

DIN/TS 18117-1

ICS 13.280; 91.040.01; 91.140.30

Einsprüche bis 2020-05-13

Entwurf**Bauliche und lüftungstechnische Maßnahmen zum Radonschutz –
Teil 1: Begriffe, Grundlagen und Beschreibung von Maßnahmen**

Construction and ventilation measures for radon protection –
Part 1: Terms and definitions, basics and description of measures

Mesures de contrôle du radon dans les bâtiments et la ventilation –
Partie 1: Termes et définitions, bases et description des mesures

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-03-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 51 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	9
5 Messungen	9
6 Grundlagen für Vorsorgemaßnahmen bei Neu- und Bestandsbauten	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Gebäudekonzeption	10
7 Bauliche Maßnahmen	11
7.1 Allgemeines	11
7.2 Reduzierung des konvektiven Radoneintritts (BK)	11
7.3 Reduzierung des diffusiven Radoneintritts (BD)	14
7.4 Reduzierung der Radonausbreitung im Gebäude (BA)	15
7.5 Reduzierung der erdseitigen Radoneinwirkungen (BE)	16
7.6 Reduzierung der Exhalation aus Baumaterial (BM)	19
8 Lüftungstechnische Maßnahmen	20
8.1 Allgemeines	20
8.2 Manuelle Lüftung L 0	24
8.3 Freie Lüftung L 1	24
8.4 Ventilatorgestützte Lüftung L 2	24
8.5 Anwendung lüftungstechnischer Maßnahmen	25
8.6 Auswirkung von Luftwechseländerungen	26
9 Hinweise für Instandhaltung	29
Anhang A (informativ) Grundlagen	30
A.1 Edelgas Radon	30
A.2 Gesundheitliche Auswirkungen von Radon	30
A.3 Radonquellen	31
A.3.1 Allgemeines	31
A.3.2 Baugrund	32
A.3.3 Baustoffe	35
A.3.4 Wasser und Erdgas	35
A.4 Eintrittswege und überschlägige Abschätzung der Radonkonzentration	35
A.4.1 Allgemeines	35
A.4.2 Quellen und Quellstärken für Radon in Innenräumen	36
A.4.3 Einfluss von Gebäudekonzeption, Lüftungskonzept und Luftwechsel sowie Nutzerverhalten	40
A.4.4 Überschlägige Abschätzung der Radonkonzentration in der Raumluft	41
A.5 Radongebiete	44
A.6 Messverfahren	44
Anhang B (informativ) Berechnungsformular zur Abschätzung der sich aus den Einzelmaßnahmen ergebenden Radonkonzentration	48
Literaturhinweise	51

Bilder

Bild 1 — Grunddiagramm für eine überschlägige Abschätzung der Auswirkungen von raumweisen Luftwechseländerungen auf die Radonkonzentration	27
--	----

Bild 2 — Beispielanwendung des Grunddiagramms für eine überschlägige Abschätzung der Auswirkungen von raumweisen Luftwechseländerungen auf die Radonkonzentration . .	28
Bild A.1 — Geschätzte räumliche Verteilung des geogenen Radonpotentials in Deutschland, Stand 2016	34
Bild A.2 — Mögliche Radoneintritts- und Radonausbreitungspfade	36
Bild A.3 — Vorgehensweise zur Abschätzung der Radonkonzentration	41

Tabellen

Tabelle 1 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des konvektiven Radoneintritts und deren Umsetzung	12
Tabelle 2 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des diffusiven Radoneintritts und deren Umsetzung	15
Tabelle 3 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der Radonausbreitung und deren Umsetzung	16
Tabelle 4 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der erdseitigen Radoneinwirkungen und deren Umsetzung	18
Tabelle 5 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der Exhalation aus Baumaterial und deren Umsetzung	20
Tabelle 6 — Überblick über Lüftungsmaßnahmen L und deren Wirksamkeit	21
Tabelle 7 — Einstufung der Gebäude-Luftdichtheit	25
Tabelle 8 — Geeignete Lüftungslösungen zur Reduzierung einer beispielhaft vorgegebenen Innenraumradonkonzentration	26
Tabelle A.1 — Radonkonzentration in verschiedenen Umweltmedien im Jahresmittel für Deutschland	30
Tabelle A.2 — Einfluss der Radonquellen auf die Radonkonzentration in Innenräumen	32
Tabelle B.1 — Berechnungsformular zur Abschätzung der sich aus den Einzelmaßnahmen ergebenden Radonkonzentration	48

Vorwort

Dieses Dokument wurde im Arbeitsausschuss NA 005-01-38 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NABau/NHRS: Radongeschütztes Bauen“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) erarbeitet.

Technische Spezifikationen sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Eine Technische Spezifikation ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Erfahrungen mit dieser Technischen Spezifikation sind erbeten:

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an Normenausschuss Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin).

Der Arbeitsausschuss sieht derzeit keine Basis für eine Norm, da ein Stand einer allgemein anerkannten Regel der Technik zurzeit nicht abbildbar ist. Gewählt wurde vielmehr eine DIN/TS (vormals „DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren“), in der Maßnahmen zum radongeschützten Bauen vorerst auf Basis der bisher bekannten Maßnahmen dargestellt werden. Die DIN/TS kann und soll jedoch später in eine vorbehaltstfreie Norm überführt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beinhaltet Grundlagen und beschreibt Maßnahmen zum radongeschützten Bauen.

Ziel ist es, bau- und lüftungstechnische Maßnahmen zu beschreiben, mit denen die Einhaltung von Anforderungen aus dem Strahlenschutzgesetz (StrSchG) zum radongeschützten Bauen ermöglicht wird.

Die in diesem Dokument beschriebenen Maßnahmen:

- umfassen bauliche und lüftungstechnische Maßnahmen;
- unterscheiden für neu zu errichtende oder zu sanierende Gebäude;
- berücksichtigen die Nutzung der Innenräume.

Dieses Dokument gilt nicht für Gebäude ohne Aufenthaltsräume oder Arbeitsplätze.

Die Anwendung dieses Dokuments erfordert die frühzeitige Abstimmung der betroffenen Bau- und lüftungstechnischen Gewerke. Im Zusammenhang mit dieser Norm sind u. a. die Anforderungen weiterer Normen zu beachten:

- DIN 4108-2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*;
- DIN 18533 (alle Teile), *Abdichtung von erdberührten Bauteilen*;
- DIN EN 16798-3, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Lüftung von Gebäuden — Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden — Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4)*;
- DAfStb-Richtlinie — *Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)*;
- DIN 18205, *Bedarfsplanung im Bauwesen*;
- DIN 18017-3, *Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster — Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren*;
- DIN 1946-6, *Raumlufttechnik — Teil 6: Lüftung von Wohnungen — Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung*.

Es kann zu Interessenkonflikten zwischen den Anforderungen der einzelnen Regelungen kommen, die im Rahmen der Planung mit dem Bauherrn zu klären sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 4095, *Baugrund — Dränung zum Schutz baulicher Anlagen — Planung, Bemessung und Ausführung*

DIN 18017-3, *Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster — Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren*

DIN 18195:2017-07, *Abdichtung von Bauwerken — Begriffe*

DIN 18205, *Bedarfsplanung im Bauwesen*

DIN 18533 (alle Teile), *Abdichtung von erdberührten Bauteilen*

DIN 1946-6, *Raumlufttechnik — Teil 6: Lüftung von Wohnungen — Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung*

DIN 31051, *Grundlagen der Instandhaltung*

DIN 4108 (alle Teile), *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*

DIN 4108-7:2011-01, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden — Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele*

E DIN 4749:2018-05, *Terminologie*

DIN EN 16798-3, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Lüftung von Gebäuden — Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden — Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4)*

DIN EN ISO 11665-1 (VDE 0493-16651), *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Luft: Radon-222 — Teil 1: Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte: Quellen und Messverfahren*

DIN ISO/TS 11665-13, *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Luft: Radon-222 — Teil 13: Bestimmung des Diffusionskoeffizienten in wasserundurchlässigen Materialien: Prüfverfahren mit beidseitiger Messung der Aktivitätskonzentration*

DAfStb-Richtlinie — Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 1946-6, E DIN 4749:2018-05, DIN 18195, DIN 31051, DIN EN ISO 11665-1 und die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Abdichtung

bautechnische Maßnahme zum Schutz eines Bauwerkes oder Bauteils gegen das Eindringen von Wasser und/oder Feuchtigkeit

[QUELLE: DIN 18195:2017-07, 3.1]

3.2

Arbeitsplatz

Innenraum, an dem sich eine Arbeitskraft während ihrer Berufsausübung regelmäßig oder wiederholt aufhält

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Begriffbestimmung gemäß StrlSchG §5 (4).

3.3

Aufenthaltsraum

Innenraum, der zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Begriffbestimmung gemäß StrlSchG §5 (5).

Anmerkung 2 zum Begriff: Zum Beispiel zum Wohnen, in einer Schule, einem Krankenhaus oder einem Kindergarten.

3.4

Auslegungswert

Wert, welcher der Planung einer Neubau- oder Sanierungsmaßnahme zugrunde gelegt wird und möglichst erreicht werden soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Abweichungen vom Auslegungswert ergeben sich sowohl nach oben als auch nach unten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Auslegungswert ist kein Grenzwert.

3.5

Bodenluftkonzentration

Aktivitätskonzentration des Nuklids Rn-222 in der Bodenluft

3.6

Emanation

Radonfreisetzung aus der festen Phase der Gesteins- und Bodenmatrix in den umgebenden luft- und/oder wassergefüllten Porenraum, in Mikrorisse des Materials oder in Kluftsysteme des Untergrundes

3.7

Exhalation

Übertritt von Radon aus dem Boden bzw. Gestein in die freie Atmosphäre bzw. aus einem Baumaterial in die Raum- oder Außenluft

3.8

Exhalationsrate

Radonexalation pro Fläche und Zeiteinheit

Anmerkung 1 zum Begriff: Angabe in $\text{Bq}/(\text{m}^2 \text{ s})$ oder $\text{Bq}/(\text{m}^2 \text{ h})$.

3.9

Gebäude

selbstständig benutzbare, überdeckte bauliche Anlagen, die von Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Definition gemäß MBO §2 (2).

3.10

Grenzwert

Wert, der nicht überschritten werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Derzeit liegen keine gesetzlichen Grenzwerte für Radon vor.

3.11

Innenraum

umschlossener ortsfester Raum innerhalb von Gebäuden, in dem sich Menschen aufhalten können

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Begriffbestimmung gemäß StrlSchG §5 (17).

3.12

Migration

Bewegung von Radon durch Gesteine und Böden, die von den geomechanischen und hydrologischen Verhältnissen im Untergrund (Permeabilität, Klüftung, Strömungsrichtung und -geschwindigkeit von Grundwasser und Bodenluft) bestimmt wird

3.13

Permeabilität

Durchlässigkeit von Böden und Gesteinen für Flüssigkeiten und/oder Gase, die im Wesentlichen durch Porosität bzw. Klüftung bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Regel richtungsabhängig.

3.14

praktisch ungenutzter Innenraum

Raum, in dem sich im Jahresmittel Personen weniger als 10 Minuten pro Tag aufhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel ein Abstellraum.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe DIN 1946-6.

3.15

Quellstärke

Größe zur Beschreibung der zeitlichen Radonfreisetzung aus einer oder mehrerer Quellen (z. B. Baumaterial, Boden)

Anmerkung 1 zum Begriff: Angabe in Bq/h.

3.16

Radon

Radionuklid Rn-222 aus der Uran-Radium-Zerfallsreihe

3.17

Radonbarriere

Material oder Baukonstruktion zur Begrenzung des Radondurchtritts

3.18

Radonbrunnen

Einrichtung zur punktuellen Absaugung von Bodenluft unterhalb oder direkt neben dem Gebäude mit dem Ziel, einen Unterdruck im Erdreich gegenüber dem erdberührten Innenraum zu erzeugen und so bei vorhandener undichter Gebäudehülle die Konvektion vom Erdreich in das Gebäude zu reduzieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Es werden aktive Systeme (Unterstützung der Unterdruckerzeugung durch Ventilatoren) oder passive Systeme (Erzeugung des Unterdrucks durch den natürlichen Auftrieb) unterschieden.

3.19

Radondränage

Einrichtung zur flächigen Absaugung von Bodenluft unterhalb des Gebäudes mit dem Ziel, einen Unterdruck im Erdreich gegenüber dem erdberührten Innenraum zu erzeugen und so bei vorhandener undichter Gebäudehülle die Konvektion vom Erdreich in das Gebäude zu reduzieren oder alternativ die Radonkonzentration in der Bodenluft unterhalb des Gebäudes zu senken. Die Radondränage ist keine Dränage zur Aufnahme und Ableitung von Wasser

Anmerkung 1 zum Begriff: Es werden aktive Systeme (Unterstützung der Unterdruckerzeugung durch Ventilatoren) oder passive Systeme (Erzeugung des Unterdrucks durch den natürlichen Auftrieb) unterschieden.

3.20

Radonkonzentration

Aktivitätskonzentration des Nuklids Rn-222 in der Innenluft

Anmerkung 1 zum Begriff: Angabe in Bq/m³.

3.21

Radonpotential

Größe zur Beschreibung der Verfügbarkeit von Radon im Baugrund, die aus der Bodenluftkonzentration in der und der Permeabilität berechnet wird

3.22

Radon-Prüfnachweis

Nachweis für den materialspezifischen Diffusionskoeffizienten eines Materials

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe A.4.2.3.

3.23

Radonsanierung

Maßnahme, die an bestehenden Gebäuden zum Radonschutz geplant und umgesetzt wird

3.24

Referenzwert

festgelegter Wert in bestehenden Expositionssituationen oder Notfallexpositionssituationen, der als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Referenzwert ist kein Grenzwert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Begriffbestimmung gemäß StrlSchG §5 (29).

3.25

Sanierung

Maßnahme, die an bestehenden Gebäuden zur Instandsetzung oder zur Verbesserung geplant und umgesetzt wird

3.26

Unterbodenabsaugung

Einrichtung zur Absaugung von Luft aus Hohlräumen bzw. Zwischenschichten in der erdberührten Konstruktion, um einen Unterdruck gegenüber dem erdberührten Innenraum zu erzeugen und so bei vorhandener undichter Gebäudehülle die Konvektion vom Erdreich in das Gebäudeinnere zu reduzieren oder alternativ die Radonkonzentration in der Zwischenschicht zu senken

Anmerkung 1 zum Begriff: Hohlräume sind zum Beispiel Kriechkeller.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es werden aktive Systeme (Unterstützung der Unterdruckerzeugung durch Ventilatoren) oder passive Systeme (Erzeugung des Unterdrucks durch den natürlichen Auftrieb) unterschieden.

3.27

wenig genutzter Innenraum

Raum, in dem sich im Jahresmittel Personen weniger als 2 Stunden pro Tag aufhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel Waschküche, Hauswirtschaftsraum.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe DIN 1946-6.

4 Allgemeines

Diese DIN/TS beschreibt bauliche und lüftungstechnische Maßnahmen des Radonschutzes. Sie stellt zudem Hilfsmittel für eine grobe Abschätzung der in Innenräumen zu erwartenden Radonkonzentration zur Verfügung.

Informationen zur Entstehung, zum Auftreten und zur Ausbreitung von Radon sowie zu möglichen Eintrittswegen in die Innenräume sind im Anhang A zusammengefasst.

5 Messungen

Diese DIN/TS stellt keine Messanforderungen im Rahmen des baulichen und lüftungstechnischen Radonschutzes. Es wird aber auf gesetzliche Anforderungen, z. B. Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung, verwiesen, die für Arbeitsplätze Messpflichten beinhalten können.

Sofern im Rahmen der Qualitätskontrolle oder im Vorfeld von Sanierungen Messungen zur Ermittlung von Radonkonzentrationen geplant werden, wird auf Anhang A verwiesen.

6 Grundlagen für Vorsorgemaßnahmen bei Neu- und Bestandsbauten

6.1 Allgemeines

Um den beabsichtigten Schutz vor Radon im Gebäude zu erreichen stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

Die Auswahl oder auch die Kombination von Schutzmaßnahmen ist abhängig von den örtlichen Randbedingungen, der Art des Bauvorhabens, der Nutzung und dem gewünschten Schutzziel. Bereits durch die Gebäudekonzeption kann Einfluss auf die spätere Radonkonzentration genommen werden. Kriterien für die Eignung der Maßnahmen sind gesundheitliche und ökologische Aspekte, wirtschaftliche Bauweise und energieeffizienter Betrieb.

Für den Radonschutz ist primär die Dichtheit der erdberührten Gebäudehülle und der Öffnungen gegen Außenluft unterhalb der umliegenden Geländeroberkante relevant, um konvektive Luftströmungen aus dem Erdreich zu begrenzen. Ein ausreichender Luftwechsel zwischen Raum- und Außenluft trägt des Weiteren wesentlich zur Reduzierung der Radonkonzentration bei. Bei sehr hoher Bodenluftkonzentration kann neben der Konvektion auch die Diffusion maßgeblich zur Radonkonzentration in der Raumluft beitragen.

Sofern Radonbarrieren nicht oder nicht ausreichend errichtet werden können (z. B. bei Sanierungen) sind ergänzend bzw. alternativ auch Radonbrunnen, Radondrainagen, Unterbodenabsaugungen oder eine Erhöhung des Luftwechsels in den zu schützenden Räumen möglich.

Weitere Quellen für eine erhöhte Radonkonzentration können die Radonexhalation aus Baumaterial, Wasser, Erdgas (selten) sowie die Radonkonzentration der Außenluft sein. Diese hier genannten Quellen haben aber deutlich geringere Bedeutung und können in den meisten Situationen vernachlässigt werden.

Die Einzelmaßnahmen werden hier in DIN/TS 18117-1 beschrieben. Weitere Erläuterungen sind in Anhang A enthalten.

ANMERKUNG Die detaillierte Beschreibung und Bewertung der Maßnahmen sollen in DIN/TS 18117-2 erfolgen.

Eine Abschätzung der sich aus den Einzelmaßnahmen ergebenden Radonkonzentration kann anhand des Berechnungsformulars in Tabelle B.1 erfolgen, wobei nach derzeitigem Kenntnisstand erhebliche Abweichungen gegenüber der Abschätzung möglich sind.

6.2 Gebäudekonzeption

Im Rahmen der Gebäudekonzeption sind das lokale Radonpotential des Baugrundes und gegebenenfalls besondere Anforderungen (z. B. Festlegung von Radongebieten und aus dem Strahlenschutzgesetz) zu beachten.

Die in den folgenden Absätzen erläuterten Entwurfskriterien können sich im Rahmen der Gebäudekonzeption auf die spätere Radonkonzentration auswirken. In vielen Fällen reichen die sowieso für die Abdichtung und Lüftung notwendigen Maßnahmen aus, um den Auslegungswert ohne besondere Leistungen zu erreichen.

Vorteilhaft sind die Reduzierung der erdberührten Gebäudeflächen sowie eine Außenluftversorgung aus Bereichen mit möglichst geringer Radonkonzentration. Erhöhte Radonkonzentrationen können auch in Lichtschächten, (überdachten) Kellertreppen, Traforäumen oder Innenhöfen auftreten und über Außenbauteile (z. B. Fensterfugen, Türfugen, Lüftungsgitter) in Innenräume gelangen. Dies kann besonders bei Einsatz von luftabsaugenden Einrichtungen wie Feuerstätten ohne Verbrennungsluftzuführung, Abluft-Herdhauben, Zentralstaubsaugeranlagen und WC-Entlüftung nach DIN 18017-3 relevant werden.

Vorteilhaft wirkt sich aus, wenn Nutzungen in oder über den Gebäudeteilen mit erdberührten Flächen angeordnet werden können, die sowieso einen hohen Luftwechsel erfordern, z. B. Tiefgaragen und frei belüftete Kriechkeller.

Gegebenenfalls kommt auch eine lufttechnische Trennung zwischen Gebäudeteilen mit und ohne Aufenthalts- bzw. Arbeitsplätzen in Betracht. Die Trennung soll eine Verbreitung radonhaltiger Luft im Gebäude reduzieren. Zu beachten sind beispielsweise Aufzugsschächte, Treppenhäuser, Versorgungsschächte und Leitungsdurchführungen.

Eine Trennung kann auch zwischen Nutzungsbereichen mit und ohne sowieso notwendige(r) Lüftung und zwischen Nutzungsbereichen mit und ohne sowieso notwendige(r) Abdichtung erfolgen.

Räume in Bereichen mit hoher Radonkonzentration sollten nicht für eine Nutzung als Aufenthaltsraum oder Arbeitsplatz vorgesehen werden.

Die Radonschutzmaßnahmen sind für die vorgesehene Nutzungsdauer des Gebäudes zu konzipieren.

Bei der Gebäudekonzeption wird empfohlen, darauf zu achten, dass gegebenenfalls erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen an den für den Radonschutz relevanten Konstruktionen möglich sind.

7 Bauliche Maßnahmen

7.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beinhaltet alle baulichen Maßnahmen, die zu einer Reduzierung des Radoneintritts in schutzbedürftige Räume bzw. Bauwerke führen. Bei Neubaumaßnahmen handelt es sich zumeist um Feuchteschutzmaßnahmen, die sowieso bei der Errichtung von Bauwerken angewendet werden. Dagegen sind Radonsanierungen häufig mit aufwändigen zusätzlichen Maßnahmen verbunden. Sowohl für Neubauten als auch Sanierungen sind alle baulichen Maßnahmen auf Grundlage einer umfassenden Grundlagenermittlung (z. B. durch die Erfassung der Ausgangssituation) zu planen und durchzuführen.

Ziel der baulichen Maßnahmen ist primär die Begrenzung des konvektiven Eintritts von Radon über die erdbe-rührte Gebäudehülle und Öffnungen gegen Außenluft unterhalb der umliegenden Geländeoberkante. Außerhalb von Radongebieten wird in den meisten Fällen dadurch bereits der Referenzwert eingehalten. Bei sehr hohen Werten der Bodenluftkonzentration ist zusätzlich der diffusive Eintritt von Radon durch die erdbe-rührte Gebäudehülle zu begrenzen. Die Radonexhalation aus den Baumaterialien kann in seltenen Fällen zu einer relevanten Erhöhung der Radonkonzentration in der Raumluft führen.

Tabellen 1 bis 5 geben einen Überblick über mögliche bauliche Maßnahmen zur Reduzierung von Radonkonzentrationen in schutzbedürftigen Räumen bzw. im Bauwerk. Die Nummerierung der aufgeführten Maßnahmen stellt keine Wertigkeit bezüglich der Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen dar.

ANMERKUNG Eine quantitative Bewertung der Maßnahmen ist für DIN/TS 18117-2 vorgesehen. Beispiele für deren quantitative Bewertung als Grundlage für die Abschätzung der Radonkonzentration sind in Anhang A enthalten.

7.2 Reduzierung des konvektiven Radoneintritts (BK)

Die Reduzierung der Radonkonzentration kann durch eine Reduzierung konvektiver Luftströmungen aus dem Baugrund in das Gebäude erfolgen. Die Eintrittspfade können flächig über das Bauteil verteilt sein (BK 1) bzw. als lineare, punktuelle oder sonstige Durchlässigkeiten auftreten (BK 2). Ein Teil der nachfolgend benannten Maßnahmen wird üblicherweise sowieso eingesetzt und sollte bei der Abschätzung der Radonkonzentration entsprechend berücksichtigt werden.

Bei Einsatz monolithischer Bauweisen wie Beton lässt sich die Konvektion z. B. durch eine geeignete Wahl der Rissbreiten und der Rissabstände begrenzen (BK 1.1).

Sollte eine weitergehende Reduzierung der Radonkonzentration notwendig oder gewünscht sein, können die konvektiven Eintrittspfade verschlossen werden. Dies kann u. a. durch (gegebenenfalls mehrlagige) Folien oder Frischbetonverbundfolien (BK 1.2) erfolgen. Je nach System können geringfügige konvektive Strömungsmöglichkeiten bestehen bleiben.

Weiterhin können Abdichtungen zum Einsatz kommen (BK 1.3). Für Abdichtungen liegen viele technische Regeln (z. B. Normenreihe DIN 18533, DAfStb Rili WU) sowie Regeldetails vor. Je nach System können dennoch geringfügige konvektive Strömungsmöglichkeiten bestehen bleiben. Für die Unterbrechung der konvektiven Strömung spielt es keine Rolle, ob es sich um Abdichtungen auf der Bauteilaußenseite oder an der Gebäudeinnenseite handelt.

Auch Beschichtungen (z. B. festverklebte Bodenbeläge) auf Bodenplatten und Wänden (wie vor, gegebenenfalls Putz, Tapeten, Anstrich auf Wänden) können konvektive Strömungen verhindern bzw. einschränken (BK 1.4). Es können sich ebenfalls Interessenkonflikte mit bauphysikalischen Anforderungen ergeben. Ein Vorteil liegt darin, dass die Beschichtungen die fertige Nutzfläche darstellen und von daher leicht zu kontrollieren und gegebenenfalls instandzusetzen sind.

Daneben gibt es weitere Maßnahmen, mit denen sich Konvektion einschränken lässt (BK 1.5). Hierzu zählen alle Maßnahmen, mit denen ein Unterdruck in erdberührten Räumen verhindert bzw. reduziert wird.

Konvektion durch planmäßig angeordnete Fugen und Risse kann durch Fugenverguss oder Rissverpressungen reduziert werden (BK 2.1). Je nach Ausführung wird die Rissbreite reduziert oder abgedichtet. Die Materialien und Verfahren können auch bei unvorhergesehenen Rissbildungen angewendet werden. Voraussetzung ist ausreichend dichtes Material in der Fläche.

Weitere konvektive Eintrittspfade sind Leitungsdurchführungen und vergleichbare Durchdringungen (BK 2.2). Von daher ist es erstrebenswert, die Anzahl der Durchdringungen zu reduzieren und die Lage der Durchdringungen so zu wählen, dass ausreichend Platz für die handwerkliche Ausführung bleibt und auch die Zugänglichkeit für Instandhaltungsmaßnahmen gewährleistet ist. Es gibt diverse Standardlösungen wie Ringraumdichtungen, Hauseinführungssysteme, Dichtflansch, die teilweise auch für nachträgliche Installationen geeignet sind. Je nach System können konvektive Strömungsmöglichkeiten bestehen bleiben. Voraussetzung ist ausreichend dichtes Material in der Fläche, an das angeschlossen werden kann.

Erhebliche Radonkonzentrationen können auch durch Dichtungen und Fugen von Fenstern, Außentüren, Schachtdeckeln und ähnlichen Einbauten unterhalb der Geländeoberkante entstehen, insbesondere im Bereich von Lichtschächten mit eingeschränktem Luftaustausch (BK 2.3). Die für eine Abschätzung anzusetzenden Luftdurchlässigkeiten lassen sich den geltenden Regeln, Prüfzeugnissen o. ä. entnehmen. Die Radonkonzentration der Luft auf der Außenseite ist sachgerecht abzuschätzen.

Weitere Möglichkeiten für konvektiven Radoneintritt können technische Anlagen wie Luft-Erdwärmeübertrager darstellen. Zur Begrenzung der Radonkonzentration ist deren Eignung zu prüfen.

Tabelle 1 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des konvektiven Radoneintritts und deren Umsetzung

Zielsetzung	Bauliche Maßnahme		Wirkung/Vorteile	Risiken/Nachteile
Reduzierung der Konvektion BK	flächige Eintrittspfade BK 1	Bauteile BK 1.1	— Begrenzung der möglichen Strömungswege durch monolitische Bauteile	— als „Minimallösung“ möglicherweise nicht ausreichend
		Folien BK 1.2	— Verringerung von nicht vermeidbaren bzw. vorgesehenen (Rest-)Strömungswegen teilweise sowieso vorhanden	— Restkonvektion durch lose überlappte Verlegung möglich; örtliche Beschädigungen mit geringer Restkonvektion möglich; schwierige Erkennung und Sanierung bei Beschädigungen

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zielsetzung	Bauliche Maßnahme	Wirkung/Vorteile	Risiken/Nachteile
	Abdichtungen BK 1.3	— Verringerung von nicht vermeidbaren bzw. vorgesehenen (Rest-)Strömungswegen; — häufig sowieso erforderliche Regeldetails für viele Anwendungen	— Restkonvektion durch lose überlappte Verlegung möglich; örtliche Beschädigungen mit geringer Restkonvektion möglich; schwierige Erkennung und Sanierung bei Beschädigungen; mögliche Interessenkonflikte mit bauphysikalischen Anforderungen; bei innenliegenden Abdichtungen hoher Planungsaufwand für nicht vorhandene Detaillösungen
	Beschichtungen BK 1.4	— Verringerung von nicht vermeidbaren bzw. vorgesehenen (Rest-)Strömungswegen — teilweise sowieso vorhanden einfache Erkennbarkeit und Reparaturmöglichkeiten von Beschädigungen, Verschleiss usw.	— örtliche Beschädigungen mit Restkonvektion möglich; mögliche Interessenkonflikte mit bauphysikalischen Anforderungen
	Sonstiges BK 1.5	— kein Einsatz von Unterdrucksystemen wie Feuerstätten mit raumluftabhängigen Betrieb	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zielsetzung	Bauliche Maßnahme		Wirkung/Vorteile	Risiken/Nachteile
	lineare und punktuelle Eintrittspfade BK 2	Fugen/Rissverschluss BK 2.1	— Anzahl Fugen und Risse sowie Fugen-/Rissbreite möglichst reduzieren — Fugen luftdicht verschließen bzw. Fugenweite durch Verschluss weiter deutlich reduzieren — teilweise sowieso vorhanden	
		Durchführungen BK 2.2	— Durchbrüche vermeiden bzw. Anzahl reduzieren — verbleibende Fugen zwischen Leitungen und Durchbruch schließen — Standardlösungen vorhanden	— je nach Konstruktion entsteht Wartungsaufwand; bei fehlender Wartung können sich wieder Strömungswege bilden; teilweise schwierige Erkennung und Sanierung von Beschädigungen
		Öffnungen, Fenster usw. BK 2.3	— Fenster-/Türdichtungen ausreichend dicht — gegebenenfalls automatische Schließer einsetzen — Anschlussfugen zum Bauwerk abdichten — Öffnungen, z. B. für Profilzylinder gegebenenfalls mit Blindzylinder verschließen — Kellerabgänge bzw. Lichtschächte gut belüften	— Fenster-/Türflügel und insbesondere Dichtungen sind durch Wartung funktionsfähig zu halten; natürliche Belüftung der Schächte nicht vorhersagbar
		Sonstiges BK 2.4	— keine Luft-Erdwärmetauscher ohne Radonschutz einsetzen	

7.3 Reduzierung des diffusiven Radoneintritts (BD)

Jede bauliche Maßnahme beinhaltet einen Schutz gegen Diffusion von Radon aus dem Baugrund (BD 1). Dieser ist aber bei hoher Bodenluftkonzentration nicht immer ausreichend. Maßgeblich für eine Verbesserung der Diffusionswiderstände ist die Fläche der Maßnahme. Einzelne Fehlstellen haben in der Regel einen geringen Einfluss auf die Diffusion und können über einen prozentualen Abschlag berücksichtigt werden, sollten aber im Rahmen der Bewertung der konvektiven Strömungen beachtet werden. Der Diffusionswiderstand kann durch verschiedene Maßnahmen verbessert werden.

Die Abschätzung der Radonkonzentration kann insofern mit den sowieso geplanten Materialien durchgeführt werden. Hierzu gehören in erster Linie monolithische Bauteile wie Betonbodenplatten und -wände (BD 1.1).

Eine weitere Reduzierung des Radoneintritts kann durch zusätzliche Folien (BD 1.2), Abdichtungen (BD 1.3) oder Beschichtungen (BD 1.4) erreicht werden. Die Maßnahmen sind oft mit den Maßnahmen BK 1.2, BK 1.3 und BK 1.4 identisch.

Tabelle 2 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des diffusiven Radoneintritts und deren Umsetzung

Zielsetzung	Bauliche Maßnahme		Wirkung/Vorteile	Risiken/Nachteile
Reduzierung der Diffusion BD	Diffusionsbremsen BD	Bauteile BD 1.1	— Begrenzung der möglichen Diffusion durch monolitische Bauteile ggf. durch veränderte Dimensionierung	— als „Minimallösung“ möglicherweise nicht ausreichend
		Folien BD 1.2	— zusätzlicher Diffusionswiderstand — teilweise Prüfzeugnisse für Diffusionswiderstand vorhanden (‐Radonfolien‐) — teilweise Fehlstellen reduzieren	siehe BK 1.2
		Abdichtungen BD 1.3	— zusätzlicher Diffusionswiderstand — teilweise Prüfzeugnisse für Diffusionswiderstand vorhanden — teilweise Fehlstellen reduzieren	siehe BK 1.3
		Beschichtungen BD 1.4	— zusätzlicher Diffusionswiderstand — teilweise Fehlstellen reduzieren	siehe BK 1.4

7.4 Reduzierung der Radonausbreitung im Gebäude (BA)

Sofern mit den Maßnahmen gegen Konvektion und Diffusion keine ausreichende Reduzierung der Radonbelastung erreicht werden kann (oder soll), können die Nutzungsbereiche in Gebäudeteilen mit erhöhter Radonkonzentration gegenüber den zu schützenden Innenräumen baulich getrennt werden (BA 1). Die Maßnahmen sollten nur zur Anwendung kommen, wenn Nutzungsänderungen der wenig geschützten Räume nicht zu erwarten oder andere Lösungen (z. B. bei Sanierungen) nicht möglich sind und die Maßnahmen im Rahmen der Planung-, Bestands- und Instandhaltungsunterlagen dokumentiert werden.

Es sind konvektionsdichte bzw. -hemmende Bauelemente zu verwenden.

Die Grundlagen der Nutzungstrennung sind bereits bei der Gebäudekonzeption zu legen. Als einzelne Maßnahmen zur Abtrennung kann dann auf die unter BK 1, BK 2 und BD 1 beschriebenen Maßnahmen zurückgegriffen werden, wobei diese dann jedoch nicht bei Außen- sondern bei Innenbauteilen anzuwenden sind. Dies ermöglicht und umfasst auch Lösungen, die an Außenbauteilen nicht einsetzbar sind (BA 1.1).

Neben den baulichen Maßnahmen sind zusätzlich betriebliche Vorkehrungen zu treffen, die eine zeitliche Begrenzung der Aufenthaltsdauern sicherstellen (BA 1.2) oder beispielsweise auf Lüftungsmaßnahmen vor dem Betreten hinweisen (BA 1.3).

Weitere Lösungen sind innenseitige Absaugungen (BA 2). Diese dienen zur Erzeugung eines Unterdrucks in vorhandenen Hohlböden innerhalb von luftdurchlässigen Schichten des Fußbodenaufbaues bzw. in verbundenen Hohlräumen in Bodenplatten oder vor Wänden, aus denen die eindringende radonhaltige Bodenluft abgesaugt wird. Die Wirkungsweise entspricht der einer Radondränage (BE 2).

Tabelle 3 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der Radonausbreitung und deren Umsetzung

Zielsetzung	Bauliche Maßnahme		Wirkung/Vorteile	Risiken/Nachteile
Reduzierung der Radonausbreitung im Gebäude BA	Nutzungs-trennung BA 1	Analog BK 1, BK 2 und BD 1, jedoch bei Innenbauteilen BA 1.1	— bei bestimmten Randbedingungen kaum vermeidbar	— Radon befindet sich in (untergeordneten) Räumen und kann sich von dort ausbreiten
		Beschilderung BA 1.2	— Räume mit erhöhter Radonkonzentration sind erkennbar	— Eingeschränkte Nutzungszeiten — gegebenenfalls Auflagen aus dem Strahlenschutz
		Bedarfslüftung (evtl. sensorgesteuert) BA 1.3	— Radonkonzentration kann im Bedarfsfall bei geringen Betriebskosten gesenkt werden	— Zutritt erst nach Lüftungsvorlauf möglich — mögliche Nichtbeachtung durch Nutzer
	Absaugungen BA 2	Absaugung aus Hohlboden/Hohlwand BA 2	— Erzeugung eines leichten Unterdrucks — Absaugung radonbelasteter Luft aus Hohlräumen innerhalb der Bodenplatte, des Fußbodenaufbaus oder von Vorwandkonstruktionen vor dem Eintritt in den Raum	— dauerhafte Betriebskosten; mögliche Abschaltung durch Nutzer — Radoneintritt durch Leckagen der Abluftleitung möglich — mögliche Ausfälle oder Verschlechterungen bleiben aufgrund der Eigenschaften von Radon in der Regel unbemerkt

7.5 Reduzierung der erdseitigen Radoneinwirkungen (BE)

Radonbrunnen und Radondränagen sind Anlagen zur Erzeugung eines leichten Unterdrucks im angrenzenden Erdreich eines Gebäudes sowie zur Verbesserung der Migration aus dem Baugrund in die Atmosphäre. Radonbrunnen (Einsatz bei Sanierungen im Bestand) werden meist als Schacht ausgeführt, aus dem kontinuierlich Bodenluft abgesaugt wird (BE 1). Diese können unter (BE 1.1) oder, wenn das nicht möglich bzw. zu aufwändig ist, auch neben (BE 1.2) dem Gebäude angeordnet werden. Das Prinzip des Radonbrunnens kann durch einzelne oder mehrere Bodenöffnungen realisiert werden. Radondränagen (Einsatz im Neubau sowie bei umfangreichen Sanierungsmaßnahmen) sind meist Flächendränagen, die unter der Bodenplatte eines Gebäudes oder eines Raumes verlegt werden (BE 2).