



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND WOHNEN

Nachhaltiges Bauen in Baden-Württemberg (NBBW)

Nachhaltigkeitskriterien im staatlich geförderten kommunalen Hochbau in Baden-Württemberg

Nachhaltigkeitskriterium 7 (NAKR 7)

Qualität der Innenraumluft

Nachhaltigkeitskriterium 7 (NAKR 7)

Qualität der Innenraumluft

- B. Technischer Leitfaden
- C. Nachweisformular
- D. Berechnungshilfe
- E. Prüfungsschecklisten

B. Technischer Leitfaden

1. Ziel und Intention

Zur Schaffung eines behaglichen und gesunden Raumklimas soll eine definierte Innenraumluftqualität sichergestellt werden. Dazu sind Immissionen aus Bauprodukten, die Kohlendioxid-Konzentration und die Radonexposition zu berücksichtigen.

2. Erläuterung

2.1 Immissionen von Bauprodukten und Kohlendioxid-Konzentration

In Gebäuden, bei denen im Innenraum emissionsarme Produkte eingesetzt werden, ist eine niedrige Immissionskonzentration an flüchtigen und geruchsaktiven Substanzen zu erwarten. Diese Substanzen werden auch als VOC (Volatile Organic Compounds) bzw. flüchtige organische Verbindungen bezeichnet. Die Hauptquelle von VOC in Innenräumen können Beschichtungen wie Farben, Lacke, Putze, Klebstoffe oder Beläge auf Wänden, Fußböden und Decken sein. VOC können als Einzelstoffe identifiziert und durch den Summenparameter TVOC (Total Volatile Organic Compounds) betrachtet werden, wobei TVOC die Gesamtmenge aller flüchtigen organischen Verbindungen ist.

Formaldehyd zählt zu den flüchtigen und geruchsaktiven Substanzen. Es ist ein Gas mit den Eigenschaften giftig, farblos, brennbar und hat einen säuerlich-stechenden Geruch. Abhängig von der Konzentration ist es gesundheitsgefährdend. Formaldehyd emittiert vor allem aus Holzprodukten und Holzwerkstoffen, die unter Verwendung von formaldehydhaltigen Klebstoffen hergestellt wurden, sowie aus säurehärtenden Lacken.

Neben den gefährlichen Substanzen aus Baustoffen beeinträchtigen die Kohlendioxid-Konzentration (CO₂-Konzentration) und die biologischen Ausdünstungen der Nutzer die Qualität der Innenraumluft. Vor allem in dichtbelegten Räumen wie Klassenräumen kann in kurzer Zeit ein hygienisch bedenklicher Zustand eintreten.

Der Nachweis der Innenraumluftqualität erfolgt mit Hilfe der Lüftungsrate (stündlicher Außenluftvolumenstrom), die sich aus einem gebäudebezogenen und einem personenbezogenen Anteil zusammensetzt. Die Lüftungsrate beschreibt den notwendigen Luftwechsel, um die Konzentrationen an gefährlichen Substanzen aus Baustoffen, an CO₂ und Gerüchen aus der Nutzung auf einem hygienisch unbedenklichen Niveau zu halten.

2.2 Radon-Exposition in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen

Radon ist ein mit menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbares, radioaktives Edelgas. Es kommt in der Natur seit der Entstehung der Erde in unseren Böden vor und kann über kleinste Risse, Spalten und Löcher in der erdberührenden Außenhülle des Gebäudes in Innenräume eindringen und sich in diesen ansammeln.

Radon ist ein Innenraumschadstoff, der bei höheren Konzentrationen über eine längere Expositionszeit beim Menschen Lungenkrebs verursachen kann.

Radon ist im Freien und in der Raumluft eines jeden Gebäudes in Spuren vorhanden. Der Ausschluss einer erhöhten Radonexposition erfolgt durch Messung der Radon-Konzentration in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen im Keller- und Erdgeschoss. Bei üblicher Bauweise mit voneinander getrennten Geschossbereichen nehmen die Radon-Konzentrationen in der Raumluft in einem Gebäude nach oben hin ab.

Nachträgliche bauliche Veränderungen an einem Gebäude, die zu einer erheblichen Verminderung der Luftwechselrate führen, können die Radonexposition erhöhen. Daher sollte nach Abschluss einer solchen Baumaßnahme immer wieder die Radon-Konzentration durch eine Messung überprüft werden.

Werden in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen erhöhte Radonkonzentrationen gemessen, sind Maßnahmen zur Reduzierung der Radonexposition von Personen zu ergreifen. Ein Radonschutz ist möglich, mitunter durch einfache Maßnahmen.

3. Durchführung

3.1 Schadstoffkonzentrationen durch Bauprodukte und Kohlendioxid-Konzentration

Tabelle 1 stellt die Klassifizierung des Innenraumklimas nach DIN EN 15251 dar, für welche die Innenraumluftqualität ein wesentliches Merkmal ist. Kategorie II (in Teilaspekten bei bestimmten Nutzungen die Kategorie I) dient als Basis für die Festlegung der Anforderungen des vorliegenden Nachhaltigkeitskriteriums.

Kategorie	Beschreibung
I	hohes Maß an Erwartungen; empfohlen für Räume, in denen sich sehr empfindliche oder anfällige Personen mit besonderen Bedürfnissen, z. B. Personen mit Behinderungen, kranke Personen, sehr kleine Kinder oder ältere Personen, aufhalten
II	normales Maß an Erwartungen; empfohlen für neue und renovierte Gebäude
III	annehmbares, moderates Maß an Erwartungen; kann bei bestehenden Gebäuden angewandt werden
IV	Werte außerhalb der Kategorien I bis III sollten nur einen begrenzten Teil des Jahres auftreten.

Tabelle 1: Kategorien des Innenraumklimas

Die Anforderungen an die Lüftungsrate sind von den Gebäudeemissionen des betrachteten Raumes und dem Raumvolumen pro Nutzer abhängig.

Emissionen des Gebäudes

DIN EN 15251 klassifiziert Innenräume in die drei Kategorien:

- sehr schadstoffarm,
- schadstoffarm und
- nicht schadstoffarm.

Für die Kategorien „sehr schadstoffarm“ und „schadstoffarm“ sind in DIN EN 15251 Grenzwerte definiert. Die Grenzwerte für „sehr schadstoffarm“ können in der Praxis auch bei der Verwendung von Naturprodukten wie Holz nur selten eingehalten werden. Daher wird die Kategorie „schadstoffarm“ den Anforderungen dieses Nachhaltigkeitskriteriums zugrunde gelegt. Unter Einhaltung der Anforderungen des NAKR 4 „Gesundheits- und umweltverträgliche Baustoffe“ ist die Umsetzung eines Gebäudes mit schadstoffarmen Innenräumen möglich.

Emissionen durch die Personenbelegung

Die Emissionen durch die Personenbelegung sind abhängig vom Raumvolumen pro Person.

3.1.1 Anforderungen

Lüftungsrate

Tabelle 2 stellt die Anforderungen an die Lüftungsrate für schadstoffarme Innenräume in Abhängigkeit vom Raumtyp mit folgenden Größen dar:

q_P ist der Anteil der Lüftungsrate für die Emissionen der Personen

q_B ist der Anteil der Lüftungsrate für die Emissionen des Gebäudes

q_{tot} ist die Gesamtlüftungsrate und errechnet sich wie folgt:

$$q_{tot} = n \cdot q_P + A \cdot q_B \quad (n: \text{Anzahl der Personen}; A: \text{Grundfläche des Raumes}) \quad (1)$$

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft

	gemäß Objekt	Anforderung	gemäß Objekt	Anforde- rung	gemäß Ob- jekt Gesamt- anforderung
Raumtyp	n [Pers.]	q_P [m³/(Person·h)]	A [m²]	q_B [m³/(m²·h)]	q_{tot} [m³/h]
Einzelbüro	1	25	10	2,5	50
Großraumbüro	20	27	300	2,5	1.290
Konferenzraum	25	25	50	2,5	750
Klassenraum	30	30	60	3,6	1.116
Gruppenraum (Kin- derkrippe)	15	30	45	3,6	612
Gruppenraum (Kin- dergarten)	25	30	50	3,6	930
Zweibettzimmer (Krankenhaus)	2	25	20	2,5	100
Pflegeheimzimmer	2	25	18	2,5	95
Hörsaal, Zuschau- erraum	400	28	300	2,5	11.950
Zweifeld-Sporthalle	64	36	990	2,5	4.779
Zweifeld-Sporthalle mit Tribüne (max. 199 Sitzplätze)	240	30	1.215	2,5	10.238

Tabelle 2: Anforderungen an die Lüftungsrate unterschiedlicher Raumtypen der Hauptnutzungen
(kursive Werte sind Beispieldaten)

Bei der Raumlüftung mit Hilfe von Lüftungsanlagen wird der auf den jeweiligen Raum entfallende Außenluftvolumenstrom zugrunde gelegt.

Bei der Raumlüftung mit Hilfe von geöffneten Fenstern können Lüftungsraten gemäß DIN EN 15242 berechnet werden.

Die Anforderung des vorliegenden Nachhaltigkeitskriteriums besteht im Nachweis, dass die Lüftungsrate in allen Räumen der in Tabelle 2 aufgeführten Raumtypen mindestens dem nach Gleichung (1) errechneten Wert q_{tot} des jeweiligen Raumtyps entspricht.

Lüftung in Schulen

Bei Klassenräumen in Schulen muss mit der Lüftungsrate sichergestellt werden, dass die CO₂-Konzentration keine hygienisch bedenkliche Größenordnung annimmt. Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygienekommission und der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (Ad-hoc AG IRK/AOLG) hat Leitwerte für die hygienische Bewertung der Innenraumluft (Tabelle 3) festgelegt, die allerdings nur eine grobe Klassifizierung ermöglichen.

CO₂-Konzentration [ppm]	Hygienische Bewertung und Empfehlung
≤ 1.000	hygienisch unbedenklich
≤ 2.000	hygienisch auffällig - Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern - Lüftungsmaßnahmen intensivieren - Außenluftvolumenstrom erhöhen
> 2.000	hygienisch inakzeptabel

Tabelle 3: Hygienische Bewertung von CO₂-Konzentrationen in Klassenräumen

Nach DIN EN 13779:2007-09 liegt bei einer CO₂-Konzentration von mehr als 1.000 ppm über der CO₂-Konzentration der Außenluft von durchschnittlich 400 ppm eine niedrige Raumluftqualität vor. In der Praxis hat sich der Grenzwert von 1.400 ppm für hygienisch akzeptable CO₂-Konzentrationen in Innenräumen als sachgerecht erwiesen. Mit der personenbezogenen Lüftungsrate q_P muss sichergestellt werden, dass der Grenzwert nicht überschritten wird. Die Umsetzung dieser Anforderung ist mit Lüftungsanlagen möglich, mit Fensterlüftung aber nur bedingt möglich.

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft

Fensterlüftung in Schulen

Nach AMEV (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen) ist die freie Lüftung für allgemeine Klassenräume möglich, wenn dadurch keine Einschränkungen der thermischen und lufthygienischen Konditionen gegeben sind.

In der Praxis erfolgt die Fensterlüftung in Klassenräumen in der Regel als Stoßlüftung in den Pausen. Daher sind bei der Berechnung des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms die Pausenabstände und die Stoßlüftungszeiten zu berücksichtigen.

Bei voll belegten Klassenräumen ist eine Lüftung ausschließlich in den Pausen (alle 45 Minuten) nicht ausreichend. Notwendig ist eine zusätzliche Stoßlüftung innerhalb jeder Unterrichtsstunde oder (bei nicht zu niedrigen Außentemperaturen) eine Dauerlüftung z. B. über gekippte Fensterflügel.

Da dieses Lüftungsregime in der Praxis nur bedingt umsetzbar ist, wird für den Fall der anteiligen/ausschließlichen Lüftung mit Fenstern ein Lüftungskonzept als Nachweis gefordert.

Grundsätzlich sollte für Schulen eine mechanische (Teil)-Lüftung gemäß den Empfehlungen im Status Report 22 „Lüftung von Schulen“ vom Fachverband Gebäude-Klima e. V. (FGK) vorgesehen werden.

Unterstützend kann zur Visualisierung der Raumluftqualität eine sensorgesteuerte Lüftungsampel (CO₂-Ampel) eingesetzt werden, die bei Überschreitung des CO₂-Grenzwertes von 1.400 ppm Handlungsbedarf anzeigt.

3.2 Schutz vor erhöhten Radonexpositionen in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen

Für Radon ist kein Schwellenwert bekannt, unterhalb dessen ein Gesundheitsrisiko ausgeschlossen werden kann. Von daher sollte immer eine möglichst geringe Radonexposition angestrebt werden. Das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) gibt zum Schutz vor Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen in Innenräumen einen Referenzwert von im Jahresdurchschnitt 300 Becquerel Radon pro Kubikmeter Luft an. Ein Referenzwert ist kein Grenzwert. Er dient als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen (§ 5 Abs. 29 StrlSchG). Ein Arbeitsplatz ist jeder Ort, an dem sich eine Arbeitskraft während ihrer Berufsausübung regelmäßig oder wiederholt aufhält (§ 5 Abs. 4 StrlSchG). Ein Innenraum gilt als Aufenthaltsraum, wenn er zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt ist, zum Beispiel in einer Schule, einem Krankenhaus, einem Kindergarten oder zum Wohnen (§ 5 Abs. 5 StrlSchG).

Für die Festlegung der Anforderungen des vorliegenden Nachhaltigkeitskriteriums wird der Referenzwert als Maßstab für Maßnahmen zur Reduzierung der Radonexposition von Personen in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen verwendet. Die Anforderung geht insofern über die gesetzlichen Vorgaben hinaus, als dass auch bei Aufenthaltsräumen bei Überschreiten des Referenzwertes Maßnahmen zum Schutz vor Radon zu ergreifen sind. Das Überlassen dieser Entscheidung auf freiwilliger Basis wie im StrlSchG bei privaten Gebäuden (z.B. Eigenheime) widerspräche dem Grundgedanken nachhaltigen Bauens im kommunalen Hochbau in Baden-Württemberg und dem Ziel des Radonschutzes. Bei öffentlichen Gebäuden lässt sich nicht immer eindeutig zwischen einem Aufenthaltsraum und einem Arbeitsplatz unterscheiden (z.B. Besprechungsräume) und die Nutzung der Räumlichkeiten kann häufigen Wechseln unterliegen.

3.2.1 Anforderungen an die Durchführung von Radonmessungen

Im Rahmen des vorliegenden Nachhaltigkeitskriteriums soll die Radon-Konzentration in der Raumluft von Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen gemessen werden. Diese Anforderung gilt unabhängig von der Art der Modernisierung. Sie gilt auch unabhängig davon, wie in Baden-Württemberg die Gebiete festgelegt werden, für die erwartet wird, dass die über das Jahr gemittelte Radon-Konzentration in der Luft in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen 300 Becquerel Radon pro Kubikmeter Luft überschreitet (§ 121 StrlSchG).

Hinweis: Überschreitungen des Referenzwertes sind auch in Gebäuden außerhalb von Gebieten nach § 121 StrlSchG möglich. Es wird lediglich mit einer geringeren Anzahl an betroffenen Gebäuden gerechnet.

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft

Die Messungen sind in einer repräsentativen Anzahl an Aufenthaltsräumen und Arbeitsplätzen entsprechend § 127 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchG im Keller- und Erdgeschoss durchzuführen. Nutzungseinschränkungen sind damit nicht verbunden. Die Messungen finden bei üblicher Raumnutzung statt.

Bei Modernisierungsmaßnahmen, die das Keller- oder Erdgeschoss betreffen, soll die Radon-Konzentration nach Möglichkeit vor und in jedem Fall nach Abschluss der Modernisierung gemessen werden. Bei Modernisierungsmaßnahmen in Obergeschossen kann auf die Radonmessung vor Beginn der Modernisierung verzichtet werden.

Radonmessungen vor Beginn der Modernisierung

Die Erstbewertung erfolgt in Anlehnung an die DIN ISO 11665-8 (Teil 8: Methodik zur Erstbewertung sowie zusätzliche Untersuchungen in Gebäuden) mit einer Messdauer von mindestens 2 Monaten.

Ziel dieser Bewertung ist eine erste Analyse, ob Maßnahmen zum Schutz vor Radon (s. 3.2.2) bei der Planung von Modernisierungen berücksichtigt werden müssen. Damit sollen Doppelarbeiten und Zusatzkosten weitestgehend vermieden werden.

Hinweis: Die Radon-Konzentration in Innenräumen unterliegt tages-, wochen- und jahreszeitlichen Schwankungen. Um den Jahresmittelwert bei der Orientierungsmessung gut abschätzen zu können, sollte die Messdauer so lang wie möglich gewählt werden. Je länger eine Messung dauert, desto besser kann der Jahresmittelwert abgeschätzt und das Risiko einer möglichen Unterschätzung verringert werden. Sofern ohne zeitlichen Verzug der Modernisierungsmaßnahmen 12-Monatsmessungen im Vorfeld möglich sind, werden diese empfohlen. Bei energetischen Modernisierungen oder anderen baulichen Maßnahmen, die die Luftdichtheit erhöht bzw. die Luftwechselrate vermindert, kann die Radon-Konzentration in Innenräumen gegenüber dem Ausgangszustand zunehmen. Diese Möglichkeit soll bei Entscheidungen über eine Berücksichtigung von Maßnahmen zum Schutz vor Radon (s. 3.2.2) im Rahmen der Modernisierung mit in Betracht gezogen werden (§ 123 Abs. 4 StrlSchG).

Radonmessungen nach Abschluss der Modernisierung

Die Messungen nach Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen dienen dem Nachweis der Einhaltung des gesetzlichen Referenzwertes für Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen. Die Messung erfolgt nach DIN ISO 11665-4 (Teil 4: Integrierendes Messverfahren zur Bestimmung des Durchschnittswertes der Aktivitätskonzentration mittels passiver Probenahme und zeitversetzter Auswertung) mit einer Messdauer von 12 Monaten. Die Geräte sind bei einer durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) anerkannten Messstelle zu beziehen und auswerten zu lassen. Überschreitet die Radon-Konzentration in der Luft den Referenzwert von 300 Becquerel Radon pro Kubikmeter Luft, sind Maßnahmen zum Schutz vor Radon (s. 3.2.2) notwendig.

3.2.2 Maßnahmen zum Schutz vor Radon

Mögliche Radonschutzmaßnahmen können z. B. dem Anhang A der ÖNORM S 5280-3 (Radon Teil 3: Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden, Ausgabe: 2005-06-01) entnommen werden. Es sollte geprüft werden, ob derartige Arbeiten mit anderen, bereits geplanten Maßnahmen kombiniert werden können. Generell wird empfohlen, entsprechende Fachleute (z. B. eine Radonfachperson):

https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Liste_der_Radonfachpersonen_vom_August_2017.pdf;

https://www.lfu.bayern.de/strahlung/radon_in_gebaeuden/doc/liste_fachpersonen.pdf) einzubeziehen. Bei der Durchführung kann prinzipiell zwischen organisatorischen, einfachen bautechnischen und komplexen bau- bzw. Lüftungstechnischen Maßnahmen unterschieden werden.

Organisatorische Maßnahmen können sein:

- Umnutzung von Räumen (z. B. zu Lagerräumen),
- Verbesserung des Lüftungsverhaltens bzw. des Luftaustausches.

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, ob und in wieweit andere bau- oder lüftungstechnische Anlagen beeinflusst werden. Es wird empfohlen, stets Rat von Fachleuten einzuholen.

Bei Maßnahmen zum Schutz vor Radon ist immer der erzielte Erfolg durch eine Messung (Erfolgskontrolle) zu überprüfen. Anderenfalls fehlt der Nachweis, dass die veranlasste oder durchgeführte Maßnahme den angestrebten Schutz erreicht. Die Kontrollmessung erfolgt entsprechend Kapitel 3.2.1 „*Radonmessung nach Abschluss der Modernisierung*“. Wird der angestrebte Schutz nicht erreicht, sind weitere Maßnahmen zum Schutz vor Radon notwendig.

Hinweis: Bei der organisatorischen Maßnahme „*Verbesserung des Lüftungsverhaltens bzw. des Luftaustausches*“ müssen sich die festzulegenden Lüftungsintervalle für jeden Raum am Eindringverhalten von Radon orientieren. Hierzu sind Untersuchungen durch Fachleute erforderlich. Die Lüftungszeiten sind aufzuzeichnen und regelmäßig auf ihre Einhaltung zu überprüfen. Für das Lüftungskonzept ist die Einhaltung des Referenzwertes nachzuweisen (Kontrollmessung).

Es wird empfohlen, Radonmessungen von Zeit zu Zeit zu wiederholen, um mögliche Veränderungen am Schutzniveau identifizieren zu können.

4. Nachweise

4.1 Schadstoff-Konzentration durch Bauprodukte und Kohlendioxid-Konzentration

Folgende Dokumente sind vorzuhalten:

Nachweisformular

Im Formular sind folgende Eintragungen vorzunehmen.

- Art der Lüftung (Fenster oder Lüftungsanlage)
- Soll- und Plan-Lüftungsraten für jeden Raumtyp der Hauptnutzungen

Berechnungen

Die Berechnungen zu den im Nachweisformular eingetragenen Lüftungsraten für jeden Raumtyp der Hauptnutzungen sind beizufügen.

Für Schulen muss bei anteiliger/ausschließlicher Fensterlüftung der Nachweis der Lüftungsraten mit Hilfe eines Lüftungskonzeptes, das konkrete Angaben zum Lüftungsregime enthält, bestätigt werden.

4.2 Schutz vor erhöhten Radonexpositionen in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen

Folgende Dokumente sind vorzuhalten:

Nachweisformular

Im Formular sind folgende Eintragungen vorzunehmen.

- Angaben über Messorte und Messungen (Orientierungsmessungen, Jahresmessungen)
- Angaben über Modernisierungs- und Schutzmaßnahmen
- Angaben über Kontrollmessungen (Erfolgskontrolle)
- Angaben über die Wirksamkeit organisatorischer Schutzmaßnahmen

Es müssen die Ergebnisberichte über die Radonmessungen beigelegt und die Wirksamkeit organisatorischer Maßnahmen zum Schutz vor Radon vom Fachplaner bestätigt werden.

5. Externe Datengrundlagen

- [1] DIN EN 15251:2012-12, Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik
- [2] DIN EN 15242:2007-09, Lüftung von Gebäuden – Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration
- [3] DIN EN 13779:2007-09, Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme
- [4] DIN ISO 11665-8 (VDE 0493-1-6658): 2013-08 Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt – Luft: Radon-222 – Teil 8: Methodik zur Erstbewertung sowie für zusätzliche Untersuchungen in Gebäuden
- [5] DIN ISO 11665-4 (VDE 0493-1-6654): 2013-05 Messung der Radioaktivität in der Umwelt – Luft: Radon-222 – Teil 4: Integrierendes Messverfahren zur Bestimmung des Durchschnittswertes der Aktivitätskonzentration mittels passiver Probenahme und zeitversetzter Auswertung
- [6] VORNORM ÖNORM S 5280-3: Ausgabe: 2005-06-01: Radon Teil 3: Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden

C. Nachweisformular

1. Gebäudedaten

Gebäudespezifische Daten	
Projektbezeichnung
Gebäudetyp

2. Lüftungsrate

Anforderungen	ja	nein
Die Lüftungsraten für das geplante Gebäude entsprechen für alle Raumtypen der Hauptnutzungen mindestens den nach Abschnitt B.3.1 errechneten Soll-Lüftungsraten q_{tot} .		

Raumtyp	n [Pers.]	A [m ²]	q_P [m ³ /(Person·h)]	q_B [m ³ /(m ² ·h)]	$q_{\text{tot-Soll}}^*$ [m ³ /h]	$q_{\text{tot-Plan}}$ [m ³ /h]
Beispiel	30	60	25	2,5	900	1.000
Einzelbüro			25	2,5		
Großraumbüro			27	2,5		
Konferenzraum			25	2,5		
Klassenraum			30	3,6		
Gruppenraum (Kinderkrippe)			30	3,6		
Gruppenraum (Kindergarten)			30	3,6		
Zweibettzimmer (Krankenhaus)			25	2,5		
Pflegeheim- zimmer			25	2,5		
Hörsaal, Zu- schauerraum			28	2,5		
Zweifeld- Sporthalle			36	2,5		
Zweifeld- Sporthalle mit Tribüne (max. 199 Sitzplätze)			30	2,5		

* Berechnung siehe Abschnitt B.3.1 in Verbindung mit Tabelle 2

Tabelle 4: Berechnung der Soll-Lüftungsraten q_{tot}

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft**3. Fensterlüftung in Schulen**

Die folgenden Nachweise sind nur für Schulen mit anteiliger/ausschließlicher Fensterlüftung notwendig.

Lüftungskonzept	ja	nein
Die Erreichbarkeit der geforderten Lüftungsraten für die Klassenräume der Schule ist in einem Lüftungskonzept nachgewiesen.		

Raumtyp	n [Pers.]	A [m ²]	max. öffnen- bare Fenster- fläche [m ²]	Öff- nungsart [Dreh / Kipp] : Anteil [%]	Zyklus [min] : Dauer [min]	q _{tot} -Plan durch Fenster- Lüftung [m ³ /h]	q _{tot} -Plan durch mecha- nische Lüftung [m ³ /h]
Beispiel: <i>Klassenraum</i>	30	60	12	<i>Dreh : 25</i>	<i>45 : 5</i>	<i>600</i>	<i>300</i>
Klassenraum 1							
Klassenraum 2							
Klassenraum 3							

Tabelle 5: Erforderliche Angaben zum Lüftungskonzept

Legende zum Beispiel:

n:	30 Personen (Schüler und Lehrer)
A:	60 m ² (Klassenraum)
maximal öffnbare Fensterfläche:	12 m ² (lichtes Flächenmaß bei geöffnetem Drehflügel)
Öffnungsart für die Lüftung:	Drehflügel
Fensteranteil zur Lüftung:	25 % (=3 m ²)
Zyklus der Fensterlüftung:	45 min
Dauer der Fensterlüftung pro Zyklus:	5 min
Lüftungsrate der Fensterlüftung:	600 m ³ /h
Lüftungsrate der mechanischen Lüftung:	300 m ³ /h

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft**4. Radon**

Die folgenden Angaben sind nur bei Modernisierungsmaßnahmen notwendig.

Geschosse und Messungen	Ja	Nein
Befinden sich im Keller- oder Erdgeschoss des Gebäudes Aufenthaltsräume oder Arbeitsplätze?		
Betreffen die Modernisierungsmaßnahmen das Keller- oder Erdgeschoss?		
Wurden vor der Modernisierung Radonmessungen (Orientierungsmessungen) im Keller- oder Erdgeschoss durchgeführt?		

Sofern Orientierungsmessungen durchgeführt wurden: Angaben zu Orientierungsmessungen					PROGNOSE: Überschreitung Referenzwert	
Raum, Geschoss	Aufenthaltsraum / Arbeitsplatz	A [m ²]	Messdauer [Tage]	Messwert Ø [Bq/m ³]	Ja	Nein
Beispiel: <i>K05, Keller</i>	<i>Arbeitsplatz</i>	<i>25</i>	<i>100</i>	<i>350</i>	x	
Raum 1						
Raum 2						
...						
...						
...						
...						
...						
...						
...						

Schutzmaßnahmen	Ja	Nein
Wurden Radonschutzmaßnahmen bei der Planung der Modernisierung berücksichtigt?		
Sofern Maßnahmen bei der Planung der Modernisierung berücksichtigt wurden: Angabe der Art der Radonschutzmaßnahme (Prinzip)		
Wurden nach der Modernisierung Radonmessungen in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen im Keller- oder Erdgeschoss durchgeführt?		

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft

Überprüfung der Einhaltung des Referenzwertes von 300 Bq/m ³ im Jahresmittel: Angaben zu Radonmessungen				Überschreitung Referenzwert	
Raum, Geschoss	Aufenthaltsraum / Arbeitsplatz	A [m ²]	Messwert (Jahresmittel) [Bq/m ³]	Ja	Nein
Beispiel: K05, Keller	Arbeitsplatz	25	550	Ja	
Raum 1					
Raum 2					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					

Weitere Schutzmaßnahmen und Kontrolle	Ja	Nein
Waren / Sind (weitere) Maßnahmen zum Schutz vor Radon erforderlich?		
Wurde / Wird die Wirksamkeit ergriffener Maßnahmen zum Schutz vor Radon durch Messungen überprüft (Erfolgskontrolle)?		

Sofern Maßnahmen zum Schutz vor Radon ergriffen wurden: Angaben zu Kontrollmessungen (Erfolgskontrolle)				Überschreitung Referenzwert	
Raum, Geschoss	Aufenthaltsraum / Arbeitsplatz	A [m ²]	Messwert (Jahresmittel) [Bq/m ³]	Ja	Nein
Beispiel: K05, Keller	Arbeitsplatz	25	180		X
Raum 1					
Raum 2					
...					
...					

Nachhaltigkeitskriterium 7: Qualität der Innenraumluft

Organisatorische Maßnahmen	Ja	Nein
<i>Sofern organisatorische Maßnahmen zum Schutz vor Radon ergriffen wurden:</i> Angaben zur Wirksamkeit organisatorischer Maßnahmen zum Radonschutz		
Räume mit Überschreitungen des Referenzwertes für die Radon-Konzentration werden nicht länger als Aufenthaltsräume oder für Arbeitsplätze genutzt.		
Das Lüftungskonzept wurde mit fachtechnischer Unterstützung am Eindringverhalten von Radon orientiert. Kontrollmessungen sind veranlasst.		

5. Bestätigung des Bearbeiters

Ich bestätige die Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben zur Innenraumlufthygiene des Gebäudes.

Daten des Bearbeiters	
Vorname	
Name	
Bürobezeichnung	
Straße	
PLZ Ort	
Ort, Datum	

E1. Prüfungsscheckliste (formale Prüfung)

1. Prüfung auf Vollständigkeit der Dokumente

Folgende Dokumente liegen vor.

Nachweisunterlagen	ja	nein
Nachweisformular		
Berechnungen der Lüftungsraten für jeden Raumtyp der Hauptnutzungen		
Lüftungskonzept (nur bei Schulen mit anteiliger/ausschließlicher Fensterlüftung)		
Ergebnisberichte zu Radonmessungen in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen im Keller- und Erdgeschoss		
Bestätigung des Bearbeiters zur Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben zur Innenraumlufthygiene		

E2. Erweiterte Prüfungscheckliste (freiwillige erweiterte Prüfung)

1. Prüfung auf Vollständigkeit des Nachweisformulars

Das Nachweisformular wurde vollständig ausgefüllt.

Nachweisformular	ja	nein
Es wurden die Lüftungsraten (Soll und Plan) für jeden Raumtyp der Hauptnutzungen eingetragen.		
Es wurden Angaben zum Lüftungskonzept eingetragen (nur bei Schulen mit anteiliger/ausschließlicher Fensterlüftung erforderlich).		
Die geforderten Lüftungsraten werden erreicht.		
Es wurden Radonmessungen durchgeführt.		
Organisatorische Maßnahmen zum Schutz vor Radon wurden nicht getroffen bzw. es liegt die Bestätigung über die Wirksamkeit der organisatorischen Maßnahmen zum Schutz vor Radon vor.		

2. Prüfung auf Einhaltung der Anforderungen

Lüftungsraten	ja	nein
Die Plan-Lüftungsraten entsprechen für alle Raumtypen mindestens den Soll-Lüftungsraten.		
Radon	ja	nein
In allen Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen im Keller- und Erdgeschoss wird der Referenzwert für die Radon-Konzentration eingehalten.		

3. Prüfung durch stichprobenartige Kontrolle der Nachweise

Nach stichprobenartiger Kontrolle liegen die Nachweise inhaltlich vollständig vor.

Lüftungsraten	ja	nein
Die Berechnungsansätze für die Plan- und Soll-Lüftungsraten entsprechen den Vorgaben gemäß Abschnitt B.3.1 in Verbindung mit Tabelle 2 dieses NAKR.		
Lüftungskonzept (nur bei Schulen mit anteiliger/ausschließlicher Fensterlüftung)	ja	nein
Die Berechnungen für die Plan-Lüftungsraten der Fensterlüftung und der mechanischen Lüftung entsprechen den Eintragungen im Nachweisformular.		
Die Berechnungsansätze für die Plan-Lüftungsraten der Fensterlüftung entsprechen den Berechnungsempfehlungen aus DIN EN 15242.		
Die Berechnungsansätze für das Lüftungsregime sind in der Schulpraxis umsetzbar.		