

Abschlussbericht

Ermittlung und Quantifizierung der durch die Umsetzung der EURATOM-Direktive von Pflichten betroffenen Arbeitsplätze (BfS-Forschungsvorhaben 3616S12340)

Kemski, J.; Kunte, A.

Forschungsnehmer: Dr. Joachim Kemski
Sachverständigenbüro
Euskirchener Straße 54
53121 Bonn
Deutschland

unter Mitarbeit von: Österreichische Fachstelle für Radon
der Österreichischen Agentur für Gesundheit und
Ernährungssicherheit GmbH (AGES)
Wieningerstraße 8
4020 Linz
Österreich

Laufzeit: 1.6.2016 – 28.2.2017

Berichtsdatum: 29.5.2017

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

Zusammenfassung

Seit über 20 Jahren werden verstärkt Untersuchungen von „Radon am Arbeitsplatz“ sowohl in Deutschland als auch in Österreich und dem restlichen Europa vorgenommen. Schwerpunktmäßig wurden in vielen Ländern vor allem Schulen und Kindergärten untersucht. Die gewählten Methoden bzw. eingesetzten Messgeräte waren durchaus sehr heterogen. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Messstrategie (speziell Kurzzeitmessungen, nur vereinzelte Messungen in größeren Gebäuden) nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Ergebnisse wurden in einem umfangreichen Sachstandsbericht zusammengefasst.

Die Erstellung einheitlicher und praktikabler Messprotokolle wäre wünschenswert; erste Ansätze werden zur Zeit vom Ribibui Consortium für große Gebäude erarbeitet. Überlegenswert ist auch, inwieweit die Beurteilung der Radonsituation am Arbeitsplatz zusammen mit anderen Innenraumschadstoffen erfolgen könnte.

Für Planungszwecke (z.B.: Abschätzung eines ggf. notwendigen Messaufwandes) sollte die Anzahl und räumliche Verteilung von Arbeitsplätzen ermittelt werden. Ein diesbezüglicher deutschlandweiter Datensatz existiert nicht.

Als indirekter Ansatz wurde aus diesem Grund versucht, die Zahl und räumliche Verteilung der Arbeitsplätze über die Zahl der Personen („Beschäftigte“ i.w.S.) abzuschätzen, die sich hier zum Zwecke der beruflichen Tätigkeit und/oder Ausbildung aufhält.

Hierfür wurden Daten verschiedener Quellen (z.B.: Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt) erhoben und – soweit möglich – auf Gemeindeebene zusammengeführt.

Für sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte sowie Beamte liegen Daten fast ausnahmslos gemeindebezogen vor. Für einige Selbständige (z.B.: Ärzte, Handwerker) gilt ähnliches. Für große Teile dieser Berufsgruppe liegen jedoch keine vergleichbaren Daten vor.

In der Summe wurden ca. 90 % der Beschäftigten in Deutschland erfasst, der überwiegende Teil davon gemeindebezogen. Unsicherheiten bei der Vergleichbarkeit ergeben sich daraus, dass die Datensätze verschiedene Personenkreise umfassen und/oder sich auf unterschiedliche Stichtage oder Verwaltungseinheiten beziehen.

Abschließend wurde eine Liste von Arbeitsplätzen erstellt, an denen – unabhängig von der aktuellen Strahlenschutzverordnung oder der geplanten Ausweisung von „*Radongebieten*“ – aufgrund spezifischer Arbeitsplatzcharakteristika möglicherweise eine potenziell erhöhte Radonbelastung am Arbeitsplatz auftreten kann. Die Zahl betroffener Personen wird fast ausnahmslos als niedrig eingeschätzt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Sachstandsbericht.....	2
2.1	Methodik	2
2.2	Internationale Umfrage zur Radonbelastung am Arbeitsplatz	3
2.3	Projekte zur Radonexposition an Arbeitsplätzen im In- und Ausland	5
2.3.1	Österreich	5
2.3.2	Deutschland	15
2.3.3	Schweiz.....	27
2.3.4	USA	28
2.3.5	Schweden	29
2.3.6	Norwegen.....	30
2.3.7	Griechenland.....	33
2.3.8	Italien	34
2.3.9	Slowenien	35
2.3.10	Weitere Projekte in Europa und Kanada	36
2.3.11	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	37
2.4	Ansätze zum Schutz der Arbeitskräfte vor Radonexposition am Arbeitsplatz ..	38
2.4.1	Österreich	38
2.4.2	Irland.....	39
2.4.3	Schweiz.....	40
2.4.4	Spanien.....	40
2.4.5	Belgien	41
2.4.6	Tschechische Republik	41
2.4.7	Deutschland	42
2.4.8	Großbritannien	43
2.4.9	Italien	44
2.4.10	Norwegen.....	45
2.4.11	Schweden	46
2.4.12	Finnland	46
2.4.13	Ungarn	46

2.4.14	Kanada	46
2.4.15	Weitere Staaten (Kurzfassungen).....	47
2.5	Länderspezifische Wege zur Festlegung von „Radongebieten“	49
2.6	Weitere relevante Erkenntnisse aus der Umfrage	52
3	Arbeitsplätze in Deutschland	70
3.1	Allgemeines	70
3.2	Personengruppen und Datenquellen	72
3.3	Bezugsgröße der Beschäftigtenzahl.....	75
3.4	Datenzusammenstellung	77
3.5	Verwendete Daten	91
3.6	Unsicherheiten der erfassten Daten	93
3.6.1	Unsicherheiten bei Zählungen.....	93
3.6.2	Unsicherheiten bei Bewertungen.....	94
3.7	Zusammenfassung.....	96
4	Arbeitsplätze mit potenziell erhöhter Radonbelastung	97
4.1	Radonexponierte Arbeitsplätze in Deutschland nach StrlSchV	97
4.2	Potenziell radonexponierte Arbeitsplätze außerhalb StrlSchV	98
4.2.1	Arbeitsplätze in Räumen ohne befestigten Böden	100
4.2.2	Arbeitsplätze in unterirdischen Räumen bzw. in Räumen mit Erdberührung..	100
4.2.3	Arbeitsplätze mit vorgeschriebener Lüftungsanlage	101
4.2.4	Arbeitsplätze in historischen Gebäuden	101
4.2.5	Arbeitsplätze mit Materialien mit erhöhten spezifischen Ra-226-Aktivitäten ..	102
4.2.6	Anlagen der Wassergewinnung und –aufbereitung außerhalb StrlSchV.....	102
5	Verwendete Daten	103
6	Literatur.....	105
7	Ergänzungen zur europaweiten Umfrage	107
7.1	Fragebogen.....	107
7.2	Kontaktdaten der verantwortlichen Stellen für „Radon am Arbeitsplatz“	110
7.3	Antworten auf Frage 2 (“specific” workplaces in other countries).....	113

1 Einleitung

Die Umsetzung der „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“ (EU 2013) in nationales Recht bedingt u.a., dass unter bestimmten Umständen eine Erhebung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen verpflichtend sein wird. Hierbei ist entscheidend, ob sich die Arbeitsplätze in Gebäuden in sogenannten „Radongebieten“ befinden oder ob es sich, unabhängig von der geographischen Lage, um Arbeitsplätze handelt, an denen aufgrund anderer Randbedingungen von einer erhöhten Radonbelastung auszugehen ist.

Diese Vorgabe umfasst alle Arbeitsplätze in Innenräumen, seien sie in Industrie, Gewerbe o.ä. angesiedelt, in öffentlichen Gebäuden i.w.S. (z.B.: Büros, Schulen, Kindergärten) oder anderen Räumlichkeiten (z.B.: Praxen, Privatbüros) gelegen. Bewertungskriterium wird ein national festzulegender Referenzwert sein.

Für Planungszwecke (z.B.: Abschätzung eines ggf. notwendigen Messaufwandes) wäre nicht nur die Kenntnis der reinen Anzahl derartiger Arbeitsplätze hilfreich, sondern auch deren räumliche Verteilung (Bezug beispielsweise auf Verwaltungseinheiten) oder eine Unterscheidung nach Branchen o.ä.. Aus letzterer sind möglicherweise Hinweise abzuleiten, ob bestimmte Arbeitsfelder bei der Betrachtung einer möglichen Radonbelastung am Arbeitsplatz in Gänze als irrelevant eingestuft werden können.

Zur Zeit muss in Deutschland nur für bestimmte Arbeitsfelder die Radonexposition der Beschäftigten ermittelt werden (StrlSchV, 2001: § 95 bzw. Anlage XI). Flächendeckende Informationen zur Gesamtheit von Arbeitsplätzen liegen nicht vor. Ziel dieses Vorhabens ist es, eine entsprechende Datengrundlage zu erarbeiten, die möglichst umfangreich bzw. vollständig sowie belastbar sein soll.

Unabhängig davon werden seit vielen Jahren in zahlreichen Ländern Radonmessungen bzw. die Bewertung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen durchgeführt. Der Zielstellungen sind international unterschiedlich und beinhalten landesweite Untersuchungen ebenso wie lokale bzw. branchenspezifische Fallstudien.

Um zu klären, ob daraus gewonnene Erkenntnisse für die Fragestellung des Forschungsvorhabens genutzt werden können, werden im vorliegenden Sachstandsbericht die Ergebnisse dieser Untersuchungen inklusive Literatur und Fundstellen zusammengetragen und erläutert.

2 Sachstandsbericht

2.1 Methodik

In einem ersten Schritt erfolgte ein Brainstorming zu der vorliegenden Aufgabenstellung. Sämtliche Mitarbeiter der Österreichischen Fachstelle für Radon stellten außerdem die ihnen zur Verfügung stehenden Tagungsbände relevanter Tagungen aus den letzten Jahrzehnten bereit. Alle digital verfügbaren Vortragsfolien, welche im Laufe der Jahre in einem speziellen Verzeichnis bereits archiviert wurden, wurden ebenfalls auf ihre Relevanz bzw. Verwertbarkeit hin gesichtet. Ergänzt wurden die so zusammengetragenen Unterlagen, Vortragsfolien und Veröffentlichungen zum Thema „Radon am Arbeitsplatz“ noch durch thematisch verwandte Fachliteratur.

Da der so zusammengetragene Kenntnisstand nicht umfassend erschien, wurde dieser durch eine Umfrage unter den in Europa führenden Radonexperten bzw. Vertretern der zuständigen Aufsichtsbehörden (ergänzt durch zwei Kontakte aus Kanada und den USA) durchgeführt.

2.2 Internationale Umfrage zur Radonbelastung am Arbeitsplatz

Radonmessungen bzw. die Bewertung der Radonbelastung an Arbeitsplätzen werden seit vielen Jahren auch in zahlreichen anderen Ländern durchgeführt. Die Zielstellungen sind sehr unterschiedlich und beinhalten landesweite Untersuchungen ebenso wie kleine lokale bzw. branchenspezifische Fallstudien.

Der explizit für die Thematik entwickelte und an die Aufgabenstellung angepasste Fragebogen befindet sich in Kapitel 7.1. Er wurde per Mail an insgesamt 39 Vertreter bzw. zuständige Stellen der für die Erhebung interessanten Länder versandt. In Kapitel 7.2 sind die kontaktierten Stellen inklusive der Kontaktdaten der eruierten Ansprechpartner zusammengefasst.

Kontaktiert wurden Radonexperten bzw. Vertreter verantwortlicher Institutionen bzw. Behörden aller europäischen Staaten mit Ausnahme von folgenden Staaten (jeweils in Klammer unter Angabe des Grundes):

- Island und Dänemark (keine Kontaktdaten einer zuständigen Stelle bekannt)
- Österreich und Deutschland (Kenntnisstand liegt vor)
- Andorra, Kosovo, Liechtenstein, Monaco, San Marino, Vatikan (die „Europäischen Kleinststaaten“)

Daraus ergab sich eine Gesamtzahl von insgesamt **37 kontaktierten europäischen Staaten**. Hinzu kamen noch zusätzlich die Staaten **USA** und **Kanada**, da deren sehr profunder Erfahrungsschatz auf dem untersuchten Gebiet bei der durchgeführten Erhebung nicht außer Acht gelassen werden sollte. Aus Belgien, Bulgarien, Estland, Finnland, Griechenland, Irland, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Mazedonien, Moldawien, Niederlande, Norwegen, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Spanien, Tschechien, Ukraine, Ungarn, Weißrussland, Zypern sowie aus Kanada erfolgte eine Rückmeldung (Abb. 1). Alle ausgefüllten Fragebögen konnten ausgewertet werden. Die Angaben dieser Länder flossen somit in die Auswertung ein.

Die Ergebnisse der umfangreichen Rechercharbeiten sowie die gewonnen Erkenntnisse aus der durchgeführten Umfrage werden in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

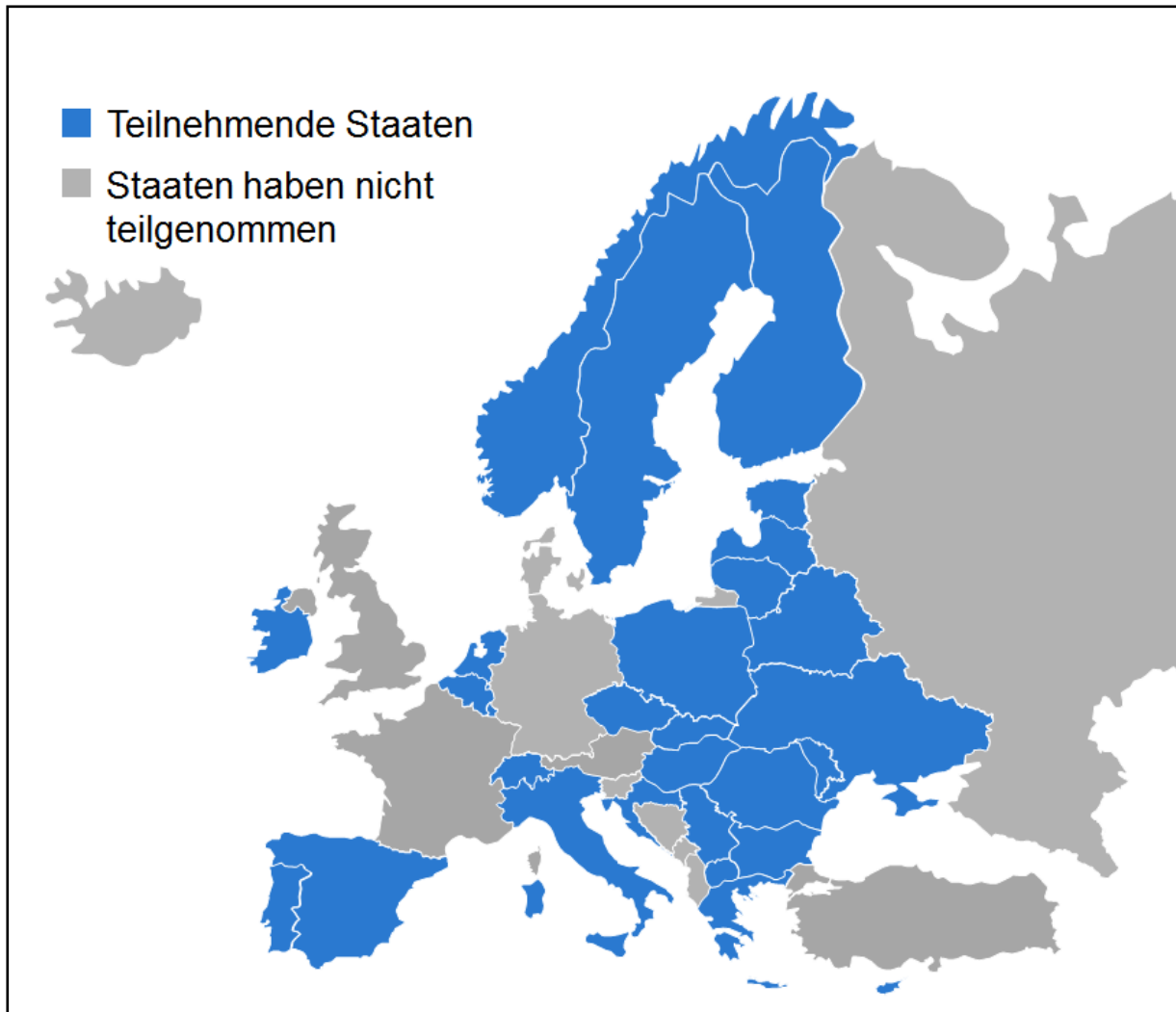


Abb. 1: Karte der europäischen Länder, die Rückmeldung auf Befragung gaben
(zzgl. Kanada)

2.3 Projekte zur Radonexposition an Arbeitsplätzen im In- und Ausland

Messkampagnen unterscheiden sich beispielsweise bezüglich der Messdauer (Kurzzeit-/ Langzeitmessung), des Messverfahrens (integrierend/zeitauflösend), einer Unterscheidung zwischen Arbeitszeit und Nicht-Arbeitszeit oder einer Klassifizierung von Arbeitsplätzen (Branchen, Arbeitgeber) und Räumlichkeiten (Etage, Nutzungsdauer, betroffener Personenkreis).

2.3.1 Österreich

Projekttitel:

Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder (ARC Seibersdorf, 2001)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Österr. Forschungszentrum Seibersdorf
- Amt der oberösterreichischen Landesregierung
- Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,
- Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung und –forschung
- Bundesamt für Agrarbiologie
- Universität Wien, Inst. für Isotopenforschung und Kernphysik
- AGES GmbH, Ansprechpartner: Dr. Wolfgang Ringer

Projektzeitraum

1999 - 2001

Branche

Öffentliche Gebäude / Kindergärten

Untersucht wurden

633 Kindergärten in Oberösterreich

Messverfahren und Messdauer:

Mehrstufiges Verfahren, Stufe 1: in allen teilnehmenden Kindergärten: 3 Tage Test mittels LSC (Liquid-Scintillation-Counter); Stufe 2:

- a)** bei $> 1000 \text{ Bq/m}^3$: Langzeitmessungen mittels Alphaguard; In 50 Kindergärten wurde mit Alphaguards gemessen und die Mittelwerte während der Nutzungszeiten (Werktags-Radonmessungen) mit den absoluten Mittelwerten (24/7) verglichen und in Relation gesetzt: Durchschnittliche Verhältnis 0,9 (entspricht 1,1 (24/7) : 1 (nur Nutzungszeiten)) bei einer Varianz von 0,27 – 2,03.
- b)** bei $600 - 1000 \text{ Bq/m}^3$: Verifikation mittels LSC danach Langzeitmessung (6 Monate) mittels Elektret

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Jeweils ein Gruppenraum pro Kindergarten

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Guter Ansatz der Gesamtbetrachtung verschiedener Innenraumschadstoffe in einem Projekt.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Ein Messstandort pro Gebäude und Kurzzeitmessungen wären heutzutage definitiv nicht mehr dem Stand der Wissenschaft entsprechend.

Projekttitle:

Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder und Jugend(Nadschläger et al., 2003)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- | | |
|--|---|
| - AGES GmbH, Ansprechpartner: Dr. Wolfgang Ringer | - Oberösterreichischer Energiesparverband |
| - Amt der oberösterreichischen Landesregierung | - Low-Level Counting Labor Arsenal, Wien |
| - Agrarbiologie Linz | - ARC Seibersdorf research GmbH |
| - Donauuniversität Krems, Zentrum für Bauen und Umwelt | - Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung |
| - Innenraum Mess- und Beratungsservice, Wien | - Universität Wien, Institut für Umwelthygiene |

Projektzeitraum

2001 - 2003

Branche

Öffentliche Gebäude / Schulen (Pflichtschulen, Berufsschulen und landwirtschaftliche Fachschulen)

Untersucht wurden

392 Schulen, 80 Kindertagesstätten

Messverfahren und Messdauer:

Messzeitraum: 3 – 5 Monate; In 44 Schulen wurde mit EIC TC (zeitsteuerbaren Elektreten) gemessen und die Mittelwerte während der Nutzungszeiten mit den absoluten Mittelwerten (24/7) verglichen und in Relation gesetzt. Durchschnittliche Verhältnis 1,2 (entspricht 1 (24/7): 1,2 (nur Nutzungszeiten) bei einer Varianz von 0,20 – 3,72. Neben Radon wurden auch folgende Innenraumschadstoffe in den Schulen untersucht: Formaldehyd, Polychlorierte Biphenyle, Kohlendioxid, Flüchtige organische Verbindungen (VOC), Pentachlorphenol Ebenso untersucht wurden weitere Parameter, von denen ein Einfluss auf das Wohlbefinden bzw. die Konzentrations-fähigkeit der Schüler vermutet wurde: Schimmel, Geruchsbelästigungen, Zugluft, Luftwechsel, Akustik.

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Nur jeweils 1 Aufenthaltsraum im EG pro Schule

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Im Rahmen dieses Projekts wurde der Lüftungssituation in Unterrichtsräumen besondere Beachtung geschenkt. Die CO₂-Konzentration in Innenräumen ist eine Maßzahl für die Qualität der Raumluft in Bezug für menschliche Ausdünstungen, die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit beeinträchtigen können. Auf Basis der Untersuchungen in diesem Projekt wurde ein Modell entwickelt, dass die Planung einer CO₂-optimierten Nutzung von Unterrichtsräumen bei vorgegebenen Rahmenbedingungen (Raumgröße, Schüleranzahl etc.) ermöglicht. Durch Lösung des CO₂ Problems in Klassenräumen (Kriterium ist die Belegungszahl der Räume) lässt sich auch die Radonsituation entscheidend verbessern.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Ein Messstandort pro Schule ist sicherlich zu wenig. Positiv war bei dem Projekt sicherlich die Verknüpfung mit anderen Innenraumschadstoff Themen sowie die erstmalige Ermittlung vom Verhältnis der durchschnittl. Rn-Konz. (gesamt) zu jener während der Nutzungszeiten.

Projekttitel:

Radon in Oberösterreich - Untersuchungen in oö. Amtsgebäuden(Land Oberösterreich, 2009)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- AGES GmbH, Ansprechpartner: Dr. Wolfgang Ringer
- Land Oberösterreich, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltschutz, Strahlenschutz

Projektzeitraum

2001 - 2003

Branche

Öffentliche Gebäude / Amtsgebäude

Untersucht wurden

425 Amtsgebäude (Gemeindeämter, Bezirkshauptmannschaften)

Messverfahren und Messdauer:

1692 Langzeitmessungen mittels KSV

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

3 – 5 Büroräume pro Gebäude

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

0, 4% > 1000 Bq/m³; 2,6% 601 – 1000 Bq/m³; 3,9 % 401 – 600 Bq/m³; 93,1% < 400 Bq/m³

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Beeindruckend an dem Projekt war vor allem die hohe Teilnehmerrate von 93 %. Hier kann man sich sicherlich hinsichtlich der Kommunikation mit den betroffenen Stellen bei denen Radonmessungen durchgeführt werden sollen und wo man aktuell noch auf deren freiwillige Unterstützung bzw. Mitarbeit angewiesen ist, ein Beispiel nehmen.

Projekttitel:

Strahlenexposition von Beschäftigten in Oberösterreichischen Wasserwerken (Ringer, Endbericht zur Pilotstudie "Strahlenexposition von Beschäftigten in oberösterreichischen Wasserwerken", 2006)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Land Oberösterreich: Umwelt- und Anlagentechnik (Umwelttechnik), Wasserwirtschaft
- (wasserwirtschaftliches Planungsorgan, Grund- und Trinkwasserwirtschaft),
- Landessanitätsdirektion (Begutachtungen, Infektionskrankheiten und Umweltmedizin
- [BIU], Lebensmittelaufsicht)
- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit AGES (CC Radioökologie und Radon, CC Strahlenschutz und Radiochemie)
- Bundesministerium für Gesundheit und Frauen - BMGF
- Universität für Bodenkultur Wien - BOKU, LLC-Labor Arsenal
- Technische Universität Wien, Atominstitut
- FH Campus Wels
- Allgemeine Unfallversicherungsanstalt AUVA

Projektzeitraum

2004 - 2006

Branche

Wasserversorgungsunternehmen

Untersucht wurden

- 45 ausgewählte Wasserwerke in Oberösterreich

Messverfahren und Messdauer:

Radonkonzentration in verschiedenen Gebäuden (Aufbereitungsgebäude, Hochbehälter), die Radonexposition der Beschäftigten, die Ortsdosisleistung bei Raumluftentfeuchter sowie der Radioaktivitätsgehalt der Filterschlämme

- passive Radonmessungen mittels KSV Detektoren (Messzeitraum mind. 2 Wochen)
- ODL Messungen
- gammaspektrometrische Analysen von Filterschlämmen
- Radonmessung im Wasser
- Radonmessgerät EQF 3120 zur Messung von Radon und den freien und angelagerten Radonfolgeprodukten (Im Mittel liegen die gemessenen Gleichgewichtsfaktoren bei 0,52 (0,26 - 0,59))

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Räumen mit Aufenthalt länger als eine Stunde pro Woche (Werkstatt, Büro, Schalraum etc.) und in den Quell- und Sammelschächten (falls die Gesamtaufenthaltszeit in den Quellschächten mehr als eine halbe Stunde pro Woche beträgt) die Radonkonzentration über einen Zeitraum von mindestens zwei Wochen bestimmt (Teilerhebung).

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse wird ein stufenweises Vorgehen für die Ermittlung der Radonexposition empfohlen. In einem ersten Schritt wird in der Hälfte der Trinkwasserbehälter (jene mit der größten Wasseroberfläche bzw. mit dem größten Wasserdurchsatz), in allen offenen Aufbereitungen bzw. geschlossenen Aufbereitungen mit Entlüftung ins Gebäude, in Räumen mit Aufenthalt länger als eine Stunde pro Woche (Werkstatt, Büro, Schalraum etc.)

und in den Quell- und Sammelschächten (falls die Gesamtaufenthaltszeit in den Quellschächten mehr als eine halbe Stunde pro Woche beträgt) die Radonkonzentration über einen Zeitraum von mindestens zwei Wochen bestimmt (Teilerhebung). Werden in den Quell- und Sammelschächten keine Radonmessungen durchgeführt, so sind sie trotzdem in der Expositionsabschätzung zu berücksichtigen. Als Radonkonzentration wird dann die mittlere Radonkonzentration in den Trinkwasserbehältern verwendet. Ergibt die Expositionsabschätzung einen Wert größer 1 MBq h/m^3 , so ist zur genauen Ermittlung der Exposition zusätzlich die Radonkonzentration in allen anderen Trinkwasserbehältern und - falls bei der Teilerhebung noch nicht durchgeführt - in den Quell- und Sammelschächten zu bestimmen (Vollerhebung). Außerdem sind die Angaben über die Aufenthaltszeiten zu überprüfen, da die Schätzungen oft in Richtung höherer Aufenthaltszeiten (gleichbedeutend mit viel Arbeit) gehen. Weitere wesentliche Ergebnisse der Studie sind:

- Messungen der Ortsdosisleistung bei Raumluftentfeuchtern ergaben keine Anhaltspunkte für eine erhöhte Exposition der Beschäftigten durch externe ionisierende Strahlung.
- Der Gleichgewichtsfaktor lag im Mittel bei 0,5 und ist somit etwas höher als in Wohnräumen. Thoron (Rn-220) konnte in keinem Fall in der Raumluft nachgewiesen werden.
- Messungen der ungefilterten Eindampfdruckstände von Rückspülwässern ergaben Maximalwerte für die Radionuklide der drei natürlichen Zerfallsreihen von der Zehnfachenmittleren Konzentration im Boden. Aufgrund der unterschiedlichen Löslichkeit der Isotope sind die Zerfallsreihen nicht im Gleichgewicht. Die Entsorgung der Rückspülwässer erfolgt in der Regel über die Kanalisation.
- Es besteht keine Korrelation zwischen der Radonkonzentration des Rohwassers und jener der Raumluft, da viele Faktoren die Radonkonzentration in der Luft bestimmen. Solche Einflussfaktoren sind der Aufbau der Anlagen (Kontakt des Wassers mit der Raumluft (z.B. Zerstäuber, Kaskaden), Luftströmungsverhältnisse im Gebäude, Lüftungsverhältnisse (Zwangsbelüftung etc.)), verschiedene Betriebszustände wie Filterrückspülung, Behälterreinigung, Befüllen/Entleeren der Behälter usw. sowie meteorologische Parameter wie die Außentemperatur und Luftdruckänderungen. Eine Prognose der Radonexposition aufgrund der Geologie oder aufgrund von Messwerten aus anderen Wasserwerken ist im Einzelfall nicht möglich. Es wird daher empfohlen, in allen Wasserwerken mit Aufenthaltszeiten von über 20 Stunden pro Jahr und Person grundsätzlich über Messungen die Radonexposition zu ermitteln.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Der Österreichische Leitfaden für Wasserwerke der auf Basis der im vorliegenden Projekt gewonnenen Erkenntnisse entstanden ist (frei verfügbar unter www.ages.at) kann sicherlich auch für die bundesweite Untersuchung von deutschen Wasserversorgungsunternehmen hilfreich sein.

Projekttitel:

Risikofaktoren für Mitarbeiter/innen in Wasserwerken - Forschungsprojekt der Universität für Bodenkultur Wien im Auftrag der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (Baumgartner et al., 2011)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)
- Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA)

Projektzeitraum

2010 - 2011

Branche

Wasserversorgungsunternehmen

Untersucht wurden

- Radonmessungen in der Luft und im Wasser
- 31 Wasserproben von Roh- und Reinwasser
- 41 Rückstände und Ableitungen

Messverfahren und Messdauer:

- 92 Kurzzeitmessungen (je ~10 Tage)
- 245 Langzeitmessungen (je ~3 Monate)
- 47 Radon-Thoron Messungen (je ~3 Monate)

144 gammaspektrometrische Messungen von Roh- und Reinwasser sowie von Rückständen und Ableitungen

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

20 Trinkwasserversorgungsunternehmen; 1 Wasserversorgungsunternehmen, welches kein Trinkwasser fördert

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Durch Langzeit Monitoring unterschiedlicher österreichischer Wasserwerke, konnten die Einflüsse verschiedener Faktoren auf die Rn-222-Aktivitätskonzentration aufgezeigt werden. Die beobachtete Variation der Rn-222 Aktivitätskonzentrationen in der Raumluft wurde analysiert und unterschiedliche Messmethoden auf Vor- und Nachteile sowie Anwendbarkeit untersucht. Weiters konnten die externen Einflussfaktoren auf die Rn-222 Aktivitätskonzentrationen evaluiert, die Einflüsse jahreszeitlicher Schwankungen und meteorologischer Parameter untersucht werden. Dadurch können Einzelmessungen besser bewertet werden. Die Ergebnisse des Projektes dienen als Grundlage für Richtlinien hinsichtlich Radonmessungen in Wasserwerken, sowie für die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen zur Reduktion der Rn-222 Aktivitätskonzentrationen. Demzufolge kann die physikalische und medizinische Überwachung von Mitarbeitern – und der damit verbundenen Aufwand – reduziert werden bzw. entfallen.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Die Ergebnisse sind sicherlich auf deutsche Gegebenheiten übertragbar und können für die Planung von Untersuchungen in deutschen Wasserwerken zur Hand genommen werden, bzw. Anhaltspunkte darüber mit welchen Ergebnissen zu rechnen ist.

Projekttitel:

Strahlenexposition von Beschäftigten in Oberösterreichischen Thermen(Ringer, 2006)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- AGES GmbH, Ansprechpartner: Dr. Wolfgang Ringer
- Land Oberösterreich, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltschutz, Strahlenschutz
- AUVA

Projektzeitraum

2005 - 2006

Branche

Thermen

Untersucht wurden

3 Thermen in Oberösterreich

Messverfahren und Messdauer:

Messzeitraum: jeweils ca. 4 Wochen

Integrierende Messverfahren:

- Elektret-Ionisationskammer EPERM – Fa. Radelec
- Radonmonitor EQF 3120 – Fa. Sarad

zeitauflösende Messverfahren:

- Radon-Monitor Alphaguard – Fa. Genitron
- Radon-Thoron-Monitor RTM 2100 – Fa. Sarad

2 Messreihen (13.07. – 16.08.2005, 11.01. – 13.02.2006)

Zusätzlich wurde die Radonkonzentration im verwendeten Heilwasser mit dem System "Triathler", einem tragbaren LSC (Liquid-Scintillation-Counter) gemessen

Expositionsabschätzung auf Basis von ermittelten „Arbeitszeit-Mittelwerten“

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Therapie- und Technikräume in den Thermen

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

In 2 der 3 untersuchten Thermen keine erhöhten Radonwerte. In der dritten, einer Radonkuranstalt schon, mit starken tageszeitlichen Schwankungen, hohe Rn-Konz. vor allem bei den Wannenbädern, weitere Auffälligkeit: Absinken der Rn-Konz. ab Mittag. Für die Analysen der Konzentrationsspitzen wurden die Therapiepläne durchgesehen und dabei wurden folgende therapeutische Tätigkeiten festgestellt:

- Radonbäder
- Radonbäder mit Guss
- Luftperlbäder im Radonwasser
- Luftperlbäder im Radonwasser mit Guss
- CO₂-Bad
- CO₂-Bäder mit Guss
- Luftperlbäder ohne Radon

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Radonkurbäder sollen explizit im Rahmen des Forschungsvorhabens keiner näheren Betrachtung unterzogen werden. Somit entfällt dieser Punkt.

Projekttitel:

Erhebung und Beurteilung der Radonexposition von Beschäftigten in Österreichischen Schaubergwerken und –höhlen(Gruber & Ringer, 2013)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- AUVA, Ansprechpartner: DI Wolfgang Aspek
- AGES GmbH (im Auftrag des BMLFUW), Ansprechpartner: Dr. Valeria Gruber

Projektzeitraum

2008-2010

Branche

Öffentliche Einrichtungen: Besucherbergwerke und -höhlen

Untersucht wurden

3 Schauhöhlen und 6 Schaubergwerke

Messverfahren und Messdauer:

Messzeitraum: 1 Jahr; zeitauflösendes Messverfahren: Alphaguard – Fa. Genitron

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Aufenthaltsbereiche der Arbeitskräfte (z.B. Kassabereich, Verkaufsräume,...), versch. Stationen entlang der Führungen

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Oberflächennahe Systeme zeigen niedrigere Konzentrationen als tiefgehende Stollen. Ein deutlicher Einfluss der Geologie bzw. des abgebauten Materials, der Lage und des Aufbaus der Objekte auf die Radonkonzentration ist zu beobachten. Generell sind die Radonkonzentrationen im Sommer höher als im Winter. Die Temperatur im Inneren der Besucherbergwerke und -höhlen ist stabil bei etwa 0-12 Grad. Im Winter sind die Temperaturen der Außenluft geringer, warme Luft steigt aus dem Stollensystem nach oben, kalte Außenluft strömt durch den Stolleneingang nach (einziehendes Wetter), während im Sommer kalte Luft aus dem Stollenausgang strömt (ausziehendes Wetter). Die Radonkonzentration im Bergwerk oder Höhle ist bei ausziehendem Wetter höher als bei Fischluft zuführenden einziehenden Wetter. Bei ähnlichen Temperaturen außen und innen, gibt es auf Grund der fehlenden Temperaturdifferenz nur geringe, langsame Luftströmungen, und die Radonkonzentrationen im Bergwerk oder Höhle sind am höchsten. Für die Beschäftigten der Besucherbergwerke und -höhlen (Führer, Techniker) wurde die jährliche Dosis berechnet. Nur in einem Besucherbergwerk gibt es Beschäftigte mit einer jährlichen Dosis über 6 mSv/a, was vor allem aus langen Aufenthaltszeiten im Bergwerk resultiert. Die effizienteste Methode um die Dosis zu reduzieren ist eine Reduktion der Aufenthaltszeiten (Neu-Organisation von Arbeitsabläufen und Schichten). Eine bauliche Sanierung zur Senkung der Radonkonzentration ist in Besucherbergwerken und –Höhlen meist nicht einfach möglich. Das Pilotprojekt hat gezeigt, dass in österreichischen Besucherbergwerken und -höhlen keine extremen Radonkonzentrationen zu erwarten sind, bei großen Aufenthaltszeiten diese aber durchwegs dosisrelevant für die Beschäftigten sein können. Für Besucher ist der Aufenthalt in Besucherbergwerken und -höhlen mit keiner nennenswerten Dosis durch Radon verbunden (durch die geringen jährlichen Aufenthaltszeiten) und daher unbedenklich.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Ergebnisse sind auf deutsche Gegebenheiten sicherlich übertragbar. Interessant vor allem die Tatsache mit ein- und ausziehendem Wetter und dessen Einfluss auf die Rn-Konz..

Projekttitel:

Messprogramm zur Erhebung der Radonbelastung in steirischen Kindergärten

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Referat Strahlenschutz
- TU Graz, Institut für technische Physik

Projektzeitraum

2002 –2003

Branche

Öffentliche Gebäude / Kindergärten

Untersucht wurden

60 ausgewählte steirische Kindergärten

Messverfahren und Messdauer:

- Elektret-Ionisationskammern
- Makrofol-Kernspurdetektoren: ca. 4 Monate in der Heizperiode (zwischen 98 und 119 Tage von Anfang November 2002 – Anfang März 2003)
 - Umgebungs-Dosisleistungen (ODL)

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Gruppenräume in den Kindergärten

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Eine wesentliche Schwierigkeit bei der Umrechnung der gemessenen Radonkonzentrationen auf einen Jahresmittelwert um einen Vergleich mit den empfohlenen Richtwerten zu ermöglichen, besteht in der Bestimmung des Verhältnisses der Radonkonzentration im Winter zu der im Sommer. Es zeigte sich, dass dieses Verhältnis großen Variationen unterliegt. Zumeist ist die Radonkonzentration im Winter höher als im Sommer, jedoch gibt es auch Fälle, in denen kein diesbezüglicher Unterschied festgestellt werden konnte. Manchmal ist sogar die Radonkonzentration im Sommer höher als im Winter. Dieser Fall wird zumeist in Häusern in Hanglagen mit hohen Diffusionskoeffizienten des Untergrundes beobachtet. Unter Berücksichtigung der Messungen der ÖNRAP-Studie, sowie der Messergebnisse anderer Gruppen, wurde ein Verhältnis von Winter- zu Sommerwerten von 2,0 (Gebäude mit maximal 2 Obergeschossen) zu Grunde gelegt. Um den Jahresmittelwert abzuschätzen, wurden demnach die gemessenen Radonkonzentrationswerte mit dem Faktor 0,75 korrigiert wurden. 5% der Gebäude waren > 1000 Bq/m³, 13% 401 – 1000 Bq/m³.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Sicherlich eine „brauchbare“ Art der Durchführung einer Radon-Messkampagne in Kindergärten.

Projekttitel:

Arbeitstitel „Radonmessungen in Kärntner Schulen und Kindergärten“ im Rahmen des Ribibui Projektes „Radon in big buildings“

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Amt der Kärntner Landesregierung, Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) Christian Kuscher, Ing. Wilhelm Malle
- AGES GmbH, Ansprechpartnerin: DI Angelika Kunte

Projektzeitraum

2016 - 2017

Branche

Öffentliche Gebäude / Schulen und Kindergärten

Untersucht werden

insgesamt 11 Kärntner Schulen und Kindergärten sowie ein Gemeindeamt

Messverfahren und Messdauer:

zeitauflösende Messverfahren:

- Alphaguard, Alpha E

Passive, integrierende Messverfahren:

- KSV Detektoren

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Alle Aufenthaltsräume (ab 1 Std. Aufenthalt pro Woche) werden gemessen

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Viele der Messungen laufen aktuell. Noch offen.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Noch offen. Aktuelle erste Erkenntnisse: Sondierende Kurzzeit sollten allenfalls durch Langzeitmessungen ergänzt werden. Auch in oberen Stockwerken können erhöhte Radonbelastungen (durchaus auch deutlich höher als im KG und EG) auftreten.

2.3.2 Deutschland

Projekttitel:

Radon in Schulen

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Ansprechpartner: Dr. Ingo Fesenbeck

Projektzeitraum

2014 - 2016

Branche

Öffentliche Gebäude / Schulen

Untersucht wurden

1600 Schulen in Baden-Württemberg (800 davon gleichmäßig landesweit verteilt, die anderen 800 speziell in Radongebieten)

Messverfahren und Messdauer:

100 Tage

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Alle Aufenthaltsräume in Schulen; vorzugsweise Klassenzimmer, aber auch Hausmeisterbüros, Werkräume und aber auch Räumlichkeiten wie Heizkeller, Abstellräume, etc.

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Noch offen.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Noch offen.

Projekttitel:

Radonexponierte Arbeitsplätze in Wasserwerken in Bayern (Trautmannsheimer, 2002)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ansprechpartner: Dr. Simone Körner bzw. Dr. Markus Trautmannsheimer (StMUV)
- Unterstützt vom U.R.A. Labor der Universität Regensburg

Projektzeitraum

1999 - 2001

Branche

Wasserversorgungsunternehmen

Untersucht wurden

550 Wasserversorgungsunternehmen

Messverfahren und Messdauer:

Radon in Luft mittels KSV, Zeitaufgelöste Messungen mittels ATMOS der Fi. Gammadata Mättechnik (Schweden) und Alphaguard der Fi. Saphymo, EQF der Fi. SARAD
s.g. Working Level Month Monitore zur Zerfallsproduktmessung
ARDM-Plus der Fi. Tracerlab
RTM 2010 der Fi.SARAD zur Thoron Messung
DOSEman der Fi. SARAD
Radonkonzentration im Rohwasser und im Reinwasser

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Messzeitraum für KSV Detektoren betrug je 2 Wochen (ortsgebunden) und 2 Monaten wenn personengebunden

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Erhebungsbögen wurden an insg. ~2.600 Wasserversorgungsunternehmen versendet.
Untersucht wurde so auch die Korrelation zwischen der Radonkonzentration im Wasser, in der Raumluft und der Radonexposition der Arbeiter; Outcome war unter anderem eine Kategorisierung von zehn hydrogeologischen Zonen in Bayern. Bei 62 Wasserwarten (10 %) wurde eine Jahrsexposition über dem Eingreifwert von 2 MBqh/m³ (6 mSv/a) abgeschätzt bei 26 Wasserwarten (3 %) wurden Expositionen über dem Grenzwert von 6 MBqh/m³ (20 mSv/a) festgestellt.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Sehr umfangreich „Pilotstudie“. Erhebung der Gesamtzahlen an Wasserwerken usw. funktioniert unter Mitarbeit des DVGW sehr gut in Deutschland.

Projekttitle:

**Strahlenexposition durch natürliche Radioisotope aus gewerblichen Betrieben in Bayern
(Körner, 2004)**

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ansprechpartner: Dr. Simone Körner

Projektzeitraum

2001 - 2004

Branchen

Wasserversorgungsunternehmen
untertägigen Betriebsstätten (Höhlen, Bergwerke und Besucherbergwerke)
Radonheilbädern
Externe Fremdfirmen (z.B. Reinigungsunternehmen von Hochbehältern)

Untersucht wurden

6 Wasserversorgungsunternehmen
9 Aktive Bergwerke
17 Besucherbergwerke
14 Höhlen
2 Radonheilbäder

Messverfahren und Messdauer:

Erhebungsmessung, Detailmessung, personengebundene Messung

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Arbeitsplätze in o. g. Betrieben

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

In 13 der untersuchten untertägigen Arbeitsbereiche wurden entweder technische Auflagen (= verbesserte Bewetterung) und/oder Aufenthaltszeitbeschränkung angeordnet. Die gemessenen Radonkonzentrationen variierten zwischen 100 und 37.000 Bq/m³. Die Bewertung erfolgte durch Berechnung der Radonexposition (in MBqh/m³) bei Aufenthaltszeiten zwischen 8 und 1500 Stunden pro Person und Jahr. Lediglich in zwei von insgesamt 38 untertägigen Einrichtungen muss die Exposition der Beschäftigten kontinuierlich überwacht werden. Bei beiden bayerischen Radonheilbädern erreichte dank guter Belüftung am Arbeitsplatz die Exposition der Beschäftigten nur einen Bruchteil des Eingreifwerts von 2 MBqh/m³.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Methodik und Ergebnisse sind sicherlich von Relevanz auch für Rest-Deutschland.

Projekttitel:

Radon in Innenräumen - Auswirkungen von Gebäudeabdichtungen in Bayern (Heidler, Loch, 2012)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ansprechpartner: Dr. Simone Körner bzw. Michael Heidler (StMUV)

Projektzeitraum

2009 - 2011

Branche

Öffentliche Gebäude / Amtsgebäude

Untersucht wurden

30 Amtsgebäude (größtenteils Rathäuser)

Messverfahren und Messdauer:

Passive, ortsgebundene Radonmessungen über 3 Monate mit KSV-Detektoren (Kernspurverfahren)
jeweils vor und nach energetischen Sanierungsmaßnahmen
Zeitaufgelöste Messungen über 20 Tage mit Alphaguards

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Aufenthaltsräume (größtenteils Büros) und Kellerräume

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit, da unterschiedlichste Sanierungsmaßnahmen, unterschiedliche Messzeiträume und geringe Teilnehmerzahl

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Allgemeine Erkenntnisse und Erfahrungswerte zur Radonsituation in Amtsgebäuden bzw. Büroräumlichkeiten können evt. bei zukünftigen Messvorschriften an allgemeinen Arbeitsplätzen in Radongebieten mit einfließen.

Projekttitel:

Untersuchung von natürlich radioaktiven Materialien (NORM) (Kunte, Kloubert 2013)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ansprechpartner: Dr. Simone Körner

Projektzeitraum

2010 - 2014

Branche

Zirkon Industrie, Wasserversorgungsunternehmen (Rückstände), Gießereien, Technische Keramik und weitere NORM verarbeitende Industrie

Untersucht wurden

Rohstoffe und Rückstände welche NORM enthalten bzw. in denen NORM vermutet wurden z.B. Zirkonsand, Filterkiese, Scales,...

Messverfahren und Messdauer:

Hauptsächlich gammaspektrometrische Analysen und ODL Messungen vor Ort, zum Teil auch Radonmessungen mittels KSV (in den Lagerbereichen)

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Radonmessungen hauptsächlich in den Lagerräumen

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Hauptsächlich wurden NORM Stoffe und Rückstände untersucht und die Exposition der Arbeiter durch Externe Strahlung, Ingestion und Inhalation der NORM Stoffe berechnet. Aufgrund der durchaus niedrigen Aufenthaltszeiten und der oft bereits vorherrschenden Vorschriften des Arbeitsschutzes konnten keine nennenswerten Jahresdosen für die Angestellten in den untersuchten Betrieben festgestellt werden.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Evt. interessant bei der gesamtheitlichen Betrachtung von Betrieben, in denen Radon und NORM Stoffe eine Rolle spielen (hauptsächlich Wasserwerke).

Projekttitel:

Ermittlung und Klassifizierung von öffentlich zugänglichen Gebäuden im Hinblick auf die Radonexposition

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ansprechpartner: Dr. Simone Körner

Projektzeitraum

1.7.2013 - 30.6.2019

Branche

Öffentliche Verwaltung / Amts- und Verwaltungsgebäude (keine Schulen oder Kindergärten)

Untersucht werden

Amts- und Verwaltungsgebäude

Messverfahren und Messdauer:

Langzeitmessungen mittels KSV

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Es werden alle Aufenthaltsräume mit Messdetektoren bestückt

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Ziel ist es, ein Messprotokoll für Verwaltungsgebäude zu entwickeln: wie viele Messungen sind notwendig, wo, wie lange usw. Ergebnisse liegen noch keine vor bzw. wurden noch nicht veröffentlicht.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

offen.

Projekttitel:

Radon-Screening im Rahmen einer strukturierten Gebäudezustandserfassung einer süddeutschen Großstadt [Ingolstadt] mit > 100.000 Einwohnern

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- UMR Gesellschaft für Umweltmanagement und Risiko-Service mbH

Projektzeitraum

2012 - 2013

Branche

Öffentlich zugänglich Gebäude / städtische Gebäudebestand

Untersucht wurden

Aufnahme des gesamten städtischen Gebäudebestandes, vor allem Schulen, Kindertageseinrichtungen, Sporthallen und sonstige Gebäude, Baujahre 1900 bis 1990, verschiedenste Bauausführungen

Messverfahren und Messdauer:

11/2012 bis 05/2013

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

250 Exposimeter (KSV Detektoren) wurden in 200 Gebäuden aufgestellt

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Ziel: erste Abschätzung der Radonbelastung innerhalb der Gebäude, bzw. Verteilung innerhalb des Stadtgebietes; Ableitung von durchzuführenden Folgemessungen (und evtl. Sanierungsnotwendigkeit bzw. Nutzungseinschränkungen)

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Ergebnisse wurden bis dato nicht veröffentlicht.

Projekttitel:

**Die räumliche Verteilung von Arbeitsplätzen in der Bundesrepublik Deutschland,
bestimmt anhand der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsverhältnisse**

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt; Referat 37 -
Atomrechtliche Verfahren, nukleare Entsorgung, Strahlenschutz;
Ansprechpartner: Dr. Christoph Ilgner

Projektzeitraum

2015

Branche

Allgemeine sozialversicherungspflichtige Arbeitsplätze in Deutschland

Untersucht wurden

Erhoben wurde die Anzahl sozialversicherungspflichtiger Beschäftigungsverhältnisse

Messverfahren und Messdauer:

Entf.

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Entf.

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Verschiedene Darstellungsversuche: Anzahl sozialversicherungspflichtiger Beschäftigungsverhältnisse
/ Fläche [km²]

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Kann als erster Anhaltspunkt hinsichtlich der Quantifizierung von „allgemeinen“ Arbeitsplätzen zur
Bearbeitung der Aufgabenstellung aus AP2 sicherlich herangezogen werden

Projekttitel:

Untersuchungen von „radonexponierten“ Arbeitsplätzen in Sachsen: Vergleichende Analyse von Orts- und Personendosimetrie zur Ermittlung der Radonexposition an Arbeitsplätzen

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat 54: Natürliche Radioaktivität Ansprechpartner: Fredi Pfeiffer

Projektzeitraum

Seit Anfang 2009

Branche

Radon-Heilbäder, Wasserversorgungsunternehmen, Schaubergwerke und Bergbausanierungsbetriebe

Untersucht wurden

11 Unternehmen

Messverfahren und Messdauer:

- personendosimetrische Langzeitmessungen mit passiven Dosimetern einer anerkannten Messstelle über 4 x 3 Monate;
- ortsbezogene Langzeitmessungen mit passiven Dosimetern einer anerkannten Messstelle über 4 x 3 Monate;
- ortsbezogene Kurzzeitmessungen mit im BfS kalibrierten Grubenradiometern;
- ortsbezogene Kurzzeitmessungen mit den bislang routinemäßig eingesetzten Messgeräten in unterschiedlichen Zeitabständen;
- orstdosimetrische Langzeitmessungen mit kalibrierten elektronischen Messgeräten.

Die Vergleichsmessungen mit verschiedenen Messmethoden haben ergeben, dass für jeden Arbeitsplatz das geeignete Verfahren gesucht werden muss. Die in den einzelnen Arbeitsbereichen eingesetzten Verfahren und Geräte wurden hinsichtlich einer repräsentativen Messwerterhebung und ihrer Eignung für das jeweilige Einsatzfeld bewertet.

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Arbeitsplätze in den o.g. Betrieben

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Vor dem Projekt wurden in Sachsen überwiegend bislang Kurzzeitmessgeräte eingesetzt. Dabei werden an einzelnen ausgewählten Betriebspunkten in zeitlich unterschiedlichen Abständen (1 x pro Woche, 1 x pro Monat oder 2 x im Jahr) jeweils Kurzzeitmessungen durchgeführt. Die Expositionsdauer beträgt je nach Messprogramm 4-5 Minuten. Anhand der Aufenthaltszeiten der Beschäftigten erfolgt eine Hochrechnung über ein Kalenderjahr. In einer Reihe von untertägigen Schauobjekten und Wasserwerken Sachsens werden seit mehreren Jahren die erforderlichen Messungen durch integrierende Messungen mittels personenbezogener Exposimeter (KSV - durch das DAP akkreditierte bzw. durch das BfS anerkannte Messstelle) abgesichert.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Das LfULG hat Empfehlungen für Messgeräte und Bewertungsverfahren für die untersuchten Arbeitsfelder veröffentlicht.

Projekttitel:

Radon in sächsischen Schulen (Preuße, 2013)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft des Freistaats Sachsen

Projektzeitraum

2012 - 2013

Branche

Öffentliche Gebäude / Schulen

Untersucht wurden

Ausgewählte Schulen in Sachsen

Messverfahren und Messdauer:

alle o.g. im Frühjahr/Herbst mittels KSV Detektoren + einige mit zeitaufgelösten Messgeräten; Ermittlung verschiedener Mittelwerte (gesamt, nutzungsbezogen) bzw. deren Verhältnis zueinander.

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Alle relevanten Räume im erdberührten Geschoss (potentielle ETP, Nutzung) plus weitere Räume (EG ..., "vertikale Ankopplung", Repräsentativität)

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Initiative des SMUL zur gezielten Untersuchung sächsischer Schulen zur Wahrnehmung der Eigenverantwortung bei staatlichen Schulen und zum weiteren Kompetenzgewinn bzgl. Messstrategie und Umgang mit erhöhten Konzentrationen. Keine flächendeckende Kampagne sondern anknüpfend an vorhandenes Interesse und Aufgeschlossenheit von Schulträgern/-nutzern (Liegenschaft/Schulleitung). Mittlere Tagesgänge können verschiedene Charakteristika zeigen. Komplette Zeitreihe zeigt Auffälligkeiten an einzelnen Tagen. Potentielle Eintrittsstellen überwiegend unauffällig (einige 100 bis wenige 1000 Bq/m³ angesaugt). Aber auch 5 Stellen mit Werten im Bereich von 10 kBq/m³. Lüftungsversuche weisen auf das Potential der Senkung der Radonkonzentration durch gezieltes Lüften hin. Empfehlung an die Schule probeweise ein (minimales) Lüftungsregime zu realisieren: morgens vor Unterrichtsbeginn und in der Mittagspause in den 8 auffälligen Räumen (mit > 400 Bq/m³) jeweils ca. 10 Minuten Querlüften – Dokumentation auf einem durch die BfUL zur Verfügung gestellten Lüftungsprotokoll – Angebot der messtechnischen Begleitung zur Überprüfung der Wirksamkeit der Lüftungsmaßnahmen. Schulleiter überträgt das gezielte Lüften den Hausmeistern. Lüftungsprotokolle zeigten, dass die Vorgaben entweder missverstanden oder nicht konsequent erfüllt wurden (oft gekippte Fenster über deutlich längere Zeiten); bis auf eine Ausnahme deutliche Senkung der Radonkonzentration innerhalb der regulären Nutzungszeit (8 – 16 h), aber kein Nachweis für eine wintertaugliche Lösung. Praktische "gewohnheitsmäßige" Umsetzung schwierig - speziell im Untergeschoss relativ seltene Nutzung - dann optimales Lüften kaum routinemäßig organisierbar - starres Lüftungsregime zu aufwändig? Abwägung: kurze Aufenthaltszeiten gegen hohe Radonkonzentrationen. Mögliche Bewertungen: genau nutzungsbezogen- pauschal nutzungsbezogen - ohne Differenzierung?

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Auch hier hat sich wieder bestätigt, dass eine Ermittlung der durchschnittl. Radonkonzentration (auf den gemessenen Gesamtzeitraum bezogen) als konservativ und für erste Abschätzungen und Screenings von Schulen als geeignet angesehen werden kann.

Nachfolgend eine Auflistung weiterer, ggf. relevanter, jedoch älterer Projekte bzw. Veröffentlichungen, (welche in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten) in **Deutschland** zum Thema Radonexposition am Arbeitsplatz durchgeführt wurden:

Zu Radonexposition in Wasserversorgungsunternehmen:

- Schupfner: „Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Beurteilung der radiologischen Situation durch Rn-222 in ausgewählten Wasserwerken in Bayern“ vom 31.12.2004. Universität Regensburg, 2004.
- Reichelt, Lehmann. „Anthropogene Stoffe und Produkte mit natürlichen Radionukliden, Teil 2a: Untersuchungen zur Strahlenexposition beim beruflichen Umgang, Detail- und Langzeitmessungen in einer Trinkwasseraufbereitungsanlage“. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 1994.
- Schmitz, Nickels. Exposition durch Radon und Radonfolgeprodukte in Wasserwerken. Z Wasser - Abwasser, Seiten 754–762, 1999.
- Heinrich. „Strahlenquellen mit natürlichen radioaktiven Stoffen: Radonexponierte Arbeitsplätze in Wasserwerken in Bayern“ Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 1997
- Heinrich: „Radonexposition an Arbeitsplätzen in Bayerischen Wasserwerken“ Schr.Reihe Verein WaBoLu, 101:73–80, 1997: (Untersuchung der Radonsituation in über 100 Wasserwerken in den Regionen Fichtelgebirge, Pfälzer-, Fränkischer- und Bayerischer Wald)
- Klopzig, Schneider: Erhebungsmessungen der Radonfolgeproduktkonzentration in wasserwirtschaftlichen Anlagen des Freistaats Sachsen. Radon und Trinkwasser, Schr.-Reihe Verein WaBoLu, Seiten 95–111, 1997. ISBN 3-932816-7.
- Weber. Diplomarbeit: Radonmessungen in hessischen Wasserwerken. Fachhochschule Gießen-Friedberg, 2001.
- Hentzschel, Ziß. Radonmessungen in Rheinland-Pfälzischen Wasserwerken. In Forschung zum Problemkreis „Radon“: Vortragsmanuskripte des 14. Statusgespräches. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Oktober 2001.

Zu Radonexposition in Bergbaubetrieben:

- Jacobi, Heinrichs, Barclay: „Verursachungswahrscheinlichkeit von Lungenkrebs durch die berufliche Strahlenexposition von Uranbergarbeitern der WISMUT AG“ GSF-Bericht S-14/92, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, 1993.
- Enderle, Friedrich: „East German uranium miners (Wismut) – exposure conditions and health consequences“ Stem Cells, 13 (Suppl. 1):78–89, 1995.
- Schmitz, Nickels. Radonexposition am Arbeitsplatz: Radon- und Radonfolgeprodukt-Messungen in bayerischen Untertagebetrieben. Forschungszentrum Karlsruhe, 1998.

Allgemein zu Radonexposition am Arbeitsplatz

- Reichelt, Lehmann. „Anthropogene Stoffe und Produkte mit natürlichen Radionukliden, Teil 2: Untersuchungen zur Strahlenexposition beim beruflichen Umgang“. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 1993.
- Strahlenexposition an Arbeitsplätzen durch natürliche Radionuklide: Stellungnahmen der Strahlenschutzkommission. Berichte der Strahlenschutzkommission des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Band 10, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1997. ISBN 3-437-21336-9.
- Mallick. Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Ermittlung von Arbeitsfeldern mit erhöhten Expositionen durch natürliche Radioisotope und überwachungsbedürftigen Rückständen“. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, vom 31.12.2004.
- Leitfaden zur Messung von Radon, Thoron und ihren Zerfallsprodukten. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Band 47, Urban und Fischer Verlag, München, 2002. ISBN 3-437-21478-0.

2.3.3 Schweiz

Projekttitel:

Programm zur Messung und Reduzierung der Radonexposition für Arbeiter in Wasserversorgungsunternehmen in der Schweiz

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- SUVA (Schweizer Unfall Versicherungsanstalt)

Projektzeitraum

2015 - ... (läuft aktuell noch)

Branche

Wasserversorgungsunternehmen

Untersucht wurden

Wie viele Wasserwerke oder Wasserspeichieranlagen untersucht werden steht noch nicht fest.

Messverfahren und Messdauer:

offen

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Arbeitsplätze in Wasserwerken

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Erste Ergebnisse zeigen typische Radonkonzentrationen von ca. 10.000 Bq/m³ in den Quellfassungsspeichieranlagen, ca. 1.000 in den Grundwasser Pumpstationen und ca. 100 Bq/m³ in Aufbereitungsanlagen von Oberflächenwasser.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Noch offen.

Ebenfalls von der SUVA durchgeführt wurde auch ein Projekt zur Erhebung der Radonexposition in Schweizer Militäranlagen (Bunker, usw.). Genauere Angaben dazu konnten allerdings in einem ersten Anlauf nicht recherchiert werden, könnten aber evt. falls von Seiten des Auftraggebers daran Interesse besteht, evt. direkt bei der SUVA oder beim Schweizer Militär (?) angefragt werden.

2.3.4 USA

Projekttitel:

Radon emissions from natural gas power plants at The Pennsylvania State University

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Air Waste Management Association

Projektzeitraum

2014 – 2016

Branche

Erdgaskraftwerke

Untersucht wurden

Erdgaskraftwerke

Messverfahren und Messdauer:

Messzeitraum Aug. 2014 – Jänner 2015

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Insg. 4 Messstandorte im Freien im Abstand von 80 – 310m rund um das Kraftwerk.

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Noch offen.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Bislang keine.

2.3.5 Schweden

Projekttitel:

Så mår våra hus

(Technischer Gebäudestatus und Innenraum Rahmenbedingungen in schwedischen Gebäuden)

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Swedish National Board of Housing, Building and Planning

Projektzeitraum

2009

Branche

Öffentliche Gebäude / Schulen

Untersucht wurden

25.000 Schulen und Vorschulen

Messverfahren und Messdauer:

Nicht näher erläutert

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Nicht näher erläutert

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

4 % der untersuchten Gebäuden (ca. 1.000 Stück) hatten Radon Konz. über dem Zielwert (200 Bq/m³).

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Generell wurde festgestellt dass die Radonsituation in Schulen meist besser ist als in Wohngebäuden. Die Begründung dafür liegt in den größeren Raumgrößen, das Verhältnis von Wandoberfläche zu Raumvolumina ist kleiner und Schulen sind generell besser belüftet.

2.3.6 Norwegen

Projekttitel:

Radon measurements in Norwegian schools and kindergartens

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- NRPA (Norwegian Radiation Protection Authority), Ansprechpartner: Bard Olsen

Projektzeitraum

unbekannt

Branche

Öffentliche Gebäude / Schulen und Kindergärten

Untersucht wurden

1. Projekt: 1.450 Messungen in 67 Schulen und Kindergärten
2. Projekt: 14.000 Messungen in 215 Schulen

Messverfahren und Messdauer:

Ein standardisiertes Messprotokoll wurde 2012 veröffentlicht und 2015 bereits überarbeitet. Vorgeschriebenes ist eine zweistufige Vorgehensweise: zuerst Langzeitmessungen gefolgt von Kurzzeitmessungen anhand derer das Lüftungsverhalten bzw. der Einfluss von Nutzungszeiten evaluiert werden sollen.

Im zweiten Projekt erfolgten die Langzeitmessungen über einen Zeitraum von 6 direkt aufeinander folgende Messperioden von jeweils 2 Monaten (insg. Messzeitraum war somit genau ein Jahr)

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Alle Aufenthaltsräume (Klassenzimmer und Gruppenräume) im Erdgeschoss; gemessen wurden somit 1,2 Messungen pro 100 m² Raumfläche.

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Seit 2014 gibt es in Norwegen Grenzwerte für Radonkonzentration in Schulen und Kindergärten (100 Bq/m³ als Eingreifwert und 200 Bq/m³ als max. Grenzwert) als Teil des Strahlenschutzgesetzes. Ziel der Studie war unter anderem einen diesbezüglichen Leitfaden für die Gemeinden zu erstellen wie Erhebungen der Radonsituation in Schulen und Kindergärten am besten Durchzuführen sind. Dieser enthält vor allem auch praktische Tipps für die Durchführung der Radonmessungen. Die Norwegische Strahlenschutz Behörde übernimmt zum einen eine unterstützende Beraterfunktion, agiert aber gleichzeitig auch als Aufsichtsbehörde.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Ziel der beiden Projekte war es zum einen die verwendeten Korrekturfaktoren für die saisonalen Schwankungen (seasonal correction factor in Norwegen: 0,75 – erwartet wird doppelt so viel Radon im Winter wie im Sommer in Wohngebäuden) zu validieren bzw. sie zu rechtfertigen. Heraus kam dabei dass für Schulen ein Korrekturfaktor nicht sinnvoll ist bzw. dieser auf 1,0 zu setzen ist. Eigenheiten der Schulgebäude sind: größere Gebäude und ausgeglichene („balanced“) Lüftungssysteme Zum anderen sollte vor allem im zweiten Projekt herausgefunden werden wie viele Räume eines Schulgebäudes gemessen werden müssen, um herauszufinden, ob die Schule ein Radonproblem hat oder nicht. Die Messergebnisse wurden statistisch dahingehend analysiert dass die Gesamtanzahl der durchgeführten Messungen auf verschiedene Anteile (70%, 60%, etc.) reduziert wurde. Dann wurde stichprobenartig überprüft wie viele der „radonbelasteten“ Schulen immer noch identifiziert werden können, wenn man die zur Verfügung stehenden Messergebnisse auf den

ausgewählten Datensatz reduziert. Dies ergab dass die Treffsicherheit bis zu einem Anteil von 70 % ausreichend gegeben ist, darunter aber die Unsicherheit signifikant zunimmt. Das Messprotokoll für Schulen in Norwegen wurde daraufhin dahingehend adaptiert dass nun mind. eine Messung pro 150 m² Grundfläche im Erdgeschoss vorgeschrieben sind.

Projekttitel:

Mapping of Radon and implementing measures in buildings owned by the Norwegian Defense Estate Agency

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- NDEA (Norwegian Defense Estates Agency)

Projektzeitraum

2012 - 2015

Branche

Gebäude des Verteidigungsministeriums

Untersucht wurden

Insg. 2478 Gebäude: 1443 Wohngebäude, 1035 Bürogebäude und weitere Arbeitsplätze, außerdem Anlagen in Gebirgen / Bergmassiven

Messverfahren und Messdauer:

Messzeitraum: 2 Monate in den Wintermonaten

Passive Radonmessungen mittels Alpha Track Detektoren (CR-39 track-etch detectors)

Zur Kontrolle von Maßnahmen wurden neben den Alpha Track Detektoren auch digitale Radonmonitore eingesetzt.

In Gebäuden mit mechanischer Belüftung wurden auch mittels digitaler Rn-Monitore die durchschnittl. Radonkonzentration während der Nutzungszeiten erhoben. Unter dieser Prämisse mussten dann in aller Regel keine weiteren Maßnahmen durchgeführt werden.

Bauliche Sanierungsmaßnahmen waren zumeist nur in den Bergkomplexen erforderlich.

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Nicht näher beschrieben.

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Alle Gebäude mit Rn-Konz. $> 100 \text{ Bq/m}^3$ wurden einer näheren Betrachtung unterzogen mit dem Ziel mittels geeigneter Maßnahmen möglichst niedrige Konzentrationen zu erreichen, allenfalls aber $< 200 \text{ Bq/m}^3$ zu kommen. Nach jeder Maßnahme wurden Kontrollmessungen durchgeführt. Falls die Maßnahme nicht den gewünschten Erfolg gebracht hat, wurden weitere Maßnahmen durchgeführt.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Sicherlich vor allem was die Größenordnung angeht ein Projekt, welches sicherlich vergleichsweise praxistauglich durchgeführt wurde.

2.3.7 Griechenland

Projekttitel:

Pilot study of indoor radon in greek workplaces

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Nuclear Technology Laboratory, Aristotle University of Thessaloniki

Projektzeitraum

1999 - 2006

Branche

77 % der Messstandorte in Büros von Schulen & Kindergärten, 23 % Büros in großteils öffentlichen Gebäuden (Rathäuser, Polizeiwachen, Feuerwachen und Krankenhäuser) zum Teil auch in privaten Firmen (Geschäfte & Hotels)

Untersucht wurden

561 Arbeitsplätze

Messverfahren und Messdauer:

Passive Radonmessungen mittels Elektreten

Außerdem wurden ODL Messungen in den Gebäuden mittels tragbaren NaI Detektoren durchgeführt und diese mit früher gemessenen Außen ODL Messungen verglichen (durchschnittl. Verhältnis innen:außen liegt bei 1,7)

Aufgestellt wurden jeweils 2 Elektrete pro Arbeitsplatz (Gebäude)

Messzeiträume variieren zwischen 115 und 334 Tagen

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

Siehe oben

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

2 signifikante Unterschiede zwischen Radon am Arbeitsplatz und Radon in Wohngebäuden kristallisierten sich heraus:

- a) Da die Rn-Konz. maßgeblich vom Nutzerverhalten (welches die Luftzirkulation beeinflusst) abhängt, sind vor allem in Schulen welche zu vielen Zeiten unbesetzt sind (Wochenenden, Ferien) im Durchschnitt deutlich höhere Rn-Konz. zu erwarten als in vergleichbaren Wohngebäuden in der selben Region. Dies konnte anhand der Messergebnisse eindeutig bestätigt werden.
- b) Wohnungen (vor allem in Städten) befinden sich zumeist in höheren Stockwerken, während Büros in den genannten Gebäudearten oft im EG sind. Auch dadurch ergibt sich der Effekt dass die gemessenen Rn-Konz. an Arbeitsplätzen in einer bestimmten Region im Durchschnitt höher sind als jene in den dort gemessenen Wohnungen.

In nur 1 % der gemessenen AP wurde der aktuelle Richtwert von 400 Bq/m³ überschritten, knapp 10% waren über 200 Bq/m³.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Die gewonnen Erkenntnisse (vor allem a)) werden zwar zum in anderen Studien widerlegt, können aber trotzdem um sich ein Gesamtbild zu machen berücksichtigt werden.

Die Verteilung der gemessenen Rn-Konz. kann sehr gut durch eine Log-Normalverteilung beschrieben werden.

2.3.8 Italien

Projekttitel:

Radon in workplaces: First results of an extensive survey and comparison with radon in homes

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- ARPAT (Regional Agency for Environmental Protection)
- ISS (Italian National Institute of Health)

Projektzeitraum

2007 -2009

Branche

Öffentliche und industrielle Arbeitsplätze

Untersucht wurden

Arbeitsplätze in der Toskana, wobei die Messstandorte auf ~ 75 % der Gemeinden verteilt waren

Messverfahren und Messdauer:

Gemessen wurde mittels passiven KSV-Detektoren (CR-39) – insg. ca. 20.000 Stk, 20% für QS Zwecke, 1.200 Messstandorte wurden doppelt bestückt

Messzeitraum waren zwei aufeinanderfolgende Messperioden von jeweils 6 Monaten

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

3500 Räume in 1200 Gebäuden, verglichen wurden die Ergebnisse mit jenen aus einer bereits abgeschlossenen Messkampagne, im Rahmen derer Radon in Wohngebäuden gemessen wurde.

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Radonkonzentrationen an Arbeitsplätzen und Wohnhäusern korrelieren für das jeweils zu beurteilende Gebiet ausreichend gut und daher kann für Radonkartierungszwecke auf beide Datensätze zurückgegriffen werden. Die Variabilität in Wohnhäusern scheint allerdings kleiner zu sein als die an Arbeitsplätzen, vermutlich weil die Gebäudeeigenschaften und der Verwendungszweck homogener sind im Vergleich zu Arbeitsplätzen. Daher sind Radon-Daten aus Wohnhäusern besser geeignet zur Kartierung des Radonpotentials aus dem Boden.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Bei der Bewertung des Radonrisikos an Arbeitsplätzen anhand von einer Radonkartierung, welche auf Messungen in Wohnhäusern basiert sollte der Unterschied zwischen Arbeitsplätzen und Wohnhäusern, nämlich primär die höhere Variabilität an Arbeitsplätzen berücksichtigt werden.

2.3.9 Slowenien

Projekttitel:

Radon survey and exposure assessment in hospitals

Durchgeführt wurde das Projekt von folgenden beteiligten Institutionen:

- Josef Stefan Institut
- Radiation Protection Administration at the Ministry of Health

Projektzeitraum

2002 - 2003

Branche

Gesundheitssektor

Untersucht wurden

26 Krankenhäuser in Slowenien,

Messverfahren und Messdauer:

- AlphaGuard, System-30 (Scintrex, Canada) and EQF-3020 and EQF-3020-2 (Sarad),
Messzeitraum: 5 – 11 Tage
- KSV Detektoren, Messzeitraum: 1 Monat
- Elektrete, Messzeitraum: 7 Tage

Untersuchte Räumlichkeiten / Messstandorte:

gemessen wurden 201 Messstandorte bzw. Räume

Außerdem wurden Dosisabschätzungen für 1.025 Angestellte der Krankenhäuser durchgeführt

Zusammenfassung / Besonderheiten der Ergebnisse / Erkenntnisse:

Nur in 7 Räumen (3,6 %) überschritt die gemessene durchschn. Rn-Konz. den Richtwert von 400 Bq/m³ - alle diese Räume wurden daraufhin einer Sanierung unterzogen, nur für 10 der Angestellten (5,8 %) wurde eine Dosis zw. 2.1 mSv/a und 7.3 mSv/a abgeschätzt, alle anderen waren unter 1 mSv/a.

Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit für das vorliegende BfS Projekt:

Die Ergebnisse zeigten, dass in einer Umgebung mit allgemein niedrigen Radonkonzentrationen s.g. Hotspots gefunden wurden und daher bei Radon-Messkampagnen sorgfältig auf die Planung bzw. Wahl der Messstandorte geachtet werden sollte um diese nicht zu „verpassen“.

2.3.10 Weitere Projekte in Europa und Kanada

Darüber hinaus ergab sich aus der durchgeführten Umfrage dass in insgesamt 19 der 30 teilnehmenden Länder bis dato mehr oder weniger umfangreichere Radonmessungen an „allgemeinen“ Arbeitsplätzen durchgeführt wurden. Nähere Informationen könnten bei Bedarf bei den jeweiligen Ansprechpartnern aus der durchgeführten Umfrage nachgefragt werden. Eine Zusammenstellung über die durchgeführten Messungen findet sich in Tabelle 1.

Land	Art der Untersuchungen
Bulgarien	10 Schulen und 477 Kindergärten
Estland	~ 350 Kindergärten und Schulen (~30% von der Gesamtzahl)
Finnland	~ 4.000 „allgemeine“ Arbeitsplätze wurden seit 1991 gemessen
Griechenland	~ 700 „allgemeine“ Arbeitsplätze
Irland	Über 18.000 Radon-Messungen wurden in 2.626 voneinander unabhängigen Arbeitsstätten durchgeführt. Zusätzlich ~ 41.000 Radon-Messungen in über 3.000 Schulen.
Italien	~ 7.400 allgemeine Arbeitsplätze und 9.000 Schulen und Kindergärten (Zahlen stammen rein aus durchgeführten Messkampagnen, Einzelne Privataufträge finden statt flossen aber in die abgeschätzten Gesamtzahlen nicht mit ein).
Kanada	Tausende Messungen wurden bereits durchgeführt
Litauen	~ 100 „allgemeine“ Arbeitsplätze
Mazedonien	320[„allgemeine“ Arbeitsplätze]
Norwegen	Etliche Schulen und Kindergärten wurden gemessen. Es können aber keine genauen Zahlen darüber abgeschätzt werden.
Polen	Jährlich ~ 2.500 Messungen rein in der Bergbauindustrie.
Portugal	Zumindest ein paar Hundert Radonmessungen wurden durchgeführt.
Republik Moldawien	15[„allgemeine“ Arbeitsplätze]
Rumänien	55 öffentliche Gebäude (Schulen, Kindergärten und Rathäuser).
Schweden	In Sweden, there are approximately 1.3 million workplaces where 1.1 million workplaces have in average four employees or less. The employer is responsible to measure the radon concentration and show compliance with the limit values. However, the results are not reported back to any governmental body. Therefore, to estimate how many workplaces that have carried out radon test is very difficult, a rough estimate, based on information from Swedish Work Environment Authority, is in the order of ~ 5 %.

Serbien	~ 1.000, 90% davon in Schulen und Kindergärten.
Slowakei	388 Kindergärten, 257 Schulen
Ungarn	Einige kleinere Messkampagnen in Schulen und Kindergärten sowie in Höhlen und Weinkellern wurden durchgeführt. Genaue Zahlen darüber liegen aber nicht vor.
Zypern	~ 100; hauptsächlich öffentliche Schulen und andere öffentlich zugängliche Gebäude

Tab. 1; Liste zu Radonmessungen an Arbeitsplätzen in verschiedenen europäischen und außereuropäischen Ländern

2.3.11 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass es seit über 20 Jahren verstärkt Untersuchungen von „Radon am Arbeitsplatz“ sowohl in Deutschland (hier vor allem Schwerpunktmäßig in den südlichen Bundesländern) als auch in Österreich und dem restlichen Europa, gegeben hat. Die gewählten Methoden bzw. eingesetzten Messgeräte waren durchaus sehr heterogen. Oft lässt sich ein gewisser Zusammenhang aus gewählter Vorgehensweise und zur Verfügung stehenden Ressourcen erkennen.

Schwerpunktmäßig wurden in vielen Ländern vor allem (neben den spezifischen Arbeitsplätzen wie Bergwerke oder Wasserwerke) Schulen und Kindergärten untersucht bzw. Radonmessungen durchgeführt.

Hinsichtlich der Ergebnisse lässt sich festhalten, dass die vormals als ausreichend erscheinende Messmethodik (Kurzzeitmessungen und nur vereinzelte Messstandorte in durchaus größeren Gebäuden) heutzutage sicherlich nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen würden.

Die Problematik eines einheitlichen praktikablen Messprotokolls wird aktuell vom Ribibui Consortium, in welchem auch der Auftraggeber selbst federführend vertreten ist, bearbeitet. Sobald hier erste Erkenntnisse vorliegen sollten diese in die weitere Planung der zukünftigen Vorgehensweise in Deutschland hinsichtlich der Ermittlung der Radonsituation an Arbeitsplätzen in „Radongebieten“ mit einfließen.

Der Ansatz die Beurteilung der Radonsituation an „allgemeinen“ Arbeitsplätzen nicht separat als Einzeluntersuchung sondern zusammen mit anderen Innenraumschadstoffen wie z.B. VOCs zu betrachten ist sicherlich nachahmenswert.

2.4 Ansätze zum Schutz der Arbeitskräfte vor Radonexposition am Arbeitsplatz

2.4.1 Österreich

Aktuell ist der Radonschutz an „speziellen“ Arbeitsplätzen, s. g. radonexponierten Arbeitsplätzen, durch die Natürliche Strahlenquellen Verordnung (NatStrV, 2008) geregelt. Dadurch wurden die Art. 40 und 41 der EU Grundnormenrichtlinie 96/29/EURATOM in österreichisches Recht umgesetzt. Die Verordnung ist seit 8. Januar 2008 in Kraft.

Relevanter Auszug aus der NatStrV idgF:

§ 2 Geltungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für Arbeiten mit natürlichen Strahlenquellen gemäß § 2 Abs. 1 Z 1 bis 4 StrSchG (Republik Österreich, 2013), welche einem der folgenden Arbeitsbereiche zuzuordnen sind:

1. Arbeitsbereiche mit potenziell erhöhten Radon-222-Expositionen:

- a) Anlagen zur Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Wasser, in denen Radon aus dem Wasser in die Innenraumluft von Anlagenteilen entweichen kann und in denen sich mindestens eine beim Verpflichteten tätige Person mehr als 25 Stunden pro Person und Jahr in diesen Anlagenteilen aufhält,
- b) Untertägige Arbeitsbereiche in Bergwerken, Schächten, Stollen, Tunneln und Höhlen, sofern keine Bewetterung nach dem Stand der Technik und im Sinne der rechtlichen Vorgaben, wie z.B. der Allgemeinen Bergpolizeiverordnung, BGBl. Nr. 114/1959, sowie der Bauarbeiterschutzverordnung, BGBl. Nr. 340/1994, vorliegt,
- c) Besucherbergwerke und -höhlen,
- d) Radon-Kuranstalten und -Kureinrichtungen, in denen sich mindestens eine beim Verpflichteten tätige Person mehr als 120 Stunden pro Person und Jahr in Radon-Behandlungsbereichen aufhält.

Die o.g. Arbeitgeber sind verpflichtet Radonmessungen bzw. in weiterer Folge bei Bedarf Dosisabschätzungen an den beschriebenen Arbeitsplätzen durchzuführen. Die zuständigen Behörden stellen aktuell die jeweiligen Landesregierungen dar.

Die Untersuchung erfolgt in einer abgestuften Vorgehensweise gemäß nachfolgend dargestelltem Schema (Abb. 2). Die Durchführung von Dosisabschätzung und -ermittlungen ist den s.g. akkreditierten Dosisüberwachungsstellen vorbehalten.

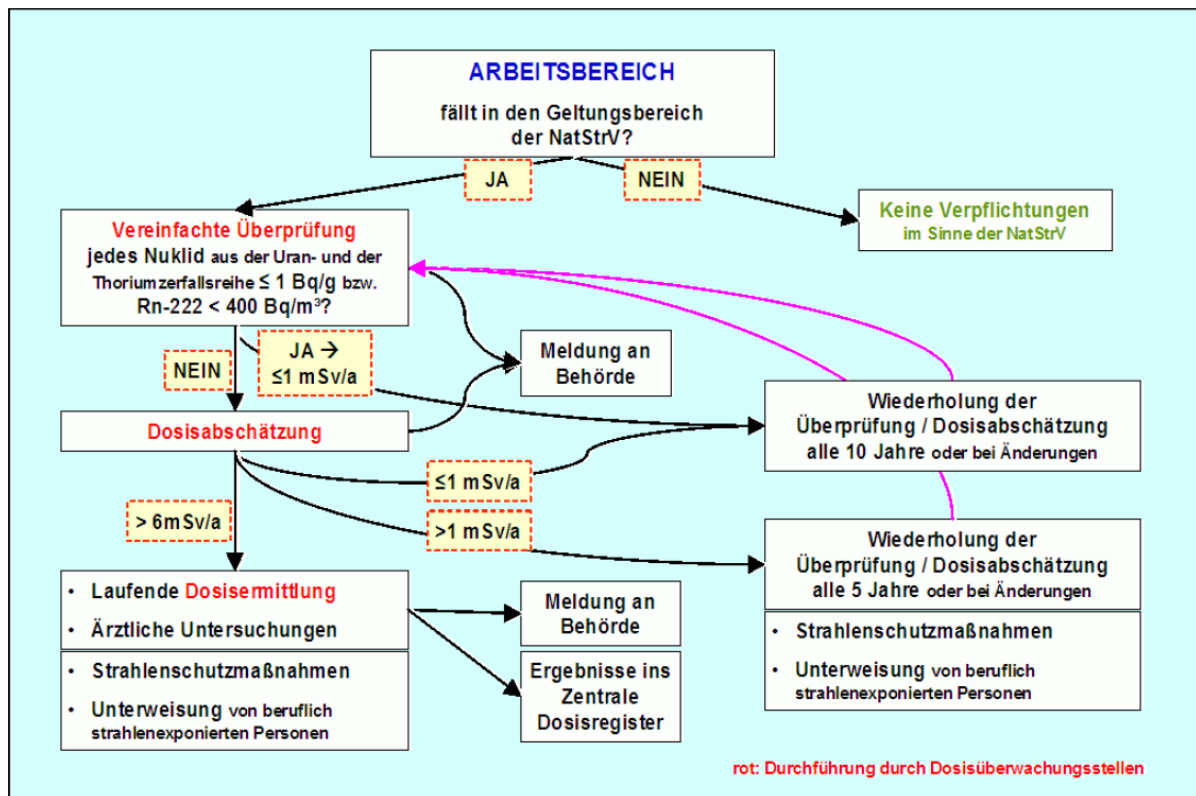


Abb. 2: Ablaufschema der abgestuften Vorgehensweise zur Ermittlung der Radonexposition an Arbeitsplätzen in Österreich

2.4.2 Irland

In Irland sind Radonmessungen an Arbeitsplätzen schon seit geraumer Zeit gesetzlich vorgeschrieben. Die Rahmenbedingungen stellen sich wie folgt dar:

- Radonexposition am Arbeitsplatz ist über das Strahlenschutzgesetz seit 1991 geregelt.
- Das Gesetz fordert von Arbeitgebern und Selbständigen Radonmessungen durchzuführen, sobald sie von der irischen Umweltschutzbehörde (EPA) dazu aufgefordert werden.
- Der nationale Referenzwert wurde auf 400 Bq/m³ für die durchschnittliche Radonkonzentration festgesetzt. Der Mindestmesszeitraum dafür beträgt 3 Monate (unabhängig wann gemessen wird).
- Wenn der Referenzwert überschritten wird, muss der Arbeitgeber Maßnahmen ergreifen um die Gesundheit seiner Beschäftigten zu sichern.
- Gemäß dem Gesetz über Sicherheit, Gesundheit und Wohlfahrt am Arbeitsplatz von 2005 hat jeder Arbeitgeber die allgemeine Aufgabe, Gefahren am Arbeitsplatz zu identifizieren, um diese zu minimieren. Gemäß der Gesundheits- und Sicherheitsbehörde (HSA) müssen in Irland alle Arbeitsplätze im Erdgeschoss oder Untergeschoss von Gebäuden in Radongebieten gemessen werden. Bislang konnten Erfolge bei der Umsetzung in staatlichen Unternehmen und bei großen, multinationalen Arbeitgebern verzeichnet werden. Die Zahl der Radonmessungen in kleinen Unternehmen (die die überwiegende Mehrheit der Arbeitgeber umfassen) bleibt gering.

Zur Umsetzung hat es sich für die irische Umweltschutzbehörde (Environmental Protection Agency) bewährt, die jeweiligen Sicherheits- oder Arbeitsschutzinspektoren/-beauftragten der betroffenen Firmen als Ansprechpartner auszuwählen und persönlich anzuschreiben. Landesweit verschickte Serienbriefe an aus dem Internet recherchierte Adresslisten haben sich hingegen als Zeitverschwendung herausgestellt, da sie eine nur sehr geringe Rücklaufquote aufwiesen. In einigen Fällen wurden sogar Strafverfahren gegen Arbeitgeber eingeleitet, wenn sie der dezidierten Aufforderung, die erforderliche Radonrisikobewertung durchzuführen, nicht nachgekommen sind.

2.4.3 Schweiz

Aktuell ist es in der Schweiz so dass alle Arbeitgeber verpflichtet sind nachzuweisen dass die durchschnittliche Radonkonzentration während eines Monats (Messzeitraum) 3000 Bq/m³ nicht übersteigt. Ansonsten müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden um die Radonexposition der Beschäftigten zu reduzieren bspw. durch Reduzierung der Aufenthaltszeiten, Identifizierung der Radonquellen bzw. –eintrittspfade, Abdichtungsmaßnahmen am Gebäude oder der Installation einer mechanischen Belüftungsanlage.

Als weiteres Beispiel für ein Modell für die zukünftige Handhabung von Radonexpositionen an Arbeitsplätzen in der Schweiz, welches allerdings nicht ganz den Anforderungen der EU BSS entspricht, wird an dieser Stelle das Schweizer MIRK Modell vorgestellt. In der Schweiz erfolgt die Beurteilung der Radonexposition an Arbeitsplätzen über einen s. g. MIRK Wert (Monatlich Integrierte Radon Konzentration). Gemäß der revidierten Schweizer Strahlenschutzverordnung (noch nicht in Kraft) muss die MIRK bestimmt werden, sobald der Schwellenwert für Radon an bestehenden oder radongefährdeten Arbeitsplätzen überschritten wird; der Schwellenwert wird aller Voraussicht nach 1000 Bq/m³ betragen. Die MIRK berechnet sich wie folgt:

Die monatlich integrierte Radongaskonzentration (MIRK) ergibt sich aus der Radongaskonzentration an den Arbeitsplätzen, multipliziert mit den jeweiligen Aufenthaltszeiten. Es sind dabei die über den gewählten Zeitraum maximalen Aufenthaltszeiten zu wählen.

$$\text{MIRK} = R_1 \times t_1 + R_2 \times t_2 + \dots + R_n \times t_n$$

R_n = Radonkonzentration R am Arbeitsort n

t_n = maximale monatliche Aufenthaltszeit am Arbeitsort n

Liegt die MIRK unterhalb von 170 kBq/m³ müssen die Bedingungen für die Einhaltung (Lüftung, Aufenthaltszeit, ...) festgehalten werden. Ansonsten müssen Maßnahmen zur Reduktion der Exposition getroffen werden. Überschreitet die MIRK 170 kBq/m³, müssen geeignete Maßnahmen zu deren Reduktion getroffen werden. Ist dies nicht möglich, gilt die Person als beruflich strahlenexponiert und muss eine entsprechende Bewilligung haben.

2.4.4 Spanien

2012 veröffentlichte die Strahlenschutzbehörde einen Sicherheitsleitfaden zum Thema "Methodik zur Durchführung von Radon-Expositionsbeurteilungen am Arbeitsplatz". Zu den

Empfehlungen gehören u.a. die Aufteilung des Arbeitsplatzes in homogene Radonkonzentrationszonen, die Anordnung einer minimalen Anzahl von Detektoren pro Zone in Abhängigkeit von deren Beschaffenheit und die Festlegung des Messzeitraums.

Eine Entscheidungsmatrix wird ebenfalls bereitgestellt, um die Einhaltung des Radon-Referenzwertes zu gewährleisten. Bei bestimmten Typen von Arbeitsplätzen oder bei Überschreitung des Referenzwertes wird eine Anleitung zur Charakterisierung der kurzzeitigen Radonschwankungen (zur Berücksichtigung der Aufenthaltszeiten) und zur Messung des Gleichgewichtsfaktors gegeben.

Wichtig ist allenfalls die Information und Konsultation der Arbeitnehmer bei der Planung und Durchführung der Messungen.

In Spanien gibt es Rechtsvorschriften zum Schutz der Arbeitnehmer. Diese besagt, dass die durchschnittliche jährliche Radonkonzentration am Arbeitsplatz nicht mehr als 600 Bq/m^3 betragen sollte. In Arbeitsplätzen mit hoher Frequenz der Öffentlichkeit (Krankenhäuser, Gefängnisse, Schulen) darf die durchschnittliche Konzentration 300 Bq/m^3 nicht überschreiten. Arbeitgeber müssen in unterirdischen und oberirdischen Arbeitsplätzen in Gebieten, für die hohe Radonwerte zu erwarten sind, Messungen vornehmen und ihre Arbeiter informieren.

2.4.5 Belgien

In Belgien findet die Dosisabschätzung für Arbeitsplätze mit potentiell erhöhten Radonexpositionen (hier als „professional activities“ bezeichnet) nach dem Prinzip des s. g. „Graded Approach“ statt. Aktuell besteht eine Messverpflichtung nur für die gelisteten „Speziellen Arbeitsplätze“ in Radonrisikogebieten. Nach ersten Screenings der Radonkonzentration (ortsgebundene Messungen), welche konservativ immer im Winter erfolgen, ist nur für all jene Arbeitsplätze bei denen die gemessene, durchschnittliche Radonkonzentration an mindestens einem Ort 400 Bq/m^3 übersteigt (entspricht 800 kBq h/m^3 bei 2000 Arbeitsstunden pro Jahr oder auch 3 mSv/a) eine genauere Betrachtung notwendig. Für die so ermittelten Arbeitsstätten wird in einem nächsten Schritt eine Dosisabschätzung durchgeführt.

Diese erfolgt durch zeitauflösenden Messungen sowie die Protokollierung der tatsächlichen Arbeitsstunden / Aufenthaltszeiten an den einzelnen Arbeitsplätzen. Alternativ dazu kann auch direkt eine Personendosimetrie mittels Doseman durchgeführt werden.

Bei einer tatsächlichen Überschreitung der 800 kBq h/m^3 müssen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden, deren Wirkung mittels einer Kontrollmessung überprüft wird. Bringen die gesetzten Maßnahmen keine ausreichende Reduzierung der Radonkonzentration wird der Betrieb in die fortlaufende Überwachung aufgenommen. Mittels entsprechendem Zeitmanagement und durchgeführter Personendosimetrie werden die Mitarbeiter nun laufend „überwacht“.

2.4.6 Tschechische Republik

Für Arbeitsplätze gilt auch in Tschechien ein Referenzwert von 400 Bq/m^3 Radon-Konzentration sowie 6 mSv/Jahr als Kriterium für die Übernahme in die Überwachung. Es besteht

die Verpflichtung zur Messung der Radonkonzentration sowie zur Abschätzung der effektiven Dosis für „spezielle“ Arbeitsplätze mit erhöhtem Radonpotential. Entsprechende Informationen für die Arbeitnehmer sowie die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen bei einer Überschreitung der 6 mSv/Jahr sind vorgeschrieben.

2.4.7 Deutschland

Mit den Regelungen der Strahlenschutzverordnung wurden bereits 2001 Grenzwerte für die Radonexposition an Arbeitsplätzen wirksam. Auch Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung werden als Arbeitsfelder aufgelistet, "bei denen erheblich erhöhte Expositionen durch natürliche terrestrische Strahlungsquellen auftreten können".

Im Zuge der Wassermeisterausbildung werden beispielsweise in Bayern an der Wassermeisterschule in Rosenheim Vorträge zum Thema „Natürliche Radionuklide in der Wasserversorgung“ von Radon Experten des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (z.B. Fr. Dr. Körner) gehalten. Hierfür gibt es zu dem Themen für die angehenden Wassermeister auch ein eigenes Skriptum.

Positiv erwähnt werden muss an dieser Stelle auch die gute Kooperation mit dem deutschen Pendant zum ÖVGW, dem DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.). Der DVGW stellt für die Wasserversorgungsunternehmen Empfehlungen und Informationen für die nach StrlSchV geforderte Abschätzung der Arbeitsplätze (§ 95) bereit (Abb. 3). Auch die der Berufsgenossenschaft der Gas-, Fernwärme- und Wasserwirtschaft stellt seinen Mitgliedern ein "Merkblatt Strahlenschutz" kostenfrei zur Verfügung. Beides kann auf der Seite des DVGW heruntergeladen werden.

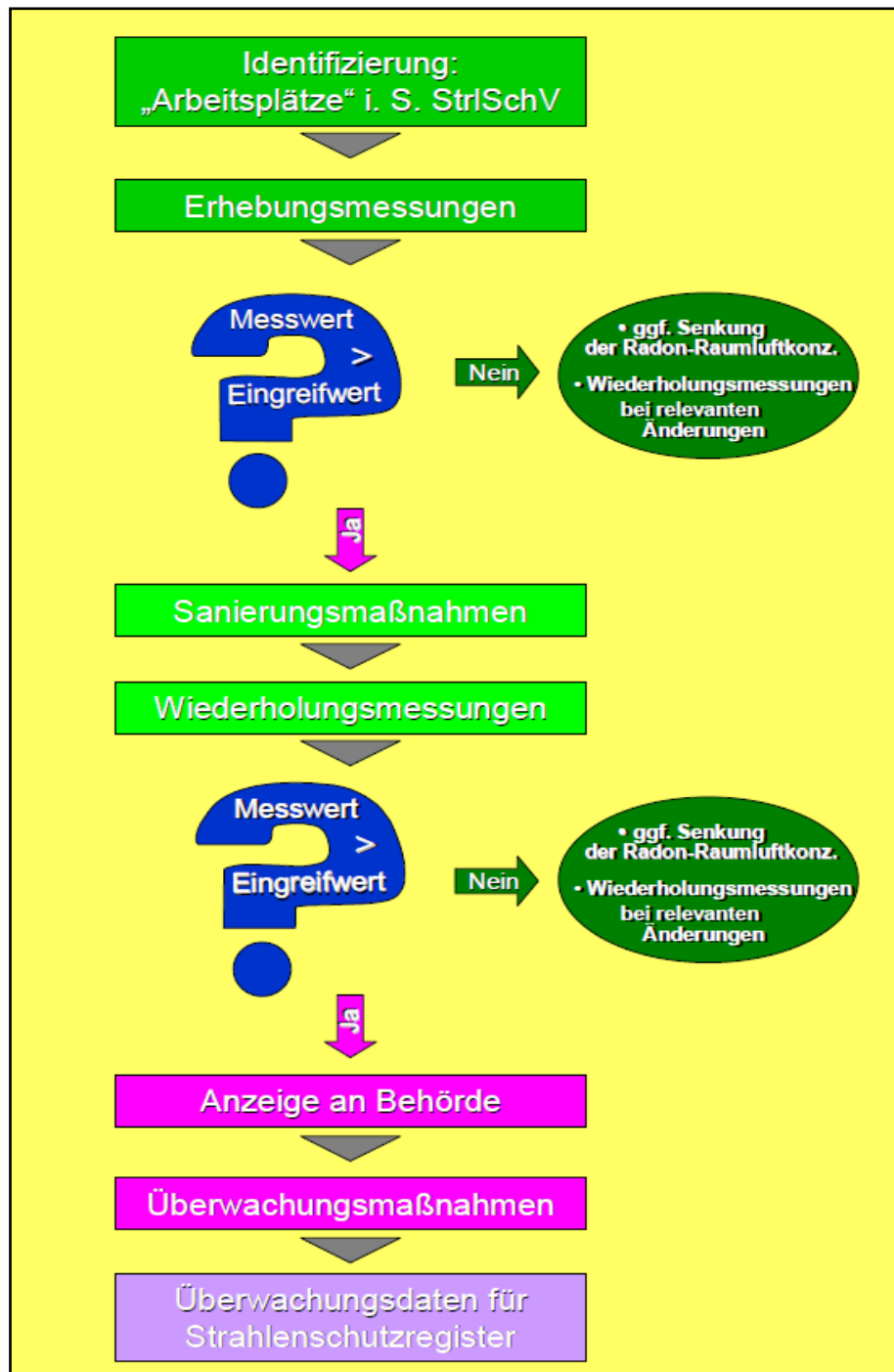


Abb. 3: Ablaufschema zur Erfassung und Überwachung von Arbeitsplätzen mit Strahlenexpositionen durch Radon und Radonzerfallsprodukte in Anlagen zur Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung (Quelle: www.dvgw.de)

2.4.8 Großbritannien

Arbeitgeber in Großbritannien sind lt. gültiger Gesundheits- und Sicherheitsverordnung gesetzlich dazu verpflichtet Risikobewertungen für ihre Beschäftigten durchzuführen. Eine Risikobewertung sollte alle potentiellen Gefahren beinhalten, welche den Beschäftigten zum Verhängnis werden könnten. Somit sollte diese auch die gesundheitliche Gefährdung durch Radon und seine Folgeprodukte berücksichtigen bzw. abschätzen.

In folgenden Situationen müssen diese Risikobewertungen eine Überprüfung der Radonsituation enthalten:

1. Wenn sich der Arbeitsplatz innerhalb eines bestimmten, von „Radon betroffenen“ Gebiets befindet
2. Wenn der Arbeitsplatz einen Keller oder unterirdische Arbeitsbereich enthält (d.h. wenn dieser Arbeitsplatz für mind. 1 Stunde/Woche besetzt ist)

Die behördliche Regulierung ist in der Verantwortung der Health & Safety Executive, welche diese Aufgaben aber auch an lokale Behörden bzw. deren „Environmental / Health“ Abteilungen in verschiedenen Bereichen delegieren kann. Die Regierung hat in Großbritannien eine Leitlinie herausgegeben, welche die max. Radonkonzentrationen, welche innerhalb von Gebäuden akzeptabel sind, festlegt. Bei Überschreitung dieser Werte, sind im Fall von gewerblich genutzten Gebäuden Maßnahmen erforderlich um die Radonkonzentration zu senken. Wenn die Messergebnisse zeigen, dass die Radonkonzentration in einem Teil des Gebäudes die 400 Bq/m³ übersteigt, so gilt die Verordnung zur ionisierenden Strahlung 1999. Diese besagt dass der Arbeitgeber verpflichtet ist die Beratung durch einen professionellen Strahlenschutzberater (RPA) in Anspruch zu nehmen. Dieser legt fest welche Teile des Gebäudes und für welche Nutzungszeiten überwacht werden müssen und ob möglicherweise Warnhinweise erforderlich werden und so weiter. Bei sehr hohen Werten kann ein Gebäude geschlossen werden. Alternativ kann der Arbeitgeber eine Fachfirma beauftragen Sanierungsarbeiten durchzuführen, wie zum Beispiel durch Installation eines Radonbrunnen oder durch mechanische Belüftung die Radonkonzentration im Gebäude zu senken. Radonmessungen müssen dann bestätigen, dass die Werte unter 400 Bq/m³ gefallen sind. Dies ist der bevorzugte und bei weitem sinnvollere Ansatz, wenn zu hohe Radonkonzentrationen an einem Arbeitsplatz gemessen wurden. Die Kosten für die Sanierung hängen von der Größe und Gestaltung des Gebäudes und dem Niveau der Radonkonzentration im Inneren ab. Häufig sind Gebäudemanager jedoch angenehm überrascht, wie preiswert diese Arbeiten durchgeführt werden können.

Ein Geschäftsgebäude mit mehr als 400 Bq/m³ Radonkonzentration gilt als strahlenexponierter Arbeitsplatz genauso wie Nuklearmedizinische Abteilungen oder Kernkraftwerke.

2.4.9 Italien

In Italien gilt aktuell die Regelung dass eine Ganzjahresmessung der Radonkonzentration für Arbeitsplätze gesetzlich verpflichtend für folgende Arbeitsplätze erforderlich ist: in allen unterirdischen Arbeitsplätzen sowie in oberirdischen Arbeitsplätzen (vorrangig im Keller und Erdgeschoss), die in radongefährdeten Gebieten untergebracht liegen. Der Eingreifrichtwert liegt bei 500 Bq/m³.

In Schulen mit erhöhten Radonwerten sind allenfalls Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Für alle anderen Arbeitsplätze sind bei einer Radonkonzentration, welche den Eingreifwert übersteigt, dann keine Sanierungsmaßnahmen erforderlich, wenn die effektive Dosis für Arbeitnehmer unter 3 mSv/a unter Verwendung des Dosiskonversionsfaktors von 3 nSv / (Bq h/m³) bleibt. Wird nach entsprechenden Sanierungsmaßnahmen weiterhin eine Jahresdosis von 3 mSv/a immer noch überschritten, wird das betroffene Personal als strahlenexponiert

eingestuft. Wenn die Radonkonzentration zwischen 80% und 100% des Eingreifwertes liegt (d.h. zwischen 400 und 500 Bq/m³) liegt, ist es erforderlich, die Messungen im nächsten Jahr zu wiederholen.

2.4.10 Norwegen

Arbeitgeber in Norwegen sind per Gesetz zur Verfügung Stellung einer „zufriedenstellenden“ Arbeitsplatzumgebung verpflichtet. Dies beinhaltet alle Faktoren, welche die Gesundheit und das Wohlergehen der Arbeitnehmer beeinflussen können, somit auch die Belastung durch Radon und seine Folgeprodukte. Mögliche Risikofaktoren müssen erkannt und bewertet werden sowie in weitere Folge müssen Maßnahmenpläne entwickelt bzw. laufend umgesetzt werden um die erkannten Risiken möglichst zu minimieren. Der Arbeitgeber hat auch dafür zu sorgen, dass die Strahlenbelastung am Arbeitsplatz auf dem niedrigsten Niveau das möglich ist gehalten wird. Im Allgemeinen gibt es keine gesetzlich bindenden Grenzwerte oder einen spezifischen Referenzwert für Radon am Arbeitsplatz und Messungen sind nicht obligatorisch.

Die Norwegische “Labour Inspection Authority” (Arbeitsinspektorat) hat außerdem einen Leitfaden für Radon am Arbeitsplatz veröffentlicht (Abb. 4).



Abb. 4: Broschüre der norwegischen “Labour Inspection Authority”

Es sollten die allgemeinen Empfehlungen der NRPA (Norwegian Radiation Protection Authority) für die Radonkonzentration (100 Bq/m³ als Eingreifwert und 200 Bq/m³ als Grenzwert) bei der Betrachtung der Radonbelastung am Arbeitsplatz berücksichtigt werden. Dem Arbeitgeber wird empfohlen, Messungen durchzuführen. Diese Empfehlungen sind in den Richtlinien der Arbeitsaufsichtsbehörde enthalten. Eine Ausnahme besteht in Norwegen allerdings bei Schulen und Kindergärten sowie für Mietunterkünfte, welche über die Strahlenschutzbestimmungen geregelt sind. Hier gilt ein rechtlich bindender Grenzwert von 200 Bq/m³ sowie 100 Bq/m³ als Eingreifwert.

2.4.11 Schweden

Die schwedische Arbeitsumfeld Behörde, welche für die Regulierung von Arbeitsplätzen zuständig ist, unterscheidet je nach Art des Arbeitsplatzes und hat hierfür drei Expositionsgrenzwerte eingeführt. Für untertägige Arbeitsplätze (vor allem Minen) beträgt der jährliche Expositionsgrenzwert $2,1 \text{ MBq h/m}^3$ (1300 Bq / m^3 mal 1600 h/Jahr). In möblierten Arbeitsstätten unter dem Boden (keine Minen) beträgt der Grenzwert $0,72 \text{ MBq h/m}^3$ (400 Bq/m^3 mal 1800 h/Jahr). Für Arbeitsplätze über dem Boden beträgt der Grenzwert $0,36 \text{ MBq h/m}^3$ (200 Bq/m^3 mal 1800 h/Jahr). Gebäude, zu denen die Öffentlichkeit Zugang hat (z. B. Bibliotheken, Schulen usw.), werden von der jeweiligen Gemeinde betreut und müssen eine durchschnittliche Radonkonzentration von weniger als 200 Bq/m^3 aufweisen.

2.4.12 Finnland

In Finnland erfolgt eine Einstufung in die Überwachungspflicht unter der Prämisse, dass die durchschnittliche Radonkonzentration trotz durchgeführter Sanierungsmaßnahmen 400 Bq/m^3 weiterhin übersteigt und die Aufenthaltszeit an dem jeweiligen Arbeitsplatz mind. 8 Std. pro Arbeitstag beträgt. Die Überwachung erfolgt auf Basis fortlaufender Messungen der Radonkonzentration (jeden Sommer und jeden Winter für je zwei Monate). Bei Radonkonzentrationen über 3000 Bq/m^3 wird der betroffene Betrieb unmittelbar nach Bekanntwerden in die Überwachung aufgenommen.

Geregelt ist dies im finnischen Strahlenschutzgesetz und der Strahlenschutzverordnung.

2.4.13 Ungarn

In der Verordnung 16/2000 des Ministeriums für Gesundheit ist festgelegt dass der aktuelle Eingreifwert für die Radonkonzentration an Arbeitsplätzen bei 1.000 Bq/m^3 liegt. Wenn davon ausgegangen werden kann, dass die Radonkonzentration den Eingreifwert übersteigt, muss der Arbeitgeber durch Radonmessungen sicherstellen dass Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden bzw. Dosisabschätzungen für Arbeiter bei Bedarf durchgeführt werden.

2.4.14 Kanada

Explizit gesetzlich geregelt ist der Radonschutz im Allgemeinen von den provinziellen / territorialen Bauvorschriften und auf Bundesebene im kanadischen Arbeitsgesetz (also nur für Bundesarbeitsplätze). Angesichts der vorherrschenden Rolle der Provinzen / Territorialregierungen sind die Anforderungen in der Regel im ganzen Land unterschiedlich.

2.4.15 Weitere Staaten (Kurzfassungen)

Land	Regelungen o.ä.
Bulgarien	In Entstehung.
Estland	Das Strahlenschutzgesetz besagt, dass Arbeiten, bei denen der Arbeitnehmer Dosen über der jährlichen effektiven Dosisgrenze für Mitglieder der Öffentlichkeit(d.h. 1 mSv/a)abbekommen können als Strahlenexponierter Arbeitsplatz behandelt werden müssen. Das Gesetz wird aber hinsichtlich Radonexpositionen am Arbeitsplatz nicht exekutiert.
Griechenland	Gesetzlich reguliert werden Heilbäder und die NORM Industrie
Kroatien	Ist über eine Verordnung herausgegeben von der staatlichen Strahlenschutzbehörde als Aufsichtsbehörde geregelt.
Lettland	Entsprechend den Bestimmungen der Risikobewertung für Arbeitsplätze ist das Risiko „ionisierender Strahlung“ gegeben. Künstliche oder natürliche Strahlenquellen sollten an jedem Arbeitsplatz beurteilt werden. Die Qualität der Beurteilung hängt natürlich vor allem von der Kompetenz der Fachleute für Arbeitssicherheit ab.
Litauen	Die Vorschriften für Radon an Arbeitsplätzen sind seit 2001 gesetzlich über den litauischen Hygienestandard festgelegt: Grundnormen zum Strahlenschutz
Luxemburg	Die Radonexposition von Arbeitskräften sollte im Jahr höchstens 1,7 Mbqh/m ³ betragen.
Malta	Radonexponierte Arbeitsplätze werden derzeit durch die Strahlenschutzbehörde bzw. durch die gültige Strahlenschutzverordnung geregelt. Diese Vorschriften sind allerdings nicht spezifisch für Radonexpositionsondern beschäftigen sich ganz allgemein mit dem Schutz vor Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen.
Mazedonien	Existierende Vorschriften für Radon Exposition und zum Anteil von Radionukliden in Baumaterialien gelten sowohl für Wohnhäuser als auch für Arbeitsplätze.
Moldawien	Nach nationalen Normen (NFRP – 2000, RNI – 2001)
Niederlande	Aktuell nicht gesetzlich geregelt, die Umsetzung der EU BSS 2013/59/Euratom in nationales Recht steht noch aus.
Polen	In Polen gibt es bis dato nur gesetzliche Vorschriften für untertägige Arbeitsplätze in Minen. Andere Arbeitsplätze werden bislang hinsichtlich der Radonexposition nicht speziell reguliert.
Portugal	Gesetzliche Bestimmungen existieren für Gebäude. Sie inkludieren die Thermen allerdings keine Schauhöhlen.

Slowakei	Falls nach entsprechenden Sanierungsmaßnahmen der Richtwert immer noch überschritten wird ist für Tätigkeiten an Arbeitsplätzen mit erhöhter natürlicher ionisierender Strahlung ist eine Genehmigung des Instituts für öffentliche Gesundheit notwendig.
Ukraine	Radonexponierte Arbeitsplätze sind als Teil der beruflichen Strahlenexposition reguliert. Referenzwerte für Radon, Thoron und langlebige Alpha-Emitter wurden festgelegt bei denen die Gesamtdosis von 20 mSv pro Jahr nicht überschritten wird.
Weißrussland	Wenn die zulässige zusätzliche Jahresdosis (1 mSv) durch Radon am Arbeitsplatz überschritten wird sollte eine Überwachung der Radonexposition durchgeführt werden. Betroffene Mitarbeiter werden dann einer Kategorie zugeordnet.
Zypern	Die Frage des Schutzes der Arbeitnehmer und anderer Personen aufgrund der Radonbelastung an Arbeitsplätzen wird durch die geltende Gesetzgebung zum Schutz vor Arbeitnehmern vor ionisierender Strahlung und zur nuklearen Sicherheit sowie Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz ausreichend abgedeckt.

Tab. 2: Herangehensweisen an die Regulierung zum Schutz von Arbeitskräften vor Radonexposition am Arbeitsplatz in anderen Ländern

2.5 Länderspezifische Wege zur Festlegung von „Radongebieten“

Zu diesem Thema fand im Januar 2015 ein Workshop in Wien statt, bei welchem folgende 13 „Radonkartierungsexperten“ Europas vertreten waren (Tab. 3):

Name	Institution	Country	Email
Cinelli Giorgia	Joint Research Centre (JRC)	EC	giorgia.cinelli@jrc.ec.europa.eu
Bossew Peter	BfS	Germany	pbossew@bfs.de
Daraktchieva Zori	Public Health England (PHE)	UK	Zori.Daraktchieva@phe.gov.uk
Dehandschutter Boris	FANC	Belgium	boris.dehandschutter@fanc.fgov.be
Ferreira Antonio	BGS	UK	antonio@bgs.ac.uk
Friedmann Harry	University of Vienna	Austria	harry.friedmann@univie.ac.at
Gruber Valeria	AGES	Austria	valeria.gruber@ages.at
Hodgson Jim	GSI	Ireland	Jim.Hodgson@dcenr.gov.ie
Ielsch Geraldine	IRSN	France	geraldine.ielsch@irsn.fr
Kropat Georg	CHUV	CH	Georg.Kropat@chuv.ch
Ringer Wolfgang	AGES	Austria	wolfgang.ringer@ages.at
Schleicher Corina	AGES	Austria	corina.schleicher@ages.at
Tollefsen Tore	Joint Research Centre (JRC)	EC	tore.tollefsen@jrc.ec.europa.eu

Tab. 3: europäische Ansprechpartner zum Thema „Radongebiete“

Die Teilnehmer präsentierten den aktuellen Stand der Radonkartierung aus ihren Ländern, die hierfür eingesetzte Methodik, aufgetretene Probleme, gewonnene Erfahrungen und zukünftige Perspektiven.

Ziel des Workshops war es mögliche Radonkartierungsstrategien bzw. -methoden (inklusive der Anwendbarkeit von Innenraummessungen) in Hinblick auf ihre Umsetzbarkeit bei der zukünftigen Entwicklung von Radonpotentialkarten zu evaluieren. Mit einbezogen werden sollen ggf. weitere Parameter wie die Geologie, Proxy Parameter, Messungen anderer Gebäudetypen als Privathäuser, multivariate Klassifizierungen, etc.

Festgestellt werden konnte, dass alle am Workshop vertretenen Länder Radoninnenraummessungen in der einen oder anderen Art und Weise als Datenbasis für ihre Radonkartierung mit einbeziehen.

Neben Österreich haben aktuell auch die Schweiz und Irland Radonkarten die auf Messungen der Radonkonzentration in der Innenraumluft basieren. In Deutschland fließen außerdem Bodengasmessungen sowie Messungen der Bodenpermeabilität in die Kartierung mit ein. In Frankreich und Großbritannien basiert die aktuelle Radon-Kartierung bereits auf einer Kombination aus Innenraumluftmessungen und geologischen Standortinformationen. Die meisten der teilnehmenden Länder arbeiten bereits an der Evaluierung ihrer bestehenden Radonkarten und planen zukünftig weitere Daten bzw. Parameter miteinzubeziehen (Geologie, Grundgestein, Radonpotential, Aquifer-Typ, etc.).

Unterschiede gibt es auch bei den Darstellungsformen respektive bei den klassifizierten Einheiten sowie den vorgesehenen Einsatzgebieten von Radonkarten. Richten sich Österreich und die Schweiz nach Verwaltungseinheiten so erfolgt die Darstellung in Großbritannien (1 x 1 km) und Irland (10 x 10 km) nach einem Flächenrastersystem. Die Größeneinheit eines Rastersystems hängt maßgeblich von der Datenbasis ab. In Belgien, Deutschland und Frankreich wird je nach Einsatzgebiet der Karte eine unterschiedliche Bezugsgröße dargestellt. Auch eine Darstellung nach geologischen Zonen wurde bereits vielfach angedacht und diskutiert.

In Frankreich und Belgien gibt es je nach Einsatzgebiet unterschiedliche Radonkarten. Radonprioritätsgebiete werden in Frankreich dargestellt, in Belgien gibt es eigene Karten für „radon prone areas“, „radon risk“ und „radon potential“. Deutschland hat eine Bodengaskarte für Vorsorgemaßnahmen und eine Karte basierend auf Gebäudemessungen für Radonmessungen und Sanierungsmaßnahmen. Karten sind aktuell primär im Einsatz hinsichtlich unterschiedlicher Bauvorschriften und zur gezielten Auswahl von priorisierten Gebieten für Mess- und Informationskampagnen.

Unterschiede gibt es auch dahingehend was in der Radonkarte dargestellt wird. In Österreich, Deutschland und Frankreich sieht man eine Einteilung in Klassen (Radonpotential oder durchschnittliche Radonkonzentration). In Belgien und Großbritannien wird die Wahrscheinlichkeit, mit welcher der Referenzwert überschritten wird, dargestellt. Ebenso zeigt die Karte in Belgien und auch jene in Irland den Prozentsatz an Häusern, für die eine Richtwertüberschreitung erwartet wird, an. In der Schweiz bzw. auch in Frankreich wird ein qualitatives Radonrisiko (von niedrig zu hoch) abgebildet.

Unterschiedliche Definitionen von Radongebieten:

Irland: Als „High radon area“ werden Gebiete definiert, in denen für $\geq 10\%$ der Häuser Radonkonzentrationen über dem Referenzwert von 200 Bq/m^3 vorhergesagt werden.

Großbritannien: Als „Radon effected areas“ werden Gebiete definiert, in denen für mind. 1 % der Häuser Radonkonzentrationen über dem Referenzwert von 200 Bq/m³ vorhergesagt werden.

Belgien: Als „Radon region 2“ werden Gebiete definiert, in denen für mind. 5 % der Häuser Radonkonzentrationen über dem Referenzwert von 400 Bq/m³ vorhergesagt werden.

Österreich: Als Gemeinden mit der Radonpotenzialklasse 2 oder 3 gelten Gemeinden mit einem Radonpotential (errechneter Wert basierend auf Innenraummesswerten rückgerechnet auf ein „Standardhaus“) > 200 Bq/m³ bzw. > 400 Bq/m³. Aktuell vorrangig relevant für den Vorsorgetyp hinsichtlich baulichen Radonschutzmaßnahmen bei Neu- und Zubauten.

Schweiz: Als Radonrisikogebiet eingestuft sind Gemeinden in denen der Durchschnitt aller gemessenen Häuser über 200 Bq/m³ liegt.

Allgemein konnten bei dem Workshop folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Radonkarten sind hinsichtlich Methodik, Strategie, Darstellung und Terminologie in den verschiedenen Ländern bis dato sehr unterschiedlich
- Das Set-up von Radon Messkampagnen aus der Vergangenheit hat nach wie vor einen Einfluss auf die Art der Kartierung bzw. die Entwicklung neuer Messstrategien
- Alle Länder waren sich darin einig dass sie ihre aktuellen Radonkarten hinsichtlich Datenbasis, Miteinbeziehung weiterer Parameter, Darstellung in einem kleineren, genaueren Maßstab, etc. verbessern wollen.
- Wie „Radongebiete“ zukünftig definiert werden steht nach wie vor zur Diskussion. Ob eine einheitliche Terminologie bzw. Harmonisierung hinsichtlich der Kartierungsmethodik möglich ist bzw. tatsächlich umgesetzt wird bleibt abzuwarten.

2.6 Weitere relevante Erkenntnisse aus der Umfrage

Frage 1 und 5: Findet eine Regulierung von Radon am Arbeitsplatz aktuell statt bzw. welche Behörde ist für die Überwachung von radonexponierten Arbeitsplätzen verantwortlich?

26 der 30 befragten Länder gaben an, dass eine Regulierung von Radon am Arbeitsplatz in ihrem Land auf die eine oder andere Art und Weise bereits stattfindet.

Land	Verantwortliche Behörde/Organisation/Institution für die Überwachung von radonexponierten Arbeitsplätzen
Belgien	Radiation Protection Authority (Strahlenschutzbehörde)
Bulgarien	Ministry of Health (Gesundheitsministerium)
Estland	Ministry of Social Affairs (Ministerium für Soziale Angelegenheiten) (nur zuständig für die Überwachung der Radonexposition an Kindergärten und Schulen)
Finnland	STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority) (Strahlenschutz- und Atomaufsichtsbehörde)
Frankreich	Labour Inspectorate (Arbeitsinspektorat)
Griechenland	Greek Atomic Energy Commission and authorized laboratories (Griechische Atomenergie Kommission und autorisierte Laboratorien)
Irland	EPA and Health and Safety Authority (Umweltschutzbehörde und Behörde für Gesundheit und Sicherheit)
Italien	Institute for Environmental Protection and Research; Ministry of Labour; general labour safety regulation, local health agencies
Lettland	State Labour inspectorate for occupational risks assessment Radiation protection authority for assessment of radon level
Litauen	RSC (Radiation Protection Centre)
Luxemburg	Radiation protection authority – Ministry of Health
Mazedonien	Radiation Safety Directorate (Strahlenschutzbehörde)
Moldawien	Radioprotection Department of National Centre of Public Health (Strahlenschutzbehörde)
Norwegen	NLIA (Norwegian Labour Inspection Authority) is responsible for the working environment NRPA (Norwegian Radiation Protection Authority) safeguards the public, gives advice to other authorities and are the national expert organization regarding radon measurement methods, mapping, etc.

Schweden	Swedish Work Environment Authority (Schwedische Arbeitsbehörde)
Schweiz	Suva (Schweizer Unfall-Versicherungs-Anstalt)
Slowakei	Zuständige Radiation Protection Authority (Strahlenschutzbehörde): z. B. Regional Institute of Public Health (Department of Radiation Protection)
Spanien	Labor authorities, authorities of industry and the Nuclear Safety Council (Arbeitsbehörde und Strahlenschutzbehörde)
Tschechische Republik	SONS (State Radiation Protection Authority) (Strahlenschutzbehörde)
Ukraine	State Nuclear Regulatory Inspectorate (Atomaufsichtsbehörde)
Ungarn	National Dosimetry Service
Weißrussland	Ministry of Health (Gesundheitsministerium)
Zypern	Ministry of Labour, Welfare and Social Insurance (Arbeitsministerium)

Lediglich vier der befragten Länder gaben an, das bis dato keine Regulierung von Radon an Arbeitsplätzen in ihren Ländern stattfindet. Dabei handelt es sich um Rumänien, Malta, Serbien und die Niederlande.

Frage 2: Welche Arten von „speziellen“ Arbeitsplätzen mit potentiell erhöhten Radonexposition (z.B. untertägige Arbeitsplätze) wurden bis dato bereits ausgewiesen?

Die jeweiligen Antworten sind in Kapitel 7.3 zusammengefasst.

Frage 3: Art und Weise mit der die ausgewiesenen „speziellen Arbeitsplätze“ identifiziert wurden

Land	Vorgehen bei Ausweisung
Belgien	Anhand von Messkampagnen
Bulgarien	Messkampagnen an Arbeitsplätzen wo erhöhte Radonkonzentrationen erwartet werden sind in Planung.
Estland	Die von der IAEA heraus gegebene Liste wurde übernommen.

Finnland	Die nationale Radon-Datenbank der STUK dient als Basis für die Klassifizierung der Gemeinden (wird alle paar Jahre aktualisiert) Finnische Untersuchungen der Geologie wurden in einer Online-Bodenkarte von Finnland veröffentlicht, anhand der Unternehmen überprüfen können, ob sich der Arbeitsplatz auf durchlässigem Boden befindet: http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html
Griechenland	Messkampagnen der Universitäten und der griechischen Atomenergie Kommission
Irland	Die Risikobewertung für Arbeitsplätze basiert auf ihrem Standort, d.h. ob sie sich in einem „Radongebiet“ befinden oder nicht. Erstrebenswert wäre eine zielgerichtete Risikobewertung, die zum Beispiel radongefährdete Gebäude identifizieren kann. Davon ist man aber noch einige Jahre davon entfernt.
Kanada	Die Kanadische Gesundheitsbehörde hat Messkampagnen in Bundesgebäuden und Privathäusern in ganz Kanada durchgeführt, die zeigen, dass bestimmte geografische Gebiete in Kanada von besonderer Bedeutung sind, aber auch, dass hohe Radonkonzentrationen überall auftreten können und daher "alle" Gebäude getestet werden sollten. Geologische Radonpotentialkarten werden von einigen staatlichen Stellen und regionalen Gesundheitsbehörden verwendet, um Bereiche zu identifizieren, die besonders anfällig für hohe Innenraum Radonkonzentrationen sind.
Kroatien	Messkampagnen in Radonheilbädern; wissenschaftliche Untersuchungen in Höhlen (inkl. Radonmessungen als ein untersuchter Parameter von vielen).
Litauen	Nach Screenings an Arbeitsplätzen wurde festgestellt, dass es keine Arbeitsplätze mit erhöhtem Radonrisiko in Litauen gibt. In entsprechenden Gesetzen werden allerdings Arbeitsplätze mit potenziell erhöhten Radonwerten aufgeführt, die auf Basis entsprechender Empfehlungen von ICRP, WHO, IAEA und EC zusammengestellt wurden.
Luxemburg	Anhand von Messkampagnen
Mazedonien	Anhand von Messkampagnen
Moldawien	Anhand von zeitaufgelösten Radonmessungen mittels Radon Meter RTM 1688-2.
Niederlande	Eine Messkampagne hierzu findet aktuell statt (2016/2017).

Norwegen	Die Norwegische Arbeitsaufsichtsbehörde arbeitet mit der Norwegischen Strahlenschutzbehörde zusammen und tauscht ihre Erfahrungen mit mehreren Agenturen aus. Es wurde eine Befragung der Arbeitsinspektionen durchgeführt und anhand der Ergebnisse eine Kartierung durchgeführt, in der jene unterirdischen Arbeitsplätze abgebildet sind, in denen die Arbeitnehmer Radon ausgesetzt sind oder sein könnten. Darüber hinaus wurden Arbeitsplätze von versch. Unternehmen und den „Corporate Health Services“ identifiziert, die direkt mit der norwegischen Arbeitsaufsichtsbehörde in Verbindung standen.
Polen	Anhand der routinemäßig stattfindenden Radonmessungen in Minen und gelegentlichen Messungen an anderen Arten von Arbeitsplätzen.
Portugal	Es gibt in Portugal eine Handvoll wissenschaftliche Veröffentlichungen welche Informationen zu den am meisten von Radon betroffenen Gebieten in Portugal. Hinsichtlich der „speziellen“ Arbeitsplätze ist nichts bekannt.
Rumänien	Erhöhte Radonwerte in der Raumluft wurden an einigen Arbeitsplätzen von Forschern der Babes-Bolyai Universität im Rahmen von Forschungsprojekten identifiziert. Ein nationales Radon-Programm wurde dazu noch nicht entwickelt. Seit 2013 werden im Rahmen eines laufenden Projekts (Koordinator Babes-Bolyai Universität - Cluj Napoca) umfassende Untersuchungen von Radon in Gebäuden, Böden und Gewässern für rund ein Drittel des rumänischen Bundesgebiets (16 Landkreise von 42) durchgeführt. Ziel ist eine Radonkarte. Messungen von Radon in Schulen und Kindergärten wurden auch durchgeführt.
Schweden	Radonmessungen in Minen und unterirdischen Arbeitsplätzen wurden in den 1970er und 80er Jahren durchgeführt und dabei wurden erhöhte Werte angetroffen. Alle aktiven Minen müssen jährlich Radonmessungen durchführen, müssen allerdings keine Ergebnisse melden. Einige Wasseraufbereitungsanlagen, die in den frühen 2000er Jahren und erst vor kurzem im Jahr 2016 gemessen wurden, wurden als Arbeitsplätze mit erhöhten Radonwerten in der Raumluft identifiziert. Es besteht aber nicht unbedingt ein Strahlenschutzproblem aufgrund der geringen Belastung der Beschäftigten (durch geringe Aufenthaltszeiten). Alte Kulturgebäude (z. B. Kirchen und Schlösser) sind bei den Radonsanierungsunternehmen als oftmals radonbelastet bekannt. Erfolgreich sanierte alte Kulturgüter werden oft als Vorzeigeobjekte der Firmen verwendet, da sie aufgrund der Einschränkungen des Denkmalschutzes oft spezielle Lösungen erfordern.
Schweiz	Basierend auf einem Verdacht (z. B. anhand von Literatur oder eigener Erfahrungen) wird danach durch Messungen bestätigt (oder nicht bestätigt) dass es sich um einen Arbeitsplatz mit erhöhten Radonwerten handelt.
Slowakei	Messkampagnen durchgeführt von der Strahlenschutzbehörde. Zurzeit laufen aber aufgrund der Personal- und Geräte Pool-Reduzierung keine Messkampagnen mehr.

Spanien	Der Atomsicherheitsbehörde hat Studien über Radonexpositionen durchgeführt und eine Karte publiziert in der Spanien in drei grundlegende Risikobereiche unterteilt ist: gering ($< 150 \text{ Bq/m}^3$); durchschnittlich ($150 - 200 \text{ Bq/m}^3$) und hoch ($> 200 \text{ Bq/m}^3$).
Tschechische Republik	Durch Durchsuchung der diesbezüglichen Aktivitäten der zuständigen Aufsichtsbehörde (SONS)
Ukraine	Messungen von Radon und Thoron an Arbeitsplätzen
Ungarn	Die angeführten Arten von „speziellen Arbeitsplätzen“ sind aus der Literatur bekannt. Sie wurden von Radonexperten und Studenten im Rahmen von Forschungsprojekten und Diplomarbeiten untersucht.
Weißrussland	Die zuständigen Organisationen und Einrichtungen sollten die Überwachung der Radonkonzentrationen am Arbeitsplatz organisieren und durchführen. Wenn die gemessenen Konzentrationen über den Richtwerten liegt bzw. die ermittelte jährliche Dosis über die Grenzwerte hinausgeht, sollten die Mitarbeiter als strahlenexponiertes Personal kategorisiert werden.

Frage 4: Unterschiedliche Herangehensweise an die Regulierung von Radon am Arbeitsplatz

Siehe hierzu Kap. 2.4

Frage 6: Ergänzend zu den in Kap.0 bereits zusammengefassten Erkenntnissen aus dem internationalen „Radon Mapping Workshop“ wurde an dieser Stelle auch im Rahmen der durchgeführten Umfrage abgefragt in welchen der teilnehmenden Ländern bereits „Radongebiete“ definiert wurden?

Nur vier der **befragten** Länder gaben an, dass Radongebiete in ihren Ländern für die obligatorische Messverpflichtung an allgemeinen Arbeitsplätzen bereits definiert wurden. Die genauen Angaben dazu sind nachstehend angeführt:

Land	Ausweisung von Radongebieten
Belgien	Verpflichtende Durchführung von Radonmessung und Anzeige obligatorisch in Gemeinden in denen über 5 % der gemessenen Gebäude über dem Richtwert von 400 Bq/m^3 liegen (Radonklasse 2). Die Radonkartierung basiert auf einer statistischen Auswertung der Gemeinden.

Finnland	Alle Ergebnisse von Radonmessungen in Innenräumen, welche von der STUK durchgeführt wurden, sind in einer nationalen Radon Datenbank verzeichnet. Diese verfügt aktuell über ca. 137.000 Einträge über Gebäude im gesamten Bundesgebiet. Alle paar Jahr werden Gemeinden, in denen über 10% der gemessenen Häuser über dem Richtwert von 400 Bq/m ³ liegen aufgelistet. Diese Liste wird dann auf der Homepage der STUK unter „Überwachung von Radon am Arbeitsplatz“ veröffentlicht.
Irland	Gebiete, in welchen hohe Radonkonzentrationen zu erwarten sind, wurden basierend auf den Ergebnissen einer landesweit durchgeführten Messkampagne, im Rahmen derer ~ 11.000 Wohngebäude gemessen wurden, ausgewiesen. Die Radonkarte von Irland ist unter www.radon.ie frei verfügbar.
Tschechische Republik	Radonrisikogebiete, basierend auf Verwaltungseinheiten, wurden dort ausgewiesen wo 30 % oder mehr Gebäude mit Radonkonzentrationen über dem Richtwert von 300 Bq/m ³ erwartet werden.

In folgenden Ländern befindet sich die Entstehung einer solchen Radonkarte zur Ausweisung von speziellen Radongebieten aktuell (Stand Okt. 2016) in Entstehung: Griechenland, Kroatien, Luxemburg, Rumänien und in der Ukraine. Litauen gibt an, das generell kein „Radonproblem“ existiert, demnach auch eine Ausweisung von Radongebieten als nicht notwendig erachtet wird. In einigen Ländern ist es auch so dass keine speziellen Radongebiete ausgewiesen werden, sondern stattdessen das gesamte Bundesgebiet als „Radongebiet“ definiert wird. Dies trifft lt. Umfrage auf folgende Staaten zu: Schweiz, Ungarn, Schweden, Mazedonien. Auch Italien denkt eingehend darüber nach ob dies nicht die beste Option wäre. In Norwegen, Estland und Moldawien gibt es zwar bereits eine Radonkarte, aus dieser leitet sich allerdings keine Messverpflichtung für Arbeitgeber ab.

Frage 7 und 8: Wurden Abschätzungen der Anzahl „allgemeiner“ Arbeitsplätze in Radongebieten bereits durchgeführt? Falls ja, woher stammen die Daten hierfür?

Unter anderem wurden die teilnehmenden Länder im Rahmen der Umfrage auch befragt, ob in ihren Ländern bislang Abschätzungen der betroffenen Zahl an „allgemeinen“ Arbeitsplätzen in Radongebieten durchgeführt wurden, für welche lt. EU BSS 2013/59/EURATOM für Arbeitsplätze im EG und KG zukünftig eine Verpflichtung zur Radonmessung gelten wird.

Diese Frage wurde lediglich in 10 % (insgesamt 3) der teilnehmenden Staaten mit „ja“ beantwortet. Es handelt sich dabei um die Staaten Tschechoslowakische Republik, Schweden und Belgien.

Eva Pravdová von der tschechischen „State Office for Nuclear Safety“ gibt an, dass in der Tschechei ca. 10.000 Arbeitsplätze betroffen sein werden.

Boris Dehandschutter von der belgischen FANC gibt an GIS basierte Abschätzungen in Belgien bereits durchgeführt wurden, allerdings lediglich für die s. g. „speziellen“ Arbeitsplätze.

Schweden ist auf seinem gesamten Staatsgebiet als "Radongebiet" klassifiziert. Eine Messverpflichtung für Arbeitgeber existiert bereits seit einigen Jahren. Insgesamt gibt es in Schweden ca. 1,3 Mio. Arbeitsstätten, von denen allerdings an ca. 1,1 Mio. max. 4 Arbeitskräfte tätig sind. Als Quelle für die abgeschätzte Anzahl an Arbeitsplätzen gibt Magnus Ahnesjö von der „Swedish Radiation Safety Authority“ die „Swedish Work Environment Authority“ an.

Frage 9: Bei dieser Frage ging es um s. g. Ausschlusskriterien (wie z.B. mechanische Lüftungsanlagen oder Klimaanlage) für eine Exklusion von der Messverpflichtung an allgemeinen Arbeitsplätzen in EG und KG in Radongebieten.

Lediglich in drei der teilnehmenden Länder wurden bereits Ausschlusskriterien definiert.

Land	Kriterium
Slowakische Republik	Ausgeschlossen werden können aller Voraussicht nach Arbeitsplätze in der Slowakei mit unter 100 Std. Aufenthaltszeit pro Jahr.
Spanien	Radonmessungen sind nur an solchen Arbeitsplätzen notwendig wo erwartet werden kann, dass die jährliche durchschnittliche Radonkonzentration 600 Bq/m ³ übersteigt oder der exponierte Arbeiter eine arbeitsbedingte zusätzliche Strahlendosis von über 1 mSv/a abbekommt. Der Eigentümer des Unternehmens muss dann allerdings die durchgeführten Abschätzungen der Radonsituation alle 5 Jahre oder bei etwaigen Veränderungen der Voraussetzungen wiederholen.
Tschechische Republik	Ausgenommen von der Messverpflichtung werden Arbeitsplätze in Arbeitsstätten, welche eine der folgenden Kriterien erfüllen: - Neubauten mit Baujahr nach 1991 (ab diesem Zeitpunkt waren bauliche Vorsorgemaßnahmen in der Tschechei gesetzlich vorgeschrieben) - Arbeitsstätten in denen unabhängig davon bereits Vorsorgemaßnahmen eingebaut wurden und deren Wirksamkeit durch Kontrollmessungen bestätigt wurde - Arbeitsstätten oberhalb einer Tiefgarage oder eines überdachten Parkplatzes - Arbeitsstätten, welche mit einem durchgängigen Kellergeschoss in denen aber keine Arbeitsplätze situiert sind, konstruiert wurden und ohne erdberührende Wände. - Arbeitsplätze in Gebäuden, welche so konstruiert sind das alle seine Oberflächenstrukturen vom Untergrund getrennt sind, wobei eine freie Luftzirkulation möglich sein muss.

Frage 10: Wurde bis dato eine Strategie (ggf. als Teil eines „Radon-Maßnahmenplans“) von der zuständigen Behörde zur Umsetzung der Messverpflichtung an den „allgemeinen“ Arbeitsplätzen in Radongebieten festgelegt?

Nur drei der befragten Länder gaben an sich bereits eine Strategie für die Umsetzung der Messverpflichtung an „allgemeinen Arbeitsplätzen“ überlegt zu haben.

Land	Messstrategie
Finnland	Eine Überwachung von allgemeinen Arbeitsplätzen fand in Finnland bereits in den frühen 90ern statt. Diese wurde über den “Radiation act” sowie “STUK’s Radiation safety guide ST 12.1” vorgeschrieben. Routinemäßige Kontrollen werden vom STUK immer noch durchgeführt und unter Überwachung natürlicher Radioaktivität dokumentiert. Abschnitt 7.1 des „in-house operation guides VALO 7“ und diverse Anhänge handeln von “allgemeinen” Arbeitsplätzen.
Irland	Die nationale Radon Kontroll-Strategie beschreibt in ihrem Kapitel 2.7 die Rahmenbedingungen bzw. Empfehlungen für Radon an Arbeitsplätzen. http://www.epa.ie/radon/
Mazedonien	Eine Strategie liegt vor, diese deckt allerdings nur die Radonmessungen in Schulen und Kindergärten ab, für welche die Kosten vom Nationalen Budget getragen werden. Hinsichtlich anderer Arbeitsplätze liegt keine Strategie vor.

In insgesamt elf der befragten Staaten befindet sich die Entwicklung einer diesbezüglichen Strategie bereits im Rahmen der Erarbeitung eines Nationalen Radon Maßnahmenplans in Vorbereitung. Namentlich sind das Bulgarien, Kroatien, Estland, Griechenland, Ungarn, Italien, Litauen, Tschechische Republik, Lettland, Belgien und Zypern.

Frage 11: Wurden Radonmessungen an “allgemeinen” Arbeitsplätzen in Radongebieten (oder anderswo) bislang durchgeführt?

Siehe hierzu Kap. 2.3

Frage 12: Veröffentlichungen zum Thema „Radon an Arbeitsplätzen“ in den teilnehmenden Ländern:

Nachfolgend sind landesbezogen relevante Quellen und Veröffentlichungen zum Thema Radonexposition am Arbeitsplatz aufgeführt.

Bulgarien

- Ivanova, K., Stojanovska, Z., Tsenova, M., Badulin, V., Kunovska, B.; (2014) Measurement of indoor radon concentration in kindergartens in Sofia, Bulgaria. Radiation Protection Dosimetry 162 (1-2), 163-166
- D. Vuchkov, K. Ivanova, Z. Stojanovska, B. Kunovska, V. Badulin; (2013) Radon measurement in schools and kindergartens (Kremikovtsi municipality) Bulgaria. Romanian Journal of Physics, 58 (S), S328-S335. ISSN 1221-146X,
- V. Badulin, K.Ivanova, B.Kunovska; Effectivness of radon remediation method in kindergartens and schools (Kremikovski district). Proceedings SEERAS.ISSN 978-86-6125-101-6, 2014.

Finnland

- STUK-B 202 Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta.Vuosiraportti 2015. This the annual supervision report where supervision of radon at work places is included (pp. 23–24). English translation will be published soon.
- M.K. Annanmäki, (1995) “Radon at workplaces other than mines and underground excavations” Environment International Vol. 22
- Korhonen (2000)“Survey and mitigation of occupational exposure of radon in workplaces”
- Korhonen (2001)“Indoor radon concentrations caused by construction materials in 23 workplaces”

Griechenland

- Clouvas, A., Xanthos, S. and Antonopoulos-Domis, M. Pilot study of indoor radon in Greek workplaces. Radiat. Prot. Dosim. 124, 68–74 (2007)
- Clouvas A, Takoudis G, Xanthos S, Potiriadis C and Kolovou M. Indoor radon measurements in areas of northern Greece with relatively high indoor radon concentrations. Radiat. Prot. Dosim. 136(2) 127–131(2009).
- Savidou, Sideris, Zouridakis. Radon in public water supplies in Migdonia basin, central Macedonia, Northern Greece. Health Phys, 80:170–174, 2001.
- Clouvas (2007) “Pilot study of indoor radon in Greek workplaces”

- Clouvas (2011) "A comparison study between radon concentrations in schools and other workplaces"
- Papachristodoulou (2010) "Exposure to indoor radon and natural gamma radiation in public workplaces in north-western Greece"

Irland

Radiation dose to the Irish population (2014)

<http://www.epa.ie/pubs/reports/radiation/radiationdosebyirishpopulation.html>

- Radon in Irish schools: the results of a national survey J. Radiol. Prot. 26 (2006) 85–96.
- Current status of programmes to measure and reduce radon exposure in Irish workplaces. J. Radiol. Prot. 24 (2004) 121–129;
4. National Radon Control Strategy for Ireland.
<http://www.housing.gov.ie/sites/default/files/migrated-files/en/Publications/Environment/EnvironmentalRadiation/FileDownload%2C35484%2Cen.pdf>

Kanada

Workplaces / public buildings fall under provincial and territorial jurisdiction from a regulations perspective. Some of this research has been done recently by the Canadian Environmental Law Association (CELA) - They published a report that surveys radon testing and remediation requirements and responsibilities across Canada at the federal, provincial and municipal levels of government. The report which includes a review of radon requirements in workplaces and public buildings can be found at <http://www.cela.ca/publications/radon-indoor-air-review-policy-and-law-canada>

- Muller, Wheeler, Gentleman, Suranyi, Kusiak: "Study of mortality of Ontario miners" Proceedings of the International Conference on Occupational Radiation Safety in Mining, Canadian Nuclear Association, Toronto, Canada, 1:335–343, 1984.

Kroatien

- Radolić, Vanja; Miklavčić, Igor; Stanić, Denis; Poje, Marina; Krpan, Ivana; Mužević, Matko; Petrinc, Branko; Vuković, Branko; (2014) Identification and mapping of radon-prone areas in Croatia—preliminary results for Lika-Senj and the southern part of Karlovac Counties. // Radiation protection dosimetry. 162 (1-2); 29-33.
- Matic, Natalija; Miklavčić, Igor; Maldini, Krešimir; Tomas, Damir; Cuculić, Vlado; Cardellini, Carlo; Frančisković-Bilinski, Stanislav. Geochemical and isotopic characteristics of karstic springs in coastal mountains (Southern Croatia). // Journal of geochemical exploration. 132 (2013) ; 90-110

- Paar, Dalibor; Ujević, Magdalena; Bakšić, Darko; Lacković, Damir; Čop, Ana; Radolić, Vanja. Physical and chemical research in Velebita pit (Croatia). // Acta Carsologica, 37/2-3 (2008) 273-278.
- Radolić, Vanja; Vuković, Branko; Stanić, Denis; Katić, Miroslav; Faj, Zdravko; Šuveljak, Božica; Lukačević, Igor; Faj, Dario; Lukić, Marko; Planinić, Josip. National survey of indoor radon levels in Croatia. // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Articles, 269 (2006) 87-90.
- Radolić, Vanja; Vuković, Branko; Šmit, Goran; Stanić, Denis; Planinić, Josip. Radon in the spas of Croatia. // Journal of Environmental Radioactivity, 83 (2005) 191-198.
- Radolić, Vanja; Miklavčić, Igor; Poje, Marina; Stanić, Denis; Vuković, Branko. Radon Levels in Manita Peć Cave (Croatian NP Paklenica) and Assessment of Effective Dose Received by Visitors and Tourist Guides // IRPA13 Full Paper - 13th International Congress of the International Radiation Protection Association / IRPA (ur.). Glasgow : IRPA, 2012. P10, 10.56., 1-10
- Radolić V. Miklavčić I, Poje M, Varga M, Vuković B, 2009. Radon concentration in Đurovića cave (Čilipi, Croatia). Radon in environment, Krakow : The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, 32.
- Radolić V, Miklavčić I, Poje M, Stanić D, Vuković B, Paar D, 2011. Radon concentrations in caves of Croatia - assessing effective radon doses for occupational workers and visitors. Zbornik radova VIII. simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja . Croatian Radiation Protection Society , Zagreb, Croatia , pp.232-237.
- Paar, Dalibor; Bakšić, Darko; Radolić, Vanja; Lacković, Damir; Ujević, Magdalena. Deep pit in Dinaric karst as underground laboratory // 18th International Karstological School "Classical Karst" - Dinaric Karst / Mihevc, A. ; Prelovšek, M. ; Zupan Hajna, N. (ur.). Postojna : Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, 2010. 49-49
- Bajo, Petra; Stroj, Andrej; Paar, Dalibor; Ujević, Magdalena; Bakšić, Darko; Lacković, Damir; Čop, Ana; Radolić, Vanja. Results of exploring the Munižaba cave (Velebit, Croatia) with special reference to measurements of physico-chemical and microclimatic parameters // Abstracts of the 17th International Karstological School "Classical Karst" / Gabrovšek, Franci ; Mihevc, Andrej (ur.). IZRK ZRC SAZU, 2009. 51-51
- Paar, Dalibor; Radolić, Vanja; Lacković, Damir; Buzjak, Nenad; Čop, Ana; Bakšić, Darko. Radon concentration measurements on Mt. Velebit and Mt. Žumberak (Croatia) // 17th International Karstological School "Classical Karst" / Gabrovšek, Franci ; Mihevc, Andrej (ur.). Postojna : IZRK ZRC SAZU, 2009. 78-78

Lettland

- Regulations No 149 and No 660

Litauen

The results of Lithuania radon survey are published in two books published by RSC. Results about radon survey in Lithuania dwellings are published in three leaflets; link in the RSC site is below:

- Radiation Protection Center (2009) „Ar pavojingas radonas? Ką reikėtų žinoti kiekvienam“, publishing house, <http://www.rsc.lt/download.php/fileid/316>
- G.Morkūnas, L.Pilkytė, J.Plyčiuraitienė-Plyčienė, G.Akerblom, B.Clavensjö (2002) „Radonas patalpose. Jo kiekio mažinimo būdai“, <http://www.rsc.lt/download.php/fileid/327>
- Radiation Protection Centre newsletter No. 2 (2008), <http://www.rsc.lt/download.php/fileid/198>

Moldawien

- Vîrlan, S.; Corețchi, L.; Bahnarel, I.; Ursulean, I.; Roșca, A.; Apostol, I. Plăvan, I. Metodologia monitorizării surselor naturale de radon (^{222}Rn) și evaluarea riscului radiologic pentru populația expusă.Ch.: CNSP, 2014. 50 p. ISBN 978-9975-4027-6-7.
- Ursulean, I.; Corețchi, L.; Chiruța, I.U.; Vîrlan, S. Estimation of indoor radon concentrations in the air of residential houses and mines in the Republic of Moldova. Romanian Journal of Physics. 2013, Volume 58, Number Suppl., 291-297. First East European Radon Symposium - FERAS 2012 September 2nd - 5th, 2012, Cluj-Napoca, Romania Proceedings - selected papers. ISSN 1221-146X. JCR [IF 2013 0, 745]
- Corețchi, L.; Furtună, D.; Corețchi, L.; Vîrlan, S.; Cornescu, A.; Bahnarel, I. Efectele medico-biologice ale expunerii la Radon. Sănătate publică, economie și management în medicină. 2011, nr. 2, 24-27. ISSN 1729-8687.
- Corețchi, L.; Vîrlan, S.; Cojocari, A.; Furtună, D.; Bahnarel, I. Monitoringul concentrațiilor de radon pe teritoriul Republicii Moldova. Sănătate publică, economie și management în medicină. 2012, 3 (42), p. 19-23. ISSN 1729-8687.
- Bahnarel, I.; Corețchi, L.; Vîrlan, S.; Furtună, D.; Cojocari, A. Monitoringul concentrațiilor de radon (^{222}Rn) pe teritoriul Republicii Moldova. Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină. 2012, 4 (43), 165-166. ISSN 1729-8687.
- Corețchi, L. Markerii biologici ai radiațiilor ionizante. Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină. 2012, 4 (43), 161-162. ISSN 1729-8687.
- Furtună, D.; Vîrlan, S. Date sumare privind controlul calității instalațiilor de radiodiagnostic. Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină. 2012, 4 (43), p. 166. ISSN 1729-8687.
- Vîrlan. Sursele Naturale de Radiații Ionizante și Expunerea Populației Republicii Moldova Riscului Asociat Iradierii. Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină. 2013, 2 (47), 30-35. ISSN 1729-8687.

- Vîrlan. Posibilități moderne de măsurare experimentală a principalelor surse naturale de radiații ionizante. Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină. 2015, 2 (59), 25 – 30. ISSN 1729-8687.
- Corețchi, L.; Bahnarel, I.; Apostol, I.; Vîrlan, S. Probleme Actuale Și Tehnologii De Reducere A Impactului Negativ Al Concentrațiilor Avansate De Radon (^{222}Rn) În Mediul Ambiant. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. 2012, 4 (36), 181-186. ISSN 1857-0011.
- Roșca, A.; Corețchi, L.; Bahnarel, I.; Apostol, I.; Vîrlan, S.; Ursulean, I. Aspectele implementării programelor de asigurare a calității și a controlului calității în activitatea Radiodiagnosticului medical din Republica Moldova. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Științe medicale. 2013, 5 (41), 184-189. ISSN 1857-0011
- Corețchi, L.; Bahnarel, I.; Vîrlan, S.; Furtună, D.; Cornescu, A.; Ursulean, I.; Streil, T.. Assessment of geological influence on radon concentration in the Republic of Moldova. In: First East European Radon Symposium. Scientific Programme and Book of Abstracts, Cluj-Napoca, România, September 2-5, 2012, p. 50.
- Ursulean, I.; Corețchi, L.; Chiruța, I.U.; Vîrlan, S. Estimation of indoor radon concentrations in the air of residential houses and mines in the Republic of Moldova. In: First East European Radon Symposium. Scientific Programme and Book of Abstracts, Cluj-Napoca, România, September 2-5, 2012, p. 36.
- Corețchi, L.; Bahnarel, I.; Vîrlan, S.; Apostol, I.; Ursulean, I.; Roșca, A.; Streil, T.. Assessment of radon concentration in the Republic of Moldova. In: Book of abstract. The 6 th Annual International Conference on Sustainable Development Through Nuclear Research and Education, May 22-24, 2013 Pitești, România, Institute for Nuclear Research, p. 67.
- Vîrlan, S.; Corețchi, L.; Roșca, A.; Bahnarel, I.; Apostol, I., Streil, T. Assessment of Radon concentration in the Republic of Moldova. In: Individual monitoring and environmental dosimetry – as important components of the radiation protection culture. Conferința Națională a Societății Române de Radioprotecție, 13 noiembrie, 2013, p. 59.
- Corețchi, L.; Vîrlan, S. Estimation of indoor radon concentrations in the Republic of Moldova. In: IRPA Congress, 2014, Geneva, Elveția, 2014, p. 78-79. ISBN: 978-973-1795-60-7.
- Corețchi, L.; Bahnarel, I.; Roșca, A.; Ursulean, I.; Plăvan, I.; Vîrlan, S.; Capățâna, A.; Coban, E. Implementarea în Republica Moldova a cerințelor Directivei 2013/59/EURATOM referitor la concentrațiile de Radon din interior. În: Conferința Națională, Actualități în Radioprotecție: Directiva Consiliului Europei Nr.2013/59/Euratom, București-Otopeni, 2014, p. 68-69. ISBN: 978-973-1795-60-7.
- Vîrlan, S. Estimarea stării de sănătate a angajaților SA „MACON” în relație cu factorii mediului ocupațional. In: International Conference of Young Researchers. 2011, p. 31. ISBN 978-9975-4224-7-5.

- Hotărârea Guvernului Nr.632 din 24.08.2011 „Cu privire la aprobarea Regulamentului sanitar privind radioprotecția și securitatea radiologică în practicile de radioterapie”. Monitorul Oficial nr.147 din 06.09.11.
- Vîrlan, S. Teza de licență: "Estimarea stării de sănătate a angajaților SA „Macon” în relație cu factorii mediului ocupațional".

Norwegen

The Directorate of the Norwegian Labour Inspection Authority has published a guidance in Norwegian: Veiledning om stråling fra radon på arbeidsplassen (<http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download2.php?tid=231661>), revised version 2014 and references therein.

- The Norwegian Radiation Protection Authority published in 2015 a standard measurement protocol for indoor radon in schools and kindergartens, only available in Norwegian: <http://www.nrpa.no/filer/e70afdac3d.pdf>

Polen

- S.Chałupnik, J.Skowronek, J.Lebecka, K.Skubacz, M.Wysocka, B.Michalik, 2002, System of radiation hazard monitoring and control in the coal mines of Poland, Journal of Mining Science, Vol. 38, No.6, 2002, p.587-595
- Skubacz K., Michalik B., Wysocka M., 2011, Occupational radiation risk caused by NORM in coal mining industry, Radioprotection, vol.46, no 6(2011) S669-S674
- Michalik B., Skubacz K., Chałupnik S., Wysocka M., Krajewski P., 2013, Zasady Kontroli zagrożenia radiacyjnego w kopalniach, The principles of controlling radiation hazards in underground coal mines, Wiadomości Górnicze, 1/2013, pp 28-32. In Polish.

Portugal

There is a recent Ph.D. thesis relative to the exposure of workers to radon in thermal spas (in Portuguese).

Rumänien

- Cosma C., Cucos (Dinu) A., Dicu T. (2013). Preliminary results regarding the first map of residential radon in some regions in Romania. Radiation Protection Dosimetry, 155 (3), 343-350.
- Cucos (Dinu) A., Călugăr M., Burghel B., Dumitru O., Cosma C., Onac B., (2016). Radon levels in Romanian caves: an occupational exposure survey, in Environmental Geochemistry and Health, accepted in press, 2016.

- Cucos (Dinu), A., Cosma, C., Dicu, T., Begy, R., Moldovan, M., Papp, B., Niță, D., Burghel, B., Sainz, C. (2012). Thorough investigations on indoor radon in Băița radon-prone area (Romania). *Science of the Total Environment*, 431, 78—83.
- Bican-Brișan, N., Cucos Dinu, A., Petrea, D., Mera, O. (2013). Monitoring of radon levels in some touristic underground environments from Romania. *Carpathian Journal of Earth And Environmental Sciences*, 8 (3), 67-74.
- Bican-Brișan, N., Cosma, C., Cucos, A., Burghel, B., Papp, B., Constantin, S., Moldovan, M., Gifu, S. (2016). Use of CR-39 solid state nuclear track detectors in assessment of the radon exposure in two limestone caves in Romania. *Romanian Journal of Physics*, 61 (5-6), in press.
- Szacsvai, K., Cosma, C., Cucos, A., (2013). Indoor radon exposure in Cluj-Napoca city, Romania. *Romanian Journal of Physics*, 58 (Supplement), 273-279.

Spanien

- Instruction IS-33, December 21, 2011, of the Nuclear Safety Council, on radiological criteria for protection against exposure to natural radiation. Sect III Jan 26, 2012. Available at: <https://www.boe.es/boe/dias/2012/01/26/pdfs/BOE-A-2012-1238.pdf>
- Royal Decree 1439/2010, November 5, approving the Regulation on health protection against ionizing radiation, approved by Royal Decree 783/2001, of July 6th changes. General disposition. November 18, 2010. Available at: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/11/18/pdfs/BOE-A-2010-17709.pdf>
- Sanchez (2007) "Radon in workplaces in Extremadura (Spain)"

Tschechische Republik

- Methodology of measurement of radon workplaces is available on <http://www.sujb.cz/dokumenty-a-publikace/publikace-sujb/>, but only in Czech version.

Ukraine

- T.A. Pavlenko, I.P. Los Indoor 222Rn levels and irradiation doses on the territory of Ukraine// *Radiation Measurements* – Vol. 25 - N 1-4 - P. 595-600
- T.A. Pavlenko, I.P. Los, N.V. Aksenov Exposure Doses due to Indoor Rn-222 in Ukraine and Basic Directions for Their Decrease// *Radiation Measurements* - Vol. 28 - N 1-6 – 1997 - P. 733-738.
- Т.О. Павленко Рівні радону в повітрі будинків України/ Довкілля та здоров'я – № 2 – 2007 – С. 22-25
- Т.О. Павленко, М.В. Аксьонов, М.А. Фризюк Будівельні матеріали як джерело дозопромінення населення України/ Вестник гигиены и эпидемиологии – 2007 - Т.11 - №1 – Стр.94-96

- Т Павленко Контроль радона в воздухе жилых помещений // СЭС профилактическая медицина - № 5 – 2007 – С. 28-31.
- Т.А. Павленко, И.П. Лось Существующие дозы облучения населения Украины/ Ядерная радиационная безопасность – 2009 - № 1 – стр.18 – 22
- T. Pavlenko The Ukrainian pilot project “Stop radon” / O. German, M. Frizyuk, N. Akse-
nov, A. Operchyuk// Nuclear Technology and Radiation Protection (2014), Vol. 29, No.
2, pp. 142–148
- Thirty years of Chernobyl catastrophe: radiological and health effects: National Report of
Ukraine. – Kyiv, 2016. - 172 p. (chapter 1.7, The doses from naturally occurring radio-
nuclides in the population of RCT in the remote period after the accident, P. 30-35)
- program “STOP RADON”: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1451-3994/2014/1451-39941402142P.pdf>

Ungarn

- Kávási, N., Kovács, T., Németh, C., Szabó, T., Gorjánác, Z., Várhegyi, A., Somlai, J.
(2015) Difficulties in radon measurements at workplaces. Radiation Measurements,
41(2), 229-234. DOI: 10.1016/j.radmeas.2005.02.001
- Győrfi, T. & Csige, I. (2011:)Effect of atmospheric pressure variations on the ²²²Rn ac-
tivity concentration in the air of a wine cellar, J Radioanal Nucl Chem 288: 229.
doi:10.1007/s10967-010-0947-0
- Loomis: “Radon concentrations and exposure levels in Hungarian caves” Health Phys,
71(3): 362–369, 1996.
- Szerbin, Koteles, Stur. „Radon concentrations in Rudas thermal bath”, Budapest. Radiat
Prot Dosim, 56(1-4): 319–322, 1994.
- Nemeth (2005) “Inaccuracies in assessing radon doses from radon in workplaces”

Weißrussland

- State report on the Sanitary and Epidemiological Welfare of People.
http://minzdrav.gov.by/ru/static/acts/tehnicheskije/teksty/radiac_gigiena

Ergänzend sind nachfolgend landesbezogen weitere Literaturangaben zu diesem Thema aufgelistet, die aus Ländern stammen, die im Rahmen der Befragung nicht erfasst wurden.

Großbritannien

- Henshaw, Perryman, Jeitch, Allen, Camplin. “Radon in domestic water supplies in the
UK”. Radiat Prot Dosim, 46(4):285–290, 1993.

- Gooding, Dixon: "Radon in UK Workplaces - Evaluation and significance of radon exposures in British workplace buildings"
- Public Health England (PHE) (2016) „Radon in Workplace Basements - an analysis of PHE measurement results and recommendations on when to test"
- Dixon (1996) "Evaluation and significance of radon exposure in British workplace buildings"

Indien

- Ramachandran, Sahoo (2009) "Thoron (^{220}Rn) in the indoor environment and work places". Indian Journal of Physics Nr. 83

Italien

- Azimi (1992) "Short-Term Radon Measurements in the Workplace"
- Bucci (2011) "Radon in workplaces – first results of an extensive survey and comparison with radon in homes"
- Carelli (2009) "A national survey on radon concentration in underground inspection rooms and in buildings of a telephone company – methods and first results"

Japan

- Iyogi (2003) "Radon concentration in indoor occupational environments in Aomori Prefecture, Japan"
- Oikawa (2006) "A survey of indoor workplace radon concentration in Japan"

Mexiko

- Espinosa (2009) "Nationwide survey of radon levels in indoor workplaces in Mexico using Nuclear Track Methodology"

Pakistan

- Rahman (2009) "Assessment of the dose received by students and staff in schools in the Rawalpindi region of Pakistan due to indoor radon"
- Rahman (2010) "Radon measurement studies in workplace buildings of the Rawalpindi region and Islamabad Capital area, Pakistan"

Slowenien

- Kobal, Fedina: "Radiation doses at the Radenci health resort" Radiat Prot Dosim. 20(4):257–259, 1987.

- Kobal, Renier: „Radioactivity of the Atomic Spa at Podcetrtek, Slovenia, Yugoslavia” Health Phys, 53(3): 307–310, 1987.
- Kobal, Ancik, Skofljanec: „Variation of ²²²Rn air concentration in Postojna cave” Radiat Prot Dosim, 25(3): 207–211, 1988.
- Vaupotic (2006) “Radon survey and exposure assessment in hospitals”

USA

- Lubin, Boice, Edling, Hornung, Howe, Kunz, Kusiak: “Radon and lung cancer risk: A joint analysis of 11 underground miners studies” US National Institutes of Health. NIH publication No. 94-3644, 1994.
- Lubin, Boice, Edling, Hornung, Howe, Kunz, Kusiak, Morrison, Radford, Samet et al.: “Lung cancer in radon-exposed miners and estimation of risk from indoor exposure” J Natl Cancer Inst, 87(11):817–827, 1995.
- Loomis. The relationship between water-system size and Rn-222 concentration in North Carolina public water supplies. Health Phys, 48(5):671–694, 1985.
- Prichard, Gesell. „Radon-222 in municipal water supplies in the central United States”. Health Phys, 45(5):991–993, 1983.
- Whicker (2009) “Work to save dose – contrasting effective dose rates from radon exposure in workplaces and residences against the backdrop of public and occupational regulatory limits”

International

- Darby, Whitley, Howe, Hutchings, Kusiak, Lubin, Morrison, Tirmarche, Tomasek, Radford et al.: “Radon and cancers other than lung cancer in underground miners: a collaborative analysis of 11 studies” J Natl Cancer Inst, 87(5):378–384, 1995.
- Fisher, Fuortes, Field. Occupational exposure of water-plant operators to high concentrations of radon-222 gas. J Occup Environ Med, 38(8):759–764, Aug 1996.
- Mulloy, James, Mohs, Kornfeld: „Lung cancer in a non-smoking underground uranium miner” Environ Health Perspect, 109(3):305–309, 2001.
- Lopez (2004) “Workplace monitoring for exposures to radon and to other natural sources in Europe – integration of monitoring for internal and external exposures”
- Strahlenschutzkommission (1997) “Radiation Exposure at Working Places by Natural Radionuclides”

3 Arbeitsplätze in Deutschland

3.1 Allgemeines

Ziel des Vorhabens war es, eine möglichst vollständige und belastbare Datengrundlage über die **Zahl und räumliche Verteilung von Arbeitsplätzen** in Deutschland zu erstellen.

Diese Daten sollen als Basis für Folgekostenabschätzungen bei der Umsetzung der Euratom-Grundnorm in deutsches Recht dienen, da hierbei u.a. die Ausweisung sogenannter „Radongebiete“ erfolgen soll, in denen Messpflichten an bestimmten Arbeitsplätzen bestehen werden.

Daraus ergibt sich automatisch die Notwendigkeit eines eindeutigen räumlichen Bezugs der Daten. Dieser soll eine problemlose Weiterverarbeitung der Daten, beispielsweise in einem Geographischen Informationssystem (GIS), ermöglichen. Als Sonderfall können für eine mögliche Radonbelastung spezifische Aspekte (z.B.: Bauweise, Nutzung) eine Rolle spielen, unabhängig von einem räumlichen Bezug (s. Kap. 4).

Spricht man in Deutschland von Arbeitsplätzen i.w.S., so liefert hierfür die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV 2004) entsprechende Definitionen. Diese dient der „Sicherheit und dem Gesundheitsschutz von Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten“ (§ 1 (1)). In § 1 (2) sind Ausnahmen für den Geltungsbereich genannt. Die Verordnung gilt nicht für „Arbeitsstätten in Betrieben, die dem Bundesberggesetz unterliegen“, „im Reisegewerbe und Marktverkehr“, „in Transportmitteln, sofern diese im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden“ und „für Felder, Wälder und sonstige Flächen, die zu einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb gehören, aber außerhalb seiner bebauten Fläche liegen.“.

Die Definition von **Arbeitsplatz** im Sinne des Forschungsvorhabens sollte entsprechend § 2 (2) erfolgen. Demnach handelt es sich bei Arbeitsplätzen um „Bereiche von Arbeitsstätten, in denen sich Beschäftigte bei der von ihnen auszuübenden Tätigkeit regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nicht nur kurzfristig aufhalten müssen“.

Nach § 2 (1) sind **Arbeitsstätten** „Orte in Gebäuden oder im Freien, die sich auf dem Gelände eines Betriebes oder einer Baustelle befinden und die zur Nutzung für Arbeitsplätze vorgesehen sind“ sowie „andere Orte in Gebäuden oder im Freien, die sich auf dem Gelände eines Betriebes oder einer Baustelle befinden und zu denen Beschäftigte im Rahmen ihrer Arbeit Zugang haben.“. Laut § 2 (4) gehören zu einer Arbeitsstätte auch Verkehrswege, Fluchtwege, Notausgänge, Lager-, Maschinen- und Nebenräume, Sanitärräume (Umkleide-, Wasch- und Toilettenräume), Pausen- und Bereitschaftsräume, Erste-Hilfe-Räume und Unterkünfte.

Arbeitsräume schließlich sind nach § 2 (3) „die Räume, in denen Arbeitsplätze innerhalb von Gebäuden dauerhaft eingerichtet sind“.

Konkrete zeitliche Angaben zu Begriffen aus § 2 (2) wie „regelmäßig“, „längeren Zeitraum“, „nicht nur kurzfristig“ oder „dauerhaft“ werden nicht gemacht. In Absprache mit dem Auftrag-

geber sollten für die Abschätzung, wenn möglich, keine „temporären“ Arbeitsplätze (z.B.: Baustellen) betrachtet werden, sondern primär Arbeitsplätze in ortsfesten „Innenräumen“ (Gebäude i.w.S.).

In Deutschland liegt die Erhebung, Vorhaltung, regelmäßige Aktualisierung und Veröffentlichung statistischer Daten primär in der Verantwortung des Statistischen Bundesamts. Angaben zur Anzahl bzw. der räumlichen Verteilung von Arbeitsstätten und/oder Beschäftigten in Deutschland liegen hier aber nicht vor. Es existieren auch keine anderen potenziellen Datenquellen, so dass eine unmittelbare Abfrage dieser Zahlen bei **einer** zentralen Stelle nicht möglich ist.

Aus diesem Grund wurde ein indirekter Ansatz zur Ermittlung der gewünschten Informationen gewählt.

Ausgehend von der Annahme, dass sich an jedem Arbeitsplatz (mindestens) eine Person zum Zwecke der beruflichen Tätigkeit und/oder Ausbildung aufhält, wurde versucht, die **Zahl der „Beschäftigten“ i.w.S.** abzuschätzen und daraus die Zahl der Arbeitsplätze abzuleiten. Die mit diesem Ansatz einhergehenden Unsicherheiten bei der Bewertung werden in Kapitel 3.6 beschrieben.

Die Bezeichnung „Beschäftigte/r“ wird in diesem Bericht lediglich als vereinfachende Beschreibung für den Personenkreis verwendet, der sich am Arbeitsplatz aufhält. Sie entspricht keiner rechtlichen o.a. Definition, wie sie beispielsweise das Statistische Bundesamt, die Bundesagentur für Arbeit, Sozialversicherungsträger und andere Stellen verwenden, die sich mit Fragen des Arbeitsmarktes und der Beschäftigung i.w.S. beschäftigen. Verwendete Begriffe wie sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Erwerbstätige u.a. beziehen sich stets auf einen jeweils exakt definierten Personenkreis, der spezifische, aber möglicherweise unterschiedliche Anforderungen erfüllen muss. Darauf bezogenes Zahlenmaterial ist daher auch nicht ohne Weiteres miteinander vergleichbar (s.u.).

Diese Vorgehensweise stellt einen gangbaren Weg und damit einen pragmatischen Ansatz dar. Aber auch für die Zahl und räumliche Verteilung der Beschäftigten existiert kein umfassender Datensatz für Deutschland. Es müssen verschiedene Datenquellen herangezogen werden.

3.2 Personengruppen und Datenquellen

Im Vorfeld der Datenerhebung war zu klären, welche **Personengruppen** existieren, deren Beschäftigtenzahl erfasst werden muss. Hierzu zählen:

- (abhängig) Beschäftigte,
- geringfügig Beschäftigte,
- Beamte/Richter,
- Soldaten,
- Auszubildende,
- Selbständige (z.B.: Freiberufler, Handwerker, Gewerbetreibende),
- sonstige Personengruppen wie mithelfende Familienangehörige, nicht sozialversicherungspflichtige Gesellschafter in GmbHs u.ä..

In einem weiteren Schritt war zu klären, aus welchen potenziellen **Datenquellen** die Informationen über die o.g. Personengruppen bezogen werden können. Hier seien genannt:

- Bundesagentur für Arbeit (BA): sozialversicherungspflichtig Beschäftigte sowie geringfügig und kurzfristig Beschäftigte
- Statistisches Bundesamt (Destatis): GENESIS-Online-Datenbank, Regionaldatenbank, ggf. auch statistische Landesämter
- Mikrozensus (bildet oftmals Basis für Destatis-Daten)
- Institut für Freie Berufe (Nürnberg)
- Register bzw. Kammerdaten von Freien Berufen, z.B. Ärzte, Rechtsanwälte, Architekten
- Berufsgenossenschaften
- (öffentlich zugängliche) Unternehmensregister
- Firmendatenbanken, Adressverlage

Anmerkung:

Eine potenzielle Datenquelle stellen Finanzverwaltungen dar. Aus den deutschlandweit vorliegenden Daten zur Einkommensteuerstatistik wären u.a. Beschäftigtenzahlen abzuleiten. Aus datenschutzrechtlichen Gründen sind diese Informationen für das Vorhaben nicht zugänglich. Zudem erfolgt die Zuordnung nach dem Wohnortprinzip. Weil Wohnort und Arbeitsplatz aber nicht übereinstimmen müssen, gäbe es bei der regionalen Zuordnung hier auch entsprechende Unsicherheiten.

Zielgerichtete Anfragen bei den o.g. Quellen zeigten, dass der Datenbestand sowohl bezüglich der zeitlichen als auch der räumlichen Zuordnung sehr heterogen ist. Je nach Quelle umfasst er auch sehr unterschiedlich große Fallzahlen. Des Weiteren bestehen große Unterschiede bei der Zugänglichkeit der Daten. Diese reichen von einer einfachen Abfrage im Internet bis zu einer manuellen und zeitaufwändigen Zusammenstellung auf gesonderte Anfrage.

Mit dieser Ausgangslage wurden in Zusammenarbeit mit dem Auftragnehmer folgende Kriterien für eine Datenbeschaffung definiert:

1. Daten sollen zeitlich möglichst aktuell sein und vorzugsweise einem möglichst kurzen Aktualisierungszyklus unterliegen, um den Datenstand auch zukünftig mit vertretbarem Aufwand auf den neuesten Stand zu bringen.
2. Daten sollen eine möglichst feine Raumauflösung besitzen, wenn möglich heruntergebrochen auf Gemeindeebene.
3. Bei der Datenbeschaffung soll zwischen (zeitlichem) Aufwand und der daraus resultierenden Datenvolumen abgewogen werden.

Mit diesen Prämissen sollte entschieden werden, welcher Datenbestand als Ausgangsbasis für das Forschungsvorhaben am besten geeignet sind. Große Datensätze liegen beim Statistischen Bundesamt und der Bundesagentur für Arbeit vor. Beide bilden einen großen Teil der in Deutschland Beschäftigten ab. Ihnen gemeinsam ist aber auch, dass sie keine **vollständige** Erhebung des deutschlandweiten Beschäftigtenstandes darstellen, wie für das Vorhaben gewünscht. Daten aus anderen Quellen sind zumeist räumlich mehr oder weniger stark aggregiert (z.B.: Bundesland) und/oder werden mit erheblichem Zeitverzug (z.T. > 2 Jahre) zum Bezugsdatum veröffentlicht. Sie können für die Zwecke des Vorhabens also nur bedingt verwendet werden.

Nachfolgend werden einige grundlegende Unterschiede zwischen den Datensätzen von Destatis und BA aufgezeigt, die auf der Art der Erhebung und den Umfang des damit erfassten Personenkreises beruhen.

Die Daten des **Statistischen Bundesamts** (nachfolgend als **Destatis** bezeichnet) basieren auf dem Erwerbskonzept der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO; Labour-Force-Konzept). Hierbei handelt es sich um stichprobenartige Erhebungen mittels Befragungen im Rahmen des Mikrozensus.

Es werden alle Personen erfasst, die eine auf wirtschaftlichen Erwerb gerichtete Tätigkeit ausüben (**Erwerbstätige**). Darunter fällt jegliche Tätigkeit ab 1 Stunde, die im jeweils einwöchigen Berichtszeitraum durchgeführt wurde. Bei dieser Erhebung wird jede Person **nur einmal** mit ihrer Haupterwerbstätigkeit erfasst. Im Einzelnen fallen hierunter folgende Personengruppen: sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, geringfügig Beschäftigte, Beamte/Richter, Soldaten, Selbständige und mithelfende Familienangehörige. Die räumliche Zuordnung der Daten ist in der Regel bis auf (Land)Kreisebene möglich. Aufgrund der „Verarbeitungsdauer“ sind zur Zeit die aktuellsten Daten aus 2014/2015.

Die **Bundesagentur für Arbeit** (nachfolgend als **BA** bezeichnet) erhebt die Zahl der abhängig Beschäftigten durch Vollerhebungen. Basis ist das Meldeverfahren der Arbeitgeber zur Sozialversicherung, d.h. hier werden **sozialversicherungspflichtig Beschäftigte** erfasst. Diese Registrierungen sind über den Meldesitz des Arbeitgebers mit einer räumlichen Zuordnung (hinunter bis zur Gemeindeebene) verknüpft. Darin enthalten sind die Midijobs (Einkommen zwischen 450 und 850 EUR/Monat), die geringfügig Beschäftigten („Minijobs“: Einkommen < 450 EUR/ Monat) und kurzfristig Beschäftigte (< 50 Arbeitstage/Jahr). Bei diesen Gruppen wird unterschieden, ob es sich bei der Beschäftigung um die einzige Beschäftigung der Person handelt oder ob es sich um eine zusätzliche Beschäftigung (Nebenjob) handelt. In letzterem Fall wird dieselbe Person, die mehrere Beschäftigungsverhältnisse eingegangen ist, mehrfach erfasst. In dieser Zählung **nicht erfasst** sind nicht-sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Hierzu gehören beispielsweise Selbständige, Beamte und Richter, Soldaten, Wehr- und Zivildienstleistende oder mithelfende Familienangehörige. Der Datenstand wird für die Bewertung der Situation am Arbeitsmarkt in kurzen Zeitintervallen (idR monatlich) aktualisiert und in gemeindebezogener Darstellung einmal jährlich veröffentlicht.

Weil die Zahl der **sozialversicherungspflichtig Beschäftigten** in Deutschland die weitaus größte Anzahl des interessierenden Personenkreises abdeckt und die Daten der BA im Vergleich zu den Destatis-Daten aktueller und einer schnelleren Aktualisierung unterliegen sowie den gewünschten Raumbezug (auf Gemeindeebene) besitzen, wurden letztendlich sie als Ausgangsbasis für das Forschungsvorhaben genutzt. Die Daten für die bei der BA nicht erfassten Personengruppen (s.o.) mussten aus anderen Quellen bezogen werden (s.u.).

Daten zu den Beschäftigten im öffentlichen Dienst, u.a. unterschieden nach Arbeitnehmern und (zusammengefasst) nach Beamten und Richtern, liegen bei Destatis vor. Erstere sind aufgrund ihrer sozialversicherungspflichtigen Tätigkeit bereits in den Zahlen der BA enthalten, so dass für das Forschungsvorhaben die Zahlen der **Beamten und Richter** interessieren. In beiden Gruppen wird zwischen Vollzeit- und Teilzeitbeschäftigten unterschieden. Für das Forschungsvorhaben wurden diese beiden Datensätze addiert.

Für **Selbständige** (z.B.: Freiberufler, Handwerker, Gewerbetreibende) liegen Deutschlandweite und räumlich (fein) aufgelöste Daten nur in Ausnahmefällen (z.B.: Ärzte, Handwerker) vor. Zumeist existieren lediglich deutschland- oder bundeslandbezogene aggregierte Daten, die sich aufgrund der unzureichenden räumlichen Aufgliederung mit den BA-Daten nicht verknüpfen lassen.

3.3 Bezugsgröße der Beschäftigtenzahl

Wie beschrieben, muss die Zahl der Beschäftigten aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellt werden, wobei voraussichtlich nicht für alle Personengruppen Informationen in der benötigten Form vorhanden sein werden. Zur Abschätzung der Vollständigkeit des zusammengestellten Datensatzes wird als Bezugsgröße die Gesamtzahl aller Beschäftigten in Deutschland als „Sollwert“ benötigt. Mit diesem wird der „Istwert“, d.h. die Summe der im Vorhaben erfassten Beschäftigten, verglichen.

Die BA liefert Angaben zu einer Gesamtbeschäftigtenzahl über die Berechnung der Arbeitslosenquote, in die als Bezugsgröße eben diese Gesamtbeschäftigtenzahl eingeht.

Die Zahl der Erwerbspersonen bzw. die Bezugsgrößen für die Berechnung der Arbeitslosenquoten werden einmal jährlich aktualisiert (aktuell: Mai 2016). Die Informationen liegen wohnortbezogen mit dem entsprechenden Gemeindegebietsstand vor. Die Bezugsgrößen dienen ausschließlich der Berechnung der Arbeitslosenquote und basieren auf verschiedenen Statistiken mit Daten überwiegend aus 2015. Einzelheiten hierzu sind einem Methodenbericht der BA (Arbeitslosenstatistik: Erweiterung der Berichterstattung über Arbeitslosenquoten) zu entnehmen.

In Tabelle 4 sind die Zahlen für Mai 2016 aufgelistet.

	Personengruppe	BZG 2016	Bemerkungen
1	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	30298335	bei BA erfasst
2	ausschließlich geringfügig Beschäftigte	4682680	bei BA erfasst
3	Personen in AGH (Mehraufwandsvariante)	95225	„1 EURO-Jobber“
4	Beamte	1863338	
5	Auspendelnde Grenzarbeitnehmer	153117	im Ausland arbeitend
6	Arbeitslose	2711187	
7	abhängige zivile Erwerbspersonen	39803882	
8	Selbständige und mithelfende Familienangehörige	4368853	
9	alle zivilen Erwerbspersonen	44172735	
10	alle zivilen Erwerbspersonen abzgl. Arbeitslose	41461548	„Bezugsgröße“

Tab. 4: Abschätzung der Erwerbspersonen für die Berechnung der Arbeitslosenquote (BGZ 2016)

Folgende Anmerkungen sind zu den Personengruppen bzgl. deren Stellung im Beruf, d.h. der Tätigkeit zum Zeitpunkt der Erhebung, zu machen: Spalte 1 beinhaltet Angestellte, Arbeiter, Auszubildende sowie Grundwehr- und Zivildienstleistende. In Spalte 4 sind Personen in einem öffentlich-rechtlichen Dienstverhältnis des Bundes, der Länder, der Gemeinden oder sonstiger Körperschaften des öffentlichen Rechts (einschließlich der Beamtenanwärter und der Beamten im Vorbereitungsdienst) sowie Richter erfasst. Zu dieser Gruppe zählen auch alle Soldaten. Spalte 8 umfasst Selbstständige, d.h. Personen, die in keinem abhängigen Beschäftigungsverhältnis stehen, ohne oder mit (eigenen) abhängig Beschäftigten, die ihrerseits ein Arbeitsentgelt erhalten. Hinzu kommen mithelfende Familienangehörige, die regelmäßig und überwiegend in einem landwirtschaftlichen oder nichtlandwirtschaftlichen Betrieb, der von einem Familienmitglied als Selbstständiger geleitet wird, mithelfen, ohne dass sie hierfür Lohn oder Gehalt erhalten und ohne dass für sie Pflichtbeiträge zur gesetzlichen Rentenversicherung gezahlt werden.

Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass in Tabelle 4 Personen in sogenannter Unterbeschäftigung nicht enthalten sind. Hierbei handelt es sich um Personen, die nicht als arbeitslos im Sinne des Sozialgesetzbuches gelten, weil sie Teilnehmer an einer Maßnahme der Arbeitsförderung oder in einem arbeitsmarktbedingten Sonderstatus sind. Aus der o.g. Dokumentation „Bezugsgröße 2016“ der BA lässt sich für diesen Zeitraum eine Zahl von ca. 750 000 Personen ableiten.

Die Zahl von ca. **41,5 Mio. ziviler Erwerbspersonen** (ohne Arbeitslose) wird als „Sollwert“ für die Abschätzung der Vollständigkeit des Datensatzes verwendet (s. Kap. 3.5).

3.4 Datenzusammenstellung

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Datenquellen beschrieben, aus denen die Daten für das Vorhaben bezogen wurden.

Daten der **BA** können auf deren Internetseite (*Statistik nach Themen >>> Beschäftigung >>> Beschäftigte*) abgerufen und als Excel-Dateien heruntergeladen werden, unterschieden nach Stichtagen (Abb. 5).

The screenshot shows the website of the Bundesagentur für Arbeit (BA) under the 'Statistik' (Statistics) section. The main navigation bar includes 'Startseite', 'Kontakt', 'Über uns', 'arbeitsagentur.de', and a search bar. Below the navigation bar, there's a banner with the text 'IMMER AUF DEM LAUFENDEN SEIN: DAS BRINGT MICH WEITER!'. The main content area is titled 'Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte (Minijobber)'. On the left, there's a sidebar with a tree view of statistics categories, with 'Beschäftigte' (Employed) selected. The main content area lists several data categories, each with a dropdown menu for selection and a 'Suchen' (Search) button. The categories are: 'Beschäftigung nach Ländern in wirtschaftsfachlicher Gliederung - Deutschland' (dropdown: November 2016), 'Beschäftigungsquoten – Deutschland, Länder, Kreise, Regionen der Agenturen für Arbeit' (dropdown: Dezember 2015), 'Länderreport über Beschäftigte - Deutschland, Länder' (dropdown: Juni 2016), 'Regionalreport über Beschäftigte - Kreise und kreisfreie Städte, Regionen der Agenturen für Arbeit' (dropdown: Juni 2016), 'Beschäftigung nach Staatsangehörigkeiten - Deutschland, Länder, Kreise' (dropdown: Juni 2016), 'Aktuelle Eckwerte der sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigten (Zeitreihe) - SGB II-Trägergebiete (Arbeitsort)' (dropdown: Juni 2016), 'Aktuelle Eckwerte der sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigten (Zeitreihe) - SGB II-Trägergebiete (Wohnort)' (dropdown: Juni 2016), 'Beschäftigte nach Berufen (Klassifikation der Berufe 2010) - Deutschland, Länder' (dropdown: Juni 2016), 'Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen - Deutschland, Länder' (dropdown: Juni 2016), and 'Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach ausgewählten Merkmalen in den Kreisen und kreisfreien Städten - Deutschland' (dropdown: Juni 2016).

Abb. 5: Internetseite der BA: Informationen zu sozialversicherungspflichtig Beschäftigten

Im Einzelnen wurden Daten zu den **sozialversicherungspflichtig Beschäftigten** (Gemeindedaten Deutschland, Stichtag: **30.06.2016**; Abb. 6 links) genutzt, konkret die Angaben zum Arbeitsort (Spalte 9). Analog dazu wurden die Daten zu den **geringfügig entlohnnten Beschäftigten** (nach Arbeits- und Wohnort Juni 2016; Abb. 6 rechts) zum selben Stichtag verwendet. Hier waren es konkret die Angaben zu den ausschließlich geringfügig Beschäftigten am Arbeitsort .

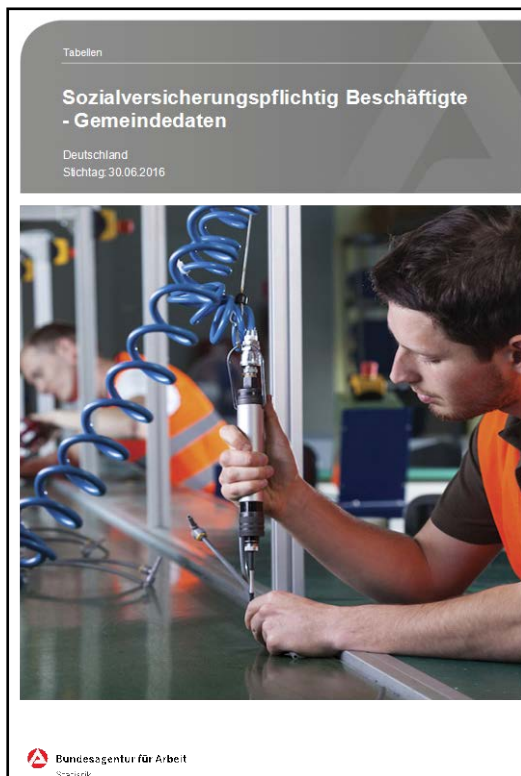


Abb. 6: Veröffentlichungen der BA mit Daten zu sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und geringfügig Beschäftigten

Die Abbildungen 7 und 8 enthalten einen Auszug aus den o.g. Dateien; einige Spalten und Zeilen sind in den Abbildungen aus Gründen der Übersichtlichkeit ausgeblendet. Der eindeutige Raumbezug ist durch die 8-stellige Schlüsselnummer (linke Spalte, orange markiert) gegeben. Insgesamt sind ca. 11 000 Gemeinden aufgelistet. Der Gebietsstand entspricht dem o.g. Stichtag **30.6.2016**.

Hinweis:

Weil die o.g. BA-Tabelle der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten als Grundlage für die Zusammenstellung der Daten verwendet wurde und sich auf den Gemeindegebietsstand 30.6.2016 bezieht, wurden auch alle anderen Daten auf den Gemeindegebietsstand dieses Stichtags bezogen. Bei Datensätzen mit älteren Stichtagen kann dies dazu führen, dass nicht alle Daten übernommen wurden, weil es zwischenzeitlich zu Gebietsreformen gekommen sein kann, in deren Zuge beispielsweise Gemeinden zusammengelegt wurden.

Prinzipiell sind die Änderungen der Gebietsstände von Jahr zu Jahr detailliert nachzuhalten. Oftmals sind jedoch nur einige wenige kleine Gemeinden betroffen – und damit auch nur eine entsprechend geringe Anzahl von Beschäftigten. Dies durch entsprechende textliche Bemerkungen in den verwendeten Tabellen kenntlich zu machen, würde deren Lesbarkeit sehr unübersichtlich machen. Darauf wurde verzichtet, unter Inkaufnahme der daraus resultierenden, jedoch geringen Unsicherheiten.

Abbildung 7 zeigt die verwendeten Daten der **sozialversicherungspflichtig Beschäftigten** am jeweiligen **Arbeitsort** (gelb markiert).

 Bundesagentur für Arbeit Statistik								
Gemeindedaten aus der Beschäftigungsstatistik								
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am 30.06.2016 mit Wohnort / Arbeitsort in der vg. Gemeinde								
Schl. Nr.	Gemeinde/Landkreis Regierungsbezirk Land	Wohnort 1	davon / darunter: Spalte 1		Arbeitsort 9	Wohnort gleich Arbeitsort 10	Ein- pendler 1) 11	Aus- 12
			Männer 2	Frauen 3				
01001000	Flensburg, Stadt	29516	15132	14384	41453	19739	21697	9773
01002000	Kiel, Landeshauptstadt	86561	44655	41906	119463	60293	59136	26267
01003000	Lübeck, Hansestadt	76039	39259	36780	92547	52242	40269	23794
01004000	Neumünster, Stadt	27715	14818	12897	37441	16973	20455	10741
01051001	Albersdorf	1102	579	523	1023	237	786	865
01051002	Arkebek	76	42	34	13	4	9	72
01051003	Averlak	220	151	69	80	11	69	209
01051004	Bargenstedt	308	168	140	154	29	125	279
01051005	Barkenholm	67	34	33	*	5	*	62
01051006	Barlt	270	151	119	70	22	48	248
16077047	Thonhausen	203	106	97	204	45	159	158
16077048	Treben	435	240	195	249	49	197	386
16077049	Vollmershain	144	70	74	43	17	26	127
16077051	Wildenbörten	116	66	50	46	11	35	105
16077052	Windischleuba	802	414	388	1428	95	1331	707
16077055	Ziegelheim	332	180	152	119	33	86	299

Abb. 7: Auszug aus BA-Datei der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten
(orange: Gemeindeschlüssel als eindeutiges Ordnungskriterium, gelb: für das
Vorhaben verwendete Daten)

Abbildung 8 zeigt die verwendeten Daten der ausschließlich **geringfügig entlohnten Be-**
schäftigten am jeweiligen **Arbeitsort** (gelb markiert).

 Bundesagentur für Arbeit Statistik							
Geringfügig entlohnte Beschäftigte (GeB) nach Arbeits- und Wohnort							
Deutschland nach Kreisen und Gemeinden							
Stichtag 30. Juni 2016							
Schl.Nr.	Gemeinde/Landkreis/ Regierungsbezirk/Land	Arbeitsort			Wohnort		
		Insgesamt	ausschließ- lich GeB	Im Nebenjob GeB	Insgesamt	ausschließ- lich GeB	Im Nebenjob GeB
		1	2	3	4	5	6
01001000	Flensburg, Stadt	10543	7595	2948	9406	6891	2515
01002000	Kiel, Landeshauptstadt	28202	20285	7917	26628	19082	7546
01003000	Lübeck, Hansestadt	19569	13456	6113	18104	12748	5356
01004000	Neumünster, Stadt	8365	5829	2536	7374	5075	2299
01051001	Albersdorf	375	264	111	350	261	89
01051002	Arkebek	8	*	*	24	18	6
01051003	Averlak	109	39	70	84	62	22
01051004	Bargenstedt	75	42	33	95	71	24
01051005	Barkenholm	*	*	*	23	13	10
01051006	Barlt	39	19	20	67	41	26
16077047	Thonhausen	25	18	7	24	17	7
16077048	Treben	50	36	14	50	37	13
16077049	Vollmershain	11	*	*	17	11	6
16077051	Wildenbörten	8	*	*	13	8	5
16077052	Windischleuba	95	77	18	93	69	24
16077055	Ziegelheim	23	*	*	40	30	10

Abb. 8: Auszug aus BA-Datei der geringfügig Beschäftigten (orange: Gemein-
deschlüssel als eindeutiges Ordnungskriterium, gelb: für das Vorhaben verwen-
dete Daten)

Als nicht sozialversicherungspflichtig Beschäftigte – und damit nicht in den Daten der BA ent-
halten – muss die Personengruppe der **Beamten und Richter** separat betrachtet werden.

Sie gehören zu den Beschäftigten im öffentlichen Dienst, über deren Zahl der Deutsche Be-
amtenbund in seinen regelmäßig erscheinenden Verbandspublikationen eine übersichts-
mäßige Zusammenstellung gibt. Abbildung 9 zeigt die nach Bundesländern aufgeschlüsselte
Verteilung der Beamten, Richter und Soldaten in Bund, Land, Kommunen und bei Sozial-
versicherungsträgern (Stand: **30.6.2015**).

Beamte, Richter und Soldaten											
Land	Insgesamt		Bund			Länder		Kommunen		Sozialversicherung	
		davon weiblich		davon weiblich			davon weiblich		davon weiblich		davon weiblich
Baden-Württemberg	244.280	123.735	26.830	4.850		185.605	103.180	28.445	13.795	3.395	1.910
Bayern	304.085	132.980	52.260	7.630		214.340	109.790	32.235	12.855	5.250	2.700
Berlin	93.080	44.235	20.385	7.205		68.770	34.660	–	–	3.930	2.370
Brandenburg	47.520	23.475	12.240	2.565		32.670	19.545	1.885	820	725	545
Bremen	18.080	7.850	2.835	460		14.880	7.185	–	–	360	205
Hamburg	53.070	24.280	9.825	2.445		42.415	21.345	–	–	830	490
Hessen	137.345	65.350	22.650	5.210		99.555	53.750	13.075	5.425	2.065	965
Mecklenburg-Vorpommern	31.200	10.225	12.870	1.825		15.215	6.810	2.185	950	925	640
Niedersachsen	193.705	85.720	45.480	5.475		128.385	71.560	17.305	7.310	2.540	1.370
Nordrhein-Westfalen	395.380	190.380	63.430	13.880		261.120	146.125	64.530	27.145	6.295	3.230
Rheinland-Pfalz	103.235	43.235	23.770	3.645		68.780	35.370	9.255	3.470	1.435	750
Saarland	22.040	9.425	3.605	605		16.005	7.830	1.930	745	500	245
Sachsen	43.570	17.305	9.205	2.245		29.540	13.065	3.830	1.235	995	755
Sachsen-Anhalt	32.430	14.815	5.785	1.235		22.715	11.350	3.075	1.615	860	610
Schleswig-Holstein	69.970	28.970	20.535	2.690		42.995	23.300	5.350	2.380	1.090	595
Thüringen	41.255	20.375	7.025	1.065		30.330	17.440	2.995	1.270	905	605
Ausland	7.020	1.170	7.000	1.160		20	5	–	–	–	–
Insgesamt	1.837.265	843.520	345.725	64.195		1.273.345	682.320	186.090	79.025	32.105	17.980

Abb. 9: Beamte, Richter und Soldaten (Stand: 30.6.2015); aus: dbb beamten-
bund und tarifunion: Zahlen Daten Fakten (Januar 2017)

Beim Statistischen Bundesamt liegen detailliertere Daten zum Personal im öffentlichen Dienst vor. Hierbei wird unterschieden, ob es sich um Bundes-, Landes- oder Gemeindebeschäftigte handelt. Die Zahlen beziehen sich jeweils auf den Dienstort und sind für die Kreisebene aggregiert. Stichtag ist der **30.6.2015**. In der Regionaldatenbank (*Themen >>> Personal im öffentlichen Dienst >>> Personalstatistik des öffentlichen Dienstes*) sind diese Daten abzurufen und unterschieden nach verschiedenen Kriterien (z.B.: Stichtag) als Excel-Dateien herunterzuladen (Abb. 10).

Tabellen	
Verknüpfung mit: Statistik 74111	
Inhalt: Personalstandstatistik des öffentlichen Dienstes	
Code	Inhalt
360-35-4	Vollzeitäquivalent der Beschäftigten der Gemeinden/GV nach Anstellungskörperschaft - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte
360-35-4-B	Vollzeitäquivalent der Beschäftigten der Gemeinden/GV nach Anstellungskörperschaft - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen
360-53-4	Beschäftigte des Landes - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte (bis 2005)
360-53-4-B	Beschäftigte des Landes - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen (bis 2005)
360-54-4	Beschäftigte der Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte (bis 2005)
360-54-4-B	Beschäftigte der Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen (bis 2005)
360-61-4	Beschäftigte des Bundes, der Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte (bis 2005)
360-61-4-B	Beschäftigte des Bundes, der Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen (bis 2005)
360-62-4	Beschäftigte des Bundes - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte (bis 2005)
360-62-4-B	Beschäftigte des Bundes - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen (bis 2005)
360-63-4	Beschäftigte des Landes - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte (ab 2006)
360-63-4-B	Beschäftigte des Landes - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen (ab 2006)
360-64-4	Beschäftigte der Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte (ab 2006)
360-64-4-B	Beschäftigte der Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen (ab 2006)
360-71-4	<u>Beschäftigte des Bundes, der Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte</u>
360-71-4-B	Beschäftigte des Bundes, der Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen
360-72-4	Beschäftigte des Bundes - Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte
360-72-4-B	Beschäftigte des Bundes - Stichtag: 30.06. - regionale Ebenen

Abb. 10: Internetseite des Statistischen Bundesamts: Informationen zum Personal im öffentlichen Dienst

Die Destatis-Datei mit dem Code 360-72-4 beinhaltet die Zahl der Bundesbeschäftigten bei Behörden, Gerichten und Einrichtungen (einschließlich der rechtlich unselbständigen Wirtschaftsunternehmen), aufgeschlüsselt auf Kreisebene. Nicht berücksichtigt sind hierbei Beschäftigte des Bundeseisenbahnvermögens und der Bundespost, die noch aus der Zeit vor der Privatisierung von Bahn, Telekom und Post stammen. Die Berufs- und Zeitsoldaten zählen zu den Beschäftigten des Bundes und sind der Gruppe der Beamten und Richter zugeordnet. Die Datei mit dem Code 360-63-4 beinhaltet die Landesbeschäftigten (auf Kreisebene) und die Datei mit dem Code 360-64-4 die Beschäftigten der Gemeinde und Gemeindeverbände, Zweckverbände, Sozialversicherungsträger und rechtlich selbstständigen Einrichtungen (auf Kreisebene). In der Datei mit dem Code 360-71-4 sind diese drei Gruppen als Beschäftigte im öffentlichen Dienst (auf Kreisebene) zusammengefasst.

In Abbildung 11 sind die entsprechenden Zahlen zusammengestellt – unterschieden nach den oben beschriebenen Unterscheidungsmerkmalen (Stand: **30.6.2014**).

Beschäftigte des Bundes					
Beamte und Richter (Stand: 30.6.2014)					
regionale Tiefe: Kreise u. krfr. Städte					
KKZ	Kreise und kreisfreie Städte	Beschäftigte des Bundes (Beamte und Richter) auf Kreisebene (Code 360-72-4)	Beschäftigte des Landes (Beamte und Richter) auf Kreisebene (Code 360-63-4)	Beschäftigte der Gemeinden/Gemeindeverbände (Beamte) auf Kreisebene (Code 360-64-4)	Beschäftigte im öffentlichen Dienst auf Kreisebene (Anzahl) (Code 360-71-4)
		VZ + TZ Beamte und Richter	VZ + TZ Beamte und Richter	VZ + TZ Beamte	VZ + TZ Beamte und Richter
01001	Flensburg, Kreisfreie Stadt	1020	1970	310	3300
01002	Kiel, Landeshauptstadt, Kreisfreie Stadt	3675	6755	955	11385
01003	Lübeck, Hansestadt, Kreisfreie Stadt	760	3950	890	5590
01004	Neumünster, Kreisfreie Stadt	50	1855	310	2220
01051	Dithmarschen, Landkreis	310	1625	175	2110
01053	Herzogtum Lauenburg, Landkreis	520	2020	230	2770
01054	Nordfriesland, Landkreis	3435	2125	265	5825
16072	Sonneberg, Kreis	5	515	75	600
16073	Saalfeld-Rudolstadt, Kreis	0	1175	130	1305
16074	Saale-Holzland-Kreis	5	740	100	845
16075	Saale-Orla-Kreis	0	855	85	940
16076	Greiz, Kreis	0	890	150	1040
16077	Altenburger Land, Kreis	40	925	130	1090

Abb. 11: Auszug zusammengestellter Destatis-Daten zu Beamten und Richtern (jeweils auf Kreisebene; VZ: Vollzeit, TZ: Teilzeit), unterschieden nach Bund, Land und Gemeinde (orange: Gemeindeschlüssel als eindeutiges Ordnungskriterium, gelb: für das Vorhaben verwendete Daten)

Bei den 12 Statistischen Landesämtern wurde nach Rücksprache mit dem Auftraggeber eine Anfrage nach den o.g. Daten gestellt, heruntergebrochen auf Gemeindeebene. Diese feinere Auflösung existiert aber nur für Bedienstete des Landes und der Gemeinden und Gemeindeverbände. Die Zahlen der Bundesbediensteten liegen wie oben beschrieben nur auf Kreisebene vor. Die Daten wurden von den Landesämtern separat an den Auftragnehmer übermittelt und anschließend in einer Datei zusammengeführt (s. Kap. 3.5, Abb. 18). Die Angaben unterliegen den Regeln der statistischen Geheimhaltung (s. Kap. 3.6.1). Alle Tabellenfelder werden zunächst ohne Rundung ermittelt. Anschließend wird jede Zahl für sich auf ein Vielfaches von 5 auf- oder abgerundet.

In Abbildung 12 sind die Daten der Statistischen Landesämter zusammengestellt (Stand: **30.6.2015**).

Beschäftigte der Länder und Gemeinden						
Beamte und Richter (Stand: 30.6.2015)						
regionale Tiefe: Gemeinde						
GKZ	Gemeinde (Dienstort)	Vollzeitbeschäftigte (VZ)		Teilzeitbeschäftigte (TZ)		VZ + TZ Beamte(e)/ -innen Richter/-innen
		Beamte(e)-innen Richter/-innen	Arbeitnehmer/- innen	Beamte(e)-innen Richter/-innen	Arbeitnehmer/- innen	
01001000	Flensburg, Stadt	1915	1590	580	1280	2495
01002000	Kiel, Landeshauptstadt	6555	10010	2010	6770	8565
01003000	Lübeck, Hansestadt	4040	6190	1395	3995	5435
01004000	Neumünster, Stadt	1630	1210	575	715	2205
01051011	Brunsbüttel, Stadt	140	95	40	100	180
01051044	Heide, Stadt	405	585	115	445	520
01051003	Averlak	0	0	0	0	0
01051010	Brickeln	0	0	0	0	0
01051012	Buchholz	0	0	0	5	0
01051016	Burg (Dithmarschen)	30	45	20	40	50
16077023	Langenleuba-Niederhain	15	5	0	10	15
16077026	Löbichau	0	0	0	5	0
16077037	Nöbdenitz	10	5	0	-	10
16077047	Thonhausen	5	-	5	5	10
16077012	Gößnitz, Stadt	15	5	5	10	20
16077039	Ponitz	-	0	0	5	-

Abb. 12: Auszug zusammengestellter Daten zu Beamten und Richtern in Land und Gemeinden (auf Gemeindeebene; VZ: Vollzeit, TZ: Teilzeit) (orange: Gemeindeschlüssel als eindeutiges Ordnungskriterium, gelb: für das Vorhaben verwendete Daten)

Zur Gruppe der **Selbständigen** i.w.S. zählen beispielsweise Angehörige der Freien Berufe, Handwerker oder Gewerbetreibende sowie andere Personengruppen, die nicht sozialversicherungspflichtig beschäftigt sind (z.B.: Gesellschafter von GbRs, GmbHs). Diese sind unterschiedlich organisiert, teilweise in Kammern (z.B.: Rechtsanwälte, Ärzte) oder Innungen (Handwerker), teilweise bedarf es lediglich einer Gewerbeanmeldung bei der zuständigen Verwaltungsbehörde. Mitgliedschaften sind z.T. verpflichtend, z.T. freiwillig, was bedeutet, dass nicht alle Personen erfasst sein müssen.

Im Einzelnen liegen Daten bei den o.g. Organisationen oftmals in „analoger“ Form vor und können nicht in einer für das Vorhaben nutzbaren Form abgerufen werden. Nicht selten existieren lediglich aggregierte Daten für verschiedene Berufsgruppen, Zeiträume und/oder regionale Einheiten (z.B.: Kammerbezirke). Letztere sind zumeist nicht „klassischen“ Verwaltungseinheiten (s. GKZ in Abb. 18) zuzuordnen.

Zudem ist bei Selbständigen zu berücksichtigen, dass zwischen Selbständigen in einer ersten oder einzigen Erwerbstätigkeit (Haupt- oder Zuerwerb je nach Vollzeit- oder Teilzeitbe-

schäftigung) und Selbständigen in einer zweiten Erwerbstätigkeit (Nebenerwerb) unterschieden wird. Letztere sind über ihre „reguläre“ Erwerbstätigkeit in der Regel als sozialversicherungspflichtig Beschäftigte erfasst.

Betrachtet man die **freien Berufe** lässt sich eine Unterteilung in vier Gruppen vornehmen:

- heilberuflicher Bereich (z.B.: Arzt, Apotheker, Physiotherapeut),
- rechts-, wirtschafts- und steuerberatender Bereich (Anwalt, Notar, Steuerberater),
- technisch-naturwissenschaftlicher Bereich (Architekt, Ingenieur) und
- kultureller Bereich (Journalist, Lektor, Regisseur).

Das Institut für Freie Berufe (IFB) an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg forscht über die berufliche und wirtschaftliche Lage und die Entwicklung der Freiberufler. Es arbeitet dabei mit den berufsständischen Kammern auf Bundes- und Länderebene, dem Bundesverband der Freien Berufe e.V., den Landesverbänden der Freien Berufe, den Industrie- und Handelskammern u.v.a.m. zusammen. Ein Resultat ist die regelmäßige Veröffentlichung von Zahlen zu Selbständigen in Freien Berufen.

Diese sind entsprechend der o.g. Gruppierung in Abbildung 13 dargestellt und belaufen sich in der Summe auf 1 344 000 Personen (Stand: **1.1.2016**). Hinzu kommen noch 269 000 mitarbeitende, nicht sozialversicherungspflichtige Familienangehörige.

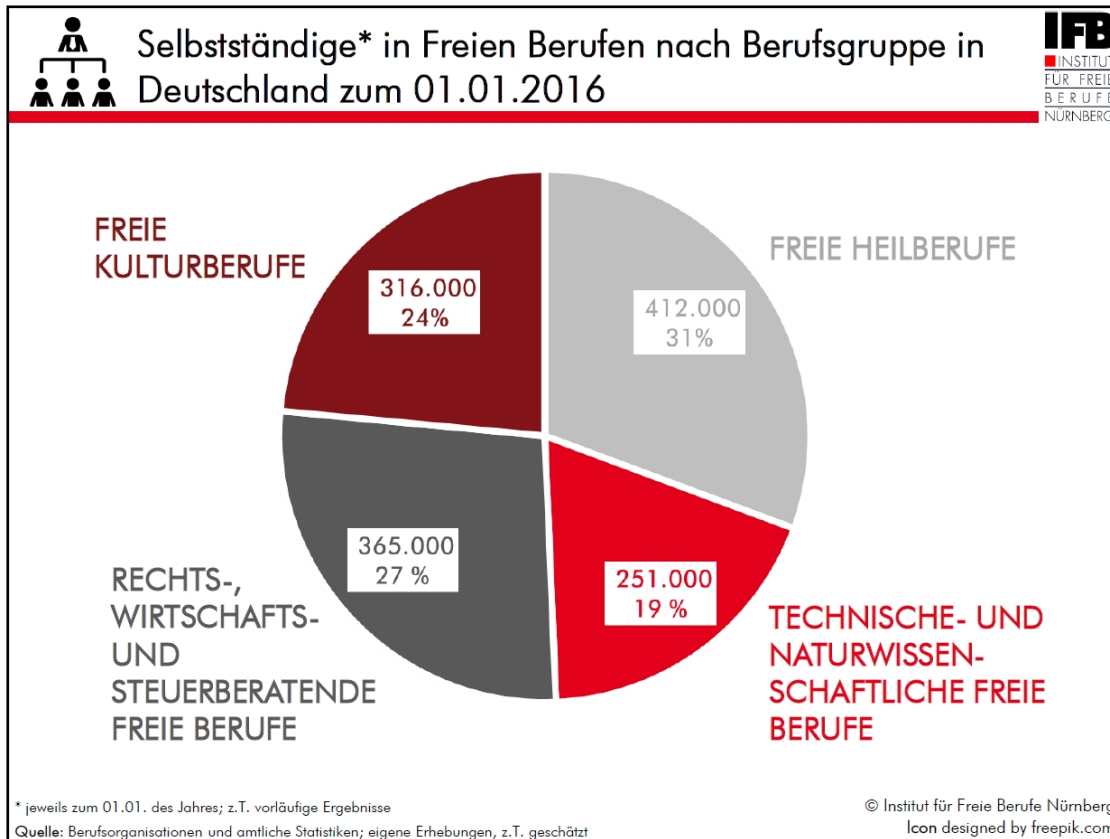
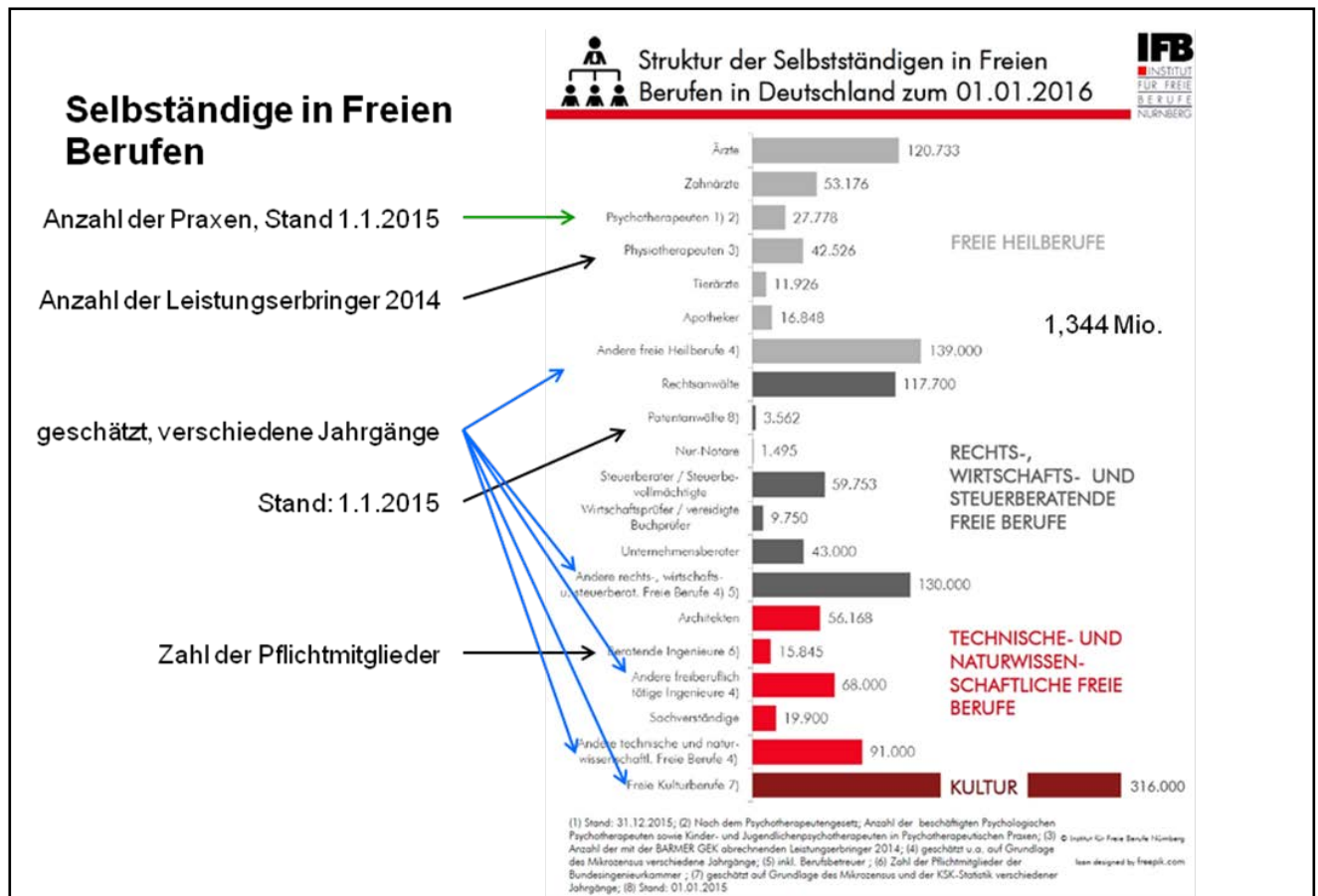


Abb. 13: Verteilung von Selbständigen in freien Berufen auf Berufsgruppen (aus IFB; <http://ifb.uni-erlangen.de/>)

Abbildung 14 zeigt eine zahlenmäßige Aufschlüsselung der verschiedenen Berufe innerhalb der o.g. Gruppierungen (Stand: **1.1.2016**). Erkennbar sind die sehr unterschiedlichen Zahlen, die je nach Berufsgruppe zwischen ca. 1 500 (Notare) und ca. 300 000 Personen (Kulturschaffende) schwanken. Zudem zeigen die zahlreichen Erläuterungen zu den verschiedenen Berufen, dass der Datenbestand stichtagsbezogen sehr heterogen ist.



Zahlreiche Berufe sind in Bundesverbänden oder Kammern organisiert.

Das **Bundesarztregister** ist eine Institution der Kassenärztlichen Vereinigungen, in der nur Ärzte geführt werden, die zulasten der Gesetzlichen Krankenversicherung Patienten behandeln dürfen. Die Daten umfassen alle an der vertragsärztlichen Versorgung teilnehmenden Ärzte und Psychotherapeuten und wurden vom Bundesarztregister gemeindebezogen (Hauptleistungsort) für die Nutzung im Vorhaben zur Verfügung gestellt (Abb.15).

Der Datensatz umfasst in erster Linie die selbstständigen, niedergelassenen Ärzte (d.h. nicht bei der BA erfasst). Angestellte Ärzte in Praxen und Einrichtungen wie medizinischen Versorgungszentren (MVZ), im Register ebenfalls erfasst, wurden herausgerechnet. Nicht erfasst sind rein privatärztlich tätige Ärzte und Psychotherapeuten. Über deren Zahl liegen beim Bundesarztregister keine Kenntnisse vor; sie wird aber nach Auskunft des zuständigen Sachbearbeiters als vergleichsweise gering eingestuft.

Bundesarztregister zum 31.12.2015				
GKZ1214	Gemeinde	Ärzte	Psychotherapeuten	Praxen
01001000	Flensburg, Stadt	178	23	144
01002000	Kiel, Landeshauptstadt	499	96	406
01003000	Lübeck, Hansestadt	454	91	384
01004000	Neumünster, Stadt	111	16	91
01051001	Albersdorf	1-5	0	1-5
01051002	Arkebek	0	0	0
01051003	Averlak	0	0	0
01051004	Bargenstedt	0	0	0
01051005	Barkenholm	0	0	0
01051006	Barlt	0	0	0
16077047	Thonhausen	0	1-5	1-5
16077048	Treben	1-5	0	1-5
16077049	Vollmershain	0	0	0
16077051	Wildenbörten	1-5	0	1-5
16077052	Windischleuba	1-5	0	1-5
16077055	Ziegelheim	1-5	0	1-5

Abb. 15: Auszug aus Tabelle Ärzte und Psychotherapeuten; Ärzte: Anzahl der niedergelassenen Vertragsärzte; Psychotherapeuten: Anzahl der niedergelassenen psychologischen Vertragspsychotherapeuten, jeweils mit Hauptleistungs-ort in der jeweiligen Gemeinde (Quelle: Bundesarztregister zum 31.12.2015; Gemeindestand 31.12.2014)

Für andere Verbände bzw. Kammern liegen weitergehende Informationen zur Anzahl und räumlichen Verteilung der jeweiligen Mitglieder nur in den seltensten Fällen vor, wie konkrete Nachfragen bei verschiedenen Kammern ergaben (z.B.: Rechtsanwälte, Steuerberater, Architekten).

Dies ist exemplarisch für Steuerberater dargestellt (Abbildung 16; Stand: 1.1.2017). Einerseits zeigt sich die „regional heterogene“ Kammereinteilung, die nicht mit den bekannten Kreis- oder Gemeindeeinteilungen zu korrelieren ist, andererseits wird nur grundsätzlich zwischen selbständigen und angestellten Steuerberatern unterschieden, aber nicht regional differenziert. Analoges gilt auch für die meisten anderen Berufsgruppen.

Steuerberaterkammer	Steuer-berater	Steuer-bevoll-mächtigte	Steuerbera-tungsgesell-schaften	Personen gem. § 74 Abs. 2 StBerG	gesamt	Verände-rung gegenüber Vorjahr in %
Berlin	3.486	50	620	49	4.205	1,3 %
Brandenburg	960	18	163	8	1.149	1,4 %
Bremen	774	10	93	3	880	-0,1 %
Düsseldorf	8.475	98	761	26	9.360	0,2 %
Hamburg	3.841	49	436	40	4.366	0,6 %
Hessen	7.473	189	754	52	8.468	0,5 %
Köln	5.906	100	553	38	6.597	0,8 %
Mecklenburg-Vorpommern	716	30	120	3	869	-0,2 %
München	10.509	190	1.232	76	12.007	1,5 %
Niedersachsen	6.679	143	753	28	7.603	0,6 %
Nordbaden	3.048	47	332	12	3.439	1,1 %
Nürnberg	4.559	50	529	29	5.167	1,5 %
Rheinland-Pfalz	3.254	82	400	22	3.758	0,1 %
Saarland	893	17	104	10	1.024	0,2 %
Sachsen	2.227	118	379	25	2.749	0,5 %
Sachsen-Anhalt	827	35	145	2	1.009	-0,9 %
Schleswig-Holstein	2.333	72	316	6	2.727	1,4 %
Stuttgart	7.380	110	745	29	8.264	1,7 %
Südbaden	2.247	34	274	15	2.570	0,5 %
Thüringen	1.007	44	156	9	1.216	0,2 %
Westfalen-Lippe	7.452	117	787	38	8.394	0,8 %
gesamt	84.046	1.603	9.652	520	95.821	0,9 %
*Sonstige = Personen gem. § 74 Abs.2 StBerG						
	01.01.2016	Anteil in %	01.01.2017	Anteil in %		
selbstständig	59.753	69,8 %	60.177	69,8 %		
angestellt	25.817	30,2 %	25.992	30,2 %		
gesamt	84.707		86.169			

Abb. 16: Steuerberater in Deutschland (Stand: 1.1.2017); aus: Bundessteuerberaterkammer, www.bstbk.de/de/bstbk/berufsstatistik/: Berufsstatistik 2016

Nach Absprache mit dem Auftraggeber wurden nicht alle Verbände der in Abbildung 14 gelisteten Berufsgruppen kontaktiert, weil davon auszugehen ist, dass die Datenhaltung vergleichbar ist und der notwendige Aufwand für die Beschaffung der Daten aufgrund der z.T. geringen „Fallzahlen“ und der kurzen Laufzeit des Vorhabens als unverhältnismäßig eingeschätzt wurde.

Bei Destatis liegen Daten zur **Handwerkszählung** vor (Code 043-31-4). In deren Rahmen werden u.a. die Zahl der Handwerksunternehmen und der dort tätigen Personen erfasst. Die Unterscheidung zwischen zulassungspflichtigen (ausschließlich mit Meisterbrief auszuüben) und zulassungsfreien Handwerken (ohne Meisterbrief auszuüben) ist für das Vorhaben nicht

relevant. Die Differenz zwischen den Gesamttätigen (aller Unternehmen) und der Summe von sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigten (aller Unternehmen) wurde als Zahl der selbständigen Handwerker angesetzt (Abb. 17). Die Daten liegen nur für die jeweiligen Handwerkskammerbezirke und Kreise vor, d.h. einen gemeindebezogene Aufschlüsselung ist nicht möglich (Stand: **2014**).

Handwerkszählung, Handwerksunternehmen, tätige Personen, Umsatz nach Art des Handwerks - Jahr -regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte							
Handwerkszählung 2014							
KKZ	Kreise und kreisfreie Städte Art des Handwerks	Handwerks- unter- nehmen	Tätige Personen insgesamt im Jahresdurch- schnitt	sozialver- sicherungs- pflichtig Beschäftigte im JD	geringfügig entlohnte Beschäftigte im JD	SV + GeB	berechneter Rest
		Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl		
01001	Flensburg, Kreisfreie Stadt	409	6385	5003	956	5959	426
01002	Kiel, Landeshauptstadt, Kreisfreie Stadt	969	11693	8689	1976	10665	1028
01003	Lübeck, Hansestadt, Kreisfreie Stadt	1145	18932	13817	3918	17735	1197
01004	Neumünster, Kreisfreie Stadt	452	4980	3975	533	4508	472
01051	Dithmarschen, Landkreis	964	8083	6035	1054	7089	994
01053	Herzogtum Lauenburg, Landkreis	1245	9501	7075	1143	8218	1283
16072	Sonneberg, Kreis	642	3507	2438	388	2826	681
16073	Saalfeld-Rudolstadt, Kreis	1061	7177	5420	646	6066	1111
16074	Saale-Holzland-Kreis	823	5466	4205	401	4606	860
16075	Saale-Orla-Kreis	1008	6787	5229	515	5744	1043
16076	Greiz, Kreis	1301	7279	5437	503	5940	1339
16077	Altenburger Land, Kreis	787	5661	4418	418	4836	825

Abb. 17: Auszug aus Destatis-Datei der Handwerkszählung (Stand: 2014)

3.5 Verwendete Daten

Konkret wurden für die in Kapitel 3.2 beschriebene Zusammenstellung der Beschäftigten In Deutschland folgende Datensätze verwendet (in Klammern: Quelle; Stichtag; Verwaltungsebene):

1. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Bundesagentur für Arbeit; 30.6.2016; Gemeinde)
2. Geringfügig entlohnte Beschäftigte (Bundesagentur für Arbeit; 30.6.2016; Gemeinde)
3. Richter und Beamte (Statistische Landesämter; 30.6.2015; Bund: Kreis, Land und Gemeinde: Gemeinde)
4. Ärzte und Psychotherapeuten (Bundesarztregister; 31.12.2015; Gemeinde)
5. Handwerker (Statistisches Bundesamt; 2014; Kreis)

Die verwendeten Dateien wurden dem Auftraggeber zusammen mit dem Bericht übergeben (Beschäftigte Gemeinde 2016-06-30.xls).

Die o.g. Daten wurden in eine Datei zusammengeführt (Abb. 18). Hierbei wurden gemeinde- bzw. kreisbezogene Summen gebildet (Spalte Beschäftigte). Diese stellt die Zahl der ermittelten Beschäftigten in der jeweiligen Verwaltungseinheit (Gemeinde bzw. Kreis) dar.

Destatis		BA	BA	Destatis/Stat LA		BArtzreg	Destatis	Beschäftigte
Gemeinden in Deutschland, 30.6.2016		Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, 30.6.2016	Geringfügig entlohnte Beschäftigte (GeB), 30.6.2016	Beamte und Richter, 30.6.2015		Bundesarztregister, Ärzte + Psychother., 31.12.2015	Handwerker (berechnet) 2014	
GKZ	Gemeinde-/Kreisname			Bund	Land, Gemeinde			Summe
01001000	Flensburg, Stadt	41453	7595	1020	2495	201	426	53190
01002000	Kiel, Landeshauptstadt	119463	20285	3675	8565	595	1028	153611
01003000	Lübeck, Hansestadt	92547	13456	760	5435	545	1197	113940
01004000	Neumünster, Stadt	37441	5829	50	2205	127	472	46124
01051001	Albersdorf	1023	264	keine Daten	45	1-5	keine Daten	1332
01051002	Arkebek	13	*	keine Daten	0	0	keine Daten	13
01051003	Averlak	80	39	keine Daten	0	0	keine Daten	119
01051004	Bargenstedt	154	42	keine Daten	5	0	keine Daten	201
01051005	Barkenholm	*	*	keine Daten	0	0	keine Daten	0
01051006	Barlt	70	19	keine Daten	0	0	keine Daten	89
16077047	Thonhausen	204	18	keine Daten	10	0	keine Daten	232
16077048	Treben	249	36	keine Daten	10	1-5	keine Daten	295
16077049	Vollmershain	43	*	keine Daten	keine Daten	0	keine Daten	43
16077051	Wildenbörten	46	*	keine Daten	keine Daten	1-5	keine Daten	46
16077052	Windischleuba	1428	77	keine Daten	5	1-5	keine Daten	1510
16077055	Ziegelheim	119	*	keine Daten	keine Daten	1-5	keine Daten	119

Abb. 18: Auszug aus Tabelle mit kreis- bzw. gemeindebezogener Gesamtzahl der Beschäftigten (rosa: Datenquellen; grün: Art der Daten; hellorange: Gemein-
deschlüssel als eindeutiges Ordnungskriterium, dunkelorange: Summe der Beschäftigten)

Der Vergleich mit der Bezugsgröße (s. Kap. 3.3, Tab. 4) zeigt, dass ca. 90,6 % aller potenziell Beschäftigten über die Gruppen sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, (ausschließlich) geringfügig Beschäftigte, Beamte und Ärzte sowie Handwerker (beide geschätzt) erfasst werden (Tab. 5). Die entspricht einer absoluten Zahl von ca. 37,5 Millionen Beschäftigten.

Der fehlende Anteil von ca. 8,8 % (ca. 3,6 Millionen Beschäftigte) ist zum ganz überwiegen- den Teil der Gruppe der Selbständigen zuzurechnen. Seine detaillierte (und gemeindebezo- gene) Erfassung ist aus den oben beschriebenen Gründen nicht ohne Weiteres möglich.

	Personengruppe	BZG 2016	%
1	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	30298335	73,1
2	ausschließlich geringfügig Beschäftigte	4682680	11,3
3	Personen in AGH (Mehraufwandsvariante)	95225	
4	Beamte	1863338	4,5
5	Auspendelnde Grenzarbeitnehmer	153117	
6	Arbeitslose	2711187	
7	abhängige zivile Erwerbspersonen	39803882	
8	Selbständige und mithelfende Familienangehörige (gesamt)	4368853	
	Selbständige und mithelfende Familienangehörige, Schätzung ohne Ärzte, Handwerker	3668853	8,8
	Schätzung (Ärzte, Gemeinde: ca. 100000, Handwerker, Kreis: ca. 600000)	700000	1,7
9	alle zivilen Erwerbspersonen	44172735	
10	alle zivilen Erwerbspersonen abzgl. Arbeitslose	41461548	90,6

Tab. 5: Abschätzung der im Vorhaben erfassten (grün) sowie nicht erfassten Beschäftigten (rot; Erläuterung BGZ: s. Kap. 3.3, Tab. 4)

3.6 Unsicherheiten der erfassten Daten

Neben dem fehlendem Anteil ist insbesondere zu berücksichtigen, dass die Daten wie oben beschrieben aus unterschiedlichen Quellen stammen. Eine identische unmittelbare zeit- und/oder raumbezogene Zuordnung ist somit nicht für alle Daten möglich und schränkt eine 100 %ige Vergleichbarkeit ein.

Prinzipiell lassen sich zweierlei Arten von „Unsicherheiten“ unterscheiden: Die erste Unsicherheit betrifft die konkrete Zahl der betrachteten Personen, die aus verschiedenen Gründen schwanken kann (s. Kap. 3.6.1). Die zweite Unsicherheit bezieht sich auf den Aspekt der Folgekostenabschätzungen (beispielsweise bei der Ausweisung von „Radangebieten“). Hier kann die reine Zählung von Beschäftigten zu einer **Überschätzung** der (eigentlich interessierenden) Arbeitsplätze führen (s. Kap. 3.6.2).

Auf diese verschiedenen Unsicherheiten soll nachfolgend kurz eingegangen werden.

3.6.1 Unsicherheiten bei Zählungen

Daten werden mit einer unterschiedlichen **Periodizität** erhoben, woraus sich ein unterschiedliches **Bezugsdatum** ergeben kann. Des Weiteren existieren unterschiedliche Aktualisierungs-/Veröffentlichungsrhythmen (z.B.: jährlich, quartalsweise) mit daraus resultierenden uneinheitlichen Stichtagen. Teilweise werden Daten auch erst mit einem erheblichen zeitlichen „Verzug“ zum Stichtag veröffentlicht; diese Zeitspanne kann u.U. deutlich mehr als ein Jahr betragen.

Daten unterliegen einer unterschiedlichen **Regionalisierung** (Land/Kreis/Gemeinde). Im Zuge von Gebietsreformen kann es hierbei von Jahr zu Jahr zu Änderungen der Zahl von Gemeinden kommen, z.B. im Zuge von Gebietsreformen.

Daten liegen mit einer unterschiedlichen **regionalen Vertiefung** vor, d.h. bestimmte Daten sind für Gemeinden erhältlich, bestimmte Daten nur auf Kreis- oder Bundeslandebene.

Bei den statistischen Daten der BA kommen die Regeln zur **statistischen Geheimhaltung** zur Anwendung. Diese Regeln sollen sicherstellen, dass zu jedem Tabellenwert eine Mindestzahl an Fällen (z.B.: Personen, Betriebe) beitragen muss; zumeist gilt eine Mindestfallzahl von drei. Dadurch wird verhindert, dass Rückschlüsse bzw. Rückrechnungen aus gesammelten Daten auf einzelne oder wenige Fälle (z.B.: Personen, Betriebe) möglich sind. Solche Daten werden in Form von *, < x o.ä. dargestellt. Bei Daten auf Gemeindeebene kommen diese Regeln, wenn nötig, zumeist nur bei kleinen Gemeinden zur Anwendung. Einzelheiten zur Vorgehensweise der BA zu diesem Thema sind der Veröffentlichung „Statistische Geheimhaltung: Rechtliche Grundlagen und fachliche Regelungen der Statistik der Bundesagentur für Arbeit“ zu entnehmen. In vergleichbarer Art geht auch das Bundesärztereister bei der Datenzusammenstellung vor.

Unsicherheiten existieren insbesondere bei der Erfassung der **Selbständigen** (z.B.: Freiberufler, Handwerker, Gewerbetreibende, „Unternehmer“). Diese sind genereller Art, da es zumeist an verlässlichen Datenquellen mit eindeutigen „Erfassungsstrukturen“ und klaren Abgrenzungen des betreffenden Personenkreises sowie daraus resultierenden belastbaren Daten fehlt. Oftmals liegen „nur“ aggregierte Zahlen für Berufsgruppen, (längere) Zeiträume

oder größere regionale Einheiten vor. Bei der regionalen Zuordnung stellt sich zudem das Problem, dass die „Erhebungsstruktur“ (z.B.: Verkammerung) nicht mit den gängigen Verwaltungseinheiten (z.B.: Gemeindeschlüssel) übereinstimmt bzw. in Deckung zu bringen ist.

Diese beschriebenen Unsicherheiten können je nach Art der Daten unterschiedliche Größen erreichen. Exemplarisch sei die kurzzeitige Variation der Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten genannt, die in der Regel saisonalen Schwankungen unterliegt. In Abbildung 19 sind die entsprechenden Zahlen der BA von Dezember 2016 bis Februar 2017 dargestellt. Allein in diesem Zeitraum variieren sie deutlich: von 12/2016 auf 01/2017 Abnahme um ca. 142 000 Beschäftigte, von 01/2017 auf 02/2017 Zunahme um ca. 69 000 Beschäftigte.

Personengruppe	Februar 2017	Januar 2017	Dezember 2016
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte insgesamt	31.771.700	31.702.900	31.844.200
Geringfügig entlohnte Beschäftigte insgesamt	7.347.300	7.346.500	7.480.500
davon:			
Ausschließlich geringfügig entlohnte Beschäftigte	4.715.300	4.722.000	4.799.000
Im Nebenjob geringfügig entlohnte Beschäftigte	2.632.000	2.624.500	2.681.500

Abb. 19: Vergleich der BA-Daten sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigter zwischen verschiedenen Monaten

Diese Zahlen machen deutlich, dass allein bei der Gruppe der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten aufgrund saisonaler und konjunktureller Einflüsse erhebliche Schwankungen in den Beschäftigtenzahlen auftreten können. Diese können absolut gesehen sogar die Zahlen vieler kleinerer Personengruppen (z.B.: Ärzte) überschreiten.

3.6.2 Unsicherheiten bei Bewertungen

Es kann einer „**Doppelzählung**“ des Arbeitsplatzes kommen, wenn dieser im Zuge von Teilzeitarbeit halbtätig von zwei unterschiedlichen Personen eingenommen wird, die beide als sozialversicherungspflichtig gemeldet sind.

Der Arbeitsplatz des Beschäftigten liegt fast ausschließlich oder zumindest zeitweise **außerhalb von Gebäuden**. Hier sind beispielsweise „Branchen“ wie Hoch-, Straßenbau, Personen- und Güterbeförderung i.w.S. (Bahn/Bus/Flugzeug, Taxi, Spedition), Landwirtschaft, Gartenbau, Postzusteller, Müllabfuhr o.ä. zu nennen. Die betreffenden Personen werden von ihrem jeweiligen Arbeitgeber gemeldet und somit räumlich dem Sitz des Arbeitgebers zugeordnet. Ihr Arbeitsplatz ist jedoch oftmals wechselnd und befindet zudem fast ausnahmslos nicht in geschlossenen Räumen, so dass er für den Radonschutz nicht relevant ist.

Der Arbeitsplatz des Beschäftigten liegt (zumindest zeitweise) **außerhalb der „Meldeeinheit“** (Gemeinde) seines Arbeitgebers. Dies kann beispielsweise für Handwerker, Wartungstechniker, Leiharbeiter o.ä. gelten, die an anderen Orten tätig sind als dort, wo ihr Arbeitgeber ansässig ist und sie der BA meldet.

Generell sind Arbeitsplätze in **höheren Etagen** unter dem Gesichtspunkt einer Radonbelastung möglicherweise anders zu bewerten als Arbeitsplätze im Keller und im Erdgeschoss.

Mehrere Arbeitsplätze in **einem Raum**, z.B. einem Großraumbüro, führen ebenfalls zu einer Überschätzung, weil für die „Erstbewertung“ einer möglichen Radonbelastung primär der Raum – mehr oder weniger unabhängig von der Größe und der Zahl der vorhandenen Arbeitsplätze – betrachtet bzw. gemessen wird.

Prinzipiell sind die genannten Unsicherheiten nur schwer und vermutlich nur mit großem Aufwand zu verringern. Bei Arbeitsplätzen, die potenziell außerhalb von Gebäuden liegen (s.o.), wäre zu klären, inwieweit über Berufsgenossenschaften entsprechende Personengruppen identifiziert und ggf. aus dem Datenbestand herausgerechnet werden können, im besten Fall unter Berücksichtigung des räumlichen Bezugs.

3.7 Zusammenfassung

Vollständige deutschlandweite statistische Daten zur Verteilung bzw. räumlichen Zuordnung von Arbeitsplätzen oder Arbeitsstätten liegen nicht vor. Auch das Statistische Bundesamt (Destatis) besitzt keinen entsprechenden Datensatz.

Daher wurde als indirekter Ansatz zur Ermittlung der gewünschten Informationen versucht, die Zahl und räumliche Verteilung der Arbeitsplätze über die **Zahl der Personen** („Beschäftigte“ i.w.S.) abzuschätzen, die sich hier zum Zwecke der beruflichen Tätigkeit und/oder Ausbildung aufhält.

Hierfür existieren unterschiedliche Datenquellen, die sich aber in Art und Umfang betroffener Personenkreise, Stichtagen oder räumlicher Zuordnung z.T. deutlich voneinander unterscheiden. Eine unmittelbare Vergleichbarkeit dieser Daten ist daher nicht möglich.

Als Ausgangsbasis wurden die Zahlen der Bundesagentur für Arbeit (BA) zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland genutzt. Grund ist die Tatsache, dass diese den weitaus größten Anteil der Beschäftigten ausmachen und die Daten auf Gemeindeebene heruntergebrochen vorliegen.

Analog dazu liefert die BA die Zahlen zu den geringfügig entlohnnten Beschäftigten.

Die Statistischen Landesämter lieferten die Zahlen zu Beamten und Richtern, unterschieden danach, ob sie beim Bund, Land oder den Kommunen beschäftigt sind. Beamte des Landes und der Kommunen können gemeindebezogen, Beamte des Bundes nur kreisbezogen aufgelistet werden.

Schwierig ist die Ermittlung der Beschäftigtenzahlen von Selbständigen i.w.S., weil es für diese Personengruppe keine einheitliche und/oder zentrale Erfassung gibt. Die verschiedenen und sehr unterschiedlichen Berufsgruppen sind z.T. in Verbänden, Kammern o.ä. organisiert, wobei Mitgliedschaften oftmals nicht obligatorisch sind. So konnten über die Handwerkszählung des Statistischen Bundesamts die kreisbezogene Zahl der Handwerker gewonnen werden. Das Bundesarztregister lieferte gemeindebezogene Daten zu den niedergelassenen Ärzten und Psychotherapeuten.

In der Summe wurden ca. 90 % der Beschäftigten in Deutschland erfasst, der überwiegende Teil davon gemeindebezogen. Unsicherheiten bezüglich der Vergleichbarkeit der verwendeten Datensätze wurden diskutiert. Im Einzelfall wären sicherlich mit entsprechendem Aufwand weitere Detailinformationen erhältlich, die aber das Gesamtbild aller Voraussicht nur geringfügig verändern würden.

Zur Optimierung des Datensatzes könnte versucht werden, bestimmte Sparten bzw. Berufsgruppen herauszufiltern, deren Arbeitsplätze (dauerhaft oder überwiegend) außerhalb von Räumen liegen und somit für die Betrachtung einer möglichen Radonbelastung eine nur geringe Relevanz aufweisen. Entsprechende Recherchen, beispielsweise bei Berufsgenossenschaften, konnten im Rahmen der im Forschungsvorhaben zur Verfügung stehenden Zeit nicht mehr durchgeführt werden.

4 Arbeitsplätze mit potenziell erhöhter Radonbelastung

In der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) sind bereits jetzt Arbeitsbereiche aufgeführt, in denen seitens des Arbeitgebers eine Abschätzung der Radonexposition seiner Beschäftigten durchzuführen ist (s. Kap. 4.1).

Messpflichten – vermutlich für alle Arbeitsplätze im Keller und Erdgeschoss - werden demnächst auch in den auszuweisenden „*Radongebieten*“, deren Festlegung beispielsweise auf der Radonquellstärke im Boden und/oder bereits bekannten Raumluftmesswerten basieren kann, vorgeschrieben. Unabhängig von dieser räumlichen Komponente können möglicherweise auch andere Faktoren potenziell erhöhte Radonbelastungen an Arbeitsplätzen verursachen. Es wären also solche spezifischen Arbeitsplatzcharakteristika zu identifizieren. Darauf basierend können mögliche Arbeitsfelder benannt werden, auf die diese Charakteristika zutreffen und die ggf. einer näheren Betrachtung bedürften (s. Kap. 4.2). Dies würde dann auf die gesamte Landesfläche zutreffen, unabhängig von einer Zuordnung in ein „*Radongebiet*“.

4.1 Radonexponierte Arbeitsplätze in Deutschland nach StrlSchV

In der aktuellen Strahlenschutzverordnung (StrlSchV, 2001) sind in Anlage XI (zu §§ 93, 95, 96) Arbeitsfelder aufgelistet, bei denen erheblich erhöhte Expositionen durch natürliche terrestrische Strahlungsquellen auftreten können. Teil A beinhaltet Arbeitsfelder mit erhöhten Radon-222-Expositionen. Im Detail handelt es sich hierbei um Arbeiten in

- untertägigen Bergwerken, Schächten und Höhlen, einschließlich Besucherbergwerken,
- Radon-Heilbäder und -Heilstollen,
- Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung.

Die o. g. Arbeitsplätze sollten laut Auftraggeber im Forschungsvorhaben nicht weiter behandelt werden.

4.2 Potenziell radonexponierte Arbeitsplätze außerhalb StrISchV

Im Rahmen der internationalen Befragung zu diesem Thema wurden allgemeine und länder-spezifische Wege zur Identifizierung von Arbeitsplätzen mit einer potenziell erhöhten Radonbelastung aufgrund nicht-geographischer Kriterien in Europa ermittelt (s. Kap. 2.3). Die Angaben der Staaten decken sich in weiten Teilen mit den Anforderungen der Euratom-Richtlinie 96/29/EURATOM (s. Kap. 7.3).

Nachfolgend werden als Ergebnis der o.g. Umfrage und eigener Recherchen und Erfahrungen solche Kriterien aufgelistet und potenzielle Arbeitsplätze bzw. Arbeitsstätten benannt. Im Wesentlichen spielen hierbei eine mehr oder weniger große unmittelbare Erdberührung des Raumes bzw. seine Lage unter der Erdoberfläche, eine geringe Luftwechselrate und/oder das Vorhandensein von Wasserflächen, über die Radon in die Raumluft abgegeben werden kann, eine Rolle.

Aus den Ausführungen lassen sich keine Abschätzungen oder gar konkreten Angaben zur Anzahl eventuell vorhandener Arbeitsplätze oder zur Zahl der Beschäftigten ableiten. Ob und in welchem Umfang in derartigen Arbeitsstätten überhaupt Arbeitsplätze in geschlossenen Räumlichkeiten – und nur diese interessieren für das Vorhaben – existieren, lässt sich nicht verallgemeinern und quantifizieren. Gleiches gilt für die Arbeitsbedingungen im Einzelfall (z.B.: Aufenthaltszeit, Lüftungsintensität). Eine genaue Erhebung der Zahl solcher Arbeitsplätze ist ohne gezielte und aufwändige Nachforschungen nicht möglich. Man kann aber davon ausgehen, dass in den meisten der genannten Beispiele die Zahl der Arbeitsplätze deutschlandweit gering ist. In Einzelfällen mag eine gezielte Betrachtung sinnvoll sein.

Eine Möglichkeit zur Abschätzung der Größenordnung betroffener Arbeitsplätze kann über die Nutzung der Veröffentlichungen der BA zur Klassifikation der Berufe sein.

Diese hierarchische Klassifikation der Berufe unterscheidet fünf numerisch verschlüsselte Gliederungsebenen, die deutschlandweit in amtliche Statistiken eingeführt sind. Konkret wird zwischen 10 Berufsbereichen (einstellig), 37 Berufshauptgruppen (zweistellig), 144 Berufsgruppen (dreistellig), 700 Berufsuntergruppen (vierstellig) und 1.286 Berufsgattungen (fünfstellig), die von Aalbrutzüchter/in bis Zytologie-assistent/in reichen.

In Abbildung 20 ist diese Gliederung anhand des Berufes des Weinküfers/-in dargestellt. Abbildung 21 zeigt die zugehörige Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter sowie geringfügig Beschäftigter in diesem Beruf.

29	Lebensmittelherstellung und -verarbeitung
291	GETRÄNKEHERSTELLUNG
2910	Berufe in der Getränkeherstellung (ohne Spezialisierung)
29102	Berufe in der Getränkeherstellung (ohne Spezialisierung) – fachlich ausgerichtete Tätigkeiten
29103	Berufe in der Getränkeherstellung (ohne Spezialisierung) – komplexe Spezialistentätigkeiten
29104	Berufe in der Getränkeherstellung (ohne Spezialisierung) – hoch komplexe Tätigkeiten
2911	Brauer/innen und Mälzer/innen
29112	Brauer/innen und Mälzer/innen – fachlich ausgerichtete Tätigkeiten
29113	Brauer/innen und Mälzer/innen – komplexe Spezialistentätigkeiten
29114	Brauer/innen und Mälzer/innen – hoch komplexe Tätigkeiten
2912	Weinküfer/innen
29122	Weinküfer/innen – fachlich ausgerichtete Tätigkeiten
29123	Weinküfer/innen – komplexe Spezialistentätigkeiten

Abb. 20: Beispiel Weinküfer, aus: BA (2010): Klassifikation der Berufe 2010 - Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen

ausgeübte Tätigkeit nach der KldB 2010; Berufshauptgruppen, Berufsgruppen und -untergruppen	SV insgesamt	GeB insgesamt	Summe
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	824589	252283	
291 Getränkeherstellung	14318	1116	
2912 Weinküfer/innen	1212	172	1384

Abb. 21: Beispiel Weinküfer, aus: BA (2017): Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der Klassifikation der Berufe (KldB 2010) Deutschland 30.6.2016

Für landwirtschaftliche Betriebe soll exemplarisch die Schwankungsbreite und damit die Grenzen der Bewertung der Zahl potenzieller Arbeitsplätze verdeutlicht werden.

Im Zuge statistischer Erhebungen von Destatis (z.B.: Agrarstruktur-, Gartenbauerhebung) wird die Anzahl derartiger Betriebe, z.T. auch mit den dort Beschäftigten, erfasst und veröffentlicht. Die Erhebungszyklen sind sehr lange, so dass „aktuelle“ Daten durchaus einige Jahre alt sein können, zudem können zwischenzeitlich Erfassungsgrenzen (z.B.: Mindestgröße eines Betriebes) geändert worden sein, wodurch Vergleiche nachfolgender Erhebungen nicht uneingeschränkt möglich sind. Dies wäre im Einzelfall stets abzuklären.

Konkrete Zahlen zeigen die – mitunter deutliche - Variation solcher Daten. Laut Destatis-Agrarstrukturerhebung 2016 existierten 275 400 landwirtschaftliche Betriebe mit 940 000 Beschäftigten. Bedingt durch den landwirtschaftlichen Strukturwandel hatte sich deren Zahl zwischen 2013 und 2016 um rund 3,4 % (ca. 9 600 Betriebe) verringert (2013: 285 000 landwirtschaftliche Betrieb mit 1 020 500 Beschäftigten). Zwischen der Agrarstrukturerhebung 2013 und der Landwirtschaftszählung 2010 hatte es einen noch deutlicheren Rückgang von knapp 5 % (ca. 14 000 Betriebe) gegeben.

4.2.1 Arbeitsplätze in Räumen ohne befestigten Böden

- Gewächshäuser, Stallungen u.ä.

Derartige Arbeitsplätze können beispielsweise in landwirtschaftlichen Betrieben, Gartenbaubetrieben, Baumschulen, Gemüse- und/oder Obstanbaubetrieben (einschließlich Samen-anbau für Sonderkulturen wie Heil- oder Gewürzpflanzen sowie Pilze), Blumen- und Zierpflanzenbau, Gärtnereien und Friedhofsgärtnereien vorhanden sein.

4.2.2 Arbeitsplätze in unterirdischen Räumen bzw. in Räumen mit Erdberührung

- Tunnelanlagen bzw. Arbeitsplätze im Rahmen des Tunnelbaus
- U-Bahn-Schächte (mit Aufenthaltszeiten außerhalb des regulären Fahrbetriebes)

Das deutsche Straßennetz (Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen sowie innerstädtische Straßen) und Eisenbahnnetz beinhaltet u.a. auch eine Vielzahl von Tunneln unterschiedlicher Größe und Länge, die im Einzelfall bis zu mehreren Kilometern Länge betragen können.

In zahlreichen deutschen Städten existieren U-Bahnen. Betreiber sind in der Regel die jeweiligen Verkehrsbetriebe. Die Länge der jeweiligen Streckennetze variiert stark und reicht von nur wenigen Kilometern bis z.T. deutlich über 100 km in den Großstädten wie Berlin, Hamburg oder München.

Man kann davon ausgehen, dass bei allen diesen Bauwerken stets eine ausreichende Belüftung gegeben sein muss – sei es aus Gründen des Arbeitsschutzes oder der Sicherheit bei Notfällen. Unabhängig davon werden die Bauwerke im Zuge von Wartungs-, Reinigungs- und Reparaturarbeiten regelmäßig begangen. Aus der Anzahl und/oder Größe all der o.g. Bauwerke lassen sich keine Abschätzungen zur Anzahl der Beschäftigten ableiten, die solche Arbeiten durchführen. Gleiches gilt für die Arbeitsbedingungen im Einzelfall (z.B.: Aufenthaltszeit, Lüftungsintensität). Diese könnten nur gezielt bei den Betreibern abgefragt werden.

- Kanalsysteme bzw. -schächte (ohne ausreichende Belüftung)
- Schauhöhlen

Als Schauhöhle werden natürliche, unterirdische Hohlräume bezeichnet, die für einen Besucherverkehr ausgebaut wurden und in denen Führungen stattfinden. Diese können in unterschiedlichen Gesteinsformationen auftreten, z.B. in Kalksteinen oder Salinargesteinen. In Deutschland gibt es ca. 50 Schauhöhlen, z.T. mit jährlich einigen 10 000 Besuchern.

- militärische Bunkieranlagen und andere untertägige militärische Arbeitsplätze bzw. Verteidigungsanlagen (z.B.: Kommandozentralen)

Betrieb bzw. Nutzung militärischer Bunker und ähnlicher unterirdischer Anlagen liegen in der Verantwortung des Bundesministeriums der Verteidigung. Nähere Angaben hierzu sind für Privatpersonen aufgrund der militärischen Natur der Anlagen nicht verfügbar.

Ehemalige militärische Bunkieranlagen werden z.T. heute von öffentlicher und/oder privater Seite anderweitig genutzt, was im Einzelfall geprüft werden müsste. Beispiele für eine solche neue Nutzung sind Rechenzentren oder Räumlichkeiten für den Zivilschutz. Bei letzteren (auch in Tunneln, U-Bahnen u.ä.) erfolgen sicherlich regelmäßige Kontrollbegehungen, um die jederzeit notwendige Verwendung im Ernstfall sicherzustellen.

- private Bunker (sofern diese als Arbeitsplatz genutzt werden)
- (unterirdische) Sehenswürdigkeiten

Hierbei handelt es sich um rein lokale mögliche Arbeitsstätten. Konkret zählen hierzu unterirdische Bauwerke i.w.S., die für Touristen oder Besucher zugänglich sind und in denen Führungen stattfinden. Als Beispiele seien der ehemalige Regierungsbunker an der Ahr, Luftschutzanlagen aus dem 2. Weltkrieg in Dortmund oder Stollenanlagen aus dem Mittelalter in Bamberg oder unterirdische Weingewölbe in Traben-Trarbach genannt.

- Fels- bzw. Gewölbekeller

Vorrangig seien hier die Weingüter mit den Weinkellern zur Gärung und Lagerung der Weine genannt. Vergleichbare Keller werden auch als Lokalitäten im Event-Tourismus und/oder der Gastronomie genutzt.

- (unterirdische) Speicher
- Sonstige, z.B.: Bibliotheken, Archive, Kontrollräume industrieller Anlagen, Restaurants/Bars, Champignon-Aufzuchtanlagen

4.2.3 Arbeitsplätze mit vorgeschriebener Lüftungsanlage

An bestimmten Arbeitsplätzen kann aus Gründen des Arbeitsschutzes und/oder technischen Gründen der Betrieb einer Lüftungsanlage im Unterdruck vorgeschrieben sein. Der Zweck ist primär die Absaugung verunreinigter Atemluft an der Entstehungsstelle. Beispielhaft seien Arbeiten beim Schweißen, Löten, Kleben oder in Laboren (Chemie, Biologie i.w.S.) genannt.

4.2.4 Arbeitsplätze in historischen Gebäuden

Aus anderen Ländern (z.B.: Schweden) sind konkrete Fälle bekannt, in denen vermehrt erhöhte Radonbelastungen in historischen Gebäuden nachgewiesen wurden, die ihre Ursache in der spezifischen Bauweise der vergangenen Jahrzehnte und Jahrhunderte haben (z.B.: Natursteinverbauung, überdurchschnittlich dicke Wände mit z.T. erheblichen Undichtigkeiten). Erschwerend kommt hinzu, dass solche Gebäude oftmals unter Denkmalschutz stehen und damit bauliche Eingriffe nur bedingt möglich sind. Konkret sind hier Kirchen, Klöster, Schlösser, Burgen u.ä. zu nennen, die teilweise im Laufe der Zeit auch eine Umnutzung er-

fahren haben. So können in historischen Gebäuden heute Büros, Museen, Schulen u.a.m. angesiedelt sein.

4.2.5 Arbeitsplätze mit Materialien mit erhöhten spezifischen Ra-226-Aktivitäten

- Museen mit Gesteinssammlungen (u.a. Erze mit radioaktiven Mineralen)
- Schulen, Universitäten und andere Lehrinrichtungen mit Gesteinssammlungen (u.a. Erze mit radioaktiven Mineralen)
- NORM-Industrie
- Baustoffindustrie
- Düngemittelindustrie (Phosphorgips)
- Lagerbecken oder -bereiche von Rückständen aus der Wasseraufbereitung (insbesondere Rückspülschlämme)

4.2.6 Anlagen der Wassergewinnung und –aufbereitung außerhalb StrlSchV

- Thermal- und Hallenschwimmbäder
- Mineralwasserbrunnen inkl. Abfüllstätten
- Brauereien
- Wasserkraftwerke
- Anlagen mit offenen Wasserflächen in geschlossenen Räumen oder Hallen, auch unterirdisch, z.B.: Fischaufzuchtanlagen, Aquarien, Bewässerung, Grotten/Höhlen, Schächte
- Industriezweige mit eigener Wasserversorgung und etwaigen Speicherbecken (z.B.: Papierindustrie)

5 Verwendete Daten

Nachfolgend sind die Datenquellen und die Bezeichnungen der Dateien, die der Datenzusammenstellung zugrunde liegen, aufgelistet.

- (1) Statistisches Bundesamt: Gemeindeverzeichnis Gebietsstand: 30.06.2016 (2. Quartal), Erscheinungsmonat: Mai 2016

Destatis_2016_Gemeindeverzeichnis_30.6.2016.xls

- (2) Bundesagentur für Arbeit: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte Gemeindedaten Juni 2016 (Stand: 30.6.2016)

BA_2016-06 SozVersPfl Beschäftigte Gemeindedaten Juni 2016.xls

- (3) Bundesagentur für Arbeit: Geringfügig entlohnte Beschäftigte nach Wohn- und Arbeitsort Juni 2016 (Stand: 30.6.2016)

BA_2016-06 Geringfügig entlohnte Beschäftigte nach Arbeits- und Wohnort Juni 2016.xls

- (4) Bundesagentur für Arbeit (2011): Klassifikation der Berufe 2010 – Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen (mit Erratum)

BA_2011-03 Klassifikation der Berufe 2010 Band1.pdf

BA_2011-03 Klassifikation der Berufe 2010 Band1-Erratum.pdf

- (5) Bundesagentur für Arbeit (2016): Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der Klassifikation der Berufe (KldB 2010) und ausgewählten Merkmalen, Deutschland 30.6.2016

BA_2016-11 SozVersPfl Beschäftigte nach Tätigkeiten KldB 2010 Deutschland 31.3.2016.xls

- (6) Kassenärztliche Bundesvereinigung, Zahl der Ärzte, Psychotherapeuten und Praxen (Bundesarztregister zum 31.12.2015; Gemeindestand 31.12.2014)

KBV_2016_Gemeinden_Aerzte_PT_Kemski.xls

- (7) Statistisches Bundesamt (2014): Handwerkszählung, Handwerksunternehmen, tätige Personen, Umsatz nach Art des Handwerks - Jahr - regionale Tiefe: Kreise und kreisfreie Städte

Destatis_2014_Handwerkszählung_043-31-4.xls

- (8) Statistisches Bundesamt (2014): Personalstand der Länder, Gemeinden und -verbände, Beschäftigte des Landes (Anzahl), Stichtag: 30.06. - regionale Tiefe: Kreise u. kreisfreie Städte (ab 2006)

Destatis_2014_Beschäftigte Land Kreisebene_360-63-4.xls

- (9) Statistisches Bundesamt (2014): Personalstand der Länder, Gemeinden und -verbände, Beschäftigte der Gemeinden/Gemeindeverbände (Anzahl), Stichtag: 30.06., regionale Tiefe: Kreise u. kreisfreie Städte (ab 2006)

Destatis_2014_Beschäftigte Gde Kreisebene_360-64-4.xls

- (10) Statistisches Bundesamt (2014): Personalstand des Bundes, Beschäftigte des Bundes (Anzahl), Stichtag: 30.06., - regionale Tiefe: Kreise u. kreisfreie Städte

Destatis_2014_Beschäftigte Bund Kreisebene_360-72-4.xls

- (11) Statistisches Bundesamt (2014): Personalstand des öffentlichen Dienstes, Beschäftigte des Bundes, der Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände (Anzahl), Stichtag: 30.06., regionale Tiefe: Kreise und kreisfreie Städte

Destatis_2014_Pers öD Bund Land Gmd Kreisebene_360-71-4.xls

- (12) Statistische Landesämter (2015): Beschäftigte des Landes, der Gemeinden und Gemeindeverbände, Zweckverbände, Sozialversicherungsträger¹) und Rechtlich selbstständigen Einrichtungen nach Dienstort, Stichtag: 30.6.2015

StatLA_PöD Bundesländer 2015-06-30.xls

- (13) Institut für Freie Berufe Nürnberg (2016): Selbständigen in freien Berufen auf Berufsgruppen

ifb.uni-erlangen.de/forschung/statistiken/

- (14) Deutscher Beamtenbund (2017) Richter und Soldaten (Stand: 30.6.2015).- dbb beamtenbund und tarifunion: Zahlen Daten Fakten

www.dbb.de/presse/mediathek/broschueren.html

- (15) Bundessteuerberaterkammer (2017): Berufsstatistik 2016, Steuerberater in Deutschland (Stand: 1.1.2017)

www.bstbk.de/de/bstbk/berufsstatistik/

6 Literatur

- ArbStättV (2004): Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung).- BGBl. Teil I, Nr. 44: 2179-2189.-
- Baumgartner, D. A. (2011): Risikofaktoren für Mitarbeiter/innen in Wasserwerken. Wien: AUVA.
- Bundesagentur für Arbeit (2011): Klassifikation der Berufe 2010 – Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen (mit Erratum)
- Bundesagentur für Arbeit (2014): Statistische Geheimhaltung: Rechtliche Grundlagen und fachliche Regelungen der Statistik der Bundesagentur für Arbeit
- Bundesagentur für Arbeit (2016): Dokumentation „Bezugsgröße 2016“
- Deutscher Beamtenbund (2017): Richter und Soldaten (Stand: 30.6.2015).- dbb beamtenbund und tarifunion: Zahlen Daten Fakten
- Kunte A., Kloubert T. (2013): Untersuchung von natürlich radioaktiven Materialien (NORM). Augsburg: LfU Augsburg.
- England, P. H. (2016): Radon in Workplace Basements. Chilton, Großbritannien: Public Health England.
- EU (2013): 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
- Gruber, V., Ringer, W. (2013): Endbericht zur Pilotstudie Erhebung und Beurteilung der Radonexposition von Beschäftigten in Österreichischen Schaubergwerken und -höhlen. Linz.
- Heidler, M. L. (2012): Radon in Innenräumen - Auswirkungen von Gebäudeabdichtungen in Bayern. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Körner, S. (2004): Strahlenexposition durch natürliche Radioisotope aus gewerblichen Betrieben in Bayern. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz.
- Körner, S. (2012): Radon in Bayern. Vortrag im Rahmen der internen Abteilungsbildung. Augsburg.
- Nadschläger, E. (2003): Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder und Jugend. Linz: Landesregierung vom Land Oberösterreich.
- NatStrV. (2008): Natürliche Strahlenquellen-Verordnung. Bundesgesetzblatt der Republik Österreich.
- Oberösterreichische Landesregierung (2009): Radon in Oberösterreich - Untersuchungen in öö. Amtsbauwerken. Linz: Land Oberösterreich.
- Preuße, W. (2013): Radon in sächsischen Schulen. Abgerufen am 11. 11 2016 von https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/11-00_Preuße_Radon-in-saechs-Schulen_Folien.pdf
- Republik Österreich (2013): Strahlenschutzgesetz (StrSchG).

- Ringer, W. (2006): Endbericht zur Pilotstudie "Strahlenexposition von Beschäftigten in oberösterreichischen Wasserwerken". Linz: AGES Linz.
- Ringer, W. (2006): Strahlenexposition von Beschäftigten in Oberösterreichs Thermen. Linz.
- Seibersdorf, A. (2001): Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder. Projektkoordination: Land Oberösterreich.
- StrlSchV (2001): Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen vom 20. Juli 2001 (Strahlenschutzverordnung).– BGBl. Teil I, Nr. 38: 1714-1846.-
- Trautmannsheimer, M. (2002): Radonexponierte Arbeitsplätze in Wasserwerken in Bayern. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt.

7 Ergänzungen zur europaweiten Umfrage

7.1 Fragebogen

Questionnaire <i>Radon Exposure at Workplaces</i>	
--	---

Please return completed document by Sept. 15th, 2016 to
angelika.kunte@ages.at

<i>Name</i>	<i>First Name</i>	<i>Institution</i>	<i>E-Mail</i>

1. Are there currently any regulations in your country that regulate radon exposure at workplaces?

☐ Yes
 ☐ No
 ☐ Do not know

If yes, please specify:

2. Which kinds of "specific" workplaces are considered to have potentially elevated radon levels (f. e. underground workplaces) in your country?

Please list them below:

.....

.....

.....

3. How have they been identified?

.....

.....

4. How are they regulated?

.....

.....

.....

1

Questionnaire *Radon Exposure at Workplaces*



5. If regulations exist, who is in charge of the surveillance of radon exposed workers? (e. g. radiation protection authority, local authority, labour inspectorate, ...)

.....

6. Have radon areas been defined yet in your countries in which radon testing in workplaces and public buildings (in the basement & ground floor) will be mandatory?

☐ Yes ☐ No ☐ do not know

If yes, please specify the criteria and how the mapping was achieved:

.....
.....
.....

7. Has the number of workplaces for which the radon testing will be mandatory in your country (as mentioned above) been estimated yet?

☐ Yes ☐ No ☐ do not know

If yes, please specify how it was done:

.....
.....
.....

8. Which were the sources for the data that was collected on that issue?

.....
.....
.....

Questionnaire *Radon Exposure at Workplaces*



9. Have you defined yet any criteria for exclusion of "normal" workplaces from obligatory radon testing in defined areas (f.e. air conditioning, ...)?

☐ Yes ☐ No ☐ Do not know

If yes, please specify:

.....
.....

10. Has the responsible body set up yet a strategy / radon action plan on how to deal with the mandatory radon testing in defined areas at "normal" workplaces?

☐ Yes ☐ No ☐ Do not know

If yes, please specify:

.....
.....
.....

11. Have radon tests been carried out so far at "normal" workplaces in specific radon areas (or elsewhere) in your country?

☐ Yes ☐ No ☐ Do not know

If yes, please estimate the number of workplaces that have been tested:

12. Are you aware of any publications on the topics mentioned above in your country that you could recommend?

☐ Yes ☐ No ☐ Do not know

If yes, please attach a list with details.

7.2 Kontaktdaten der verantwortlichen Stellen für „Radon am Arbeitsplatz“

Nr.	Land	Name	Organisation	Email	Fragebogen ausgefüllt
1	Albania	Ms. Brunilda Daci	Centre of Applied Nuclear Physics	brunilda.daci@gmail.com	nein
2	Belarus	(Ms. Marina Vasilyeva) Ms. Alena Nikalayenka	Republican Unitary Enterprise "Scientific-practical centre of hygiene" Scientific Practical Centre of Hygiene	vasilyevamm11@gmail.com nikolaenko67@gmail.com	ja
3	Belgium	Mr. Boris Dehandschutter	FANC	Boris.dehandschutter@fanc.fgov.be	ja
4	Bosnia and Herzegovina	Ms. Maida Iovic	State Regulatory Agency for Radiation and Nuclear Safety	maida.kahvic@darns.gov.ba	nein
5	Bulgaria	Ms. Kremena Georgieva Ivanova	National Centre of Radiobiology and Radiation Protection (NCRRP); Ministry of Health	k.ivanova@ncrrp.org	ja
6	Canada	Mr. Alan Whitehead	CARST	a_whitehead@carst.ca	ja
7	Croatia	Mr. Vanja Radolic Ms. Sanja Krca	University of Osijek, Department of Physics State Office of Radiological and Nuclear Safety	vanja@fizika.unios.hr sanja.krca@dzrns.hr	ja
8	Czech Republic	Ms. Ivana Zenata	State Office for Nuclear Safety	ivana.zenata@sujb.cz	ja
9	Denmark	angefragt			nein
10	Estonia	Mr. Alar Polt	Radiation Safety Department, Environmental Board	Alar.Polt@KESKKONNAAM.ET.EE	ja
11	Finland	Mr. Olli Holmgren, Tuukka Turtiainen	STUK	olli.holmgren@stuk.fi	ja
12	France	Mr. Jean-Francois Lecomte	IRSN	jean-francois.lecomte@irsn.fr	nein
13	Greece	Ms. Maria Kolovou	Greek Atomic Energy Commission (GAEC)	maria.kolovou@eeae.gr	ja
14	Hungary	Mr. Zsolt Homoki	National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene (OSSKI)	homoki.zsolt@osski.hu	ja
15	Ireland	Mr. David Fenton	Environmental Protection Agency	d.fenton@epa.ie	ja

16	Iceland	angefragt			nein
17	Italy	Mr. Francesco Bochicchio	Italian National Institute of Health	francesco.bochicchio@iss.it	ja
18	Latvia	Ms. Zanna Martinsone	Rigas Stradins University - Institute of Occupational Safety and Environmental Health	Zanna.Martinsone@rsu.lv	ja
19	Lithuania	Ms. Rima Ladygiene	Radiation Protection Centre	rima.ladygiene@rsc.lt	ja
20	Luxembourg	Ms. Marielle Lecomte	Ministère de la Santé	marielle.lecomte@ms.etat.lu	ja
21	Malta	Mr. Paul Brejza	Maltese Occupational Health & Safety Authority (OHSA)	Paul.brejza@gov.mt	ja
22	Montenegro	Ms. Natasa Bjelica	Agency for Environmental Protection (EPA)	natasa.bjelica@epa.org.me	nein
23	Netherlands	Ms. Miranda Alphenaar	Ministry of Social Affairs and Employment	malphenaar@minszw.nl	ja
24	Norway	Mr. Bård Olsen	Norwegian Radiation Protection Authority	Bard.Olsen@nrpa.no	ja
25	Polen	Mr. Krzysztof Kozak Ms. Malgorzata Wysocka	Institute of Nuclear Physics PAN Śląskie Centrum Radiometrii Środowiskowej	Krzysztof.Kozak@ifj.edu.pl mwysocka@gig.katowice.pl	ja
26	Portugal	Mr. Luis Neves	Portuguese Radiation Protection Society	sppcr@sppcr.pt	ja
27	Republic of Moldova	Mr. Serghei Virilan	National Center for Public Health of Republic of Moldova	sergiuvirilan@mail.ru	ja
28	Romania	Mr. Ioan Encian	National Commission for Nuclear Activities Control (CNCAN)	ioan.encian@cncan.ro	ja
29	Russia	Prof. Ivan Romanovich	Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene	I.Romanovich@niirg.ru	nein
30	Switzerland	Mr. Fabio Barazza	BAG	fabio.barazza@bag.admin.ch	ja
31	Serbia	Mr. Vladimir Udovicic	Institute of Physics	udovicic@ipb.ac.rs	ja
32	Slovakia	Ms. Alzbeta Durecova	Department of Radiation Protection; Regional Institute of Public Health	alzbeta.durecova@vzbb.sk	ja
33	Slovenia	Mr. Michel Cindro	Slovenian Nuclear Safety Administration; Ministry of Agriculture and the Environment	michel.cindro@gov.si	nein

34	Spain	Mr. Santiago González Ms. Montserrat Garcia Gómez	Ministry of Health	sgonzalezm@msssi.es mgarciag@msssi.es	ja
35	Sweden	Mr. Magnus Ahnesjö	Swedish Radiation Safety Authority (SSM)	Magnus.Ahnesjo@ssm.se	ja
36	Macedonia	Ms. Lidija Nikolovska	Ionizing Radiation Department and Radioecology, Institute of Public Health	nikolovska@gmail.com	ja
37	Turkey	Mr. Sefa Kemal Uzun	Saraykoy Nuclear Research and Training Center; Turkish Atomic Energy Authority (TAEK)	sefakemal.uzun@taek.gov.tr	nein
38	UK	Ms. Sue Hodgson	Public Health England	sue.hodgson@phe.gov.uk	nein
39	Ukraine	Ms. Ruslana Tripailo Ms. Tetiana Pavlenko	State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine	tripaylo@hq.snrc.gov.ua tpavlenko@ukr.net	ja
40	USA	Mr. Bill Long	US EPA	Long.Bill@EPA.GOV	nein
41	Cyprus	Panicos Demetriades	??	pdemetriades@dli.mlsi.gov.cy	ja

7.3 Antworten auf Frage 2 (“specific” workplaces in other countries)

Country	Answer
Belarus	Miners, workers in gas and oil production.
Belgium	Underground workplaces, schools, public buildings and buildings with public access, waterworks.
Bulgaria	We have no list of “specific” workplace.
Canada	Underground mines and all workplaces, schools and daycares that have basements and/or are in contact with the ground.
Croatia	• caves, spas/health resorts, mines and workplaces under the ground or above the ground where an increased radiation from natural radionuclides is expected. (in line with Title VII, Article 40a Directive 96/29/EURATOM)
Cyprus	Due to the type of practices in the country and the geological composition of bedrock in Cyprus, which is poor in uranium and thorium daughter radioisotopes, there are no special cases of potentially elevated radon levels or levels of particular concern either in workplaces, e.g. no uranium or thorium mines, only one surface copper mine, no substantial indoor levels of radon detected in Cyprus.
Czech Republic	underground workplaces + workplaces with underground water
Estonia	The Radiation Act mentions working activities that may cause increased exposure due to natural radiation sources, without directly referring to radon. Among them are works at mineral water wells, in caves (though we have no caves in Estonia), mines and underground workplaces. The exposure is most likely to occur due to radon, even though it is not said.
Finland	1) Ground floor workplaces which are located in municipalities where radon concentration 400 Bq/m ³ is exceeded in >10% of dwellings 2) All underground workplaces 3) Workplaces in buildings that are built on permeable soil (sand or gravel)
Greece	Spas, mines, tourist caves, NORM industries
Hungary	Touristic visited show caves and SPAs, Site of former uranium mine, Other types of mines (e.g. manganese), Wine cellars, Mofetts (radon SPAs).
Ireland	Underground workplaces e.g. mines and show-caves Basements Indoor workplaces located on the ground floors in High Radon Areas
Italy	At present we have not officially identified yet a list of specific workplaces to be considered to have potentially elevated levels. In principle, underground workplaces

	without adequate forced ventilation could be included in such a list.
Latvia	We have not specified that kind of workplaces (only: aboveground and underground)! We still have no data (measurements) about radon at workplaces, but we just now are planning to do measurements at specific workplaces: in hydroelectric power plants, in companies of water supply, in service companies (café, restaurants, hotels, spa, etc.), public buildings as workplaces (hospitals, schools etc.). The measurements will be done around Latvia (selected way) to identify indoor air radon levels' as base for potential changes according to regulation or/and action plan.
Lithuania	Management of indoor radon in workplaces is stated in the Lithuanian Hygiene Standard HN 73:2001 Basic Standards on Radiation Protection: Radiation protection regulations shall be applied for practices in identified areas, where workers, and, where appropriate, members of public are exposed to toron or radon daughters, gamma or any other radiation in spas, caves, mines, underground and aboveground workplaces. Radiation Protection Centre performed selective measurements in working places and no places with increased radon concentration were found, so no workplaces were considered to have potentially elevated radon levels.
Luxembourg	Not specified in the regulation but inspired from BSS 1996: underground workplaces, mines, water production plants, breweries, spas, ...
Macedonia	Thermal spas, Pb/Zn mines, coal mines,
Malta	As stated there is no specific radon regulations in place and hence no "specific" workplaces are considered. The areas which may need to be considered in Malta is underground workplaces, such as underground tourist attractions.
Moldova	a. Workplaces situated at the basement and semi-basement. b. Workplaces from Cricova and Milestii Mici underground wine cellars. c. Mineral quarries.
Netherlands	Probably underground workplaces, waterworks, concrete workspaces as bunkers. Not definite identified yet. A survey is exected at this moment with one of the objectives to identify these worksplaces
Norway	Underground workplaces such as in tunnels and rock room. The target groups are workers who work with fixed activities in tunnels, basements, in the mining industry, in underground hydroelectric power plants, in relation to the underground train network in Oslo, in the Norwegian national railway administration and in defence installations.

Polen	Underground mines of coal, zinc and lead, copper, Museums: underground coal mine, underground salt mine, underground lead and zinc mine Touristic caves Tunnels Water treatment stations Different kinds on workplaces located in basements (museums, libraries, archives, bars, restaurants, pubs) Spas and healing resorts
Portugal	There are no official listings. Indoor air quality and energy efficiency legislation refers to the necessity of control in "granitic districts", but applies to every building including homes.
Romania	Based on published research developed in our country, elevated radon levels were measured in caves (tourist caves), schools, kindergartens and town halls.
Serbia	Not defined, yet.
Slovakia	show caves, mining museums, old mining areas, tunnels, dam 's underground workplaces
Spain	Work activities whose employers should carry out the studies cited in question 1 are those carried out in the following workplaces: 1. underground workplaces such as: - Caves and galleries. - Other than uranium mines. 2. Thermal baths. 3. Facilities where storing and treating water from underground sources. 4. Workplaces, underground and aboveground, in areas identified by their high levels of radon. 5. Extraction of rare earths. 6. Production and utilization of thorium and its compounds. 7. Production and ferro-niobium niobium. 8. Production of gas and oil. 9. Production of cement, furnace maintenance of "clinker". 10. Manufacture of titanium dioxide pigments. 11. Phosphate industry (production of phosphoric acid and phosphate fertilizers). 12. Zirconium industry. 13. Production of tin, copper, aluminum, iron, steel, zinc and lead. 14. Coal power stations. The work places listed with numbers 1 to 4 are those in which is possible that the average annual values of radon concentration exceed the reference levels. The rest of workplaces are associated with work activities involving storage, material handling or waste generation, not usually regarded as radioactive, but which contain naturally radionuclides that could cause a significant increase in exposure of workers and, where appropriate, of members of the public.
Sweden	Mines and underground workplaces are considered to have potentially elevated radon levels.

	Other specific workplaces that are considered to have risk of high radon levels are water purification plants and some old cultural buildings (e.g. churches and castles).
Switzerland	Underground workplaces in general, water supply workplaces, tunnel constructors, military workplaces in the underground
Ukraine	Uranium mines and non-uranium mines (iron ore mines, coal mines)