



Bundesamt  
für Strahlenschutz

## **Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz**

### **Offene Fragen zur Förderung und Zertifizierung von baulichen Radonschutzmaßnahmen**

#### **Vorhaben 3622S12216**

Sachverständigenbüro für Radonanalytik und Baubiologie  
Sachverständigenbüro Dr. Kemski  
Sachverständigenbüro Uwe Münzenberg

Dr. Thomas Haumann  
Dr. Joachim Kemski  
Uwe Münzenberg

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz,  
nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und im Auftrag des Bundesamtes  
für Strahlenschutz (BfS) durchgeführt.

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMUV (Ressortforschungsplan) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

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

## **Impressum**

Bundesamt für Strahlenschutz  
Postfach 10 01 49  
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0

Fax: +49 30 18333-1885

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

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

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

BfS-RESFOR-235/24

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

urn:nbn:de:xxxxxxx

Salzgitter, Oktober 2024

## Abschlussbericht FKZ 3622S12216

<b>Thema:</b>	<b>Offene Fragen zur Förderung und Zertifizierung von baulichen Radonschutzmaßnahmen</b>
<b>Auftraggeber:</b>	Bundesamt für Strahlenschutz ZD2 Postfach 10 01 49 38201 Salzgitter
<b>Auftragnehmer:</b>	Dr. Thomas Haumann Sachverständigenbüro für Radonanalytik und Baubiologie Am Ruhrstein 59 D-45133 Essen  Mitarbeiter  Dr. Joachim Kemski Sachverständigenbüro Dr. Kemski Euskirchener Straße 54 D-53121 Bonn  Uwe Münzenberg Sachverständigenbüro Uwe Münzenberg Rechenberg 2 D-97346 Iphofen
<b>Vergabenummer:</b>	FKZ 3622S12216
<b>Berichtsdatum:</b>	02.11.2023
<b>Seitenanzahl:</b>	55
<b>Verfasser:</b>	Dr. Thomas Haumann Dr. Joachim Kemski Uwe Münzenberg
<b>Hinweis:</b>	Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung der Auftraggeberin übereinstimmen

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Motivation und Hintergrund zum Forschungsvorhaben</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
2.1	Aufgabenstellung zu Arbeitspaket 1	5
2.2	Aufgabenstellung zu Arbeitspaket 2	5
2.3	Aufgabenstellung zu Arbeitspaket 3	5
<b>3.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
3.1	Grundlagen zu Bewertungs- und Zertifizierungssystemen	7
3.2	Grundlagen zu Radon und Radonschutz	9
3.2.1	Gesetzliche Regelungen	9
3.2.2	Gesundheitliche Auswirkungen	10
3.2.3	Radonschutz	10
<b>4.</b>	<b>Recherchen zu Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen für Deutschland und für das Ausland</b>	<b>12</b>
4.1	Recherchen zu weiteren Zertifizierungsmodellen	12
4.2	Zertifizierungen von (Bau)-Produkten	13
4.3	Zertifizierungen von Dienstleistungen - Radon-Beratung/Diagnostik	14
4.4	Zertifizierungen von Dienstleistungen - Radon-Sanierung/Prävention	15
<b>5.</b>	<b>Aufarbeitung der Recherchen zu Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen für Deutschland und für das Ausland</b>	<b>16</b>
5.1	Zertifikate und Bewertungssysteme mit Bezug zu Radon	17
5.1.1	In Deutschland	17
5.1.2	Im Ausland	19
<b>6.</b>	<b>Evaluation der gewonnenen Erkenntnisse/Ergebnisse und Vorschläge zur möglichen Umsetzung oder Integration von Radon in Qualitätssiegel, Zertifikate und Bewertungssysteme</b>	<b>28</b>
6.1	Evaluation der Ergebnisse und des Erkenntnisgewinns aus den Recherchen	28
6.2	Evaluierung mit Hilfe von Expert*inneninterviews	29
6.3	Nutzenabschätzung von Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen in Deutschland unter Berücksichtigung der Maßnahme 3.5 des Radonmaßnahmenplans	34
6.4	Nutzenabschätzung von Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen zu Radon/Innenraumnoxen aus dem internationalen Raum, die in Deutschland zum Radonschutz erfolgreich eingesetzt werden könnten	35
6.5	Vorschläge zu neuen oder bestehenden Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen, die für den Radonschutz und dessen Qualitätskriterien verwendet werden könnten	35
6.6	Randbedingungen und Kriterien eines Qualitätssiegels	36
6.7	Evaluation der Möglichkeiten, entsprechende Zertifikate als Grundlage der staatlichen Förderung von Maßnahmen zum Radonschutz anwenden zu können.	40

<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	45
<b>8.</b>	<b>Liste der Fundstellen aus Arbeitspaket 1</b>	47
8.1	Deutschland	47
8.2	Weltweit	48
8.3	Europa	48
8.4	Nordamerika	51
8.5	Südamerika	51
8.6	Australien/Neuseeland	51
8.7	Asien	52
8.8	Afrika	53
<b>9.</b>	<b>Literatur</b>	54

## 1. Motivation und Hintergrund zum Forschungsvorhaben

Gemäß §122 Abs. 1 des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) hat das Bundesumwelt- und Verbraucherministerium (BMUV) unter Beteiligung des BfS und der Länder einen Radonmaßnahmenplan erarbeitet und im Jahr 2019 veröffentlicht. Der **Radonmaßnahmenplan** beschreibt die Strategie von Bund und Ländern zur Reduzierung der Gesundheitsrisiken durch Radonexpositionen in Deutschland, erläutert die Maßnahmen nach dem Strahlenschutzgesetz und enthält Ziele für die Bewältigung der langfristigen Risiken der Exposition durch Radon.

Darüber hinaus regelt §125 StrlSchG, dass BMUV und die Länder, die Bevölkerung über technische Möglichkeiten unterrichten und technische oder andere Mittel empfehlen, die zu einer Verringerung der Exposition durch Radon führen. Die Maßnahme 3.5 des Radonmaßnahmenplans sieht eine Prüfung vor, ob Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon entwickelt und in bestehende Qualitätszertifizierungen/Gütesiegel anderer Bereiche integriert werden können und strebt eine Integration im gegebenen Falle an.

Für bestehende Wohngebäude und sonstige Bestandsbauten mit Aufenthaltsräumen und/oder Arbeitsplätzen sieht das Strahlenschutzrecht keine verbindlichen Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration vor sofern keine baulichen Maßnahmen durchgeführt werden, die den Luftwechsel reduzieren. Stattdessen soll an die Eigenverantwortung der Gebäudeverantwortlichen appelliert werden, sich und andere im Gebäude lebende Personen vor Radon zu schützen. Somit könnte sich Maßnahme 3.5 des Radonmaßnahmenplans ggf. vorteilhaft auf die Umsetzung des Radonschutzes in der Bevölkerung auswirken.

Ziel des Vorhabens ist es, wesentliche Randbedingungen und Kriterien eines Qualitätssiegels für die Ausführung von Maßnahmen zum Schutz vor hohen Radonkonzentrationen in Gebäuden zu erhalten. Die Prüfung soll ergebnisoffen durchgeführt werden. Kommt der Forschungsnehmende auf Grund der vorhergehenden Untersuchungen zu dem Schluss, dass ein Qualitätssiegel nicht sinnvoll erscheint oder nicht die gewünschte Aussagekraft bieten kann, so ist dies zu dokumentieren und hinreichend zu begründen.

Hierfür sind existierende Zertifikate und Gütesiegel im Bauwesen in Deutschland und im Ausland zu recherchieren und zu evaluieren. Aus der Recherche sollen Parameter/Qualitätskriterien identifiziert werden, die auf den Radonschutz anwendbar und übertragbar sind oder sich bereits auf Radon beziehen. Im Vorhaben sollen auch bereits existierende finanzielle Fördermaßnahmen berücksichtigt werden, um Analogien zu identifizieren, die auf den Radonschutz angewendet werden können. Hieraus sollen Kriterien, Kontrollen und Toleranzen für die Bewertung von Maßnahmen abgeleitet werden, die dabei helfen, den Radonschutz bei Qualitätssicherungen und bei Fördermaßnahmen im Bauwesen zukünftig zu berücksichtigen. Dazu ist der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik aufzuarbeiten, zusammenzufassen und Erkenntnisse mit Blick auf die Ziele des Vorhabens zu ermitteln und bewerten.

Das Forschungsvorhaben umfasst 3 Arbeitspakete. Das Arbeitspaket 1 beinhaltet die Recherche des relevanten Standes von Wissenschaft und Technik. Das Arbeitspaket 2 befasst sich mit der Aufarbeitung des relevanten Standes von Wissenschaft und Technik. Das Arbeitspaket 3 beinhaltet die Evaluation der gewonnenen Erkenntnisse/Ergebnisse und Vorschläge zur möglichen Umsetzung oder Integration von Radon in Qualitätssiegel, Zertifikate und Bewertungssysteme.

## 2. Aufgabenstellung

### 2.1 Aufgabenstellung zu Arbeitspaket 1

Eine detaillierte Recherche des für das Vorhaben relevanten Standes von Wissenschaft und Technik erfolgt als erster Arbeitsschritt nach den in der Leistungsbeschreibung unter 3.1. genannten Punkte.

Hierzu gehören:

- Recherche von Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen in Deutschland, insb. der Beschreibung von bestehenden Systemen für Innenraumnoxen, die ggf. mit Radon bzw. mit Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon verknüpft werden können oder die schon die Bewertung der Radonsituation explizit berücksichtigen.
- Recherche von Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen aus dem Ausland, die sich auf den Radonschutz beziehen, Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon enthalten oder zusätzlich mit Radon verknüpft sind.

### 2.2 Aufgabenstellung zu Arbeitspaket 2

Eine detaillierte Aufarbeitung des für das Vorhaben relevanten Standes von Wissenschaft und Technik erfolgt als zweiter Arbeitsschritt nach den in der Leistungsbeschreibung unter 3.2. genannten Punkte. Der Bericht zu Arbeitspaket 2 soll den relevanten Stand von Wissenschaft und Technik aus der vorherigen Literaturrecherche aus Arbeitspaket 1 aufarbeiten und zusammenfassen.

Folgende Schwerpunkte hat der Bericht zu beinhalten:

- Zusammenfassung von Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen in Deutschland, insb. der Beschreibung von bestehenden Systemen für Innenraumnoxen, die ggf. mit Radon bzw. mit Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon verknüpft werden können oder die schon die Bewertung der Radonsituation explizit berücksichtigen.
- Zusammenfassung von Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen aus dem internationalen Raum, die sich auf den Radonschutz beziehen, Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon enthalten oder zusätzlich mit Radon verknüpft sind.

### 2.3 Aufgabenstellung zu Arbeitspaket 3

Arbeitspaket 3 beinhaltet die Evaluation der gewonnenen Erkenntnisse/Ergebnisse und Vorschläge zur möglichen Umsetzung oder Integration von Radon in Qualitätssiegel, Zertifikate und Bewertungssysteme. In Erweiterung der Sachstandberichte ist zum Vorhabensende ein Abschlussbericht anzufertigen und konkrete Vorschläge zur Umsetzung oder Integration des Radonschutzes bzw. von Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon in Qualitätssiegel, Zertifikate und Bewertungssysteme zu erarbeiten. Anknüpfend zur Literaturstudie aus den Arbeitspaketen 1 und 2 sind folgende Punkte inhaltlich zu beachten:

- Evaluation der Ergebnisse und des Erkenntnisgewinns aus den Recherchen.
- Nutzenabschätzung von Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen in Deutschland unter Berücksichtigung der Maßnahme 3.5 des Radonmaßnahmenplans.
- Nutzenabschätzung von Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen zu Radon/Innenraumnoxen aus dem internationalen Raum, die in Deutschland zum Radonschutz erfolgreich eingesetzt werden könnten.
- Ableitung von wesentlichen Randbedingungen und Kriterien eines Qualitätssiegels für die Ausführung von Maßnahmen zum Schutz vor hohen Radonkonzentrationen in Gebäuden.

- Vorschläge zu neuen oder bestehenden Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen, die für den Radonschutz und dessen Qualitätskriterien verwendet werden könnten.
- Evaluation der Möglichkeiten, entsprechende Zertifikate als Grundlage der staatlichen Förderung von Maßnahmen zum Radonschutz anwenden zu können.

Die Evaluierung soll mit Hilfe von Expert\*inneninterviews (mindestens drei Expert\*innen aus dem Bauwesen) umgesetzt werden, um den Kenntnisstand zu existierenden finanziellen Fördermaßnahmen und Zertifikaten im Bauwesen in Erfahrung zu bringen und um Parameter zu identifizieren, die mit Radon bzw. mit Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon verknüpft werden können. Daher soll der Abschlussbericht auch einen Kriterienkatalog beinhalten, wie der Radonschutz in Zertifizierungssystemen von Gebäuden adäquat berücksichtigt werden kann. Die Prüfung soll ergebnisoffen durchgeführt werden. Kommt der Forschungsnehmende auf Grund der vorhergehenden Untersuchungen zu dem Schluss, dass ein Qualitätssiegel nicht sinnvoll erscheint oder nicht die gewünschte Aussagekraft bieten kann, so ist dies zu dokumentieren und hinreichend zu begründen.

Das vorliegende Forschungsvorhaben sollte auch in einem engen Zusammenhang mit bereits abgeschlossenen Projekten zum Thema Radon betrachtet werden. In einem Bericht aus dem Jahr 2011 zum Forschungsprojekt (Vorhaben 3609S10007) wird die Kosteneffektivität von Maßnahmen zum Radonschutz in Abhängigkeit vom zu erreichenden Zielwert der Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumluft in einen gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang gestellt [2]:

*„ ... Aus der Perspektive der durch etablierte Methoden ermittelten Kosteneffektivität ist festzustellen, dass für Deutschland allgemein die Sanierung bestehender Gebäude mit einem verpflichtenden Eingreifwert von 100 Bq/m<sup>3</sup> mit anschließender Erfolgskontrolle die geringsten Kosten verursacht. Für Radon-Hochrisiko-Gebiete ist das radonsichere Bauen hingegen vorzuziehen.“*

Quelle: Egblomassé-Roidl C.; **„Gesundheitsökonomische Betrachtung zu Radonsanierungsmaßnahmen“**. In: Bernhard-Ströl C, Gödde R, Hachenberger C, Löbke-Reinl A, Schmitt-Hannig A (Hrsg.). Strahlenschutzforschung - Programmreport 2010. Bericht über das vom Bundesamt für Strahlenschutz fachlich begleitete und administrativ umgesetzte Forschungsprogramm Strahlenschutz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Vorhaben 3609S10007), siehe Parlamentsbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013

Einen weiteres Forschungsprojekt beleuchtet die **„Wirkung staatlicher Fördermaßnahmen auf die Umsetzung von Radonsanierungsmaßnahmen im Wohnbereich“** (Vorhaben 3620S12282) auf der Basis von Befragungen mit Bericht aus Dezember 2021 [3].

### 3. Einleitung

#### 3.1 Grundlagen zu Bewertungs- und Zertifizierungssystemen

##### Allgemeines zum Thema Zertifizierung von Gebäuden

Bisher ist die übergeordnete Zielsetzung von Bewertungs- und Zertifizierungssystemen im Bausektor die Nachhaltigkeit und die Einsparung von Energie und Ressourcen. Weitere Aspekte wie z.B. Behaglichkeit und Gesundheit, technische und soziokulturelle Aspekte wurden hinzugefügt. Grundlagen zu Bewertungs- und Zertifizierungssystemen wurden in [1] zusammengefasst:

*„Nachhaltigkeit ist die Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension menschlicher Existenz. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit stehen miteinander in Wechselwirkung und bedürfen langfristig einer ausgewogenen Koordination.“*

So lautet die gängigste Definition der Nachhaltigkeit, welche die Enquete-Kommission »Schutz des Menschen und der Umwelt« des Deutschen Bundestags verfasst hat. Nachhaltigkeit beinhaltet damit alle Aspekte unseres Handelns. Insbesondere das Bauwesen hat erhebliche Auswirkungen auf das nachhaltige Handeln einer Gesellschaft, da hier große Energieverbräuche und Massenströme entstehen und da Bauprodukte und Gebäude extrem langlebig sind und über einen langen Zeitraum auf Umwelt und Gesellschaft einwirken.

Bewertungs- und Zertifizierungssysteme berücksichtigen im Wesentlichen die nachfolgenden Aspekte

- Zukunftsfähiges Bauen
- Globaler Wandel
- Nachhaltige Entwicklung
- Gebäudebewertung und -zertifizierung
- Aspekte der Innenraumhygiene und Gesundheitsvorsorge

Nach [1] muss *„zum **zukunftsfähigen Bauen** zur Sicherung der Lebensqualität zukünftiger Generationen der nachhaltige und effiziente Umgang mit den Ressourcen unseres Planeten gewährleistet werden. Diese Forderung gilt auch für die Architektur sowie die Stadt- und Raumplanung [1]. Das heutige und künftige Ziel muss es sein, unter größtmöglicher Schonung von Ressourcen eine maximale Architekturqualität zu erreichen. Nachhaltige Architektur wird oft nur mit Begriffen wie »ökologisches Planen« oder »energieeffizientes Bauen« bezeichnet. Ökologie und Energieeffizienz sind jedoch nur Teilbereiche einer nachhaltigen Entwicklung. Nachhaltigkeit im Bauwesen umfasst ein wesentlich komplexeres Themenfeld.“*

*Während die Aspekte Ökologie, Wirtschaftlichkeit und Gesellschaft die klassischen Dimensionen des nachhaltigen Planens und Bauens bilden, wird zukunftsfähige Architektur auf nationaler und internationaler Ebene zunehmend auch durch Kategorien wie Technik- und Prozessqualität sowie durch funktionale und standort-spezifische Aspekte charakterisiert. Um nachhaltige Gebäudequalität mess- und vergleichbar zu machen, wurden in den letzten Jahren zahlreiche Instrumente entwickelt. Labels, Zertifikate und Bewertungssysteme ... sind jedoch stets in Abhängigkeit von den gesellschaftlichen, politischen, kulturellen und klimatischen Randbedingungen der Nation oder der Region zu betrachten, für die sie entwickelt wurden.*

*Um die Inhalte und Ziele solcher Instrumente und die Thematik des nachhaltigen Bauens insgesamt zu verstehen, ist es daher notwendig, die internationalen Rahmenbedingungen, die in Folge des globalen Wandels entstanden sind und die in den letzten Jahrzehnten die nachhaltige Entwicklung auf globaler Ebene geprägt haben, näher zu betrachten.“*

Radon und andere Innenraumschadstoffe finden sich unter den **Aspekten der Innenraumhygiene und Gesundheitsvorsorge**. Bisher liefern nur wenige Bewertungs- und Zertifizierungssysteme verbindliche Handlungs- und Bewertungsmaßstäbe zu dieser Kategorie. Die wenigsten beziehen sich konkret auf Radon.

Radon ist bisher vereinzelt unter **Behaglichkeit und Gesundheit/Innenraumluftqualität** und **Standort/Mikro-Standort** angesiedelt. Die wichtigsten Bausteine von Bewertungs- und Zertifizierungssystemen sind in Tabelle 1 zusammenfasst.

**Tabelle 1: Bausteine von Bewertungs- und Zertifizierungssystemen [1]**

<b>Ökologische Aspekte</b>	Umweltbelastungen/Verschmutzung Materialien/Ressourcen Abfall Wasser
<b>Ökonomische Aspekte</b>	Lebenszykluskosten Wertstabilität
<b>Soziokulturelle Aspekte</b>	Sicherheit Barrierefreiheit regionale und soziale Aspekte
<b>Energie</b>	CO <sub>2</sub> -Emissionen Energieeffizienz erneuerbare Energie energieeffiziente Gebäudehülle technische Gebäudeausstattung Energiemonitoring Zwischenzählen und-messungen elektrische Gebäudeausstattung
<b>Behaglichkeit und Gesundheit</b>	thermische Komfort <b>Innenraumluftqualität</b> akustischer Komfort visueller Komfort Einflussnahme des Nutzers
<b>Funktionale Aspekte</b>	Flächeneffizienz Umnutzungsfähigkeit
<b>Technische Aspekte</b>	Brandschutz Haltbarkeit Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit Wetter- und Umweltresistenz
<b>Design/Innovation</b>	Architektur Kunst am Bau Innovation
<b>Prozess/Management</b>	Planungsprozess Baustellenabläufe Inbetriebnahme Betrieb
<b>Standort</b>	<b>Mikro-Standort</b> Verkehrsanbindung Fahrradkomfort Nachbarschaft Bauordnung Erweiterungsmöglichkeiten Flächenverbrauch Natur- und Landschaftsschutz Biodiversität

Grundsätzlich müssen bei Maßnahmen zum Radonschutz auch Konfliktpotentiale (Zielkonflikte) mit anderen Bausteinen beachtet werden (z.B. Umweltbelastungen/Verschmutzung, Materialien/Ressourcen Energie, akustischer und visueller Komfort).

Bei Überschreitungen des Referenzwertes am Arbeitsplatz besteht bei Radon unabhängig von Standort und Bauweise Maßnahmenpflicht, daher können hier auch erhebliche Konfliktpotentiale (Zielkonflikte) mit anderen Bausteinen beachtet werden (z.B. Ökonomische und energetische Aspekte).

Vorteile und Nutzen von Gebäudezertifizierungen sind für den Antragsteller überwiegend wirtschaftlicher Natur (günstigere Kredite, Fördermaßnahmen) und für die Allgemeinbevölkerung Schutz der Umwelt und Ressourcen (Nachhaltigkeit, Abfallwirtschaft, Energie). Nur zu einem geringen Teil zeichnen sich direkte gesundheitliche Vorteile für die Nutzer der zertifizierten Gebäude ab.

## 3.2 Grundlagen zu Radon und Radonschutz

### 3.2.1. Gesetzliche Regelungen

In Deutschland besteht eine **Mess- und Maßnahmenpflicht** in Radon-Vorsorgegebieten gem. §121 StrlSchG und §153 StrlSchV.

Es muss beim Neubau mindestens eine der folgenden Maßnahmen durchgeführt werden:

- Verringerung der Radon-222-Aktivitätskonzentration unter dem Gebäude,
- gezielte Beeinflussung der Luftdruckdifferenz zwischen Gebäudeinnerem und Bodenluft an der Außenseite von Wänden und Böden mit Erdkontakt, sofern der diffusive Radoneintritt aufgrund des Standorts oder der Konstruktion begrenzt ist,
- Begrenzung der Rissbildung in Wänden und Böden mit Erdkontakt und Auswahl diffusionshemmender Betonsorten mit der erforderlichen Dicke der Bauteile,
- Absaugung von Radon an Randfugen oder unter Abdichtungen,
- Einsatz diffusionshemmender, konvektionsdicht verarbeiteter Materialien oder Konstruktionen.

Zur Konkretisierung der Maßnahmen werden aktuell in der Normung (DIN/TS 18117) technische Vorgaben ausgearbeitet [14].

Nach §127 StrlSchG / §155 StrlSchV besteht eine **Messpflicht** an Arbeitsplätzen in Radon-Vorsorgegebieten [15, 16].

Nach §128 StrlSchG besteht eine **Maßnahmenpflicht** bei Überschreitung des Referenzwertes ( $300 \text{ Bq/m}^3$ ) an Arbeitsplätzen.

Nach den bisherigen Erkenntnissen und ersten Auswertungen von Arbeitsplatzmessungen in Radon-Vorsorgegebieten liegen die Radon-222-Aktivitätskonzentrationen an den Arbeitsplätzen zum Teil deutlich über 10 Prozent bei bis zu 25 Prozent [35]. Aufgrund der Maßnahmenpflichten sind hier erhebliche Folgekosten zu erwarten (weiterführende Radondiagnostik, Sanierungsplanung, Umsetzung von Maßnahmen und Nachkontrollen).

### 3.2.2. Gesundheitliche Auswirkungen

Die gesundheitliche Beurteilung von Radon ist wenig umstritten. Kaum ein anderer innenraumrelevanter Schadstoff ist so gut dokumentiert und untersucht. In Deutschland werden jährlich knapp 1900 Lungenkrebs-Todesfälle durch Radon in Innenräumen verursacht [17]. Unabhängig von den exakten Zahlenwerten und Todesfallstatistiken gilt Radon eindeutig als das in Wohnungen nach dem Tabakrauch wichtigste umweltbedingte Krebsrisiko für die Bevölkerung, deutlich vor Schadstoffen wie Asbest, Benzol, Dioxinen, Cadmium, Arsen, PAK, PCB und anderen Kanzerogenen. Bereits 1988 wurde Radon von der WHO (Weltgesundheitsorganisation) und der IARC (Internationale Agentur für Krebsforschung) als für den Menschen krebserzeugender Schadstoff eingestuft [18, 19, 20]. Ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko ab einer Radon-222-Aktivitätskonzentration (vereinfacht „Radonkonzentration“) im Jahresmittel von  $100 \text{ Bq/m}^3$  ist epidemiologisch nachweisbar. Man geht zudem davon aus, dass es keinen Schwellenwert gibt, unterhalb dessen kein Risiko besteht. Je zusätzliche  $100 \text{ Bq/m}^3$  im Innenraum erhöht sich das Lungenkrebsrisiko bereits signifikant um ca. 10 % und unter Berücksichtigung von Unsicherheiten in der Expositionsabschätzung sogar um 16 %.

So führt eine lebenslange Exposition gegenüber  $100 \text{ Bq/m}^3$  Radon im Innenraum bei Nierauchern bereits zu einem Lungenkrebsrisiko in Höhe von 1:1700 ( $6 \times 10^{-4}$ ). Bei chemischen Schadstoffen wie Benzol gilt ein Krebsrisiko in dieser Größenordnung von  $10^{-6}$  bis  $10^{-4}$  als für die Allgemeinbevölkerung nicht mehr zumutbar und es werden gesetzliche Regelungen und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduzierung empfohlen [21]. Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) des Umweltbundesamtes empfiehlt für Radon daher den auch den von der Weltgesundheitsorganisation WHO und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) vorgeschlagenen Wert von  $100 \text{ Bq/m}^3$  als gesundheitliches Beurteilungskriterium zur Reduzierung des Lungenkrebsrisikos durch Radon für die Allgemeinbevölkerung heranzuziehen [13]. Auch der Sachverständigenverband BVS spricht sich für einen Zielwert für Neubauten von  $100 \text{ Bq/m}^3$  aus [22].

Zum Vergleich: Das Krebsrisiko nach lebenslanger Exposition gegenüber  $100 \text{ Bq/m}^3$  entspricht etwa dem Krebsrisiko nach lebenslanger Exposition gegenüber 10.000 Asbestfasern/ $\text{m}^3$  [22], was dem Akzeptanzrisiko im Arbeitsschutz nach TRGS 910 entspricht. Nach einer aktuellen Abschätzung wird das Risiko von  $100 \text{ Bq/m}^3$  sogar 100.000 Asbestfasern/ $\text{m}^3$  (Chrysotil-Asbest) gleichgesetzt [23].

### 3.2.3. Radonschutz

Grundsätzlich kommen im Radonschutz lüftungstechnische Maßnahmen und bauliche Maßnahmen (Abdichtung und Absaugung) zur Anwendung. Hierbei kann zwischen Prävention bei neu zu errichtenden Gebäuden und Sanierungen in Bestandsgebäuden unterschieden werden. Als Bezugsgrößen für die Reduzierung des Radoneintrags/Radoneintritts sind Konvektion und Diffusion sowie der Luftwechsel zu nennen.

Vor der Umsetzung von Maßnahmen sollte der Bedarf und die konkrete Ausführung im Hinblick auf die vorhandene oder zu erwartende Radonexposition im Innenraum über geeignete Messungen festgestellt werden. In Radonvorsorgegebieten sind präventive Maßnahmen gesetzlich vorgeschrieben. Am Arbeitsplatz sind Maßnahmen bei Überschreitung des Referenzwertes gesetzlich vorgeschrieben.

Die konkrete Maßnahmenplanung sollte mit Hilfe geeigneter diagnostischer Methoden und/oder sachverständiger Begutachtungen erfolgen. Hierbei geht es um die Quellstärke sowie Art und Intensität des Radoneintritts, Standortanalyse (Neubau) und Gebäudeanalyse (Bestand). Messtechnische Werkzeuge stehen in ausreichendem Maße zur Verfügung (Raumluftmessungen, Bodenluftmessungen, Radon-Sniffing, Provokationsmessungen zu Dichtheitsprüfung im Unterdruck) [29, 30, 31, 32]. Fachpersonal für Messungen und Begutachtungen stehen in der Form von geprüften und zertifizierten Radonfachpersonen (Übersicht z.B. [www.radonfachpersonen.de](http://www.radonfachpersonen.de)) mit Fortbildungsnachweisen zur Verfügung (siehe Kapitel 4.3).

Geeignete Materialien, Methoden, Geräte und Fachfirmen stehen für die praktische Umsetzung zur Verfügung. Als Normen und Regelwerke werden derzeit die Dokumente erarbeitet „Bauliche und lüftungstechnische Maßnahmen zum Radonschutz“ gem. DIN/TS 18117 (Teile 1 und 2) [14] mit dem Schwerpunkt

Prävention und das WTA-Merkblatt „Radonschutz im Gebäudebestand“ [24] mit dem Schwerpunkt Sanierung. Zusätzlich gibt es Fachliteratur und Leitfäden [25, 26, 27].

Die wichtigsten Bausteine von Maßnahmen zum Radonschutz sind in Tabelle 2 zusammenfasst.

**Tabelle 2: Allgemeine Aspekte zum Radonschutz**

Bezug Radonschutz	Gebäude	Maßnahme
<b>Bestandsanalyse</b>	Neubau	Standortanalyse Radonkonzentration in der Bodenluft Radonpotential
	Bestand	Radonkonzentration in der Raumluft Radon-Eintrittsrate Lokalisierung Radon-Eintritt (Radon-Sniffing)
<b>Maßnahme Lüftung</b>	Neubau	Luftwechsel/Lüftungskonzept (Planung)
	Bestand	Luftwechsel/Lüftungskonzept (Bestand) Luftwechsel/Lüftungskonzept (Planung)
<b>Maßnahme Abdichtung</b>	Neubau	Abdichtung gegenüber Konvektion Abdichtung gegenüber Diffusion
	Bestand	Abdichtung gegenüber Konvektion ggf. Abdichtung gegenüber Diffusion
<b>Maßnahme Absaugung</b>	Neubau	(nur in Ausnahmefällen relevant)
	Bestand	Mehrpunktabsaugung (Radonsauger) Einzelpunktabsaugung (Radonbrunnen)
<b>Wirksamkeitskontrolle</b>	Neubau	Radonkonzentration in der Raumluft - Orientierende Übersichtsmessung (1 bis 4 Wochen) mit zeitaufgelösten elektronischen Messverfahren - Zusätzliche Diagnostik ggf. Radon-Sniffing ggf. Radon-Eintrittsrate (Unterdruckmethode) ggf. Nachbesserung - Endkontrolle (Jahresmessung) ggf. Radon-Monitoring (Dauermessung)
	Bestand	

Im Bestand erweist sich die Methode der Mehrpunktabsaugung nach dem Prinzip des sogenannten Radonbrunnens häufig als effektivste und wirtschaftlichste Variante [28]. Beim Neubau geht es in erster Linie um geeignete Abdichtungen gegenüber Konvektion, fachgerechte Ausführungen von Mediendurchführungen durch erdberührte Außenbauteile und ggf. auch Diffusion. Zusätzlich bedarf es einer kritischen Beurteilung, ob der geplante Feuchteschutz im Hinblick auf einen möglichen Radoneintritt ausreichend ist.

## **4. Recherchen zu Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen für Deutschland und für das Ausland**

Aus den Recherchen zu Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen für Deutschland und für das Ausland sind für die Aufgabenstellung im Arbeitspaket 1 insgesamt 79 Fundstellen hervorgegangen. Allein die Suche für Deutschland liefert davon 13 Fundstellen. Nicht alle Fundstellen finden im nationalen und internationalen Markt umfangreiche Beachtung. Einige Zertifizierungs- und Bewertungssysteme werden auch weltweit angeboten und ggf. auf nationale Bedürfnisse angepasst. Als weltweite Systeme mit besonderer Relevanz können das aus USA stammende LEED- und das aus Großbritannien stammende BREEAM-System angesehen werden. Zusätzlich wird in vielen Ländern das Living Building Challenge System und das System von Passivhaus International genutzt. Auch das in Deutschland führende DGNB-System kommt in anderen Ländern zum Einsatz. Die Umsetzung dieser Systeme findet jedoch aufgrund der komplexen Auditierung vermehrt in größeren Bauvorhaben (Büro- und Verwaltungsgebäude) Anwendung.

Eine große Gemeinsamkeit ist bei dem Thema Nachhaltigkeit und Ökologie zu erkennen. Kriterien der Gesundheitsvorsorge und der Innenraumluftqualität (IAQ) sowie Radon spielen in den meisten Systemen eine eher untergeordnete Rolle. In der Regel wird versucht über eine sorgfältige Baustoffauswahl in Bezug auf Nachhaltigkeit und Umweltaspekte auch einen Vorteil für einer verbesserte Raumluftqualität in Gebäuden zu erreichen, ohne dass dieser genauer quantifiziert oder validiert wird.

Weitere Literaturrecherchen liefern eine Sammlung von wissenschaftlichen Publikationen, Fachbüchern und Buchkapiteln zum Thema Zertifizierungssysteme für Gebäude unter analytischen Gesichtspunkten sowie praktischen Erfahrungen im Zusammenhang mit Innenraumschadstoffen und Förderprogrammen [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

### **4.1. Recherchen zu weiteren Zertifizierungsmodellen**

Die Recherche zu weiteren Zertifizierungsmodellen liefert eine Übersicht über die aktuell relevanten Bewertungssysteme für Schadstoffkonzentrationen im Innenraum und Zertifizierungen von (Bau)-Produkten. Weiterhin wird das Thema Zertifizierungen von Dienstleistungen in Bezug auf Radon-Beratung/Diagnostik sowie Radon-Sanierung/Prävention beleuchtet und Fundstellen genannt.

#### **Bewertungssysteme für Schadstoffkonzentrationen im Innenraum**

Seit den 1980er Jahren ist das Thema der allgemeinen Innenraumluftqualität (unabhängig von Arbeitsplätzen) intensiver in den Fokus gelangt. Skandale um Formaldehyd im Innenraum, ältere Fertighauskonstruktionen, Holzschutzmittel „Holzschutzmittelprozess“, PCB, PAK, Asbest/KMF und Lösemittel (VOC) gaben Anlass zu Studien (z.B. Bundesgesundheitsamt) und gesetzlichen Regelungen (Asbest-Richtlinie, PCB-Richtlinie, PCP-Richtlinie, PCP-Verbotsordnung, Asbestverbot ...). Aus der damaligen Ad-hoc Arbeitsgruppe zu Innenraumschadstoffen des Umweltbundesamtes ist der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) hervorgegangen. Der AIR besteht aus Expertinnen und Experten des Bundes und der einzelnen Bundesländer in Deutschland, die auf Mandat der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) benannt werden. Zusätzliche Expertinnen und Experten können für die Arbeit im AIR berufen werden. Die Geschäftsstelle des AIR ist im Umweltbundesamt im Fachgebiet II 1.2 „Toxikologie, gesundheitsbezogener Umweltbeobachtung“ angesiedelt. Dieser erarbeitet Richtwerte für die Innenraumluft, welche auf Grundlage gegenwärtiger toxikologischer und epidemiologischer Erkenntnisse zur Wirkungsschwelle abgeleitet werden.

Im Jahr 2014 gab es bereits eine Stellungnahme des Umweltbundesamtes zur Bewertung von Radon im Innenraum. International hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Bewertungsvorschläge für die Konzentration von Schadstoffen im Innenraum in den „air quality guidelines“ veröffentlicht. Ein Zusammenschluss der Daten vieler Labore führte über die Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) zu Orientierungswerten für Staub- und Luftkonzentrationen von Schadstoffen im Innenraum anhand von

statistischen Erhebungen über Perzentil-werte. Aus den statistisch ermittelten Daten der AGÖF sind die Neubauorientierungswerte (NOW) unter Berücksichtigung toxikologischer Aspekte aufgestellt worden, welche derzeit bei Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) Anwendung finden.

Für Schimmelpilze im Innenraum liegen im aktuellen UBA-Schimmelleitfaden Bewertungshilfen vor.

- Richtwerte für den Innenraum (AIR/Umweltbundesamt)  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#ausschuss-fur-innenraumrichtwerte-air>
- AGÖF-Orientierungswerte / Neubauorientierungswerte  
<https://www.agoef.de/orientierungswerte/agoef-voc-orientierungswerte.html>
- Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)  
[https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/BNB\\_Steckbriefe\\_Buero\\_Nebau/aktuell/BNB\\_BN\\_313.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/BNB_Steckbriefe_Buero_Nebau/aktuell/BNB_BN_313.pdf)
- WHO (air quality guidelines)  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107335>
- Umweltbundesamt „Gesundheitliche Bewertung von Radon in der Innenraumluft“  
Ergebnisprotokoll der 50. Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der IRK und der AOLG am 4. und 5. November 2014,  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/empfehlungen\\_und\\_richtwerte\\_ergebnisprotokoll\\_der\\_50.\\_sitzung\\_am\\_4\\_und\\_5.11.2014.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/empfehlungen_und_richtwerte_ergebnisprotokoll_der_50._sitzung_am_4_und_5.11.2014.pdf)
- Schimmelleitfaden (Umweltbundesamt)  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/schimmel/aktueller-uba-schimmelleitfaden>

Aus heutiger Sicht stehen für neu zu errichtende Gebäude neben Radon insbesondere Formaldehyd, leicht flüchtige Schadstoffe (VOC), Weichmacher und Flammschutzmittel, Konservierungsmittel und auch Schimmelpilze im Fokus. In Bezug auf die allgemeine Raumluftqualität muss jedoch auch auf einen aus hygienischer Sicht ausreichenden Luftwechsel (Gerüche, Schadstoffe, Radon, Feuchtigkeit und Schimmelrisiko) geachtet werden. Dieser wird in der Praxis bei neuen und aus energetischen Anforderungen besonders luftdichten Gebäuden nur noch mit Hilfe von Lüftungskonzepten mit technischer Unterstützung erreicht.

#### **4.2 Zertifizierungen von (Bau)-Produkten**

Neben den über die Jahre und Jahrzehnte gestiegenen Anforderungen für die Qualität der Innenraumluft stehen auch die verwendeten Baustoffe und Bau-Hilfsstoffe immer weiter im Fokus. Hierzu wurden Anforderungen für Produkte aufgestellt, die sich insbesondere von deren Schadstoff-Abgabepotential ableiten, welche in Prüfkammeruntersuchungen quantifiziert werden können. Die derzeit bekannten Prüfcertifikate werden über die Kriterien des AgBB-Schemas (UBA), Blauer-Engel (UBA), natureplus, Eco-Institut und anderer Prüfinstitute abgeleitet. Bei der Bewertung von Bauprodukten spielen jedoch neben der gesundheitlichen Relevanz nur bei natureplus auch die Aspekte der Nachhaltigkeit und ökologischen Verträglichkeit eine Rolle.

- AgBB-Schema (Umweltbundesamt)  
<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/agbb-bewertungsschema-2021>
- Blauer Engel (Umweltbundesamt)  
<https://www.blauer-engel.de/de>

- natureplus  
<https://www.natureplus.org/>
- Eco-Institut  
<https://www.eco-institut-label.de/de/datenbank-eco-institut-label/>

Bei Radon spielt das direkte Abgabepotential bei derzeit zugelassenen und für neue Gebäude zu verwendenden Produkten eine eher untergeordnete Rolle. In Einzelfällen (Natursteine und Lehmprodukte) können jedoch Prüfungen und Bewertungen in Bezug auf Radon und ggf. auch Thoron und/oder die spezifischen Aktivitäten von Ra-226 und Th-232 hilfreich sein. Vielmehr kommt es bei der Materialauswahl in Bezug auf den Radonschutz auf die funktionalen Eigenschaften wie Abdichtungseigenschaften und Radondichtheit an.

#### **4.3 Zertifizierungen von Dienstleistungen - Radon-Beratung/Diagnostik**

Bei den sonstigen Innenraumschadstoffen besteht bereits ein umfassendes Angebot von Zertifizierungen, Akkreditierungen, Fortbildungen, Schulungen und zur Qualitätssicherung von Dienstleistern und insbesondere Sachverständigen (IHK/öffentliche Bestellung, DIN EN ISO/IEC 17024, Zertifizierung von privaten Instituten und Verbänden etc.). Für Radon gibt es in Deutschland diesbezüglich (noch) keine übergeordneten behördlichen Regelungen. Nur für Radonmessungen am Arbeitsplatz müssen zur Erfüllung der Messpflicht Geräte einer anerkannten Stelle gem. §155 StrlSchV eingesetzt werden. In der Schweiz regelt seit 2017 die Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung die nötigen Inhalte der Ausbildung zur Radon-Fachperson. In Deutschland wurde im Jahr 2013 über das Landesamt für Umwelt Bayern (LfU) zweimalig ein Kurs zur Ausbildung zur Radon-Fachperson (mit Zertifikat) nach dem Vorbild der Schweiz für Bewerber aus Bayern angeboten. Im Jahr 2014 hat die Bauakademie Sachsen den Kurs übernommen und für alle Interessenten geöffnet. Der Berufsverband Deutscher Baubiologen (VDB e.V.) bietet seit 2019 eine Qualifikation mit Fachkundenachweis zur Radonfachperson in Anlehnung an die seit 2017 gültige Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung in der Schweiz an. Auch die TÜV Rheinland Akademie bietet Kurse zum Thema Radon mit 4 Modulen mit unterschiedlichen Schwerpunkten von der Sachkunde zum Messdienstleister, Projektleiter Gebäudeinstandsetzung oder Sachverständigen mit Zertifikat an.

- Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung (Schweiz)  
<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/503/de>
- Bauakademie Sachsen  
<https://bauakademie-sachsen.de/veranstaltung/weiterbildung-zur-radonfachperson-7478>
- Berufsverband Deutscher Baubiologen (VDB e.V.)  
<https://radonfachpersonen.de/>
- TÜV Rheinland Akademie  
<https://akademie.tuv.com/weiterbildungen/radon-sachkunde-modul-1-5568571>

In anderen Ländern liegen zum Teil strenge Regularien für die gewerbliche Tätigkeit als Radon-Spezialisten und Radon-Sachverständige vor. So dürfen in den USA in einigen Bundesstaaten (z.B. Kalifornien) nur zertifizierte und staatlich anerkannte Personen Messungen und Beratungen in Bezug auf Radon anbieten.

- National Radon Proficiency Program (NRPP)  
<https://nrpp.info/certification/types-of-certification/>
- California Department of Public Health - Certified Radon Services Providers  
<https://www.cdph.ca.gov/Programs/CEH/DRSEM/Pages/EMB/Radon/Certified-Radon-Services-Providers.aspx>

#### **4.4 Zertifizierungen von Dienstleistungen - Radon-Sanierung/Prävention**

Bei den sonstigen Innenraumschadstoffen besteht bereits ein umfassendes Angebot von Zertifizierungen, Akkreditierungen, Fortbildungen, Schulungen und zur Qualitätssicherung von Dienstleistern in Bezug auf Schadstoffsanierungen (Bundesverband Schimmelsanierung BSS e.V., Gesamtverband Schadstoffsanierung GVSS e.V., Zertifizierung von privaten Instituten und Verbänden etc.).

- Bundesverband Schimmelsanierung BSS e.V.  
<https://bss-schimmelpilz.de/>
- Gesamtverband Schadstoffsanierung GVSS e.V.  
<https://www.gesamtverband-schadstoff.de/>

Für Radon gibt es in Deutschland diesbezüglich (noch) keine übergeordneten Regelungen. Eine RAL-Zertifizierung für Fachunternehmen im Bereich Radon-Prävention und Radon-Sanierung ist für die Bereiche Planung, Lüftung, Abdichtung und Absaugung über die im Jahr 2021 gegründete Gütegemeinschaft Radonschutz RAPSS e.V. geplant ([www.rapss.de](http://www.rapss.de)), ein RAL-Anerkennungsverfahren läuft derzeit (Stand 09/2023).

- Gütegemeinschaft Radonschutz RAPSS e.V.  
<https://rapss.de/>

## 5. Aufarbeitung der Recherchen zu Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen für Deutschland und für das Ausland

Im Rahmen der Aufarbeitung der in Arbeitspaket 1 aufgeführten und ergänzten Fundstellen zu Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen für Deutschland und für das Ausland wurden für die Aufgabenstellung im Arbeitspaket 2 insgesamt 79 Fundstellen (13 in Deutschland und 66 im Ausland) genauer im Hinblick auf den Bezug auf Radon untersucht und im Falle eines Bezuges inhaltlich zusammengefasst.

Bei den Fundstellen für Deutschland liefern 2 Zertifizierungssysteme **VDB-ZERT (D1)** und **DGNB (D8)** einen direkten Bezug zu Radon in der Innenraumluft. Bei 2 weiteren Systemen **BNB (D6)** und **Leitfaden Nachhaltiges Bauen (D9)** wird Radon an untergeordneter Stelle berücksichtigt. Insgesamt 9 Fundstellen haben keinen Bezug zu Radon und es gibt keine Anforderungen. Bei den Fundstellen für Deutschland liefern 8 Bewertungssysteme Anforderungen in Bezug auf Innenraumschadstoffe. Nur 4 Fundstellen für Deutschland haben keine Anforderungen für Radon oder andere Innenraumschadstoffe.

Bei den Fundstellen im Ausland liefern 17 Bewertungssysteme (USA, Kanada, Österreich, Schweiz, Italien, Irland, Tschechien, Dänemark, weltweit) einen direkten Bezug zu Radon in der Innenraumluft. Bei 10 weiteren Systemen (Australien, NZ, Singapur, Norwegen, USA, weltweit) wird Radon an untergeordneter Stelle berücksichtigt.

Insgesamt 39 Fundstellen aus dem Ausland haben **keinen Bezug** zu Radon und es gibt keine Anforderungen.

Die umfangreichsten Anforderungen in Bezug auf Radon liefern die Bewertungssysteme **VDB-ZERT (D1)** für neue Gebäude und **Minergie (A6)** in der Schweiz für Neubau- und Modernisierungsmaßnahmen. Hier wird Radon in der Standortauswahl (Radonpotential), bei der Bauplanung (bauliche Maßnahmen zu Radonschutz) und in der Umsetzung (über Kontrollmessungen nach Fertigstellung) berücksichtigt. Die **DGNB (D8)** und auch **LEED (A1)** fordern eine genauere Standortanalyse und ggf. die Umsetzung baulicher Maßnahmen zum Radonschutz.

**LEED (A1)** und **BREEAM (A2)** sind die Bewertungssystemen, welche im internationalen Raum die größte Rolle spielen. Bei LEED ist der Bezug zu Radon etwas konkreter. Bei BREEAM ist der Bezug zu Radon an untergeordneter Stelle zu finden und es wird auf die gesetzlichen Vorgaben und nationalen Leitlinien für bewährte Praktiken verwiesen.

In **Nordamerika** (USA und Kanada) findet sich ein Bezug zu Radon in vielen Systemen (siehe A37 - A43). In **Australien/Neuseeland** besteht bei dem Green Star System (Green Building Council) ein untergeordneter Bezug zu Radon. In **Südamerika, Asien** und **Afrika** gibt es kaum eigene Systeme, welche Radon berücksichtigen. Bei den Fundstellen handelt es sich meist um die weltweiten Akteure wie LEED und BREEAM.

Grundsätzlich müssen sich die Zertifizierungs- und Bewertungssysteme auch an die in den jeweiligen Ländern gültigen **Rechtvorschriften** orientieren. In diesem Zusammenhang ist es nur sinnvoll, Anforderung in Bezug auf den Radonschutz zu stellen, welche die Anforderungen aus den jeweiligen Rechtvorschriften übertreffen. Zudem ist die Kontrolle von Maßnahmen über Abnahmemessungen bzw. einfache und zeitnah umsetzbare Raumluftmessungen bei Radon schwieriger als bei anderen Schadstoffen. Durch die vorgenannten Aspekte ist man bei vielen Zertifizierungs- und Bewertungssystemen deutlich zurückhaltender oder vermeidet gänzlich Anforderungen in Bezug auf Radon.

## 5.1 **Zertifikate und Bewertungssysteme mit Bezug zu Radon**

### 5.1.1 **In Deutschland**

In Deutschland sind in Bezug auf Radon und den Radonschutz in Zertifikaten und Bewertungssystemen die wichtigsten Vertreter VDB-ZERT und DGNB.

- **VDB-ZERT (D1)**

Nach zwei Jahren intensiver Auswertungen einer Pilotstudie stellt der Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V. (VDB) ein Konzept zur Zertifizierung von Wohngebäuden zur Verfügung: VDB-ZERT ging im Januar 2019 offiziell an den Start. Im Jahr 2022 wurde die Version 1.0 des Gebäude-Zertifizierungssystems von der Version 1.2 abgelöst. Bisher wurden ca. 200 Gebäude zertifiziert.

Die VDB-Zertifizierung des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen VDB e.V bezieht sich auf Wohngebäude. Während der Bauplanung sollte neben möglichen Schadstoffen auch Radon berücksichtigt werden (Standortanalyse, Bauplatzuntersuchung, ggf. Bodengasmessung inkl. Radonpotential). Die abschließende Messung der Radonkonzentration in der Innenraumluft erfolgt unmittelbar nach Fertigstellung durch Langzeitmessung in zwei Wohnräumen im EG und OG. Gibt es Wohnräume im Keller, wird im Keller gemessen. Zur Beurteilung des Jahresmittelwertes (Jahresdosis) nach DIN ISO 11665 Teil 8 bei normalem und üblichen Nutzerverhalten wird diese über mindestens sechs Monate durchgeführt, die Hälfte der Messzeit sollte in der Heizperiode liegen.

Kriterien der VDB-Zertifizierung für **Radon**:

<b>Zielwerte</b>	<b>Punkte</b>	<b>Kategorie</b>
≤ 50 Bq/m <sup>3</sup>	25	Zielwert nach VDB-ZERT
> 50 bis 100 Bq/m <sup>3</sup>	10	schadstoffarmes Wohnen
> 100 Bq/m <sup>3</sup>	0	Radonbelastung möglich, es besteht Handlungsbedarf
> 200 Bq/m <sup>3</sup>		Ausschlusskriterium

Hinweis: Trotz möglicherweise erreichter Gesamtpunktzahl, ist bei signifikanter Überschreitung von 200 Bq/m<sup>3</sup> eine positive Zertifizierung nicht mehr möglich. Die Zertifizierung wird ausgesetzt und es besteht Handlungsbedarf. Weitere Prüfparameter in der Raumluft sind Formaldehyd, TVOC(VOC) nach UBA, Isothiazolinone, Weichmacher, Flammschutzmittel, Pestizide und Schimmelpilzsporen.

- **DGNB (D8)**

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) ist ein Verein, der sich für die Förderung von Nachhaltigkeit im Bauwesen einsetzt (Schwerpunkt Büro- und Verwaltungsgebäude).

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. bietet einen umfassenden Kriterienkatalog für größere Bauvorhaben wie z.B. Büro- und Verwaltungsbauten, Neubauten für Industrie, Handel, Hotels und Bildungsgebäude.

Die DGNB unterscheidet Zertifizierungen für Neubauten und für Innenräume.

Berücksichtigt wird hierbei auch die Schadstoffsituation in Bauprodukten während der Bauplanung (Kriterium ENV 1.2) und in der Raumluft nach der Fertigstellung (Kriterium SOC 1.2). Geprüft werden die Raumluftparameter Formaldehyd und VOC (TVOC) mit Mindestanforderungen. Radon wird in diesen Kriterienkatalog ENV 1.2. nicht betrachtet. Im Kriterienkatalog SOC 1.2 wird Radon nur im

Zertifizierungssystem für Innenräume (Version 2018) behandelt. Hier ist eine Forderung in Anlage 3 unter 1: Schadstoffe im Bestand formuliert:

*Mindestens zu den im Folgenden aufgeführten Schadstoffen sollen Aussagen zum Vorhandensein bzw. zur Freisetzung (gesundheitliches Risiko) zu machen. Ein geringes bzw. sehr geringes gesundheitliches Risiko besteht dann, wenn entweder auf Grund von Baualter usw. der Schadstoff nicht vorkommt oder der Nutzer bzw. Betreiber gegenüber geringen Vorkommen des Schadstoffes bzw. gemäß gesetzlicher Vorgaben ausreichend geschützt ist.*

1. Asbest (insbesondere schwach gebunden)
2. HSM, Holzschutzmittel
3. KMF, künstliche Mineralfaser
4. MKW, Mineralölkohlenwasserstoffe
5. PAK, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Lage im Bauteil, Geruch)
6. PCB, polychlorierte Biphenyle
- 7. Radon gemäß Radonkataster (baulicher Schutz)**

Weiterhin wird in einem anderen Kriterium SITE 1.1 (Mikrostandort) der Standort hinsichtlich der Radonsituation am Bauplatz (Bodengaskonzentration, Radonpotential) überprüft und ggf. Maßnahmen zum baulichen Radonschutz bewertet.

Zu Radon wird geschrieben: „Selbst geringe Bodenluftkonzentration kann ausreichen, in einem Haus eine erhöhte Innenraumkonzentration zu bewirken“ (SITE1.1 / MIKROSTANDORT)

Folgendes Vorgehen wird von der DGNB (SITE1.1 / MIKROSTANDORT Version 2018) bewertet:

- Radon-Bodenluftkonzentration wird in einer Risikoabschätzung parzellengenau ermittelt
- Im Gebäude werden geeignete Maßnahmen getroffen, um den Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern oder erheblich zu erschweren (s. §123 StrlSchG)

Folgendes Vorgehen wird von der DGNB (SITE1.1 / MIKROSTANDORT Version 2023) bewertet:

- Anhand von Gebietsausweisungen und rechtsverbindlichen Informationen des entsprechenden Bundeslandes wurde überprüft, ob der Standort in einem Radonvorsorgegebiet liegt.
- Anhand von Gebietsausweisungen und rechtsverbindlichen Informationen des entsprechenden Bundeslandes konnte festgestellt werden, dass der Standort sich nicht in einem Radonvorsorgegebiet befindet.
- Anhand von Messungen konnten Daten zur Radonkonzentration in der (Keller-) Raumlufte ermittelt werden
- Anhand der Messdaten konnte ermittelt werden, dass die Überschreitung des Referenzwertes von 300 Becquerel/m<sup>3</sup> in der Raumlufte nicht überdurchschnittlich häufig vorkommt oder zu erwarten ist. Dies ist der Fall, wenn der Referenzwert auf weniger als 75 % der Fläche der Verwaltungseinheit oder in maximal 10 % der Gebäude vorkommt oder zu erwarten ist.

In dem DGNB-Kriterium ECO 2.6 (KLIMARESILIENZ) wird auf Radon im Kriterienkatalog Gebäude Neubau seit 2023 Bezug genommen. Hier geht es um die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit (Resilienz) eines Gebäudes gegenüber Umwelteinflüssen.

Im Unterpunkt 3.3 „Reduktion der Gefahren durch Radon“ werden Punkte vergeben, wenn im Gebäude geeignete Maßnahmen getroffen werden, um den Zutritt von Radon in das Gebäude zu verhindern oder erheblich zu erschweren (Bezug zu § 123 StrlSchG).

### 5.1.2 Im Ausland

Im Ausland sind in Bezug auf Radon und den Radonschutz in Zertifikaten und Bewertungssystemen die wichtigsten Vertreter Minergie in der Schweiz, die DGNB-Variante in Dänemark, LEED und Indoor airPLUS in USA sowie Boma Best, BuiltGreen und der R-2000 Standard in Kanada. Die übrigen Fundstellen sind weniger relevant und nehmen nur peripher Bezug auf Radon.

- **Minergie (A6) - Schweiz**

MINERGIE ist eine geschützte Schweizer Marke für nachhaltiges Bauen. Sie gehört dem Verein Minergie mit Sitz in Basel. Der Verein betreibt die Zertifizierung und das Marketing dieses Labels. Die nationalen Markenrechte erstrecken sich auf die Schweiz, Liechtenstein, Deutschland und Japan und sind beim DPMA registriert. Minergie, als auch Minergie-P, kann zusätzlich als Minergie-ECO, respektive Minergie-P-ECO, zertifiziert werden, wenn zusätzliche Kriterien, die sich auf „gesundes“ Wohnen, Ressourcen-Verbrauch bei der Erstellung und weiteren ökologischen Kriterien beziehen, erfüllt werden.

Minergie ist ein Verein, der seit ca. 25 Jahren Gebäude nach sogenannten Minergie-Standards zertifiziert (Minergie, Minergie-P und Minergie-A). Hierbei standen zunächst die Energieeffizienz eines Gebäudes und somit Aspekte des Klimaschutzes im Vordergrund. Mittlerweile können diese „klassischen“ Standards um Anforderungen zu den Themen Gesundheit und Bauökologie ergänzt werden.

Der Standard Minergie-ECO beinhaltet zum Thema Gesundheit die Aspekte Tageslicht, Schallschutz und Innenraumklima, zum Thema Bauökologie die Themen nachhaltiges Gebäudekonzept, Materialisierung und Prozesse sowie Graue Energie.

Der Standard kann bei Neubauten und bei Modernisierungen (im Bestand) zur Anwendung kommen. Die Einhaltung der Vorgaben wird anhand von 80 Kriterien für Neubauten sowie 78 für Modernisierungen (Anzahl und Inhalt können je nach Gebäudenutzung variieren) geprüft, wovon jeweils 10 Kriterien als Ausschlusskriterien gelten.

Beim Thema **Innenraumklima** existieren die Kriterien „Maßnahmen zur Reduktion der Radonbelastung“ sowie „Raumluftmessungen (Radon)“. Es wird zwischen Neubau und Modernisierung unterschieden. Für beide Aspekte können unterschiedliche Nutzungsarten der Gebäude betrachtet werden. Die Inhalte der Kriterienkataloge können demgemäß variieren.

Zwischen folgenden Nutzungsarten der Gebäude kann unterschieden werden: kleine Wohnbauten, Mehrfamilienhäuser, Verwaltung, kleine Schulbauten, Schule, Verkauf, Restaurants, Spitäler, Industrie, Sportbau und Museum.

Am Beispiel der Variante „**Neubau >>> kleine Wohnbauten**“ sollen die Inhalte beschrieben werden. Das Kriterium „**Maßnahmen zur Reduktion der Radonbelastung**“ beinhaltet folgende Vorgabe (s. Zitat):

*Das Gebäude wird so gebaut, dass die Radonkonzentration in den Hauptnutzungsräumen 100 Bq/m<sup>3</sup> nicht übersteigt. Dazu sind die Maßnahmen des radonsicheren Bauens (siehe Abschnitt Bemerkungen) zu berücksichtigen. Falls das Risiko für erhöhte Radonbelastung gemäß Radon-Karte des BAG mehr als 10 % beträgt oder nicht alle Maßnahmen (gemäß Abschnitt Bemerkungen)*

*umgesetzt werden, so sind zusätzliche Maßnahmen in Abstimmung mit einer Radon-Fachperson zu ergreifen.*

Die genannten Maßnahmen sind als zusätzliche Bemerkungen näher spezifiziert (s. Zitat). Zudem wird darauf hingewiesen, dass Radon-Fachpersonen eine (vom BAG) anerkannte Ausbildung erhalten haben müssen.

#### *Maßnahmen zum radonsicheren Bauen*

*Das Bauprojekt enthält keine erdberührenden Wohn- oder Aufenthaltsräume (Wände, Böden und Decken). Das gesamte Gebäude besitzt eine durchgehende Fundamentplatte (kein Naturkeller, keine Streifenfundamente). Fundamentplatten oder erdberührte Außenwände weisen entweder keine Durchdringungen auf oder es werden bei allen Durchdringungen Rohrdurchführungssysteme (RDS) verwendet. Die Fundamentplatten oder erdberührte Außenwände bestehen entweder aus wasserdichtem Beton gem. SIA Norm 272 oder sie werden mit gasdichten Feuchtigkeitssperren (z.B. Bitumenbahn mit Aluminiumfolie) versehen. Erdsonden von Wärmepumpen werden mit einem Abstand von mindestens 3 Metern vom Gebäude entfernt platziert. Alle Lüftungsanlagen werden druckneutral oder mit einem leichten Überdruck betrieben. Die Anlage wurde exakt einreguliert. Der Luftvolumenstrom wurde bei allen Zu- und Abluftdurchlässen gemessen und protokolliert. Das Verhältnis zwischen Zu- und Abluftvolumenstrom in allen Räumen des Gebäudes beträgt zwischen 1 und 1.05.*

*Außenluftdurchlässe von Lüftungsanlagen entsprechen den Anforderungen der SIA-Norm 382/1:2014 (Kapitel 5.12). Luft-Erdregister befinden sich nicht unter dem Gebäude, bestehen aus glattwandigen Kunststoffrohren, werden nach dem Einbau auf Druckverluste geprüft und entsprechen der Luftdichtheitsklasse D nach DIN EN 13779 bzw. DIN EN 16798-3. Die Radonbelastung kann lokal stark variieren.*

*Radon-Fachpersonen müssen eine vom BAG anerkannte Radonausbildung absolviert haben. Sie können Auskunft geben, welche Maßnahmen beim konkreten Projekt angemessen sind.*

Mit Hilfe einer zugehörigen Checkliste (Checkliste Erfolgskontrolle Radon Neubau; als pdf-Datei erhältlich) kann der Planer, Bauherr o.ä. die Erfüllung der Vorgaben prüfen.

Des Weiteren werden Vorschläge gemacht, wer für die Umsetzung dieser Maßnahmen zuständig (z.B.: Architekt) ist und in welcher Bauphase (z.B.: Projektierung, Realisierung) sie durchgeführt werden sollten.

Das Kriterium „**Raumluftmessungen (Radon)**“ beinhaltet folgende Vorgabe (s. Zitat):  
Nach Fertigstellung des Gebäudes werden Radonmessungen durchgeführt. Die Messwerte der Radon-Konzentration aller untersuchten Räume liegen unter  $100 \text{ Bq/m}^3$ . Die Vorgabe wird durch entsprechende Bemerkungen ergänzt (s. Zitat).

*Falls das Risiko für erhöhte Radonbelastung gemäß Radon-Karte des BAG maximal 10% beträgt, so kann anstelle von Messungen der Nachweis mittels Minergie-Eco Checkliste Erfolgskontrolle Radon erfolgen. Anforderungen Minergie-ECO für Neubauten:  $\leq 100 \text{ Bq/m}^3$  (inkl. Messunsicherheiten:  $\leq 200 \text{ Bq/m}^3$ ).*

Zudem werden Anleitungen zum Messzeitpunkt und deren Durchführung gegeben (s. Zitat).

#### **Messzeitpunkt**

*Da die Messungen in der Regel erst deutlich nach Bezug des Gebäudes durchgeführt werden können, erfolgt die Ausstellung des Zertifikats vor dem Vorliegen der Messergebnisse. Diese sind bis*

*spätestens 1,5 Jahre nach Fertigstellung des Gebäudes bei der zuständigen Zertifizierungsstelle einzureichen. Sollten die gemessenen Werte dann über dem Grenzwert liegen, verpflichten sich die Antragstellenden, auf eigene Kosten Maßnahmen zu ergreifen, um bis spätestens 1,5 Jahre nach der ersten Messung die Grenzwerte einzuhalten.*

### **Messdurchführung**

*Die Messungen finden nach Fertigstellung in der ersten Heizperiode statt. Zur Messung müssen Radondosimeter verwendet werden, die über die vom Bundesamt für Gesundheit anerkannten Messstellen bezogen werden (aktuelle Liste: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)).*

*Die Radondosimeter werden über einen Messzeitraum von mindestens drei Monaten exponiert. Als Messort sind die typischen Räume mit dauernder Nutzung durch Personen (Wohnungen: Wohn-, Schlaf-, Kinderzimmer; Büro; Klassenzimmer etc.) im untersten Stockwerk (in der Regel Parterre) zu wählen. Zonen mit viel Luftzirkulation sind zu meiden; die Dosimeter sollen in 1 bis 1,5 Meter Höhe in Kontakt mit normaler Raumluft und nicht in unmittelbarer Nähe von Fenster und Türen positioniert werden. 20/80 Regel nicht anwendbar.*

Mit Hilfe einer zugehörigen Checkliste (Checkliste Erfolgskontrolle Radon; als pdf-Datei erhältlich) kann der Planer, Bauherr o.ä. die Erfüllung der Vorgaben prüfen. Zudem werden Vorschläge bezüglich Zuständigkeit und Durchführungszeitraum (z.B.: Projektierung, Realisierung) gemacht.

Bei **Modernisierungen** stellt Radon möglicherweise ein Ausschlusskriterium für die Erfüllung der Anforderungen des Baustandards dar (Beispiel Variante „**Modernisierung >>> kleine Wohnbauten**“).

Im Kriterium „**Raumluftmessungen (Radon)**“ ist festgelegt, dass dies gilt, wenn die Radonkonzentration aller untersuchten Räume nach der Modernisierung über  $300 \text{ Bq/m}^3$  liegen. Die Vorgabe wird durch entsprechende Bemerkungen ergänzt (s. Zitat).

*Nach Abschluss der Bauarbeiten müssen Radon-Messungen durchgeführt werden. Die einzuhalten- den Bedingungen sind nachfolgend aufgeführt. Falls das Risiko für erhöhte Radonbelastung gemäß Radon-Karte des BAG maximal 10 % beträgt und alle Maßnahmen gemäß Minergie-Eco Checkliste Erfolgskontrolle Radon umgesetzt wurden, gilt das Ausschlusskriterium auch ohne Messungen als erfüllt.*

*Anforderungen Minergie-ECO für Modernisierungen:  $\leq 300 \text{ Bq/m}^3$  (Wert inkl. Messunsicherheiten:  $\leq 300 \text{ Bq/m}^3$ ).*

Zu beachten ist, dass der Messwert inklusive Messunsicherheit unter  $300 \text{ Bq/m}^3$  liegen muss. Es werden Anleitungen zum Messzeitpunkt und zur -durchführung gegeben (s. Zitat).

### **Messzeitpunkt**

*Da die Messungen in der Regel erst deutlich nach Bezug des Gebäudes durchgeführt werden können, erfolgt die Ausstellung des Zertifikats vor dem Vorliegen der Messergebnisse. Diese sind bis spätestens 1,5 Jahre nach Fertigstellung des Gebäudes bei der zuständigen Zertifizierungsstelle einzureichen. Sollten die gemessenen Werte dann über dem Grenzwert liegen, verpflichten sich die Antragstellenden, auf eigene Kosten Maßnahmen zu ergreifen, um bis spätestens 1,5 Jahre nach der ersten Messung die Grenzwerte einzuhalten.*

### **Messdurchführung**

Die Messungen finden in der ersten Heizperiode nach Fertigstellung des Gebäudes statt. Zur Messung müssen Radondosimeter verwendet werden, die über die vom Bundesamt für Gesundheit anerkannten Messstellen bezogen werden können (aktuelle Liste: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)).

Die Radondosimeter werden über einen Messzeitraum von mindestens drei Monaten exponiert. Als Messort sind typische Räume mit dauernder Nutzung durch Personen (Wohnungen: Wohn-, Schlaf, Kinderzimmer; Büro; Klassenzimmer etc.) im untersten Stockwerk (in der Regel Parterre) zu wählen. Zonen mit viel Luftzirkulation sind zu meiden; die Dosimeter sollen in 1 bis 1.5 Meter Höhe in Kontakt mit normaler Raumluft und nicht in unmittelbarer Nähe von Fenstern oder Türen positioniert werden.

Ausschlusskriterium: muss zu 100% erfüllt werden.

Mit Hilfe einer zugehörigen Checkliste (Checkliste Erfolgskontrolle Radon Modernisierung; als pdf-Datei erhältlich) kann der Planer, Bauherr o.ä. die Erfüllung der Vorgaben prüfen. Auch hier existieren Vorschläge bezüglich Zuständigkeit und Durchführungszeitraum (z.B.: Projektierung, Realisierung).

Das Kriterium „**Maßnahmen zur Reduktion der Radonbelastung**“ beinhaltet folgende Vorgabe (s. Zitat):

*Das Gebäude wird so modernisiert, dass nach Abschluss der Bauarbeiten die Radonkonzentration in den Hauptnutzungsräumen 100 Bq/m<sup>3</sup> nicht übersteigt. Dazu sind die Maßnahmen des radonsicheren Bauens (siehe Abschnitt Bemerkungen) zu berücksichtigen.*

*Falls das Risiko für erhöhte Radonbelastung gemäß Radon-Karte des BAG mehr als 10 % beträgt, nicht alle Maßnahmen (gemäß Abschnitt Bemerkungen) umgesetzt werden oder Radonmessungen vor der Modernisierung Konzentrationen von über 100 Bq/m<sup>3</sup> ergeben haben, so sind zusätzliche Maßnahmen in Abstimmung mit einer Radon-Fachperson zu ergreifen.*

### **Messung des Ausgangszustands**

Die Messungen werden im bestehenden Zustand vor der Modernisierung durchgeführt.

### **Maßnahmen zur Vermeidung einer Zunahme der Radonbelastung**

Das Bauprojekt enthält keine erdberührenden Wohn- oder Aufenthaltsräume (Wände, Böden und Decken).

Das gesamte Gebäude besitzt eine durchgehende Fundamentplatte (kein Naturkeller, keine Streifenfundamente).

Neu erstellte Fundamentplatten oder erdberührte Außenwände weisen entweder keine Durchdringungen auf oder es werden bei allen Durchdringungen Rohrdurchführungssysteme (RDS) verwendet.

Die Fundamentplatten oder erdberührte Außenwände bestehen entweder aus wasserdichtem Beton gem. SIA Norm 272 oder sie werden mit gasdichten Feuchtigkeitssperren (z.B. Bitumenbahn mit Aluminiumfolie) versehen. Erdsonden von Wärmepumpen werden mit einem Abstand von mindestens 3 Metern vom Gebäude entfernt platziert.

*Alle Lüftungsanlagen werden druckneutral oder mit einem leichten Überdruck betrieben. Die Anlage wurde exakt einreguliert. Der Luftvolumenstrom wurde bei allen Zu- und Abluftdurchlässen gemessen und protokolliert. Das Verhältnis zwischen Zu- und Abluftvolumenstrom in allen Räumen des Gebäudes beträgt zwischen 1 und 1,05.*

*Außenluftdurchlässe von neu erstellten oder erneuerten Lüftungsanlagen entsprechen den Anforderungen der SIA-Norm 382/1:2014 (Kapitel 5.12). Neu erstellte oder erneuerte Luft-Erdregister befinden sich nicht unter dem Gebäude, bestehen aus glattwandigen Kunststoffrohren, werden nach dem Einbau auf Druckverluste geprüft und entsprechen der Luftdichtheitsklasse D nach DIN EN 13779 bzw. DIN EN 16798-3.*

*Radon-Fachpersonen müssen eine vom BAG anerkannte Radonausbildung absolviert haben. Sie können Auskunft geben, welche Maßnahmen beim konkreten Projekt angemessen sind. Anforderung Minergie-ECO für Modernisierung:  $\leq 100 \text{ Bq/m}^3$  (Wert inkl. Messunsicherheiten:  $\leq 200 \text{ Bq/m}^3$ )*

Mit Hilfe einer zugehörigen Checkliste (Checkliste Erfolgskontrolle Radon Modernisierung; als pdf-Datei erhältlich) kann der Planer, Bauherr o.ä. die Erfüllung der Vorgaben prüfen.

Es werden Anleitungen zum Messzeitpunkt und zur -durchführung gegeben (s. Zitat).

*Die Messungen finden vor dem Eingriff statt, wenn möglich in der Heizperiode. Zur Messung müssen Radondosimeter verwendet werden, die von Messstellen bezogen werden können, die vom Bundesamt für Gesundheit anerkannt sind (aktuelle Liste: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)). Die Radondosimeter werden über einen Messzeitraum von mind. drei Monaten exponiert. Als Messort sind die typischen Räume mit dauernder Nutzung durch Personen (Wohnungen: Wohn-, Schlaf, Kinderzimmer; Büro; Klassenzimmer etc.) im untersten Stockwerk (in der Regel Parterre) zu wählen.*

*Zonen mit viel Luftzirkulation sind zu meiden; die Dosimeter sollen in 1 bis 1,5 Meter Höhe in Kontakt mit normaler Raumluft und nicht in unmittelbarer Nähe von Fenster und Türen positioniert werden. 20/80 Regel nicht anwendbar.*

Des Weiteren werden Vorschläge gemacht, wer für die Umsetzung dieser Maßnahmen zuständig (z.B. Architekt) ist und in welcher Bauphase (z.B.: Projektierung, Realisierung) sie durchgeführt werden sollten.

## Vorbemerkungen zu Radon in USA und Kanada

In USA gilt seit 1994 ein von der US-Umweltschutzbehörde (EPA) aufgestellter Richtwert (Empfehlungswert) von **4 pCi/L bzw. 148 Bq/m<sup>3</sup>** für die Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumluft.

→ <https://www.epa.gov/radon>

In 37 Bundesstaaten der USA gelten Mess- und ggf. Maßnahmenpflichten bei Ankauf/Verkauf einer Immobilie. In 11 Bundesstaaten der USA sind ausreichend radondichte Baukonstruktionen gesetzlich vorgeschrieben.

→ <https://lawatlas.org/datasets/state-radon-laws>

Die Einteilung in Radon-Zonen ist für alle Bundesstaaten über die EPA verfügbar:

→ <https://www.epa.gov/radon/state-maps-radon-zones>

Zu Radon laufen derzeit staatliche (*federal*) Programme und wie z.B. der **National Radon Action Plan** (2021-2025)

→ <https://www.epa.gov/radon/national-radon-action-plan-strategy-saving-lives>

In Kanada gilt ein von der Gesundheitsbehörde (Health Canada) aufgestellter Empfehlungswert von **200 Bq/m<sup>3</sup>** für die Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumluft.

→ <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/radiation/radon/government-canada-radon-guideline.html>

- **LEED (A1) - USA (weltweit)**

Die Leadership in Energy and Environmental Design (LEED, übersetzt etwa Führerschaft in energie- und umweltgerechter Planung) ist ein System zur Klassifizierung für ökologisches Bauen, das vom U.S. Green Building Council 1998 entwickelt wurde. Es ist eine weltweit verwendete Nachhaltigkeitszertifizierung und definiert eine Reihe von Standards für umweltfreundliches, ressourcenschonendes und nachhaltiges Bauen.

Die einflussreichste Gebäudezertifizierung in Nordamerika ist LEED. LEED wird auch in vielen anderen Ländern weltweit als Zertifizierungsstandard mit nationalen Variationen genutzt. Anfang der 90er Jahre ging es dabei vorwiegend um Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Inzwischen wird auch immer mehr Augenmerk auf gesunde Luft gelegt. In den USA konnte man bei dem LEED Standard schon seit 2007 einen Punkt für radonsicheres Bauen erhalten:

→ <https://www.usgbc.org/credits/homes-mid-rise/v4/homes-2008-eq-credit?view=interpretations>

Inzwischen gehört der Schutz vor Radon zum Standardprogramm (seit ca. 2013). Alle Gebäude mit Radonkonzentrationen über 148 Bq/m<sup>3</sup> (EPA-Richtwert) müssen entsprechende Vorkehrungen treffen:

→ <https://www.usgbc.org/credits/residential-multifamily-residential-multifamily-core-and-shell/v41-28>

→ <https://www.usgbc.org/education/sessions/leed-v4-homes-radon-resistant-construction-12847745>

- **Indoor airPLUS (A40) - USA**

Indoor airPLUS ist ein von der US-amerikanischen Umweltbehörde (EPA) in Leben gerufenes freiwilliges Partnerschafts- und Kennzeichnungsprogramm, das Bauherren dabei hilft, die Raumluftqualität zu verbessern, indem Baupraktiken und Produktspezifikationen gefordert werden, die die Exposition gegenüber Luftschadstoffen und Schadstoffen minimieren. Saubere Luft ist gut für die Gesundheit aller, kann aber besonders wichtig für Menschen mit chronischen Atemwegserkrankungen sein.

In den USA gibt es seit 2008 auch einen Standard, der sich ausschließlich auf gesunde Innenraumluft konzentriert: **Indoor airPlus Certification**. Auch der LEED Standard verweist auf die Vorgaben zu Radon im Indoor airPlus Program. Bei der Indoor airPlus Certification wird eine ausreichend radondichte Bauausführung gefordert.

→ siehe <https://www.epa.gov/indoorairplus>

Details sind in der Broschüre „*Technical Bulletin: Activating a Passive Radon System*“ aufgeführt.

Für Häuser in der Radonzone 1 (USA-map) sind radonresistente Bautechniken erforderlich, um das Indoor airPLUS-Label zu erhalten. Das Indoor airPLUS-Programm empfiehlt auch radonresistente Eigenschaften für Häuser in den Radonzonen 2–3 und empfiehlt, dass alle Häuser nach dem Bau auf Radon getestet werden. Wenn die Radonkonzentration in Innenräumen  $\geq 4$  pCi/L (**148 Bq/m<sup>3</sup>**) beträgt, sollte unabhängig von der Radonzone des Hauses ein Radon-Abzugsventilator installiert werden.

→ siehe <https://www.epa.gov/indoorairplus/indoor-airplus-technical-bulletins>

→ siehe [https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-06/documents/2020.02\\_tech\\_bulletin\\_activating\\_a\\_passive\\_radon\\_system.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-06/documents/2020.02_tech_bulletin_activating_a_passive_radon_system.pdf)

- **Boma Best (A41) - Kanada**

Neben LEED ist in Kanada **BOMA Best** eine einschlägige Gebäudezertifizierung. Seit 2016 (V 3.0) gehört auch Radon zum Standard. Der Richtwert liegt hier bei **200 Bq/m<sup>3</sup>**, da das der Richtwert von Health Canada ist. Unter Punkt 5.2 „*Assessment*“ werden folgende Anforderungen aufgeführt:

*„Radontests müssen in allen Aufenthaltsbereichen durchgeführt werden, in denen sich Böden oder Wände mit direktem Kontakt zum Boden oder einem Kriechkeller befinden. Health Canada definiert den Bereich für eine Person, der mindestens vier Stunden pro Tag von einer Person genutzt wird. Wenn keine erdberührten Etagen genutzt werden, sind Prüfungen in allen genutzten Räumen auf der ersten belegten Etage vorgesehen. Eine Langzeitmessung ist über einen Zeitraum von mindestens 91 Tagen erforderlich. Der vom Canadian National Radon Proficiency Program (C-NRPP) akkreditierte Fachmann muss einen gültigen Testzeitraum für das Gebäude während der Heizperiode festlegen.“*

→ <https://www.bomacanada.ca/wp-content/uploads/2023/04/BOMA-BEST-3.0-Universal.pdf>

- **BuiltGreen (A42) - Kanada**

Für Einfamilienhäuser gibt es in Kanada auch noch **BuiltGreen**. Hier steht seit 2019 Radon auf der Checkliste.

→ <https://www.builtgreencanada.ca/program-updates-2019-single-family-checklist>

Dem Hausbesitzer sollte ein Radon-Testkit zur Verfügung gestellt werden, das einen drei Monate langen Test durchgeführt (1 Punkt), zusammen mit Radon-Aufklärungsmaterialien, die auf der Website von Health Canada verfügbar sind (1 zusätzlicher Punkt).

- **R-2000 standard (A43) - Kanada**

In Kanada berücksichtigt die R-2000 Zertifizierung auch Radon.

→ <https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/homes/professional-opportunities/become-energy-efficient-builder/details-the-r-2000-standard/20588>

Im Anhang A (*R-2000 Indoor Air Quality and Environmental Features Pick-List*) wird unter Punkt 8 auf die Absaugmethode (Unterdruckverfahren = *Sub-slab depressurization system*) hingewiesen:

*„Sub-slab depressurization system - Install an active sub-slab depressurization system to control the entry of radon and soil gases into the house.“*

*In Kanada gibt es auch eine Norm, welche sich auf diese Methode bezieht.*

*National Standard of Canada - CAN/CGSB-149.12-2017: "Radon mitigation options for existing low-rise residential buildings":*

→ [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2017/ongc-cgsb/P29-149-012-2017-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2017/ongc-cgsb/P29-149-012-2017-eng.pdf)

*National Standard of Canada - CAN/CGSB-149.11-2019: "Radon control options for new construction in low-rise residential buildings":*

→ [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2019/ongc-cgsb/P29-149-011-2019-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/ongc-cgsb/P29-149-011-2019-eng.pdf)

## Vorbemerkungen zu Radon in Dänemark

Im dänischen Baureglement des Bauministeriums (Ausgabe 2018, Kapitel 13, §332) wird gefordert:

"Das Eindringen von Radon muss begrenzt werden, indem die, am Untergrund angrenzenden, Bauteile ausreichend abgedichtet, oder andere ausreichend effektive Veranstaltungen eingesetzt werden."  
„Das Gebäude muss so ausgeführt werden, dass das Radonniveau im Jahresdurchschnitt nicht 100 Bq/m<sup>3</sup> überschreitet."

- DGNB Dänemark

Dänemark hat ein eigenes DGNB-Bewertungssystem. Hier werden besondere Anforderungen für Einfamilienhäuser in Bezug auf Luftverunreinigungen inkl. Radon gestellt.

Aufgrund der gesetzlichen Auflagen sind die dänischen DGNB Regelungen entsprechend angepasst. Es werden Raumlufmessungen gefordert:

DGNB Manual für Einfamilienhäuser Seite 124 (Luftverunreinigung), zu 2.3 Radon (Max 10 Punkte):

„Es werden Radon Indikationsmessungen ausgeführt. Sollte nur ein einzelner Messpunkt  $100 \text{ Bq/m}^3$  überschreiten, müssen im gesamten Gebäude Kontrollmessungen durchgeführt werden, um den Jahresdurchschnittswert zu ermitteln. In den Gebäuden, in denen der Jahresdurchschnittswert nicht das Baureglement einhält, muss ein Handlungsplan erarbeitet werden.“

DGNB – Neubauten und umfangreiche Sanierungen VERSION 2023 1.0.0 Soziale Qualität  
SOC1.2 / RAUMLUFTQUALITÄT (DK-GBC, Seiten 18 und 19):

„Residenz: Die Anzahl der Radonmessungen in Wohnungen wird projektspezifisch festgelegt. Die Anzahl hängt von der Typologie des Wohnprojekts ab und Design. In der Regel sind mindestens 2 Messungen (Dosimetermessungen) in der einzelnen Einheit durchzuführen.“

„Büro, Bildung, Kindereinrichtungen, Hotels, Gewerbe: Radonmessungen (Dosimetermessungen) werden in keller- und erdnahen Wohnräumen durchgeführt. Die Anzahl der Radonmessungen ist speziell für DGNB Projekte definiert. Die genaue Anzahl der Messungen hängt von der Gesamtzahl der Räume im Gebäude ab .... Pro Wohnzimmer wird nur eine Messung durchgeführt.“

## 6. Evaluation der gewonnenen Erkenntnisse/Ergebnisse und Vorschläge zur möglichen Umsetzung oder Integration von Radon in Qualitätssiegel, Zertifikate und Bewertungssysteme

### 6.1 Evaluation der Ergebnisse und des Erkenntnisgewinns aus den Recherchen

Aus den Recherchen und deren Aufarbeitung geht hervor, dass das Thema Radon in Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen für Gebäude in Deutschland und auch im Ausland noch eine untergeordnete Rolle spielt. In den meisten Systemen ist Radon gar nicht vertreten. Für Gebäude stehen die Themen Nachhaltigkeit bei der Baustoffauswahl und Energieoptimierung im Vordergrund. Wenn Radon berücksichtigt wird, geht es zumeist um die Beurteilung der Standortparameter und des Radonrisikos durch die Geologie und den Untergrund (z.B. Radonpotential). Auch ohne Berücksichtigung von Radon können die meisten Bauvorhaben eine Zertifizierung erhalten. Nur bei einem System in Deutschland (**VDB-ZERT**) stellt die Überschreitung von Raumluftwerten im Neubau ein Ausschlusskriterium dar. Im Ausland bietet das **MINERGIE-ECO System** in der Schweiz einen umfassenden Bewertungskatalog in Bezug auf Radon im Neubau und bei Modernisierungen über durchzuführende Maßnahmen zum radonsicheren Bauen und Raumluftmessungen.

Als Grund für die bisher nur geringe Berücksichtigung und Beachtung von Radon können nach Ansicht des Forschungsnehmers folgende Aspekte eine Rolle spielen:

1. Das Risiko durch Radon ist in den meisten Ländern in der Öffentlichkeit und den Medien wenig präsent.

*Hinweis: Erst in den letzten Jahren nehmen die Beiträge in Deutschland in den Medien zu (TV-Beiträge u.a. im ARD, ZDF, MDR, WDR). Durch die Ausweisung von Radonvorsorgegebieten und der Messpflichten und Maßnahmenpflichten an Arbeitsplätzen wird die Aufmerksamkeit in den betroffenen Regionen erhöht. Die angespannte weltpolitische Lage (Ukraine-Krieg, Energie-Knappheit Gas, Öl) und die andauernde Klimakrise und deren Auswirkungen (Starkregen/Hochwasser, Trockenheit, Waldbrand) überlagern andere Themen wie Radon in der Öffentlichkeit.*

2. Gegenüber anderen Schadstoffen dauert die übliche Jahresmessung in der Raumluft lang und stellt im Zertifizierungsprozess und/oder bei der Bauabnahme somit ein gewisses Hindernis dar.

*Hinweis: Geeignete Messverfahren und Messmehroden stehen für die Raumluftmessungen zur Verfügung [29, 30, 31]. Auch alternative Verfahren (Provokationsmessungen während der Unterdrucksituation) können Grundlagen für eine Bewertung des Radonrisikos bzw. der Radondichtheit der Gebäudehülle liefern [32].*

*In Bezug auf Schadstoffe bietet zudem die Überarbeitung der neuen VDI 4300 Blatt 1 unter „8.2. Überprüfung der Einhaltung von Luftqualitätskriterien“ neue und weiterführende Ansätze bei der Bewertung von Schadstoffen in Zertifizierungssystemen: „Die Überprüfung der Einhaltung von Luftqualitätskriterien kann als Messaufgabe im Rahmen von Gebäudezertifizierungen (z.B. Zertifizierungen gemäß BNB, DGNB, BREEAM, LEED oder WELL) oder als Teil einer vertraglichen Vereinbarung zwischen Bauherren und Bauträger eine Rolle spielen. Die zu überprüfenden Luftqualitätskriterien werden von den Vertragspartnern frei vereinbart und sind nicht zwingend mit der Überprüfung der Einhaltung von Innenraumrichtwerten bzw. -leitwerten gleichzusetzen. Die Qualitätskriterien, die zu untersuchenden Parameter sowie die für die Einhaltung der Qualitätskriterien anzuwendenden Messverfahren und die Qualitätsanforderungen an das durchführende Messinstitut sind in der Regel vorgegeben.“*

3. Bisher liegen nur wenige oder keine verbindlichen Normen oder Regelwerke für den baulichen Radonschutz vor.

*Hinweis: Durch die aktuelle Erarbeitung der DIN/TS 18117-Teile 1 und 2 [14] und das WTA-Merkblatt „Radonschutz im Gebäudebestand“ [24] werden in Zukunft gute Grundlagen für die technische Umsetzung des Radonschutzes zur Integration in Qualitätssiegel geboten.*

Aus den Recherchen und deren Aufarbeitung können in der Summe wertvolle Kriterien für die Integration von Radon in Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen in Deutschland abgeleitet werden. Für die praktische und technische Umsetzung von Maßnahmen zum Radonschutz liefern die derzeit in Erarbeitung befindlichen Normen, Regelwerke und Prüfmethode eine gute Basis.

## 6.2 **Evaluierung mit Hilfe von Expert\*inneninterviews**

Für die weitere Evaluierung sollte nach der Aufgabenstellung in Arbeitspaket 3 auch Expert\*inneninterviews mit Expert\*innen aus dem Bauwesen durchgeführt werden, um den Kenntnisstand zu existierenden finanziellen Fördermaßnahmen und Zertifikaten im Bauwesen in Erfahrung zu bringen und um Parameter zu identifizieren, die mit Radon bzw. mit Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon verknüpft werden können.

Hierzu wurden Interviews mit Expert\*innen aus dem Planungsbereich (Architekturbüro), aus der Bauindustrie (Bauunternehmer) und aus der Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller) per online-meeting geführt. Weiterhin liegen eine Stellungnahme von einem Zertifizierungsunternehmen und Antworten einer Expertin aus der Zertifizierungsbranche in schriftlicher Form vor.

**Frage 1: Sind Ihnen Förderungsmaßnahmen, Zertifizierungs- und Bewertungssysteme bekannt, die Radon und den Radonschutz berücksichtigen? (wenn ja, haben Sie schon einen direkten Bezug im Rahmen Ihrer Tätigkeit gehabt?)**

Antwort Planungsbereich (Architekturbüro):

*Nein - In den bisherig durchgeführten Projekten (LEED, DGNB, BREAAAM etc. ...) spielte das Thema Radon bei uns noch keine Rolle. Kontakt zu Radon gab es nur bei der freiwilligen Qualitätskontrolle nach Fertigstellung über Raumluftmessungen bei Projekten ohne Inanspruchnahme von Zertifizierungs- oder Förderungsprogrammen.*

Antwort Bauindustrie (Bauunternehmer):

*Nein - In den bisherig durchgeführten Projekten spielte das Thema Radon im Zusammenhang mit Förderungs- und Zertifizierungsmaßnahmen noch keine Rolle.*

Antwort Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller):

*Nein - Das Thema Radon und auch Thoron wird von uns aber bei der Bewertung von Baustoffen und möglichen Auswirkungen auf den Innenraum betrachtet.*

**Frage 2: Halten Sie Förderungsmaßnahmen, Zertifizierungs- und Bewertungssysteme für sinnvoll bzw. praktisch umsetzbar, die Radon und den Radonschutz berücksichtigen? (wenn ja, welche Gewichtung sollte dem Radonschutz zukommen?)**

Antwort Planungsbereich (Architekturbüro):

*Ja - Grundsätzlich sind oder wären Maßnahmen gut. Diese müssen jedoch zielführend und praxisnah umsetzbar sein. Der Antrags- und Verwaltungsaufwand sollte möglich gering sein. Es sollte hierbei ein Bonus-System zur Anwendung kommen.*

Antwort Bauindustrie (Bauunternehmer):

*Radon und Radonschutz sollte im Sinne von Nachhaltigkeit und Gesundheitsschutz berücksichtigt werden. In Zertifizierungssystemen sollte Radon zusammen mit anderen Themen wie CO<sub>2</sub>-Einsparung zielgerichtet beachtet werden.*

Antwort Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller):

*Im Grunde ja - es gibt ja schon eine Vielzahl der Labels und Bewertungssysteme für Innenraum-schadstoffe und/oder Wohngesundheit. Hier sollte Radon als sinnvolle Ergänzung platziert werden und zu den bereits betrachteten Noxen (z.B. VOC und Formaldehyd) hinzugefügt werden. Evtl. kann auch eine Gewichtung im Hinblick auf den Anfangsverdacht (Geologie, Standort oder vorhandene Raumluftmessungen im Bestand) Berücksichtigung finden.*

**Frage 3: Sollte eine Zertifizierung von Gebäuden auch ohne Berücksichtigung von Radon möglich sein?**

Antwort Planungsbereich (Architekturbüro):

*Ja - Es sollte nur ein Bonus-System zur Anwendung kommen.*

Antwort Bauindustrie (Bauunternehmer):

*Ja - Radon kann und sollte aber eine zusätzliche Option sein.*

Antwort Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller):

*Ja – Radon sollte jedoch als Ergänzung in Frage kommen.*

**Frage 4: Sollten für eine Zertifizierung oder Förderung von Maßnahmen auch Raumluftmessungen auf Radon in der Innenraumluft zur Qualitäts- und Wirksamkeitskontrolle (z.B. nach Fertigstellung) durchgeführt werden?**

Antwort Planungsbereich (Architekturbüro):

*Ja - Die Erreichung von geeigneten Zielwerten sollte über Raumluftmessungen erfolgen.*

Antwort Bauindustrie (Bauunternehmer):

*Raumluftmessungen in der Raumluft sind eher problematisch und zeitintensiv, sie können evtl. nach Fertigstellung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen sinnvoll sein.*

Antwort Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller):

*Bei Angangsverdacht und je nach Verhältnismäßigkeit sollten Raumluftmessungen Sicherheit schaffen. Hierbei sollten jedoch auch die Randbedingungen wie Lüftungsart und Luftwechsel berücksichtigt werden.*

**Frage 5: Sollte für eine Zertifizierung oder Förderung von Maßnahmen auch eine individuelle Beurteilung des geogenen Radonrisikos am Baufeldstandort vor Baubeginn/Planung durchgeführt werden? (wenn ja, sollten auch Bodengasmessungen durchgeführt werden?)**

Antwort Planungsbereich (Architekturbüro):

*Es sollte zunächst eine Risikoabschätzung anhand von Standortparametern (Geoportal, geologischen Karten, Bodengutachten) vorgenommen werden. Im Zweifel wäre eine messtechnische Analyse vor Ort sinnvoll.*

Antwort Bauindustrie (Bauunternehmer):

*Ja - nach den technischen Vorgaben der DIN/TS 18177 Teil 2 (derzeit noch in Bearbeitung) können in Zukunft individuelle Beurteilung über Messungen und Bewertungen für größere Vorhaben*

*vorgenommen werden. Eine Beurteilung auf der Basis von „Radonkarten“ oder „Vorsorgegebieten“ ist zu unsicher. Für kleinere Bauvorhaben sollten aus Gründen der Wirtschaftlichkeit keine Messungen durchgeführt werden, sondern direkt in den Radonschutz investiert werden.*

Antwort Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller):

*Ja - das ist sinnvoll. Nur bei Anfangsverdacht sollten Messungen durchgeführt werden.*

**Frage 6: Sollten Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon entwickelt und in bestehende Qualitätszertifizierungen/Gütesiegel integriert werden? (wenn ja, welche Kriterien halten Sie für relevant und in der Praxis umsetzbar?)**

Antwort Planungsbereich (Architekturbüro):

*Ja - z.B. über Checkliste(n) und im Zuge des Bodengutachtens. Beim Neubau wäre auch der Mehraufwand für eine Radonmessung in der Bodenluft im Zuge des Bodengutachtens eher gering (geschätzt unter 10 %).*

Antwort Bauindustrie (Bauunternehmer):

*Grundsätzlich ja - es wäre denkbar, Radon ähnlich wie bei energetischen Betrachtungen (Stichwort Energieausweis, Energieberater) zu betrachten.*

Antwort Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller):

*Ja - eine standortbezogene Risikoabschätzung wäre beim Neubau hilfreich.*

*Im Bestand sollte bei Bedarf ein Maßnahmenkatalog erstellt werden. Für Baustoffe könnten Gütesiegel entwickelt werden und Materialeigenschaften in Bezug auf den Radonschutz genauer beschrieben werden.*

**Frage 7: Haben Sie weitere Ideen und/oder Anregungen zum Thema Radon und Radonschutz in Deutschland?**

Antwort Planungsbereich (Architekturbüro):

*Radon sollte im Bauwesen bekannter sein. Hier wäre ein Hinweis in z.B. der Arbeitsstättenverordnung und den Landesbauordnungen hilfreich. Der Bezug zu Radon sollte nicht nur im StrlSchG/StrlSchV stehen, sondern auch direkt und transparenter in der Baubranche platziert werden. Allgemein sollte es zu Radon mehr Informationen und Aufklärung geben. Aufgrund der gesundheitlichen Relevanz sollte Radon in den Bauvorschriften stärker beachtet werden, ohne die baulichen Auflagen in der Summe zu erhöhen. Hierzu wären an anderer Stelle Vereinfachungen und Reduzierung von Auflagen anzustreben. Es müssten für den Radonschutz auch ausgebildete und geschulte Planer (ggf. Radonfachpersonen) und Fachfirmen in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen.*

Antwort Bauindustrie (Bauunternehmer):

*Radon sollte z.B. in den Werkzeugen der Bauplanung in Berechnungsmodelle integriert werden; es sollte mehr Forschung in Bezug auf Radon im Bereich der Baupraxis auf den Weg gebracht werden (Radonschutz im Neubau, Wirksamkeit von Konstruktionen und Varianten)*

Antwort Baustoffbranche (Öko-Baustoff-Hersteller):

*Gesundes Bauen und Wohnen sollte möglichst alle Umwelteinflüsse berücksichtigen, hierzu gehört auch Radon. Die Radonproblematik sollte insgesamt bekannter gemacht werden.*

### **Stellungnahme eines Experten aus einem Zertifizierungsunternehmen (per e-mail)**

*„Vielen Dank für Ihre Anfrage zum Thema Radon. Wie gerade schon am Telefon besprochen liegt uns das Thema Luftschadstoffe in der Raumluft von Innenräumen sehr am Herzen.*

*Generell empfehlen wir eine sehr gut luftdichte Gebäudehülle für Neubau und Altbausanierung herzustellen und dann eine kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung zu verwenden, damit ein kontinuierlicher Luftaustausch stattfindet, bzw. Schadstoffe sich nicht in der Luft anreichern können.*

*Beim Zertifikat-Neubau und bei der ambitionierten energetischen Gebäudesanierung mit Zertifikat-Komponenten sorgt die Luftdichtheit und die Lüftung mit Wärmerückgewinnung hauptsächlich dafür, dass die Lüftungswärmeverluste aufgrund von Fensterlüftung und sonstige unkontrollierte kalte Luftströmungen vermieden werden und damit signifikant Heizenergie eingespart werden kann. Die Abdichtung des Gebäudes gegen das Erdreich empfehlen wir damit auch ausdrücklich (wie das z.B. bei einer Altbausanierung gemacht werden kann).*

*Für die Zertifizierung von geprüften Häusern ist diese quantitative energetische Argumentation das ausschlaggebende Kriterium. Denn ohne Lüftung mit Wärmerückgewinnung wird kein Gebäude die nach unseren Kriterien vorgegebenen Grenzwerte einhalten können.*

*Die kontrollierte Lüftung hilft aber sozusagen 'nebenbei' auch für dauerhaft frische Luft und damit für einen kontinuierlichen Luftaustausch für die Innenräume. Und dies sorgt dann dafür, unter anderem die Konzentration von Radon auf einem unbedenklich niedrigen Niveau zu halten. Diese Tatsache ist uns durchaus bewusst und wir argumentieren in Fachkreisen und bei unseren Fortbildungen für Planer auch entsprechend. Wir haben es allerdings bisher vermieden eine konkrete und quantitative Anforderung an die Konzentration von Luftschadstoffen in unsere Kriterien zu schreiben. Qualitativ sehen wir das Thema Luftschadstoffe jedoch als zusätzliches wichtiges Argument, um bei den Bauwilligen und vor allem Wohnbaugesellschaften die Entscheidung für eine Lüftung mit WRG zu motivieren.*

*Um den Effekt der Rissbildung von Beton vermeiden, empfehlen wir den Innenputz als luftdichte Schicht vorzusehen, denn Gipsputz quillt beim abbinden. Bei einer realisierten Sanierung wurde die schadhafte Kellerdecke mit einer entsprechenden milchigen Schlämme luftdicht gemacht, mit der sich alle Ritzen und Fugen gut abdichten ließen.“*

### **Antworten einer Expertin aus der Zertifizierungsbranche (per e-mail)**

Frage 1. Sind „Innenraumschadstoffe“ ein Kriterium, welches bei Ihren Zertifizierungen von Gebäuden berücksichtigt wird?

Ja.

Frage 2. Wenn ja, wie erfolgt der Nachweis der Baustoffauswahl konkret und wie die Bewertung innerhalb der Zertifizierung?

*Es müssen für die Nachweiserfüllung gemäß unserer Kriterien für Wohngebäude alle oberflächennahen Bauschichten (Bauprodukte) relevanter Räume in einem sog. Gebäudehandbuch aufgelistet und deklariert werden. Dabei müssen für diese Bauprodukte jeweils anhand von SDB, TDB, epd, Herstellererklärung, AgBB-Nachweis, Blauer Umweltengel-Zertifikat o.ä. die entsprechenden Nachweisdokumente auf deren Schadstofffreiheit in Bezug auf VOC erbracht werden. Sofern unsere Kriterien*

*erfüllt werden sollen oder müssen, gelten darüber hinaus die entsprechenden Anforderungen (gem. Handbuch).*

Frage 3: Ist eine Zertifizierung auch ohne Berücksichtigung des Kriteriums „Innenraumschadstoffe“ möglich?

*Nein.*

Frage 4: Werden für eine Zertifizierung auch Raumlufmessungen von Innenraumschadstoffen durchgeführt?

*Ja, als sog. „Zusatzbepunktung“. Für die Erfüllung der Mindestpunkte sind Raumlufmessungen nicht verpflichtend.*

Frage 5: Wenn ja, wie sollen die Raumlufmessungen innerhalb der Zertifizierung durchgeführt werden? Welche Innenraumschadstoffe werden untersucht? Wie viele Raumlufmessungen in welchem Zeitraum (z.B.: vor Bezug des Gebäudes, nach Fertigstellung bei normaler Raumnutzung) werden gefordert? Nach welchen Kriterien werden die Ergebnisse bewertet und wie gehen sie in die Zertifizierung ein?

*Werden Raumlufmessungen auf TVOC und FA durchgeführt und nachgewiesen, müssen diese derzeit nach DIN EN ISO 16000-2, 16000-5, 16000-6 durchgeführt werden. Die Messung ist in einem Aufenthaltsraum (Kinderzimmer, Schlafzimmer, Wohnzimmer) pro 150 qm Wohnfläche bis spätestens 4 Wochen nach Fertigstellung durchzuführen.*

Frage 6: Ist es möglich eine Zertifizierung ohne Raumlufmessungen durchzuführen?

*Ja.*

Frage 7: Wird der Schadstoff Radon innerhalb der Zertifizierung berücksichtigt?

*Bisher nicht.*

Frage 8: Wenn Radon nicht berücksichtigt wird, ist es von Ihrer Seite geplant die Kriterien zukünftig diesbezüglich zu aktualisieren?

*Ja*

### **Fazit zu den Befragungen der Expert\*innen aus der Baubranche**

Die Erkenntnisse aus den Befragungen und Interviews bestätigen, dass das Thema Radon im Zusammenhang mit Förderungsmaßnahmen, Zertifizierungs- und Bewertungssysteme noch nicht in der Baubranche angekommen ist. Das Thema ist zwar bekannt, es ergeben sich jedoch noch keine direkten Berührungspunkte. Erst im Zusammenhang mit den Mess- und Maßnahmenpflichten am Arbeitsplatz und beim Neubau in Radon-Vorsorgegebieten sind konkrete Aufgabenstellungen zu erwarten.

Die Berücksichtigung von Radon und Radonschutz in Förderungsmaßnahmen, Zertifizierungs- und Bewertungssystemen wird durchgehend für sinnvoll erachtet. Hierbei wird eine Integration in bestehende Systeme mit Schwerpunkt Nachhaltigkeit, Gesundheitsschutz, Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung genannt. Im Sinne der praktischen Umsetzung sollte der Antrags- und Verwaltungsaufwand möglichst gering gehalten werden und keine zusätzlichen Hürde darstellen.

Zertifizierungen sollten auch ohne Berücksichtigung von Radon möglich sein. Radon wird als sinnvolle Ergänzung im Zusammenhang mit anderen Schadstoffen angesehen. Bei der Qualitäts- und Wirksamkeitskontrolle werden Raumluftmessungen in Bezug auf Radon unter Berücksichtigung von Anfangsverdacht und Randbedingungen für sinnvoll erachtet.

Zur initialen Risikoabschätzung wird die Beurteilung des geogenen Radonrisikos am Baufeldstandort vor Baubeginn/Planung genannt. Sicherheit bieten jedoch nur Messungen am Baufeldstandort. Die Notwendigkeit von Messungen sollte jedoch je nach Anfangsverdacht, Verhältnismäßigkeit und Wirtschaftlichkeit beurteilt werden.

Es wird begrüßt, weitere Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon zu entwickeln und in bestehende Qualitätszertifizierungen und Gütesiegel zu integrieren. Hier könnten auch Gütesiegel für Baustoffe und Materialeigenschaften in Bezug auf den Radonschutz eine Rolle spielen. Die Betrachtung von Radon und dem Radonrisiko könnte ähnlich zu dem Konzept Energieausweis/Energieberater umgesetzt werden.

Alle sind sich einig, dass das Thema Radon noch zu wenig Beachtung findet und eine intensivere Öffentlichkeitsarbeit und Aufklärung in der Baubranche erforderlich macht, um Maßnahmen auch außerhalb von gesetzlichen Pflichten zu begründen.

In der Zertifizierungsbranche steht man im Wohnungsbau zukünftigen Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon positiv gegenüber und kann sich eine Integration gut vorstellen bzw. plant bereits eine Integration.

### **6.3 Nutzenabschätzung von Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen in Deutschland unter Berücksichtigung der Maßnahme 3.5 des Radonmaßnahmenplans**

*Die Maßnahme 3.5 des Radonmaßnahmenplans [34] sieht eine Prüfung vor, ob Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon entwickelt und in bestehende Qualitätszertifizierungen/Gütesiegel anderer Bereiche integriert werden können und strebt eine Integration im gegebenen Falle an.*

Auf der Basis der unter 6.1 genannten Ergebnisse und des Erkenntnis sollten Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon weiterentwickelt und in bestehende Qualitätszertifizierungen/Gütesiegel anderer Bereiche integriert werden. Der Nutzen ist bisher noch sehr gering und könnte wesentlich verbessert werden. Vorteile sind im gesundheitlichen Bereich und auch im wirtschaftlichen Bereich zu finden.

Bereits seit dem Jahr 2011 liegen Erkenntnisse aus einem Forschungsprojekt vor, wonach die Sanierung bestehender Gebäude mit einem verpflichtenden Eingreifwert von  $100 \text{ Bq/m}^3$  (deutlich unter dem Referenzwert) in der gesundheitsökonomischen Betrachtung die geringsten Kosten verursacht [2]. Ein Zielwert wäre daher auch für Neubauten und Bestandsgebäude anzustreben. Der Radonschutz nach StrlSchG/StrlSchV bietet bisher nur in Radonvorsorgegebieten und am Arbeitsplatz verbindliche Vorgaben mit einem eher niedrigen Schutzziel (Referenzwert).

Auch im Hinblick auf die Maßnahmenpflichten am Arbeitsplatz bei Referenzwertüberschreitungen (außerhalb von Vorsorgegebieten) können insbesondere beim Bau von Büro- und Verwaltungsgebäuden gesundheitliche und wirtschaftliche Vorteile generiert werden, wenn Qualitätskriterien zum Schutz vor Radon in der Bau- und Sanierungsplanung bereits berücksichtigt werden. Nachträgliche (verpflichtende) Maßnahmen haben einen negativen Einfluss auf die Nachhaltigkeit (ökonomische und energetische Aspekte).

Zudem sind auch positive synergistische Wirkungen und Vorteile von Maßnahmen zu erwarten.

Vorteile von Lüftungstechnischen Maßnahmen zum Radonschutz sind auch auf andere Bereiche wie z.B. Schadstoffe, Gerüche und Partikel/Pilze in der Raumluft übertragbar. Weitere synergistische Wirkungen und Vorteile von baulichen Maßnahmen zum Radonschutz sind bei Abdichtungsmaßnahmen auch auf andere Bereiche (Feuchteschutz) übertragbar.

#### **6.4 Nutzenabschätzung von Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen zu Radon/Innenraumnoxen aus dem internationalen Raum, die in Deutschland zum Radonschutz erfolgreich eingesetzt werden könnten**

Eine gute Möglichkeit besteht für Deutschland in der Integration von Radon nach dem Vorbild aus Dänemark (DGNB Manual für Einfamilienhäuser, zu 2.3 Radon). Aus den Kriterien zu Radon und dem Radonschutz aus dem MINERGIE-ECO Standard, dem LEED-System (USA, weltweit), Indoor airPlus (USA) und Boma Best (Kanada) können wertvolle Vorgehensweisen abgeleitet werden, welche auch in Deutschland Anwendung in vorhandenen Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen finden können.

#### **6.5 Vorschläge zu neuen oder bestehenden Qualitätssiegeln, Zertifikaten und Bewertungssystemen, die für den Radonschutz und dessen Qualitätskriterien verwendet werden könnten.**

Für alle in Deutschland angebotenen Qualitätssiegel, Zertifikate und Bewertungssysteme kann und sollte der Radonschutz und dessen Qualitätskriterien Berücksichtigung finden oder intensiver beachtet werden.

Vorrangig wäre für Büro- und Verwaltungsgebäude eine intensivere Integration über das bestehende DGNB- und BNB-System über Raumluftmessungen in z.B. DGNB-Kriterium SOC 1.2 „Soziokulturelle und funktionale Qualität - INNENRAUMLUFTQUALITÄT“ (aktueller Stand 2018) zu nennen. Ebenso wäre im DGNB-Kriterium SITE 1.1 die Berücksichtigung von Randbedingungen und Kriterien zum Radonschutz nach dem unter Punkt 6.6. aufgeführten Schema auszuweiten.

Für kleinere Gebäude (Wohnhäuser) könnte Radon in den bestehenden Systemen BNK und QNG nach dem unter Punkt 6.6 beschriebenen Schema und nach den Vorbildern aus Dänemark (DGNB Manual für Einfamilienhäuser, zu 2.3 Radon), VDB-ZERT oder Minergie ECO über Raumluftmessungen bewertet werden. Besonders wichtig und wirksam erscheint hier die Integration von Raumluft-Zielwerten in das staatliche Qualitätssiegel QNG.

Wichtig und wünschenswert wäre auch eine intensivere Nennung und Information zu Radon und Radonschutz im bestehenden Leitfaden Nachhaltiges Bauen (BMUV/BMI) und im Handbuch Qualitätssiegel Raumlufttechnik (UBA).

Auch die Gesellschaft für Wohnmedizin, Bauhygiene und Innenraumtoxikologie e. V sollte in Ihren Kriterien „Wohnmedizinisch empfohlen“ auch das Radon aufnehmen, da es sich nachweislich um eine signifikante Innenraumnoxen handelt.

Über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sollten auch Maßnahmen zum Radonschutz in bestehenden Förderprogrammen bewertet und gefördert werden (siehe hierzu auch Kapitel 6.8).

## 6.6 **Randbedingungen und Kriterien eines Qualitätssiegels**

Randbedingungen und Kriterien eines Qualitätssiegels für die Ausführung von Maßnahmen zum Schutz vor hohen Radonkonzentrationen in Gebäuden sollten nach dem folgenden Schema entwickelt werden:

1. **Standort- und Gebäudeanalyse** (Beurteilung des Radonrisikos durch Geologie, Standort und Gebäude, Bedarfsanalyse)
2. **Bauplanungsanalyse** (Beurteilung Radonrisikos durch Bauplanung und Gebäudetyp/Fundament/Feuchteschutz)
3. **Maßnahmenanalyse** (Beurteilung Wirksamkeit Lüftungstechnischer und baulicher Maßnahmen in Bezug auf Standort- und Bauplanungsanalyse) gegenüber Konvektion und Diffusion (gemäß DIN/TS 18117, WTA-Merkblatt „Radonschutz im Gebäudebestand“)
4. **Maßnahmenplanung und -umsetzung**
5. **Wirksamkeitskontrolle** (Raumluftmessungen und/oder Dichtheitsprüfungen)

Für die jeweiligen Unterpunkte sollten geeignete Fachfirmen und Fachpersonal mit Qualifikationsnachweis in Bezug auf Radon und Radonschutz zum Einsatz kommen (z.B. Radonfachpersonen mit Fortbildungsnachweis).

Ein Kriterienkatalog zur Berücksichtigung von Radonschutz in Zertifizierungssystemen von Gebäuden aus den wesentlichen Randbedingungen kann auf der Basis des beschriebenen Schemas Standort- und Gebäudeanalyse, Bauplanungsanalyse, Maßnahmenanalyse, Maßnahmenplanung und -umsetzung sowie Wirksamkeitskontrolle abgeleitet werden.

**Vorschlag Kriterienkatalog zur Berücksichtigung von Radonschutz in Zertifizierungssystemen**

<b>Unterpunkt</b>	<b>Kriterien Neubau (Prävention)</b>	<b>Kriterien Bestand (Sanierung)</b>
<p><b>zu 1. Standort- und Gebäudeanalyse</b> (Beurteilung Radonrisiko, Bedarfsanalyse)</p>	<p><b>Standortparameter</b></p> <p>a) Standort im Radonvorsorgegebiet (Maßnahmenpflicht)</p> <p>b) Standortanalyse mit Abschätzung (worst case) nach Geoportal BfS (Bodenluft/Radonpotential)</p> <p>c) optional / alternativ zu b) Standortanalyse mit Gutachten (Radon-Bodengasmessungen, Bestimmung Radonpotential), Baugrunduntersuchung/-bewertung nach DIN/TS 18117)</p>	<p><b>Gebäudeparameter</b></p> <p>a) Referenzwertüberschreitung am Arbeitsplatz (Maßnahmenpflicht)</p> <p>b) Referenzwertüberschreitung in Aufenthaltsräumen</p> <p>c) erhöhte Raumluftwerte über Zielwert gemessen oder zu erwarten (ggf. messtechnische Erfassung des Radoneintritts)</p>
<p><b>zu 2. Bauplanungsanalyse</b> (Beurteilung des Radonrisikos durch Bauplanung und Gebäudetyp/Fundament/Feuchteschutz)</p>	<p><b>Gebäudeparameter</b></p> <p>a) Gebäudetyp, Bauweise, Fundament, Keller</p> <p>b) vorgesehener Feuchteschutz (z.B. W1-E, W2), drückendes Wasser nach DIN 18533</p>	<p><b>Gebäudeparameter</b></p> <p>a) Gebäudetyp, Bauweise, Fundament, Keller</p> <p>Prüfung ob Nutzungsänderung von Kellerräumen in Aufenthaltsräume möglich ist</p> <p>b) vorhandener Feuchteschutz oder Feuchteschaden, bauseitige Mängel</p>

**Vorschlag Kriterienkatalog zur Berücksichtigung von Radonschutz in Zertifizierungssystemen**

<b>Unterpunkt</b>	<b>Kriterien Neubau (Prävention)</b>	<b>Kriterien Bestand (Sanierung)</b>
<p><b>zu 3. Maßnahmenanalyse</b> (Beurteilung Wirksamkeit Lüftungstechnischer und baulicher Maßnahmen in Bezug auf Standort- und Bauplanungsanalyse) gegenüber Konvektion und Diffusion (siehe DIN/TS 18117, WTA-Merkblatt)</p>	<p><b>Maßnahmen zum Radonschutz</b> gem. DIN/TS 18117</p> <p><b>a) Lüftung</b> nur begrenzt zu beachten, da bereits Bestandteil der Bauqualität/ Innenraumhygiene nach Stand der Technik</p> <p><b>b) Abdichtung</b> Zusätzliche Maßnahmen gegenüber Diffusion und Konvektion gut möglich</p> <p><b>c) Absaugung</b> Im Neubau bei ausreichender Abdichtung eher selten erforderlich, ggf. bei extrem hohen Standortrisiko (Bodengaskonzentration, Radonpotential), ggf. Radon-Flächendrainage</p>	<p><b>Maßnahmen zum Radonschutz</b> gem. WTA-Merkblatt und/oder DIN/TS 18117</p> <p><b>a) Lüftung</b> nur begrenzt zu beachten, da bereits ggf. Maßnahmenpflicht nach § 123 Absatz 4 StrlSchG* oder Bestandteil der Bauqualität/ Innenraumhygiene nach Stand der Technik</p> <p><b>b) Abdichtung</b> Maßnahmen gegenüber Diffusion und Konvektion im Bestand eher schwierig umsetzbar (kostenintensiv), ggf. punktuelle Lösungen</p> <p><b>c) Absaugung</b> Mehrpunktabsaugung (Radonsauger) oder Einzelpunktlösung (Radonbrunnen)</p>

**Vorschlag Kriterienkatalog zur Berücksichtigung von Radonschutz in Zertifizierungssystemen**

Unterpunkt	Kriterien Neubau und Bestand (Prävention und Sanierung)																		
zu 4. Maßnahmenplanung und -umsetzung	z.B. Radon-Fachpersonen, Fachfirmen (geeignete „Radonberater“ bzw. „Radonsanierer“)																		
zu 5. Wirksamkeitskontrolle	<p>a) Raumluftmessungen (verbindlich) Abschlussmessungen (Langzeitmessungen bis zu einem Jahr, ggf. DIN ISO 11665-8: 2-3 Monate &gt; 50% in der Heizperiode)</p> <p>b) Übersichtsmessungen (optional) Raumluft (zeitauflösend über 7-14 Tage) ggf. Dichtheitsprüfungen während der Fertigstellung</p>																		
zu 6. Zielwerte	<p>Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumluft * (Stufenkonzept/Punktesystem)</p> <table border="1" data-bbox="560 907 1433 1122"> <thead> <tr> <th>Qualitätsstufe</th> <th>Rn in Bq/m<sup>3</sup></th> <th>Bemerkungen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sehr hoch</td> <td>&lt; 50</td> <td>siehe VDB-ZERT/BNB-Entwurf</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>50 - 100</td> <td>siehe VDB-ZERT/BNB-Entwurf</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>&gt; 100 - 200</td> <td>siehe VDB-ZERT</td> </tr> <tr> <td>niedrig</td> <td>&gt; 200 - 300</td> <td>ohne Bewertung</td> </tr> <tr> <td>unzureichend</td> <td>&gt; 300</td> <td>keine Zertifizierung</td> </tr> </tbody> </table> <p>* bezogen auf gemessene Jahreswerte, bei Ergebnissen aus Kurzzeitmessungen muss die größere Messunsicherheit berücksichtigt werden</p>	Qualitätsstufe	Rn in Bq/m <sup>3</sup>	Bemerkungen	sehr hoch	< 50	siehe VDB-ZERT/BNB-Entwurf	hoch	50 - 100	siehe VDB-ZERT/BNB-Entwurf	mittel	> 100 - 200	siehe VDB-ZERT	niedrig	> 200 - 300	ohne Bewertung	unzureichend	> 300	keine Zertifizierung
Qualitätsstufe	Rn in Bq/m <sup>3</sup>	Bemerkungen																	
sehr hoch	< 50	siehe VDB-ZERT/BNB-Entwurf																	
hoch	50 - 100	siehe VDB-ZERT/BNB-Entwurf																	
mittel	> 100 - 200	siehe VDB-ZERT																	
niedrig	> 200 - 300	ohne Bewertung																	
unzureichend	> 300	keine Zertifizierung																	

Anmerkungen:

Bei der Gewichtung bei der Vergabe von Zertifizierungspunkten sollen die Punkte 1, 2, 5 und 6 Standort- und Gebäudeanalyse, Bauplanungsanalyse, Wirksamkeitskontrolle nach dem Bewertungsschema besonders berücksichtigt werden. Die Punkte 3 und 4 Maßnahmenanalyse sowie Maßnahmenplanung und -umsetzung können als zusätzliche Kriterien zur erfolgreichen Umsetzung von Maßnahmen dienen. Die wichtigste Vorgabe sollte die Zielerreichung mit belastbaren Raumluftmessungen nach Fertigstellung und deren Dokumentation in einer sogenannten Hausakte sein.

Bei den Kriterien Bestandsgebäude unter 3 a) besteht in Bezug auf die Lüftung und den Luftwechsel bereits eine Maßnahmenpflicht nach § 123 Absatz 4 StrlSchG:

*„Wer im Rahmen der baulichen Veränderung eines Gebäudes mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen Maßnahmen durchführt, die zu einer erheblichen Verminderung der Luftwechselrate führen, soll die Durchführung von Maßnahmen zum Schutz vor Radon in Betracht ziehen, soweit diese Maßnahmen erforderlich und zumutbar sind“*

## **6.7 Evaluation der Möglichkeiten, entsprechende Zertifikate als Grundlage der staatlichen Förderung von Maßnahmen zum Radonschutz anwenden zu können.**

In Bezug auf die „Wirkung staatlicher Fördermaßnahmen auf die Umsetzung von Radonsanierungsmaßnahmen im Wohnbereich“ gab es bereits im Jahr 2021 einen Forschungsbericht zum Vorhaben 3620S12282 [3] auf der Basis von Befragungen. Hier wurde u.a. festgestellt:

*„Ob und in welchem Ausmaß ein Förderprogramm für Radonsanierungen wirksam ist, hängt maßgeblich von seiner Ausgestaltung ab. Essentiell ist eine einfache ("unbürokratische" und gut verständliche), zeitnahe und transparente Umsetzung des Förderprogramms aus Sicht der Fördernehmer\*innen (Antragstellung, ggf. erforderliche Kostennachweise, Wirkungsnachweise der Radonsanierung). Die Interviews geben Hinweise darauf, dass Kostenzuschüsse auf eine große Akzeptanz stoßen würden, während dies bei Steuererleichterungen und einem kostengünstigen Kredit nur eingeschränkt der Fall zu sein scheint. Dennoch erscheint es sinnvoll, alle drei Optionen im Förderprogramm anzubieten, um so eine Wahlfreiheit zu ermöglichen. Erfahrungen aus Radonprogrammen und dem Bereich der energetischen Sanierung verweisen auf Förderquoten von 20 Prozent bis hin zu 100 Prozent, jeweils versehen mit einem Deckelbetrag, der bei den erwartbaren/üblichen Kosten einer Radonsanierung liegt (500 bis 5.000 Euro). Mit Blick auf die Förderquote wäre denkbar, je nach Höhe der Radonbelastung unterschiedliche Förderquoten anzusetzen (da der Handlungsbedarf unterschiedlich dringend erscheint).“*

Ganz aktuell (Stand August 2023) hat das Land Sachsen eine Förderung von Radonschutzmaßnahmen angekündigt:

### **Förderung von Radonschutzmaßnahmen in Sachsen (08/2023)**

*„Das sächsische Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) baut das seit 2022 bestehende Förderangebot für mehr Stadtgrün und Lärmschutz deutlich aus. So können nun auch Kommunen und kommunale Unternehmen für biodiversitätsförderndes Stadtgrün sowie grüne Lärmschutzmaßnahmen größeren Umfangs einen Förderantrag stellen. Zudem fördert Sachsen künftig Maßnahmen für den Schutz vor Radon. Dazu gehören Baumaßnahmen, die den Eintritt von Radon in Innenräume verhindern, Lüftungstechnische Maßnahmen sowie Anlagen zur Absaugung. Dies hat Sachsens Kabinett am Dienstag (22.8.) beschlossen. Des Weiteren führte Günther aus: „Radon kommt in Teilen Sachsens ganz natürlich vor. Wird es jedoch über einen längeren Zeitraum in höheren Konzentrationen eingeatmet, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für Lungenkrebs. Allerdings kann und soll man Vorkehrungen treffen, damit die Belastung in Gebäuden gering bleibt. Mir ist wichtig, dass wir neben der gut etablierten Beratung und Öffentlichkeitsarbeit in Sachen Radonschutz jetzt auch konkrete Unterstützung anbieten.“ Die nun beschlossene Förderrichtlinie „FRL Stadtgrün, Lärm, Radon/2023“ ergänzt und erweitert das bisherige „Landesprogramm Stadtgrün und Lärminderung“ von 2022. Dabei kommen für höhere Investitionen in den Bereichen Stadtgrün und Lärmschutz sowie für Investitionen im Bereich Radonschutz Mittel aus dem EU-Strukturfonds EFRE zum Einsatz. Die Förderung von Radonschutzmaßnahmen richtet sich an Kommunen und kommunale Unternehmen, an gemeinnützige Organisationen, an anerkannte Religionsgemeinschaften sowie an kleinere und mittelgroße Unternehmen (KMU). Die Fördersumme ist auf maximal 60.000 Euro begrenzt. Im Förderportal des SMEKUL (<https://lnq.de/stadtgruenlaermradon>) wird das Ministerium über die Eröffnung der Antragstellung und weitere aktuelle Entwicklungen zur FRL Stadtgrün, Lärm, Radon/2023 informieren.“*

Quelle: <https://www.medienservice.sachsen.de/medien/news/1068791>

Aus der Internetseite des Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) sind die Förderkriterien unter „Förderbereich Radonreduzierung“ genauer beschrieben (Stand 22-09-23):

*Zielsetzung ist die Unterstützung von dauerhaft wirksamen Vorhaben zur Reduzierung der Radonkonzentration in Bestandsbauten mit Arbeitsplätzen und somit Reduzierung der Umwelt- und Gesundheitsbelastung durch Radon. Gefördert werden bauliche Maßnahmen zur Verhinderung des Radonzutritts, Lüftungstechnische Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration sowie der Bau von Anlagen zur Absaugung von Radon unterhalb von Gebäuden und Ableitung an die Außenluft.*

**Fördergegenstand:**

*Gefördert werden über Teil A (EFRE) der Förderrichtlinie*

- *bauliche Maßnahmen zur Verhinderung von Radonzutritt in Innenräumen*
- *lüftungstechnische Maßnahmen*
- *Bau von Anlagen zur Absaugung*

**Antragsberechtigte und Konditionen:**

*Gefördert werden investive Vorhaben bis einschließlich 200.000 Euro Gesamtkosten – die Förder-summe ist auf max. 60.000 Euro begrenzt.*

- *kommunale Gebietskörperschaften*
- *kommunale Unternehmen*
- *gemeinnützige Organisationen*
- *anerkannte Religionsgemeinschaften*
- *KMU*

**Zuwendungsvoraussetzungen:**

- *Das Vorhaben wird nur an Bestandsbauten, die vor dem 31.12.2018 errichtet worden sind, gefördert.*
- *Es muss mit der Antragstellung eine über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration von mindestens 200 Bq/m<sup>3</sup> nachgewiesen werden.*
- *Die Begünstigten verpflichten sich, im Anschluss an das Fördervorhaben eine erneute Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration für die Dauer eines Jahres durchzuführen und die Messergebnisse/Kenndaten zu Zwecken der Erfassung und Evaluierung zur Verfügung zu stellen.*
- *Die Begünstigten haben die fachlich qualifizierte Planung und Umsetzung sicherzustellen.*
- *Die Begünstigten müssen Eigentümer oder Erbbauberechtigte sein oder eine schriftliche Zustimmung des Eigentümers oder des Erbbauberechtigten zu der Durchführung der Maßnahme und zu der Einhaltung der Auflagen, insbesondere der Zweckbindungsfristen vorlegen.*

Quelle: <https://www.smekul.sachsen.de/foerderung/foerderbereich-radonreduzierung-13626.html>

Hinweis: Die weiteren Seiten zur Antragstellung befinden sich noch im Aufbau. Sobald eine Antragstellung eröffnet wird, werden die erforderlichen Informationen auf dieser Seite bereitgestellt.

Noch im Jahr 2021 hatte die Bundesregierung auf eine Anfrage der FDP eine Förderung von Maßnahmen gegen Radon am Arbeitsplatz zunächst ausgeschlossen:

### **Keine Förderung von Maßnahmen gegen Radon am Arbeitsplatz (19.07.2021)**

*„Die Bundesregierung plant kein Programm, um Maßnahmen zum **Schutz vor Radon am Arbeitsplatz und bei Neubauten** zu fördern. Eine solche Förderung von Schutzmaßnahmen sei abzulehnen, „da davon ausgegangen wird, dass die Umsetzung von Rechtsverpflichtungen nicht mit Fördermaßnahmen unterlegt werden kann“, schreibt die Bundesregierung in der Antwort (19/31460) auf eine Kleine Anfrage (19/31294) der FDP-Fraktion. Anders verhält es sich der Antwort zufolge bei der Sanierung von Wohngebäuden mit erhöhter Radonkonzentration in der Innenraumluft, für die es derzeit keine gesetzliche Pflicht zum Ergreifen von Maßnahmen gibt. In diesem Punkt dauere die Prüfung einer möglichen Förderung noch an, schreibt die Bundesregierung.“*

Quelle: <https://www.bundestag.de/presse/hib/852404-852404>

### **Vorschlag Kriterienkatalog zur Berücksichtigung von Radonschutz in Förderungsprogrammen**

#### **Vorbemerkungen**

Grundsätzlich sollten sich Förderprogramme für den Radonschutz auf Bestandsgebäude konzentrieren da der präventive Radonschutz für Neubauten bereits im StrlSchG gefordert wird. Hierbei sollten sich die geförderten Maßnahmen nicht an der Unterschreitung von 300 Bq/m<sup>3</sup> im Jahresmittel (derzeit Referenzwert nach StrlSchG) orientieren, sondern ein höheres Schutzziel anstreben. Bei der Bedarfsanalyse kann die messtechnisch nachgewiesene Überschreitung des Referenzwertes eine Rolle spielen. Bei Neubauten könnte eine Förderung in Einzelfällen (Härtefällen) greifen. Problematisch kann hier jedoch der Missbrauch von Fördergeldern für andere bauliche Anforderungen wie Feuchteschutz und Lüftung sein.

Zudem sollte auch angestrebt werden, die Bereitschaft, Akzeptanz, Verständnis und Nachvollziehbarkeit in der Bevölkerung zur Vergabe von öffentlichen Fördergeldern zum Radonschutz durch Öffentlichkeitsarbeit und Informationen zum Radon und dem Radonrisiko zu verbessern. Eine wesentliche Hilfestellung für die Planung wäre ein Bezug in den jeweiligen Musterbauordnungen der Länder zu den im StrlSchG geforderten präventiven Schutzmaßnahmen bei der Erstellung oder Änderung von Gebäuden.

#### **Situation Neubau**

Beim Neubau gilt bereits nach StrlSchG §213 Absatz 1 Satz 1 „*Wer ein Gebäude mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen errichtet, hat geeignete Maßnahmen zu treffen, um den Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern oder erheblich zu erschweren. Diese Pflicht gilt als erfüllt, ... wenn die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz eingehalten werden ...*“ (nur gültig außerhalb von Radon-Vorsorgegebieten).

Aus sachverständiger Sicht ist diese derzeitige Formulierung im Gesetzestext (Stand 09-2023) problematisch und kann zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen führen. Einerseits liegen in Deutschland noch in vielen Gebieten auch außerhalb der derzeit von den Ländern ausgewiesenen Radon-Vorsorgegebieten erhöhte Radon-Aktivitätskonzentrationen und/oder Radonpotentialwerte in der Bodenluft vor (siehe GEOPORTAL BfS). Andererseits erfordert der Feuchteschutz nach den anerkannten Regeln der Technik bei z.B. Wassereinwirkungsklasse W1-E nach DIN 18533 bei „nicht drückendem Wasser“ keine ausreichend gas- oder radondichte Abdichtung zum Erdreich [33].

Die gesetzlichen Vorgaben sind als Mindestanforderungen im Hinblick auf die Erfüllung von gesetzlichen Pflichten zu verstehen unter Berücksichtigung von Unsicherheiten. Ziel ist es, die

Wahrscheinlichkeit der Unterschreitung des Referenzwertes in Gebäuden signifikant zu erhöhen und eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von unter 10 % zu erreichen.

Eine Förderung für Maßnahmen zum Radonschutz bei Neubauten könnte im Härtefall in Abhängigkeit der Standortparameter bzw. der Bedarfs- bzw. Radon-Risikoanalyse erfolgen z.B. in Abhängigkeit von der Radon-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft und dem Radonpotentialwert gem. Bewertungsschema der DIN/TS 18117 zur Baugrunduntersuchung (Details in Teil 2 geregelt). Die Förderung sollte sich zunächst auf die Baugrunduntersuchung und erst nach Bestätigung des Angangsverdachtes auf die baulichen Maßnahmen zum Radonschutz beziehen.

**Vorschlag Kriterium Standortparameter Härtefall Neubau** (nur außerhalb von Vorsorgegebieten)

**a) Zuwendungsvoraussetzungen Baugrunduntersuchung**

- Radonpotentialwert über  $RP > 44$  (nach GEOPORTAL BfS)
- Radonkonzentration in der Bodenluft über  $100 \text{ kBq/m}^3$  (nach GEOPORTAL BfS, 90. Perz.)

Fördergegenstand: Baugrunduntersuchung nach DIN ISO 11665-11 und DIN/TS 18117-2

**b) Zuwendungsvoraussetzungen bauliche Maßnahmen zum Radonschutz**

- Radonpotentialwert  $RP > 44$  (nach Gutachten Baugrunduntersuchung)
- Radon-Konz. in der Bodenluft  $> 100 \text{ kBq/m}^3$  (nach Gutachten Baugrunduntersuchung)
- Nachweis Wirksamkeitskontrolle über geeignete Raumluftmessungen (DIN ISO 11665-8)
- Mindestanforderung: Unterschreitung des Referenzwertes

Fördergegenstand: Bauliche Maßnahmen zum Radonschutz nach DIN/TS 18117 (durch Fachfirma)

### Situation Bestandsgebäude

Die Förderung für Maßnahmen zum Radonschutz bei Bestandsgebäuden sollte in Abhängigkeit der Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumluft und durch sachverständige Begutachtung erfolgen. Wichtig ist hier eine zielorientierte Verwendung von Fördergeldern, welche nachweislich einem verbesserten Radonschutz zu Gute kommt. Daher ist eine fachliche „Begleitung“ durch einen **Radonberater** (z.B. Radonfachperson mit Zusatzqualifikation) sinnvoll, um eine gründliche Bedarfs- und Maßnahmenanalyse vorzunehmen. Zudem ist eine geeignete Wirksamkeitskontrolle (über z.B. Raumluftmessungen) einzuplanen.

#### Vorschlag Kriterium Gebäudeparameter Bestandsgebäude

##### a) Zuwendungsvoraussetzungen Bedarfsanalyse (mind. 1 Voraussetzung erfüllt)

- Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumluft über 200 Bq/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert)
- Radonpotentialwert über RP > 44 (nach GEOPORTAL BfS) alle Gebäude
- Radonpotentialwert über RP > 20 (nach GEOPORTAL BfS) ältere Gebäude (vor Bj. 1970)
- Radonkonzentration in der Bodenluft über 100 kBq/m<sup>3</sup> (nach GEOPORTAL BfS, 90. Perz.)

Fördergegenstand: Bedarfsanalyse und Maßnahmenplanung (durch z.B. Radonberater)

##### b) Zuwendungsvoraussetzungen Lüftungstechnische und bauliche Maßnahmen

- Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumluft über 200 Bq/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert)
- Bedarfsanalyse und Maßnahmenplanung (durch z.B. Radonberater)
- Nachweis Wirksamkeitskontrolle über geeignete Raumluftmessungen (DIN ISO 11665-8)
- Mindestanforderung: Unterschreitung des Referenzwertes, Reduzierung > 50 %

Fördergegenstand:

- Lüftungstechnische und bauliche Maßnahmen d. Fachfirma (gem. Maßnahmenplanung)
- Bau von Anlagen zur Absaugung d. Fachfirma (gem. Maßnahmenplanung)

## 7. Zusammenfassung

Aus den Recherchen und der Aufarbeitung zu Zertifikaten, Qualitätssiegeln und Bewertungssystemen für Deutschland und für das Ausland sind für die Aufgabenstellung im Arbeitspaket 1 insgesamt 79 Fundstellen hervorgegangen. Allein die Suche für Deutschland liefert davon 13 Fundstellen. Als weltweite Systeme mit besonderer Relevanz können das aus USA stammende LEED-System und das aus Großbritannien stammende BREEAM-System angesehen werden. Zusätzlich wird in vielen Ländern das Living Building Challenge System und das System von Passivhaus International genutzt. Auch das in Deutschland führende DGNB-System kommt in anderen Ländern zum Einsatz. Die Umsetzung dieser Systeme findet jedoch aufgrund der komplexen Auditierung vermehrt in größeren Bauvorhaben (Büro- und Verwaltungsgebäude) Anwendung.

Eine große Gemeinsamkeit ist bei den Themen Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Ökologie zu erkennen. Kriterien der Gesundheitsvorsorge und der Innenraumluftqualität (IAQ) sowie Radon spielen in den meisten Systemen eine eher untergeordnete Rolle. In der Regel wird versucht über eine sorgfältige Baustoffauswahl in Bezug auf Nachhaltigkeit und Umweltaspekte auch einen Vorteil für eine verbesserte Raumluftqualität in Gebäuden zu erreichen, ohne dass dieser genauer quantifiziert oder validiert wird.

Bei den Fundstellen für Deutschland liefern 2 Zertifizierungssysteme VDB-ZERT und DGNB einen direkten Bezug zu Radon in der Innenraumluft. Bei 2 weiteren Systemen BNB und Leitfaden Nachhaltiges Bauen wird Radon nur an untergeordneter Stelle berücksichtigt. Insgesamt 9 Fundstellen haben keinen Bezug zu Radon und es gibt keine Anforderungen.

Bei den Fundstellen im Ausland liefern 17 Bewertungssysteme (USA, Kanada, Österreich, Schweiz, Italien, Irland, Tschechien, Dänemark, weltweit) einen direkten Bezug zu Radon in der Innenraumluft. Bei 10 weiteren Systemen (Australien, NZ, Singapur, Norwegen, USA, weltweit) wird Radon an untergeordneter Stelle berücksichtigt. Insgesamt 39 Fundstellen aus dem Ausland haben keinen Bezug zu Radon und es gibt keine Anforderungen.

Die umfangreichsten Anforderungen in Bezug auf Radon liefern die Bewertungssysteme VDB-ZERT für neue Gebäude und Minergie in der Schweiz für Neubau- und Modernisierungsmaßnahmen. Hier wird Radon in der Standortauswahl (Radonpotential), bei der Bauplanung (bauliche Maßnahmen zu Radonschutz) und in der Umsetzung (über Kontrollmessungen nach Fertigstellung) berücksichtigt. Die DGNB und auch LEED fordern eine genauere Standortanalyse und ggf. die Umsetzung baulicher Maßnahmen zum Radonschutz.

LEED und BREEAM sind die Bewertungssysteme, welche im internationalen Raum die größte Rolle spielen. Bei LEED ist der Bezug zu Radon etwas konkreter. Bei BREEAM ist der Bezug zu Radon an untergeordneter Stelle zu finden und es wird auf die gesetzlichen Vorgaben und nationalen Leitlinien für bewährte Praktiken verwiesen.

In Nordamerika (USA und Kanada) findet sich ein Bezug zu Radon in vielen Systemen. In Australien/Neuseeland besteht bei dem Green Star System (Green Building Council) ein untergeordneter Bezug zu Radon. In Südamerika, Asien und Afrika gibt es kaum eigene Systeme, welche Radon berücksichtigen. Bei den Fundstellen handelt es sich meist um die weltweiten Akteure wie LEED und BREEAM.

Grundsätzlich müssen sich die Zertifizierungs- und Bewertungssysteme auch an die in den jeweiligen Ländern gültigen Rechtsvorschriften orientieren. In diesem Zusammenhang ist es nur sinnvoll, Anforderungen in Bezug auf den Radonschutz zu stellen, welche die Anforderungen aus den jeweiligen Rechtsvorschriften übertreffen. Zudem ist die Kontrolle von Maßnahmen über Abnahmemessungen bzw. einfache und zeitnah umsetzbare Raumluftmessungen bei Radon schwieriger als bei anderen Schadstoffen. Durch die vorgenannten Aspekte ist man bei vielen Zertifizierungs- und Bewertungssystemen deutlich zurückhaltender oder vermeidet gänzlich Anforderungen in Bezug auf Radon.

Aus der Evaluation der gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse lassen sich wertvolle Vorschläge zur möglichen Umsetzung oder Integration von Radon in Qualitätssiegel, Zertifikate und Bewertungssysteme ableiten. Auch die Interviews mit Expert\*innen aus der Baubranche und das bereits abgeschlossene Forschungsprojekt zur „Wirkung staatlicher Fördermaßnahmen auf die Umsetzung von Radonsanierungsmaßnahmen im Wohnbereich – eine Potenzialanalyse“ [3] weisen auf eine positive Einstellung in Bezug auf die Integration von Radon in bestehende Systeme und Förderprogramme in Expertenkreisen und in der Allgemeinbevölkerung hin. Der Schlüssel für die Integration liegt jedoch zunächst auf der Seite der Öffentlichkeitsarbeit und der konkreten Einbindung der strahlenschutzrechtlichen Vorgaben zum Radon in die Baupraxis. Hier wird insbesondere die Einbindung in Regelwerke wie z.B. die Länderbauordnungen und die Arbeitsstättenverordnung genannt.

Die Integration des Radonschutzes in Zertifizierungs- und Förderprogramme sollten nach den Vorbildern VDB-ZERT, MINERGIE (CH), DGNB-DK (Dänemark), LEED und Indoor airPlus (USA) sowie Boma Best (Kanada) erfolgen. Die Bewertung und Qualitätskontrolle sollte zunächst auf einer fachlich fundierten Risikoanalyse (Standort- und Gebäudeparameter) z.B. nach einem Punktesystem aufgebaut werden. Nach der Umsetzung von Maßnahmen zum Radonschutz liegt ein Bewertungsschwerpunkt bei der Wirksamkeitskontrolle. Hierbei sollten, wie bereits bei anderen Innenraumschadstoffen üblich, Raumluftmessungen und Zielwerte in Vordergrund stehen.

Vorteile für die Integration von Radon liegen im gesundheitlichen und wirtschaftlichen Bereich. Nachträglichen Sanierungen widersprechen aufgrund der Maßnahmenpflicht bei Referenzwertüberschreitungen am Arbeitsplatz dem Nachhaltigkeitsgedanken.

Für Büro- und Verwaltungsgebäude zählen zu den wichtigsten Systemen in Deutschland in das DGNB- und BNB-System. Hier wäre eine stärkere Integration über Risikoanalysen und Raumluftkontrollen aus den oben genannten Gründen besonders wichtig.

Für Wohngebäude und kleinere Gebäude stehen seit einigen Jahren das BNK-System (Bewertungssystem Nachhaltiger Kleinwohnbau) und das QNG-System (Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude) als staatliches Qualitätssiegel zur Verfügung. Für diese Gebäudetypen wäre die Integration von Radon über Risikoanalysen und Raumluftkontrollen in diesen Systemen besonders wirksam.

Eine staatliche Förderung von Maßnahmen zum Radonschutz im Bestand sollte nach dem Vorbild des aktuellen Förderprojektes in Sachsen (Stand August 2023, SMEKUL) mit Erweiterung auf Aufenthaltsräume erfolgen. Fördergegenstand sollte zunächst eine Bedarfsanalyse durch eine geeignete Fachperson in der Form eines Radonberaters (z.B. Radonfachperson mit Zusatzqualifikation) ähnlich dem Konzept der Energieberatung sein. Eine weiterführende Förderung sollte nach der fachlich ausgearbeiteten Bedarfsanalyse über Lüftungstechnische und bauliche Maßnahmen inklusive Wirksamkeitsnachweis über Raumluftmessungen erfolgen. Der zu erreichende Zielwert bzw. Auslegungswert sollte hierbei deutlich unter dem gesetzlich festgelegten Referenzwert liegen.

Zudem sollte auch angestrebt werden, die Bereitschaft, die Akzeptanz, das Verständnis und die Nachvollziehbarkeit in der Bevölkerung zur Vergabe von öffentlichen Fördergeldern zum Radonschutz durch Öffentlichkeitsarbeit und Informationen zum Radon und dem Radonrisiko zu verbessern.

Eine Förderung für Maßnahmen zum Radonschutz bei Neubauten sollte ggf. in einem zweiten Schritt nur im Härtefall in Abhängigkeit der Standortparameter bzw. der Bedarfs- bzw. Radon-Risikoanalyse erfolgen.

## 8. Liste der Fundstellen aus Arbeitspaket 1

### 8.1 Deutschland

Nr.	Titel	Quelle (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon, Bezug zu Schadstoffen)
D1	VDB-Zert	Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V. <a href="https://baubiologie.net/vdb-zert/">https://baubiologie.net/vdb-zert/</a>	<b>Bezug zu Radon:</b> ja Bezug zu Schadstoffen: ja
D2	Sentinel Haus	Sentinel Haus Institut <a href="https://www.sentinel-haus.de/de">https://www.sentinel-haus.de/de</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: ja
D3	TÜV Tox Proof	TÜV Rheinland <a href="https://www.tuv.com/germany/de/toxproof.html">https://www.tuv.com/germany/de/toxproof.html</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: ja
D4	Wohnmedizinisch empfohlen	Gesellschaft für Wohnmedizin, Bauhygiene und Innenraumtoxikologie e. V. <a href="https://www.wohnmedizin.eu/">https://www.wohnmedizin.eu/</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: nein
D5	BNK	Bewertungssystem Nachhaltiger Kleinwohnbau (BNK) <a href="https://www.bau-irn.com/bnk-system-qng/was-ist-das-bnk-system">https://www.bau-irn.com/bnk-system-qng/was-ist-das-bnk-system</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: (ja)
D6	BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen - BNB <a href="https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/">https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/</a>	<b>Bezug zu Radon:</b> (ja) Bezug zu Schadstoffen: ja
D7	QNG	Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen <a href="https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/beg/">https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/beg/</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: (ja)
D8	DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. <a href="https://www.dgnb-system.de">https://www.dgnb-system.de</a>	<b>Bezug zu Radon:</b> ja Bezug zu Schadstoffen: ja
D9	Leitfaden Nachhaltiges Bauen (LFNB)	BMUV / BMI ehem. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat <a href="https://www.nachhaltigesbauen.de/">https://www.nachhaltigesbauen.de/</a> und <a href="https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf">https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf</a>	<b>Bezug zu Radon:</b> (ja) Bezug zu Schadstoffen: (ja)
D10	Passivhaus	Passivhaus Institut <a href="https://passiv.de/de/03_zertifizierung/03_zertifizierung.htm">https://passiv.de/de/03_zertifizierung/03_zertifizierung.htm</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: nein
D11	GGBA	German Green Building Association e.V. (GGBA) <a href="https://www.german-gba.org/">https://www.german-gba.org/</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: nein
D12	KfW-Effizienzhaus	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) <a href="https://www.kfw.de/kfw.de.html">https://www.kfw.de/kfw.de.html</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: nein
D13	UBA	Handbuch Qualitätssiegel Raumluftechnik <a href="https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-das-qualitaetsiegel-raumluftechnik">https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-das-qualitaetsiegel-raumluftechnik</a>	Bezug zu Radon: nein Bezug zu Schadstoffen: (ja)

## 8.2 Weltweit

Nr.	Titel	Quelle (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon)
A1	LEED	Leadership in Energy and Environmental Design - LEED, U.S. Green Building Council - USGBC (USA) <a href="https://www.usgbc.org/leed">https://www.usgbc.org/leed</a>	ja
A2	BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology BREEM - (Großbritannien) <a href="https://bregroup.com/products/breeam/">https://bregroup.com/products/breeam/</a>	(ja)
A3	Living Building Challenge	INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE <a href="https://living-future.org/lbc/">https://living-future.org/lbc/</a>	nein
A4	Passive House	International Passive House Association - iPHA <a href="https://passivehouse-international.org/">https://passivehouse-international.org/</a>	nein (siehe Bemerkungen zu D10)

## 8.3 Europa

Nr.	Titel	Quelle (Land) (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon)
A5	EU-Green Building	EU-GreenBuilding-Programm (EU Kommission) <a href="https://joint-research-centre.ec.europa.eu/publications/green-building-brochure-2012_en">https://joint-research-centre.ec.europa.eu/publications/green-building-brochure-2012_en</a>	nein
A6	Minergie Eco	Minergie und ecobau (Schweiz) <a href="https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/eco/">https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/eco/</a>	ja
A7	SNBS	Standard Nachhaltiges Bauen SNBS Hochbau (Schweiz) <a href="https://www.snbs-hochbau.ch/">https://www.snbs-hochbau.ch/</a>	ja
A8	Miljöbyggnad/ Green Building	Sweden Green Building Council (Schweden) <a href="https://www.sgbc.se/">https://www.sgbc.se/</a>	ja
A9	National Action Plan	Swedish Radiation Safety Authority u.a. (Schweden) <a href="http://www.radon.eu/workshop2018/pres/03_nilsson.pdf">http://www.radon.eu/workshop2018/pres/03_nilsson.pdf</a>	(nein)
A10	HQE	Association pour la Haute Qualité Environnementale - ASSOHQE (Frankreich) <a href="https://www.hqegbc.org/">https://www.hqegbc.org/</a>	(nein)
A11	BBC	Bâtiment Basse Consommation - BBC 2023 (Frankreich) <a href="https://www.edfenr.com/lexique/bbc-batiments-basse-consommation/">https://www.edfenr.com/lexique/bbc-batiments-basse-consommation/</a>	(nein)
A12	ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (Österreich) <a href="https://www.ogni.at/leistungen/zertifizierung/">https://www.ogni.at/leistungen/zertifizierung/</a>	ja

A13	ÖGNB	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Österreich) <a href="https://www.oegnb.net/">https://www.oegnb.net/</a>	nein
A14	CASACLIMA	Agency for Energy South Tyrol - CasaClima (Italien) <a href="https://www.agenziacasaclima.it/en/welcome-1.html">https://www.agenziacasaclima.it/en/welcome-1.html</a>	ja
A15	AENOR-HQE	Asociación Española de Normalización y Certificación (Spanien) <a href="https://www.en.aenor.com/">https://www.en.aenor.com/</a> <a href="https://www.aenor.com/">https://www.aenor.com/</a>	(nein)
A16	ITACA	Innovación y Tecnología para el Desarrollo de la Arquitectura y el Hábitat en la Comunidad Valenciana - ITACA (Spanien) <a href="https://www.itaca.org">https://www.itaca.org</a>	(nein)
A17	GPR Gebouw	Gebouwde Prestatieregistratie (Niederlande) <a href="http://www.gprgebouw.nl">www.gprgebouw.nl</a>	(nein)
A18	NTA 8800	Energieprestatie Gebouwen (Niederlande) <a href="https://www.gebouwenenergieprestatie.nl/">https://www.gebouwenenergieprestatie.nl/</a> <a href="http://www.rvo.nl/nta8800">www.rvo.nl/nta8800</a> .	(nein)
A19	NABERS UK	BRE-England (Großbritannien) <a href="https://bregroup.com/products/nabers-uk/">https://bregroup.com/products/nabers-uk/</a>	(nein)
A20	CSH	Code for Sustainable Homes - England (Großbritannien) bis 2015 <a href="https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/5976/code_for_sustainable_homes_tech-guide.pdf">https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/5976/code_for_sustainable_homes_tech-guide.pdf</a> aktuelle Infos siehe <a href="https://www.gov.uk/guidance/sustainable-buildings">https://www.gov.uk/guidance/sustainable-buildings</a>	(nein)
A21	Ska rating	England (Großbritannien) <a href="https://www.rics.org/about-rics/responsible-business/ska-rating">https://www.rics.org/about-rics/responsible-business/ska-rating</a>	(nein)
A22	IGBC	Irish Green Building Council (Irland) <a href="https://www.igbc.ie/">https://www.igbc.ie/</a>	ja (siehe A24)
A23	BREEAM Ireland	BREEAM (Irland) <a href="https://www.breeam.com/discover/assess-your-building/certification-schemes/breeam-ie/">https://www.breeam.com/discover/assess-your-building/certification-schemes/breeam-ie/</a>	ja (siehe A2)
A24	HPI	Home Performance Index - HPI (Irland) <a href="https://www.homeperformanceindex.ie/">https://www.homeperformanceindex.ie/</a>	ja
A25	ČSN 73 0601	Norm ČSN 73 0601_Protection of buildings against radon from the soil: Radon Label (Tschechien) <a href="https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-73-0601-730601-221858.html">https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-73-0601-730601-221858.html</a>	ja

A26	Czech Radon Action Plan	Ministry of Finance - Regional Budgets Financing Department (Tschechien) <a href="https://gnssn.iaea.org/RTWS/general/Shared%20Documents/Radiation%20Protection/RER9153%20-%20Regional%20workshop%20for%20decision-makers,%20Vienna,%20January%202019/Czech%20Radon%20Programme%20MATEJ.pdf">https://gnssn.iaea.org/RTWS/general/Shared%20Documents/Radiation%20Protection/RER9153%20-%20Regional%20workshop%20for%20decision-makers,%20Vienna,%20January%202019/Czech%20Radon%20Programme%20MATEJ.pdf</a>	nein
A27	Green Building Council	Green Building Council Czech Republic - GBC CZ (Tschechien) <a href="https://www.czgbc.org/en">https://www.czgbc.org/en</a>	nein
A28	SGS	SGS Société Générale de Surveillance SA - (Belgien) <a href="https://www.sgs.be/en">https://www.sgs.be/en</a>	nein
A29	GRO	Green Building Rating for Office - GRO (Belgien) <a href="https://www.greenbuildingoffice.eu/">https://www.greenbuildingoffice.eu/</a>	nein
A30	NGBC	Norwegian Green Building Council (Norwegen) <a href="https://worldgbc.org/gbc/norwegian-green-building-council/">https://worldgbc.org/gbc/norwegian-green-building-council/</a>	nein
A31	BREEAM Norway	BREEAM Norway (Norwegen) <a href="https://www.norwegianproperty.no/breeam-en/">https://www.norwegianproperty.no/breeam-en/</a>	<b>(ja)</b> <i>siehe A2</i>
A32	FutureBuilt	FutureBuilt Norway (Norwegen) <a href="https://www.futurebuilt.no/English">https://www.futurebuilt.no/English</a>	nein
A33	Miljøfyrtårn	Miljøfyrtårn (Norwegen) <a href="https://www.miljofyrtarn.no/">https://www.miljofyrtarn.no/</a> sowie <a href="https://www.greenfocus.no/hva-er-miljofyrtarn-2/?gclid=EAlaIqobChMIkee20_Ko_QIVjho-GAB0AbQN6EAAYBCAAEgLeB_D_BwE">https://www.greenfocus.no/hva-er-miljofyrtarn-2/?gclid=EAlaIqobChMIkee20_Ko_QIVjho-GAB0AbQN6EAAYBCAAEgLeB_D_BwE</a>	nein
A34	klimaaktiv	klimaaktiv (Österreich) <a href="https://www.klimaaktiv.at/">https://www.klimaaktiv.at/</a>	<b>(ja)</b>
A35	Despacho 1618/2022	Despacho 1618/2022 (Portugal) <a href="https://dre.tretas.org/dre/4805768/despacho-1618-2022-de-9-de-fevereiro">https://dre.tretas.org/dre/4805768/despacho-1618-2022-de-9-de-fevereiro</a>	<b>(ja)</b>
A36	DGNB-DK	DGNB-DK (Dänemark) <a href="https://rfbb.dk/publikation/dgnb-manual-for-nye-bygninger-og-omfattende-renoveringer-2020">https://rfbb.dk/publikation/dgnb-manual-for-nye-bygninger-og-omfattende-renoveringer-2020</a>	<b>ja</b>

#### 8.4 Nordamerika

Nr.	Titel	Quelle (Land) (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon)
A37	Energy Star	Energy Star - US EPA (USA) <a href="https://www.energystar.gov/">https://www.energystar.gov/</a>	<b>(ja)</b>
A38	Green Globes	Green Globes (GBI) (USA, Kanada) <a href="http://www.greenglobes.com/home.asp">http://www.greenglobes.com/home.asp</a>	<b>(ja)</b>
A39	WELL Building Standard	WELL Building Standard - Delos Living LLC (USA) <a href="https://standard.wellcertified.com/well">https://standard.wellcertified.com/well</a>	nein
A40	Indoor airPLUS	Indoor airPLUS (US EPA) (USA) <a href="https://www.epa.gov/indoorairplus">https://www.epa.gov/indoorairplus</a>	<b>ja</b>
A41	BOMA Best	BOMA Best (Kanada) <a href="https://bomacanada.ca_bzw.https://bomabest.org">https://bomacanada.ca_bzw. https://bomabest.org</a>	<b>ja</b>
A42	BuiltGreen	BuiltGreen (Kanada) <a href="https://www.builtgreencanada.ca/">https://www.builtgreencanada.ca/</a>	<b>ja</b>
A43	R-2000	R-2000 standard Natural Resources Canada + Canadian Home Builders' Association (Canada) <a href="https://chbabbc.org/r-2000-certification/">https://chbabbc.org/r-2000-certification/</a>	<b>ja</b>

#### 8.5 Südamerika

Nr.	Titel	Quelle (Land) (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon)
A44	AQUA	AQUA (Brasilien) <a href="https://www.aquabrasil.org.br/">https://www.aquabrasil.org.br/</a> <i>(Seite nicht mehr verfügbar)</i>	(nein)
A45	EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies - EDGE (Brasilien) <a href="https://edgebuildings.com/certify/certification/">https://edgebuildings.com/certify/certification/</a>	(nein)
A46	GBCA	Green Building Council Argentina (Argentinien) <a href="https://www.argentinagbc.org.ar/">https://www.argentinagbc.org.ar/</a>	<b>ja</b> siehe LEED (A1)

#### 8.6 Australien/Neuseeland

Nr.	Titel	Quelle (Land) (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon)
A47	NABERS	National Australian Built Environment Rating System (Australien)	nein siehe NABERS UK A19

		<a href="https://www.nabers.gov.au/">https://www.nabers.gov.au/</a>	
A48	Green Star	Green Building Council of Australia (Australien) <a href="https://new.gbca.org.au/">https://new.gbca.org.au/</a>	<b>(ja)</b>
A49	WELL Building Standard	International WELL Building Institute (Australien) <a href="https://www.wellcertified.com/">https://www.wellcertified.com/</a>	nein siehe WELL USA A39
A50	Green Star	New Zealand Green Building Council (Neuseeland) <a href="https://www.nzgbc.org.nz/greenstar">https://www.nzgbc.org.nz/greenstar</a> und <a href="https://new.gbca.org.au/green-star/">https://new.gbca.org.au/green-star/</a>	<b>(ja)</b> siehe Green Star A48
A51	Homestar	New Zealand Green Building Council (Neuseeland) <a href="https://www.nzgbc.org.nz/homestar">https://www.nzgbc.org.nz/homestar</a>	nein
A52	NABERS NZ	National Australian Built Environment Rating System (Neuseeland) <a href="https://www.nabersnz.govt.nz/">https://www.nabersnz.govt.nz/</a>	nein siehe NABERS UK A19

## 8.7 Asien

Nr.	Titel	Quelle (Land) (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon)
A53	Green Mark	Green Mark (Singapur) <a href="https://www1.bca.gov.sg">https://www1.bca.gov.sg</a>	<b>(ja)</b>
A54	China Green Building Council	China Green Building (Hong Kong) Council und China Green Building Label (China) <a href="http://www.cgbchk-star.org/index.php/eng/">http://www.cgbchk-star.org/index.php/eng/</a> und <a href="https://www.emsi-green.com.cn/en/service/201506021613127865">https://www.emsi-green.com.cn/en/service/201506021613127865</a>	(nein)
A55	Green Building Label	Green Building Label (Malaysia) <a href="http://www.greenbuildingindex.org/">http://www.greenbuildingindex.org/</a>	(nein)
A56	CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency - CASBEE (Japan) <a href="http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/">http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/</a>	(nein)
A57	LOTUS	LOTUS - VGBC (Vietnam) <a href="https://vgbc.vn/en/rating-systems/">https://vgbc.vn/en/rating-systems/</a>	(nein)

A58	GRIHA	Green Rating for Integrated Habitat Assessment - GRIHA und TERI GRIHA (Indien) <a href="http://www.grihaindia.org/">http://www.grihaindia.org/</a>	(nein)
-----	-------	---	--------

## 8.8 Afrika

Nr.	Titel	Quelle (Land) (Stand 31.05.2023)	Bemerkungen (Bezug zu Radon)
A59	EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies - EDGE (Afrika) <a href="https://edgebuildings.com/certify/certification/">https://edgebuildings.com/certify/certification/</a>	(nein) siehe EDGA A45
A60	LEED	Leadership in Energy and Environmental Design -LEED (Afrika) <a href="https://www.usgbc.org/">https://www.usgbc.org/</a>	<b>ja</b> siehe LEED (A1)
A61	KONE and BREEAM	KONE and BREEAM (Südafrika) <a href="https://www.kone.co.za/">https://www.kone.co.za/</a>	<b>(ja)</b> siehe BREEAM (A2)
A62	Green Building Council Egypt	Green Building Council Egypt (Ägypten) <a href="http://www.egyptgbc.org/">http://www.egyptgbc.org/</a>	(nein)
A63	Green Star South Africa	Green Building Council South Africa (Südafrika) <a href="http://www.gbcsa.org.za">www.gbcsa.org.za</a>	(nein)
A64	EPRS	Estidama Pearl Rating System EPRS (Dubai) <a href="https://sustainable-infrastructure-tools.org/tools/pearl-rating-system-for-estidama-building-rating-system/">https://sustainable-infrastructure-tools.org/tools/pearl-rating-system-for-estidama-building-rating-system/</a>	(nein)
A65	QSAS (Qatar Sustainability Assessment System)	QSAS (Katar) <a href="https://qsas.org/">https://qsas.org/</a> diese hinterlegte Web-Adresse ist nicht (mehr) verfügbar, Infos siehe <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/QSAS">https://en.wikipedia.org/wiki/QSAS</a>	(nein)
A66	Estidama	Abu Dhabi Sustainability Building Rating System - Estidama (UAE, Abu Dhabi) <a href="https://pages.dmt.gov.ae/en/Urban-Planning/Estidama-Program">https://pages.dmt.gov.ae/en/Urban-Planning/Estidama-Program</a>	(nein) siehe A64

## 9. Literatur

- [1] Hauser, G., Eßig, N. und Ebert, T. (2010); Zertifizierungssysteme für Gebäude: Nachhaltigkeit Bewerten - Internationaler Systemvergleich - Zertifizierung und Ökonomie, DETAIL Green Books 2010
- [2] Bundesamt für Strahlenschutz (2011); Gesundheitsökonomische Betrachtung zu Radonsanierungsmaßnahmen, Vorhaben 3609S10007, urn:nbn:de:0221-201102145047 Februar 2011
- [3] Bundesamt für Strahlenschutz (2021); Wirkung staatlicher Fördermaßnahmen auf die Umsetzung von Radonsanierungsmaßnahmen im Wohnbereich – eine Potenzialanalyse, Vorhaben 3620S12282, urn:nbn:de:0221-2021121530247 Dezember 2021
- [4] Bundesamt für Strahlenschutz (2021); Erarbeitung von DIN-Normen bzgl. baulicher Maßnahmen für den Radonschutz, Vorhaben 3617S12250, urn:nbn:de:0221-2021050526831 Mai 2021
- [5] MATEJ, M. (2019); Czech Radon Action Plan. Unter Mitarbeit von GNSSN Global Nuclear Safety and Security Network. MINISTRY OF FINANCE REGIONAL BUDGETS FINANCING DEPARTMENT. Vienna, Austria
- [6] Xiong, Youyou & Kroghmann, Uta & Mainelis, Gediminas & Rodenburg, Lisa & Andrews, Clinton (2015). Indoor air quality in green buildings: A case-study in a residential high-rise building in the northeastern United States. *Journal of environmental science and health. Part A, Toxic/hazardous substances & environmental engineering.* 50. 225-242. 10.1080/10934529.2015.981101.
- [7] Wei, Wenjuan & Ramalho, Olivier & Mandin, Corinne (2015); Indoor Air Quality Requirements in Green Building Certifications. *Building and Environment.* 92. 10.1016/j.buildenv.2015.03.035.
- [8] Gluszak, M. (2015); Internationalization, Competiveness and Green Building Certification in Europe (chapter 9) in: P. Stanek & K. Wach (Eds.). *Europeanization Processes from the Meso-economic Perspective: Industries and Policies.* Kraków: Cracow University of Economics, pp. 173-191.
- [9] Klein, Maike & Osterhage, Tanja & Mueller, Dirk & Kosanović, Saja & Hildebrand, Linda (2018); Building Certification Systems and Processes in KLABS “sustainable and resilient building design - approaches, methods and tools“
- [10] Potrc Obrecht, Tajda & Kunič, R. & Jordan, Sabina & Dovjak, Mateja (2019); Comparison of Health and Well-Being Aspects in Building Certification Schemes. *Sustainability.* 11. 2616. 10.3390/su11092616.
- [11] Licina, Dusan & Wargocki, Pawel & Pyke, Christopher & Altomonte, Sergio (2021); The future of IEQ in green building certifications. *Buildings and Cities.* 2. 907-927. 10.5334/bc.148.
- [12] Sprudza, Klinta & Klavina, Aneka & Berzina, Buka & Kauce, Ruta & Martinsone, Zanna (2023); Indoor Air Quality Guidelines Connection to IAQ Certification and Labelling Process. *Environmental and Climate Technologies.* 27. 28-39. 10.2478/rtuct-2023-0003.
- [13] Umweltbundesamt (2014); Gesundheitliche Bewertung von Radon in der Innenraumluft. Ergebnisprotokoll der 50. Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der IRK (derzeit AIR) und der AOLG am 4. und 5. November 2014.
- [14] DIN/TS 18117, Bauliche und Lüftungstechnische Maßnahmen zum Radonschutz, Teile 1 und 2, Beuth-Verlag, (Teil 2 geplant für 1. Jahreshälfte 2024)
- [15] StrlSchG 2017, Gesetz zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung „Strahlenschutzgesetz - StrlSchG“ vom 27.7.2017, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 42, Bonn, www.bgbl.de
- [16] StrlSchV 2018, Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung „Strahlenschutzverordnung - StrlSchV“ vom 5.12.2018, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 41, Bonn, www.bgbl.de

- [17] Menzler S., Schaffrath-Rosario A., Wichmann H.E. und Kreienbrock L.: Abschätzung des attributablen Lungenkrebsrisikos in Deutschland durch Radon in Wohnungen. Ecomed-Verlag Landsberg, 2006, bzw. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission SSK, 11./12. Juli 2006
- [18] Weltgesundheitsorganisation, WHO Air Quality Guidelines 2nd edition ([www.euro.who.int](http://www.euro.who.int)), Chapter 8.3 *Radon* (WHO 2000)
- [19] Weltgesundheitsorganisation, WHO handbook on indoor Radon, Radonhandbuch der WHO (WHO 2009)
- [20] Weltgesundheitsorganisation, WHO guidelines for indoor air quality - selected pollutants. World Health Organization - Regional Office for Europe, Copenhagen (WHO 2010)
- [21] Sagunski H., Bewertung von Radon aus Sicht des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR), Tagungsband zum 2. Radonfachtag des VDB in München 4. Mai 2017
- [22] Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V. (BVS), Standpunkt Radon in Gebäuden, 02-2017
- [23] Wesselmann M. und Sagunski H., Asbest in Fliesenklebern, Putzen und Spachtelmassen in Gebäuden – Probleme und Risiken, Umweltmedizin - Hygiene – Arbeitsmedizin, Band 23, Nr. 4 (2018)
- [24] WTA-Merkblatt „Radonschutz im Gebäudebestand“, WTA; in Bearbeitung (geplant für 1. Jahreshälfte 2024)
- [25] Klingelhöfer, G. und Leicht, K.; Radon und Radonschutz im Bauwesen; Reguvis Fachmedien, Fraunhofer IRB Verlag 2023
- [26] Bundesamt für Strahlenschutz, Radon-Handbuch Deutschland, 2019 ([www.bfs.de](http://www.bfs.de))
- [27] Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL), SMUL-Broschüre – Radonschutzmaßnahmen, Planungshilfe für Neu- und Bestandsbauten, Dresden 2018, [www.smul.sachsen.de](http://www.smul.sachsen.de)
- [28] Zinken, R.; Unterdruckhaltung unter Gebäuden als prozesssicheres Konzept der Radonsanierung im Bestand; in Tagungsband 13. Sächsische Radontage 14.-15.11.2019 in Dresden (2019)
- [29] DIN (EN) ISO 11665, Normenreihe DIN (EN) ISO 11665 (VDE 0493-1), Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt – Luft: Radon-222, Teile 1 bis 11, Beuth-Verlag
- [30] Strahlenschutzkommission SSK, Band 47: Leitfaden zur Messung von Radon, Thoron und ihren Zerfallsprodukten, Bonn 2002
- [31] Berufsverband deutscher Baubiologen e.V. (VDB): VDB-Richtlinien zur Vorgehensweise bei baubiologischen Untersuchungen in Gebäuden, B I 8 Untersuchungen auf Radon, BAND 2, Oktober 2018
- [32] Haumann 2017, Haumann Th., Radonmessungen und Blower Door - Fallbeispiele aus Bestandsgebäuden, 2. Radonfachtag des VDB in München 4. Mai 2017, VDB e.V. [www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net) und Haumann Th., Münzenberg U., Erweiterte Radondiagnostik im Bestand - Unterdruckmessungen und Quellensuche; in Tagungsband 16. Sächsische Radontage 24.-25.04.2023 in Dresden (2023)
- [33] Schäfer 2017, Schäfer M., Abdichtung erdberührter Bauteile, in Tagungsband 11. Sächsischer Radontag und 13. Tagung Radonsicheres Bauen am 12. September 2017 in Dresden S. 42, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) und KORA e.V., 2017
- [34] BMU 2019, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Radonmaßnahmenplan 2019, März 2019 (siehe <https://www.bmu.de/publikation/radonmassnahmenplan/>)
- [35] Erfahrungen der Verfasser als anerkannte Stellen für die Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft an Arbeitsplätzen in Innenräumen nach § 155 Abs. 4 Strahlenschutzverordnung