittlere effektive Jahresdosis aller strahlenschutzüberwachten Personen beträgt 0,2 mSv. Etwa ein Viertel aller strahlenschutzüberwachten Personen hat eine messbare Dosis erhalten, deren mittlere effektive Jahresdosis 0,7 mSv beträgt.
- Die mittlere effektive Jahresdosis beträgt im Jahr 2022 für fliegendes Personal 1,2 mSv. Der Wert liegt immer noch deutlich unterhalb der Werte vor der Covid-19-Pandemie (1,8 mSv im Jahr 2019), steigt jedoch seit 2020 wieder kontinuierlich an (0,6 mSv im Jahr 2020 und 0,8 mSv im Jahr 2021).

Register hochradioaktiver Strahlenquellen (HRQ):

- Bis zum Ende des Jahres 2022 sind insgesamt 738 Genehmigungsinhaber zum Umgang mit HRQ (Vorjahr: 735) zu verzeichnen. 81 Bundes- und Landesbehörden haben Zugang zum Register.

Schachtanlage Asse:

- Bei der Ermittlung der Strahlenexposition ergeben sich für das Berichtsjahr 2022 effektive Jahresdosen von 1,0 µSv für Erwachsene und 1,1 µSv für Säuglinge. Die Werte sind auf Grund unterschiedlicher meteorologischer Verhältnisse gegenüber dem Vorjahr gesunken, und liegen weiterhin weit unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte.

Auswirkungen von Kernkraftwerksunfällen:

- Die Cäsium-137-Inventare im Boden aus dem Unfall in Tschornobyl nahmen durch radioaktiven Zerfall gegenüber dem Vorjahr um 2,3 Prozent ab und umfassen im Berichtsjahr noch 43 Prozent der 1986 deponierten Aktivität. Trotzdem ist die Kontamination von Wild und Pilzen in Deutschland verglichen mit anderen Lebensmitteln immer noch hoch; Überschreitungen der Grenzwerte gibt es weiterhin bei Wildschweinfleisch.
- Fukushima: Seit 2012 wurden in Deutschland keine Radionuklidaktivitäten mehr gemessen, die auf den Unfall zurückgeführt werden können.

Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder:

- Ein Schwerpunkt der Forschungs- und Kommunikationsaktivitäten von BMUV und dem 2020 gegründeten Kompetenzzentrum elektromagnetische Felder (KEMF) liegt bei der Einführung der 5. Mobilfunkgeneration (5G). Zukünftig werden für 5G wesentlich höhere Frequenzbereiche als bisher genutzt. Das BfS hat im Bereich der hohen Frequenzen Wissenslücken identifiziert und hierzu begleitende Forschungsvorhaben initiiert, die im Jahresbericht 2022 des BMUV über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ aufgelistet sind. Nach derzeitigem Kenntnisstand gibt es keine wissenschaftlich gesicherten Belege für möglicherweise gesundheitsschädigende Effekte durch die elektromagnetischen Felder der 5. Mobilfunkgeneration, wenn die Grenzwerte eingehalten werden. Eine signifikante Erhöhung der Exposition durch Einführung der neuen Technologie ist nicht zu erwarten.
- Ein weiterer Schwerpunkt ist der Ausbau der Stromnetze. Grundsätzlich gilt, dass bei Einhaltung der Grenzwerte gesundheitliche Risiken bis dato nicht nachgewiesen sind. Es bestehen jedoch in einigen Bereichen wissenschaftliche Unsicherheiten in der Risikobewertung. Daher führt das BfS ein begleitendes Forschungsprogramm zum „Strahlenschutz beim Stromnetzausbau“ mit insgesamt elf Themenfeldern und 49 einzelnen Forschungsvorhaben durch. Über die Ergebnisse informiert das BfS transparent auf der [Webseite](#).

Optische Strahlung:

- Das Thema „Nutzung von UV-C-Strahlung zu Desinfektionszwecken“ ist auch im Jahr 2022 im Zuge der COVID-19-Pandemie relevant. Im Februar 2022 ist die Technische Spezifikation zu UV-C-Sekundärluftgeräten (DIN TS 67506) erschienen. Eine weitere aktuelle Fragestellung ist die Beurteilung der Sicherheit von Fern-UV-C-Quellen (meist mit Wellenlängen um 222 nm), die beispielsweise zur Desinfektion von Raumluft in Anwesenheit von Personen genutzt werden. Hier gilt das besondere Augenmerk der Sicherheit empfindlicher Personengruppen.
- Der UV-Index erreichte im Juni und Juli 2022 im Norden und in der Mitte Deutschlands Werte von 6 bis 8, im Süden von 8 bis 9 und im alpinen Hochgebirgsraum Werte von 10 bis 11. Eine außergewöhnlich hohe Anzahl an Sonnenstunden im Sommer 2022 führte zu überdurchschnittlich vielen Tagen mit hohen und sehr hohen UV-Indexwerten. Werte ab 6 gelten als hoch, ab 8 als sehr hoch und ab 11 als extrem hoch. Entsprechend abgestufte Schutzmaßnahmen sind erforderlich.

Die aufgeführten Daten entstammen dem [Bericht des BMUV „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung – Jahresbericht 2022“](#).

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

I. Neuerungen im Strahlenschutzrecht

1. Friständerung im Rahmen der Verordnung zum Schutz vor schädlichen Wirkungen nicht-ionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen (NiSV)

Mit der am 15. Oktober 2021 in Kraft getretenen „Verordnung zur weiteren Modernisierung des Strahlenschutzrechts – Friständerung zur Milderung der Folgen der epidemischen Lage aufgrund des Coronavirus“ (BGBl. I 2021 S. 4646) wurde das Inkrafttreten bestimmter Anforderungen der Verordnung zum Schutz vor schädlichen Wirkungen nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen (NiSV) um ein Jahr vom 31. Dezember 2021 auf den 31. Dezember 2022 verschoben.

Es geht dabei vor allem um notwendige Schulungen zum Erwerb erforderlicher fachlicher Kenntnisse der Personen, die Anlagen zur Anwendung nichtionisierender Strahlung am Menschen einsetzen. Dies sind z. B. Laser und intensive Lichtquellen (IPL) zur dauerhaften Haarentfernung oder von Ultraschall und Hochfrequenz, u. a. zur Hautverjüngung. Infolge der Corona-Schutzmaßnahmen, insbesondere Kontaktbeschränkungen, konnten Schulungen zum Erwerb dieser Fachkunde bis Ende 2021 nicht in dem benötigten Umfang durchgeführt werden. Der Aufschub soll vor allem kleinere Kosmetikstudios und selbständige Kosmetiker*innen vor übermäßiger Belastung schützen. Mit der Verschiebung der Frist wurde den Betroffenen die benötigte Zeit eingeräumt, um den erforderlichen Nachweis der Fachkunde rechtzeitig erwerben zu können und Schulungskosten in eine Zeit mit einer sich absehbar verbessernden Einnahmesituation verlagern zu können. 2022 wurde darüber hinaus als Ergänzung der NiSV die Fachkunderichtlinie erarbeitet, die insbesondere Anforderungen an den Erwerb und den Nachweis der Fachkunde und die Anerkennung der Schulungsanbieter betrifft.

2. Richtlinie „Ärztliche Überwachung exponierter Personen durch ermächtigte Ärzte nach Strahlenschutzrecht“

Im Jahr 2022 wurde die ärztliche Überwachung strahlenexponierter Personen untergesetzlich neu geregelt. Die neue Richtlinie zum Strahlenschutzgesetz und zur Strahlenschutzverordnung „Ärztliche Überwachung exponierter Personen durch ermächtigte Ärzte nach Strahlenschutzrecht“ ersetzt die vorherige Richtlinie „Arbeitsmedizinische Vorsorge beruflich strahlenexponierter Personen durch ermächtigte Ärzte“, welche sich noch auf die frühere Strahlenschutzverordnung sowie auf die Röntgenverordnung bezog.

Die Richtlinie schreibt die vorher bestehenden Regelungen, die dem Schutz und der Vorsorge beruflich exponierter Personen dienen, fort und aktualisiert sie unter den Gegebenheiten des neuen Strahlenschutzrechts.

Neu geregelt bzw. klargestellt werden insbesondere:

- Befristung der Ermächtigung auf fünf Jahre,
- Mitteilungspflicht für die Tätigkeit außerhalb der Zuständigkeit der ermächtigenden Behörde an die lokal zuständige Behörde und
- nachgehende Untersuchungen nach Beendigung der Tätigkeit unter Berücksichtigung der Berufslebensdosis.

Die Anforderungen an die erforderliche Fachkunde sind nunmehr separat geregelt.

3. Radon – Harmonisierung der Messungen

Das Strahlenschutzgesetz und die Strahlenschutzverordnung enthalten die rechtlichen Vorgaben zum Schutz vor Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen sowie zur Festlegung und Überprüfung von sogenannten Radonvorsorgegebieten. Zur Bewertung der regionalen Radonsituation werden insbesondere Messungen in Innenräumen von Wohnungen und Arbeitsplätzen sowie der Bodenluft herangezogen. Diese werden im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung durch die Bundesländer durchgeführt. Aufgrund der regional teils sehr unterschiedlichen Verteilung von Radon im Bundesgebiet können je nach Region angepasste Messstrategien angezeigt sein, um zur Lösung von konkreten Fragestellungen zielgerichtet beizutragen. Die gesammelten Messdaten werden vom BfS für eine bundesweite Bewertung und zur Erarbeitung von Prognosen verwendet.

Die verschiedenen Messprogramme des Bundes sowie der Bundesländer werden regelmäßig im Bund-Länder-Gremium „Lenkungskreis Radonmaßnahmenplan“ (LK Radon) vorgestellt und die in den Messkampagnen gesammelten Erfahrungen ausgetauscht. Damit soll fortlaufend zu einem weiter harmonisierten Vorgehen bei Messungen von Radon beigetragen werden. Das BfS führte im Berichtsjahr eine Zusammenstellung der gesammelten Erfahrungen durch. Diese „Lessons Learned“ sollen als Grundlage bei der Durchführung von gegenwärtigen und zukünftigen Messprogrammen berücksichtigt werden.

4. AVV-Aufsichtsprogramm

Die für den Strahlenschutz zuständigen Behörden überprüfen Betriebe vor Ort, die Tätigkeiten im Sinne des Strahlenschutzrechts ausüben, also beispielsweise Genehmigungen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen oder den Betrieb von Röntgeneinrichtungen besitzen. Das Strahlenschutzgesetz fordert von den zuständigen Behörden die Erstellung und Veröffentlichung länderspezifischer „Aufsichtsprogramme“, dessen Ausgestaltung sich an den Risiken der Tätigkeiten anpasst. Diese Aufsichtsprogramme regeln, in welchem zeitlichen Abstand Vor-Ort-Prüfungen bei solchen Genehmigungsinhabern durchzuführen sind.

Die [Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Aufsichtsprogramm](#) schafft die Grundlage für die Erstellung der risikoorientierten Aufsichtsprogramme und trat am 1. April 2022 in Kraft. Tätigkeiten nach dem Strahlenschutzgesetz werden darin risikoorientierten Kategorien zugeordnet. Sie schafft damit eine wesentliche Grundlage für ein bundesweit einheitliches Vorgehen der Behörden.

II. Angriffskrieg auf die Ukraine – KKW Tschornobyl, Saporischschja sowie Umweltüberwachung 2022

1. Überfalls Russlands auf die Ukraine am 24. Februar 2022

Am Morgen des 24. Februar 2022 begann Russland einen Angriffskrieg gegen die Ukraine (Abbildung 2). Mit Vorstößen von Süden, Osten und Norden sollte eine schnelle Eroberung Kiews und der Sturz der ukrainischen Regierung erzielt werden. Dieses Kriegsziel wurde Ende März 2022 aufgrund der massiven Gegenwehr der Ukraine aufgegeben.

Das Kriegsgeschehen verlagert sich seither, von Luftangriffen abgesehen, auf den Osten und Südosten des Landes. Hier fanden auch immer wieder Kampfhandlungen um das Kernkraftwerk Saporischschja statt.

Die russischen Luftangriffe zielen bevorzugt auf die kritische Energieinfrastruktur der Ukraine ab. In hohem Maße betroffen sind auch die Hochspannungsnetze, an denen die ukrainischen Kernkraftwerke angeschlossen sind. Immer wieder gibt es großflächige Stromausfälle, die auch zu einer Verschärfung der nuklearen Sicherheitslage in der Ukraine führen.

Das ukrainische Parlament verhängt zu Beginn des Krieges das Kriegsrecht. Die Ukraine befindet sich seither im „Martial law“. Das bedeutet, dass zum Beispiel Männer im wehrpflichtigen Alter zwischen 18 und 60 Jahren das Land nur in Ausnahmefällen verlassen dürfen. Zudem werden die regulären Parlaments- und Präsidentenwahlen ausgesetzt. Unter der Kennung „Martial law declared“ veröffentlicht die IAEA auf ihrer USIE1-Seite im Zusammenhang mit dem russischen Angriffskrieg in der Ukraine stehenden Informationen.

Am 27. Februar 2022 versetzt der russische Präsident Putin die sogenannten „Abschreckungskräfte“ seines Landes in Alarmbereitschaft. Er begründet diesen Schritt mit „aggressiven Äußerungen“ von NATO-Mitgliedsstaaten und die als Reaktion auf den Einmarsch Russlands in die Ukraine gegen sein Land verhängten Sanktionen. Die „Abschreckungskräfte“ umfassen auch Atomwaffen.

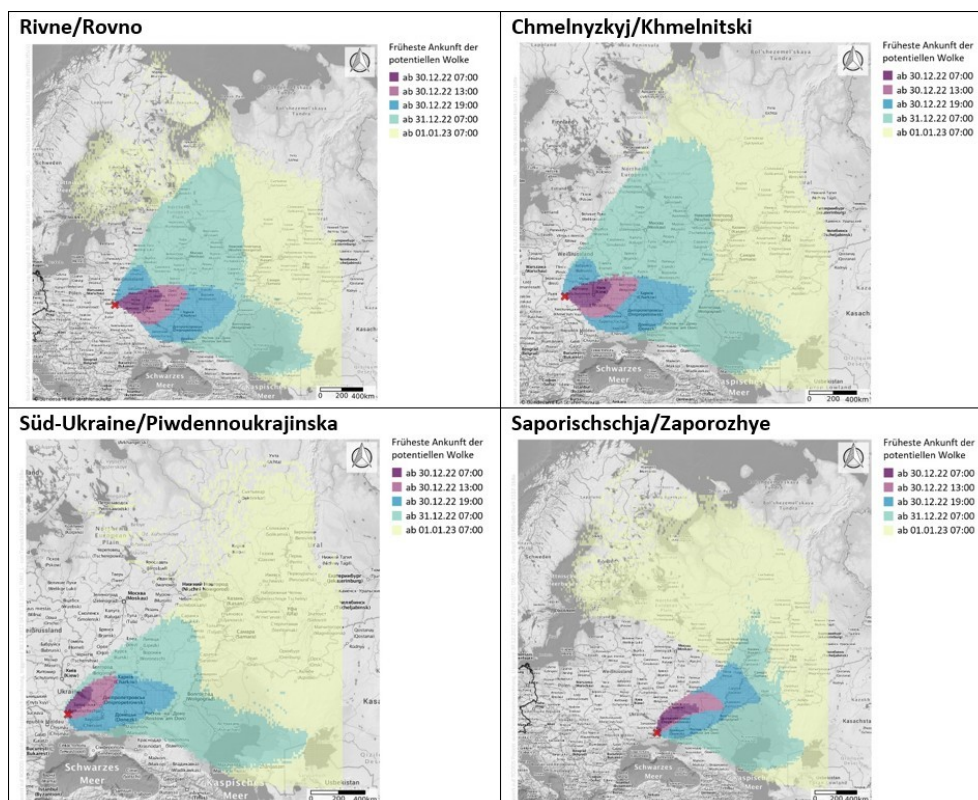
BfS-Mitarbeitende sind bezüglich des Krieges in der Ukraine in engem Austausch mit den internationalen Partnern, darunter auch der Internationalen Atomenergiebehörde in Wien (IAEA) und der Europäischen Union (EU).

¹ Die IAEA Plattform USIE (Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies) ist eine geschützte Webseite der IAEA (Internationalen Atomenergiebehörde in Wien) und kann von offiziellen Kontaktstellen der Vertragsparteien des [Übereinkommens über die frühzeitige Benachrichtigung bei nuklearen Unfällen](#) sowie des Übereinkommens über Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen oder radiologischen Notfällen verwendet werden.

Abbildung 2 Europa Landkarte mit farblich hervorgehobener Ukraine, Quelle BFS



Abbildung 3 Ausbreitungsrechnungen ab 30. Dezember 2022 für die vier Kernkraftwerksstandorte in der Ukraine, Situationsdarstellung



Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

2. Aufgabe des BMUV und BfS – Erstellung von Situationsdarstellungen

Seit Beginn des Krieges verfasst das BfS in Abstimmung mit dem BMUV regelmäßig Situationsdarstellungen. Bis Mitte April 2022 erstellte das BfS täglich, später dann zweimal wöchentlich, eine aktuelle Situationsdarstellung zur radiologischen Lage in der Ukraine.

Diese beinhaltet relevante Meldungen der IAEA, von SNRIU (ukrainische Aufsichtsbehörde) und Energoatom (ukrainischer Betreiber der Kernkraftwerke). Im Jahr 2022 wurden über die IAEA-USIE-Webseite 54 ENFs (Event Notice Forms) der ukrainischen Aufsichtsbehörde und 136 IAEA-Meldungen zur Ukraine versandt.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) berichtet in den Situationsdarstellungen von BfS/BMUV tagesaktuell zur Wetterlage in der Ukraine. Das BfS berechnet zudem seit Beginn des Krieges mit Unterstützung des DWD zweimal täglich, ob Luftmassen aus der Ukraine nach Deutschland gelangen könnten und stellt die Ergebnisse in den Situationsdarstellungen dar.

BMUV berichtet mit Unterstützung durch die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH in den Situationsdarstellungen über die Situation in den kerntechnischen Anlagen der Ukraine.

Zudem überprüft das BfS täglich rund um die Uhr etwa 500 bis 600 Messwerte aus der gesamten Ukraine. Die Daten kommen aus dem internationalen Datenaustausch mit der IAEA (IRMIS = International Radiation Monitoring Information System), der EU (EURDEP = Europäische Plattform zum Austausch radiologischer Daten) und von SaveDnipro, einer ukrainischen Umweltschutzorganisation, die über die Plattform SaveEcoBot Umweltmessdaten unterschiedlicher, überwiegend amtlicher Quellen und eigene Messungen als Open Data zur Verfügung stellt. Zu SaveDnipro wurde zudem ein direkter Kontakt aufgebaut und weiterhin gepflegt.

Darüber hinaus überprüft das BfS auch Messdaten eigener Sonden, die in Kiew und in benachbarten Ländern stehen.

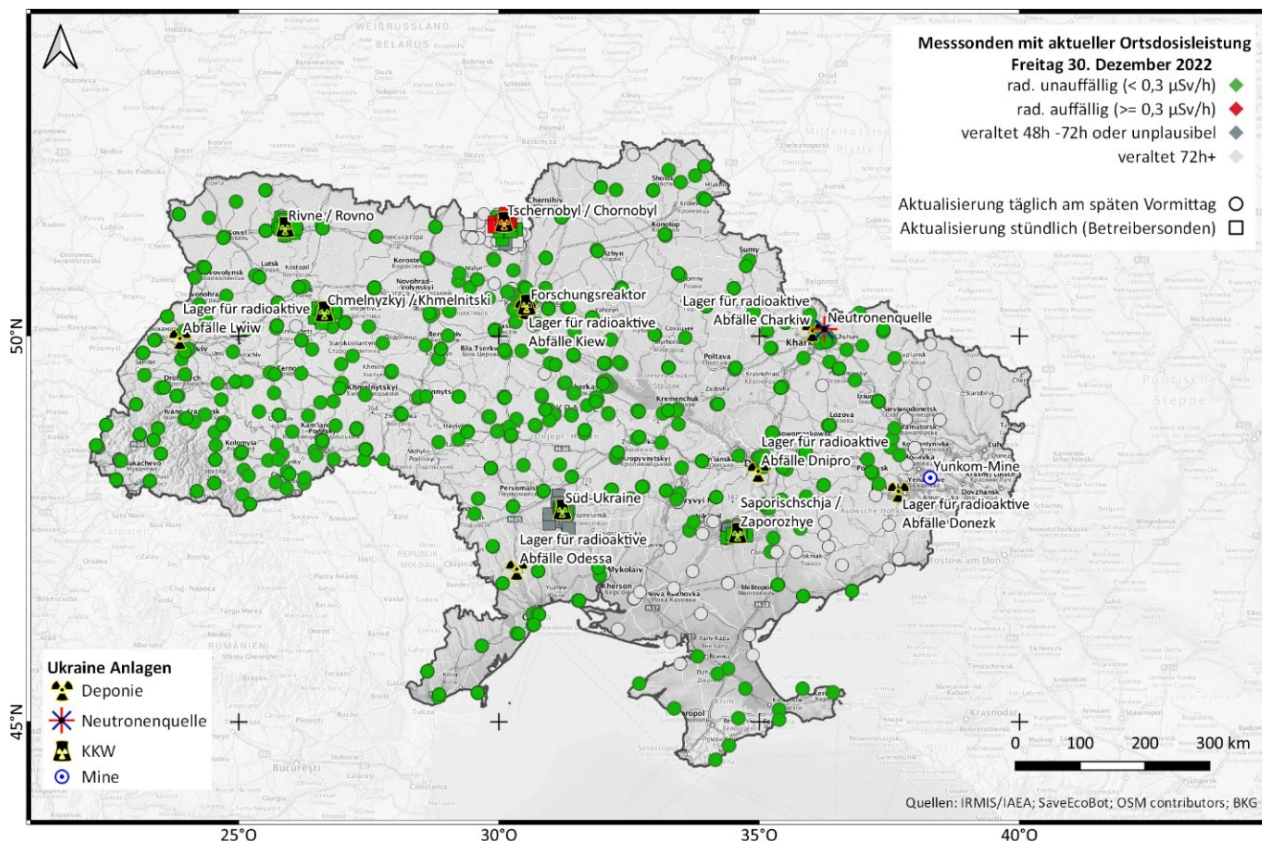
Die Messwerte aus der Ukraine und den Nachbarstaaten lieferten bisher keine Hinweise auf eine Freisetzung radioaktiver Stoffe.

Die Situationsdarstellungen werden von den jeweils diensthabenden Rufbereitschaften im BfS erstellt und mit dem BMUV abgestimmt. Sie werden auf ELAN, der webbasierten elektronischen Lagedarstellung des BfS, veröffentlicht und an weitere Institutionen, wie der Bundeswehr, NATO und an das Bundeskanzleramt weitergeleitet.

Am 30. Dezember 2022 erschien die 115. Situationsdarstellung zur radiologischen Lage in der Ukraine (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4).

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

Abbildung 4 **Übersichtskarte der kerntechnischen Einrichtung und verfügbaren Messsonden in der Ukraine. Messsonden mit aktueller Ortsdosisleistung vom 30.12.2022 in der Ukraine, Situationsdarstellung (Stand 30.12.2022 08:00 MEZ).**



3. Kernkraftwerke in der Ukraine Allgemeines

In der Ukraine stehen an vier Kernkraftwerk-Standorten 15 Reaktorblöcke (Abbildung 5). Bei allen Blöcken handelt es sich um Druckwasserreaktoren russischer Bauart (WWER). Neben diesen Leistungsreaktoren gibt es in Kiew einen Forschungsreaktor und in Charkiw eine unterkritische Neutronenquelle.

Die ukrainischen Kernkraftwerke (KKW) haben vor dem Krieg nach Angaben der Internationalen Energie Agentur (IEA) mit einer jährlich erzeugten Strommenge von circa 75 Terawattstunden deutlich über die Hälfte des dortigen Stromverbrauchs (circa 135 TWh im Jahr 2019) geliefert.

Alle Kernkraftwerke der Ukraine sind direkt oder indirekt von den russischen Angriffen betroffen. Insbesondere der Ausfall des Stromnetzes führt regelmäßig zu Problemen wie Leistungsreduktionen oder Abschaltungen.

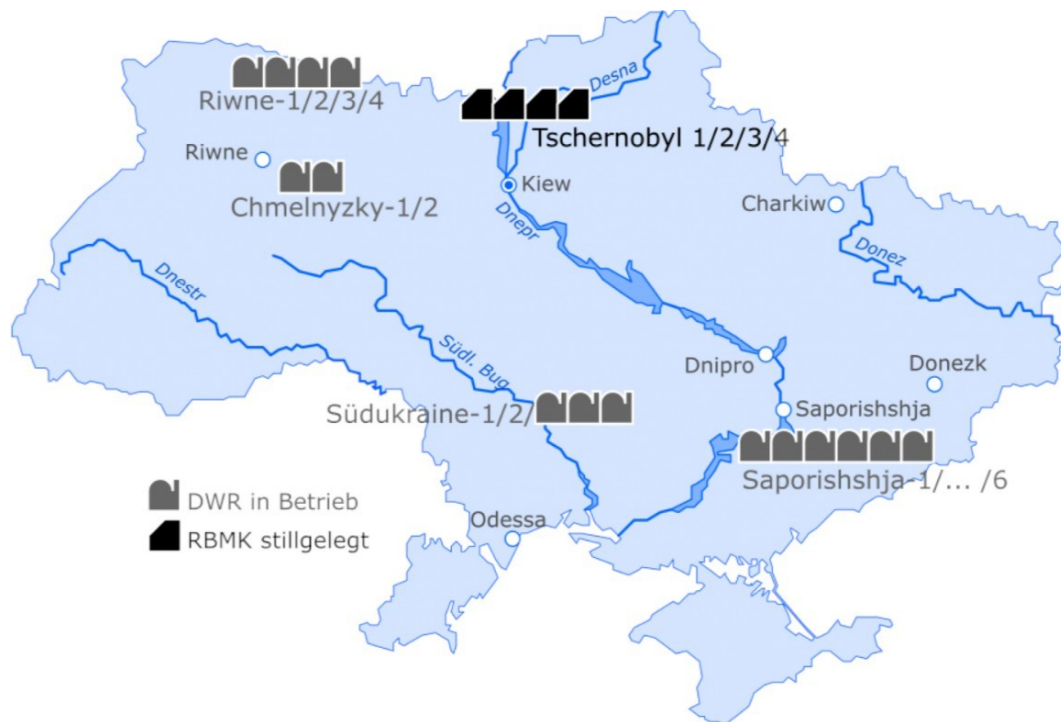
Das KKW Süd-Ukraine mit 1 230 Kilometer Entfernung zur deutschen Grenze besteht aus drei Reaktorblöcken der WWER-1000-Baureihe. Sie sind seit 1983, 1985 und 1989 im Leistungsbetrieb.

Das KKW Riwna mit 760 Kilometer Entfernung zur deutschen Grenze befindet sich etwa 65 Kilometer südlich der Grenze zu Belarus. Dort speisen zwei WWER-1000 Reaktorblöcke Strom in das ukrainische Landesnetz ein, darunter mit Riwna-4 seit 2006 der jüngste ukrainische Reaktorblock. Der Reaktorblock Riwna-3 hat seinen kommerziellen Betrieb 1987 aufgenommen. Seit 1981 bzw. 1982 produzieren außerdem zwei Reaktoren vom Typ WWER-440 Strom.

Das KKW Chmelnyzkyj mit 820 Kilometer Entfernung zur deutschen Grenze liegt in rund 150 Kilometern Entfernung zur belarussischen Grenze. Hier befinden sich seit 1988 bzw. 2004 zwei Reaktoren der WWER-1000-Baureihe im Leistungsbetrieb.

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

Abbildung 5 Kernkraftwerksstandorte in der Ukraine, Quelle GRS



KKW Saporischschja

Das KKW Saporischschja liegt nahe der Stadt Enerhodar am Fluss Dnjepr und am Südufer des später (2023) zerstörten Kachowka-Stausees. 55 Kilometer nordöstlich befindet sich die gleichnamige Stadt. Die Entfernung zur deutschen Grenze beträgt 1 470 Kilometer.

Mit sechs Reaktorblöcken des Typs WWER-1000, die zwischen 1985 und 1996 ihren kommerziellen Betrieb aufgenommen haben, ist es der größte KKW-Standort Europas. Jeder der Blöcke kann im Volllastbetrieb eine elektrische Leistung von 950 Megawatt (MW) erzeugen.

Etwa eine Woche nach dem Einmarsch russischer Truppen in die Ukraine, in der Nacht zum 4. März 2022, wurde das Kernkraftwerk Saporischschja in direkte Kampfhandlungen verwickelt. Russischer Granatenbeschuss beschädigt das Hauptgebäude von Block 1. Brände auf dem Gelände konnten schnell gelöscht werden. Seither wird das KKW durch russische Truppen kontrolliert.

Die Radiologische Rufbereitschaft und später das Radiologische Lagezentrum im BMUV sowie im BfS erstellte noch in der Nacht des 4. März 2022 und in den darauffolgenden Tagen sechs Radiologische Lagebilder (RLB) mit aktuellen Geschehnissen in der Anlage, Ausbreitungsrechnungen und radiologischen Messdaten sowie einer Bewertung der radiologischen Lage. Die Ausbreitungsrechnungen zeigten, dass Deutschland von einer möglicherweise radiologischen Freisetzung aus dem KKW nicht betroffen gewesen wäre. Es gab keine auffälligen Messwerte, eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen fand nicht statt.

Aufgrund anhaltender Kriegshandlungen wurden zum 11. September 2022² alle Reaktorblöcke heruntergefahren. Seither nimmt die Nachzerfallswärme der Brennelemente ab, das Risiko eines radiologischen Unfalls sinkt. Kurzlebige radioaktive Stoffe wie beispielsweise Jod-131 sind inzwischen zerfallen.

Für die Kühlung und zur Aufrechterhaltung der Sicherheitssysteme ist die Anlage allerdings weiterhin abhängig von einer funktionierenden Stromversorgung. Normalerweise sichern dies mehrere (Hochspannungs-)Leitungen, die mit dem ukrainischen Stromnetz verbunden sind. Durch Kampfhandlungen wird die Anbindung an das Stromnetz häufig unterbrochen. Nach Angaben des ukrainischen Betreibers kann die Stromversorgung seit Ende 2022 mit 20 Notstromdieselmotoren mehr als 10 Tage lang aufrechterhalten werden.

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

² [IAEA-Press-Release-Update 100](#)

Ab September 2022 ist die IAEA dauerhaft mit mehreren Mitarbeitern vor Ort und führt regelmäßige Inspektionsrundgänge auf dem Anlagengelände durch. Der uneingeschränkte Zugang zu allen Teilen des Geländes und der Gebäude sowie offene Gespräche mit dem Personal des KKW wird dem IAEA-Team durch die russischen Besatzer nicht gewährt.

Das Kraftwerksgelände ist rundherum vermint. Die IAEA-Experten vor Ort berichten von ständigen Militäroperationen und von Landminen-Explosionen außerhalb der Umzäunung des Kraftwerksgeländes, die vermutlich durch Wildtiere verursacht werden.

Nach Angaben der IAEA sinkt die Zahl der Beschäftigten seit der Übernahme durch die russischen Besatzer von ehemals mehr als 10 000 Mitarbeitern kontinuierlich auf einige Tausend ab.

Die IAEA weist zudem regelmäßig auf die Einhaltung der sieben³ Säulen der nuklearen Sicherheit hin, die in diesem bewaffneten Konflikt in Gefahr sind.

Abgeschaltetes Kernkraftwerk Tschornobyl

Am Standort in Tschornobyl, unmittelbar an Belarus angrenzend, finden an drei Reaktorblöcken vom Typ RBMK Stilllegungs- und Rückbauarbeiten statt. Der bei der Katastrophe 1986 zerstörte Reaktorblock 4 befindet sich mit dem in der Sowjetzeit errichteten Sarkophag seit 2016 unter einer Hülle, im „Neuen Sicheren Einschluss (NSC)“.

Darüber hinaus werden auf dem Gelände ein Nass- und Trockenlager für etwa 20 000 bestrahlte Brennelemente aus dem Betrieb des KKW Tschornobyl sowie Lager- und Verarbeitungseinrichtungen für flüssige und feste radioaktive Abfälle betrieben.

Tschornobyl wurde am späten Nachmittag des 24. Februar 2022 von russischen Streitkräften eingenommen. Russische Truppen marschierten von Belarus aus kommend über die Sperrzone am Kernkraftwerk Tschornobyl Richtung Kiew. Die Soldaten vernachlässigten dabei vermutlich Strahlenschutzmaßnahmen.

Am 25. Februar 2022 meldet die ukrainische Aufsichtsbehörde erhöhte Gammastrahlungswerte aus der Sperrzone, deren Plausibilität aber nicht bestätigt werden konnte und die nach kurzer Zeit wieder auf Normalniveau abfielen. Wahrscheinlichste Ursache für diesen Anstieg sind Datenmanipulationen.

Während der Besatzung hielten sich russische Truppen auch längerer Zeit in hochkontaminierten Gebieten in der Sperrzone auf, zum Beispiel im sogenannten „Roten Wald“ in der Nähe des KKW. Sie wirbelten dabei radioaktiv kontaminierten Staub auf und atmeten diesen ein. Das BfS hat die Strahlenbelastung der Soldaten abgeschätzt. Mit Hilfe von äußerst konservativen Berechnungen ergeben sich maximale Werte von 130 Millisievert (effektive Dosis). Bei dieser Dosis kann es im Laufe der nächsten Jahre und Jahrzehnte zu einer Erhöhung des Risikos für stochastische Schäden (vor allem Krebserkrankungen) kommen (siehe Anhang 1), direkte Strahlenschäden sind aber nicht zu erwarten.

Am 9. März 2022 wurde das Atomkraftwerk Tschornobyl vom Stromnetz genommen. Damit fiel auch die Stromversorgung der Pumpen aus, die zur Kühlung der abgebrannten Brennelemente erforderlich sind. Aufgrund der bereits langen Abklingzeit dieser Brennelemente war wegen ihrer nur noch geringen Nachzerfallswärme nur ein langsamer Anstieg der Temperatur zu befürchten, und ein Schmelzen der Brennelemente war nicht zu erwarten. Nach wenigen Tagen wurde die Stromversorgung wiederhergestellt.

Für die an Erschöpfung leidende Betriebsmannschaft des KKW gab es erst nach vier Wochen durchgängigen Dienst den ersten Austausch. Fachkräfte konnten ebenfalls erst wieder Ende März 2022 vor Ort technische Mängel an Messsystemen beheben.

Laut [SNRIU](#) erfolgte am Abend des 31. März 2022 der Abzug der russischen Truppen, danach normalisierte sich die Lage am KKW Tschornobyl wieder.

Die Messwerte liegen bis heute im üblichen Bereich. An einigen Standorten in der Sperrzone gibt es Messwerte, die oberhalb des Indikatorwertes für radiologisch auffällige Messwerte liegen ($> 0,3\mu\text{Sv/h}$, roter Punkt in der Karte Abbildung 4). Diese erhöhten Werte werden auch heute noch durch die Ablagerungen von Radionukliden direkt nach dem KKW-Unfall im Jahr 1986 verursacht. Die radiologisch auffälligen Messwerte sind daher plausibel und an diesem Standort nicht ungewöhnlich.

³ [IAEA-Press-Release, 4. März 2022](#), Während eines bewaffneten Konflikts dürfe die physische Integrität der Nuklearanlagen nicht verletzt werden, alle Sicherheitssysteme müssten jederzeit funktionieren, die Angestellten müssten ihrer Arbeit ohne Druck nachgehen können, die Stromversorgung müsse sichergestellt sein, die Versorgung mit lebenswichtigen Gütern dürfe nicht unterbrochen werden, die Strahlung auf dem Gelände müsse ständig überwacht werden, und die Kommunikation mit der Aufsichtsbehörde müsse funktionieren.

Mit Beginn der Waldbrand-Saison im März 2022 berichtete das BfS auch über Waldbrände in der Sperrzone, die anhand von Satellitenbildern der NASA ausgewertet wurden. Es kam immer wieder zu kleineren Bränden.

4. Potenzielle Auswirkungen auf Deutschland, Gefährdungsanalysen

Das BfS hat bereits in der Vergangenheit untersucht, wie sich radioaktive Stoffe aus Kernkraftwerken verbreiten und welche Auswirkungen auf Deutschland bei Freisetzung radioaktiver Stoffe in ukrainischen Kernkraftwerken zu erwarten wären.

Über das Jahr 2021 hinweg gelangten an etwa 120 Tagen Luftmassen aus der Ukraine nach Deutschland, das heißt bei etwa 28 Prozent der Wetterlagen des ganzen Jahres.

Für den Fall, dass radioaktive Stoffe infolge einer Freisetzung in einem ukrainischen Kernkraftwerk nach Deutschland gelangen würden, würden sich die erforderlichen Notfallmaßnahmen voraussichtlich auf die Landwirtschaft und die Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte beschränken.

Nach den Berechnungen des BfS ist nicht zu erwarten, dass weitergehende Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung notwendig wären.

5. Jodtabletten

In Deutschland sind 189,5 Millionen hochdosierte Jodtabletten⁴ in dezentralen Lagern in den Bundesländern verfügbar. Diese würden bei einem radiologischen Notfall, bei dem ein Eintrag von radioaktivem Jod in die Luft zu erwarten ist, in den möglicherweise betroffenen Gebieten durch die Katastrophenschutzbehörden verteilt. Bei radiologischen Notfällen in Kernkraftwerken in der Ukraine wäre es gemäß der BfS-Analysen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht erforderlich, diese Jodtabletten einzunehmen.

III. Überprüfung des gegenwärtigen Strahlenschutzsystems durch die internationale Strahlenschutzkommission (ICRP)

Seit ihrer Gründung im Jahr 1928 entwickelt die internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) Empfehlungen, die weltweit als Grundlage für gesetzliche Regelungen, Normen und Richtlinien zum Strahlenschutz dienen. Beispielsweise basiert das aktuell gültige deutsche Strahlenschutzgesetz wesentlich auf den grundlegenden Empfehlungen der ICRP. Das BMUV und das BfS begleiten den Prozess der Überprüfung und Weiterentwicklung des Strahlenschutzsystems durch die ICRP.

Auf ihrem alle zwei Jahre stattfindenden Symposium stellte die ICRP vom 7. bis 9. November 2022 in Vancouver in Kanada einem breiten Publikum erste Pläne zur Überprüfung ihrer gegenwärtig gültigen Empfehlungen und zur Zukunft des Strahlenschutzsystems vor⁵. Während dieser drei Tage diskutierten fast 500 Teilnehmer aus mehr als 60 Ländern, an welchen Stellen das gegenwärtige Strahlenschutzsystem, das die ICRP ab dem Jahre 2000 entwickelt und 2007 veröffentlicht hatte⁶, einer Verbesserung bedarf. Gründe für die Notwendigkeit einer derartigen Überprüfung sind zum Beispiel der wissenschaftliche Fortschritt in der Strahlenforschung in den letzten 20 Jahren, Veränderungen der Gesellschaft, zum Beispiel im Hinblick auf die Bewertung strahlenbedingter Gesundheitsrisiken, oder die praktischen Erfahrungen, die in den letzten 20 Jahren weltweit mit dem gegenwärtigen Strahlenschutzsystem gewonnen wurden.

Organisationen, die Interesse an der Weiterentwicklung des Strahlenschutzes haben, wurden von der ICRP in Vancouver aufgerufen, sich aktiv zu beteiligen. Dies ist zum Beispiel möglich durch die Mitarbeit in Arbeitsgruppen der ICRP, die sich mit für den Überprüfungsprozess wichtigen Teilaspekten beschäftigen. Die Teilnahme an öffentlichen Webinaren und Workshops bietet eine weitere Möglichkeit, eigene Ideen einzubringen. Zusammenfassende Berichte der Arbeitsgruppen der ICRP werden vor Veröffentlichung für einen Zeitraum von mehreren Monaten auf der Website der ICRP zur freien Kommentierung veröffentlicht, um die Berichte inhaltlich zu verbessern und einen möglichst breiten internationalen Konsens herzustellen. Die Teilnehmenden des

⁴ Die Einnahme von Jodtabletten schützt ausschließlich vor der Aufnahme von radioaktivem Jod in die Schilddrüse, nicht vor der Wirkung anderer radioaktiver Stoffe. Von einer selbstständigen Einnahme der hochdosierten Jodtabletten rät das BfS ab. Eine Selbstmedikation mit hochdosierten Jodtabletten birgt gesundheitliche Risiken insbesondere für ältere Personen, hat aktuell aber keinen Nutzen. Radioaktives Jod hat eine Halbwertszeit von wenigen Tagen. Das bei dem Reaktorunfall von Tschornobyl vor über 35 Jahren freigesetzte radioaktive Jod ist mittlerweile vollständig zerfallen und kann deshalb nicht mit dem Wind nach Deutschland transportiert werden.

⁵ [Clement et al. \(2021\) Keeping the ICRP Recommendations Fit for Purpose. Journal of Radiological protection 41, 1390–1409](#)

⁶ [ICRP \(2007\) The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Annals of the ICRP 37](#)

Symposiums begrüßten dieses Bestreben der ICRP, den Prozess der Überprüfung und Weiterentwicklung des Strahlenschutzsystems transparent und partizipativ zu gestalten.

Die Weiterentwicklung des Strahlenschutzsystems erfordert auf verschiedensten Ebenen eine kontinuierliche und nachhaltige Unterstützung durch verschiedene Akteure. Daher rief die ICRP auf ihrem Symposium in Vancouver dazu auf, das Fachwissen und die Kompetenz im Bereich des Strahlenschutzes weltweit zu stärken, indem

1. die von Regierungen und internationalen Organisationen bereitgestellten Ressourcen zur Unterstützung der Strahlenschutzforschung erhöht werden,
2. Forschungseinrichtungen bestehende langfristige Forschungsprogramme erhalten bzw. neue auflegen,
3. Universitäten relevante Bachelor- und Master-Universitätsprogramme anbieten und weiterentwickeln,
4. die gesellschaftliche Bedeutung des Strahlenschutzes Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit mit einer leicht verständlichen Sprache vermittelt wird und
5. insbesondere bei Multiplikatoren das Bewusstsein für eine sinnvolle Anwendung ionisierender Strahlung und für die Wichtigkeit des Strahlenschutzes durch Aus- und Weiterbildung gefördert wird⁷.

IV. Gemeinsame Europäische Forschung zum Strahlenschutz

1. BfS-Forschungsprogramm, Kooperation und Vernetzung

Das [Forschungsprogramm des BfS](#) dient als Grundlage für das wissenschaftliche Arbeiten und konkretisiert den mittelfristigen Forschungsbedarf im Strahlenschutz, der sich aus dem gesetzlichen Auftrag und den daraus abgeleiteten Zielen des BfS ergibt. Das Forschungsprogramm beschreibt sowohl den fachlichen Fokus sowie die thematische Einbindung in die Ressortforschung des BMUV als auch den Rahmen für Beteiligungen des BfS an nationalen und internationalen Forschungsprojekten und -programmen Dritter zur Strahlenforschung.

Generell werden potenzielle wissenschaftliche Kooperationen dahingehend bewertet, ob sie dem öffentlichen Interesse, dem Interesse und den Themen des BfS sowie dem gesetzlichen Auftrag und den jeweiligen Zielvorgaben des BfS dienlich sind.

Grundsätzlich sieht das BfS einen Vorteil für die Strahlenforschung in einer starken europäischen Forschungszusammenarbeit und hat daher das European Joint Programme CONCERT bis ins Jahr 2020 als Koordinator verantwortet. Auch im Nachfolgeprojekt [PIANOFORTE](#) ist das BfS als Leitung eines Arbeitspakets („Stakeholder Involvement“) und im Executive Board des Projekts vertreten und hat dessen Entstehung auch auf europäischer Ebene konsequent mit den europäischen Partnerinstitutionen begleitet.

2. PIANOFORTE (2022 bis 2027) – Europäische Partnerschaft für Strahlenschutzforschung

PIANOFORTE ist eine fünfjährige, kofinanzierte EU-Partnerschaft (Startdatum 1. Juni 2022 bis zum Enddatum 31. Mai 2027), an der zum Start 58 Partner aus 22 EU-Ländern sowie dem Vereinigten Königreich und Norwegen beteiligt sind (<https://pianoforte-partnership.eu>). Sie wird vom französischen Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (IRSN) koordiniert. Die Partnerschaft wurde im Mai 2022 mit dem Ziel ins Leben gerufen, den Schutz der Bevölkerung, der Arbeitskräfte, der Patient*innen und der Umwelt vor umweltbedingter, beruflicher und medizinischer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung zu verbessern. Zu diesem Zweck wird PIANOFORTE drei offene Aufforderungen zur Einreichung von Forschungsprojekten zu Themen organisieren, die von den sechs europäischen Strahlungsplattformen (www.meenas.eu) festgelegt und mit einem Gremium von Interessenvertretern konsultiert wurden.

Im Rahmen dieser Partnerschaft werden drei Ausschreibungen geplant, die sich auf folgende Themen konzentrieren: a) Verbesserung des Strahlenschutzes im medizinischen Bereich, b) Verbesserung des Verständnisses über individuelle Reaktionen auf Strahlenexposition, c) Untersuchung der Mechanismen bei chronischer Strahlenexposition im Niedrigdosisbereich und d) Verbesserung der Vorsorge und Resilienz in nuklearen/radiologischen Krisensituationen und der Bewältigung von Unfallfolgen. Das Gesamtbudget für die drei Aufforderungen in den Jahren 2023, 2024 und 2025 beläuft sich auf ca. 34 Millionen Euro (davon 63 Prozent aus dem EU Euratom-Programm und 37 Prozent Finanzierung durch die beteiligten Mitgliedstaaten). Darüber hinaus verfügt PIANOFORTE über ein Budget von 0,9 Millionen Euro für Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten.

⁷ [Rühm et al. \(2023\) Vancouver Call for Action to Strengthen Expertise in Radiological Protection Worldwide. Radiation and Environmental Biophysics 62, 175–180](#)

ten, einschließlich der Unterstützung von Mobilitätsprogrammen und Ausbildungskursen. Die Unterstützung der europäischen Strahlungsforschungsinfrastrukturen ist ebenfalls im Budget enthalten. Durch die in seinem Rahmen durchgeführten Forschungstätigkeiten wird PIANOFORTE zur Umsetzung der europäischen Politik beitragen, wie z. B. dem Europäischen Plan zur Krebsbekämpfung, dem Grünen Pakt für Wachstum und der Umsetzung des Fahrplans zur Verringerung industrieller und natürlicher Risiken. Die Projektdetails, einschließlich des Inhalts der Projektauftrufe, werden vorgestellt und diskutiert.

Das BfS ist als Leitung des Arbeitspakets „Stakeholder Involvement“ für eine breite wissenschaftliche und gesellschaftliche Verankerung der Forschungsfragen und -projekte verantwortlich. Als Mitglied des Vorstands der Partnerschaft wird das BfS außerdem seine Erfahrung als Koordinator des Vorgängerprogramms CONCERT (2015 bis 2020) einbringen.

V. 7. internationaler Workshop zur Ursachenforschung von Leukämie im Kindesalter

Leukämie ist weltweit die häufigste Krebsart bei Kindern und macht bis zu einem Drittel aller Krebsfälle aus. Trotz intensiver Forschung ist der Kenntnisstand zu den Ursachen der Erkrankung aber bis heute unbefriedigend. Ein etablierter umweltbedingter Risikofaktor für Leukämie ist die Exposition gegenüber hohen oder moderaten Dosen ionisierender Strahlung. Die Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern, wie sie bspw. in der Nähe von Stromkabeln oder Hochspannungsleitungen auftreten, oder sehr niedrigen Dosen ionisierender Strahlung (bspw. durch Radon oder natürliche Hintergrundstrahlung) steht ebenfalls in Verdacht, das Leukämierisiko zu erhöhen. Allerdings ist für die beiden letztgenannten Umweltrisikofaktoren ein Zusammenhang bis heute nicht nachgewiesen.

Dennoch waren die Hinweise auf einen möglichen Zusammenhang Anstoß, die Forschung auf diesem Gebiet voranzutreiben. Seit 2008 organisiert das BfS daher regelmäßig mit Mitteln des BMUV finanzierte internationale Workshops mit dem Ziel, internationale Expert*innen auf dem Gebiet zusammenzubringen und gemeinsam den wissenschaftlichen Fortschritt und neuste Erkenntnisse sowie Techniken auf verschiedenen Gebieten der Ursachenforschung bei Leukämie im Kindesalter zusammenzutragen und zu diskutieren.

Der siebte internationale Workshop fand vom 28. bis 30. November 2022 in München als Hybridveranstaltung statt. Er lieferte einen umfassenden Überblick über die aktuelle Forschung und Fortschritte bei der Identifizierung der komplexen Ursachen von Leukämie im Kindesalter. Er brachte neue Einblicke in die Entstehungsmechanismen der Erkrankung bei Vorliegen bestimmter vererbbarer sowie nicht vererbbarer genetischer Veränderungen. Die dadurch bedingte genetische Anfälligkeit für Leukämie ist ein Thema von wachsender Bedeutung. Etwa 5 bis 10 Prozent der Leukämiepatient*innen tragen eine Keimbahnmutation (d. h. eine vererbbare Mutation), die eine Leukämieentstehung wahrscheinlicher macht.

In mehreren Vorträgen wurde die Rolle des Immunsystems bei der Entstehung von Leukämie in Kindern beleuchtet. Beobachtungsstudien an Menschen (epidemiologische Studien) und tierexperimentelle Daten weisen darauf hin, dass Infektionen aber auch Impfungen die Entwicklung des Immunsystem und dessen Antwort auf spätere Immunstimulationen verändern können. So gibt es Hinweise, dass durch ein angemessenes und rechtzeitiges Training des Immunsystems das Leukämierisiko gesenkt werden kann. Dadurch könnten sich neue Möglichkeiten der Intervention ergeben, dies ist aber noch Gegenstand aktueller Forschung.

In einer weiteren Session wurde der aktuelle Forschungsstand zu einem möglichen Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und Leukämie im Kindesalter vorgestellt. Ein solcher Zusammenhang wurde in epidemiologischen Studien oberhalb von Expositionen von 0,3 Mikrottesla beobachtet. Diese Exposition liegt deutlich unterhalb des in der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes festgelegten Grenzwerts für niederfrequente Magnetfelder von 100 Mikrottesla, aber über dem Wert von 0,1 Mikrottesla, der als mittlere Alltagsexposition im häuslichen Umfeld angenommen wird. Neue epidemiologische Studien zeigen weiterhin ein erhöhtes Risiko an Leukämie zu erkranken, wenn die Exposition 0,3 Mikrottesla überschreitet, allerdings ist das beobachtete Erkrankungsrisiko in neueren Studien kleiner als in früheren Studien. Die genauen Gründe für die Abnahme des beobachteten Risikos sind unbekannt, auch gibt es keine neuen Erkenntnisse hinsichtlich möglicher Wirkmechanismen, durch die niederfrequente Magnetfelder Leukämie in Kindern auslösen könnten.

Mehrere Vorträge beleuchteten auch niedrige Dosen ionisierender Strahlung als potenziellen Risikofaktor für die Entstehung von Leukämien. Dabei zeigten epidemiologische Daten keinen gesicherten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Leukämien und natürlicher Hintergrundstrahlung. Auch bezüglich Radonexposition wurden keine gesicherten Daten gefunden. Hingegen können niedrige bis moderate Expositionen durch medizinische Strahlenanwendungen, wie CT-Scans, das Risiko erhöhen. Besonders sichtbar ist dieser Effekt in der ersten Dekade nach postnataler Exposition. Mechanistische Studien weisen auf Veränderungen in der chemi-

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

schen Zusammensetzung der Erbsubstanz (DNA-Methylierung) hin, die die Genregulation und damit eine korrekte Zellfunktion beeinflussen könnten.

Der [Bericht zum Workshop](#) mit der Tagesordnung und den Abstracts ist online verfügbar. Die Workshop-Reihe soll mit dem achten Leukämie-Workshop im Jahr 2026 fortgeführt werden.

VI. Beratungsergebnisse der Strahlenschutzkommission (SSK)

1. Exposition durch Radon im Zusammenhang mit radioaktiven Altlasten

Das System der Regelungen zum Schutz vor Radon für Einzelpersonen der Bevölkerung in Aufenthaltsräumen beruht auf Referenzwerten der Radon-Aktivitätskonzentration in der (Innenraum-) Luft. Dagegen beruht das System der Regelungen zum Schutz vor Radon für Einzelpersonen der Bevölkerung durch radioaktive Altlasten – insbesondere bei bergbaulichen Altlasten – auf Dosisberechnungen. Dabei wird gegenwärtig der Radonanteil einbezogen. Hier wird also die effektive Dosis aufgrund der Exposition durch Radon berechnet, während dies ansonsten beim Schutz der Bevölkerung vor Radon nicht geschieht. Somit gibt es derzeit zwei unterschiedliche Herangehensweisen für die Regelung von Expositionen durch Radon.

Zudem hat die ICRP in den vergangenen Jahren eine Reihe von Empfehlungen zur Radon-Dosiskonversion herausgegeben, die auf eine Änderung der bisher verwendeten Dosiskoeffizienten hinauslaufen. Die SSK hat 2018 empfohlen, vorerst diese Radon-Dosiskoeffizienten in Deutschland nicht zu verändern, da sie derzeit mit signifikanten Unsicherheiten behaftet und in diesem Zusammenhang die internationalen Diskussionen noch nicht beendet sind. Vor diesem Hintergrund beauftragte das BMU am 31. Januar 2020 die SSK, ein Konzept zum Schutz vor der Exposition durch Radon im Zusammenhang mit radioaktiven Altlasten zu erarbeiten. Die Erarbeitung einer entsprechenden Empfehlung wurde durch den Ausschuss „Radioökologie“ vorgenommen. Mit dem vorliegenden Text empfiehlt die SSK, auch für den Schutz der Bevölkerung vor Radon aus radioaktiven Altlasten die Radon-Aktivitätskonzentration in der Luft heranzuziehen. Die [Stellungnahme](#) wurde in der 319. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 28./29. März 2022 verabschiedet.

2. Faktenbasierte Risikokommunikation im gesellschaftlichen Diskurs

Im Oktober 2021 fand die SSK-Klausurtagung zum Thema „Faktenbasierte Risikokommunikation im gesellschaftlichen Diskurs“ in Hannover statt. Durch die sich seit Anfang 2020 entwickelnde Pandemiesituation bekam das Thema eine besondere Aktualität, da in ihr ganz ähnliche Aspekte der Risikowahrnehmung, Risikoabschätzung und Risikokommunikation, wie sie für den Strahlenschutz typisch sind, für eine breite Öffentlichkeit sichtbar wurden.

Die Vorträge der Klausurtagung waren nach einer Einführung in die Blöcke „Wahrnehmung“, „Bewertung“, „Kommunikation“ und „Praktische Kommunikation, Beispiele für aktuelle Herausforderungen inklusive der Frage der Partizipation“ gegliedert. Das wissenschaftliche Hauptprogramm wurde von einem Abendvortrag zum Thema „Wird KI zur unsichtbaren Gefahr?“, einem Science Slam und einer abschließenden Podiumsdiskussion begleitet. Die [Zusammenfassung](#) der Klausurtagung wurde in der 320. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 7. Juli 2022 verabschiedet.

3. Therapeutische Verfahren in der Nuklearmedizin

Auf dem medizinischen Fachgebiet der Nuklearmedizin ist neben der etablierten Radioiodtherapie der Schilddrüsenerkrankungen in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung bei der therapeutischen Anwendung von radioaktiven Stoffen auch bei anderen (insbesondere onkologischen) Erkrankungen zu beobachten. Dies umfasst kommerziell verfügbare Verfahren aber auch Therapien, die dezentral in den behandelnden Kliniken unter der direkten fachlichen Verantwortung der therapierenden Ärzt*innen hergestellt und angewendet werden. Für einige dieser Therapien ist gerade bei schwerwiegenden Tumorerkrankungen Wirksamkeit auch dann dokumentiert, wenn andere therapeutische Optionen nicht mehr greifen/zur Verfügung stehen.

Das BMU hat die SSK daher am 5. Februar 2019 um Erarbeitung einer Zusammenstellung aller aktuell in der Nuklearmedizin therapeutisch angewendeten radioaktiven Stoffe gebeten.

Zur Optimierung und Sicherung des Strahlenschutzes gibt die SSK-Empfehlungen zu infrastrukturellen Voraussetzungen, der stationären Durchführung, zur Qualitätssicherung bei der Herstellung und zum Umgang mit radioaktiven Stoffen. Zusätzlich wurde eine systematische Übersicht aller gängigen Verfahren erstellt. Dabei wurden die wichtigsten Informationen zu z. B. Therapie, Indikationen, Bezug des Radiopharmakons/Herstellung, Zulassungstatus, Abfall und Entsorgung, Strahlenexposition in tabellarischer Form zusammengefasst. Zusätz-

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

lich wurden die wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Nuklide in gesonderten Tabellen aufgeführt. Die [Empfehlung](#) wurde in der 321. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 22./23. September 2022 verabschiedet (Bekanntmachung im BAnz AT 13.06.2023 B6).

4. Bildgebende Diagnostik bei Kindern

In der „Verordnung zur weiteren Modernisierung des Strahlenschutzrechts“ (StrlSchV) wurde die Vorgabe der Richtlinie 2013/59/Euratom zum Einsatz geeigneter medizinisch-radiologischer Ausrüstungen, Verfahren und Zusatzausrüstung für medizinische Expositionen von Kindern umgesetzt und spezifiziert, um der besonderen Strahlenempfindlichkeit dieser Personen Rechnung zu tragen.

Bei der Anwendung von ionisierender Strahlung und radioaktiven Stoffen an Kindern sind die Grundsätze des Strahlenschutzes (Rechtfertigung, Einhaltung von Grenz- und Referenzwerten und Optimierung der Strahlenexposition) aufgrund deren höherer Strahlensensibilität besonders eng zu fassen. Bei der 2006 verabschiedeten SSK-Empfehlung „Bildgebende Diagnostik beim Kind – Strahlenschutz, Rechtfertigung und Effektivität“ wurde besonderes Augenmerk auf die Optimierung des Strahlenschutzes durch Anwendung und Nutzung der geeigneten Gerätetechnologie und Aufnahmetechnik gerichtet. Aufgrund enormer technischer Weiterentwicklungen der bildgebenden Verfahren in den letzten Jahren und der zunehmenden Anwendung digitaler Röntgenverfahren, der Innovationen in der Multidetektor-Computertomografie sowie dem zunehmenden Einsatz von Hybridtechniken, wie dem PET-CT/PET-MRT wurde die SSK beauftragt, die relevanten Änderungen hinsichtlich der Indikationsstellung und technischen Durchführung von Röntgenverfahren unter besonderer Einhaltung des Strahlenschutzes zu prüfen und ihre Empfehlung aus dem Jahr 2006 unter Berücksichtigung von Alternativverfahren zu aktualisieren. Die [Empfehlung](#) wurde in der 321. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 22./23. September 2022 verabschiedet.

5. Verwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei röntgendiagnostischen Anwendungen

Der mit Abstand größte Teil der zivilisatorischen Strahlenexposition der deutschen Bevölkerung wird durch Untersuchungen mittels diagnostisch angewandter Röntgenstrahlung verursacht. Der Einsatz von Patienten-Strahlenschutzmitteln kann bei ausgewählten Untersuchungen eine sinnvolle Komponente beim Schutz von Patient*innen darstellen.

Seit Verabschiedung der SSK-Empfehlung „Verwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei röntgendiagnostischen Anwendungen“ im Jahr 2018 wurden Art und Anwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln (contact shielding) international allerdings diskutiert, da der nicht-adäquate Einsatz von Patienten-Strahlenschutzmitteln zu einer verminderten Schutzwirkung oder sogar zu einer Dosiserhöhung führen könnte.

In der Folge wurden von internationalen Fachgesellschaften und Behörden/Gremien entsprechend Empfehlungen zum Einsatz der Strahlenschutzmittel in letzter Zeit modifiziert.

Daher hat das Bundesumweltministerium in einer Beratungsanfrage an die Strahlenschutzkommission (SSK) darum gebeten, die bestehende Empfehlung der SSK zum Einsatz von Patienten-Strahlenschutzmitteln aus dem Jahr 2018 zu überarbeiten und dabei aktuelle Erkenntnisse über Konsequenzen aus dem Einsatz von Schutzmitteln einfließen zu lassen. Dabei sollte der Maßstab für den sinnvollen Einsatz sein, ob es unter Berücksichtigung des Standes der Technik mit angemessenem Aufwand möglich ist, die Strahlenexposition außerhalb des diagnostisch relevanten Bereichs relevant zu reduzieren. Insbesondere sollten in der Empfehlung die Besonderheiten der verschiedenen Untersuchungstechniken unter Einsatz von Röntgenstrahlung (wie z. B. Computertomografie (CT), zahnmedizinische Röntgenverfahren, radiologische Interventionen) einbezogen werden, ebenso die Untersuchung verschiedener Körperteile sowie die besonderen Schutzerfordernisse bestimmter Patientengruppen, z. B. Patient*innen mit erhöhter Strahlensensibilität, Kinder oder Schwangere.

In dieser überarbeiteten Fassung ihrer Empfehlung aus dem Jahr 2018 hat die SSK ihre Empfehlungen weitgehend an das Konsensuspapier der EU angepasst, jedoch keinen generellen Verzicht auf Patienten-Strahlenschutzmittel empfohlen. Um dem Anwender die Entscheidung hinsichtlich der Verwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln zu erleichtern, wird ein Konzept mit drei Empfehlungskategorien eingeführt, und die Möglichkeiten zur Dosisersparung werden für die verschiedenen Untersuchungen sowie ggf. für unterschiedliche Personengruppen dargestellt und erläutert. Die [Empfehlung](#) wurde in der 321. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 22./23. September 2022 verabschiedet (Bekanntmachung im BAnz AT 27.04.2023 B5).

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.

6. Strahlenschutzdosimetrie in hochenergetischen Photonenfeldern

Zur Gewährleistung des Strahlenschutzes ist die zuverlässige Durchführung von Strahlenschutzmessungen in von Beschleunigeranlagen erzeugten hochenergetischen Strahlungsfeldern (Streustrahlungsfelder bzw. Strahlungsfelder hinter Abschirmungen) von wesentlicher Bedeutung.

Orts- und Personendosimeter für Photonenstrahlung unterliegen im Energiebereich bis 7 MeV dem gesetzlichen Messwesen. Nicht selten werden in der Praxis jedoch auch Messgeräte benutzt, deren Bauartprüfung z. B. nur bis zu 1,3 MeV durchgeführt wurde. Überdies ist zu berücksichtigen, dass die relevanten Strahlungsfelder häufig gepulst sind. Bei Sachverständigen, Betreibern und Behörden besteht daher erhebliche Unsicherheit bezüglich der Verwendbarkeit der Messgeräte und der mit diesen Geräten bestimmten Messwerte.

Da die überwiegende Mehrheit der betreffenden Anlagen medizinisch genutzte Linearbeschleuniger im Energiebereich bis 25 MeV sind, führte eine Arbeitsgruppe der SSK-Messungen an medizinischen Beschleunigeranlagen an verschiedenen Standorten durch.

Auf der Basis dieser orientierenden Messungen gibt die SSK-Empfehlungen, welche Kriterien für die Eignung von Gerätetypen bzw. Messprinzipien für Messungen in gepulsten hochenergetischen Strahlungsfeldern herangezogen werden können. Außerdem gibt sie Hinweise, mit welchen Unsicherheiten Messungen in hochenergetischen Feldern verbunden sind, welche technischen Entwicklungen sinnvoll wären, um realistische Prüfungen von Messgeräten vornehmen zu können und in welcher Hinsicht die bestehenden gesetzlichen Grundlagen überprüft werden sollten. Die [Empfehlung](#) wurde in der 321. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 22./23. September 2022 verabschiedet.

7. Strahlennotfallmedizin – Handbuch für die medizinische Versorgung und Ausbildung

Eine Arbeitsgruppe der Ausschüsse „Notfallschutz“ und „Strahlenschutz in der Medizin“ der SSK hat die Bände 4 „Medizinische Maßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen“ und 32 „Der Strahlenunfall“ der Publikationsreihe „Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission“ überarbeitet und in der Empfehlung „Strahlennotfallmedizin – Handbuch für die medizinische Versorgung und Ausbildung“ zusammengefasst.

In dem vorliegenden Handbuch werden die Vorgaben des neuen Strahlenschutzrechts ebenso berücksichtigt wie die Szenarien im radiologischen und nuklearen Notfall, auf die sich Bund und Länder vorbereiten. Es werden Ereignisse betrachtet, die sowohl bei Einzelpersonen als auch bei einer großen Anzahl an Personen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch eine vermutete oder tatsächlich erhaltene Strahlenexposition führen können.

Dieses Handbuch soll auch als operationeller Leitfaden dienen. Es kann für die Aus-, Fort- und Weiterbildung der Strahlennotfallärzt*innen und des Weiteren eingesetzten Personals sowie als Wissensgrundlage für all diejenigen, die in der radiologischen Notfallvorsorge und -reaktion tätig sind, genutzt werden.

Das Handbuch kann das operativ tätige Personal in der akuten Unfallsituation unterstützen und gibt wichtige Hinweise für die Behandlung in der Klinik. Neben den Strahlengrundlagen wird die medizinische und psychosoziale Versorgung ebenso behandelt wie organisatorisch-technische Aspekte rund um die verschiedenen Strahlen(unfall)szenarien. Zur Erleichterung der Anwendung in der Einsatzsituation sind wichtige Entscheidungshilfen und Zusammenfassungen im Druck farblich hervorgehoben. Die [Empfehlung](#) der Strahlenschutzkommission wurde am 28. August 2022 im Umlaufverfahren verabschiedet.

8. Schutzstrategien bei Nuklearwaffeneinsatz – Schutzwirkungen von Iodblockade und partikelfiltrierenden Halbmasken

Im Zusammenhang mit dem Angriff Russlands auf die Ukraine wurde die SSK durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) um eine Bewertung gebeten, inwiefern die verschiedenen für radiologische Notfälle vorgeplanten Schutzmaßnahmen auch im Falle eines Nuklearwaffeneinsatzes effektiv und aus radiologischer Sicht angemessen sein können.

In einem ersten vorläufigen Zwischenergebnis hat die SSK im März 2022 festgestellt, dass eine Einnahme von hochdosierten Kaliumiodid-Tabletten (Iodblockade) in den ersten etwa 48 Stunden nach einem Kernwaffeneinsatz allenfalls eine untergeordnete Rolle spielt und als Schutzmaßnahme nicht als sinnvoll eingestuft wird. Die [Stellungnahme](#) wurde in der 319. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 29. März 2022 verabschiedet.

VII. StrahlenschutzForum: Resilienz in der Multikrise

Am 28. September 2022 fand die Jahresveranstaltung [StrahlenschutzForum](#) des BfS als hybrides Format in Berlin statt. Fachleute und Politiker*innen diskutierten dieses Mal über Resilienz in der Multikrise und Notfallschutz.

Hintergrund war, dass Politik und Gesellschaft durch Energiekrise, Klimakrise, Hochwasser, Waldbrände und nukleare Bedrohungen durch den Krieg in der Ukraine vor großen Herausforderungen stehen. Insgesamt hätten sich durch den Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine neue Szenarien im Rahmen des Notfallschutzes ergeben. Es wurde diskutiert wie der Staat auf neue, gleichzeitige Gefahrenlagen wissenschaftlich fundiert und rasch antworten könne.

Außerdem wurde unterstrichen, dass der Strahlenschutz eng verbunden sei mit wichtigen Zukunftsthemen: etwa dem Zivil- und Katastrophenschutz, der Energiewende und der Klimakrise. Um das hohe Schutzniveau in Deutschland dauerhaft zu gewährleisten, braucht es daher einen gut ausgestatteten Notfallschutz und eine starke Strahlenforschung.

Vorabfassung – wird durch die lektorierte Fassung ersetzt.