

DIN/TS 18117-1

ICS 13.280; 91.040.01; 91.140.30

**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

Gesamtumfang 56 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Symbole	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole	10
4 Allgemeines	11
5 Messungen	12
6 Grundlagen für Vorsorgemaßnahmen bei Neu- und Bestandsbauten	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Gebäudekonzeption	12
7 Bauliche Maßnahmen	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Reduzierung des konvektiven Radoneintritts (BK)	14
7.3 Reduzierung des diffusiven Radoneintritts (BD)	18
7.4 Reduzierung der Radonausbreitung im Gebäude (BA)	19
7.5 Reduzierung der erdseitigen Radoneinwirkungen (BE)	21
7.6 Reduzierung der Exhalation aus Baumaterial (BM)	23
8 Lüftungstechnische Maßnahmen	24
8.1 Allgemeines	24
8.2 Manuelle Lüftung L 0	28
8.3 Freie Lüftung L 1	28
8.4 Ventilatorgestützte Lüftung L 2	28
8.5 Anwendung lüftungstechnischer Maßnahmen	29
8.6 Auswirkung von Luftwechseländerungen	30
9 Hinweise für Instandhaltung	33
Anhang A (informativ) Grundlagen	34
A.1 Edelgas Radon	34
A.2 Gesundheitliche Auswirkungen von Radon	35
A.3 Radonquellen	35
A.3.1 Allgemeines	35
A.3.2 Baugrund	36
A.3.3 Baustoffe	38
A.3.4 Wasser und Erdgas	38
A.4 Eintrittswege und überschlägige Abschätzung der Radonkonzentration in der Innenraumluft	38
A.4.1 Allgemeines	38
A.4.2 Quellen und Quellstärken für Radon in Innenräumen	39
A.4.3 Einfluss von Gebäudekonzeption, Lüftungskonzept und Luftwechsel sowie Nutzerverhalten	43
A.4.4 Vorgehensweise zur Abschätzung der Radonkonzentration in der Innenraumluft	44
A.4.5 Rechnerische Abschätzung der Radonkonzentration in der Innenraumluft	46
A.5 Radon-Vorsorgegebiete	48
A.6 Messverfahren	49
Anhang B (informativ) Berechnungsformular zur Abschätzung der sich aus den Einzelmaßnahmen ergebenden Radonkonzentration in der Innenraumluft	52
Literaturhinweise	55

Bilder

Bild 1 — Grunddiagramm für eine überschlägige Abschätzung der Auswirkungen von raumweisen Luftwechseländerungen auf die Radonkonzentration in der Innenraumluft	31
Bild 2 — Beispielanwendung des Grunddiagramms für eine überschlägige Abschätzung der Auswirkungen von raumweisen Luftwechseländerungen auf die Radonkonzentration in der Innenraumluft	32
Bild A.1 — Mögliche Radoneintritts- und Radonausbreitungspfade	39
Bild A.2 — Vorgehensweise zur Abschätzung der Radonkonzentration in der Innenraumluft	45

Tabellen

Tabelle 1 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des konvektiven Radoneintritts und deren Umsetzung	15
Tabelle 2 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des diffusiven Radoneintritts und deren Umsetzung	19
Tabelle 3 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der Radonausbreitung und deren Umsetzung	20
Tabelle 4 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der erdseitigen Radoneinwirkungen und deren Umsetzung	22
Tabelle 5 — Überblick über bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der Exhalation aus Baumaterial und deren Umsetzung	24
Tabelle 6 — Überblick über Lüftungsmaßnahmen L und deren Wirksamkeit	25
Tabelle 7 — Einstufung der Gebäude-Luftdichtheit	29
Tabelle 8 — Geeignete Lüftungslösungen zur Reduzierung der Radonkonzentration in der Innenraumluft im Jahresmittel	30
Tabelle A.1 — Radonkonzentration in verschiedenen Umweltmedien im Jahresmittel für Deutschland	34
Tabelle A.2 — Einfluss der Radonquellen auf die Radonkonzentration in der Innenraumluft	36
Tabelle B.1 — Berechnungsformular zur Abschätzung der sich aus den Einzelmaßnahmen ergebenden Radonkonzentration in der Innenraumluft	52

Vorwort

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Der Arbeitsausschuss sieht derzeit keine Basis für eine Norm. 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.

Ziel dieses Dokumentes ist es, bau- und lüftungstechnische Maßnahmen zu beschreiben, mit denen der Radoneintritt in Gebäude reduziert werden kann und auch die Einhaltung von Anforderungen aus dem Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) zum radongeschützten Bauen zu ermöglichen. Hiermit wird gleichsam das Risiko, radonbedingt an Lungenkrebs zu erkranken, gesenkt. Weitere Informationen zu gesundheitlichen Auswirkungen sind in Abschnitt A.2 aufgeführt.

Für die detaillierte Beschreibung und Bewertung der hier beschriebenen Maßnahmen sowie für eine Zusammenstellung geeigneter Materialien und anzusetzender Rechenwerte wird derzeit ein weiterer Teil der Reihe DIN/TS 18117 erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beinhaltet Grundlagen und beschreibt Maßnahmen zum radongeschützten Bauen.

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

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 ist nur anzuwenden für Gebäude mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen.

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 1946-6:2019-12, *Raumlufttechnik — Teil 6: Lüftung von Wohnungen — Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung*

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

DIN 4108-2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*

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

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 31051, *Grundlagen der Instandhaltung*

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 0493-1-6651), *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Luft: Radon-222 — Teil 1: Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte: Quellen und Messverfahren*

DIN EN ISO 12569, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden und Werkstoffen — Bestimmung des spezifischen Luftvolumenstroms in Gebäuden — Indikatorgasverfahren*

DIN ISO 11665-8 (VDE 0493-1-6658), *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Luft: Radon-222 — Teil 8: Methodik zur Erstbewertung sowie für zusätzliche Untersuchungen in Gebäuden*

DIN ISO/TS 11665-13 (VDE V 0493-1-6663), *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)

DAfStb-Richtlinie — Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie, RL SIB)

Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) (alle Teile)¹

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 1946-6, DIN 18195, DIN 31051, DIN EN ISO 11665-1 (VDE 0493-1-6651) 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>

3.1.1

Abdichtung

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

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

3.1.2

Arbeitsplatz

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Begriffsbestimmung gemäß § 5 Absatz 4 StrlSchG.

3.1.3

Aufenthaltsraum

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Begriffsbestimmung gemäß § 5 Absatz 5 StrlSchG.

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

3.1.4

Auslegungswert

Wert, welcher der Planung einer Neubau- oder Sanierungsmaßnahme unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben zugrunde gelegt wird und möglichst eingehalten 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.

¹ Zu beziehen bei: Deutsches Institut für Bautechnik, Kolonnenstr. 30 B, 10829 Berlin.

3.1.5**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

3.1.6**Exhalation**

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

3.1.7**Exhalationsrate**

Radonexhalation je Fläche und Zeiteinheit

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

3.1.8**Frischbetonverbundsystem****FBV-System**

Technologie, bei der vor dem Betoneinbau verlegte Frischbetonverbundbahnen einschließlich weiterer Systemkomponenten einen Frischbetonverbund eingehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe DBV-Heft 44.

3.1.9**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 § 2 Absatz 2 MBO.

3.1.10**Grenzwert**

Wert, der nicht überschritten werden darf

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

3.1.11**Innenraum**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Begriffsbestimmung gemäß § 5 Absatz 17 StrlSchG.

3.1.12**Migration**

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

3.1.13**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.

3.1.14

praktisch ungenutzter Innenraum

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

BEISPIEL Abstellraum.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe DIN 1946-6:2019-12, Anhang F.

3.1.15

Quellstärke

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Angabe in Bq/h.

3.1.16

Radon

Radionuklid Rn-222 aus der Uran-Radium-Zerfallsreihe

3.1.17

Radonbarriere

Material oder Baukonstruktion zur Begrenzung des Radondurchtritts

3.1.18

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.

3.1.19

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Radondränage ist keine Dränage zur Aufnahme und Ableitung von Wasser.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es wird zwischen aktiven Systemen (Unterstützung der Unterdruckerzeugung durch Ventilatoren) und passiven Systemen (Erzeugung des Unterdrucks durch den natürlichen Auftrieb) unterschieden.

3.1.20

Radonkonzentration

Aktivitätskonzentration des Nuklids Rn-222

Anmerkung 1 zum Begriff: Angabe in Bq/m³.

3.1.21

Radonpotenzial

Größe zur Beschreibung der Verfügbarkeit von Radon im Baugrund, die aus der Radonkonzentration in der Bodenluft und der Gaspermeabilität des Bodens berechnet wird

3.1.22**Radon-Prüfnachweis**

Nachweis für den materialspezifischen Diffusionskoeffizienten eines Materials

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe A.4.2.3.

3.1.23**Radonsanierung**

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

3.1.24**Radon-Vorsorgegebiet**

Gebiet gemäß § 121 Absatz 1 Satz 1 StrlSchG in Verbindung mit § 153 Absatz 2 StrlSchV

3.1.25**Referenzwert**

im StrlSchG festgelegter Wert, 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 Begriffsbestimmung gemäß § 5 Absatz 29 StrlSchG und [5].

3.1.26**Sanierung**

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

3.1.27**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 wird zwischen aktiven Systemen (Unterstützung der Unterdruckerzeugung durch Ventilatoren) und passiven Systemen (Erzeugung des Unterdrucks durch den natürlichen Auftrieb) unterschieden.

3.1.28**wenig genutzter Innenraum**

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

BEISPIEL Waschküche, Hauswirtschaftsraum.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe DIN 1946-6:2019-12, Anhang F.

3.1.29**WU-Wanne****Weiß-Wanne**

im Erdreich liegende Betonkonstruktion (Wände und/oder Bodenplatten), bei der die tragende Betonkonstruktion in Kombination mit einer Fugen- bzw. Rissabdichtung die abdichtende Funktion übernimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe WU-Richtlinie des DAfStb.

3.2 Symbole

A_e	erdberührte Gebäudefläche in m^2
A_{Mi}	Fläche des jeweiligen Materials in m^2
b	Rissbreite in m
C_A	Radonkonzentration in der Außenluft in Bq/m^3
C_B	Radonkonzentration in der Bodenluft in Bq/m^3
C_{Boden}	Gleichgewichtskonzentration von Radon in der Bodenluft in kBq/m^3
C_G	verdünnte Radonkonzentration in der Innenraumluft resultierend aus Nutzung von Erdgas in Bq/m^3
C_{geo}	verdünnte Radonkonzentration in der Innenraumluft aus Diffusion und Konvektion durch Bauteile, Fugen usw. in Bq/m^3
C_{geo}	verdünnte Radonkonzentration in der Innenraumluft aus Diffusion, Konvektion durch Bauteil, Konvektion durch Fugen usw. in Bq/m^3
C_{ges}	gesamte Radonkonzentration in der Innenraumluft in Bq/m^3
C_M	verdünnte Radonkonzentration in der Innenraumluft resultierend aus Baumaterial in Bq/m^3
C_W	verdünnte Radonkonzentration in der Innenraumluft resultierend aus Nutzung von Wasser in Bq/m^3
D	materialspezifischer Diffusionskoeffizient in m^2/s
d	Bauteildicke oder Materialdicke in m
E_{Mi}	Exhalationsrate des jeweiligen Materials in $Bq/m^2 h$
K_1, K_2, K_i	Reduzierungsfaktor der jeweiligen Diffusionsbarriere in %
k_{perm}	Luftpermeabilität im Boden in m^2
K_V	Verdünnungsfaktor der Radonkonzentration in der Bodenluft in %
l	Fugenlänge oder Risslänge in m
n_{ges}	Gesamtluftwechsel in $1/h$
n_k	kalkulierte Außenluftwechsel in $1/h$
Q_{100}	Referenzluftdurchlässigkeit bei einem Prüfdruck von 100 Pa ($m^3/(h m)$) z. B. nach DIN EN 12207
Q_D	Quellstärke aus Diffusion in Bq/h
Q_G	Quellstärke aus Nutzung von Erdgas in Bq/h
Q_i	jeweilige Quellstärke aus Diffusion, Konvektion durch Bauteil, Konvektion durch Fugen usw. in Bq/h
Q_{KB}	Quellstärke aus Konvektion durch Bauteile in Bq/h
Q_{KF}	Quellstärke aus Konvektion durch Fenster, Türen usw. in Bq/h
Q_M	Quellstärke aus Baumaterialien in Bq/h
Q_W	Quellstärke aus Nutzung von Trinkwasser in Bq/h
R	Diffusionslänge in m

RP	Radonpotenzial
V	Volumen in m^3
$\frac{V}{F}$	Verhältnis von Prüfvolumen zur Prüffläche in m^3/m^2
$\dot{V}_{KB}$	Volumenstrom durch Fugen und Trennrisse für ein Bauteil in m^3/h
$\dot{V}_{KF}$	Volumenstrom durch Fenster, Türen usw. in m^3/h
$\sum \dot{V}_{KBi}$	Summe der Volumenströme aller Risse in m^3/h
$\sum \dot{V}_{KF i}$	Summe der Volumenströme durch Fugen in m^3/h
Δp	Druckdifferenz in Pa
η	dynamische Viskosität der Luft (Normalbedingungen: $\eta = 17,1 \mu\text{Pa s}$)
λ	Zerfallskonstante in $1/\text{h}$
λ_{Rn}	Zerfallskonstante von Radon-222 in $1/\text{h}$

4 Allgemeines

Dieses Dokument beschreibt bauliche und lüftungstechnische Maßnahmen des Radonschutzes. Es stellt zudem Hilfsmittel für eine grobe Abschätzung der in Innenräumen zu erwartenden Radonkonzentration in der Innenraumluft zur Verfügung.

Die Anwendung dieses Dokuments erfordert die frühzeitige Abstimmung der betroffenen bau- und lüftungstechnischen Gewerke. Im Zusammenhang mit diesem Dokument sind u. a. die Anforderungen folgender 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.

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

5 Messungen

Dieses Dokument stellt keine Messanforderungen im Rahmen des baulichen und lüftungstechnischen Radon-schutzes. 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 Geländeoberkante relevant, um konvektive Luftströmungen aus dem Erdreich zu begrenzen. Ein ausreichender Luftwechsel zwischen Raum- und Außenluft trägt des Weiteren wesentlich zur Reduzierung der Radonkonzentration in der Innenraumluft bei. Bei sehr hoher Radonkonzentration in der Bodenluft kann neben der Konvektion auch die Diffusion maßgeblich zur Radonkonzentration in der Innenraumluft beitragen.

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

Weitere Ursachen für eine erhöhte Radonkonzentration in der Innenraumluft können die Radonexhalation aus Baumaterial und sehr selten Trinkwasser oder Erdgas sowie die Radonkonzentration der Außenluft sein. Diese hier genannten Ursachen haben aber deutlich geringere Bedeutung und können in den meisten Situationen vernachlässigt werden.

Die einzelnen Maßnahmen werden hier in den weiteren Abschnitten beschrieben. Weitere Erläuterungen siehe Anhang A.

ANMERKUNG 1 Die detaillierte Beschreibung und Bewertung der Maßnahmen werden in DIN/TS 18117-2 erfolgen.

Eine Abschätzung der sich aus den Einzelmaßnahmen ergebenden Radonkonzentration in der Innenraumluft kann anhand des Berechnungsformulars in Tabelle B.1 erfolgen.

ANMERKUNG 2 Da mehrere Eingangsgrößen meist noch nicht genau bekannt sind, sind erhebliche Abweichungen der resultierenden Radonkonzentration gegenüber der Abschätzung möglich.

6.2 Gebäudekonzeption

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

Die in den folgenden Absätzen erläuterten Entwurfskriterien können sich im Rahmen der Gebäudekonzeption auf die spätere Radonkonzentration in der Innenraumluft auswirken. In vielen Fällen reichen die ohnehin 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 raumluftabhängige Feuerstätten, 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 ohnehin einen hohen Luftwechsel erfordern, z. B. Tiefgaragen und frei gelüftete Kriechkeller.

Gegebenenfalls kommt auch eine lufttechnische Trennung zwischen Gebäudeteilen mit und Gebäudeteilen ohne Aufenthaltsräumen 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 ohnehin notwendige(r) Lüftung und zwischen Nutzungsbereichen mit und ohne ohnehin notwendige(r) Abdichtung erfolgen.

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

Die Radonschutzmaßnahmen sind für die geplante Nutzungsdauer des Gebäudes zu konzipieren. Bei der Gebäudekonzeption wird empfohlen, darauf zu achten, dass gegebenenfalls erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen an den für den Radonschutz relevanten Konstruktionen mit zumutbarem Aufwand möglich sind. Zudem wird empfohlen, zukünftige Umnutzungen zu bedenken.

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 ohnehin bei der Errichtung von Bauwerken angewendet werden. Dagegen sind Radonsanierungen häufig mit aufwendigen 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 fachgerecht durchzuführen. Die Qualität ist zu kontrollieren.

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 Radon-Vorsorgegebieten wird in den meisten Fällen dadurch bereits der Referenzwert eingehalten. Bei sehr hohen Werten der Radonkonzentration in der Bodenluft 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 Innenraumluft führen. Für erdbe-rührte Bauteile, die erdseitig ständig unter Wasser sind, ist nicht von konvektivem Radoneintritt durch Luftströmungen auszugehen.

Tabelle 1, Tabelle 2, Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 5 geben einen Überblick über mögliche bauliche Maßnahmen zur Reduzierung von Radonkonzentrationen in der Innenraumluft 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 erfolgt in DIN/TS 18117-2. Beispiele für deren quantitative Bewertung als Grundlage für die Abschätzung der Radonkonzentration in der Innenraumluft sind in Anhang A enthalten.

Geeignete Maßnahmen um den Zutritt von Radon aus dem Baugrund durch erdberührte Bauteile in Aufenthaltsräume oder Arbeitsstätten zu verhindern oder zu erschweren, können die nach den anerkannten Regeln der Technik zum Feuchteschutz üblichen Abdichtungen nach der Normenreihe DIN 18533, vorzugsweise mit konvektiv luftdichter Wannenausbildung, oder wannenartige, vorzugsweise wasserundurchlässige, konvektiv dichte, Betonkonstruktionen, z. B. nach WU-Richtlinie des DAfStb, oder entsprechende Kombinationsbauweisen aus beiden vorgenannten Bauarten sowie auch flächig konvektiv dichte Zusatzabdichtungen, z. B. mit geeigneten Frischbetonverbundsystemen, sein. Dies gilt nicht, sofern

- das jeweilige Bauvorhaben in einem festgelegten Radon-Vorsorgegebiet liegt,
- ein besonders hohes Radonpotenzial vorliegt,
- eine besonders hohe Radonaktivitätskonzentration im örtlichen Baugrund vorliegt oder
- gemäß §127 Absatz 1 Punkt 2 StrlSchG oder aus anderen Gründen weitergehende oder andere Maßnahmen zum Radonschutz vorzunehmen sind.

7.2 Reduzierung des konvektiven Radoneintritts (BK)

Die Reduzierung der Radonkonzentration in der Innenraumluft im Gebäude kann durch die in Tabelle 1 genannten Maßnahmen zur Verringerung konvektiver Luftströmungen aus dem Baugrund in das Gebäude erreicht werden. 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 ohnehin eingesetzt und sollte bei der Abschätzung der Radonkonzentration in der Innenraumluft entsprechend berücksichtigt werden.

Bei Einsatz monolithischer Bauweisen, d. h. alle massiven und geschlossenporigen Materialien wie Beton, lässt sich die Konvektion z. B. durch eine geeignete Wahl der Trennrissbreiten und der Trennrissabstände begrenzen (BK 1.1).

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

Weiterhin können Abdichtungen und wasserundurchlässige Bauteile zum Einsatz kommen (BK 1.3). Für Abdichtungen und/oder WU-Wannen liegen viele technische Regeln (z. B. Normenreihe DIN 18533, WU-Richtlinie des DAfStb) sowie Regeldetails vor. Je nach System können dennoch geringfügige konvektive Strömungsmöglichkeiten bestehen bleiben. Der konvektive Radoneintritt kann auch durch flächig durchgehend luftdichte und/oder wasserdichte Abdichtungen von Bauteilen (z. B. nach der Normenreihe DIN 18533) begrenzt werden. 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 Fugenabdichtungen, Fugenverguss oder Rissverpressungen begrenzt 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 konvektionsdichtes 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, Dichtflansche, die teilweise auch für nachträgliche Installationen geeignet sind. Je nach System können konvektive Strömungsmöglichkeiten bestehen bleiben. Voraussetzung ist ausreichend konvektionsdichtes 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, Herstellererklärungen o. ä. entnehmen. Die Radonkonzentration der Luft auf der Außenseite ist abzuschätzen.

Weitere Möglichkeiten für konvektiven Radoneintritt können technische Anlagen wie Erdreich-Luft-Wärmeübertrager darstellen. Zur Begrenzung der Radonkonzentration in der Innenraumluft sollten Erdreich-Luft-Wärmeübertrager luftdicht ausgeführt werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über mögliche bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des konvektiven Radoneintritts. Die Nummerierung der in Tabelle 1 aufgeführten Maßnahmen stellt keine Wertigkeit bezüglich der Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen dar.

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

Zielsetzung	Bauliche Maßnahmen		Beschreibung, Wirkung und Vorteile	Risiken bzw. Nachteile
Reduzierung der Konvektion BK	Reduzierung flächiger Eintrittspfade BK 1	Auswahl von Bauteilen BK 1.1	— Begrenzung der möglichen Strömungswege durch monolithische Bauteile	— als Einzellösung möglicherweise nicht ausreichend
		Auswahl von Folien BK 1.2	— Verringerung von nicht vermeidbaren bzw. vorgesehenen (Rest-)Strömungswegen; — teilweise ohnehin vorhanden	— Restkonvektion durch lose überlappte Verlegung möglich; örtliche Beschädigungen mit geringer Restkonvektion möglich; schwierige Erkennung und Sanierung bei Beschädigungen

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zielsetzung	Bauliche Maßnahmen		Beschreibung, Wirkung und Vorteile	Risiken bzw. Nachteile
		Auswahl von Abdichtungen BK 1.3	— Verringerung von nicht vermeidbaren bzw. vorgesehenen (Rest-)Strömungswegen; — häufig ohnehin 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
		Auswahl von Beschichtungen BK 1.4	— Verringerung von nicht vermeidbaren bzw. vorgesehenen (Rest-)Strömungswegen — teilweise ohnehin 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 raumluftabhängigem Betrieb	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zielsetzung	Bauliche Maßnahmen		Beschreibung, Wirkung und Vorteile	Risiken bzw. Nachteile
	Reduzierung linearer und punktueller Eintrittspfade BK 2	Fugen- bzw. Rissverschluss BK 2.1	— Anzahl Fugen und Risse sowie Fugen-/Rissbreite möglichst reduzieren — Fugen luftdicht verschließen bzw. Fugenweite durch Verschluss weiter deutlich reduzieren — teilweise ohnehin vorhanden — rissüberbrückende Oberflächenschutzsysteme nach RL SIB des DAfStb und TR Instandhaltung	
		Maßnahmen an 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
		Maßnahmen an Fenstern und anderen Öffnungen 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	— Erdreich-Luft-Wärmeübertrager nur mit Radonschutz einsetzen	