Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

http://www.ssk.de

Umsetzung des Dosisgrenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung für die Summe der Expositionen aus allen zugelassenen Tätigkeiten

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 274. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 19./ 20. Februar 2015

INHALT

1 Einleitung 4

2 Beratungsauftrag und Beratungshergang 5

3 Empfehlungen 6

4 Begründung 13

4.1 Derzeitige rechtliche Grundlagen 13

4.1.1 Überblick 13

4.1.2 Rechtliche Grundlagen aus Teil 1 der StrlSchV (Allgemeines) 13

4.1.3 Rechtliche Grundlagen aus Abschnitt 1 der RöV (Allgemeine Vorschriften) 14

4.1.4 Rechtliche Grundlagen aus Teil 2 der StrlSchV (Tätigkeiten) 14

4.1.5 Rechtliche Grundlagen aus den Abschnitten 1a bis 3 der RöV 16

4.1.6 Rechtliche Grundlagen aus Teil 3 der StrlSchV (Arbeiten) 16

4.1.7 Rechtliche Grundlagen aus dem untergesetzlichen Regelwerk 17

4.1.8 Schlussfolgerungen 19

4.2 Änderungsbedarf aufgrund der Richtlinie 2013/59/Euratom 20

4.2.1 Kapitel II – Begriffsbestimmungen 20

4.2.2 Kapitel III – Strahlenschutzsystem 20

4.2.3 Kapitel V – Rechtfertigung und regulatorische Kontrolle der Tätigkeiten 22

4.2.4 Kapitel VI – Berufliche Exposition 25

4.2.5 Kapitel VIII – Exposition der Bevölkerung 26

4.2.6 Kapitel IX – Allgemeine Zuständigkeiten der Mitgliedstaaten und der zuständigen Behörden sowie weitere Anforderungen an die regulatorische Kontrolle 27

4.3 Expositionssituationen nach ICRP und einige Aspekte aus ICRP 103 28

4.4 Ausgeschlossene und ausgenommene Tätigkeiten 33

4.5 Betroffene Tätigkeiten 37

4.6 Prospektive Sicherstellung und retrospektiver Nachweis der Einhaltung des Grenzwertes 41

4.7 Repräsentative Referenzperson 42

4.8 Realismus bei der Ermittlung der Strahlenexposition 49

4.9 Eigenschaften der Quellen 51

4.10 Zusammenwirken von Quellen 52

4.11 Expositionsszenarien 53

4.12 Expositionspfade, Ernährungs- und Lebensgewohnheiten 54

4.13 Summenformel 59

4.14 Optimierung und Dosisrichtwerte (dose constraints) 63

4.15 Umsetzung in der Praxis 64

4.16 Berechnungsgrundlagen.....65
Literatur 66
Glossar 69

1 Einleitung

Am 5. Dezember 2013 wurde die neue Richtlinie 2013/59/Euratom verabschiedet und am 17. Januar 2014 im Amtsblatt der Europäischen Union bekannt gemacht (Euratom 2014). Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, die Richtlinie bis 6. Februar 2018 in nationales Recht umzusetzen.

Mit der Richtlinie 2013/59/Euratom werden fünf frühere Richtlinien (89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom) mit dem Ziel der Vereinheitlichung der Regelungen zum Strahlenschutz in allen Expositionssituationen zusammengefasst. Wesentliche Veränderungen ergeben sich in der Richtlinie 2013/59/Euratom durch die Umsetzung von ICRP 103 (ICRP 2007), da die ICRP ein neues System von Expositionssituationen eingeführt und die Gleichwertigkeit von Strahlenexpositionen aus den verschiedensten natürlichen und künstlichen Quellen betont hat. ICRP 103 hat die frühere grundlegende Empfehlung ICRP 60 (ICRP 1990) ersetzt und sie dem Stand der Wissenschaft angepasst.

Dabei hat die ICRP in der Empfehlung 103 die Stabilität der Grundlagen des Strahlenschutzes betont. Die nominellen Risikokoeffizienten für Krebserkrankungen blieben praktisch unverändert, die für vererbbare Erkrankungen wurden deutlich gesenkt. Die drei Grundprinzipien des Strahlenschutzes, Rechtfertigung, Optimierung und Begrenzung, werden in ICRP 103 bestätigt. Auch das System der Grenzwerte bleibt unverändert, mit Ausnahme des Grenzwertes für die Augenlinse und des Referenzwertes für die Strahlenexposition durch Radon in Häusern, die an neuere wissenschaftliche Erkenntnisse angepasst wurden.

Im Vorwort zu ICRP 103 heißt es: „*Da seit Herausgabe von ICRP 60 neue wissenschaftliche Erkenntnisse vorgelegt wurden, steht eine Aktualisierung an. Dabei bleiben die grundlegenden biologischen und physikalischen Annahmen und Konzepte bestehen. Für deterministische Wirkungen bleibt die gesamte Abschätzung unverändert. Die Schätzwerte für das strahleninduzierte Krebsrisiko haben sich in den vergangenen 17 Jahren nicht wesentlich verändert, während das Risiko vererbbarer Defekte gegenwärtig niedriger eingeschätzt wird als zuvor. Die neueren wissenschaftlichen Erkenntnisse bilden eine solidere Grundlage für die Erstellung von Risikomodellen und die Bestimmung des Schadensmaßes.*

Die Empfehlungen von 2007 stellen eine Weiterentwicklung des bisherigen, von „practises" und „interventions" ausgehenden, verfahrensbasierten Schutzansatzes dar, zu einem Ansatz, der von den Merkmalen der jeweiligen Expositionssituation ausgeht. Das Strahlenschutz-System ist im Prinzip auf jede Expositionssituation anwendbar. Für die Entscheidung hinsichtlich Ausmaß und Grad von Schutzmaßnahmen werden, unabhängig von der Expositionssituation, stets vergleichbare Verfahren angewendet. Insbesondere die Grundsätze der Rechtfertigung und Optimierung gelten universell. Die Kommission ist der Ansicht, dass die stärkere Betonung der Optimierung die Umsetzung des Schutzes in Situationen, die bisher als Interventionen klassifiziert wurden, verbessern könnte."

Die Empfehlung ICRP 103, die auch ihren Niederschlag in den IAEA Basic Safety Standards (IAEA 2014) gefunden hat, ist gleichzeitig Grundlage der Richtlinie 2013/59/Euratom und auch zusammen mit anderen ICRP-Empfehlungen ein Mittel zur Interpretation der Richtlinie 2013/59/Euratom.

Auch in der Bundesrepublik Deutschland hat sich das System des Strahlenschutzes, wie es in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV 2001) und der Röntgenverordnung (RöV 2003) festgelegt wurde, bewährt. Es garantiert ein hohes Schutzniveau, und die Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom erfordert zwar Veränderungen im Regelwerk, jedoch keine grundsätzlichen Veränderungen im Strahlenschutz.

Mit der Novellierung der StrlSchV im Jahr 2001 wurde bereits ein wesentlicher Schritt in Richtung auf die konzeptionelle Gleichbehandlung natürlicher und künstlicher Radioaktivität und Strahlungsquellen vorgenommen, die die Richtlinie 2013/59/Euratom nun für ganz Europa verbindlich macht. Es bleibt jedoch der gravierende Unterschied zwischen Strahlenexpositionen aus natürlichen und künstlichen Quellen bestehen, dass bei natürlicher Radioaktivität und Strahlung als allgegenwärtiges Phänomen unserer natürlichen Umwelt nicht das gleiche Maß an Optimierung und Begrenzung möglich ist, wie es bei künstlichen Strahlungsquellen der Fall ist.

2 Beratungsauftrag und Beratungshergang

In Vorbereitung der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom erteilte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) am 31. Januar 2014 der Strahlenschutzkommission (SSK) den nachstehend in Auszügen genannten Beratungsauftrag:

„… in Übereinstimmung mit den grundlegenden Empfehlungen in Veröffentlichung 103 der ICRP und den auf deren Basis überarbeiteten International Basic Safety Standards der IAEO verfolgt die kürzlich verabschiedete Euratom-Strahlenschutz-Grundnormen-Richtlinie den Ansatz, dass die Grenzwerte für Einzelpersonen der Bevölkerung für die Summe von Dosen aus Tätigkeiten zu betrachten ist. Nach der Richtlinie 2013/59/Euratom sind für den Grenzwert der effektiven Dosis einer Einzelperson der Bevölkerung von 1 mSv im Kalenderjahr alle solchen Tätigkeiten zu berücksichtigen, welche der behördlichen Zulassung durch ein Genehmigungs- oder Anzeigeverfahren unterliegen (Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom).

In die Summe sind also alle Expositionen einzubeziehen, die aus solchen Tätigkeiten resultieren und die nicht berufliche oder medizinische Expositionen sind, also insbesondere

- *Ableitungen aus den bisherigen Tätigkeiten (für solche Expositionen gelten derzeit in Deutschland separate Grenzwerte von je 0,3 mSv im Kalenderjahr für Ableitungen mit der Fortluft und dem Abwasser),*
- *Expositionen aus dem Umgang mit NORM unter Strahlenschutzüberwachung (z. B. durch Stäube),*
- *Direktstrahlung aus Einrichtungen sowie innerhalb Einrichtungen, die der Bevölkerung zugänglich sind (hier gilt der derzeitige Grenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr ggfs. einschließlich Ableitungen), betrifft z. B. baulichen Strahlenschutz etwa im med. Bereich; und*
- *Expositionen durch "nicht-medizinische Bildgebung", also alle Anwendungen am Menschen zu Untersuchungen, welche einem nichtmedizinischen Zweck dienen.*

Hingegen sind Expositionen durch Stoffe, die aus der behördlichen Kontrolle entlassen sind (Artikel 25 Absatz 4 der Richtlinie 2013/59/Euratom) sowie Tätigkeiten, die von der behördlichen Kontrolle freigestellt sind (etwa Umgang mit Stoffen unterhalb der Freigrenzen), nicht zu berücksichtigen.

Derzeit werden die möglichen Expositionen für die verschiedenen Fälle unter Benutzung sehr unterschiedlicher Methoden und damit unterschiedlichem Maß an Konservativität bestimmt, was zwar die Einhaltung von Grenzwerten sicherstellt, aber zu nicht vergleichbaren Abschätzungen führt.

Eine Herausforderung bei der Ermittlung der Summe ist überdies, dass auf den o. g. Pfaden in der Regel verschiedene, aber ggfs. überlappende Personenkreise exponiert sein können.

Als wesentliches Hilfsmittel sieht die Richtlinie 2013/59/Euratom die Dosisrichtwerte vor. Ein Dosisrichtwert dient als Optimierungsinstrument für eine Strahlungsquelle bzw. Tätigkeit und ist kein Grenzwert. Hingegen soll die Gesamtheit der Dosisrichtwerte so festgesetzt werden, dass sie mit dem Dosisgrenzwert in Höhe von 1 mSv im Jahr für die Summe der Expositionen vereinbar ist (Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe b der Richtlinie 2013/59/Euratom) und so zu dessen Einhaltung beitragen. Vor einer Umsetzung dieses Konzepts sind Einsatz und Bedeutung der Dosisrichtwerte sowie die Methodik ihrer Berücksichtigung bei Grenzwertbetrachtungen fachlich zu untersetzen.

Ich bitte um eine Empfehlung der Strahlenschutzkommission, wie der Grenzwert für die Summe der Expositionen aus allen zugelassenen Tätigkeiten bei der behördlichen Zulassung von Tätigkeiten berücksichtigt werden kann und welchen Einfluss er auf die Abschätzung von Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung (Artikel 66 der Richtlinie 2013/59/Euratom) sowie die Bewertung ihrer Ergebnisse (z. B. im Rahmen der Erstellung von Berichten) haben sollte. Dabei bitte ich insbesondere vorzuschlagen,

- *wie die Summe ausgeführt werden kann,*
- *auf welche Weise Dosisrichtwerte für Einzelpersonen der Bevölkerung festgelegt werden können und wie diese zum Nachweis der Einhaltung des Grenzwerts beitragen können,*
- *wie der jeweils zu berücksichtigende Personenkreis festgelegt werden kann sowie*
- *ob in der Gesamtschau eine Veränderung der Methodik zur Abschätzung der Expositionen auf den o. g. Pfaden erforderlich ist.*

Die neue Anforderung der Richtlinie 2013/59/Euratom hat unmittelbare Auswirkungen auf die Verwaltungsverfahren der Landesbehörden. Vor dem Hintergrund des engen Zeitplans für die Umsetzung der Richtlinie und dem zu erwartenden Diskussionsbedarf mit den Ländern bitte ich um zügige Aufnahme der Beratungen zu diesem Thema. Wegen des themenübergreifenden Charakters dieser Aufgaben rege ich an, hierfür eine Arbeitsgruppe der SSK einzurichten."

Die SSK hat wegen der Eilbedürftigkeit zur Bearbeitung des Beratungsauftrages eine Arbeitsgruppe der SSK eingesetzt. Die SSK-Ausschüsse „Radioökologie", „Strahlenschutztechnik" und „Strahlenschutz bei Anlagen", aus denen jeweils Mitglieder der Arbeitsgruppe angehörten, sowie die SSK wurden regelmäßig über den Fortgang der Beratungen informiert.

3 Empfehlungen

Empfehlung 1:

In Umsetzung der Forderung der Richtlinie 2013/59/Euratom, für den Grenzwert der effektiven Dosis einer Einzelperson der Bevölkerung von 1 mSv im Kalenderjahr alle solchen Tätigkeiten zu berücksichtigen, welche der behördlichen Zulassung durch ein Genehmigungs- oder Anzeigeverfahren unterliegen (Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom), empfiehlt die SSK, im deutschen Regelwerk festzulegen, dass und wie die erforderlichen Informationen zur Durchführung der Dosisabschätzungen oder -ermittlungen zu erheben sind, und durch Erstellung entsprechender Vorgaben im untergesetzlichen Regelwerk die Regeln für die Abschätzung oder Ermittlung der Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung für den Vergleich mit dem quantitativen Grenzwert zu spezifizieren.

Empfehlung 2:

Die SSK empfiehlt, gemäß Artikel 22 Absatz 3 der Richtlinie 2013/59/Euratom, gerechtfertigte Tätigkeiten, die mit einer Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung verbunden sind und bei denen medizinisch-radiologische Ausrüstung verwendet wird, von den Dosisrichtwerten (dose constraints) nach Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe b und von den Dosisgrenzwerten nach Artikel 12 auszunehmen. Gleichzeitig empfiehlt sie, dafür zu sorgen, dass die nicht-medizinische Bildgebung einem strengen Rechtfertigungsverfahren unterworfen wird.

Empfehlung 3:

In bestehenden Expositionssituationen sind nur die aus Sanierungsmaßnahmen resultierenden zusätzlichen Strahlenexpositionen unter Artikel 12 zu berücksichtigen. Ein mangelnder Sanierungserfolg fällt nach Ansicht der SSK nicht unter Artikel 12, es handelt sich um einen, wenn auch nicht erfolgreichen, Schritt der Optimierung in einer bestehenden Expositionssituation.

Empfehlung 4:

Die SSK empfiehlt, basierend auf den Untersuchungen zur Einführung der Rückstands-regelungen in der aktuell gültigen StrlSchV (Brenk 1999) und einer Neubewertung von Expositionsszenarien als Folge von Veränderungen in Prozessabläufen zu prüfen, unter welchen Umständen Feuerfestmaterialien, Strahlsand, aber auch Kaliumsalze und ggf. andere Waren, Anlass zu Bedenken im Sinne von Artikel 100 Absatz 3 der Richtlinie 2013/59/Euratom geben können.

Empfehlung 5:

Die SSK empfiehlt, basierend auf den Untersuchungen der GRS (Sentuc und Schwarz 2008) und mit Hinweis auf das dosimetrische Abschneidekriterium (Kapitel 4.13 bzw. Empfehlung 15) Expositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung durch Beförderung radioaktiver Stoffe bei der Berechnung der Summe der Expositionen aus allen zugelassenen Tätigkeiten auszuschließen.

Empfehlung 6:

Die SSK empfiehlt einen Abgleich der Positivliste für NORM-Industrien der Richtlinie 2013/59/Euratom mit der Positivliste der StrlSchV. Dabei ist insbesondere die geänderte Bedingung, dass nicht mehr eine Strahlenexposition der Beschäftigten von 6 mSv im Kalenderjahr, sondern von 1 mSv im Kalenderjahr als Kriterium für die Notwendigkeit regulatorischer Strahlenschutzmaßnahmen anzusetzen ist, zu berücksichtigen. Die Stellungnahme der SSK aus dem Jahr 1997 „Strahlenexposition an Arbeitsplätzen durch natürliche Radionuklide“ (SSK 1997) ist ebenfalls einer kritischen Durchsicht zu unterziehen. In jedem Fall sollten Regelungen analog zu § 96 Absatz 5 und § 102 StrlSchV erhalten bleiben, die als Öffnungsklauseln die Berücksichtigung nicht in Positivlisten enthaltener Tätigkeiten ermöglichen, wenn bei diesen Strahlenexpositionen auftreten können, die aus der Sicht des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden können.

Empfehlung 7:

Die SSK empfiehlt, für prospektive und retrospektive Modellierungen der Strahlenexposition ein gestuftes Verfahren einzuführen, das in der ersten Stufe aus einer realistischen, jedoch hinreichend konservativen Abschätzung und in der zweiten Stufe aus einer realistischen Ermittlung der effektiven Dosen von Einzelpersonen der Bevölkerung besteht (siehe dazu SSK

2013). Das Regelwerk sollte die Fälle spezifizieren, in denen in jedem Fall realistische Ermittlungen vorzunehmen sind. Dabei sollten sowohl generische als auch fallspezifische Vorgehensweisen zugelassen werden. Feststellungen von Grenzwertüberschreitungen sollten ausschließlich auf der Grundlage fallspezifischer realistischer Ermittlungen getroffen werden. Generell sollten retrospektive Betrachtungen unter Berücksichtigung der Angemessenheit des erforderlichen Aufwandes so realistisch wie möglich durchgeführt werden.

Empfehlung 8:

Die SSK empfiehlt, für Abschätzungen und Ermittlungen der effektiven Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung das Konzept einer repräsentativen Referenzperson gemäß den Erläuterungen in ICRP 101 (ICRP 2006) anzuwenden. Die SSK sieht es dabei als sinnvoll an, ausschließlich die drei Altersklassen 1 Jahr alt (repräsentativ für die Altersklasse 0 bis 5 Jahre), 10 Jahre alt (repräsentativ für die Altersklasse 6 bis 15 Jahre) und Erwachsene (repräsentativ für 16 bis 70 Jahre alt) zu betrachten und die dafür von der ICRP vorgesehenen Dosiskoeffizienten zu benutzen.

Empfehlung 9:

Die SSK empfiehlt, mit der Erarbeitung einer „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) Tätigkeiten“ zu beginnen, die den Anforderungen von Artikel 66 der Richtlinie 2013/59/Euratom entspricht, konsistent in Bezug auf die Behandlung natürlicher und künstlicher Radioaktivität ist und den Realismus-Anforderungen des Artikel 66 im Sinne der SSK-Empfehlung zur Ermittlung der Strahlenexposition (SSK 2013) genügt.

Empfehlung 10:

Die SSK empfiehlt, bei Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom die Notwendigkeit der Erhebung von Daten bezüglich der Eigenschaften von Quellen zur Ermittlung der Strahlenexposition aus zugelassenen Tätigkeiten im Regelwerk festzuschreiben und Anforderungen an einen angemessenen Umfang dieser Erhebungen zu spezifizieren.

Empfehlung 11:

Die SSK empfiehlt, die repräsentative Person so zu wählen, dass die Expositionsszenarien und -charakteristiken (Aufenthaltszeit an einem Ort für Wohnen oder andere Tätigkeiten, Verhalten bei Freizeitaktivitäten, teilweise landwirtschaftliche Selbstversorgung, am öffentlichen Verkehr teilhaben, Aufenthalt in der Umgebung von Röntgen- und Beschleunigeranlagen etc.) die potenzielle Strahlenexposition unter realistischen Annahmen maximal machen. Der Ausschluss von Expositionsszenarien sollte in fallspezifischen Betrachtungen möglich sein, wenn die Voraussetzungen für diese Szenarien nicht vorliegen.

Empfehlung 12:

Die SSK empfiehlt, bei der Abschätzung oder Ermittlung der Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung aus zugelassenen Tätigkeiten die Expositionspfade einheitlich entsprechend der nachstehenden Tabelle (Tab. 3.1) zu berücksichtigen.

Tab. 3.1: Vorschlag der SSK für die in einer „AVV Tätigkeiten“ zu berücksichtigenden Expositionspfade.

externe Exposition
Direktstrahlung (Röntgen, Gamma, Neutronen)
Betastrahlung innerhalb und Gammastrahlung aus der Fortluftfahne
Gammastrahlung des Bodens einschl. Sediment
Exposition durch Inhalation
radioaktive Stoffe (gasförmig und an Schwebstoffe gebunden)
Radon und Radon-Folgeprodukte
Exposition durch Ingestion
radioaktive Stoffe mit der Nahrung aus lokaler Erzeugung
– Luft → Pflanze
– Luft → Futterpflanze → Kuh → Milch
– Luft → Futterpflanze → Tier → Fleisch
– Wasser → Fisch
– Viehtränke → Kuh → Milch
– Viehtränke → Tier – Fleisch
– Beregnung → Futterpflanze → Kuh → Milch
– Beregnung → Futterpflanze → Tier → Fleisch
– Beregnung → Pflanze
– Boden → Pflanze
– Boden → Futterpflanze → Kuh → Milch
– Boden → Futterpflanze → Tier → Fleisch
Direktingestion von Boden

Empfehlung 13:

Die SSK empfiehlt, bei Ermittlungen der effektiven Dosis der repräsentativen Referenzperson durch Ingestion die mittleren Verzehrmengen gemäß nachfolgender Tabelle (Tab. 3.2) für die drei Altersklassen der repräsentativen Referenzperson anzuwenden. Darüber hinaus empfiehlt sie, den Anteil lokal angebauter Nahrungsmittel festzulegen, der für die Berechnungen erforderlich ist. Dies sollte in realistischer Weise geschehen, wobei die notwendigen Flächen und Erträge zu berücksichtigen sind, die zum entsprechenden Verzehr von Nahrungsmitteln erforderlich sind. Ohne landwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung gibt es keine Ingestionsdosis durch Nahrungsmittel. Trinkwasserkonsum, der der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) mit einem Parameter Gesamtrichtdosis von 0,1 mSv im Jahr entsprechen muss, kann bei der Berechnung der effektiven Dosis durch Ingestion außer Acht gelassen werden.

Tab. 3.2: Vorschlag der SSK für den in einer „AVV Tätigkeiten“ anzusetzenden: Jahresverbrauch der Referenzperson für verschiedene Lebensmittel. Die Daten dieser Tabelle stammen aus den Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglBb, BfS 2010) für die Altersklassen 1 bis 2 Jahre, 7 bis 12 Jahre und > 17 Jahre. Sie sind hier als Vorschlag für die Altersklassen Kleinkind (Alter 1 Jahr, repräsentativ für 0- bis 5-Jährige), Kind (Alter 10 Jahre, repräsentativ für 6- bis 15-Jährige) und Erwachsener (repräsentativ für 16- bis 70-Jährige) aufgeführt. Die Repräsentativität dieser Daten für die drei Altersklassen der repräsentativen Person gemäß ICRP 101 (ICRP 2006) ist noch durch Auswertung aktueller Verzehrstudien (z. B der DONALD (DOrtmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed) Studie für Kinder) zu validieren.

Lebensmittel	**Jahresverbrauch**		
	1 Jahr	**10 Jahre**	**> 17 Jahre**
Trinkwasser aus Trinkwasserversorgungsanlagen[1]	100 l	150 l	350 l
Fisch (Süßwasser)	3 kg	4,5 kg	7,5 kg
Milch (einschließlich Milchprodukte)	125 kg	170 kg	130 kg
Fleisch (einschließlich Fleischwaren)	13 kg	65 kg	90 kg
Pflanzliche Produkte	138 kg	259 kg	253 kg
davon entfallen auf:			
– Getreide, Getreideprodukte	30 kg	95 kg	110 kg
– Frischobst, Obstprodukte, Säfte	45 kg	65 kg	35 kg
– Kartoffeln, Wurzelgemüse, Säfte	40 kg	55 kg	55 kg
– Blattgemüse	6 kg	9 kg	13 kg
– Gemüse, Gemüseprodukte, Säfte	17 kg	35 kg	40 kg

Empfehlung 14:

Die SSK empfiehlt, für eine „AVV Tätigkeiten“ Aufenthaltszeiten gemäß nachstehender Tabelle (Tab. 3.3) im Regelwerk anzusetzen. Die Daten dieser Tabelle stammen größtenteils aus den BglBb und müssen noch bzgl. Aktualität überprüft werden. Die dort angegebenen Werte sollten als Maximalwerte für den Aufenthalt auf den genannten Flächen verstanden werden. Die SSK empfiehlt im konkreten Fall, stets komplette Aufenthaltszeiten (8 760 h pro Jahr) zu bilanzieren, wobei auch Expositionsorte einbezogen werden sollten, auf denen keine (zusätzliche) Exposition stattfindet.

[1] Obwohl der Konsum von Trinkwasser aus Wasserversorgungsanlagen in dieser Empfehlung nicht berücksichtigt wird, werden Verzehrmengen für Trinkwasser hier vorgeschlagen, da sie für andere Berechnungsgrundlagen z. B. für die Ableitung von Freigabewerten erforderlich sind. Verzehrmengen für Trinkwasser werden auch für die Dosisermittlung in bestehenden und Notfallsituationen benötigt und sollten daher festgelegt sein.

Tab. 3.3: Festlegung von Aufenthaltszeiten für die repräsentative Person für eine „AVV Tätigkeiten“: Jährliche Expositionszeit für verschiedene Expositionsorte und repräsentative Personen. Insgesamt darf eine Aufenthaltszeit von 8 760 h im Jahr nicht überschritten werden.

Expositionsort	Altersgruppe	Expositionszeit [h]
1. In Gebäuden		7 000
2. Im Freien:		2 000
Dabei entfallen für die Einzelperson der Bevölkerung, je nach örtlichen Gegebenheiten, auf:		
2.1 unkultiviertes Gelände	1 Jahr	100
	10 Jahre	250
	> 17 Jahre	100
2.2 Gärten		1 000
2.3 Straßen, Plätze u.ä.		1 000
2.4 Spielplätze, Parkanlagen u.ä.		1 000
2.5 öffentliche Verkehrswege		200
3. Treppenhäuser und Verkehrswege in Kliniken und Praxen, Warteräume und Umkleidekabinen		200
4. Aufenthalt von betriebsfremden Einzelpersonen der Bevölkerung auf Betriebsgelände		200

Empfehlung 15:

Die Summe der effektiven Dosis ist gemäß $E_{\mathrm{Summe}} = \sum_i E_i$ zu bilden, wobei als Nebenbedingung „an dem Ort[2], an dem E_{Summe} maximal ist“ gilt. Um die Summenbildung praktikabel zu gestalten und die Konvergenz der Summe der Dosen sicherzustellen, schlägt die SSK folgende Abschneidekriterien vor:

a) dosimetrisches Abschneidekriterium:
Grundsätzlich können Quellen, die weniger als einige 10 µSv im Kalenderjahr beitragen, unberücksichtigt bleiben. Darüber hinaus können Quellen, wenn sie zusammen weniger als 10 % zur Gesamtsumme der effektiven Dosen beitragen, unberücksichtigt bleiben.

b) räumliches Abschneidekriterium:
   – Strahlenexpositionen durch Direktstrahlung: Quellen können unberücksichtigt bleiben, wenn der Abstand vom Standort der repräsentativen Person bei kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen größer als 500 m und bei sonstigen Einrichtungen größer als 100 m ist.
   – Strahlenexpositionen durch Ableitungen künstlicher Radionuklide mit der Fortluft oder Freisetzungen in die Luft: Quellen können bei Entfernungen der Anlage von mehr

[2] Der Ort maximaler Dosis ist dabei nicht als mathematischer Punkt aufzufassen, sondern als ein Bereich mit einer sinnvollen Ausdehnung, z. B. mit einem Radius von 50 m oder 100 m, anzusehen.

als 5 000 m vom Standort der repräsentativen Person unberücksichtigt bleiben, wenn die Ableitungen oder Freisetzungen mit effektiven Emissionshöhen von mehr als 100 m erfolgen. Bei geringerer Emissionshöhe können sie ab einem Abstand von 500 m unberücksichtigt bleiben. Das Kriterium ist abhängig von der effektiven Emissionshöhe, die neben der Schornsteinhöhe auch die thermische Überhöhung berücksichtigt. Im Rahmen der Erstellung einer „AVV Tätigkeiten“ sind Abschneidekriterien für Ableitungen natürlicher Radionuklide aus anderen Industriezweigen, z. B. NORM-Industrien, noch zu klären.

c) Abschneidekriterium für die spezifische Aktivität von Materialien aus NORM-Industrien[3]:
   - Strahlenexpositionen durch die Verwendung oder Lagerung von Materialien in Form von Feststoffen können ohne Begrenzung der Menge unberücksichtigt bleiben, wenn die maximalen spezifischen Aktivitäten für alle Radionuklide der U-238-Reihe und der Th-232-Reihe zusammen kleiner als noch festzulegende Überwachungsgrenzen sind. Diese Überwachungsgrenzen sollen kleiner oder gleich 1 Bq/g für alle Radionuklide der U-238-Reihe und der Th-232-Reihe und kleiner oder gleich 10 Bq/g für K-40 sein (Richtlinie 2013/59/Euratom und IAEA 1998)[4]. Für Materialien, in denen Pb-210 und Po-210 angereichert sind, können höhere Werte gerechtfertigt sein.
   - Bei Kleinmengen bis zu einigen (i. e. 3) Tausend Kilogramm können Strahlenexpositionen durch die Verwendung oder Lagerung von Materialien in Form von Feststoffen unberücksichtigt bleiben, wenn die maximale spezifische Aktivität für alle Radionuklide der U-238-Reihe und der Th-232-Reihe zusammen kleiner als ein noch festzulegendes Vielfaches der Überwachungsgrenzen ist.

Empfehlung 16:

Die SSK empfiehlt, die Umsetzung von Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom auf die effektive Dosis zu beschränken. Eine Betrachtung von Organdosen ist nicht erforderlich.

Empfehlung 17:

Die SSK empfiehlt, die bisherigen generellen Anforderungen an die Optimierung des Strahlenschutzes beizubehalten. Dosisrichtwerte (dose constraints) können als ausschließliche Werkzeuge der Optimierung im untergesetzlichen Regelwerk sinnvoll sein. Die SSK rät von der Festlegung von Dosisrichtwerten (dose constraints) für Expositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung im gesetzlichen Regelwerk ab.

[3] Materialien (auch Böden), die durch natürlich vorkommende oder künstliche Radionuklide, die aus genehmigten Ableitungen oder Freisetzungen stammen, kontaminiert sind, stellen eine bestehende Expositionssituation dar und sind ebenso wie Waren, für die es bereits anderweitig Regelungen gibt (Anhang XVII der Richtlinie 2013/59/Euratom), bei der Summenbildung nicht zu berücksichtigen.

[4] Dabei ist zu berücksichtigen, dass dies die neuen Freigrenzen für NORM-Stoffe aus der Richtlinie 2013/59/Euratom sind. Die bisherigen Regelungen zeigen jedoch, dass Freigrenzen von 0,2 Bq/g bis ca. 0,5 Bq/g angemessener wären (vgl. Anlage XII Teil A StrlSchV und RP 122/II (EC 2002)).

Empfehlung 18:

Die SSK empfiehlt, regelmäßig über den neuen Sachverhalt, d. h. über die Einhaltung des Grenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung durch zugelassene Tätigkeiten, zu berichten.

Empfehlung 19:

Die SSK bekräftigt ihre Empfehlung, dass die Erarbeitung einer konsistenten „AVV Tätigkeiten“ dringend erforderlich ist. Wegen des relativ kurzen Zeitraums, der zur Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom zur Verfügung steht, sollte möglichst bald mit der Arbeit begonnen werden.

4 Begründung

4.1 Derzeitige rechtliche Grundlagen

4.1.1 Überblick

Die derzeitigen rechtlichen Grundlagen im Hinblick auf die Exposition der Bevölkerung und deren Begrenzung sowie Berechnung finden sich in Teil 1 der StrlSchV, soweit sie allgemeine Vorschriften betreffen, sowie in den Teilen 2 und 3 (jeweils samt zugehöriger Anlagen) im Hinblick auf die zielgerichtete Nutzung bei Tätigkeiten bzw. im Hinblick auf natürliche Strahlungsquellen bei Arbeiten. Daneben finden sich ähnlich geartete Grundlagen in der Röntgenverordnung (RöV 2003). Auf diese rechtlichen Grundlagen wird in den folgenden Kapiteln 4.1.2 bis 4.1.6 eingegangen. Daneben finden sich relevante Regelungen auch im untergesetzlichen Regelwerk, die in Kapitel 4.1.7 aufgeführt werden. Auf die Inhalte der einzelnen Regelwerksteile wird nur insoweit eingegangen, als sie für die vorliegende Empfehlung notwendig sind. Schlussfolgerungen aus einzelnen Regelwerksteilen werden in Kapitel 4.1.8 gezogen.

4.1.2 Rechtliche Grundlagen aus Teil 1 der StrlSchV (Allgemeines)

Aus Teil 1 der StrlSchV ist im vorliegenden Zusammenhang insbesondere § 3 bzgl. der Begriffsbestimmungen[5] relevant. Hierin sind die Definitionen für folgende wichtige Begriffe enthalten:

- Ableitung,
- Anlagen,
- Arbeiten,
- Dosis, einschließlich der Begriffe Äquivalentdosis, effektive Dosis, Körperdosis, Organdosis, Ortsdosis, Ortsdosisleistung und Personendosis,
- Einwirkungsstelle, ungünstigste,
- Einzelpersonen der Bevölkerung,
- Expositionspfad,
- Freigabe,
- Freigrenzen,

[5] Definitionen und Erläuterungen zu den Begriffen sind im Glossar aufgeführt.

- Person, beruflich strahlenexponierte,
- Referenzperson,
- Rückstände,
- Strahlenexposition,
- Tätigkeiten.

4.1.3 Rechtliche Grundlagen aus Abschnitt 1 der RöV (Allgemeine Vorschriften)

Analog zu Teil 1 der StrlSchV (Kapitel 4.1.2) finden sich in § 2 RöV Begriffsbestimmungen, von denen im vorliegenden Zusammenhang insbesondere die folgenden relevant sind:

- Dosis, einschließlich der Begriffe Äquivalentdosis, effektive Dosis, Körperdosis, Organdosis, Ortsdosisleistung und Personendosis,
- Strahlenexposition,
- berufliche Strahlenexposition,
- medizinische Strahlenexposition,
- Tätigkeiten.

4.1.4 Rechtliche Grundlagen aus Teil 2 der StrlSchV (Tätigkeiten)

Im vorliegenden Zusammenhang sind insbesondere folgende Paragraphen aus Teil 2 der StrlSchV relevant:

4.1.4.1 Grundlegende Anforderungen und Dosisbegrenzung

- § 4 Rechtfertigung: Die Rechtfertigung stellt die Abwägung des wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens einer Tätigkeit gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung dar. Die Rechtfertigung ist Grundlage aller Tätigkeiten.
- § 5 Dosisbegrenzung: Die effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung ist auf 1 mSv im Kalenderjahr begrenzt.
- § 6 Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und Dosisreduzierung: Bei der Planung und Ausübung von Tätigkeiten ist jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden sowie jede Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

4.1.4.2 Genehmigungen und Genehmigungsfreiheit

- §§ 7 bis 9 regeln den genehmigungsbedürftigen Umgang mit radioaktiven Stoffen einschließlich der Genehmigungsvoraussetzungen sowie den genehmigungsfreien Umgang und den genehmigungsfreien Besitz von Kernbrennstoffen.
- §§ 11 bis 14 regeln analog die genehmigungsbedürftige Errichtung und den genehmigungsbedürftigen sowie anzeigebedürftigen Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen sowie die zugehörigen Genehmigungsvoraussetzungen und die Genehmigungs- und Anzeigefreiheit.

§§ 7 bis 9 und §§ 11 bis 14 sind im vorliegenden Zusammenhang insofern relevant, als sich durch die Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom Änderungen der Erfordernisse für Anzeige und Genehmigung ergeben werden.

4.1.4.3 Freigabe

- § 29 Voraussetzungen für die Freigabe: § 29 enthält grundlegende Anforderungen für die Freigabe und stellt den Bezug zum Richtwert für die effektive Dosis im Bereich von 10 µSv im Kalenderjahr her.
- Anlage III Tab. 1 enthält die Freigabewerte in den Spalten 4 bis 10a für die verschiedenen Freigabeoptionen des § 29.
- Anlage IV Teil A Nr. 2 enthält die Festlegungen, die bei einem Nachweis im Einzelfall an die Referenzperson zu stellen sind. Dies sind die Annahmen der Anlage VII Teil B und C, insbesondere die Festlegungen der Anlage VII Teil B Tabelle 1 Spalte 1 bis 7. Auf die Anforderungen aus Anlage VII wird in Abschnitt 4.1.4.4 eingegangen.

4.1.4.4 Schutz von Bevölkerung und Umwelt bei Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten

- § 46 Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung: Der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten beträgt 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung. Die Grenzwerte für Organdosen liegen bei 15 mSv im Kalenderjahr für die Augenlinse und bei 50 mSv im Kalenderjahr für die Haut.
- § 46 trifft ferner Festlegungen für die Berechnung der effektiven Dosis. So gilt der Grenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr bei Anlagen oder Einrichtungen außerhalb des Betriebsgeländes für die Summe der Strahlenexposition aus Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen. Für die für die Strahlenexposition aus Direktstrahlung maßgebenden Aufenthaltszeiten ist grundsätzlich Daueraufenthalt anzunehmen, es sei denn, im Einzelfall können abweichende Festlegungen getroffen werden.
- § 47 Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe: Für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser aus Anlagen oder Einrichtungen ist die effektive Dosis jeweils auf 0,3 mSv im Kalenderjahr begrenzt. Weitere Grenzwerte gelten jeweils für Organdosen, die in drei Gruppen aufgeführt werden und zwischen 0,3 mSv und 1,8 mSv im Kalenderjahr liegen.
- § 47 legt ferner die Anforderungen an die Referenzperson fest, die bei der Planung von Anlagen oder Einrichtungen zugrunde zu legen sind. Es ist jeweils die ungünstigste Einwirkungsstelle zu ermitteln. Die Expositionspfade, Lebensgewohnheiten der Referenzperson und übrigen Annahmen richten sich nach Anlage VII Teil A bis C.
- § 48 Emissions- und Immissionsüberwachung: Die Durchführung einer Emissions- und Immissionsüberwachung in Verbindung mit den hier spezifizierten Anforderungen bildet die Grundlage für die Nachprüfung, dass die Grenzwerte nach § 47 eingehalten werden.
- Anlage VII Teil A legt die Expositionspfade fest, die bei der Ermittlung der Exposition durch Ableitungen gem. § 47 zugrunde zu legen sind. Diese Liste von einzelnen Expositionspfaden ist jeweils umfassend für Ableitungen mit der Fortluft und mit dem Abwasser. Örtliche Besonderheiten des Standorts können dazu führen, dass einzelne Pfade nicht berücksichtigt zu werden brauchen oder dass zusätzliche Pfade zu berücksichtigen sind.
- Dabei sind die mittleren Verzehrraten der Anlage VII Teil B Tabelle 1 multipliziert mit den Faktoren der Spalte 8 zu verwenden.

- Anlage VII Teil B legt die Lebensgewohnheiten der Referenzperson fest. Die in den Spalten 2 bis 7 für die 6 Altersgruppen aufgeführten Verzehrmengen sind hierbei als mittlere Verzehrmengen zu verstehen. Für die Anwendung der Expositionsberechnungen nach § 47 sind diese mittleren Verzehrraten multipliziert mit den Faktoren der Spalte 8 zu verwenden.
- Anlage VII Teil C beschreibt die übrigen Annahmen (Dosiskoeffizienten, Art der Modelle, Festlegung von Parameterwerten, Vermeidung der Unterschätzung der Strahlenexposition usw.).

4.1.5 Rechtliche Grundlagen aus den Abschnitten 1a bis 3 der RöV

Im vorliegenden Zusammenhang sind insbesondere folgende Paragraphen aus der RöV relevant:

4.1.5.1 Abschnitt 1a – Strahlenschutzgrundsätze

- § 2b Dosisbegrenzung: Verpflichtung zur Einhaltung der Dosisgrenzwerte der RöV.
- § 2c Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und Dosisreduzierung: Bei der Planung und Ausübung von Tätigkeiten nach RöV ist jede unnötige Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zu vermeiden sowie jede Strahlenexposition von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

4.1.5.2 Abschnitt 2 – Überwachungsvorschriften

- §§ 3 und 4 regeln den genehmigungs- und den anzeigebedürftigen Betrieb von Röntgeneinrichtungen. In § 3 sind auch die Voraussetzungen für die Erteilung der Genehmigung sowie Voraussetzungen im Sinne der Sicherstellung einer Minimierung der Dosis bei der Anwendung von Röntgenstrahlung am Menschen genannt.

4.1.5.3 Abschnitt 3 – Vorschriften für den Betrieb

- § 15 Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen und des Strahlenschutzbeauftragten: Hierin ist die Pflicht zur Vermeidung jeder unnötigen Strahlenexposition des Menschen sowie zur Minimierung dieser Strahlenexposition auch unterhalb bestehender Grenzwerte enthalten.
- § 25 Anwendungsgrundsätze: Diese Vorschrift enthält weitere Grundsätze für die Einschränkung der Strahlenexposition des Menschen bei der Anwendung von Röntgenstrahlung am Menschen.
- § 31a Dosisgrenzwerte bei beruflicher Strahlenexposition: § 31a enthält die Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen.
- § 32 Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung: Der Grenzwert der effektiven Dosis beträgt 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung. Die Grenzwerte für Organdosen liegen bei 15 mSv im Kalenderjahr für die Augenlinse und bei 50 mSv im Kalenderjahr für die Haut.
- § 33 Anordnung von Maßnahmen und behördliche Ausnahmen: § 33 regelt Möglichkeiten, nach denen im Einzelfall von den Grenzwerten nach § 32 abgewichen werden kann.

4.1.6 Rechtliche Grundlagen aus Teil 3 der StrlSchV (Arbeiten)

Im vorliegenden Zusammenhang sind insbesondere folgende Paragraphen aus Teil 3 der StrlSchV relevant, wobei das fliegende Personal hier nicht einbezogen wird:

- § 93 Dosisbegrenzung: § 93 nimmt zur Regelung der Dosisbegrenzung Bezug auf die einzelnen Dosisbegrenzungen in den §§ 95 und 96.
- § 94 Dosisreduzierung: Die Strahlenexposition ist unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls so gering wie möglich zu halten.
- § 95 Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe an Arbeitsplätzen: § 95 enthält im Hinblick auf die Strahlenexposition die Festlegung, dass eine Anzeige ab einer durch Abschätzungen ermittelten effektiven Dosis von 6 mSv im Kalenderjahr notwendig ist. Im Falle der Anzeigebedürftigkeit sind die Radon-222-Exposition oder potenzielle Alphaenergie-Exposition und die Körperdosis auf geeignete Weise durch Messung der Ortsdosis, der Ortsdosisleistung, der Konzentration radioaktiver Stoffe oder Gase in der Luft, der Kontamination des Arbeitsplatzes, der Personendosis, der Körperaktivität oder der Aktivität der Ausscheidung zu ermitteln.
- § 97 Überwachungsbedürftige Rückstände; unzulässige Verbringung: Diese Vorschrift regelt Handlungsweisen mit Rückständen aus Arbeiten. Richtwert für die Auslösung von Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung ist eine effektive Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr, die sich durch Verwertung oder Beseitigung der Materialien für Einzelpersonen der Bevölkerung ergeben könnte. Überwachungsbedürftig sind die Rückstände gemäß Anlage XII Teil A, es sei denn, es ist sichergestellt, dass bei ihrer Beseitigung oder Verwertung die Überwachungsgrenzen in Anlage XII Teil B und die dort genannten Beseitigungs- oder Verwertungswege eingehalten werden.
- § 98 Entlassung von Rückständen aus der Überwachung: Diese Vorschrift gibt als Maßstab für den Schutz der Bevölkerung die Einhaltung der effektiven Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung an.
- § 102 Überwachung sonstiger Materialien: Mit dieser Vorschrift hat die zuständige Behörde die Möglichkeit, für Materialien, die keine Rückstände im Sinne der Anlage XII Teil A sind, dennoch Strahlenschutzmaßnahmen anzuordnen, wenn die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung erheblich erhöht sein kann.
- Anlage XI (zu §§ 93, 95, 96): Arbeitsfelder, bei denen erheblich erhöhte Expositionen durch natürliche terrestrische Strahlungsquellen auftreten können: Diese Anlage listet die Arbeitsfelder auf, bei denen Expositionen oberhalb der in § 95 genannten Grenzwerte möglich sind.
- Anlage XII (zu §§ 97 bis 102): Verwertung und Beseitigung überwachungsbedürftiger Rückstände: Diese Anlage enthält in Teil A eine Liste der als überwachungsbedürftig zu berücksichtigenden Rückstände. In Teil B sind Überwachungsgrenzen für diese Rückstände genannt, bei deren Unterschreitung eine Überwachung nicht nötig ist, soweit dabei bestimmte Entsorgungswege eingehalten werden. In Teil D sind die Grundsätze für die Ermittlung von Strahlenexpositionen bei Rückständen nach Teil A enthalten, die (analog zur Anwendung von § 47) auf die Expositionspfade nach Anlage VII Teil A sowie die Lebensgewohnheiten und Verzehrmengen nach Annahmen der Anlage VII Teil B Tabelle 1 Spalte 1 bis 7 und Tabelle 2 zurückgreifen. Die Verzehrmengen sind allerdings ohne die Faktoren nach Anlage VII Teil B Tabelle 1 Spalte 8 anzuwenden.

4.1.7 Rechtliche Grundlagen aus dem untergesetzlichen Regelwerk

Aus dem untergesetzlichen Regelwerk werden an dieser Stelle nur die Vorschriften zur Berechnung der Strahlenexposition aufgeführt:

- Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV (BMU 2012),

– Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglBb, BfS 2010),
– Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 2 StrlSchV (Richtlinie Arbeiten) vom 15. Dezember 2003 (BMU 2003).

4.1.7.1 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV

Abgeleitete Grenzwerte für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser werden mittels des Rechenmodells der AVV zu § 47 StrlSchV (BMU 2012) berechnet, sofern nicht nach § 47 Absatz 4 StrlSchV für Anlagen oder Einrichtungen, die keiner Genehmigung nach §§ 6, 7 oder 9 des Atomgesetzes und keines Planfeststellungsbeschlusses nach § 9b des Atomgesetzes bedürfen, die in Anlage VII Teil D StrlSchV festgelegten spezifischen Aktivitäten für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser als Jahresmittelwerte angewendet werden.

Im Hauptteil der AVV sind folgende Grundlagen zur Ermittlung der Exposition beschrieben:

> „*2.2: Die Strahlenexposition ist für die Referenzperson in den Altersgruppen der Anlage VII Teil B Tabelle 1 StrlSchV an den ungünstigsten Einwirkungsstellen zu ermitteln. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen sind die Stellen in der Umgebung einer Anlage oder Einrichtung, bei denen aufgrund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umwelt unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition der Referenzperson zu erwarten ist. (…)*
> *3.2: … Unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten sind die Stellen zugrunde zu legen, an denen sich die höchste effektive Dosis oder die höchsten Organdosen ergeben. Dabei ist jeweils für die Dosis aus äußerer Strahlenexposition und Inhalation die Stelle auszuwählen, an der die Summe dieser beiden Dosen am höchsten ist.*“

Kernparameter, durch welche die Expositionsumstände beschrieben werden, sind insbesondere die Expositionszeit und die Verzehrmengen, die jeweils vollständig abdeckend sind, d. h. Daueraufenthalt und sehr hohe Lebensmittelmengen (95. Perzentil für jede Lebensmittelart).

Ferner sind Vorbelastungen durch andere Verursacher, die den Standort beeinflussen können, zu berücksichtigen. Dies ist insbesondere bei Ableitungen mit dem Abwasser relevant, da Fließgewässer die Radionuklide über weite Strecken mit sich führen und so auch stromabwärts gelegene Anlagen beeinflussen können, während luftgetragene Ableitungen nur im Umkreis einiger Kilometer zu einer relevanten Vorbelastung führen können.

4.1.7.2 Berechnungsgrundlagen Bergbau

Die Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglBb, BfS 2010) stellen ein Verfahren zur Berechnung der bergbaubedingten Strahlenexposition dar. Sie dienen „*zur Ermittlung der bergbaubedingten Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung und von Beschäftigten und gelten sowohl für die Nutzung, Stilllegung, Sanierung und Folgenutzung bergbaulicher Anlagen und Einrichtungen als auch für die Nutzung, Sanierung und Folgenutzung von Grundstücken, die durch bergbauliche Anlagen und Einrichtungen kontaminiert sind*“.

Gemäß Abschnitt 5 werden folgende Expositionsszenarien berücksichtigt: Aufenthalt in Gebäuden (Wohngebäude, Betriebsgebäude), Aufenthalt an unterirdischen Arbeitsplätzen (nur Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten), Aufenthalt im Freien, Verzehr von Muttermilch und lokal erzeugter Lebensmittel (pflanzliche und tierische Produkte sowie Wasser).

Hierbei werden die folgenden Expositionspfade einbezogen: Äußere Exposition durch Gammastrahlung des Bodens, Exposition durch Inhalation von Staub, Exposition durch

Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten, Exposition durch Ingestion von Muttermilch und lokal erzeugter Lebensmittel (Trinkwasser, Fisch, Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischwaren, Blattgemüse, sonstige pflanzliche Produkte) und Exposition durch Direktingestion von Boden.

Kernparameter, die die Grundannahmen der Expositionsumstände widerspiegeln, sind Expositionszeiten in Gebäuden, im Freien und an Arbeitsplätzen sowie Verzehrmengen. Die Parameterwerte sind an realen Lebensumständen ausgerichtet (Aufenthalt im Gebäude max. 7 000 h/a, im Freien max. 2 000 h/a, an Arbeitsplätzen 2 000 h/a). Die Verzehrmengen entsprechen den Werten der Anlage VII Teil B Tab. 1 StrlSchV ohne Anwendung der Faktoren nach Spalte 8. Ferner wird zugrunde gelegt, dass der jährliche Verzehr landwirtschaftlicher Produkte (Fisch, Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischwaren, Blattgemüse, sonstige pflanzliche Produkte) nur zu 50 % durch Lebensmittel abgedeckt wird, die durch die bergbaulichen Hinterlassenschaften kontaminiert sind (Anteil an lokaler Produktion).

Die BglBb enthalten allerdings keine Modelle und Berechnungsvorschriften zur Ermittlung von Radionuklidkonzentrationen im Grund- und Oberflächenwasser.

4.1.7.3 Richtlinie Arbeiten

Die Richtlinie Arbeiten (BMU 2003) legt Art, Umfang, Methoden und administrative Vorgehensweisen für die Abschätzung der Radon-222-Exposition bzw. der Körperdosis für Arbeitskräfte bei Arbeiten, die den in den Teilen A und B der Anlage XI StrlSchV genannten Arbeitsfeldern zuzuordnen sind, und die Ermittlung der Radon-222-Exposition und der Körperdosis für Personen, die anzeigebedürftige Arbeiten ausüben, fest. Die Richtlinie dient dem bundeseinheitlichen Verwaltungshandeln im Bereich des Teil 3 Kapitel 2 StrlSchV.

4.1.8 Schlussfolgerungen

Aus der Übersicht des Regelwerks in den Abschnitten 4.1.2 bis 4.1.6 lassen sich einige für die folgende Darstellung wichtige Schlussfolgen ziehen:

– Für Tätigkeiten ist ein Grenzwert für die Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung definiert, während bei Arbeiten ein Richtwert festgelegt ist. Beide Werte sind zahlenmäßig identisch und liegen bei 1 mSv im Kalenderjahr.

– Bei Tätigkeiten setzt die Überwachung des Personals bei Überschreitung der effektiven Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr an, bei Arbeiten erst bei Überschreitung der effektiven Dosis von 6 mSv im Kalenderjahr.

– Die Modelle für die jeweiligen Referenzpersonen der Bevölkerung unterscheiden sich erheblich bzgl. der Festlegungen zur Berechnung der Exposition.

  - Berechnung der Exposition infolge von Ableitungen nach § 47, AVV zu § 47 StrlSchV in Verbindung mit Anlage VII StrlSchV: Es werden jeweils die ungünstigsten Einwirkungsstellen, Daueraufenthalt an diesen Stellen sowie sehr hohe Verzehrmengen unterstellt.

  - BglBb: gestuftes Verfahren für die Ermittlung der Strahlenexposition, in der Realität erreichbare Expositionszeiten, mittlere Verzehrmengen, Lebensmittel überwiegend nur zu 50 % aus lokaler Produktion.

  - Die Berechnung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch Rückstände aus Arbeiten ist noch nicht explizit geregelt. Sie werden in der Praxis analog zu den BglBb (unter Anwendung der in Anlage XII Teil D StrlSchV genannten Grundsätze) durchgeführt.

- Freigabe nach § 29 StrlSchV: Orientierung an realistischen Expositionszeiten sowie – sofern im jeweiligen Szenario relevant – mittleren Verzehrmengen.

4.2 Änderungsbedarf aufgrund der Richtlinie 2013/59/Euratom

Die Richtlinie 2013/59/Euratom zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition durch ionisierende Strahlung wurde am 05. Dezember 2013 verabschiedet und muss bis zum 06. Februar 2018 in nationales Recht umgesetzt werden. In dieser Richtlinie werden neue Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) sowie neue wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen berücksichtigt. Wichtige Punkte dieser neuen Richtlinie sind u. a. die vollständige Integration des Schutzes vor natürlichen Strahlungsquellen in die allgemeinen Anforderungen, die Betrachtung der Exposition des fliegenden Personals als geplante Expositionssituation und die Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung. Zusätzlich ist für die Betrachtung der Dosisgrenzwerte für Einzelpersonen der Bevölkerung nun die Summe der Dosis aus allen zugelassenen Tätigkeiten heranzuziehen.

Im Folgenden sind die wichtigsten, den Beratungsauftrag des BMUB betreffenden Artikel der Richtlinie 2013/59/Euratom mit kurzer Interpretation zusammengestellt. Dabei sollen vor allem die möglichen Auswirkungen auf die deutsche Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) aufgezeigt werden.

4.2.1 Kapitel II – Begriffsbestimmungen

In Kapitel II der Richtlinie 2013/59/Euratom werden die in der Richtlinie 2013/59/Euratom wichtigsten Begriffe definiert, die zum Teil in § 3 StrlSchV noch nicht enthalten sind. Diese neuen Begriffsdefinitionen sind im Folgenden aufgelistet.

– Dosisrichtwert – ein Richtwert (constraint), der als prospektive obere Schranke von Individualdosen festgesetzt und verwendet wird, um den Bereich der Möglichkeiten festzulegen, die bei der Optimierung für eine bestimmte Strahlungsquelle in einer geplanten Expositionssituation betrachtet werden.

– Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung – absichtliche Exposition von Personen zu Bildgebungszwecken, wobei die Hauptabsicht der Exposition nicht darin besteht, einen gesundheitlichen Nutzen für die strahlenexponierte Person zu bewirken.

– Repräsentative Person – Einzelperson, die eine Dosis erhält, die für eine höher exponierte Person einer Bevölkerungsgruppe repräsentativ ist, mit Ausnahme von Personen mit extremen oder außergewöhnlichen Lebensgewohnheiten.

– Strahlungsquelle: ein Objekt, das – etwa durch Aussenden ionisierender Strahlung oder Freisetzung radioaktiver Stoffe – eine Exposition verursachen kann.

– Radioaktives Material: Material, das radioaktive Stoffe enthält.

– Radioaktiver Stoff: jeder Stoff, der ein oder mehrere Radionuklide enthält, deren Aktivität oder Aktivitätskonzentration unter Strahlenschutzgesichtspunkten nicht außer Acht gelassen werden kann.

– Radioaktive Strahlenquelle: eine Strahlungsquelle, die radioaktives Material zum Zweck der Nutzung der Radioaktivität enthält.

4.2.2 Kapitel III – Strahlenschutzsystem

In Artikel 5 der Richtlinie 2013/59/Euratom „Allgemeine Grundsätze des Strahlenschutzes“ werden die Mitgliedstaaten verpflichtet, rechtliche Anforderungen und ein geeignetes System

der regulatorischen Kontrolle festzulegen, so dass für sämtliche Expositionssituationen ein Strahlenschutzsystem auf der Grundlage der Grundsätze der Rechtfertigung, Optimierung und Dosisbegrenzung greift. Diese Grundsätze sind bereits in den §§ 4 bis 6 StrlSchV eingeführt. Bezüglich der Dosisbegrenzung besagt die Richtlinie 2013/59/Euratom im Gegensatz zur StrlSchV jedoch, dass in geplanten Expositionen die Summe der Dosen aus allen zugelassenen Tätigkeiten, denen eine Einzelperson ausgesetzt ist, die für die Exposition der Bevölkerung festgelegten Dosisgrenzwerte nicht überschreiten darf.

In Abschnitt 1 dieses Kapitels werden Optimierungsinstrumente vorgestellt, die es ermöglichen sollen, die Höhe der Individualdosen, die Wahrscheinlichkeit einer Exposition sowie die Anzahl der exponierten Personen gemäß dem ALARA-Prinzip so niedrig wie möglich zu halten. Eines dieser Instrumente können dabei Dosisrichtwerte (dose constraints) sein.

– Artikel 6 „Dosisrichtwerte für berufliche Expositionen, Expositionen der Bevölkerung und medizinische Expositionen“ gibt die Möglichkeit, Dosisrichtwerte für die berufliche Exposition, die Exposition der Bevölkerung und die medizinische Exposition zum Zweck der prospektiven Optimierung festzulegen. Jedoch muss sichergestellt sein, dass die Dosisrichtwerte für die Exposition der Bevölkerung mit dem Dosisgrenzwert, der sich aus der Summe der Dosen, die eine Person aus allen zugelassenen Tätigkeiten erhält, vereinbar sind. Bisher wurde der Begriff „Richtwert“ im Zusammenhang mit den §§ 97 und 98 StrlSchV, die sich mit Rückständen befassen, im Sinne des Dosisgrenzwertes der effektiven Dosis für die Bevölkerung von 1 mSv im Kalenderjahr verwendet. Die in Artikel 6 der Richtlinie 2013/59/Euratom neu eingeführten Dosisrichtwerte (dose constraints) sind in der StrlSchV nicht verankert. Eine grundsätzliche Betrachtung bezüglich der Bedeutung dieser Dosisrichtwerte und ihrer möglichen Einbindung in nationales Recht stellt einen Teil des Beratungsauftrags dar und ist in den Kapiteln 4.6 und 4.15 dieser Empfehlung enthalten.

Abschnitt 2 des Kapitels III der Richtlinie 2013/59/Euratom beinhaltet die grundsätzlichen Anforderungen an die Dosisbegrenzung, einschließlich der Festlegung von Dosisgrenzwerten. Die für den Beratungsauftrag wichtigsten Artikel sind Artikel 12 und Artikel 13.

– Artikel 12 „Dosisgrenzwerte für die Exposition der Bevölkerung“ entspricht den in § 46 StrlSchV festgelegten Grenzwerten der effektiven Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr sowie den Grenzwerten für die Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse von 15 mSv im Kalenderjahr und für die Haut von 50 mSv im Kalenderjahr. Eine wesentliche Änderung zum derzeitigen deutschen Regelwerk ist die Festlegung, dass der Dosisgrenzwert der effektiven Dosis nun einen Summenwert darstellt, der sich aus den jährlichen Expositionen aller zugelassenen Tätigkeiten zusammensetzt. Diese Tätigkeiten umfassen zukünftig z. B. auch Expositionen aus dem Umgang mit natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen. Welche Tätigkeiten in Zukunft mit betrachtet werden müssen und welche ausgeschlossen werden können, wird in den Kapiteln 4.4 und 4.5 dieser Empfehlung im Einzelnen erläutert.

– Artikel 13: Für die Schätzung der effektiven Dosis und der Organ-Äquivalentdosis sollen die Mitgliedstaaten nach Artikel 13 geeignete „Standardwerte und -beziehungen“ festlegen. Nach Artikel 4 Nummer 96 sind hier für die externe Exposition die aktuell von der ICRP empfohlenen Dosiskoeffizienten aus ICRP 116 (ICRP 2010) zu verwenden, die bereits auf Basis der Empfehlungen der ICRP 103 (ICRP 2007) berechnet wurden. Solche Daten liegen für die interne Exposition bisher noch nicht vor, so dass vorerst die in ICRP 119 (ICRP 2012) gesammelten, bisher benutzten Dosiskoeffizienten benutzt und aktualisierte Werte von den Mitgliedstaaten eingeführt werden. Als Messgrößen für externe Strahlung sind die bisherigen Größen Hp(10), Hp(0,07), H*(10) und H‘(0,07) zu

verwenden; für die Augenlinsendosis können zusätzlich Hp(3) und H‘(3) eingeführt werden.

4.2.3 Kapitel V – Rechtfertigung und regulatorische Kontrolle der Tätigkeiten

Abschnitt 1 des Kapitel V der Richtlinie 2013/59/Euratom beschäftigt sich mit der Rechtfertigung und dem Verbot von Tätigkeiten. Da der Beratungsauftrag sich auf alle unter regulatorischer Kontrolle stehenden Tätigkeiten bezieht, müssen diese Tätigkeiten zunächst darauf geprüft werden, ob sie für den Grenzwert der effektiven Dosis einer Einzelperson der Bevölkerung berücksichtigt werden müssen. Kapitel 4.4 dieser Empfehlung betrachtet dabei die für den Beratungsauftrag nicht-relevanten Tätigkeiten, während Kapitel 4.5 alle relevanten Tätigkeit definiert. Im Folgenden sind die wichtigsten Artikel des Kapitels V der Richtlinie 2013/59/Euratom kurz erläutert:

- In Artikel 19 „Rechtfertigung von Tätigkeiten“ wird der in Artikel 5 bereits definierte Begriff „Rechtfertigung“ in Bezug auf alle Tätigkeiten, die zu beruflichen und medizinischen Expositionen sowie zu Expositionen der Bevölkerung führen können, näher ausgestaltet.
- Artikel 20 „Tätigkeiten, die Verbraucherprodukte betreffen“ regelt die Herstellung oder die Einfuhr von Verbraucherprodukten sowie das Verbot bezüglich des Verkaufs und der Bereitstellung für die Öffentlichkeit, wenn eine Rechtfertigung oder eine Freistellung von der Anmeldungspflicht nach Artikel 26 nicht vorliegt. Zu diskutieren sind in diesem Zusammenhang die Auswirkungen auf die Exposition der Bevölkerung bei Einfuhr von Rohmaterialien bzw. Rohstoffen, die natürlich vorkommende radioaktive Stoffe enthalten.
- Artikel 22 „Tätigkeiten mit einer absichtlichen Exposition von Menschen zwecks nicht-medizinischer Bildgebung“ könnte in Zukunft eine ebenfalls zu berücksichtigende Exposition der Bevölkerung darstellen. Tätigkeiten, die mit einer Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung verbunden sind, müssen jetzt ermittelt und unter Betrachtung festgelegter Kriterien gerechtfertigt werden; als Anhaltspunkt für derartige Tätigkeiten soll Anhang V herangezogen werden. Diese Arten von Tätigkeiten werden bislang in § 86 StrlSchV und ebenso in § 25 Absatz 1 RöV behandelt. Da sie jedoch eine nicht zu vernachlässigende Strahlenexposition mit sich führen können, sollten diese Tätigkeiten im Rahmen aller zum Dosisgrenzwert beitragenden Expositionen betrachtet werden.
- Im Abschnitt 2 des Kapitels V der Richtlinie 2013/59/Euratom wird die regulatorische Kontrolle festgelegt, wobei alle einer regulatorischen Kontrolle unterworfenen Tätigkeiten zunächst in die Betrachtung des Dosisgrenzwertes der Bevölkerung einbezogen werden müssen. Dabei gilt allgemein eine Anzeigepflicht, wenn für Beschäftigte der Dosisgrenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr überschritten wird.
- Artikel 23 „Ermittlung von Tätigkeiten mit natürlich vorkommendem radioaktivem Material“ regelt diese Ermittlung, wobei auf eine Liste von zu berücksichtigenden Industriezweigen, die im Anhang VI der Richtlinie zu finden ist, verwiesen wird. In diesem Artikel werden im Gegensatz zur StrlSchV alle Arbeiten mit natürlich vorkommendem radioaktivem Material (NORM), die eine strahlenschutzrelevante Exposition sowohl für Arbeitskräfte als auch für die Bevölkerung mit sich bringen, als Tätigkeiten eingestuft. Der Begriff „Arbeiten“ wird in dieser Richtlinie im Gegensatz zur StrlSchV nicht verwendet. Diesem Umstand muss zukünftig im deutschen Regelwerk Rechnung getragen werden, da auch diese Tätigkeiten nun bei der Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung mit einbezogen werden müssen.
- Artikel 24 „Abgestufte Vorgehensweise bei der regulatorischen Kontrolle“ regelt die Kontrolle von Tätigkeiten zu Strahlenschutzzwecken mittels Anmeldung, Zulassung und

geeigneten Inspektionen. Eine Beschränkung auf Anmeldung und regelmäßige Inspektionen ist unter Einhaltung der allgemeinen Freistellungskriterien nach Anhang VII dieser Richtlinie möglich; angemeldete Tätigkeiten können nach diesen Kriterien von der Zulassungspflicht freigestellt werden. Angemeldete Tätigkeiten, die nicht von der Zulassungspflicht freigestellt sind, werden durch Anzeige oder Genehmigung regulatorisch kontrolliert.

- Nach Artikel 25 „Anmeldung“ muss jede gerechtfertigte Tätigkeit vor Aufnahme der Tätigkeit bzw. bei laufenden Tätigkeiten, so rasch wie möglich nach Umsetzung in nationales Recht und danach stets vor Aufnahme der Tätigkeiten, angemeldet werden. Dies gilt auch für Arbeitsplätze gemäß Artikel 54 Absatz 3 „Radon am Arbeitsplatz“, für bestehende Expositionssituationen gemäß Artikel 100 Absatz 3 „Programme für bestehende Expositionssituationen“ und für eine nach Artikel 23 ermittelte Tätigkeit, bei der natürlich vorkommende Radionuklide in Wasser eingebracht werden können, die sich strahlenschutzrelevant auf die Qualität von Trinkwasser oder auf einen anderen Expositionspfad auswirken können. Betätigungen mit radioaktiven Materialien, die durch zugelassene Ableitungen kontaminiert sind oder gemäß Artikel 30 freigegeben wurden, werden nicht als geplante Expositionssituationen behandelt und unterliegen somit nicht der Anmeldungspflicht. Dieser letzte Punkt bedeutet, dass weiterhin unter Freigabewerten liegende bzw. freigegebene radioaktive Materialien nicht bei der Dosisberechnung für die Bevölkerung berücksichtigt werden müssen und damit nicht Gegenstand des Beratungsauftrags sind.
- Gleiches gilt für gerechtfertigte Tätigkeiten, die von der Anmeldungspflicht gemäß Artikel 26 „Freistellung von der Anmeldungspflicht“ freigestellt wurden. Die Freistellungskriterien sind dabei für Tätigkeiten mit radioaktivem Material im Anhang VII der Richtlinie geregelt. Für Tätigkeiten mit Geräten, die umschlossene Strahlenquellen enthalten, und mit sonstigen elektrischen Geräten gelten weitere benannte Kriterien, die denen in Anlage I Teil C und Anlage V Teil B StrlSchV und § 5 Absatz 2 und 4 RöV entsprechen.
- Artikel 27 „Anzeige oder Einholung einer Genehmigung“ legt die Anzeige oder die Einholung einer Genehmigung für Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Betrieb von Strahlungsgeneratoren und Beschleunigern – mit Ausnahme von Elektronenmikroskopen – oder bei der Verwendung von radioaktiven Strahlenquellen für medizinische Exposition, für Zwecke der nicht-medizinischen Bildgebung oder für andere Zwecke fest. Für andere Arten von Tätigkeiten können Anzeige oder Genehmigung verlangt werden. Nach den bisherigen Ausführungen können diese Tätigkeiten gemäß dem Beratungsauftrag relevant werden.
- Artikel 28 „Genehmigung“ listet alle Tätigkeiten auf, für die eine Genehmigung erforderlich ist. Diese Tätigkeiten umfassen die absichtliche Verabreichung radioaktiver Stoffe an Personen, den Betrieb und die Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und Uranbergwerken, den absichtlichen Zusatz radioaktiver Stoffe bei der Produktion/ Herstellung von Verbraucherprodukten bzw. sonstiger Produkte, einschließlich Arzneimittel, sowie die Einfuhr solcher Produkte, den Umgang mit hoch radioaktiven umschlossenen Strahlenquellen, den Betrieb, die Stilllegung und Schließung von Anlagen zur langfristigen Zwischenlagerung oder Endlagerung radioaktiver Abfälle, einschließlich der Anlagen, in denen radioaktive Abfälle für diesen Zweck gehandhabt werden, und die Ableitungen von erheblichen Mengen luftgetragener oder flüssiger radioaktiver Materialien an die Umwelt. Nach Artikel 27 Absatz 2 sind die Mitgliedstaaten berechtigt, die Liste der genehmigungsbedürftigen Tätigkeiten zu erweitern. Alle Expositionen durch diese genehmigungspflichtigen Tätigkeiten müssen nach Artikel 12 bei der Betrachtung

des Dosisgrenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung berücksichtigt werden, außer sie können als berufliche oder medizinische Expositionen ausgeschlossen werden.

- Im Artikel 29 „Zulassungsverfahren“ ist die Bereitstellung von strahlenschutzrelevanten Informationen festgelegt, wobei für Genehmigungsanträge die nach Anhang IX dieser Richtlinie geforderten Informationen berücksichtigt werden sollen. Zusätzlich können Genehmigungen spezifische Bedingungen und Bezugnahmen auf in den nationalen Rechtsvorschriften verankerte Anforderungen sowie Anforderungen für die Abgabe radioaktiver Ableitungen gemäß den Anforderungen des Kapitels VIII der Richtlinie 2013/59/Euratom enthalten.
- Artikel 30 „Freigabe aus der regulatorischen Kontrolle“ regelt die Beseitigung, Wiederverwertung oder Wiederverwendung von radioaktivem Material. Dabei müssen für die Entlassung aus der regulatorischen Kontrolle die in Anhang VII der Richtlinie 2013/59/Euratom festgelegten Freigabekriterien eingehalten werden. Die Freigabe aus der regulatorischen Kontrolle entspricht im Wesentlichen dem § 29 StrlSchV und seiner dazugehörigen Anhänge. Eine Ausnahme bildet die Einführung einer Freigrenze von 10 Bq/g für K-40 gegenüber 100 Bq/g gemäß StrlSchV, die Auswirkungen auf die NORM-Industrie bezüglich genehmigungs- bzw. anzeigepflichtiger Tätigkeiten haben und damit auch für diesen Beratungsauftrag relevant sein könnte.
- Anhang IV „Rechtfertigung von neuen Kategorien oder Arten von Tätigkeiten, die Verbraucherprodukte betreffen, nach Artikel 20“ enthält Anhaltspunkte für sachdienliche Angaben sowohl für das Unternehmen als auch für die Behörde bei der Ermittlung von neuen Kategorien und Arten von Tätigkeiten bezüglich Verbraucherprodukten.
- Anhang V „Als Anhaltspunkt dienende Liste der Tätigkeiten, die mit einer Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung verbunden sind, nach Artikel 22“ listet Tätigkeiten mit einer absichtlichen Exposition von Menschen zwecks nicht-medizinischer Bildgebung auf, wobei zwei Kategorien von Tätigkeiten betrachtet werden, zum einen Tätigkeiten mit Einsatz von medizinisch-radiologischen Ausrüstungen und zum anderen Tätigkeiten, bei denen medizinisch-radiologische Ausrüstungen nicht zum Einsatz kommen.
- Anhang VI „Liste der Industriezweige, in denen natürlich vorkommende radioaktive Materialien eingesetzt werden, nach Artikel 23“ enthält eine Liste von zu berücksichtigenden Industriezweigen, einschließlich Forschung und relevanter Sekundärprozesse, in denen natürlich vorkommende radioaktive Materialien eingesetzt werden. In dieser Liste sind die in Anhang XI Teil B StrlSchV aufgelisteten Industriezweige enthalten.
- Anhang VII „Freistellungs- und Freigabekriterien nach den Artikeln 24, 26 und 30“ regelt die Freistellung sowie Freigrenzen und Freigabewerte und legt allgemeine Freistellungs- und Freigabekriterien fest. Tabelle A „Aktivitätskonzentrationswerte für die Freistellung oder Freigabe von Materialien, die für jede Menge und jede Art von Feststoff als Standardwerte dienen können“ ist zweigeteilt, in künstliche Radionuklide und natürlich vorkommende Radionuklide. Tabelle B gibt Freigrenzen für die Gesamtaktivität (Spalte 3) und Freigrenzen für die spezifische Aktivität in geringen Materialmengen jeder Art (Spalte 2) an. Die Mitgliedstaaten können jedoch nach Artikel 26 (2) spezifische Arten von Tätigkeiten von der Anmeldungspflicht freistellen, sofern die in Anhang VII Nummer 3 aufgestellten allgemeinen Freistellungskriterien eingehalten werden und diese Freistellung auf einer Bewertung gründet, die ergibt, dass die Freistellung die optimale Lösung ist.

– Anhang IX „Als Anhaltspunkt dienende Liste der Informationen für Genehmigungsanträge nach Artikel 29“ schlägt grundlegende, für Genehmigungsanträge benötigte Informationen vor.

4.2.4 Kapitel VI – Berufliche Exposition

Im Kapitel VI der Richtlinie 2013/59/Euratom wird die berufliche Strahlenexposition geregelt. Diese Exposition ist zunächst kein Bestandteil des Beratungsauftrages, kann aber in Bezug auf die Betrachtung von Tätigkeiten mit natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen, die aus Strahlenschutzgründen jetzt anzeige- bzw. genehmigungspflichtig werden könnten, von Interesse sein. Deshalb werden im Folgenden die wichtigsten Artikel der Richtlinie 2013/59/Euratom vorgestellt. Eine Bewertung der aus dieser beruflichen Exposition hervorgehenden möglichen Exposition für die Bevölkerung wird in den Kapiteln 4.4 und 4.5 erläutert.

– Artikel 31 „Verantwortung“ legt die Verantwortlichkeit für die Bewertung und die Durchführung von Vorkehrungen für strahlenexponierte Arbeitskräfte fest. Zudem muss eine klare Zuweisung von Verantwortung für den Schutz von Arbeitskräften in allen Expositionssituationen erfolgen, insbesondere auch für Arbeitskräfte, die bei Sanierungsarbeiten mit kontaminiertem Material mitwirken oder am Arbeitsplatz erhöhten Radon-Konzentrationen gemäß Artikel 54 Absatz 3 ausgesetzt sind.

– Gemäß Artikel 35 „Vorkehrungen am Arbeitsplatz“ müssen für alle Arbeitskräfte, die einer Exposition über den Dosisgrenzwerten für Einzelpersonen der Bevölkerung gemäß Artikel 12 der Richtlinie 2013/59/Euratom ausgesetzt sein können, Strahlenschutzvorkehrungen getroffen werden. Weiter werden Arbeitsplätze gemäß Artikel 54 Absatz 3, bei denen eine Exposition eine effektive Dosis von 6 mSv im Kalenderjahr oder einen entsprechenden zeitintegrierten, festgelegten Wert der Exposition durch Radon überschreiten kann, als geplante Expositionssituationen behandelt; liegen die Expositionswerte darunter, müssen diese Expositionen laufend überwacht werden. Für fliegendes Personal gelten dieselben Bestimmungen, jedoch muss den Besonderheiten dieser Expositionssituation Rechnung getragen werden.

– Artikel 36 „Einstufung der Arbeitsplätze“ regelt die Einteilung von Arbeitsplätzen in verschiedene Bereiche auf der Grundlage einer Abschätzung der erwarteten Jahresdosen und der Wahrscheinlichkeit und Höhe potenzieller Expositionen. Dabei wird zwischen Kontrollbereichen und Überwachungsbereichen unterschieden, in denen die Arbeitsbedingungen fortlaufend zu überwachen sind.

– Artikel 40 „Kategorien strahlenexponierter Arbeitskräfte“ legt fest, dass zwischen zwei Kategorien A und B für strahlenexponierte Arbeitskräfte zu Kontroll- und Überwachungszwecken unterschieden werden muss. Diese Einteilung entspricht § 54 StrlSchV, jedoch mit dem Unterschied, dass für Kategorie B als Grenzwert für die Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse nun ein Wert von 15 mSv im Kalenderjahr festgelegt wurde.

– Artikel 54 „Radon am Arbeitsplatz“ ermöglicht nationale Referenzwerte für Radonkonzentrationen an Arbeitsplätzen in Innenräumen, legt jedoch für Innenräume einen Maximalwert für den Referenzwert für die spezifische Aktivität in Luft im Jahresmittel von 300 Bq/m³ fest. Dieser darf aufgrund von nationalen Gegebenheiten jedoch gerechtfertigt überschritten werden. Zusätzlich sind bei bestimmten Arbeitsplätzen Radonmessungen durchzuführen. In Absatz 3 dieses Artikels wird für Arbeitsplätze, in denen die über das Jahr gemittelte Radonkonzentration trotz Optimierungsmaßnahmen den nationalen Referenzwert überschreitet, geregelt, dass diese Expositionssituation nach

Artikel 25 angemeldet werden muss und Artikel 35 angewandt wird. Das bedeutet, dass diese Arbeitsplätze als geplante Expositionssituationen zu behandeln sind.

4.2.5 Kapitel VIII – Exposition der Bevölkerung

Abschnitt 1 des Kapitels VIII der Richtlinie 2013/59/Euratom beinhaltet den Schutz der Einzelpersonen der Bevölkerung und den langfristigen Gesundheitsschutz unter normalen Bedingungen. In den zu diesem Abschnitt 1 gehörenden Artikeln werden die Schutzmaßnahmen, die Durchführung der Schätzung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung sowie die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe festgelegt. Diese Festlegungen können eine direkte Auswirkung auf die bisherigen auf Grundlage der StrlSchV eingesetzten Modelle für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung haben: zum einen ist eine realistische Ermittlung der Dosen unter Betrachtung einer repräsentativen Person gefordert, zum anderen muss die Summe von Dosen aller zugelassenen Tätigkeiten für die Betrachtung des Grenzwertes für eine effektive Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung herangezogen werden. Dies könnte bedingen, dass die bisher verwendeten Modelle überprüft und eventuell ein neues Modell für die Berechnung der Strahlenexposition für die Bevölkerung ausgearbeitet werden müsste.

- Artikel 65 „Schutz von Einzelpersonen der Bevölkerung“ regelt die Maßnahmen zum Schutz von Einzelpersonen der Bevölkerung bei genehmigungspflichtigen Tätigkeiten unter normalen Bedingungen. Die zuständige Behörde legt dabei ggf. Ableitungswerte als Teil der Ableitungsgenehmigungen und -bedingungen für die Ableitung radioaktiver Stoffe fest. In Bezug auf anzeigepflichtige Tätigkeiten ist der Schutz von Einzelpersonen der Bevölkerung unter normalen Bedingungen durch geeignete nationale Vorschriften und Leitlinien sicherzustellen.
- Artikel 66 „Schätzung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung“ beinhaltet das Treffen von Vorkehrungen für eine Schätzung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung, die durch zugelassene Tätigkeiten verursacht werden, wobei der Umfang der Vorkehrungen im Verhältnis zu dem entsprechenden Expositionsrisiko steht. Zusätzlich müssen die Tätigkeiten bestimmt werden, für die eine Ermittlung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung durchgeführt werden muss. Dabei wird zwischen Tätigkeiten unterschieden, für die eine realistische Ermittlung durchgeführt werden muss und für die eine Untersuchung zum Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten ausreichend ist. Weiterhin sind Anforderungen im Hinblick auf eine realistische Ermittlung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung näher beschrieben.
- Artikel 67 „Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe“ verpflichtet die Unternehmen, die Ableitungen luftgetragener und flüssiger radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb in die Umwelt auf geeignete Weise zu überwachen und ggf. zu bewerten und die Ergebnisse der zuständigen Behörde mitzuteilen. Die Meldung aus der Überwachung von radioaktiven Ableitungen aus einem Kernkraftwerk oder einer Wiederaufarbeitungsanlage erfolgt im Einklang mit standardisierten Informationen.
- Artikel 68 „Aufgaben der Unternehmen“ legt weitere Aufgaben fest, die u. a. die Erreichung und Aufrechterhaltung eines optimalen Schutzniveaus für Einzelpersonen der Bevölkerung und die Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung und der radioaktiven Kontamination der Umwelt beinhalten.

Abschnitt 2 des Kapitels VIII der Richtlinie 2013/59/Euratom beschäftigt sich mit Notfall-Expositionssituationen, die für den Beratungsauftrag nicht relevant sind.

Abschnitt 3 des Kapitels VIII der Richtlinie 2013/59/Euratom behandelt bestehende Expositionssituationen. Diese Situationen können sich z. B. aufgrund von Altlasten und

Rückständen aus dem Uranbergbau, von sonstigen bergbaulichen Hinterlassenschaften, von Radonexposition in Innenräumen und von aus Baustoffen ausgehender Gammastrahlung ergeben. In die Diskussion bezüglich der Betrachtung des Dosisgrenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung fallen diese Expositionssituationen, wenn z. B. Sanierungsmaßnahmen kontaminierter Gebiete durchgeführt werden sollen.

- Artikel 73 „Kontaminierte Gebiete“ beinhaltet die Anforderungen an optimierte Schutzstrategien, u. a. die Ermittlung der Exposition unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen sowie bei Gebieten mit Restkontamination die Anforderungen an Vorkehrungen zur Begrenzung der Exposition, um als normal zu betrachtende Lebensbedingungen zu schaffen.
- Artikel 74 „Radonexposition in Innenräumen“ regelt die Festlegung nationaler Referenzwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen. Hier darf der Referenzwert von 300 Bq/m³ für die spezifische Aktivität in der Luft im Jahresmittel nicht überschritten werden. Weiterhin regelt der Artikel die Förderung von Maßnahmen zur Ermittlung von Wohnräumen, in denen die Radonkonzentration (im Jahresmittel) den Referenzwert überschreitet, und von Maßnahmen zu deren Verringerung sowie die Bereitstellung von Informationen über die Radonexposition.
- Artikel 75 „Von Baustoffen ausgehende Gammastrahlung“ legt den Referenzwert für die externe Exposition in Innenräumen durch Gammastrahlung aus Baustoffen zusätzlich zur externen Exposition im Freien von 1 mSv im Kalenderjahr fest. Für die Ermittlung der als unter Strahlenschutzgesichtspunkten bedenklichen Baustoffe ist die im Anhang XIII der Richtlinie 2013/59/Euratom aufgeführte Liste zu berücksichtigen. Zudem müssen die spezifischen Aktivitäten der in Anhang VIII der Richtlinie genannten Radionuklide bestimmt und die zuständige Behörde unterrichtet werden. Überschreitet die Dosisabgabe den Referenzwert voraussichtlich, müssen Maßnahmen ergriffen werden.
- Anhang VIII „Definition und Verwendung des Aktivitätskonzentrationsindex für die von Baustoffen emittierte Gammastrahlung nach Artikel 75“ legt fest, dass für die Zwecke des Artikel 75 die spezifischen Aktivitäten der primordialen Radionuklide Ra-226, Th-232 (oder seines Zerfallsprodukts Ra-228) und K-40 bestimmt werden müssen, und gibt eine Formel für den Aktivitätskonzentrationsindex I und dessen Bedeutung an.
- Anhang XIII „Als Anhaltspunkt dienende Liste von Baustoffen, die hinsichtlich ihrer emittierten Gammastrahlung in Betracht zu ziehen sind, nach Artikel 75“ listet nach Artikel 75 zu betrachtende Baustoffe auf, wobei zwischen natürlichen Materialien und Materialien mit Rückständen aus Industriezweigen, in denen natürlich vorkommende radioaktive Materialien verarbeitet werden, unterschieden wird.

4.2.6 Kapitel IX – Allgemeine Zuständigkeiten der Mitgliedstaaten und der zuständigen Behörden sowie weitere Anforderungen an die regulatorische Kontrolle

Abschnitt 6 des Kapitels VIII der Richtlinie 2013/59/Euratom befasst sich mit bestehenden Expositionssituationen. Diese können unter Umständen im Sinne des Beratungsauftrags relevante Tätigkeiten darstellen.

- In Artikel 100 „Programme für bestehende Expositionssituationen“ wird festgelegt, dass bei Anzeichen einer Exposition oder einer nachgewiesenen Exposition bestehende Expositionssituationen unter Einbeziehung des Anhangs XVII ermittelt und bewertet werden müssen, um die entsprechenden berufsbedingten Expositionen und Expositionen der Bevölkerung zu bestimmen. Die Mitgliedstaaten können entscheiden, dass eine bestehende Exposition keine Schutz- oder Sanierungsmaßnahmen erfordert, wenn dies dem allgemeinen Grundsatz der Rechtfertigung entspricht. Sanierungsmaßnahmen in

bestehenden Expositionssituationen unterliegen den Vorschriften für geplante Expositionssituationen und sind gemäß Artikel 25 anzumelden, wenn sie aus Strahlenschutzgründen bedenklich sind und eine rechtliche Verantwortung zugewiesen werden kann.

– Anhang XVII „Als Anhaltspunkt dienende Liste bestehender Expositionssituationen nach Artikel 100“ definiert die zu berücksichtigenden bestehenden Expositionssituationen. Darunter fallen die Exposition aufgrund einer Kontamination von Gebieten durch radioaktive Rückstände, die Exposition durch natürliche Strahlungsquellen und die Exposition durch Waren, mit Ausnahme von Lebensmitteln, Tierfuttermitteln und Trinkwasser.

4.3 Expositionssituationen nach ICRP und einige Aspekte aus ICRP 103

In ihrer Empfehlung 103 (ICRP 2007) hat die ICRP im Jahr 2007 die bisherigen Grundlagen des Strahlenschutzes weitestgehend bestätigt. Für die Kategorisierung von Strahlenexpositionen ergeben sich nach ICRP 103 jedoch Neuerungen, die wesentliche Auswirkungen auf das regulative System des Strahlenschutzes haben.

Während ICRP 103 die drei Kategorien Exposition der Bevölkerung, Exposition der Beschäftigten und die medizinische Exposition beibehält, macht sie für Expositionssituationen keine Unterscheidung mehr nach Expositionen durch natürliche und künstliche Radioaktivität (Tätigkeiten oder Arbeiten), sondern unterscheidet nur noch „geplante Expositionssituationen“, „Notfall-Expositionssituationen“ und „bestehende Expositionssituationen“. Diese drei Situationen sollen den gesamten Bereich von Expositionssituationen abdecken.

– Geplante Expositionssituationen sind Situationen, die den geplanten Betrieb von Quellen einschließlich der Stilllegung, der Beseitigung von radioaktivem Abfall und der Sanierung zuvor belasteter Gebiete mit sich bringen. Laufende Tätigkeiten sind geplante Expositionssituationen, die mit der geplanten Einführung und dem geplanten Betrieb von Quellen verbunden sind. Zu dieser Art von Expositionssituationen gehören auch solche, die bisher als Arbeiten klassifiziert wurden.

– Notfall-Expositionssituationen sind unerwartete Situationen, z. B. solche, die störfall- oder unfallbedingt während der Durchführung einer geplanten Situation (bisherige Tätigkeiten oder Arbeiten) oder durch eine böswillige Handlung auftreten können und sofortige (Notfall-)Maßnahmen erfordern, in erster Linie um eine Gefährdung oder nachteilige Folgen für Gesundheit und Sicherheit, Lebensqualität, Eigentum von Menschen sowie für die Umwelt zu mindern. Dies schließt Situationen ein, für die unverzügliches Handeln gerechtfertigt ist, um die Folgen einer wahrgenommenen Gefährdung abzuschwächen.

– Bestehende Expositionssituationen sind Expositionssituationen, die bereits bestehen, wenn eine Entscheidung für die Überwachung getroffen werden muss, und die Sofortmaßnahmen nicht oder nicht mehr erfordert. Eingeschlossen sind z. B. Situationen, die natürliche Strahlung und Rückstände früherer Tätigkeiten betreffen. Sie umfassen auch Situationen die aus Tätigkeiten stammen, die aber nicht entsprechend der aktuellen Empfehlung ICRP 103 ausgeübt wurden. In der Richtlinie 2013/59/EURATOM werden diese in Anhang XVII (a) (i) als *„vergangene[n] Tätigkeiten, die nie der regulatorischen Kontrolle unterlagen oder nicht gemäß den in dieser Richtlinie festgelegten Anforderungen reguliert wurden.“* bezeichnet.

Die drei Grundprinzipien des Strahlenschutzes werden in ICRP 103 beibehalten.

– Grundsatz der Rechtfertigung: Jede Entscheidung, die die Strahlenexpositions-Situation verändert, soll mehr nutzen als schaden.

– Grundsatz der Optimierung des Schutzes: Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Exposition auftritt, die Zahl der exponierten Personen und die Höhe der individuellen Dosen sollen so niedrig gehalten werden wie es unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Faktoren vernünftigerweise erreichbar ist.
– Grundsatz der Anwendung von Dosisgrenzwerten: Die Gesamtdosis einer Person aus geregelten Quellen bei geplanten Expositionssituationen, außer medizinischen Expositionen, soll die von der Kommission empfohlenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Nach ICRP 103 gelten die Grundsätze der Rechtfertigung und Optimierung für alle drei Expositionssituationen (ICRP 2007). Allerdings gilt der Grundsatz der Anwendung von Dosisgrenzwerten nur für geplante Expositionssituationen. Für Notfall- und bestehende Expositionssituationen kann es vorkommen, dass Grenzwerte, die für geplante Expositionssituationen gelten, überschritten werden oder nicht eingehalten werden können. Hier bleibt lediglich die Anwendung der Grundsätze der Rechtfertigung und der Optimierung.

Das bedeutet, dass unter den gegebenen Umständen das beste Schutzniveau erzielt werden sollte, indem der Nutzen maximiert und Schaden minimiert wird. Zur Vermeidung unangemessener Ergebnisse dieses Optimierungsverfahrens sollten Beschränkungen für die Dosen oder Risiken von Personen durch eine bestimmte Quelle (Dosis- oder Risikorichtwerte sowie Referenzwerte) bestehen.

Die ICRP verwendet die Begriffe Dosisrichtwert (dose constraint) bei geplanten Expositionssituationen und Referenzwert (bei Notfall- und bestehenden Expositionssituationen) in Verbindung mit der Optimierung des Strahlenschutzes zur Begrenzung von individuellen Dosen. Es werden Werte der individuellen Dosis entweder als Dosisrichtwert oder als Referenzwert definiert. Die Absicht ist dabei, die entsprechenden Werte nicht zu überschreiten bzw. sie einzuhalten. Unbeschadet davon ist es aber das Ziel, alle Strahlenexpositionen auf Werte zu reduzieren, die so niedrig sind, wie es unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Faktoren vernünftigerweise erreichbar ist.

Der Dosisgrenzwert gibt bei geplanten Expositionssituationen den Dosis- oder Risikowert an, der nicht überschritten werden darf. Unterhalb der Dosisgrenzwerte werden Dosisrichtwerte (dose constraints) als Referenzwerte definiert, die nicht überschritten werden sollen. Unterhalb der Dosisrichtwerte gilt der Grundsatz der Optimierung.

Der Referenzwert gibt bei Notfall-Expositionen oder bestehenden kontrollierbaren Expositionssituationen den Dosis- oder Risikowert an, bei dessen Überschreitung Expositionen als unangemessen betrachtet werden und bei dessen Unterschreitung eine Optimierung des Schutzes durchgeführt werden soll. Der genaue Zahlenwert, der als Referenzwert gewählt wird, hängt von den jeweiligen Umständen der betrachteten Exposition ab.

In Tab. 4.1 sind die verschiedenen im Schutzsystem der ICRP verwendeten Arten von Dosisbegrenzungen (Grenzwerte, Richtwerte, Referenzwerte) in Bezug auf die Art der Expositionssituation und die Expositionskategorie angegeben. In geplanten Expositionssituationen gibt es auch Risikorichtwerte, um potenziellen Expositionen Rechnung zu tragen.

Abb. 4.1 stellt den Zusammenhang zwischen Dosisrichtwerten und Referenzwerten und der Optimierung des Strahlenschutzes dar. Für die Referenzwerte in Notfall- und bestehenden Expositionssituationen empfiehlt die ICRP lediglich Bandbreiten: 20 mSv bis 100 mSv im Kalenderjahr in Notfall-Expositionssituationen und 1 mSv bis 20 mSv im Kalenderjahr in bestehenden Expositionssituationen. Als langfristiges Ziel wird im Rahmen der Optimierung des Schutzes ein Referenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr angestrebt.

Die ICRP betont, dass im Rahmen der Optimierung besonderer Wert auf die Reduzierung der Anzahl der Personen gelegt werden soll, deren Dosen die Referenzwerte überschreiten.

Maßnahmen zur Dosisreduzierung sollen danach bewertet werden, welche verbleibende Dosis nach ihrer Durchführung oberhalb der Referenzwerte liegen wird. Wenn die Ermittlungen der Strahlenexpositionen nicht die Realität abbilden, ist eine Optimierung unmöglich.

Die ICRP spricht sich dafür aus, bei der Durchführung von Maßnahmen zur Optimierung des Schutzes in Notfall- oder bestehenden Expositionssituationen besonderen Wert auf die Verringerung der Perzentile der Expositionsverteilung zu legen, die oberhalb der Referenzwerte liegen. Vordringliche Aufgabe sei es, diese zu verringern. Dies setzt die Kenntnis einer Dosisverteilung in exponierten Personengruppen voraus und ist ohne eine realistische, probabilistische Ermittlung der Strahlenexposition in einer betroffenen Bevölkerung nicht möglich.

Tab. 4.1: Die im Schutzsystem der ICRP verwendeten Dosisgrenzwerte, Dosisrichtwerte (dose constraints) und Referenzwerte nach ICRP 103, Tab. 4 (ICRP 2007).

Expositionssituation	**berufliche Exposition**	**Exposition der Bevölkerung**	**Medizinische Exposition**
Geplante Exposition	Dosisgrenzwert Dosisrichtwert	Dosisgrenzwert Dosisrichtwert	Diagnostischer Referenzwert [d] (Dosisrichtwert [e])
Notfall-Exposition	Referenzwert [a]	Referenzwert	n. z. [b]
Bestehende Exposition	n. z. [c]	Referenzwert	n. z. [b]

a Langzeit-Maßnahmen sollten als Teil geplanter beruflicher Expositionen behandelt werden.

b nicht zutreffend

c Expositionen infolge von Langzeit-Sanierungsmaßnahmen oder zeitlich ausgedehnter Beschäftigung in betroffenen Gebieten sollten als Teil geplanter beruflicher Expositionen behandelt werden.

d Patienten

e ausschließlich Betreuungs- und Begleitpersonen sowie Probanden in der Forschung

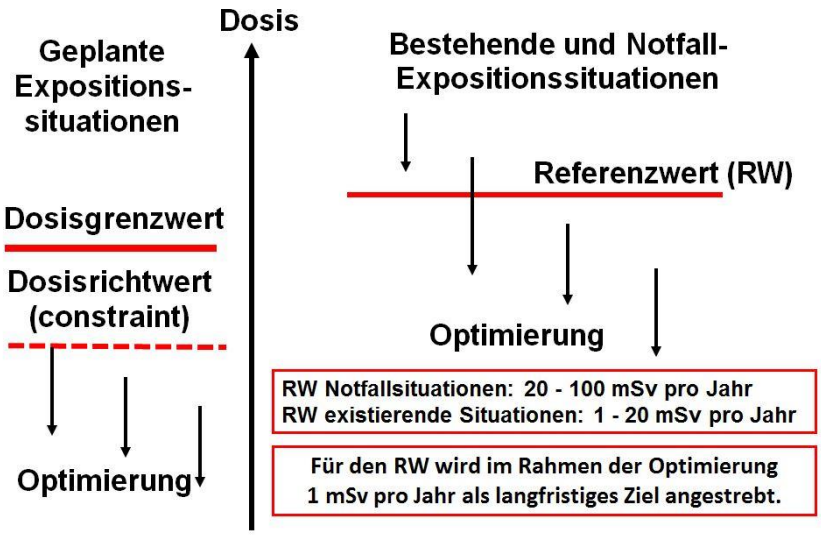

Abb. 4.1: Das System der Dosisgrenzwerte, Dosisrichtwerte (dose constraints), Referenzwerte und der Optimierung des Schutzes nach ICRP 103 (ICRP 2007).

Von besonderer Bedeutung für den vorliegenden Beratungsauftrag sind die Ausführungen in ICRP 103 zum Umgang mit Dosisgrenzwerten, Dosisrichtwerten (dose constraints) und

Referenzwerten im Zusammenhang mit Strahlenexpositionen aus mehreren Quellen (ICRP 2007). Es heißt in ICRP 103, Kapitel 5.5 Ebenen des Strahlenschutzes:

„(197) In den Empfehlungen von 1990 wurde festgestellt, dass die Wirkungen eines Beitrags zu einer individuellen Körperdosis aus einer Quelle unabhängig von den Wirkungen sind, die durch Dosen aus anderen Quellen hervorgerufen werden – vorausgesetzt, die individuelle Körperdosis liegt weit unter der Schwelle für schädliche deterministische Wirkungen. Für viele Zwecke könnte man jede Quelle bzw. jede Gruppe von Quellen für sich behandeln. Dabei ist es notwendig, die Exposition von Personen, die durch diese Quelle oder Gruppe von Quellen exponiert werden, zu berücksichtigen. Dieses Verfahren wird als „quellenbezogene" Methode bezeichnet. Die Kommission betont jetzt die vorrangige Bedeutung des quellenbezogenen Vorgehens, weil auf diese Weise quellenbezogene Maßnahmen getroffen werden können, um für eine Gruppe von Personen den Schutz vor dieser Quelle sicherzustellen.

(198) Für geplante Expositionssituationen stellt der Dosisrichtwert[6] die quellenbezogene Begrenzung der Dosis dar, die Personen erhalten können. Für potenzielle Expositionen ist das entsprechende Konzept der Risikorichtwert. Die entsprechende quellenbezogene Beschränkung für Notfallexpositionssituationen und bestehende Expositionssituationen ist der Referenzwert …. Die Konzepte des Dosisrichtwertes und des Referenzwerts kommen im Prozess der Optimierung des Schutzes zur Anwendung. Ihre Anwendung soll sicherstellen, dass alle Expositionen so niedrig gehalten werden, wie es unter Berücksichtigung gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Faktoren vernünftigerweise erreichbar ist. Richtwerten und Referenzwerten kommt somit eine Schlüsselfunktion im Prozess der Optimierung zu, durch welche das unter den gegebenen Umständen jeweils angemessene Schutzniveau sichergestellt wird.

(199) Man könnte einwenden, dass die quellenbezogene Beschränkung dann keinen ausreichenden Schutz bietet, wenn mehrere Quellen vorliegen. Die Kommission nimmt jedoch an, dass gewöhnlich eine Quelle vorherrscht und die Wahl des geeigneten Referenz- oder Richtwertes ein angemessenes Schutzniveau gewährleistet. Die Kommission ist nach wie vor der Auffassung, dass der quellenbezogene Optimierungsgrundsatz unterhalb des Richtwertes oder Referenzwertes in jeder Situation das effektivste Mittel für den Schutz darstellt.

(200) Im konkreten Fall geplanter Expositionssituationen ist es erforderlich, separate Beschränkungen für die Summen der beruflichen Dosiswerte und die Summen der Dosen der Bevölkerung festzulegen. Die Kommission bezeichnet solche personenbezogenen Beschränkungen als Dosisgrenzwerte …; die entsprechende Dosisabschätzung wird „personenbezogene" Dosisabschätzung genannt.[7]

(201) Es ist jedoch selten möglich, die gesamte Exposition einer Person aus allen diesen Quellen abzuschätzen. Daher ist es notwendig, Näherungswerte der Dosis zu ermitteln für den Vergleich mit dem quantitativen Grenzwert, insbesondere im Fall von Expositionen der Bevölkerung. Für berufliche Expositionen ist es wahrscheinlicher, dass exakte Näherungen

---

[6] „Constraint" wurde in der deutschen Ausgabe der ICRP 60 (ICRP 1990) mit „Schranke" übersetzt. Abweichend davon wurde in der deutschen Übersetzung von ICRP 103 (ICRP 2007) das Wort „Richtwert" verwendet. Der Ausdruck „Richtwert" als Übersetzung von „Constraint" ist jedoch nicht zu verwechseln mit dem im deutschen Recht benutzten Begriff „Richtwert". Dies merkte bereits der Übersetzer von ICRP 103 in einer Fußnote an.

[7] Der Gebrauch des Begriffs Abschätzung in der deutschen Version von ICRP 103 entspricht hier nicht der Definition der SSK Empfehlung zur realistischen Ermittlung der Strahlenexposition (SSK 2013). Im englischen Originaltext von ICRP 103 heißt dieser Satz: *„The Commission refers to such individual-related restrictions as dose limits … and the corresponding assessment of doses is called 'individual-related'."* Der Begriff "assessment" umfasst sowohl Abschätzungen als auch Ermittlungen im Sinne von (SSK 2013).

möglich werden, da die Betriebsleitung Zugang zu den Daten hat, die für die Feststellung und Überwachung der Dosis durch alle relevanten Quellen benötigt werden.“

Abb. 4.2 erläutert die Unterschiede zwischen individuellen Dosisgrenzwerten, die in geplanten Situationen verwendet werden, und Dosisrichtwerten oder Referenzwerten für den Schutz vor einer Quelle in allen Situationen.

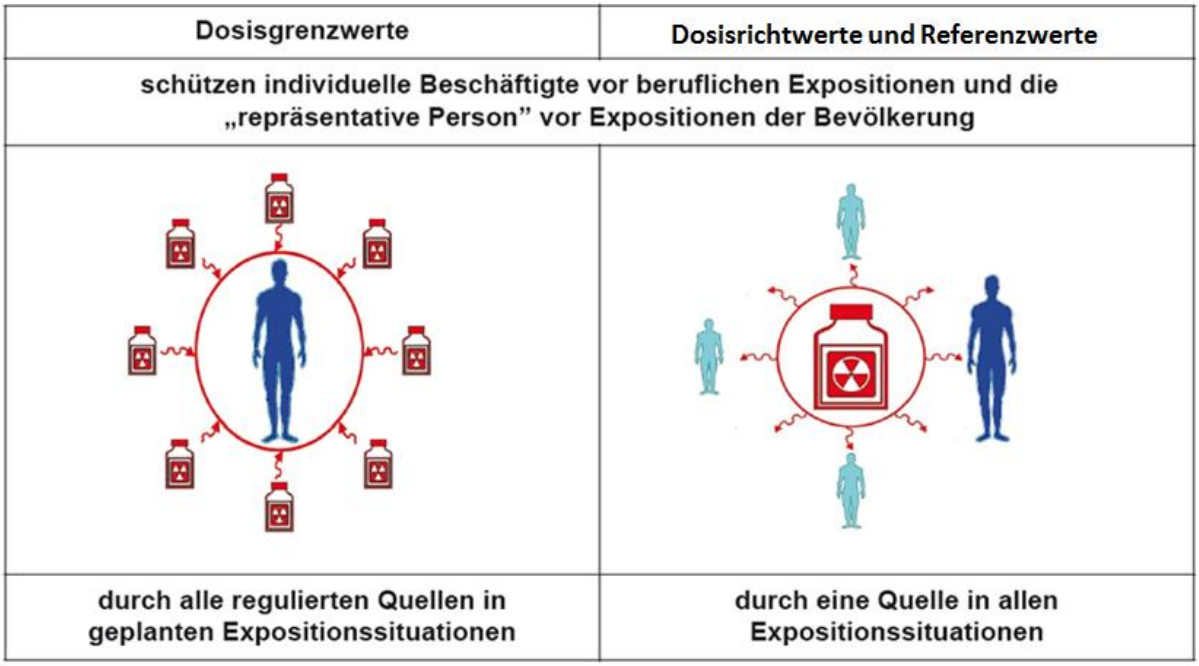

Abb. 4.2: Gegenüberstellung von Dosisgrenzwerten, Dosisrichtwerten und Referenzwerten für den Schutz von Beschäftigen und Personen in der Bevölkerung (nach ICRP 2007).

Die ICRP geht davon aus, dass Schutzmaßnahmen bei regulierten Tätigkeiten jeweils dem Schutz vor einer Strahlenquelle dienen. Nur der Betreiber einer Quelle ist in der Lage und in der Pflicht, für diesen Schutz zu sorgen. Er ist auch imstande in Bezug auf die berufliche Strahlenexposition der Beschäftigten, den Schutz vor allen in seinem Verantwortungsbereich befindlichen Quellen sicherzustellen. Die Sicherstellung des Schutzes vor allen relevanten Quellen für die Strahlenexposition der Bevölkerung kann jedoch nur realisiert werden, wenn das gesetzliche Regelwerk dieses fordert, die erforderlichen Informationen der überwachenden Behörde vorliegen oder von ihr erhoben werden, und festgelegt wird, wie gemäß Absatz 201 aus ICRP 103 (ICRP 2007) Näherungswerte der Dosis für den Vergleich mit dem quantitativen Grenzwert zu ermitteln sind,

Empfehlung 1:

In Umsetzung der Forderung der Richtlinie 2013/59/Euratom, für den Grenzwert der effektiven Dosis einer Einzelperson der Bevölkerung von 1 mSv im Kalenderjahr alle solchen Tätigkeiten zu berücksichtigen, welche der behördlichen Zulassung durch ein Genehmigungs- oder Anzeigeverfahren unterliegen (Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom), empfiehlt die SSK, im deutschen Regelwerk festzulegen, dass und wie die erforderlichen Informationen zur Durchführung der Dosisabschätzungen oder -ermittlungen zu erheben sind, und durch Erstellung entsprechender Vorgaben im untergesetzlichen Regelwerk die Regeln für die Abschätzung oder Ermittlung der Dosis für

Einzelpersonen der Bevölkerung für den Vergleich mit dem quantitativen Grenzwert zu spezifizieren.

Die SSK macht zur praktischen Ausgestaltung dieser Empfehlung im Folgenden weitere Aussagen.

4.4 Ausgeschlossene und ausgenommene Tätigkeiten

Gemäß Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom muss die Bundesrepublik Deutschland sicherstellen, dass die Dosisgrenzwerte für die Exposition der Bevölkerung für die Summe der jährlichen Expositionen einer Einzelperson der Bevölkerung durch alle zugelassenen Tätigkeiten gelten. Die Dosisgrenzwerte im Jahr sind nach Artikel 12 Absatz 2 der Richtlinie 2013/59/Euratom:

- 1 mSv effektive Dosis
- 15 mSv Organäquivalentdosis für die Augenlinse
- 50 mSv Organäquivalentdosis für die Haut gemittelt über jede beliebige Hautfläche von 1 cm^2 unabhängig von der exponierten Fläche.

In der Folge wird, wenn nicht die genannten Organdosen wirklich betrachtet werden müssen, als Grenzwertbezug nur die effektive Dosis verwendet.

Dementsprechend müssen also bei der Betrachtung des Grenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung alle Tätigkeiten berücksichtigt werden, die zugelassen sind, d. h. für den Umgang mit radioaktiven Stoffen oder das Betreiben von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung eine Genehmigung erhalten haben oder für die eine Anzeige erstattet wurde.

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass nicht genehmigungspflichtige und keinem Anzeigeverfahren unterliegende Tätigkeiten nicht berücksichtigt werden. In der Richtlinie 2013/59/Euratom sind explizit dazu genannt:

1. Menschliche Betätigungen, die mit Materialien verbunden sind, die aufgrund zugelassener Tätigkeiten radioaktiv kontaminiert sind (Artikel 25 Absatz 4 der Richtlinie 2013/59/Euratom). Solche Kontaminationen werden z. B. durch nach § 47 StrlSchV genehmigte Ableitungen mit der Luft oder dem Wasser verursacht.
2. Menschliche Betätigungen (Artikel 25 Absatz 4 der Richtlinie 2013/59/Euratom), die mit gemäß Artikel 30 der Richtlinie 2013/59/Euratom freigegebenen Materialien verbunden sind. Dies entspricht den nach § 29 StrlSchV oder § 98 StrlSchV aus der behördlichen Aufsicht entlassenen Stoffen.

Die in den Punkten 1 und 2 aufgezählten menschlichen Betätigungen werden gemäß Artikel 25 Absatz 4 nicht als geplante Expositionen gewertet und unterliegen deshalb nicht der Anmeldepflicht.

3. Unter anderem können folgende Tätigkeiten von der Anmeldepflicht freigestellt werden:

   - Tätigkeiten mit Material, wenn die Freigrenzen der spezifischen Aktivität (Artikel 26 Absatz 1b der Richtlinie 2013/59/Euratom) nach Anhang VII Tabelle A nicht überschritten sind. Der Teil 1 der Tabelle gilt für künstliche Radionuklide, der Teil 2 für natürlich vorkommende Radionuklide. Dabei handelt es sich um Feststoffe jeder Art und Menge. Für natürlich vorkommende Radionuklide darf die Einhaltung der Werte der spezifischen Aktivität der Tabelle A Teil 2 nicht dazu führen, dass der für Baustoffe zugelassene Referenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr überschritten wird (Anhang VII Absatz 2e der Richtlinie 2013/59/Euratom).

- Tätigkeiten mit geringen Materialmengen, wenn die Freigrenzen der Aktivität (Artikel 26 Absatz 1a der Richtlinie 2013/59/Euratom) nach Anhang VII Tabelle B Spalte 3 nicht überschritten sind. Geringe Materialmengen höherer spezifischer Aktivität werden übereinstimmend in TECDOC 1000 (IAEA 1998) und Radiation Protection 65 (EC 1993) auf drei Tonnen pro Jahr und Einrichtung definiert.
- Tätigkeiten mit bauartzugelassenen Geräten.

Allgemeine Freistellungs- und Freigabekriterien finden sich in Anhang VIII Absatz 3 der Richtlinie 2013/59/Euratom.

4. Expositionen durch Radon in Innenräumen (Artikel 74 der Richtlinie 2013/59/Euratom).

Im Zusammenhang mit diesen Tätigkeiten, die gemäß der Richtlinie 2013/59/Euratom explizit nicht bei der Ermittlung der Strahlenexposition für Einzelpersonen der Bevölkerung zu berücksichtigen sind, können unter dem Ausschlussaspekt betrachtet werden:

- Expositionen von Betreuungs- und Begleitpersonen für Patienten; für diese sind separat Dosisrichtwerte festgelegt (Artikel 56 Absatz 5 der Richtlinie 2013/59/Euratom).
- Expositionen durch kosmische Strahlung in Luftfahrzeugen; diese sind nicht Gegenstand dieser Empfehlung, da sie einerseits für das fliegende Personal als berufliche Exposition in geplanten Tätigkeiten behandelt werden, andererseits die Strahlenexposition der Passagiere nach Artikel 3 ausgeschlossen ist.

Eine besondere Klarstellung ist erforderlich in Bezug auf die unterschiedlichen Expositionskategorien „**Berufliche Strahlenexposition**“ und „**Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung**“, die in der Richtlinie 2013/59/Euratom und ICRP 103 gleichermaßen behandelt werden.

Grundsätzlich ist die berufliche Strahlenexposition laut Definition der Richtlinie 2013/59/Euratom (Euratom 2014): „*58. Berufliche Exposition: Exposition von Arbeitskräften, Auszubildenden und Studierenden während ihrer Arbeit.*“ Bei der beruflichen Exposition wird keine Unterscheidung von Expositionssituationen oder zwischen bisherigen Tätigkeiten und Arbeiten gemacht. Jede Strahlenexposition während der Berufsausübung ist eine berufliche Strahlenexposition. Allerdings sind berufliche Strahlenexpositionen unterhalb von 1 mSv im Kalenderjahr von den zwingenden Schutzvorschriften und von der Einstufung als beruflich strahlenexponierte Person freigestellt.

Damit wird der bisherige Begriff der „beruflich strahlenexponierten Person“ ersetzt durch die „strahlenexponierte Arbeitskraft“ gemäß der Definition der Richtlinie 2013/59/Euratom: „*36. Strahlenexponierte Arbeitskraft: Selbständige oder Arbeitnehmer, die bei ihrer Arbeit im Rahmen einer unter diese Richtlinie fallenden Tätigkeit einer Exposition ausgesetzt sind und bei denen davon auszugehen ist, dass sie Strahlendosen erhalten können, die einen der für die Exposition der Bevölkerung festgelegten Dosisgrenzwerte übersteigen.*“ Die „Strahlenexposition der Bevölkerung“ wird definiert als: „*69. Exposition der Bevölkerung: Exposition von Einzelpersonen, mit Ausnahme beruflicher oder medizinischer Expositionen.*“

Die berufliche Strahlenexposition ist separat von der Strahlenexposition der Bevölkerung zu betrachten. Dies gilt auch im Hinblick auf den Dosisgrenzwert nach Artikel 12. Damit betrifft Artikel 12 nur die Strahlenexposition der Bevölkerung, nicht aber Strahlenexpositionen bei der Berufsausübung. Letztere ist nicht Gegenstand dieses Beratungsauftrages.

Ebenfalls erfordert die „**Strahlenexposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung**“ eine nähere Erörterung. In der Richtlinie 2013/59/Euratom wird diese Form der Strahlenexposition definiert als: „*55. Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung: absichtliche Exposition*

von Personen zu Bildgebungszwecken, wobei die Hauptabsicht der Exposition nicht darin besteht, einen gesundheitlichen Nutzen für die strahlenexponierte Person zu bewirken."

Artikel 22 der Richtlinie 2013/59/Euratom fordert, dass die Mitgliedstaaten die Tätigkeiten identifizieren, bei denen Expositionen zwecks nicht-medizinischer Bildgebung vorkommen. Die Richtlinie 2013/59/Euratom stellt hohe Anforderungen an die Rechtfertigung nicht-medizinischer Bildgebung (Artikel 22 Absatz 2 der Richtlinie 2013/59/Euratom) und fordert die Genehmigungspflicht sowie die Festlegung von Kriterien für die Anwendung und von Regeln für die Durchführung (Artikel 22 Absatz 4 der Richtlinie 2013/59/Euratom).

Die SSK teilt die Auffassung der Richtlinie 2013/59/Euratom, dass die nicht-medizinische Bildgebung, die nicht auf den gesundheitlichen Nutzen der strahlenexponierten Person abzielt, nur unter strengen Regeln und in gesetzlich festgelegten Ausnahmefällen gerechtfertigt werden kann. Die Frage der Rechtfertigung nicht-medizinischer Bildgebung ist nicht Gegenstand dieser Empfehlung. Obwohl in Deutschland die nicht-medizinische Bildgebung im Rahmen von ca. 40 Rechtsgrundlagen genannt wird (z. B. im Rahmen der Strafverfolgung, gutachterlicher Tätigkeiten oder beruflicher Eignungstests), geht die SSK davon aus, dass die Fälle gerechtfertigter Maßnahmen mit nicht-medizinischer Bildgebung[8] nur einen sehr geringen Teil der Bevölkerung betreffen werden und somit keinen wesentlichen Beitrag zur Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung darstellen. Hinzukommt, dass eine Berücksichtigung nicht-medizinischer Bildgebung in der Gesamtstrahlenexposition durch zugelassene Tätigkeiten nicht praktikabel ist, da weder ein zeitlicher noch ein räumlicher Zusammenhang zwischen dieser Bildgebung und anderen Strahlungsquellen hergestellt werden kann.

Empfehlung 2:

Die SSK empfiehlt, gemäß Artikel 22 Absatz 3 der Richtlinie 2013/59/Euratom, gerechtfertigte Tätigkeiten, die mit einer Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung verbunden sind und bei denen medizinisch-radiologische Ausrüstung verwendet wird, von den Dosisrichtwerten (dose constraints) nach Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe b und von den Dosisgrenzwerten nach Artikel 12 auszunehmen. Gleichzeitig empfiehlt sie, dafür zu sorgen, dass die nicht-medizinische Bildgebung einem strengen Rechtfertigungsverfahren unterworfen wird.

Auch bei bestehenden Expositionssituationen, so auch z. B. im Falle von Hinterlassenschaften früherer Tätigkeiten, von Altlasten und den Folgen des Uranbergbaus in Sachsen und Thüringen, ist die Frage nach der Strahlenexposition der Bevölkerung zu stellen. Die aus der bestehenden Situation selbst herrührenden Strahlenexpositionen fallen nicht unter Artikel 12 der Richtlinie 2013/59/Euratom, sehr wohl aber alle Strahlenexpositionen der Bevölkerung, die aus Sanierungsmaßnahmen resultieren. Sanierungsmaßnahmen sind als geplante Expositionssituationen zu behandeln und sind somit im Rahmen dieses Beratungsauftrages relevant.

Empfehlung 3:

In bestehenden Expositionssituationen sind nur die aus Sanierungsmaßnahmen resultierenden zusätzlichen Strahlenexpositionen unter Artikel 12 zu berücksichtigen. Ein mangelnder Sanierungserfolg fällt nach Ansicht der SSK nicht unter Artikel 12, es handelt

[8] Strahlenexpositionen durch medizinisch-radiologische Verfahren, die bei einer asymptomatischen Einzelperson zur Früherkennung einer Krankheit angewendet werden, fallen nicht unter Strahlenexpositionen durch nicht-medizinische Bildgebung und sind gemäß Artikel 55 der Richtlinie 2013/59/Euratom separat zu betrachten.

sich um einen, wenn auch nicht erfolgreichen, Schritt der Optimierung in einer bestehenden Expositionssituation.

Expositionen durch **medizinische Forschung und Anwendung radioaktiver Stoffe am Menschen** (§§ 23 bis 24 und 80 bis 92 StrlSchV): Expositionen im Bereich der Medizin werden in der Richtlinie 2013/59/Euratom weiterhin separat geregelt (siehe Artikel 54 bis 63) und sind für den Bevölkerungsgrenzwert und damit für diesen Beratungsauftrag nicht relevant.

Exposition durch **Waren mit Zusatz radioaktiver Stoffe zu oder Aktivierung von Verbraucherprodukten** (§§ 105 bis 110 StrlSchV): Sofern überhaupt der Zusatz radioaktiver Stoffe zu Verbraucherprodukten oder deren Aktivierung als gerechtfertigt angesehen wird, ist hierfür nach Artikel 28 Absatz c der Richtlinie 2013/59/Euratom eine Genehmigung erforderlich. Nach § 107 Absatz 1 Nr. 1 StrlSchV muss allerdings ein Nachweis der Einhaltung des trivialen Dosisbereichs erbracht sein, sodass die Exposition durch solche Konsumgüter nicht als Bestandteil des Bevölkerungsgrenzwerts zu betrachten ist. Artikel 20 (4) der Richtlinie 2013/59/EURATOM auferlegt den Mitgliedstaaten, den Verkauf von Verbraucherprodukten oder deren Bereitstellung für die Öffentlichkeit zu verbieten, wenn die beabsichtigte Verwendung nicht gerechtfertigt ist oder die Verwendung dieser Produkte die Kriterien für die Freistellung von der Anmeldungspflicht gemäß Artikel 26 nicht erfüllen würde.

Die vorstehende Argumentation gilt auch für unter Umständen kontaminierte Verbraucherprodukte. Werden sie bei bekannter Kontamination in den Wirtschaftskreislauf gebracht, muss der Nachweis der Einhaltung einer trivialen Dosis erbracht sein. Kontaminierte Verbraucherprodukte, die diese Voraussetzung nicht erfüllen, werden bei Feststellung aus dem Stoffkreislauf entfernt.

Waren, bei denen die spezifische Aktivität natürlich vorkommender Radionuklide oberhalb der Freigrenzen nach Anlage VII Tabelle A Teil 2 der Richtlinie 2013/59/Euratom liegt, können nach Artikel 100 Absatz 1 in Verbindung mit Anlage XVII der Richtlinie als bestehende Expositionssituationen betrachtet werden. Soweit derartige Waren, denen praktisch immer eine rechtliche Verantwortung zugewiesen werden kann, unter Strahlenschutzgesichtspunkten Anlass zu Bedenken geben, gelten für sie die einschlägigen Vorschriften für geplante Expositionssituationen, und sie sind dementsprechend gemäß Artikel 25 Absatz 2 anzumelden (Artikel 100 Absatz 3 der Richtlinie 2013/59/Euratom). Für solche Fälle können grundsätzlich Expositionssituationen nicht ausgeschlossen werden, die eine Einbeziehung in die Summe der Expositionen aus allen zugelassenen Tätigkeiten erfordern.

Empfehlung 4:

Die SSK empfiehlt, basierend auf den Untersuchungen zur Einführung der Rückstandsregelungen in der aktuell gültigen StrlSchV (Brenk 1999) und einer Neubewertung von Expositionsszenarien als Folge von Veränderungen in Prozessabläufen zu prüfen, unter welchen Umständen Feuerfestmaterialien, Strahlsande, aber auch Kaliumsalze und ggf. andere Waren, Anlass zu Bedenken im Sinne von Artikel 100 Absatz 3 der Richtlinie 2013/59/Euratom geben können.

Expositionen durch **Beförderung radioaktiver Stoffe**: Da es sich bei der Beförderung radioaktiver Stoffe um eine „zugelassene Tätigkeit“ handelt, sollte die hierdurch verursachte Exposition in die Grenzwertbetrachtungen einbezogen werden. In einer Studie der GRS (Sentuc und Schwarz 2008) wurden Erhebungen und Analysen zur Bestimmung der mit dem normalen (unfallfreien) Transport von radiographischen und sonstigen Strahlungsquellen verbundenen Strahlenexpositionen des Transport- und Handhabungspersonals und der Bevölkerung durchgeführt. Im Hinblick auf die Strahlenexposition von Einzelpersonen der allgemeinen

Bevölkerung ergab sich unter sehr konservativen Annahmen[9], dass „*für die sogenannte „kritische Personengruppe" der Bevölkerung die transportbedingte effektive Jahresdosis weit unterhalb von dem maßgeblichen Dosisgrenzwert von 1 mSv/a und in der Regel unterhalb der sogenannten „trivialen Dosis" von 10 µSv/a lag*".

Empfehlung 5:

Die SSK empfiehlt, basierend auf den Untersuchungen der GRS (Sentuc und Schwarz 2008) und mit Hinweis auf das dosimetrische Abschneidekriterium (Kapitel 4.13 bzw. Empfehlung 15) Expositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung durch Beförderung radioaktiver Stoffe bei der Berechnung der Summe der Expositionen aus allen zugelassenen Tätigkeiten auszuschließen.

4.5 Betroffene Tätigkeiten

Der Anspruch der Richtlinie 2013/59/Euratom wie auch des deutschen Regelwerks ist, den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung unter allen Umständen zu gewährleisten, es sei denn, diese seien von den Regelungen ausgeschlossen oder ausgenommen. Die Richtlinie 2013/59/Euratom legt in Artikel 3 „Ausschluss vom Anwendungsbereich" fest:

„*Diese Richtlinie gilt nicht für*

a) Exposition gegenüber natürlicher Strahlung, wie etwa im menschlichen Körper vorhandene Radionuklide und kosmische Strahlung in Bodenhöhe;
b) Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung oder Arbeitskräften außer fliegendem Personal oder beim Betrieb von Luft- und Raumfahrzeugen gegenüber kosmischer Strahlung im Luft- oder Weltraum.
c) oberirdische Exposition gegenüber Radionukliden, die in der nicht durch Eingriffe beeinträchtigten Erdrinde vorhanden sind."

Die Ausnahme folgt dem Grundsatz des römischen Rechts „*de minimis non curat lex, de minimis non curat praetor*[10]". Dieser „*de minimis*"-Grundsatz ist eng mit dem Begriff der trivialen Dosis von einigen 10 µSv im Kalenderjahr verbunden.

Alle übrigen Tätigkeiten, die zu Strahlenexpositionen der Bevölkerung und der Beschäftigten führen und die aus der Sicht des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden können, unterliegen dem Regelungsanspruch des Staates und bedürfen der Anmeldung, Anzeige oder Genehmigung.

Für die Befreiung von Anzeige oder Genehmigung beim Umgang mit radioaktiven Materialien werden Freigrenzen (Teil 2 StrlSchV) und Überwachungsgrenzen (Teil 3 StrlSchV) festgelegt. Die Entlassung aus den gesetzlichen Strahlenschutzregelungen erfolgt über die Festlegungen von Freigabewerten (Teil 2 StrlSchV) und Überwachungsgrenzen (Teil 3 StrlSchV). Potenzielle Strahlenexpositionen durch freigegebene und entlassene Materialien werden damit vom Regelungsanspruch ausgenommen.

[9] Aufenthalt der repräsentativen Person entlang des Fahrwegs bei jedem Transport (Hin- und Rückweg) eines Dienstleistungsunternehmens mit hoher Transportfrequenz (2 bis 3 Einsätze pro Woche) mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 5 km/h sowie bei jeder fünften Vorbeifahrt ein Halt über zwei Minuten in 2 m Abstand.

[10] Um Geringfügigkeiten kümmert sich das Gesetz nicht, um Geringfügigkeiten kümmert sich die Polizei nicht.

Ausgeschlossene und ausgenommene menschliche Handlungen und Umstände sind nicht Gegenstand der Festlegungen von Artikel 12 der Richtlinie 2013/59/Euratom und damit auch nicht dieser Empfehlung der SSK.

Nach Einschätzung der SSK verbleiben mit den Ausführungen in Kapitel 4.4 als für diese Empfehlung relevante Expositionen und betroffene Tätigkeiten:

a) Expositionen durch Direktstrahlung und Ableitungen aus kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen gem. §§ 46 und 47 StrlSchV: Diese Expositionen sind Bestandteil genehmigungspflichtiger Tätigkeiten und sind daher wie bisher als Bestandteil des Bevölkerungsgrenzwerts zu betrachten.

b) Expositionen durch Direktstrahlung und Ableitungen aus Einrichtungen, in denen künstliche Radioaktivität und ionisierende Strahlung in Medizin, Technik und Forschung angewandt werden. Diese Expositionen sind Bestandteil anzeige- oder genehmigungspflichtiger Tätigkeiten nach StrlSchV oder RöV und sind daher wie bisher als Bestandteil des Bevölkerungsgrenzwerts zu betrachten. Zu berücksichtigen sind dabei in Deutschland ca. 240 000 medizinische Einrichtungen (einschließlich niedergelassener Ärzte), die sich in der Überwachung befinden, einschließlich der Inhaber von 2 770 Genehmigungen (Stand 2012) nach § 7 StrlSchV. In der Forschung sind Universitäten, Großforschungseinrichtungen, Beschleunigeranlagen und Radionuklidlaboratorien, in der Technik Bestrahlungseinrichtungen, Herstellung von radioaktiven Präparaten und Quellen einzubeziehen.

c) Expositionen durch Direktstrahlung, Ableitungen oder Freisetzungen von natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffe (z. B. NORM-Rückstände (§§ 97 bis 102 StrlSchV)): Die bisherigen deutschen Regelungen, insbesondere gemäß § 98 StrlSchV, bedürfen gegenüber den Anforderungen der Richtlinie 2013/59/Euratom u. U. einer besonderen Interpretation.

Neben den in Anhang VI der Richtlinie 2013/59/EURATOM aufgelisteten NORM-Industrien könnten folgende Industriezweige ebenfalls betroffen sein:

- Steinkohleförderung,
- Braunkohleförderung,
- Aluminiumoxidproduktion (ist bereits in Anhang XIII unter Baustoffen gelistet),
- Biomasseverbrennung sowohl industriell als auch in Haushalten,
- Kalibergbau,
- Feldspat-Abbau,
- Düngermittelproduktion und -verteilung,
- Chemische Industrie (Kalium-Produkte, Glasproduktion, …).

Um den Strahlenschutz für eventuell noch nicht erkannte, relevante Expositionssituationen mit natürlicher Radioaktivität sicherstellen zu können, sollte eine dem § 102 StrlSchV entsprechende Öffnungsmöglichkeit in jedem Fall erhalten bleiben.

Die Strahlenexposition durch Radon in Innenräumen wird als bestehende Strahlenexposition angesehen, solange die Exposition der Beschäftigten 6 mSv im Kalenderjahr nicht überschreitet, darüber ist sie wie eine geplante Expositionssituation zu behandeln. Ist letzteres der Fall, ist nach Einschätzung der SSK zu prüfen, ob eventuelle Radon-Ableitungen oder Auswürfe zur Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung beitragen und ggf. in der Betrachtung der Gesamtexposition zu berücksichtigen sind.

Generell sind beim zukünftigen Umgang mit NORM auch Strahlenexpositionen durch Ableitungen oder Auswürfe von Radon in geplanten Expositionssituationen bei anzeige- oder genehmigungspflichtigen Tätigkeiten zu berücksichtigen. Dabei besteht die besondere Problematik, dass die aus Tätigkeiten herrührenden Radonexpositionen von denen aus dem natürlichen Hintergrund oder aus bestehenden Expositionssituationen zu differenzieren sind.

Strahlenexpositionen in Radon-Heilbädern und -Heilstollen sind im Hinblick auf die Strahlenexposition der Beschäftigten relevant (vgl. StrlSchV Anlage XII Teil A). Für Einzelpersonen der Bevölkerung, die nicht als Patienten Radon-Heilbäder oder -Heilstollen besuchen, geht die SSK davon aus, dass die Strahlenexpositionen im Freien durch Ableitungen und Freisetzungen von Radon durch Lüftungsmaßnahmen als bestehende Expositions-situationen anzusehen sind bzw. bei Radon in Innenräumen nach den einschlägigen Vorschriften der Richtlinie 2013/59/Euratom zu regeln sind.

Der Artikel 23 der Richtlinie 2013/59/Euratom schreibt vor, dass bei Tätigkeiten mit natürlichen radioaktiven Stoffen, bei denen für Arbeitskräfte und Einzelpersonen der Bevölkerung die Strahlenexposition nicht außer Acht gelassen werden kann, eine Kategorisierung erfolgen muss. Gemäß Artikel 35 (1) der Richtlinie 2013/59/Euratom müssen für alle Arbeitsplätze, an denen davon auszugehen ist, dass Arbeitskräfte einer Exposition mit Überschreitung einer effektiven Dosis von 1 mSv pro Jahr oder einer Äquivalentdosis von 15 mSv pro Jahr für die Augenlinse bzw. 50 mSv pro Jahr für Haut und Extremitäten ausgesetzt sein können, Strahlenschutzvorkehrungen getroffen werden.

Wenn Strahlenschutzvorkehrungen getroffen werden müssen, ist zumindest eine Anzeige der Tätigkeit bei der Behörde erforderlich und somit sind mögliche Expositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung durch eine solche Tätigkeit in Bezug auf die Einhaltung des Grenzwertes von 1 mSv im Kalenderjahr zu berücksichtigen. Expositionen können sowohl aus Ableitungen oder/und Direktstrahlung resultieren und sind z. B. auf dem Betriebsgelände von campusähnlichen Forschungseinrichtungen oder auch von medizinischen Einrichtungen möglich.

Wenn auch diese Empfehlung der SSK die berufliche Strahlenexposition nicht zum Gegenstand hat, so haben die Regelungen der Richtlinie 2013/59/Euratom für die berufliche Strahlenexposition in NORM-Industrien doch auch Auswirkungen für Regelungen, die die Strahlenexposition der Bevölkerung betreffen. Da ab Überschreitung eines Dosiswertes von 1 mSv im Kalenderjahr für die Beschäftigten Anzeige- oder Genehmigungspflicht für die betreffende Tätigkeit bestehen wird, sind solche Tätigkeiten für die Regelungen nach Artikel 12 der Richtlinie 2013/59/Euratom einschlägig, und die Strahlenexpositionen der Bevölkerung aus diesen Tätigkeiten müssen bei der Summenbildung der Strahlenexpositionen zum Vergleich mit dem Bevölkerungsgrenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr Berücksichtigung finden.

Die Richtlinie 2013/59/Euratom legt in Anhang VI die zu berücksichtigenden NORM-Industrien in einer Positivliste fest.

Auch die StrlSchV definiert in Anlage XI Teil B und in Anlage XII Teil A Arbeitsfelder und Materialien aus zu berücksichtigenden Industrien über Positivlisten.

„Arbeitsfelder, bei denen erheblich erhöhte Expositionen durch natürlich terrestrische Strahlungsquellen auftreten können

Teil A: Arbeitsfelder mit erhöhten Radon-222-Expositionen

Arbeiten in

1. untertägigen Bergwerken, Schächten und Höhlen, einschließlich Besucherbergwerken,

2. Radon-Heilbäder und -Heilstollen,

3. Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung.

Teil B: Arbeitsfelder mit erhöhten Expositionen durch Uran und Thorium und deren Zerfallsprodukte

1. Schleifen von und Wechselstromschweißen mit thorierten Schweißelektroden,

2. Handhabung und Lagerung thorierter Gasglühstrümpfe,

3. Verwendung von Thorium oder Uran in der natürlichen Isotopenzusammensetzung einschließlich der daraus jeweils hervorgehenden Tochternuklide, sofern vorhanden, zu chemisch-analytischen oder chemisch präparativen Zwecken.

4. Handhabung, insbesondere Montage, Demontage, Bearbeiten und Untersuchen von Produkten aus thorierten Legierungen,

5. Gewinnung, Verwendung und Verarbeitung von Pyrochlorerzen,

6. Verwendung und Verarbeitung von Schlacke aus der Verhüttung von Kupferschiefererzen.

Anlage XII (zu §§ 97 bis 102)

Verwertung und Beseitigung überwachungsbedürftiger Rückstände Teil A: Liste der zu berücksichtigenden Rückstände

1. Schlämme und Ablagerungen aus der Gewinnung, Verarbeitung und Aufbereitung von Erdöl und Erdgas;

2. Nicht aufbereitete Phosphogipse, Schlämme aus deren Aufbereitung sowie Stäube und Schlacken aus der Verarbeitung von Rohphosphat (Phosphorit);

3. a) Nebengestein, Schlämme, Sande, Schlacken und Stäube

- *aus der Gewinnung und Aufbereitung von Bauxit, Columbit, Pyrochlor, Mikrolyth, Euxenit, Kupferschiefer-, Zinn-, Seltene-Erden- und Uranerzen*
- *aus der Weiterverarbeitung von Konzentraten und Rückständen, die bei der Gewinnung und Aufbereitung dieser Erze und Mineralien anfallen, sowie*

b) den o.g. Erzen entsprechende Mineralien, die bei der Gewinnung und Aufbereitung anderer Rohstoffe anfallen;

4. Stäube und Schlämme aus der Rauchgasreinigung bei der Primärverhüttung in der Roheisen- und Nichteisenmetallurgie.

Rückstände im Sinne des § 97 sind auch

a) Materialien nach den Nummern 1ff., wenn das Anfallen dieser Materialien zweckgerichtet herbeigeführt wird,

b) Formstücke aus den in Nummern 1ff. genannten Materialien sowie

c) ausgehobener oder abgetragener Boden und Bauschutt aus dem Abbruch von Gebäuden oder sonstigen baulichen Anlagen, wenn diese Rückstände nach den Nummern 1ff. enthalten und gemäß § 101 nach der Beendigung von Arbeiten oder gemäß § 118 Absatz 5 von Grundstücken entfernt werden.

Keine Rückstände im Sinne des § 97 sind Materialien nach den Nummern 1 bis 4,

a) deren spezifische Aktivität für jedes Radionuklid der Nuklidketten U-238sec und Th-232sec unter 0,2 Becquerel durch Gramm (Bq/g) liegt, oder

b) die in dort genannte technologische Prozesse als Rohstoffe eingebracht werden.

Die bei den Nuklidketten U-238sec und Th-232sec sowie beim Pb-210++ zu betrachtenden Tochternuklide sind in Anlage III Tabelle 2 aufgelistet."

NORM-Industrien sind generell Wirtschaftsbereiche, in denen mit Materialien mit erhöhter natürlicher Radioaktivität umgegangen wird, in denen Beschäftigte erhöhter Strahlenexposition ausgesetzt sein können oder in denen durch Ableitung oder Freisetzungen natürlicher radioaktiver Stoffe oder durch Direktstrahlung Einzelpersonen der Bevölkerung erhöhten Strahlenexpositionen ausgesetzt sein können. Die SSK hat im Jahr 1997 eine Stellungnahme zur Strahlenexposition an Arbeitsplätzen durch natürliche Radionuklide (SSK 1997) abgegeben. Auf der Grundlage dieser Stellungnahme wurde die Positivliste der StrlSchV ins deutsche Regelwerk übernommen.

Aufgrund der Weiterentwicklung industrieller Prozesse, z. B. bei Wasseraufbereitungsanlagen und bei der Geothermie, und des Erkenntnisstandes über das Auftreten von Materialien mit erhöhter natürlicher Radioaktivität sowie des neuen Kriteriums für die berufliche Strahlenexposition, d. h. Überschreitung von 1 mSv im Kalenderjahr, erscheint es erforderlich, die Positivliste der StrlSchV und die SSK-Stellungnahme aus dem Jahr 1997 einer kritischen Durchsicht zu unterziehen. Dabei sollte neben der Strahlenexposition der Beschäftigten auch die der allgemeinen Bevölkerung betrachtet werden. Für Letztere sind neben Direktstrahlung und Ableitungen aus Anlagen und Einrichtungen auch Freisetzungen, z. B. von Staub und Kontamination des Grundwassers, zu betrachten.

Empfehlung 6:

Die SSK empfiehlt einen Abgleich der Positivliste für NORM-Industrien der Richtlinie 2013/59/Euratom mit der Positivliste der StrlSchV. Dabei ist insbesondere die geänderte Bedingung, dass nicht mehr eine Strahlenexposition der Beschäftigten von 6 mSv im Kalenderjahr, sondern von 1 mSv im Kalenderjahr als Kriterium für die Notwendigkeit regulatorischer Strahlenschutzmaßnahmen anzusetzen ist, zu berücksichtigen. Die Stellungnahme der SSK aus dem Jahr 1997 „Strahlenexposition an Arbeitsplätzen durch natürliche Radionuklide" (SSK 1997) ist ebenfalls einer kritischen Durchsicht zu unterziehen. In jedem Fall sollten Regelungen analog zu § 96 Absatz 5 und § 102 StrlSchV erhalten bleiben, die als Öffnungsklauseln die Berücksichtigung nicht in Positivlisten enthaltener Tätigkeiten ermöglichen, wenn bei diesen Strahlenexpositionen auftreten können, die aus der Sicht des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden können.

4.6 Prospektive Sicherstellung und retrospektiver Nachweis der Einhaltung des Grenzwertes

Die Festlegung eines Grenzwertes von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung erfordert sowohl für Planungs- und Genehmigungszwecke die prospektive Betrachtung potenzieller Expositionen als auch den retrospektiven Nachweis, dass der Grenzwert eingehalten wurde.

Während die prospektive Betrachtung nur anhand hypothetischer Daten oder beantragter Genehmigungswerte durchgeführt werden kann, können retrospektive Betrachtungen, z. B. bei Gerichtsverfahren, anhand von gemessenen Daten erfolgen. In jedem Fall erfordern solche Betrachtungen eine Modellierung der effektiven Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung, die nicht direkt gemessen werden kann.

Modellierungen der Strahlenexposition können als (konservative) Abschätzungen oder als (realistische) Ermittlungen der Strahlenexposition durchgeführt werden; siehe hierzu die SSK Empfehlung „Ermittlung der Strahlenexposition“ (SSK 2013).

Die Richtlinie 2013/59/Euratom eröffnet die Möglichkeit eines gestuften Vorgehens, bei dem einer generischen Betrachtung in Form einer (konservativen) Abschätzung eine generische oder fallspezifische Ermittlung der zusätzlichen Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten folgt. Zeigt eine Abschätzung, dass die Grenzwerte eingehalten werden, ist eine weitere Ermittlung nicht erforderlich. Ein Überschreiten des Grenzwertes in einer Abschätzung stellt jedoch nicht sicher, dass der Grenzwert tatsächlich überschritten würde. Dies kann nur eine realistische Ermittlung belegen. Die Richtlinie 2013/59/Euratom fordert die Mitgliedstaaten dazu auf, die Fälle, in denen realistische Ermittlungen vorzunehmen sind, zu spezifizieren. Sowohl bei Abschätzungen als auch bei Ermittlungen ist gemäß der Richtlinie 2013/59/Euratom und ICRP 103 in Verbindung mit ICRP 101 die Strahlenexposition der repräsentativen Referenzperson zu betrachten; siehe Kapitel 4.7.

Empfehlung 7:

Die SSK empfiehlt, für prospektive und retrospektive Modellierungen der Strahlenexposition ein gestuftes Verfahren einzuführen, das in der ersten Stufe aus einer realistischen, jedoch hinreichend konservativen Abschätzung und in der zweiten Stufe aus einer realistischen Ermittlung der effektiven Dosen von Einzelpersonen der Bevölkerung besteht (siehe dazu SSK 2013). Das Regelwerk sollte die Fälle spezifizieren, in denen in jedem Fall realistische Ermittlungen vorzunehmen sind. Dabei sollten sowohl generische als auch fallspezifische Vorgehensweisen zugelassen werden. Feststellungen von Grenzwertüberschreitungen sollten ausschließlich auf der Grundlage fallspezifischer realistischer Ermittlungen getroffen werden. Generell sollten retrospektive Betrachtungen unter Berücksichtigung der Angemessenheit des erforderlichen Aufwandes so realistisch wie möglich durchgeführt werden.

4.7 Repräsentative Referenzperson

Die bei der Betrachtung der Einhaltung des Grenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung für sinnvoll erachtete Konservativität wird in der Richtlinie 2013/59/Euratom und in ICRP 103 durch die Einführung der **repräsentativen Person** sichergestellt. Danach soll die Dosis für eine „repräsentative Person“ abgeschätzt werden. Diese Person soll eine Dosis erhalten, die repräsentativ für höher exponierte Personen der Bevölkerung ist. Die Dosis der repräsentativen Person ist äquivalent der **mittleren Dosis der Personen der „kritischen Gruppe**“ in früheren ICRP-Empfehlungen und ersetzt diese. Die Dosis der spezifizierten Person ergibt sich aus den Eigenschaften der Quelle und der Verknüpfung von resultierenden Konzentrationen radioaktiver Stoffe in der Umwelt mit Lebens- und Verzehrgewohnheiten der Person. Vielfach wird man der Einfachheit halber auf Expositionsszenarien zurückgreifen, die die repräsentative Person zu einem „most exposed individual“ machen, wie es im amerikanischen Regelwerk durchgeführt wird. Dann sind deterministische Dosisabschätzungen und -ermittlungen relativ einfach möglich. Anderenfalls – d. h. bei probabilistischen Dosisermittlungen – wird die repräsentative Person als 95. Perzentil der Bevölkerung ermittelt.

Die physiologischen Eigenschaften der repräsentativen Person ergeben sich als Eigenschaften der Referenzperson der ICRP, für die die effektive Dosis definiert ist und für die die Dosiskoeffizienten für die externe Exposition sowie für die Inhalation und Ingestion gelten. Auch Atemraten und Verzehrgewohnheiten sind Teil dieser physiologischen Eigenschaften. Sie sollen gemäß der Richtlinie 2013/59/Euratom in Übereinstimmung mit ICRP 101 die

Eigenschaften einer Person der Bevölkerung ohne außergewöhnliches Verhalten wiedergeben, d. h. sie sollen als Mittelwerte der Bevölkerungsdaten kompatibel mit den Eigenschaften des ICRP Reference Man (ICRP 1975) angesetzt werden.

Die Dosisabschätzung oder -ermittlung kann in einem iterativen Prozess erfolgen, in dem – ausgehend von eher konservativen Annahmen – auf einzelnen Stufen festzulegen ist, ob standortspezifische oder realistische Informationen benötigt werden.

Die ICRP hat in ihrer Empfehlung 101 "Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimization of Radiological Protection" (ICRP 2006) detaillierte Ausführungen zu dieser repräsentativen Referenzperson gemacht, die zur Interpretation der Festlegungen der Richtlinie 2013/59/Euratom herangezogen werden können.

Gemäß Definition 89 der Richtlinie 2013/59/Euratom ist die repräsentative Person eine „*Einzelperson, die eine Dosis erhält, die für eine höher exponierte Person einer Bevölkerungsgruppe repräsentativ ist, mit Ausnahme von Personen mit extremen oder außergewöhnlichen Lebensgewohnheiten"*.

Die repräsentative Person kann eine real existierende oder durch generische Festlegungen definierte Person sein. Reale Personen oder Personengruppen zu repräsentativen Referenzpersonen zu machen, kann unerwünschte Auswirkungen haben, z. B. den Einfluss außergewöhnlicher Lebensweisen auf die ermittelten Dosen, oder – wie es in Frankreich passierte – zur Stigmatisierung dieser Menschen führen. Vorzuziehen ist daher eine „generische" repräsentative Person, die als Referenzperson die Eigenschaften des „ICRP Reference Man" (ICRP 1975) hat und dieses bi-geschlechtliche Mischwesen darstellt, für das die Definition der effektiven Dosis, die Dosiskoeffizienten, die Organwichtungsfaktoren und die detrimentadjustierten nominellen Risikokoeffizienten gelten, und dessen Lebensumstände aufgrund der Expositionsszenarien erwarten lassen, dass sie repräsentativ für höher exponierte Personen der Bevölkerung sind. Für diese repräsentative Person mit den Eigenschaften der Referenzperson wird in dieser Empfehlung der Begriff der **repräsentativen Referenzperson** benutzt (Abb. 4.3).

ICRP stellt fest, dass bei der Charakterisierung der repräsentativen Person die Einbeziehung von Stakeholdern eine wichtige Rolle spielen kann (ICRP 2006). Die Ausgestaltung kann zwischen einzelnen Staaten aufgrund unterschiedlicher kultureller, sozialer und politischer Rahmenbedingung sehr stark variieren.

Abhängig von der spezifischen Situation und der zur Verfügung stehenden Datenbasis kann die Dosis mit rein deterministischen Methoden, mit rein probabilistischen Methoden oder anhand einer Mischung aus beiden Methoden ermittelt werden.

Eine ausreichend robuste, d. h. fehlertolerante, Ermittlung der Dosis soll erreicht werden. Dazu sind die Variabilität sowie Unsicherheiten der in die Ermittlung eingehenden Größen zu beachten. Bestimmte Parameterwerte können deterministisch festgelegt werden, für andere Verteilungsfunktionen implementiert werden. Die konkrete Ausgestaltung der Berücksichtigung von Variabilität und Unsicherheiten sollte von der Regulierungsbehörde festgelegt werden. Falls ein probabilistisches Vorgehen gewählt wird, ist nach ICRP 101 die

repräsentative Person so zu wählen, dass ihre Dosis das 95. Perzentil der Dosisverteilung wiedergibt.[11]

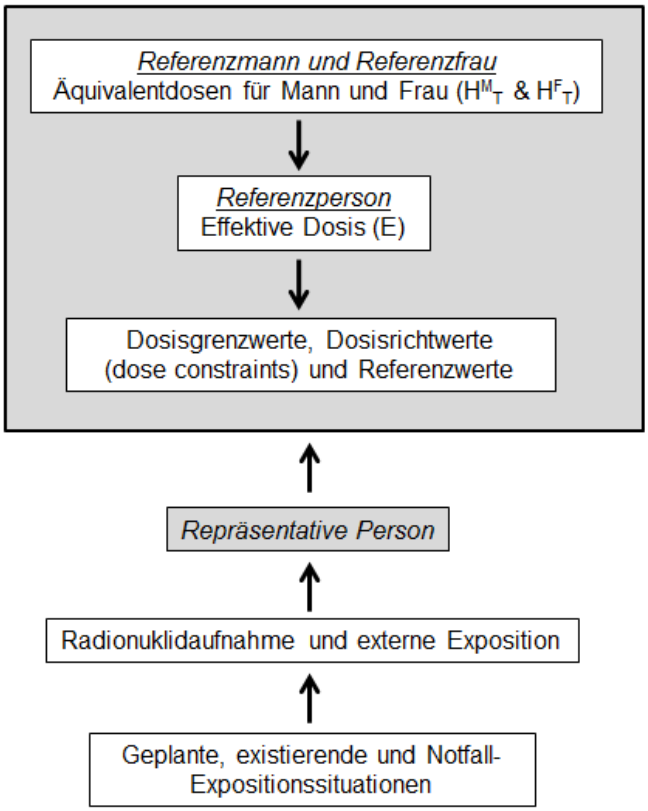

Abb. 4.3: Eigenschaften der Referenzperson und der repräsentativen Person im Zusammenspiel zur repräsentativen Referenzperson; Übersetzung von "ICRP 108, Fig. 1.1, p. 21: Relationships between various points of reference for protection of the public" (Pentreath 2009).

Es wird seitens der ICRP als ausreichend angesehen, die Altersgruppen Kleinkind (Alter 1 Jahr, repräsentativ für 0- bis 5-Jährige), Kind (Alter 10 Jahre, repräsentativ für 6- bis 15-Jährige) sowie Erwachsener (repräsentativ für 16- bis 70-Jährige) zu betrachten. Dies ist bzgl. der zu verwendenden Dosiskoeffizienten von Bedeutung, die speziell für das Kleinkind < 1 Jahr besonders hoch sind (Tab. 4.2).

ICRP 101 (ICRP 2006) führt dazu aus:

(76) The application of dose coefficients for the six age groups should be weighed in relation to the ability to predict concentrations in the environment from a source and the ability to account for uncertainties in habit data for individuals exposed. Uncertainties in estimates of dose, particularly for prospective calculations, are generally not reduced significantly by increasing the number of age categories for which dose coefficients have been provided. The Commission continues to believe that the precision implied by using the full set of dose

[11] „*The representative person should be defined such that the probability is less than about 5% that a person drawn at random from the population will receive a greater dose. The representative person thus serves as a proxy for the 95%-quantile of exposures of the population in the contaminated territory and therefore should be regarded as a low-probability exposure*."

coefficients is not warranted in the estimation of prospective dose to the public because of the uncertainties involved.

(77) Paragraph 20 points out that the dose Constraint is set, at least in part, on the basis of exposures to individuals that are assumed to continue to occur for a number of years into the future. Most facilities are expected to operate for a period of at least 50 years. Therefore, it is the same individual being exposed for a number of years for whom compliance is being determined. This fundamental concept of continuing exposure to the same individual justifies the use of a limited number of age categories that cover several years of a person's life. In the case of disposal of long-lived radioactive waste, where dose to the public may be incurred in the far future over the entire life of the individual, the Commission has stated that '. . . it is then reasonable to calculate the annual dose/risk averaged over the lifetime of the individuals, which means that it is not necessary to calculate doses to different age groups; this average can be adequately represented by the annual dose/risk to an adult' (ICRP, 2000).

(78) The dose coefficients provided by the Commission give the committed dose from intake in a single year. This conservative accounting of dose ensures that individuals are protected over a lifetime of exposure, regardless of the number of years for which they are exposed. For example, in the case of actinides, dose coefficients take into account the integrated commitment for a lifetime of exposure, which overestimates dose to an individual in any given year.

(79) The Commission allows averaging over a 5-year period in the evaluation of compliance with the dose Constraint (ICRP, 1991), and recommends that a similar approach is appropriate for establishing the number of age groups to be considered in prospective assessments of continuing exposure. Experience to date indicates that age categories can be combined without impacting on protection of members of the public in these situations.

(80) In view of the goals and fundamental concepts underlying the Commission's recommendations as discussed above, some consolidation of the age-specific dose coefficients for internal exposure is warranted. Annex A discusses the implications of such a consolidation. It is evident from these calculations that, with the exception of the actinides, the differences among dose to different age groups are generally small (generally less than a factor of 3) in comparison with uncertainties typically found in assessment of dose to the public.

(81) Therefore, for the purpose of compliance with the dose constraint for continuing exposure, the Commission recommends that the annual dose for the representative person should be defined by three age categories. These categories are 0–5 years (infant), 6–15 years (child), and 16–70 years (adult). The shorter time period is selected for the infant age category, when dosimetric characteristics are changing most rapidly, to avoid any unwarranted reduction in the importance attached to doses to younger age groups. Use of these three age categories is sufficient to characterise the radiological impact of a source and to ensure consideration of younger, more sensitive populations. For practical implementation of this recommendation, dose coefficients and habit data for a 1-year-old (infant), a 10-year-old (child), and an adult should be used to represent the three age categories. ....

(82) The 0–5-year age category does not include the fetus or breast-fed infant. In most cases, the dose to the fetus or breast-fed infant will not be substantially different from the assessed dose for the 0–5-year age category .... However, some radionuclides, principally isotopes of phosphorus and the alkaline earths, can deliver significantly higher doses to the fetus and breast-fed infant than to the mother (ICRP, 2001a,b). Typically, these radionuclides will also deliver relatively higher doses to the infant, so basing compliance on the doses to this age group, using the infant dose coefficient, would normally ensure that the dose to the mother and the fetus is also compliant. Nevertheless, the Commission recognises that the fetus deserves a comparable level of protection. Therefore, if assessed doses to the other age groups include

significant contributions from radionuclides known to give rise to relatively high doses to the fetus, and they are approaching the value of the relevant dose Constraint, the dose to the fetus or breast-fed infant should be assessed separately to ensure that the quantitative recommendations are respected. In light of the fact that this intake will only be received over a very limited proportion of the individual's lifetime, the Commission considers that an appropriate level of protection can be achieved by comparing the assessed dose to the fetus or breast-fed infant with a dose Constraint that could have a higher value than that normally applied to members of the public. The value of the Constraint applied to the fetus or breast-fed infant should not, however, exceed the dose limit for members of the public.

(83) This consolidation of age-specific dose coefficients helps provide a system of protection for the public that is robust and allows the continued development of age specific dosimetry information as the science evolves. The Commission also believes that the use of three age categories is consistent with the derivation of the dose constraint of ICR for the public in normal and existing exposure situations, which are based on continuing exposure of an individual from a source for a number of years.

(84) However, in estimating health effects in retrospective situations, such as dose reconstruction, all of the Commission's age-specific biokinetic models and data continue to be applicable. In these cases, the quality and extent of site-specific data needed to estimate dose generally determine whether age-specific coefficients published by the Commission improve the quality of doses and reduce their uncertainty.

(85) The Commission continues to encourage the use of all available age-specific dose coefficients in planning for and responding to accidents. However, the consolidated age categories proposed by the Commission in this report may be acceptable in some accident situations, especially when prospective assessments are being made of future consequences of the accident or in determining remediation alternatives. This decision should be made by appropriate regulatory authorities."

Die SSK schließt sich der oben dargestellten Auffassung der ICRP an. Sie sieht es bei der prospektiven und retrospektiven Abschätzung und Ermittlung der Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung als hinreichend an, lediglich die drei Altersklassen gemäß Tab. 4.2 zu berücksichtigen, wenn – wie im Falle dieser Empfehlung – die Strahlenexpositionen gering sind gegenüber der Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition. Die Notwendigkeit der Berücksichtigung aller sechs Altersklassen (und auch der Organdosen) ergibt sich dann, wenn Strahlenexpositionen zu besorgen sind, die deutlich größer sind als der Bereich der natürlichen Strahlenexposition, z. B. in Notfall-Expositionssituationen.

Tab. 4.2: Von der ICRP für den Nachweis der Einhaltung von Grenz-, Richt- und Referenzwerten empfohlene Dosiskoeffizienten (ICRP 2006). Die Lebensgewohnheiten sollten für dieselben 3 Altersstufen gewählt werden. Übersetzung von Tab. 3.1. aus ICRP 101.

Altersklasse (Jahre)	Name der Altersklasse	anzuwendende Dosiskoeffizienten und Lebensgewohnheiten
0 – 5	Kleinkind	1 Jahr alt
6 – 15	Kind	10 Jahre alt
16 – 70	Erwachsene	Erwachsene

Die SSK ist sich bewusst, dass der Schutz von Feten, Säuglingen und Kleinkindern wegen ihrer besonderen Strahlenempfindlichkeit einen besonders hohen Stellenwert hat und dass Abweichungen vom bisherigen Verfahren der StrlSchV besonderer Begründung bedürfen.

Vor diesem Hintergrund weist die SSK darauf hin, dass der Grenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung zur Begrenzung des stochastischen Risikos dient, für das die Strahlenexposition über die Lebenszeit bis zum 70. Lebensjahr maßgeblich ist. Die Dosen im ersten Lebensjahr sind dabei nur ein Beitrag, der aufgrund der bisweilen deutlich höheren Dosiskoeffizienten für Inhalation und Ingestion berücksichtigt wird. Zur Lebenszeitdosis tragen die Dosen im ersten Jahr jedoch nur in geringem Maße bei.

Die SSK hat diskutiert, ob es sinnvoll sei, bei möglichst geringer Veränderung der bisherigen Praxis den drei Altersbereichen der repräsentativen Person nach ICRP 101 (ICRP 2006) durch entsprechende Mittelwertbildung über die bisherigen sechs Altersklassen Rechnung zu tragen. Sie kommt zu dem Schluss, dass eine solche Mittelung ein gangbarer Weg ist. Dabei wäre allerdings zusätzlich ein Abbau bestehender Konservativitäten (s. unten) bei der Ermittlung der Strahlenexposition der unter 1-Jährigen vorzunehmen. Allerdings sieht die Richtlinie 2013/59/Euratom eine derartige Mittelung nicht vor.

Die SSK hält aber auch die Ausführungen im Annex A „*Analysis of the age categories for use in assessment of dose to the public*“ von ICRP 101 für schlüssig. Dort hat die ICRP die Sinnhaftigkeit der gewählten drei Altersklassen vor dem Hintergrund der gesamten Kenntnis zur Altersabhängigkeit der internen Strahlenexposition von der Inhalation und Ingestion von künstlichen Radionukliden mit generischen Atemraten und Verzehrmengen für Milch, Blattgemüse und Fleisch untersucht. Sie hat u. a. dort die interne Strahlenexposition für zwei Fälle verglichen:

- die interne Dosis für ein 1 Jahr altes Kind (Dosiskoeffizienten nach der Richtlinie 2013/59/Euratom) und

- die interne Dosis, die ein Mensch im ersten Jahr erhält, d. h. als Fetus[12] während der Schwangerschaft (Dosiskoeffizienten nach ICRP 88 (ICRP 2001)) und als Neugeborenes während der ersten 3 Monate durch Inhalation und durch den Verzehr von Muttermilch (Dosiskoeffizienten nach ICRP 95 (ICRP 2004)). Im Ergebnis stellte die ICRP fest, dass die berechnete Dosis für das 1 Jahr alte Kind meist eine konservative Schätzung darstellt für die Dosis, die ein Fetus während der Schwangerschaft und das Neugeborene während der ersten 3 Monate durch den Verzehr von Muttermilch erhält.

Dadurch und auch im Vergleich zu den Strahlenexpositionen der übrigen Altersklassen kommt die ICRP zu dem Schluss, dass in vielen Situationen die für das 1-jährige Kind berechneten Dosen in konservativer Weise die Altersgruppe vom Fetus bis zum 5-jährigen Kind repräsentieren können. Die SSK schließt sich dieser Auffassung an.

Die ICRP hat in Annex A von ICRP 101 keine Aussagen zur Auswirkung des Trinkwasserkonsums auf die Strahlenexposition gemacht. Hier tritt nun als Folge der bisherigen Festlegungen des deutschen Regelwerks eine besondere Problematik auf.

Dem Trinkwasserverbrauch des ≤1-jährigen Kindes wird gemäß AVV zu § 47 StrlSchV und BglBb beim Expositionspfad „Säuglingsnahrung aus Milchfertigprodukten“ das dafür benötigte Wasser dem Trinkwasserkonsum zugeschlagen. Als Folge davon ist der gesamte Trinkwasserverbrauch des ≤1-jährigen Kindes laut StrlSchV um einen Faktor von etwa 2,2 höher als der des 1-jährigen Kindes. Dies führt in Verbindung mit den höheren Dosiskoeffizienten des 3 Monate alten Kindes im Vergleich zu denen des 1 Jahr alten Kindes

[12] Die interne Dosis, die der Fetus während der Schwangerschaft erhält, ist bisher im deutschen Regelwerk nicht berücksichtigt.

dazu, dass die ausschließliche Berücksichtigung des 1 Jahr alten Kindes für diesen Expositionspfad formal nicht konservativ ist.

Auch die Tatsache, dass die Zurechnung der gesamten Folgedosis bis zum 70. Lebensjahr nicht realistisch ist, da für langlebige Radionuklide mit großer biologischer Halbwertszeit ein signifikanter Anteil der Dosis erst in späteren Jahren auftritt, hebt diesen Effekt nicht auf.

Bei der Nutzung von Wasserversorgungsanlagen gemäß TrinkwV[13] tritt diese Problematik allerdings nicht auf, da gemäß TrinkwV eine Richtdosis von 0,1 mSv pro Jahr einzuhalten ist. Der Parameter Gesamtrichtdosis von 0,1 mSv im Kalenderjahr stellt eine Gesamtdosis inklusive der natürlichen Vorkommen von Radionukliden dar. Bei Einhaltung der Richtdosis kann damit der Beitrag durch Ableitungen aus Tätigkeiten nur kleiner als dieser Wert sein. Im Hinblick auf den Grenzwert für die effektive Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr ist jedoch nur der aus zusätzlichen Tätigkeiten stammende Dosisbeitrag relevant. Bei lokaler Wasserversorgung aus Hausbrunnen kann diese Problematik relevant sein, falls dort die Richtdosis der TrinkwV von 0,1 mSv im Jahr überschritten wird. Die Realität der Trinkwasserversorgung wird z.B durch eine Studie des BfS (Beyermann et al. 2009) dargestellt.

Die SSK empfiehlt, bei der Ermittlung der effektiven Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung aus genehmigten Tätigkeiten den Trinkwasserkonsum aus Wasserversorgungsanlagen gemäß TrinkwV nicht zu berücksichtigen (Empfehlung 13).

Ein generelles Problem stellen die Dosiskoeffizienten für Ingestion im ersten Lebensjahr dar. Nach Artikel 13 der Richtlinie 2013/59/Euratom sind „zur Schätzung der effektiven Dosis und der Organ-Äquivalentdosis geeignete Standardwerte und -beziehungen“ heranzuziehen. Zu solchen Standardwerten zählen auch die Dosiskoeffizienten für Inhalation und Ingestion. Für die Dosiskoeffizienten liegen nur Untersuchungen für bestimmte Alter vor. Die ICRP hat Dosiskoeffizienten für Ingestion für den Embryo und Fetus (ICRP 88 (ICRP 2001)), für die Ingestion von Muttermilch (ICRP 95 (ICRP 2004)) sowie generell für Ingestion und Inhalation für die Altersstufen 3 Monate, 1 Jahr, 5 Jahre, 10 Jahre, 15 Jahre und Erwachsene zur Verfügung gestellt (ICRP 72 (ICRP 1995)).

Für Fälle, in denen Dosiskoeffizienten für andere Alter benötigt werden, empfiehlt die ICRP, in konservativer Weise die verfügbaren Dosiskoeffizienten für die nachstehenden Altersgruppen zu verwenden: Dosiskoeffizienten für ein Alter von 3 Monaten für die Altersgruppe von 0 bis 1 Jahr, Dosiskoeffizienten für ein Alter von 1 Jahr für die Altersgruppe > 1 Jahr bis 2 Jahre, Dosiskoeffizienten für ein Alter von 5 Jahren für die Altersgruppe > 2 Jahre bis 7 Jahre, Dosiskoeffizienten für ein Alter von 10 Jahren für die Altersgruppe > 7 Jahre bis 12 Jahre, Dosiskoeffizienten für ein Alter von 15 Jahren für die Altersgruppe > 12 Jahre bis 17 Jahre und Dosiskoeffizienten für Erwachsene für die Altersgruppe > 17 Jahre.

Die Annahme der ICRP und der StrlSchV, Dosiskoeffizienten für den 3 Monate alten Säugling generell als repräsentativ für die Altersgruppe $\leq$ 1 Jahr anzusetzen, ist überkonservativ, da die Dosiskoeffizienten für viele Radionuklide zwischen dem 3. Monat und dem 12. Monat deutlich (in Einzelfällen bei Alphastrahlern bis zu einer Zehnerpotenz) geringer werden. Dies ist überwiegend eine Auswirkung der Größenveränderung der Organe in diesem Altersbereich. Während des ersten Jahres (und auch während der Fetalperiode) verändert sich der Mensch so schnell, dass Punktschätzer für ein bestimmtes Alter nur grobe Verallgemeinerungen darstellen. Dies führt dazu, dass die Verwendung der Dosiskoeffizienten für den 3 Monate alten Säugling als repräsentativ für das 1. Lebensjahr zu extremen Konservativitäten führen kann, die bereits

[13] Derartige Anlagen beinhalten auch Kleinanlagen wie Hausbrunnen zur Eigenversorgung.

in der Vergangenheit zu Schwierigkeiten bei der Behandlung natürlicher Radionuklide geführt haben.

Auch die Verzehrmengen in den verschiedenen Lebensmittelgruppen gehören zu den Standardwerten, die im Regelwerk im Hinblick auf die Schätzung der effektiven Dosis und der Organdosen festzulegen sind.

Während der ersten 12 Lebensmonate verändern sich die Verzehrmengen der verschiedenen Lebensmittelgruppen deutlich. Bei nicht-gestillten Kindern steigt der Trinkwasserverzehr bis zum 3. Lebensmonat an und wird dann zwischen dem 3. und dem 12. Lebensmonat geringer. Während der 3 Monate alte Säugling nahezu ausschließlich durch Muttermilch oder Säuglingsmilch ernährt wird, setzt zwischen dem 3. und 6. Lebensmonat die Fütterung von Beikost ein. Der Leitungswasserverbrauch bei nicht-gestillten Kindern sinkt zwischen dem 3. Monat und dem 12. Monat um etwa den Faktor 2 (Hilbig und Kersting 2003).

Eine Interpolation der Dosiskoeffizienten für Ingestion zwischen dem 3. und 12. Monat und Verknüpfung mit dem altersabhängigen Konsum von Leitungswasser (nach Hilbig und Kersting 2003) führt z. B. im Falle des Ra-228 zu einer Absenkung der Dosis um einen Faktor 1,6 verglichen mit dem Ansatz der Berechnungsgrundlagen Bergbau, d. h. ohne Verwendung des Konservativitätsfaktors nach Spalte 8 in Anlage VII Tabelle 1 StrlSchV.

Die Benutzung der Daten der Spalte 8, d. h. die Verzehrmengen als 95. Perzentil-Werte der aller Lebensmittelgruppen anstatt des 95. Perzentil-Wertes des Gesamtlebensmittelverzehrs anzusetzen, führt nach (Hilbig und Kersting 2003) zu einer massiven Überschätzung der altersabhängigen Gesamtverzehrmengen um einen mittleren Faktor von 2,6.

In Abwägung der genannten Aspekte kommt die SSK zu folgendem Schluss:

Empfehlung 8:

Die SSK empfiehlt, für Abschätzungen und Ermittlungen der effektiven Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung das Konzept einer repräsentativen Referenzperson gemäß den Erläuterungen in ICRP 101 (ICRP 2006) anzuwenden. Die SSK sieht es dabei als sinnvoll an, ausschließlich die drei Altersklassen 1 Jahr alt (repräsentativ für die Altersklasse 0 bis 5 Jahre), 10 Jahre alt (repräsentativ für die Altersklasse 6 bis 15 Jahre) und Erwachsene (repräsentativ für 16 bis 70 Jahre alt) zu betrachten und die dafür von der ICRP vorgesehenen Dosiskoeffizienten zu benutzen.

4.8 Realismus bei der Ermittlung der Strahlenexposition

Die Anforderungen an den Realismus bei der „Schätzung der Modellierung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung“ werden in Artikel 66 der Richtlinie 2013/59/Euratom spezifiziert. Dort heißt es:

„(1) Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass Vorkehrungen für eine Schätzung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung, die durch zugelassene Tätigkeiten verursacht werden, getroffen werden. Der Umfang der Vorkehrungen steht im Verhältnis zu dem entsprechenden Expositionsrisiko.

(2) Die Mitgliedstaaten sorgen für die Bestimmung der Tätigkeiten, für die eine Ermittlung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung durchgeführt wird. Die Mitgliedstaaten bestimmen die Tätigkeiten, für die eine realistische Ermittlung durchgeführt werden muss, und die Tätigkeiten, für die eine Untersuchung zum Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten ausreichend ist.

(3) Im Hinblick auf eine realistische Ermittlung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung obliegt es der zuständigen Behörde,

a) einen angemessenen Umfang für die durchzuführenden Erhebungen und die zu berücksichtigenden Informationen festzulegen, um die repräsentative Person unter Berücksichtigung der effektiven Übertragungswege der radioaktiven Stoffe zu bestimmen,

b) eine angemessene Häufigkeit für die Überwachung der gemäß Buchstabe a festgelegten relevanten Parameter festzulegen,

c) dafür zu sorgen, dass die Abschätzung der Dosen für die repräsentative Person Folgendes umfasst:

i. die Ermittlung der Dosen infolge externer Exposition, gegebenenfalls unter Angabe der betreffenden Strahlungsart;

ii. die Ermittlung der Aktivitätszufuhr unter Angabe der Art der Radionuklide und gegebenenfalls ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit sowie Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen dieser Radionuklide in Nahrungsmitteln und im Trinkwasser oder in anderen relevanten Umweltmedien;

iii. die Ermittlung der Dosen, die die gemäß Buchstabe a ermittelte repräsentative Person voraussichtlich erhalten wird,

d) vorzuschreiben, dass Aufzeichnungen über die Messungen der externen Exposition und der Kontamination, über Abschätzungen der Radionuklidinkorporation sowie über die Ergebnisse der Ermittlung der von der repräsentativen Person aufgenommenen Dosen geführt und allen Interessenträgern auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden."

Diese Anforderungen sind in Übereinstimmung mit dem in Kapitel 4.6 von der SSK empfohlenen gestuften Verfahren zur prospektiven Sicherstellung und zum retrospektiven Nachweis der Einhaltung des Genzwertes von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung aus zugelassenen Tätigkeiten.

Ausführliche Empfehlungen zur Ermittlung der Strahlenexposition hat die SSK im Jahr 2013 abgegeben (SSK 2013). Sie hat darin auch die Überkonservativität der AVV zu § 47 StrlSchV als völlig unrealistisch herausgestellt, sie aber im Hinblick auf die Genehmigungsverfahren kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen für akzeptabel gehalten. Zur retrospektiven Ermittlung empfahl die SSK allerdings eine deutlich realistischere Vorgehensweise für kerntechnische Anlagen und Einrichtungen (SSK 2013).

Es war bei der Erarbeitung der SSK-Empfehlung zur Ermittlung der Strahlenexposition (SSK 2013) nicht absehbar, dass das diskrepante Vorgehen für kerntechnische Anlagen und Einrichtungen mittels der AVV zu § 47 StrlSchV einerseits und für natürliche Radionuklide mittels der Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglBb) andererseits zu Problemen im Regelwerk bei der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom führen würde.

Es erscheint der SSK inakzeptabel, wenn nicht konsistente Ermittlungen der Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung in einem Regelwerk vorgeschrieben werden, deren Ergebnisse dann in einer Summenbildung zusammengefasst werden, um sie mit einem Grenzwert zu vergleichen. Die SSK stellt fest, dass die Realismus-Forderungen des Artikel 66 der Richtlinie 2013/59/Euratom den Empfehlungen der SSK zur Ermittlung der Strahlenexposition für den Fall der retrospektiven Ermittlung bei kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen (SSK 2013, Tab. 3.11) sowie bei der prospektiven und retrospektiven Ermittlung bei Altlasten (SSK 2013, Tabellen 3.30 und 3.31[14]) entspricht.

[14] Entsprechend den Stufen 1 und 2 der Berechnungsgrundlagen Bergbau (BfS 2010).

Bei der Festlegung des Vorgehens zur Ermittlung der Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung aus allen zugelassenen Tätigkeiten gemäß Artikel 12 (Euratom 2014) sollte unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit nie außer Acht gelassen werden,

- dass im Artikel 66 der Richtlinie 2013/59/Euratom für die Schätzung der Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung eine realistische und zum Expositionsrisiko im Verhältnis stehende Vorgehensweise gefordert wird.
- dass Tätigkeiten freigestellt werden können, d. h. für die Ermittlung der Dosis (Grenzwert effektive Dosis 1 mSv im Jahr) nicht herangezogen werden, wenn die durch diese Tätigkeit erzeugte Strahlenexposition, so sie durch natürlich vorkommende Radionuklide erzeugt wird, im Bereich von 1 mSv oder weniger liegt (Anhang VII Absatz 3 Buchstabe d der Richtlinie 2013/59/Euratom).

Empfehlung 9:

Die SSK empfiehlt, mit der Erarbeitung einer „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) Tätigkeiten“ zu beginnen, die den Anforderungen von Artikel 66 der Richtlinie 2013/59/Euratom entspricht, konsistent in Bezug auf die Behandlung natürlicher und künstlicher Radioaktivität ist und den Realismus-Anforderungen des Artikel 66 im Sinne der SSK-Empfehlung zur Ermittlung der Strahlenexposition (SSK 2013) genügt.

4.9 Eigenschaften der Quellen

Da die effektive Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung nicht direkt messbar ist, muss sie aus der Verknüpfung von Quellterme für Direktstrahlung, Ableitungen und Freisetzungen oder gemessenen Werten von radioaktiven Stoffen in Umweltmedien mit Lebens- und Ernährungsgewohnheiten der repräsentativen Referenzperson modelliert werden. Für künstliche Radionuklide sind im Allgemeinen die Ableitungen so gering, dass die Messung der radioaktiven Stoffe in den Umweltmedien meist unmöglich ist. Daher muss in diesem Falle im Allgemeinen auf am Ort der Quelle[15] gemessene Strahlungs- oder Ableitungswerte zurückgegriffen werden und die Wege der Radionuklide durch die Umwelt zum Menschen durch Modelle beschrieben werden. Bei natürlichen Radionukliden kann prospektiv auch nur auf angenommene oder gemessene Quellterme zurückgegriffen werden. Retrospektiv ist es im Falle natürlicher Radionuklide meist möglich, die Strahlenexposition wesentlich realistischer aus Messwerten der Umweltradioaktivität zu ermitteln.

In jedem Fall ist jedoch die Kenntnis der Quellterme unabdingbar. Diese umfassen die Direktstrahlung einschließlich von Angaben über deren Geometrie (Punkt-, Flächen- oder Volumenquelle), die Ableitungen mit Fortluft und Abwasser sowie bei NORM-Industrien ggf. die Freisetzungen von Radionukliden in die Atmosphäre und Hydrosphäre.

Es ist daher im Regelwerk zu fordern, dass die Eigenschaften der relevanten Quellen in angemessenem Umfang erhoben werden. Der angemessene Umfang könnte z. B. in einer „AVV Tätigkeiten“ spezifiziert werden.

[15] Der Begriff „Quelle“ wird in dieser Empfehlung als Kurzform für Strahlungsquelle benutzt, d. h. gemäß der Richtlinie 2013/59/Euratom für ein Objekt, das – etwa durch Aussenden ionisierender Strahlung oder Freisetzung radioaktiver Stoffe – eine Exposition verursachen kann. Der Begriff wird in gleicher Weise in ICRP 103 benutzt: Objekt, von dem Strahlung ausgeht und für das Strahlenschutz als integrales Ganzes optimiert werden kann, wie z. B. Röntgeneinrichtungen, Strahlengeneratoren, offene und umschlossene radioaktive Stoffe. Allgemein: die Ursache für die Exposition durch ionisierende Strahlung.

Empfehlung 10:

Die SSK empfiehlt, bei Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom die Notwendigkeit der Erhebung von Daten bezüglich der Eigenschaften von Quellen zur Ermittlung der Strahlenexposition aus zugelassenen Tätigkeiten im Regelwerk festzuschreiben und Anforderungen an einen angemessenen Umfang dieser Erhebungen zu spezifizieren.

4.10 Zusammenwirken von Quellen

Durch das Zusammenwirken von Quellen können Strahlenexpositionen von Einzelpersonen vergrößert werden. Dies wird bereits heute in der AVV zu § 47 StrlSchV durch Berücksichtigung der sog. Vorbelastung in Rechnung gestellt. Durch die Forderungen in Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom erhält der Begriff der Vorbelastung einen neuen Inhalt und muss auf die anderen betroffenen Tätigkeiten gemäß Kapitel 4.5 ausgeweitet werden. Dazu ist es notwendig, das Zusammenwirken von Quellen näher zu betrachten.

Bei Berücksichtigung mehrerer Quellen ist generell anzumerken, dass die potenziellen Strahlenexpositionen verschiedener Quellen additiv sind. Dabei ist es erforderlich, die Beiträge für die einzelnen Expositionsarten (externe Bestrahlung, Inhalation, Ingestion) und die einzelnen Expositionspfade (Wasser-, Boden- und Luftpfad) separat zu betrachten. U. U. sind diese drei Pfade an unterschiedlichen Einwirkungsstellen relevant, die die repräsentative Referenzperson abdecken sollten, wenn dies realistischerweise möglich ist.

Wenn die Quellen voneinander unabhängig sind, d. h. sich in ihren Wirkungen nicht überlagern:

- Externe Bestrahlung: Da die externe Dosis von der Aufenthaltszeit in der Direktstrahlung der Quelle bestimmt wird und der Mensch nicht gleichzeitig an zwei Orten sein kann, kann er entweder an der stärksten Quelle die zulässige Zeit zubringen oder seine Zeit gleichmäßig auf alle Quellen verteilen. Im ersteren Fall ist die Dosis die der stärksten Quelle, im letzteren Fall ist die Summendosis das arithmetische Mittel der einzelnen Dosen der Quellen. Es gilt allgemein $E_{\mathrm{ext},i,\mathrm{min}} \leq E_{\mathrm{ext,Summe}} \leq E_{\mathrm{ext},i,\mathrm{max}}$. Die Unabhängigkeit von Quellen ist über ein räumliches Abschneidekriterium festzulegen.
- Inhalation: Wenn Ausbreitungsrechnungen ergeben, dass zwei Quellen als unabhängig voneinander angesehen werden können, gilt das Argument mit der Aufenthaltszeit ebenfalls, da die Inhalationsdosis durch das Wirkungsintegral (Konzentration × Zeit) bestimmt wird. Es gilt allgemein $E_{\mathrm{inh},i,\mathrm{min}} \leq E_{\mathrm{inh,Summe}} \leq E_{\mathrm{inh},i,\mathrm{max}}$. Die Unabhängigkeit von Quellen ist über ein räumliches Abschneidekriterium festzulegen.
- Ingestion lokal angebauter Nahrungsmittel: Unabhängigkeit der Quellen bedeutet, dass die Nahrungsmittel von verschiedenen Orten stammen. Da man sich nur einmal sattessen und -trinken kann, gilt ein zum Zeitargument analoges Argument bzgl. der Verteilung der Nahrungsmittelmengen. Es gilt allgemein $E_{\mathrm{ing},i,\mathrm{min}} \leq E_{\mathrm{ing,Summe}} \leq E_{\mathrm{ing},i,\mathrm{max}}$.

Die Unabhängigkeit von Quellen ist über Abschneidekriterien festzulegen; siehe hierzu Kapitel 4.11.

Wenn Quellen nicht voneinander unabhängig sind und sich in ihren Wirkungen überlagern, sollte die Ermittlung wie folgt durchgeführt werden (siehe auch Empfehlung 15):

- Externe Bestrahlung: Die repräsentative Referenzperson ist in diesem Fall so zu wählen, dass sie unter realistischen Annahmen eine sinnvolle Zeit am Ort der höchsten Ortsdosisleistung (ODL) zubringt. Es sollte auch hier ein räumliches Abschneidekriterium festgelegt werden (vgl. hierzu die Abschneidekriterien aus den BglBb).

- Inhalation: Wenn Ausbreitungsrechnungen ergeben, dass Quellen einander überlagern, ist die repräsentative Referenzperson so zu wählen, dass sie unter realistischen Annahmen eine sinnvolle Zeit am Ort der höchsten Inhalationsdosis, die durch das dort auftretende Radionuklidgemisch verursacht wird, zubringt. Es kann sein, dass die höchste Konzentration aus mehreren Quellen nicht am Ort der höchsten Konzentration aus einer der Quellen liegt. Es sollte auch hier ein räumliches Abschneidekriterium festgelegt werden (vgl. hierzu die Abschneidekriterien aus den BglBb).
- Ingestion lokal angebauter Nahrungsmittel: Wenn Modellrechnungen ergeben, dass Quellen einander im Hinblick auf die Radionuklidkonzentration in Nahrungsmitteln überlagern, ist die repräsentative Referenzperson so zu wählen, dass sie unter realistischen Annahmen diese Nahrungsmittel verzehrt. Es kann sein, dass die höchste Radionuklidkonzentration in Nahrungsmitteln aus mehreren Quellen nicht am Ort der höchsten Konzentration aus einer der Quellen liegt.

Ein besonderer Aspekt des Zusammenwirkens von Quellen tritt im Zusammenhang mit dem baulichen Strahlenschutz bei der Anwendung von Röntgen- und Beschleunigeranlagen sowie bei der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung auf. Wenn solche Anwendungen bei der Summenbildung zu berücksichtigen sind, ist von den repräsentativen Referenzpersonen anzunehmen, dass sie sich im Einflussbereich dieser Quellen aufhalten (siehe Empfehlung 14). Die Aufenthaltszeiten sind realistisch zu wählen.

4.11 Expositionsszenarien

Die Expositionsszenarien für die repräsentative Person werden durch die Betätigungen bestimmt, die eine Einzelperson der Bevölkerung möglicherweise ausführen kann. Das beinhaltet ganz normales Verhalten. Die repräsentative Person hält sich im Freien und in Häusern auf, sie isst, trinkt und atmet. Sie nimmt am öffentlichen Verkehr teil und sucht Ärzte und Kliniken auf. Diese Betätigungen bestimmen über Ort und Zeit des Aufenthalts der repräsentativen Referenzperson die Expositionsszenarien.

Die repräsentative Referenzperson (für eine Quelle):

- hat die Eigenschaften der Referenzperson mit mittleren Ess- und Trinkgewohnheiten,
- ist die Person, für die die ICRP-Dosiskoeffizienten und die ICRP-Organdosiskoeffizienten gelten,
- hat den zur Quelle nächstgelegenen oder sinnvollerweise in der Zukunft möglichen Wohnort,
- hat realistische Aufenthaltszeiten an Orten mit hoher Exposition, jedoch derart, dass die Summe 8 760 h im Jahr nicht überschreitet. Auch der Aufenthalt im Freien sollte normalen deutschen Gewohnheiten entsprechen und auf Verkehrsflächen sollten keine unrealistisch langen Aufenthalte angenommen werden.
- nutzt die von der Quelle beeinflusste Gegend so, dass möglichst viele real existierende Expositionspfade maximal – aber auch realistisch möglich und nicht exzessiv – zur Wirkung kommen.

Das bedeutet für mehrere Quellen:

- Externe Exposition (Direktstrahlung, Submersion, Bodenstrahlung): Aufenthalt im Freien und in Häusern an verschiedenen Orten mit der höchsten Exposition. Die Person hält sich jedoch nicht an einem Punkt im Freien auf. Sie benötigt eine gewisse festzulegende oder durch die Expositionssituation bestimmte Fläche mit Bewegungsfreiheit, die mit der

Aufenthaltszeit kompatibel ist. Dies hat z. B. zur Folge, dass die ODL bei der Bodenstrahlung eine mittlere Größe ist und nicht die ODL eines eventuellen, extrem kleinräumigen Hotspots. Es ist die Reduzierung der Exposition beim Aufenthalt in Häusern zu berücksichtigen.

- Inhalation (Radionuklide (gasförmig oder an Schwebstoffe und Staub gebunden)): Berechnung des Stofftransports zu den Orten, an denen sich die repräsentative Referenzperson aufhalten soll. Atemraten nach Anlage VII Teil B Tabelle 2 StrlSchV. Ggf. ist eine diffuse Vorbelastung aus anderen Tätigkeiten zu berücksichtigen. Auch die Reduzierung der Exposition beim Aufenthalt in Häusern ist zu berücksichtigen.
- Ingestion lokal angebauter Nahrungsmittel): Bei lokal angebauten Nahrungsmitteln wird im Allgemeinen ein Kleingärtner oder Bauer die repräsentative Person sein. Ohne landwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung gibt es keine lokal angebauten Nahrungsmittel. Beim Verzehr von lokal erzeugtem Fisch wird die repräsentative Person ein Fischzüchter oder Angler sein.

Wenn die Bedeutung einzelner Expositionsszenarien und -pfade nicht offensichtlich ist, kann es erforderlich sein, die Expositionen unterschiedlicher repräsentativer Referenzpersonen zu betrachten.

Empfehlung 11:

Die SSK empfiehlt, die repräsentative Person so zu wählen, dass die Expositionsszenarien und -charakteristiken (Aufenthaltszeit an einem Ort für Wohnen oder andere Tätigkeiten, Verhalten bei Freizeitaktivitäten, teilweise landwirtschaftliche Selbstversorgung, am öffentlichen Verkehr teilhaben, Aufenthalt in der Umgebung von Röntgen- und Beschleunigeranlagen etc.) die potenzielle Strahlenexposition unter realistischen Annahmen maximal machen. Der Ausschluss von Expositionsszenarien sollte in fallspezifischen Betrachtungen möglich sein, wenn die Voraussetzungen für diese Szenarien nicht vorliegen.

4.12 Expositionspfade, Ernährungs- und Lebensgewohnheiten

Strahlenexpositionen kommen durch externe Bestrahlung sowie durch Inhalation und Ingestion künstlicher und natürlicher radioaktiver Stoffe zustande. Dabei werden in Deutschland traditionell verschiedene Expositionspfade betrachtet. Die Berücksichtigung von Expositionspfaden wird im deutschen Regelwerk jedoch nicht einheitlich gehandhabt. Während in den BglBb die Direktingestion von Boden berücksichtigt wird, wird sie in der AVV zu § 47 StrlSchV außer Acht gelassen. Auch der Aufenthalt auf Ufersediment wird nicht einheitlich berücksichtigt.

Empfehlung 12:

Die SSK empfiehlt, bei der Abschätzung oder Ermittlung der Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung aus zugelassenen Tätigkeiten die Expositionspfade einheitlich entsprechend der nachstehenden Tabelle (Tab. 4.3) zu berücksichtigen.

Tab. 4.3: Vorschlag der SSK für die in einer „AVV Tätigkeiten“ zu berücksichtigenden Expositionspfade.

Externe Exposition
Direktstrahlung (Röntgen, Gamma, Neutronen)
Betastrahlung innerhalb und Gammastrahlung aus der Fortluftfahne
Gammastrahlung des Bodens einschl. Sediment
Exposition durch Inhalation
radioaktive Stoffe (gasförmig und an Schwebstoffe gebunden)
Radon und Radon-Folgeprodukte
Exposition durch Ingestion
radioaktive Stoffe mit der Nahrung aus lokaler Erzeugung
– Luft ⟶ Pflanze
– Luft ⟶Futterpflanze ⟶ Kuh ⟶ Milch
– Luft ⟶ Futterpflanze ⟶ Tier ⟶ Fleisch
– Wasser ⟶ Fisch
– Viehtränke ⟶ Kuh ⟶ Milch
– Viehtränke ⟶ Tier ⟶ Fleisch
– Beregnung ⟶ Futterpflanze ⟶ Kuh ⟶ Milch
– Beregnung ⟶ Futterpflanze ⟶ Tier ⟶ Fleisch
– Beregnung ⟶ Pflanze
– Boden ⟶ Pflanze
– Boden ⟶ Futterpflanze ⟶ Kuh ⟶ Milch
– Boden ⟶ Futterpflanze ⟶ Tier ⟶Fleisch
Direktingestion von Boden

Um das Konzept der repräsentativen Referenzperson anwenden zu können, müssen deren Eigenschaften durch Kenngrößen charakterisiert werden. Solche Kenngrößen sind z. B. die Verzehrmengen von Lebensmitteln. Diese Verzehrmengen sind für verschiedene Lebensmittel in der StrlSchV festgeschrieben, wobei neben den Mittelwerten für jede der 6 Altersklassen noch ein lebensmittelspezifischer Faktor angegeben ist, mit dem die Mittelwerte multipliziert die 95. Perzentile der Verzehrmengen abdecken. Diese Faktoren gelten jedoch nicht für einzelne Altersklassen, sondern stellen den maximalen Faktor aller Altersklassen dar. Die Festlegung, z. B. in der AVV zu § 47 StrlSchV, dass diese Faktoren bei der Berechnung der Ingestionsdosis anzuwenden sind, führt zu unangemessenen Konservativitäten, die nicht der Definition der Referenzperson durch die Richtlinie 2013/59/Euratom entspricht (siehe Kapitel 4.7). In den BglBb werden die Verzehrmengen als Mittelwerte separat und ohne „Konservativitätsfaktor“ aufgeführt.

Beim Verzehr von Nahrungsmitteln ist die Frage, ob die von der repräsentativen Referenzperson verzehrten Nahrungsmittel aus lokalem Anbau stammen und damit durch Ableitungen mit der Fortluft oder dem Abwasser oder durch Freisetzungen in die Atmosphäre und Hydrosphäre mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sein können. Auch diese Frage wird im deutschen Regelwerk unterschiedlich beantwortet. Während die AVV zu § 47 StrlSchV – unabhängig von der realen Möglichkeit des Anbaus – annimmt, dass alle Nahrungsmittel von den ungünstigsten Einwirkungsstellen stammen, legen die BglBb einen nahrungsmittelspezifischen Anteil lokal angebauter Nahrungsmittel fest. Für eine „AVV Tätigkeiten“ sind

solche Inkonsistenzen nach Einschätzung der SSK nicht tragbar. Lokal angebaute Nahrungsmittel sollten nur dann Berücksichtigung finden, wenn entsprechender Anbau in ausreichender Menge erfolgt oder zumindest in absehbarer Zeit vorhersehbar ist.

Beim Anbau und Verzehr lokal angebauter Nahrungsmittel zeigt die Erfahrung, dass es weniger die landwirtschaftliche Produktion mit großräumiger Vermarktung ist, die die Ingestionsdosis bestimmt, sondern vielmehr der kleingärtnerische Anbau, der einen Teil der Selbstversorgung darstellen kann. Wenn Ingestion einen wesentlichen Expositionspfad darstellt, werden der repräsentativen Referenzperson häufig die Lebensgewohnheiten von Kleingärtnern, Jägern oder Anglern zuzuordnen sein.

Nach der TrinkwV müssen die radioaktiven Stoffe im Trinkwasser dem Parameter Gesamtrichtdosis von 0,1 mSv im Kalenderjahr genügen. Bei Überschreitung der Richtdosis hat die Behörde zu prüfen, ob Maßnahmen zur Verringerung der spezifischen Aktivitäten im Trinkwasser erforderlich sind. Bei Wasserversorgungsanlagen kann damit davon ausgegangen werden, dass die Ingestionsdosis durch Trinkwasserkonsum geringer als 0,1 mSv im Jahr sein wird. Nach Einschätzung der SSK kann der Trinkwasserkonsum aus Wasserversorgungsanlagen bei der Berechnung der Ingestionsdosis außer Acht gelassen werden[16].

Empfehlung 13:

Die SSK empfiehlt, bei Ermittlungen der effektiven Dosis der repräsentativen Referenzperson durch Ingestion die mittleren Verzehrmengen gemäß nachfolgender Tabelle (Tab. 4.4) für die drei Altersklassen der repräsentativen Referenzperson anzuwenden. Darüber hinaus empfiehlt sie, den Anteil lokal angebauter Nahrungsmittel festzulegen, der für die Berechnungen erforderlich ist. Dies sollte in realistischer Weise geschehen, wobei die notwendigen Flächen und Erträge zu berücksichtigen sind, die zum entsprechenden Verzehr von Nahrungsmitteln erforderlich sind. Ohne landwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung gibt es keine Ingestionsdosis durch Nahrungsmittel. Trinkwasserkonsum, der der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) mit einem Parameter Gesamtrichtdosis von 0,1 mSv im Jahr entsprechen muss, kann bei der Berechnung der effektiven Dosis durch Ingestion außer Acht gelassen werden.

[16] Damit beschränken sich die Auswirkungen auf die Ingestionsdosis von Ableitungen mit dem Abwasser und Freisetzungen in die Hydrosphäre auf die Expositionspfade Beregnung, Viehtränke und Fischverzehr.

Tab. 4.4: Vorschlag der SSK für den in einer „AVV Tätigkeiten" anzusetzenden: Jahresverbrauch der Referenzperson für verschiedene Lebensmittel. Die Daten dieser Tabelle stammen aus den Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglBb, BfS 2010) für die Altersklassen 1 bis 2 Jahre, 7 bis 12 Jahre und > 17 Jahre. Sie sind hier als Vorschlag für die Altersklassen Kleinkind (Alter 1 Jahr, repräsentativ für 0- bis 5-Jährige), Kind (Alter 10 Jahre, repräsentativ für 6- bis 15-Jährige) und Erwachsener (repräsentativ für 16- bis 70-Jährige) aufgeführt. Die Repräsentativität dieser Daten für die drei Altersklassen der repräsentativen Person gemäß ICRP 101 (ICRP 2006) ist noch durch Auswertung aktueller Verzehrstudien (z. B der DONALD (DOrtmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed) Studie für Kinder) zu validieren.

Lebensmittel	**Jahresverbrauch**		
	1 Jahre	**10 Jahre**	**> 17 Jahre**
Trinkwasser aus Wasserversorgungsanlagen[17]	100 l	150 l	350 l
Fisch (Süßwasser)	3 kg	4,5 kg	7,5 kg
Milch (einschließlich Milchprodukte)	125 kg	170 kg	130 kg
Fleisch (einschließlich Fleischwaren)	13 kg	65 kg	90 kg
Pflanzliche Produkte	138 kg	259 kg	253 kg
davon entfallen auf:			
– Getreide, Getreideprodukte	30 kg	95 kg	110 kg
– Frischobst, Obstprodukte, Säfte	45 kg	65 kg	35 kg
– Kartoffeln, Wurzelgemüse, Säfte	40 kg	55 kg	55 kg
– Blattgemüse	6 kg	9 kg	13 kg
– Gemüse, Gemüseprodukte, Säfte	17 kg	35 kg	40 kg

Die SSK weist darauf hin, dass die Nichtberücksichtigung der Strahlenexposition durch den Konsum von Trinkwasser aus Wasserversorgungsanlagen bei der Berechnung der effektiven Dosis nicht bedeutet, dass Grund- und Oberflächenwasser im Strahlenschutz nicht zu berücksichtigen sind. Die dazu benötigten Modellgrundlagen sollten in Abhängigkeit von der Art der Tätigkeit z. B. in einer „AVV Tätigkeiten" enthalten sein.

Mehr noch als die Ernährungsgewohnheiten, die ausschließlich für die Ingestionsdosis relevant sind, spielen die Aufenthaltszeiten eine entscheidende Rolle bei der Abschätzung und Ermittlung der Strahlenexposition. Auch bei den Aufenthaltszeiten ist das deutsche Regelwerk extrem inkonsistent. Während in § 46 Absatz 3 Satz 2 StrlSchV und in der AVV zu § 47 StrlSchV ein in der Realität unmöglicher Daueraufenthalt für die Exposition durch Beta- und Gammastrahlung innerhalb der Abluftfahne, für Gammastrahlung der am Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe und für die Inhalation radioaktiver Stoffe an den jeweils ungünstigsten Einwirkungsstellen anzusetzen ist, sind in den BglBb deutlich realistischere und u. U. mögliche

[17] Obwohl der Konsum von Trinkwasser aus Wasserversorgungsanlagen in dieser Empfehlung nicht berücksichtigt wird, werden Verzehrmengen für Trinkwasser hier vorgeschlagen, da sie für andere Berechnungsgrundlagen z. B. für die Ableitung von Freigabewerten erforderlich sind. Verzehrmengen für Trinkwasser werden auch für die Dosisermittlung in bestehenden und Notfallsituationen benötigt und sollten daher festgelegt sein.

Aufenthaltszeiten festgelegt (Tab. 4.5). Diese Tabelle kann nach Einschätzung der SSK durchaus als Vorlage für entsprechende Festlegungen in einer „AVV Tätigkeiten“ dienen.

Es ist aber darauf hinzuweisen, dass wegen der Tätigkeiten mit künstlicher Radioaktivität und Strahlung in Medizin, Forschung und Technik noch weitere Expositionsmöglichkeiten durch entsprechende Aufenthaltszeiten zu berücksichtigen sind. Dazu gehört bei Röntgen- und Beschleunigeranlagen der Aufenthalt in Treppenhäusern, Warteräumen und Umkleidekabinen sowie allgemein und besonders im Hinblick auf die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung der Aufenthalt auf Verkehrswegen in der Nähe einer Strahlenquelle.

Für den Aufenthalt auf öffentlichen Verkehrswegen, in Treppenhäusern und auf Verkehrswegen in Kliniken und Praxen, Warteräumen und Umkleidekabinen sowie für nicht beruflich bedingten Aufenthalt auf Betriebsgelände wurden hier konservativ 10 % der beruflichen Arbeitszeit, d. h. 200 h pro Kalenderjahr, angesetzt.

Es sei in diesem Zusammenhang erneut betont, dass die menschlichen Eigenschaften und Gewohnheiten der Referenzperson nach Richtlinie 2013/59/Euratom und nach den Empfehlungen der ICRP Mittelwerte und keine außergewöhnlichen oder anomalen Eigenschaften darstellen sollen (vgl. Kapitel 4.7).

Empfehlung 14:

Die SSK empfiehlt, für eine „AVV Tätigkeiten“ Aufenthaltszeiten gemäß nachstehender Tabelle (Tab. 4.5) im Regelwerk anzusetzen. Die Daten dieser Tabelle stammen größtenteils aus den BglBb und müssen noch bzgl. Aktualität überprüft werden. Die dort angegebenen Werte sollten als Maximalwerte für den Aufenthalt auf den genannten Flächen verstanden werden. Die SSK empfiehlt im konkreten Fall, stets komplette Aufenthaltszeiten (8 760 h pro Jahr) zu bilanzieren, wobei auch Expositionsorte einbezogen werden sollten, auf denen keine (zusätzliche) Exposition stattfindet.

Tab. 4.5: Festlegung von Aufenthaltszeiten für die repräsentative Person für eine „AVV Tätigkeiten“: Jährliche Expositionszeit für verschiedene Expositionsorte und repräsentative Personen. Insgesamt darf eine Aufenthaltszeit von 8 760 h im Jahr nicht überschritten werden.

Expositionsort	Altersgruppe	Expositionszeit [h]
1. In Gebäuden		7 000
2. Im Freien:		2 000
Dabei entfallen für die Einzelperson der Bevölkerung, je nach örtlichen Gegebenheiten, auf:		
2.1 unkultiviertes Gelände	1 Jahr	100
	10 Jahre	250
	> 17 Jahre	100
2.2 Gärten		1 000
2.3 Straßen, Plätze u. ä.		1 000
2.4 Spielplätze, Parkanlagen u. ä.		1 000
2.5 öffentliche Verkehrswege		200
3. Treppenhäuser und Verkehrswege in Kliniken und Praxen, Warteräumen und Umkleidekabinen		200
4. Aufenthalt von betriebsfremden Einzelpersonen der Bevölkerung auf Betriebsgelände		200

Die Aufenthaltszeiten sind eine der zwei bestimmenden Größen bei der Ermittlung der externen Strahlenexposition. Die andere ist die Ortsdosisleistung, die auch kleinräumig hoch variabel sein kann. Es sei hier darauf hingewiesen, dass Einzelpersonen der Bevölkerung sich i. Allg. nicht langfristig an einem Ort aufhalten, sondern sich bewegen. Daraus folgt, dass für die Ortsdosisleistung bei der Ermittlung der externen Strahlenexposition ein sinnvoller Mittelwert anzusetzen ist. Dies gilt auch für den Aufenthalt in Wohnungen.

Die SSK weist darauf hin, dass eine Validierung der Rechenmodelle und Parameter einer zukünftigen „AVV Tätigkeiten“ u. a. dahingehend erfolgen sollte, dass die Anforderung, die natürliche Strahlenexposition bei Ansetzen der natürlichen Hintergrundwerte zu reproduzieren, erfüllt ist.

4.13 Summenformel

In Umsetzung von Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom ist die Summe der effektiven Dosen, der die repräsentative Referenzperson aus allen relevanten Quellen ausgesetzt ist, zu bilden und mit dem Grenzwert von 1 mSv im Jahr zu vergleichen. Dabei sind die Expositionen für jede Quelle *i* getrennt mit den drei Beiträgen äußere Exposition[18], Inhalation und Ingestion über die Expositionspfade gemäß Tab. 4.3 zu berücksichtigen:

[18] Die äußere Exposition umfasst die Expositionen durch Direktstrahlung (Röntgen, γ, n), Gammastrahlung des Bodens einschl. Sediment, Beta- und Gammasubmersion.

$$E_i = E_{\mathrm{ext},i} + E_{\mathrm{inh},i} + E_{\mathrm{ing},i} \,.$$

Da die Zahl der zu berücksichtigenden Quellen unbekannt ist, die Notwendigkeit der Berücksichtigung einer Quelle von Ort und Zeit abhängig ist und in der Summenbildung nicht alle Quellen in Deutschland (und dem Ausland) sinnvollerweise einbezogen werden können, sind Abschneidekriterien erforderlich, die die Summenbildung sinnvoll und praktikabel machen.

Als bereits in Deutschland gängige Praxis für solche Abschneidekriterien sind beispielhaft zu nennen:

- Kriterien der flächen- und massenbezogenen Aktivität bei der Ermittlung von Kontaminationen,
- Bildung von Nuklidvektoren zur Berücksichtigung bei der Freigabe,
- die Abschneidekriterien der BglBb.

Da die Abschneidekriterien der BglBb (BfS 2010) relevant für eine „AVV Tätigkeiten“ sind, sei aus ihnen hier zitiert:

„2.6 Vorgaben für die Ermittlung der Strahlenexposition

Bei der Anwendung der Berechnungsgrundlagen ist Folgendes zu beachten:

*2.6.1 Expositionsszenario „**Aufenthalt in Gebäuden**“*

a) Beim Expositionsszenario „Aufenthalt in Gebäuden“ (Betriebsgebäude) sind für Beschäftigte realistische Aufenthaltszeiten zugrunde zu legen. Teil I, Ziff. 2.3.1 b) ist zu beachten.

b) Für die Berechnung der Strahlenexposition von Referenzpersonen der allgemeinen Bevölkerung ist in der Regel insgesamt eine Aufenthaltszeit in Wohngebäuden von maximal 7 000 Stunden pro Jahr zugrunde zu legen. Dabei ist ggf. zu berücksichtigen, dass der Aufenthalt nicht ausschließlich in einem Wohngebäude, das sich auf der „ungünstigsten Einwirkungsstelle“ befindet, erfolgen muss.

c) Grundsätzlich sind beim Szenario „Aufenthalt in Gebäuden“ die Expositionspfade „Äußere Exposition durch Gammastrahlung des Bodens“, „Inhalation von Staub“ und „Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten“ zu berücksichtigen. Diese Pfade sind im Sinne von Teil I, Ziff. 2.2 relevant, wenn sich Gebäude

- *für den Pfad „Äußere Exposition durch Gammastrahlung des Bodens“ auf oder in unmittelbarer Nähe (**bis zu einer Entfernung von 20 m**),*
- *für den Pfad „Inhalation von Staub“ auf oder in der Umgebung (**bis zu einer Entfernung von 100 m**) und*
- *für den Pfad „Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten“ auf oder in der Umgebung (Teil I, Ziff. 2.6.1 d) ist zu beachten)*

bergbaulicher Anlagen oder Einrichtungen befinden.

d) Für die Ermittlung der Radon-222-Konzentration in der Raumluft (Atemluft) für die Referenzperson der allgemeinen Bevölkerung sind zu berücksichtigen:

- *Eintritt radonhaltiger Bodenluft aus dem Gebäudeuntergrund, sofern sich das Gebäude **auf oder in unmittelbarer Umgebung** einer bergbaulichen Anlage oder Einrichtung befindet (soweit dieser Pfad im Sinne von Teil I, Ziff. 2.2 relevant sein kann, ist der Beitrag auf der Grundlage standortspezifischer Untersuchungen im konkreten Einzelfall zu ermitteln);*

- *Eintritt der radonhaltigen Außenluft, sofern sich das Gebäude **auf oder in der Umgebung** einer bergbaulichen Anlage oder Einrichtung befindet. Teil I, Ziff. 2.3.2 a) ist zu beachten.*

e) Die Berechnung der äußeren Strahlenexposition sowie der Strahlenexposition durch Eintritt der kontaminierten Außenluft in das Gebäude erfolgt auf der Grundlage von Messwerten bzw. mittels Transportrechnungen für einen in unmittelbarer Gebäudenähe liegenden Aufpunkt im Freien. Teil I, Ziff. 2.6.7 ist zu beachten. Die abschirmende Wirkung des Gebäudes ist in den Berechnungsvorschriften (Teil II, Ziffn. 1 und 2) berücksichtigt. Für die Radon-222-Konzentration in der Raumluft ist der für Freiluft ermittelte Wert zugrunde zu legen. Für den Gleichgewichtsfaktor gelten die in der Anlage III, Tab. III.2 genannten Werte.

…

*2.6.3 Expositionsszenario „**Aufenthalt im Freien**“*

a) Beim Expositionsszenario „Aufenthalt im Freien“ sind für Beschäftigte realistische Aufenthaltszeiten zugrunde zu legen. Teil I, Ziff. 2.3.1 b) ist zu beachten.

b) Für die Berechnung der Strahlenexposition von Referenzpersonen der allgemeinen Bevölkerung ist in der Regel insgesamt eine Aufenthaltszeit im Freien von maximal 2000 h pro Jahr zugrunde zu legen. Dabei ist ggf. zu berücksichtigen, dass der Aufenthalt im Freien nicht ausschließlich an einem Expositionsort, der sich auf der „ungünstigsten Einwirkungsstelle“ befindet, erfolgen muss.

c) Grundsätzlich sind beim Szenario „Aufenthalt im Freien“ die Expositionspfade „Äußere Exposition durch Gammastrahlung des Bodens“, „Inhalation von Staub“, „Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten“ und „Direktingestion von Boden“ zu berücksichtigen. Diese Pfade sind im Sinne von Teil I, Ziff. 2.2 relevant, wenn sich Expositionsorte von Referenzpersonen

- *für den Pfad „Äußere Exposition durch Gammastrahlung des Bodens“ auf oder in unmittelbarer Nähe (**bis zu einer Entfernung von 20 m**) von*
- *für den Pfad „Inhalation von Staub“ auf oder in der Umgebung (**bis zu einer Entfernung von 100 m**) von*
- *für den Pfad „Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten“ auf oder in der Umgebung (Teil I, Ziff. 2.3.2 a) ist zu beachten) von und*
- *für den Pfad „Direktingestion von Boden“ auf*

bergbaulichen Anlagen oder Einrichtungen befinden.“

Empfehlung 15:

Die Summe der effektiven Dosis ist gemäß $E_{\mathrm{Summe}} = \sum_i E_i$ zu bilden, wobei als Nebenbedingung „an dem Ort[19], an dem E_{Summe} maximal ist“ gilt. Um die Summenbildung

[19] Der Ort maximaler Dosis ist dabei nicht als mathematischer Punkt aufzufassen, sondern als ein Bereich mit einer sinnvollen Ausdehnung, z. B. mit einem Radius von 50 m oder 100 m, anzusehen.

praktikabel zu gestalten und die Konvergenz der Summe der Dosen sicherzustellen, schlägt die SSK folgende Abschneidekriterien vor:

a) dosimetrisches Abschneidekriterium:

   Grundsätzlich können Quellen, die weniger als einige 10 μSv im Kalenderjahr beitragen, unberücksichtigt bleiben. Darüber hinaus können Quellen, wenn sie zusammen weniger als 10 % zur Gesamtsumme der effektiven Dosen beitragen, unberücksichtigt bleiben.

b) räumliches Abschneidekriterium:

   – Strahlenexpositionen durch Direktstrahlung: Quellen können unberücksichtigt bleiben, wenn der Abstand vom Standort der repräsentativen Person bei kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen größer als 500 m und bei sonstigen Einrichtungen größer als 100 m ist.

   – Strahlenexpositionen durch Ableitungen künstlicher Radionuklide mit der Fortluft oder Freisetzungen in die Luft: Quellen können bei Entfernungen der Anlage von mehr als 5 000 m vom Standort der repräsentativen Person unberücksichtigt bleiben, wenn die Ableitungen oder Freisetzungen mit effektiven Emissionshöhen von mehr als 100 m erfolgen. Bei geringerer effektiver Emissionshöhe können sie ab einem Abstand von 500 m unberücksichtigt bleiben. Das Kriterium ist abhängig von der effektiven Emissionshöhe, die neben der Schornsteinhöhe auch die thermische Überhöhung berücksichtigt. Im Rahmen der Erstellung einer „AVV Tätigkeiten“ sind Abschneidekriterien für Ableitungen natürlicher Radionuklide aus anderen Industriezweigen, z. B. NORM-Industrien, noch zu klären.

c) Abschneidekriterium für die spezifischen Aktivitäten von Materialien aus NORM-Industrien[20]:

   – Strahlenexpositionen durch die Verwendung oder Lagerung von Materialien in Form von Feststoffen können ohne Begrenzung der Menge unberücksichtigt bleiben, wenn die maximalen spezifischen Aktivitäten für alle Radionuklide der U-238-Reihe und der Th-232-Reihe zusammen kleiner als noch festzulegende Überwachungsgrenzen sind. Diese Überwachungsgrenzen sollen kleiner oder gleich 1 Bq/g für alle Radionuklide der U-238-Reihe und der Th-232-Reihe und kleiner oder gleich 10 Bq/g für K-40 sein (Richtlinie 2013/59/Euratom und IAEA 1998)[21]. Für Materialien, in denen Pb-210 und Po-210 angereichert sind, können höhere Werte gerechtfertigt sein.

   – Bei Kleinmengen bis zu einigen (i. e. 3) Tausend Kilogramm können Strahlenexpositionen durch die Verwendung oder Lagerung von Materialien in

[20] Materialien (auch Böden), die durch natürlich vorkommende oder künstliche Radionuklide, die aus genehmigten Ableitungen oder Freisetzungen stammen, kontaminiert sind, stellen eine bestehende Expositionssituation dar und sind ebenso wie Waren, für die es bereits anderweitig Regelungen gibt (Anhang XVII der Richtlinie 2013/59/Euratom), bei der Summenbildung nicht zu berücksichtigen.

[21] Dabei ist zu berücksichtigen, dass dies die neuen Freigrenzen für NORM-Stoffe aus der Richtlinie 2013/59/Euratom sind. Die bisherigen Regelungen zeigen jedoch, dass Freigrenzen von 0,2 Bq/g bis ca. 0,5 Bq/g angemessener wären. (Vgl. Anlage XII Teil A StrlSchV und RP 122/II (EC 2002)).

Form von Feststoffen unberücksichtigt bleiben, wenn die maximale spezifische Aktivität für alle Radionuklide der U-238-Reihe und der Th-232-Reihe zusammen kleiner als ein noch festzulegendes Vielfaches der Überwachungsgrenzen ist.

Da der Grenzwert für die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung von 1 mSv im Kalenderjahr gegenüber der Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition klein ist und relevante organspezifische Risiken nicht zu gewärtigen sind, ist die Beschränkung der Grenzwertsetzung auf die effektive Dosis nach Einschätzung der SSK sinnvoll. Eine Betrachtung von Organdosen kann entfallen, da sie keine zusätzliche Qualität des Schutzes bewirken.

Empfehlung 16:

Die SSK empfiehlt, die Umsetzung von Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom auf die effektive Dosis zu beschränken. Eine Betrachtung von Organdosen ist nicht erforderlich.

4.14 Optimierung und Dosisrichtwerte (dose constraints)

Die Optimierung des Schutzes ist eines der Grundprinzipien des Strahlenschutzes. Gemeinhin wird es als das ALARA-Prinzip bezeichnet, das fordert, jede Strahlenexposition so gering zu halten, wie es unter Berücksichtigung gesellschaftlicher und ökonomischer Faktoren möglich ist. In ICRP 103 wird die Rolle der Optimierung für die drei Expositionssituationen geplante, bestehende und Notfallsituation spezifiziert. Da in bestehenden und Notfall-Expositionssituationen die Begrenzung der Strahlenexposition u. U. nicht möglich ist, ist die Optimierung letztlich das einzige Werkzeug, das zur Verfügung steht. Ergänzt wird es in bestehenden und Notfall-Expositionssituationen durch ein Bandbreitensystem von Referenzwerten (vgl. Kapitel 4.3), oberhalb derer Expositionen als nicht akzeptabel angesehen werden. Dosisrichtwerte (dose constraints) sind dabei generell kein Werkzeug für die gleichzeitige Optimierung des Schutzes vor mehreren Quellen, da nur der Betreiber einer Quelle diese Optimierung vornehmen kann, aber keinen Einfluss auf andere Quellen hat.

In geplanten Expositionssituationen ist die Begrenzung durch Dosisgrenzwertsetzung möglich. Zusätzlich werden Dosisrichtwerte (dose constraints) festgelegt, die Obergrenzen der bei der Planung und Auslegung von Tätigkeiten anzusetzenden potenziellen Expositionen darstellen. Sollten diese überschritten werden, sind Maßnahmen erforderlich, die die Einhaltung der Dosisrichtwerte (dose constraints) sicherstellen, ohne dass es bereits zu einer Überschreitung des Grenzwertes gekommen wäre. Unterhalb dieser Richtwerte (constraints) ist zu optimieren, d. h. das ALARA-Prinzip anzuwenden.

In den Anwendungen von künstlicher Radioaktivität gibt es vielfach derartige Dosisrichtwerte (dose constraints), die im gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerk verankert sind. Bei Ableitungen aus kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen enthält die StrlSchV zusätzlich zu den globalen Grenzwerten des § 46 in § 47 Absatz 1 die Festlegung von Grenzwerten für die effektive Dosis von je 0,3 mSv im Kalenderjahr bei Ableitungen über die Fortluft und das Abwasser. Diese letzteren Grenzwerte haben den Charakter von Dosisrichtwerten (dose constraints), sind jedoch als Dosisgrenzwerte im Regelwerk verankert.

Bei natürlicher Radioaktivität gibt es derartige Dosisrichtwerte (dose constraints) nicht. Die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung ist lediglich mit einem Richtwert (im derzeitigen deutschen Rechtssinn) bewehrt, bei dessen Überschreitung die zuständige Behörde zu prüfen hat, ob Schutzmaßnahmen erforderlich, möglich und angemessen sind. Diese unterschiedliche Handhabung künstlicher und natürlicher Radioaktivität im geltenden Regelwerk ist darauf zurückzuführen, dass wegen der Höhe und Schwankungsbreite der

natürlichen Strahlenexposition nicht alles machbar ist, was im Bereich der künstlichen Radioaktivität möglich ist. Es verbleibt eine gewisse Privilegierung natürlicher Radioaktivität.

Man kann jedoch feststellen, dass sich das bisherige System bewährt hat. Nach Einschätzung der SSK sind hier keine Veränderungen erforderlich.

Die Möglichkeit der Festlegung von Dosisrichtwerten (dose constraints) im Regelwerk ergibt sich aus Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe b der Richtlinie 2013/59/Euratom.

Dosisrichtwerte (dose constraints) können nach Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe b für jede Quelle im Genehmigungsverfahren angegeben werden. Dosisrichtwerte (dose constraints) sind quellenbezogen und -abhängig. Da die Zahl der möglichen Quellen völlig unbestimmt ist, lassen sie sich im Hinblick auf die Forderungen von Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom nicht generisch vorab festlegen, um die Einhaltung des Grenzwertes zu garantieren.

Die SSK sieht Dosisrichtwerte (dose constraints) bei geplanten Expositionssituationen ausschließlich als ein Werkzeug der Optimierung und nicht als eines der Begrenzung an. Sie sind ein bewährtes Instrument der Optimierung bei Tätigkeiten (im bisherigen Sinne) im untergesetzlichen Regelwerk.

Empfehlung 17:

Die SSK empfiehlt, die bisherigen generellen Anforderungen an die Optimierung des Strahlenschutzes beizubehalten. Dosisrichtwerte (dose constraints) können als ausschließliche Werkzeuge der Optimierung im untergesetzlichen Regelwerk sinnvoll sein. Die SSK rät von der Festlegung von Dosisrichtwerten (dose constraints) für Expositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung im gesetzlichen Regelwerk ab.

4.15 Umsetzung in der Praxis

Es ist zu betonen, dass sich die bisherigen Regelungen der StrlSchV bewährt haben. Als Folge der Anwendung der Prinzipien der Rechtfertigung, der Optimierung und der Begrenzung stellt sich die Situation in Deutschland laut Bericht des BMU an das Parlament über die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland (z. B. BMU 2013) so dar, dass

– die Strahlenexpositionen durch Direktstrahlung und Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser aus kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen einschließlich der Vorbelastung durch andere Anlagen und Einrichtungen für die Referenzpersonen gemäß Berechnungen nach AVV zu § 47 StrlSchV weniger als 10 μSv im Kalenderjahr betragen und

– die mittlere Strahlenexpositionen durch Anwendungen von ionisierender Strahlung und radioaktiver Stoffe in Forschung, Technik und Haushalt weniger als 10 μSv im Kalenderjahr betragen. Aussagen über höher exponierte Einzelpersonen der Bevölkerung macht der Parlamentsbericht allerdings nicht.

– Ungeklärt ist, wie die Strahlenexpositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung durch Ableitungen und Freisetzungen aus in Zukunft anzeige- oder genehmigungspflichtigen Tätigkeiten in den NORM-Industrien in dieses Bild passen. Der Parlamentsbericht gibt darüber keine Auskunft.

Bei der Umsetzung der Forderungen von Artikel 12 Absatz 1 der Richtlinie 2013/59/Euratom sind keine Änderungen zu erwarten

– für kerntechnische Anlagen, die bereits eine Genehmigung haben,

- für alle Anwendungen ionisierender Strahlung und radioaktiver Stoffe in Forschung, Technik und Haushalt, für die bereits jetzt Rechnungen nach AVV zu § 47 StrlSchV vorgenommen wurden,
- für die Festlegung von Strahlenschutzbereichen,
- für die Festlegungen von generischen Ableitungswerten, Freigabewerten und Kontaminationswerten sowie
- für die Festlegung von Überwachungsgrenzen bei Rückständen aus NORM-Industrien.

Änderungen aufgrund der Umsetzung sind in folgenden Bereichen zu erwarten:

- Die Behörde muss einen neuen Tatbestand bei Genehmigungen und Anzeigen prüfen.
- Für die Festlegung in Tabelle 4 „Aktivitätskonzentartion C_i aus Strahlenschutzbereichen (zu Anlage VII Teil D Nr. 1.1 und 2)“ der Anlage VII zur StrlSchV.
- Es kommen neue anzeigepflichtige Tätigkeiten in den NORM-Industrien dazu, wenn die Strahlenexposition der Beschäftigten größer ist als 1 mSv im Kalenderjahr.
- Es ist zu erwarten, dass es neue genehmigungspflichtige Tätigkeiten in NORM-Industrien geben wird.
- Betreiber von NORM-Industrien werden mit einem Grenzwert und der Forderung nach Optimierung des Strahlenschutzes konfrontiert.

Die SSK weist darauf hin, dass aufgrund der in dieser Empfehlung behandelten Auswirkungen der Richtlinie 2013/59/Euratom nicht nur die Harmonisierung von AVV zu § 47 StrlSchV mit den BglBb erforderlich ist, sondern auch die Störfallberechnungsgrundlagen, an das neue System der Expositionssituationen nach der Richtlinie 2013/59/Euratom bzw. ICRP 103 (ICRP 2007) anzupassen sind. Dies ist jedoch nicht Gegenstand dieser Empfehlung.

Empfehlung 18:

Die SSK empfiehlt, regelmäßig über den neuen Sachverhalt, d. h. über die Einhaltung des Grenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung durch zugelassene Tätigkeiten, zu berichten.

4.16 Berechnungsgrundlagen

Eine kritische Würdigung der AVV zu § 47 StrlSchV und der BglBb hat die SSK bereits in ihrer Empfehlung zur Ermittlung der Strahlenexposition (SSK 2013) vorgenommen. Auch in den voranstehenden Kapiteln wurden verschiedenste Aspekte der beiden Berechnungsgrundlagen diskutiert.

Zu nennen ist noch, dass die AVV zu §47 StrlSchV und die BglBb auch in der Berücksichtigung von Expositionspfaden nicht konsistent sind. So wird in den BglBb der Grundwasserpfad nicht thematisiert, der Wasserpfad der AVV ist sehr konservativ und bei der Modellierung von Rückständen gibt es keine allgemein akzeptierte Modellierung des Grundwasserpfads.

Empfehlung 19:

Die SSK bekräftigt ihre Empfehlung, dass die Erarbeitung einer konsistenten „AVV Tätigkeiten“ dringend erforderlich ist. Wegen des relativ kurzen Zeitraums, der zur Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom zur Verfügung steht, sollte möglichst bald mit der Arbeit begonnen werden.

Literatur

Beyermann et al. 2009	Beyermann M, Bünger T, Gehrcke K, Obrikat D. Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland. BfS-SW-06/09, urn:nbn:de:0221-20100319945
BfS 2010	Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlagen – Bergbau). BfS-SW-07/10, urn:nbn:de:0221-20100329966
BMU 2003	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 2 StrlSchV (Richtlinie Arbeiten) vom 15. Dezember 2003. GMBl. Nr. 22, S. 418, 2004
BMU 2012	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 der Strahlenschutzverordnung (Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen) vom 28. August 2012. BAnz AT 05.09.2012 B1
BMU 2013	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. Jahresbericht 2011, Bonn, Juli 2013
Brenk 1999	Brenk Systemplanung. Ableitung von Überwachungsgrenzen für Reststoffe mit erhöhten Konzentrationen natürlicher Radioaktivität als Grundlage für Regelungen in der Novelle der Strahlenschutzverordnung (§§ 97 ff. in Verbindung mit Anlage XII). Studie für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 31. Mai 1999
EC 1993	European Commission (EC). Radiation Protection 65 (RP 65), Principles and Methods for Establishing Concentrations and Quantities (Exemption values) Below which Reporting is not Required in the European Directive. Doc. XI-028/93, 1993
EC 2002	European Commission (EC). Radiation Protection 122 (RP 122): Practical Use of the Concept of Clearance and Exemption, Part II, Application of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources, 2002
Euratom 2014	Rat der Europäischen Union. 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, Amtsblatt der Europäischen Union, L 13/1, 17.1.2014

Hilbig und Kersting 2003	Hilbig A, Kersting M. Statistische Analyse extremer Verzehrgewohnheiten von Säuglingen und Kleinkindern (Auswertung der Donald Studie). BMU-2003-630
IAEA 1998	International Atomic Energy Agency (IAEA). Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. IAEA-TECDOC-1000, February 1998
IAEA 2014	International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3, IAEA, Wien 2014
ICRP 1975	International Commission on Radiological Protection (ICRP). 1975 Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication 23, 1975
ICRP 1990	International Commission on Radiological Protection (ICRP). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21(1–3), 1990
	Deutsch: Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission – 1990. In: Veröffentlichungen der Internationalen Strahlenschutzkommission ICRP, Veröffentlichung 60. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York 1994
ICRP 1995	International Commission on Radiological Protection (ICRP). Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients. ICRP Publication 72, Ann. ICRP 26(1), 1995
ICRP 2001	International Commission on Radiological Protection (ICRP). Doses to the Embryo and Fetus from Intakes of Radionuclides by the Mother. ICRP Publication 88, Ann. ICRP 31 (1-3), 2001
ICRP 2002	International Commission on Radiological Protection (ICRP). Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection. ICRP Publication 89, Ann. ICRP 32 (3/4), 2002
ICRP 2004	International Commission on Radiological Protection (ICRP) Doses to Infants from Ingestion of Radionuclides in Mothers' Milk. ICRP Publication 95, Ann. ICRP 34 (3-4), 2004
ICRP 2006	International Commission on Radiological Protection (ICRP). Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process. ICRP Publication 101, Ann. ICRP 36 (3), 2006
ICRP 2007	International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37 (2-4), 2007
ICRP 2010	International Commission on Radiological Protection (ICRP).

	Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40 (2-5), 2010
ICRP 2012	International Commission on Radiological Protection (ICRP). Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119, Ann. ICRP 41(Suppl.), 2012
Pentreath 2009	Pentreath R. Radioecology, radiobiology, and radiological protection: frameworks and fractures. Journal of Environmental Radioactivity, Volume 100, Issue 12, December 2009, Pages 1019-1026, doi:10.1016/j.jenvrad.2009.06.004
RöV 2003	Röntgenverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604), die durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. Oktober 2011 (BGBl. I S. 2000) geändert worden ist
Sentuc und Schwarz 2008	Sentuc FN, Schwarz G. Erfassung und Analyse der Strahlenexpositionen des Transportpersonals und der Bevölkerung beim normalen Transport von radiographischen und sonstigen Strahlenquellen (Teil A). Zusammenfassende Bewertung der Transportsicherheit in Deutschland (Teil B). Abschlussbericht zum Vorhaben SR 2497 „Erfassung, Bewertung und Fortentwicklung der sicheren Beförderung radioaktiver Stoffe“, GRS-A-3378/IIIa, Januar 2008
SSK 1997	Strahlenschutzkommission (SSK). Strahlenexposition an Arbeitsplätzen durch natürlich Radionuklide, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 147. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 03./04. Juli 1997. Berichte der Strahlenschutzkommission, Heft 10, Gustav Fischer Verlag, 1997, ISBN 3-437-21336-9
SSK 2013	Strahlenschutzkommission (SSK). Ermittlung der Strahlenexposition, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 263. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 12. September 2013. urn:nbn:de:101:1-201405079359
StrlSchV 2001	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
TrinkwV 2001	Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977), die durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist

Glossar

Aus der Richtlinie 2013/59/Euratom:

7. **Zulassung**: die Anzeige einer Tätigkeit oder die Erteilung einer Genehmigung für die Ausübung derselben.

17. **Verbraucherprodukt**: ein Gerät oder ein hergestellter Gegenstand, in die bzw. den absichtlich eines oder mehrere Radionuklide eingefügt wurden oder in der/dem Radionuklide durch Aktivierung erzeugt worden sind oder die/ der ionisierende Strahlung erzeugt und die/der Einzelpersonen der Bevölkerung verkauft oder zur Verfügung gestellt werden kann, ohne dass eine besondere Überwachung oder regulatorische Kontrolle nach dem Verkauf erfolgt.

22. **Dosisrichtwert (Constraint)**: ein Richtwert, der als prospektive obere Schranke von Individualdosen festgesetzt und verwendet wird, um den Bereich der Möglichkeiten festzulegen, die bei der Optimierung für eine bestimmte Strahlungsquelle in einer geplanten Expositionssituation betrachtet werden.

23. **Dosisgrenzwert**: der Wert der effektiven Dosis (gegebenenfalls der effektiven Folgedosis) oder der Organ-Äquivalentdosis in einem bestimmten Zeitraum, der für eine Einzelperson nicht überschritten werden darf.

35. **Bestehende Expositionssituation**: Expositionssituation, die bereits besteht, wenn eine Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss, und die Sofortmaßnahmen nicht oder nicht mehr erfordert.

36. **Strahlenexponierte Arbeitskraft**: Selbständige oder Arbeitnehmer, die bei ihrer Arbeit im Rahmen einer unter diese Richtlinie fallenden Tätigkeit einer Exposition ausgesetzt sind und bei denen davon auszugehen ist, dass sie Strahlendosen erhalten können, die einen der für die Exposition der Bevölkerung festgelegten Dosisgrenzwerte übersteigen.

47. **Genehmigung**: die von der zuständigen Behörde auf Antrag in einem Dokument erteilte Erlaubnis zur Durchführung einer Tätigkeit gemäß den in diesem Dokument festgelegten besonderen Bedingungen.

52. **Medizinisch-radiologisches Verfahren**: ein Verfahren, das zu medizinischer Exposition führt.

53. **Einzelpersonen der Bevölkerung**: Einzelpersonen, die möglicherweise der Exposition der Bevölkerung ausgesetzt sind.

54. **Natürliche Strahlungsquelle**: Quelle ionisierender Strahlung natürlichen terrestrischen oder kosmischen Ursprungs.

55. **Exposition zwecks nicht-medizinischer Bildgebung**: absichtliche Exposition von Personen zu Bildgebungszwecken, wobei die Hauptabsicht der Exposition nicht darin besteht, einen gesundheitlichen Nutzen für die strahlenexponierte Person zu bewirken.

56. **Normale Exposition**: erwartete Exposition unter normalen Betriebsbedingungen einer Anlage oder Tätigkeit (einschließlich Instandhaltung, Inspektion, Stilllegung), einschließlich geringfügiger Vorkommnisse, die unter Kontrolle gehalten werden können, d. h. während des normalen Betriebs und bei vorsorglich berücksichtigten betrieblichen Vorkommnissen.

57. **Anmeldung**: Einreichung von Angaben bei der zuständigen Behörde, mit denen die Absicht mitgeteilt wird, eine von dieser Richtlinie erfasste Tätigkeit durchzuführen.

58. **Berufliche Exposition**: Exposition von Arbeitskräften, Auszubildenden und Studierenden während ihrer Arbeit.

62. **Geplante Expositionssituation**: Expositionssituation, die durch den geplanten Betrieb einer Strahlungsquelle oder durch menschliche Betätigungen, die Expositionspfade verändern, entsteht, so dass eine Exposition oder potenzielle Exposition von Mensch oder Umwelt verursacht wird. Geplante Expositionssituationen können sowohl normale als auch potenzielle Expositionen umfassen.

63. **Potenzielle Exposition**: Exposition, die nicht mit Sicherheit zu erwarten ist, die jedoch durch ein Ereignis oder eine Folge von Ereignissen probabilistischer Natur hervorgerufen werden kann, wozu auch das Versagen technischer Ausrüstung sowie Bedienungsfehler gehören.

65. **Tätigkeit**: eine menschliche Betätigung, die die Exposition von Personen gegenüber Strahlung aus einer Strahlungsquelle erhöhen kann und als geplante Expositionssituation behandelt wird.

69. **Exposition der Bevölkerung**: Exposition von Einzelpersonen, mit Ausnahme beruflicher oder medizinischer Expositionen.

75. **Strahlungsquelle**: ein Objekt, das – etwa durch Aussenden ionisierender Strahlung oder Freisetzung radioaktiver Stoffe – eine Exposition verursachen kann.

76. **Radioaktives Material**: Material, das radioaktive Stoffe enthält.

77. **Radioaktive Strahlenquelle**: eine Strahlungsquelle, die radioaktives Material zum Zweck der Nutzung der Radioaktivität enthält.

78. **Radioaktiver Stoff**: jeder Stoff, der ein oder mehrere Radionuklide enthält, deren Aktivität oder Aktivitätskonzentration unter Strahlenschutzgesichtspunkten nicht außer Acht gelassen werden kann.

84. **Referenzwert**: in einer Notfall-Expositionssituation oder bestehenden Expositionssituation der Wert der effektiven Dosis – oder Organ-Äquivalentdosis – oder der Aktivitätskonzentrationswert, oberhalb dessen Expositionen als unangemessen betrachtet werden, auch wenn es sich nicht um einen Grenzwert handelt, der nicht überschritten werden darf.

86. **Anzeige**: die von der zuständigen Behörde in Form eines Bescheids erteilte oder nach nationalem Recht im Wege eines vereinfachten Verfahrens gegebene Erlaubnis zur Durchführung einer Tätigkeit im Einklang mit den nationalen Rechtsvorschriften oder nach den Vorgaben einer zuständigen Behörde für diese Tätigkeitsart oder -kategorie.

87. **Regulatorische Kontrolle**: jede Form der Kontrolle oder Regulierung menschlicher Betätigungen zur Durchsetzung der Strahlenschutzvorschriften.

88. **Sanierungsmaßnahmen**: Beseitigung einer Strahlungsquelle oder Verringerung ihrer Stärke (Aktivität oder Menge) oder Unterbrechung von Expositionspfaden oder Verringerung ihrer Folgen zum Zweck der Vermeidung oder Verringerung der Dosen, die ansonsten in einer bestehenden Expositionssituation erhalten werden könnten.

89. **Repräsentative Person**: Einzelperson, die eine Dosis erhält, die für eine höher exponierte Person einer Bevölkerungsgruppe repräsentativ ist, mit Ausnahme von Personen mit extremen oder außergewöhnlichen Lebensgewohnheiten.

96. **Standardwerte und -beziehungen**: die in den Kapiteln 4 und 5 der ICRP-Veröffentlichung 116 für die Abschätzung der Dosen aufgrund externer Exposition und in Kapitel 1 der ICRP-Veröffentlichung 119 für die Schätzung der Dosen aufgrund interner Exposition empfohlenen Werte und Beziehungen einschließlich der von den Mitgliedstaaten gebilligten Aktualisierungen. Die Mitgliedstaaten können die Verwendung spezifischer Methoden in

speziellen Fällen hinsichtlich der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Radionuklids oder anderer Merkmale der Expositionssituation oder der exponierten Person billigen.

Aus ICRP 103:

Arbeiten (practices, activities)

Im deutschen Sprachraum wird bisher zwischen Arbeiten und Tätigkeiten unterschieden. Die Begriffe Arbeiten und Tätigkeiten wurden eingeführt, um in der Gesetzgebung zwischen Handlungen zu differenzieren, bei denen die ionisierende Strahlung zum Erreichen des Arbeitsziels eingesetzt wird bzw. eine unvermeidbare Begleiterscheinung ist. Eine genaue Definition der Begriffe Arbeiten, Tätigkeiten und Umgang ist in den jeweiligen nationalen Gesetzgebungen zu finden.

Ausschluss (exclusion)

Bewusster Ausschluss einer bestimmten Expositionsart vom Anwendungsbereich einer gesetzlichen Regelung

Beschäftigte/r (worker)

Jede Person, die Vollzeit, Teilzeit oder vorübergehend durch einen Arbeitgeber oder selbstständig beschäftigt ist und anerkannte Rechte und Pflichten in Bezug auf den beruflichen Strahlenschutz hat

Dosis:

effektive Dosis E (effective dose)

Summe der gewichteten Organdosen für alle angegebenen Gewebe und Organe des Körpers, gegeben durch den Ausdruck

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_{T,R}\, D_{T,R} \; oder \; E = \sum_T w_T\, H_T \,,$$

wobei H_T bzw. $w_R \times D_{T,R}$ die Organdosis in dem Gewebe oder Organ T und w_T der Gewebewichtungsfaktor ist. Die Einheit der effektiven Dosis ist wie die der Energiedosis das J kg^{-1}, und ihr besonderer Name ist Sievert (Sv).

Dosis:

effektive Folgedosis E(τ) (committed effective dose)

Summe der Produkte aus den Organ-Folgedosen und den zugehörigen Gewebe-Wichtungsfaktoren (w_T), wobei τ die Integrationszeit in Jahren nach der Aktivitätszufuhr ist. Der Folgezeitraum beträgt 50 Jahre für Erwachsene und erstreckt sich bis zum Alter von 70 Jahren für Kinder.

Dosisrichtwert (dose constraint)

Prospektive und quellenbezogene Beschränkung der individuellen Dosis aus einer Quelle. Der Dosisrichtwert stellt ein grundlegendes Niveau des Schutzes für die quellenbezogene Exposition einer Person dar und dient als Obergrenze des Dosiswertes bei der Optimierung des Schutzes gegenüber dieser Quelle. Für berufliche Strahlenexpositionen ist der Dosisrichtwert die individuelle Dosis, die verwendet wird, um den Bereich der Möglichkeiten zu beschränken, die im Optimierungsverfahren betrachtet werden. Für Expositionen der Bevölkerung ist der Dosisrichtwert eine Obergrenze für die jährliche Dosis, die Personen der Bevölkerung durch den geplanten Betrieb einer überwachten Quelle erhalten könnten.

Expositionen, potenzielle (potential exposure)

Expositionen, die nicht mit Sicherheit zu erwarten sind, die jedoch durch einen Unfall bei einer Quelle oder durch ein Ereignis oder eine Folge von Ereignissen probabilistischer Natur hervorgerufen werden können, wozu auch das Versagen technischer Einrichtungen sowie Bedienungsfehler gehören.

Expositionskategorien (categories of exposure)

Die ICRP unterscheidet drei Kategorien von Strahlenexpositionen: berufliche Expositionen, Expositionen der Bevölkerung und medizinische Expositionen.

Expositionssituation:

bestehende Expositionssituation (existing exposure situation)

Situation, die bereits besteht, wenn eine Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss. Eingeschlossen sind z. B. auch Situationen, die natürliche Strahlung und Rückstände früherer Tätigkeiten betreffen.

Expositionssituationen:

geplante Expositionssituationen (planned exposure situations)

Situationen, die den geplanten Betrieb von Quellen einschließlich der Stilllegung, der Beseitigung von radioaktivem Abfall und der Sanierung zuvor belasteter Gebiete mit sich bringen. Laufende Tätigkeiten sind geplante Expositionssituationen.

Expositionssituation:

Notfall-Expositionssituation (emergency exposure situation)

Mit Strahlenexposition verbundener Notfall, der während Tätigkeiten oder Arbeiten auftreten oder sich daraus entwickeln kann und Sofortmaßnahmen erfordert.

Folgedosis Ec (dose commitment)

Das unbegrenzte Zeitintegral der Körperdosisleistung einer Person aufgrund eines angegebenen Ereignisses, das Ableitungen verursacht, z. B. während eines Jahres einer geplanten Tätigkeit. Für den Fall unbegrenzter, zeitlich gleich bleibender Ableitungen wird die höchste jährliche Körperdosis ($\dot{E}$) für die angegebene Bevölkerungsgruppe in der Zukunft den gleichen Zahlenwert haben wie die Folgedosis durch die Tätigkeit innerhalb eines Jahres unabhängig von Veränderungen im Umfang der Bevölkerungsgruppe. Wird die Ableitungen verursachende Tätigkeit nur über eine bestimmte Zeit τ fortgesetzt, dann ist die maximale zukünftige Körperdosis einer Person die gleiche wie die entsprechende zeitlich begrenzte Folgedosis, die wie folgt definiert wird:

$$E_c(\tau) = \int_0^{\tau} \dot{E}(t)dt\,.$$

Grundsätze des Schutzes (principles of protection)

Eine Reihe von Grundsätzen, die gleichermaßen für alle kontrollierbaren Expositionssituationen gelten: der Grundsatz der Rechtfertigung einer Exposition, der Grundsatz der Optimierung des Schutzes und der Grundsatz der Anwendung von Grenzwerten für maximale Dosen bei geplanten Situationen.

NORM (naturally occurring radioactive material)

Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe, die keine erheblichen Mengen von anderen Radionukliden enthalten. Stoffe, in denen die Aktivitätskonzentrationen der natürlich vorkommenden Radionuklide durch bestimmte Prozesse verändert wurden, sind in NORM inbegriffen.

Optimierung des Schutzes (und der Sicherheit) (optimisation of protection (and safety))

Vorgehen zum Erreichen eines Schutz- und Sicherheitsgrads, bei dem tatsächliche Expositionen und die Wahrscheinlichkeit und Höhe potenzieller Expositionen so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar werden. Dabei sollen wirtschaftliche und gesellschaftliche Faktoren berücksichtigt werden.

Person:

strahlenexponierte Personen (exposed individuals)

Die Kommission unterscheidet drei Gruppen strahlenexponierter Personen entsprechend der Expositionskategorie: (1) Beschäftigte (über ihre Exposition unterrichtete Personen; siehe berufliche Strahlenexposition), (2) die Bevölkerung (siehe Strahlenexposition der Bevölkerung), (3) Patienten, einschließlich ihrer Begleit- und Betreuungspersonen sowie Probanden (siehe medizinische Strahlenexposition).

Person:

repräsentative Person (representative person)

Person, die eine Dosis erhält, die für eine höher exponierte Person einer Bevölkerungsgruppe repräsentativ ist (siehe Veröffentlichung 101, ICRP 2006). Dieser Terminus entspricht dem in früheren Empfehlungen der Kommission beschriebenen Terminus „typische Person einer kritischen Gruppe“ und ersetzt diesen.

Quelle (source)

Objekt, von dem Strahlung ausgeht und für das Strahlenschutz als integrales Ganzes optimiert werden kann, wie z. B. Röntgeneinrichtungen, Strahlengeneratoren, offene und umschlossene radioaktive Stoffe. Allgemein: die Ursache für die Exposition durch ionisierende Strahlung.

Rechtfertigung (justification)

Entscheidungsprozess, ob entweder (1) eine geplante menschliche Tätigkeit, die mit Strahlung verbunden ist, insgesamt von Nutzen ist, d. h. ob der Nutzen der Einführung oder Fortführung der Tätigkeit für den Einzelnen und für die Gesellschaft gegenüber dem daraus resultierenden Schaden insgesamt (einschließlich des strahlenbedingten Gesundheitsschadens (Detriments)) überwiegt oder (2) eine vorgesehene Maßnahme in einem Notfall oder in einer bestehenden Expositionssituation wahrscheinlich insgesamt von Nutzen ist, d. h. ob der durch Einführung oder Fortführung der Maßnahme bedingte Nutzen (einschließlich der Verringerung des Schadensmaßes (Detriments)) für den Einzelnen und für die Gesellschaft die Kosten der Maßnahme und alle durch sie verursachten Schäden überwiegt.

Referenzmensch:

männlicher und weiblicher Referenzmensch (reference male and reference female)

Idealisierter Mann bzw. idealisierte Frau mit charakteristischen Merkmalen, die von der Kommission für den Zweck des Strahlenschutzes definiert wurden, d. h. mit den anatomischen und physiologischen Eigenschaften, die in dem Bericht der Kommission über den Referenzmenschen (Veröffentlichung 89, ICRP 2002) definiert sind.

Referenzperson (reference person)

Idealisierte Person, für die die Organdosen errechnet werden, indem die entsprechenden Dosiswerte des männlichen und weiblichen Referenzmenschen gemittelt werden. Die Organdosen der Referenzperson werden mit den entsprechenden Gewebe-Wichtungsfaktoren multipliziert, um die effektive Dosis zu berechnen.

Referenzwert (reference level)

Gibt bei Notfallexpositionen oder bestehenden kontrollierbaren Expositionssituationen den Dosis- oder Risikowert an, bei dessen Überschreitung Expositionen als unangemessen betrachtet werden und bei dessen Unterschreitung eine Optimierung des Schutzes durchgeführt werden soll. Der genaue Zahlenwert, der als Referenzwert gewählt wird, hängt von den jeweiligen Umständen der betrachteten Exposition ab. Man spricht dann ggf. auch von Richtwert oder Maßnahmenwert.

Risikorichtwert (risk constraint)

Prospektive und quellenbezogene Beschränkung des individuellen Strahlenrisikos (im Sinne der Wahrscheinlichkeit eines gesundheitlichen Risikos (Detriments) infolge einer potenziellen Exposition). Der Risiko-Richtwert definiert einen grundlegenden Schutzgrad für diejenigen Personen, die dem Risiko durch eine Quelle am meisten ausgesetzt sind. Er bestimmt die Obergrenze für das individuelle Risiko bei der Optimierung des Strahlenschutzes. Das Risiko ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeit eines unbeabsichtigten Ereignisses, das eine Dosis verursacht, und aus der Wahrscheinlichkeit eines gesundheitlichen Risikos (Detriments) durch diese Dosis. Risiko-Richtwerte entsprechen Dosis-Richtwerten, beziehen sich aber auf potenzielle Expositionen.

Stoffe:

radioaktive Stoffe (radioactive material)

Stoffe, die nach nationalem Recht aufgrund ihrer Radioaktivität der Aufsicht durch die zuständige Behörde unterliegen. Dabei wird häufig sowohl die Aktivität als auch die Aktivitätskonzentration berücksichtigt.

Strahlenexposition:

berufliche Strahlenexposition (occupational exposure)

Alle Expositionen von Beschäftigten während ihrer Arbeit. Darin nicht enthalten sind (1) Expositionen, die von der regulatorischen Kontrolle ausgeschlossen wurden und Expositionen durch Tätigkeiten und Quellen, die von der Überwachung befreit sind, (2) medizinische Expositionen und (3) Expositionen durch die normale natürliche Hintergrundstrahlung.

Strahlenexposition:

medizinische Strahlenexposition (medical exposure)

Expositionen, die Patienten als Teil ihrer eigenen medizinischen oder zahnmedizinischen Diagnose oder Behandlung erhalten und Expositionen, die Personen, die nicht beruflich exponiert sind, wissentlich erhalten, während sie freiwillig bei der Betreuung und Begleitung von Patienten helfen, sowie Expositionen, die Probanden im Rahmen eines biomedizinischen Forschungsprogramms erhalten.

Strahlenexposition der Bevölkerung (public exposure)

Exposition von Personen der Bevölkerung durch Strahlenquellen, mit Ausnahme beruflicher oder medizinischer Expositionen sowie der Exposition durch die normale natürliche Hintergrundstrahlung.

Tätigkeit (practice, activity)

Handlungen, bei denen ionisierende Strahlung zum Erreichen des Tätigkeitsziels eingesetzt wird. Vgl. →Arbeiten →Umgang

Umgang (practice, activity)

Unter Umgang mit radioaktiven Stoffen versteht man Gewinnung, Erzeugung, Lagerung, Bearbeitung, Verarbeitung, sonstige Verwendung und Beseitigung von radioaktiven Stoffen, soweit es sich nicht um Arbeiten handelt, sowie den Betrieb von Bestrahlungsvorrichtungen. Vgl. →Arbeiten →Tätigkeit

Aus der StrlSchV vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert[22]:

§ 3 Begriffsbestimmungen

(1) Für die Systematik und Anwendung dieser Verordnung wird zwischen **Tätigkeiten** und **Arbeiten** unterschieden.

1. Tätigkeiten sind:

a) der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von ionisierenden Strahlen,

b) der Zusatz von radioaktiven Stoffen bei der Herstellung bestimmter Produkte oder die Aktivierung dieser Produkte,

c) sonstige Handlungen, die die Strahlenexposition oder Kontamination erhöhen können,

   aa) weil sie mit künstlich erzeugten radioaktiven Stoffen erfolgen oder

   bb) weil sie mit natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen erfolgen, und diese Handlungen aufgrund der Radioaktivität dieser Stoffe oder zur Nutzung dieser Stoffe als Kernbrennstoff oder zur Erzeugung von Kernbrennstoff durchgeführt werden,

2. Arbeiten sind:

Handlungen, die, ohne Tätigkeit zu sein, bei natürlich vorkommender Radioaktivität die Strahlenexposition oder Kontamination erhöhen können

a) im Zusammenhang mit der Aufsuchung, Gewinnung, Erzeugung, Lagerung, Bearbeitung, Verarbeitung und sonstigen Verwendung von Materialien,

b) soweit sie mit Materialien erfolgen, die bei betrieblichen Abläufen anfallen, soweit diese Handlungen nicht bereits unter Buchstabe a fallen,

c) im Zusammenhang mit der Verwertung oder Beseitigung von Materialien, die durch Handlungen nach Buchstabe a oder b anfallen,

d) durch dabei einwirkende natürliche terrestrische Strahlungsquellen, insbesondere von Radon-222 und Radonzerfallsprodukten, soweit diese Handlungen nicht bereits unter Buchstaben a bis c fallen und nicht zu einem unter Buchstabe a genannten Zweck erfolgen, oder

e) im Zusammenhang mit der Berufsausübung des fliegenden Personals in Flugzeugen.

[22] Siehe auch §2 RöV in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604), die durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. Oktober 2011 (BGBl. I S. 2000) geändert worden ist"; Stand: Neugefasst durch Bek. v. 30. 4.2003 I 604; geändert durch Artikel 2 V v. 4.10.2011 I 2000.

Nicht als Arbeiten im Sinne dieser Verordnung gelten die landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder bautechnische Bearbeitung der Erdoberfläche, soweit diese Handlungen nicht zum Zwecke der Entfernung von Verunreinigungen nach § 101 erfolgen.

§ 3 Absatz 2 Begriffsbestimmungen

20. Materialien

Stoffe, die natürlich vorkommende Radionuklide enthalten oder mit solchen Stoffen kontaminiert sind. Dabei bleiben für diese Begriffsbestimmungen natürliche und künstliche Radionuklide, die Gegenstand von Tätigkeiten sind oder waren oder aus Ereignissen nach § 51 Absatz 1 Satz 1 stammen, unberücksichtigt. Ebenso bleiben Kontaminationen in der Umwelt aufgrund von Kernwaffenversuchen und kerntechnischen Unfällen außerhalb des Geltungsbereichs dieser Verordnung unberücksichtigt.

23. Person, beruflich strahlenexponierte:

Beruflich strahlenexponierte Person im Sinne dieser Verordnung ist

a) im Bereich der Tätigkeiten diejenige der Kategorie A oder B des § 54, und

b) im Bereich der Arbeiten diejenige, für die die Abschätzung nach § 95 Absatz 1 ergeben hat, dass die effektive Dosis im Kalenderjahr 6 Millisievert überschreiten kann, oder für die die Ermittlung nach § 103 Absatz 1 ergeben hat, dass die effektive Dosis im Kalenderjahr 1 Millisievert überschreiten kann;

25. Referenzperson:

Normperson, von der bei der Ermittlung der Strahlenexposition nach § 47 ausgegangen wird. Die Annahmen zur Ermittlung der Strahlenexposition dieser Normperson (Lebensgewohnheiten und übrige Annahmen für die Dosisberechnung) sind in Anlage VII festgelegt.

31. Strahlenexposition, berufliche:

Die Strahlenexposition einer Person, die

a) zum Ausübenden einer Tätigkeit nach § 2 Absatz 1 Nr. 1 oder einer Arbeit nach § 2 Absatz 1 Nr. 2 in einem Beschäftigungs- oder Ausbildungsverhältnis steht oder diese Tätigkeit oder Arbeit selbst ausübt,

b) eine Aufgabe nach § 19 oder § 20 des Atomgesetzes oder nach § 66 dieser Verordnung wahrnimmt, oder

c) im Rahmen des § 15 oder § 95 dieser Verordnung in fremden Anlagen, Einrichtungen oder Betriebsstätten beschäftigt ist, dort eine Aufgabe nach § 15 selbst wahrnimmt oder nach § 95 eine Arbeit selbst ausübt.

Eine nicht mit der Berufsausübung zusammenhängende Strahlenexposition bleibt dabei unberücksichtigt.

34. Umgang mit radioaktiven Stoffen:

Gewinnung, Erzeugung, Lagerung, Bearbeitung, Verarbeitung, sonstige Verwendung und Beseitigung von radioaktiven Stoffen im Sinne des § 2 des Atomgesetzes, soweit es sich nicht um Arbeiten handelt, sowie der Betrieb von Bestrahlungsvorrichtungen; als Umgang gilt auch die Aufsuchung, Gewinnung und Aufbereitung von radioaktiven Bodenschätzen im Sinne des Bundesberggesetzes.