SAMMLUNG VON TECHNISCHEN ANGABEN FÜR DEN PROFESSIONELLEN UMGANG MIT RADON

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG

↘

Die in diesem Dokument vorgestellten Merkblätter ersetzen unter keinen Umständen die Referenztexte – unabhängig davon, ob es sich dabei um Verordnungen, Normen oder fachliche Stellungnahmen handelt. Die Autorinnen und Autoren übernehmen keinerlei Verantwortung für direkte oder indirekte Folgen, die sich aus einer Fehlinterpretation des Inhalts ergeben könnten. Es wird in jedem Fall empfohlen, eine ausgebildete Radonfachperson mit einer vom Bundesamt für Gesundheit anerkannter Ausbildung beizuziehen, die in der Lage ist, die geeignetsten Massnahmen für ein radonfreies Gebäude vorzuschlagen.

SAMMLUNG VON TECHNISCHEN ANGABEN FÜR DEN PROFESSIONELLEN UMGANG MIT RADON

Einleitung

Radon ist ein natürliches radioaktives Gas, das durch den Zerfall des überall in der Erdkruste in Spuren vorkommenden Uran-238 entsteht. Es ist farb- und geruchlos und dringt aus dem Untergrund durch undichte Teile der Gebäudehülle in Bauten ein. **Radon und seine Zerfallsprodukte sind nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs**.

Für die über ein Jahr gemittelte Radonkonzentration in Räumen, in denen sich Personen regelmässig während mehrerer Stunden pro Tag aufhalten, gilt gemäss Strahlenschutzverordnung (StSV), die am 1. Januar 2018 in Kraft getreten ist, ein **Radonreferenzwert von 300 Bq/m³**. Zudem gilt an Arbeitsplätzen ein Schwellenwert von 1000 Bq/m³ für die über ein Jahr gemittelte Radonkonzentration.

Obwohl es eine gesetzliche Grundlage gibt, weist eine bedeutende Anzahl von Gebäuden Radonkonzentrationen auf, die über dem Referenzwert liegen. Die betroffenen Gebäude müssen daher saniert werden. Gleichzeitig müssen auch Neubauten den Referenzwert nach StSV einhalten und somit unter Berücksichtigung der vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) herausgegebenen Empfehlungen geplant werden.

Zweck und Zielpublikum

Radon ist ein Problem, das sich bei Neubauten und Renovationen immer wieder stellt. Das Gas hat bedeutende Auswirkungen auf die Gesundheit der Bewohnerinnen und Bewohner, da es in der Schweiz, laut BAG, jährlich 200 bis 300 Todesfälle verursacht. Das Problem darf daher nicht unterschätzt werden und muss vor allem Architekten und Ingenieuren bekannt sein, die es bei ihren Projekten berücksichtigen müssen. Dieses Dokument besteht aus einer Reihe von technischen Merkblättern, die nach der Art der Massnahmen unterteilt sind. **Es hat keinen normativen Charakter, und es gibt keine Garantie für die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Lösungen, die von den getroffenen Entscheidungen und ihrer Umsetzung abhängt**. Es dient jedoch als **Unterstützung für Fachleute aus dem Bausektor. Die Autorinnen und Autoren lehnen somit jede Verantwortung für die Umsetzung der vorgeschlagenen Lösungen ab**.

Anwendungsbereich – Bedeutung von Radonfachpersonen

Diese Merkblätter sollen Architekten und Ingenieuren als praktische Hilfe bei der Auswahl und Umsetzung von baulichen Massnahmen zum Radonschutz oder zur Radonprävention in bestehenden oder neu errichteten kleineren Wohnbauten (Ein- und Mehrfamilienhäuser, kleine Wohnhäuser) dienen. Sie sollen Baufachleute dabei unterstützen, die Situation einzuschätzen und die richtige Strategie zu ermitteln, wenn sie mit dieser Problematik konfrontiert werden. Während bei Neubauten erfahrene Architekten und Ingenieure die dem Risikoniveau angepassten Präventionsmassnahmen in der Planungphase selbst treffen können, sind bei Massnahmen in **bestehenden Gebäuden, in denen Radonkonzentrationen über dem Referenzwert festgestellt wurden, die Radonfachpersonen von grundlegender Bedeutung**. Dabei handelt es sich um **ausgebildete und vom BAG anerkannte Fachpersonen mit fundierter Erfahrung in diesem Bereich**. In solchen Fällen muss jede Massnahme auf den Einzelfall zugeschnitten werden. Es gibt viele **Variablen**, welche die Wahl der Massnahme beeinflussen können. Die Erfahrung des Beraters kann dann entscheidend sein.

Die hier beschriebenen Lösungen sind mit einigen Anpassungen grundsätzlich auch auf grössere Gebäude mit anderem Verwendungszweck anwendbar. Dabei kann es notwendig sein, mehrere Lösungen miteinander zu kombinieren oder bei Verwendung eines Ventilators Leistung und Absaugkapazität zu erhöhen. Die Erfahrung einer Radonfachperson ist in diesen spezifischen Situationen noch wichtiger.

Liste der vorgeschlagenen und detaillierten Massnahmen

Eine Massnahme wird mit dem Buchstaben **P** gekennzeichnet, wenn es sich um eine **Präventionsmassnahme** handelt, die im Rahmen eines Neubaus oder einer umfassenden Renovation umgesetzt wird, und mit dem Buchstaben **R**, wenn es um eine Massnahme zur **Radonsanierung** in einem bestehenden Gebäude geht. Vor allem bei Renovierungen können und müssen in manchen Fällen verschiedene Lösungen kombiniert werden, um ein gutes Ergebnis zu erzielen.

Prävention

P1 Lüften und für gute Raumluft sorgen – Hinweise zu Radon pp. 8–17

Beschreibung von 6 verschiedenen Lüftungsarten, von der natürlichen Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster bis hin zur Doppelstromlüftung mit Wärmerückgewinnung. Jede Situation wird individuell mithilfe von Grafiken, Netzdiagrammen und Erklärungstexten dargestellt.

P2 Das Eindringen von radonhaltiger Luft in das Gebäude vermindern – Gebäudeflächen mit direktem Kontakt zum Erdreich luftdicht verschliessen pp. 18–23

Konstruktion einer Gebäudehülle, die gegenüber dem Erdreich dicht ist und damit das Eindringen radonhaltiger Luft in das Gebäude vermindert.

P3 Unterdruckerzeugung im Boden unter dem Gebäude – Radondrainage pp. 24–30

Sicherstellung des langfristigen Schutzes des neuen Gebäudes durch Ableitung des Radons unter dem Gebäude, Giessen einer radondichten Bodenplatte und sorgfältige Abdichtung von Bodendurchführungen.

Radonsanierung

R1 Lüften und für gute Raumluft sorgen – Hinweise zu Radon pp. 31–40

Beschreibung von 6 verschiedenen Lüftungsarten, von der natürlichen Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster bis hin zur Doppelstromlüftung mit Wärmerückgewinnung. Jede Situation wird individuell mithilfe von Grafiken, Netzdiagrammen und Erklärungstexten dargestellt.

R2 Das Eindringen von radonhaltiger Luft in das Gebäude vermindern – Gebäudeflächen mit direktem Kontakt zum Erdreich luftdicht verschliessen pp. 41–47

Verfüllung von Rissen und Arbeitsfugen, Anbringen einer Radonsperre, Auftragen eines Epoxidharz-Anstrichs, Abdichten der Durchführung von Leitungen über den Boden, Bodenablauf mit Siphon usw.

R3 Verminderung des Radoneintritts in die Wohnräume – Kompartimentierung pp. 48–54

Ermitteln möglicher Bewegungspfade des Radons im Gebäude (z. B. Liftschacht, offenes Treppenhaus, Wäscheabwurfanlage, Undichtigkeiten zwischen den Stockwerken aufgrund der Fussböden oder Bodenplatten, Steckdosen) und Empfehlen punktueller Sanierungslösungen.

R4 Entlüftung des Kellers und andere Massnahmen pp. 55–60

Natürliche oder mechanische Entlüftung des Kellers sowie dessen Abschottung von den übrigen Räumen durch Anbringen luftdichter Türen und andere Massnahmen.

R5 Entlüftung des Kriechkellers und andere Massnahmen pp. 61–65

Natürliche Entlüftung, Unterdruck- oder Überdruckerzeugung im bestehenden Kriechkeller.

R6 Unterdruckerzeugung im Boden unter dem Gebäude – Radonbrunnen pp. 66–70

Unterdruckerzeugung im Boden unterhalb des Gebäudes durch Installation eines Radonbrunnens.

R7 Unterdruckerzeugung im Boden unter dem Gebaude – Radondrainage oder neuer Kriechkeller pp. 71–76

Unterdruckerzeugung im Gebäudeunterboden durch Installation einer Radondrainage oder Anlegen eines Kriechkellers und Einbau einer neuen, luftdichten Bodenplatte.

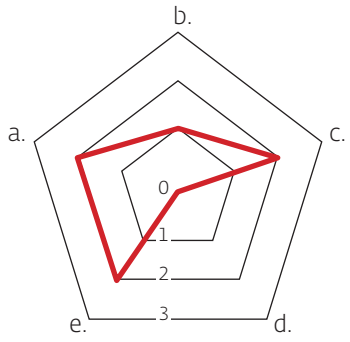
Inhalt und Aufbau der Merkblätter

Jedes Merkblatt enthält die folgenden Informationen:

Referenzcode und Bezeichnung der Massnahme
Siehe vorheriges Kapitel.

Art der Massnahme
Siehe vorheriges Kapitel.

Netzdiagramm
Zu Beginn jedes Merkblatts fasst ein Netzdiagramm bestimmte Aspekte zusammen, die sowohl für Baufachleute als auch für Gebäudeeigentümer/-innen von Interesse sein können. Alle Kategorien beziehen sich auf ein Einfamilienhaus und werden auf einer Skala von 0 bis 3 bewertet. Nachfolgend wird dieses Netzdiagramm näher erläutert.



a. Invasivität der Massnahme
Dieses Kriterium umschreibt die potenzielle Störung, welche die Massnahme bezüglich Arbeitskomplexität und Unannehmlichkeiten für die Bewohnerinnen und Bewohner des betroffenen Wohnhauses darstellt. Es wird anhand der folgenden Skala bewertet:

0 Keine – Planung von Präventionsmassnahmen in Neubauten
1 Gering – Eingriffe mit geringen Auswirkungen auf die Räume: Versiegelung, Austausch von Türen usw.
2 Mittel – Aushub und/oder Kernbohrung erforderlich, mögliche Verlegung einer Kanalisation
3 Hoch – Notwendigkeit, einen Wohnbereich oder einen Raum zu versiegeln; Austausch von Böden oder Wandverkleidungen

b. Wirksamkeit
Dieser Aspekt bewertet das Potenzial zur Senkung der Radonkonzentration anhand der folgenden Skala:

0 Keines
1 Gering
2 Mittel
3 Hoch

c. Nachhaltigkeit
Dieser Faktor beurteilt das Vermögen der Massnahme, ihre Wirksamkeit im Laufe der Zeit aufrechtzuerhalten. Anhand dieses Kriteriums kann die Lösung entweder als vorübergehend (sofort leicht umsetzbar, aber langfristig ungeeignet) oder als definitiv (bleibt langfristig wirksam) erachtet werden, dies auf folgender Skala:

0 Keine
1 Gering
2 Mittel
3 Hoch

d. Betriebs- und Unterhaltskosten
Die jährlichen Kosten für den Betrieb (z. B. Strom für den Betrieb des Ventilators) und die Wartung der Anlage werden anhand der folgenden Skala geschätzt:

0 0
1 < 100 CHF
2 100–300 CHF
3 > 300 CHF

e. Umsetzungskosten
Die Kosten für die Umsetzung der Massnahme werden geschätzt (anhand der Tabelle unten). Genauere Schätzungen sind im *Merkblatt für den Einsatz von Radonfachpersonen* zu finden.

0 0 – 3'000 CHF
1 3'000 – 8'000 CHF
2 8'000 – 15'000 CHF
3 > 15'000 CHF

Diese Beschreibungen erheben nicht den Anspruch, erschöpfend zu sein. In der Tat ist jede Situation anders, so dass eine genaue Schätzung oft schwierig ist. Ziel des Versuchs bestimmte Aspekte jeder vorgeschlagenen Intervention zu quantifizieren, ist es, einen groben Anhaltspunkt zu liefern, der einen Vergleich mit anderen Arten von Interventionen ermöglicht.

Beschreibung
Dieser Abschnitt beschreibt die grundlegenden Aspekte der Massnahme und zeigt mögliche Varianten auf.

Vor- und Nachteile
Darlegung der Vor- und Nachteile jeder Massnahme und ihrer allfälligen Varianten.

Umsetzungsbedingungen
Beschreibung des Verfahrens und der technischen Details.

Zu beachtende Punkte
Aspekte, auf die besonders geachtet werden sollte, und zu vermeidende Fehler.

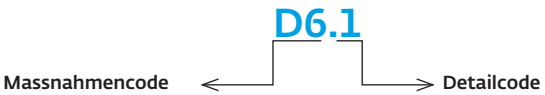
Schematische Darstellung
Grafische Darstellung der möglichen Massnahmenvarianten, die mittels einer spezifischen Nomenklatur gekennzeichnet und anschliessend kurz beschrieben werden. Ein erläuterndes Beispiel ist nachfolgend aufgeführt:

Massnahmencode:
- **P** Prävention in neuen Gebäuden
- **R** Radonsanierung in bestehenden Gebäuden
- **Ziffer** Bezeichnet die spezifische Massnahme

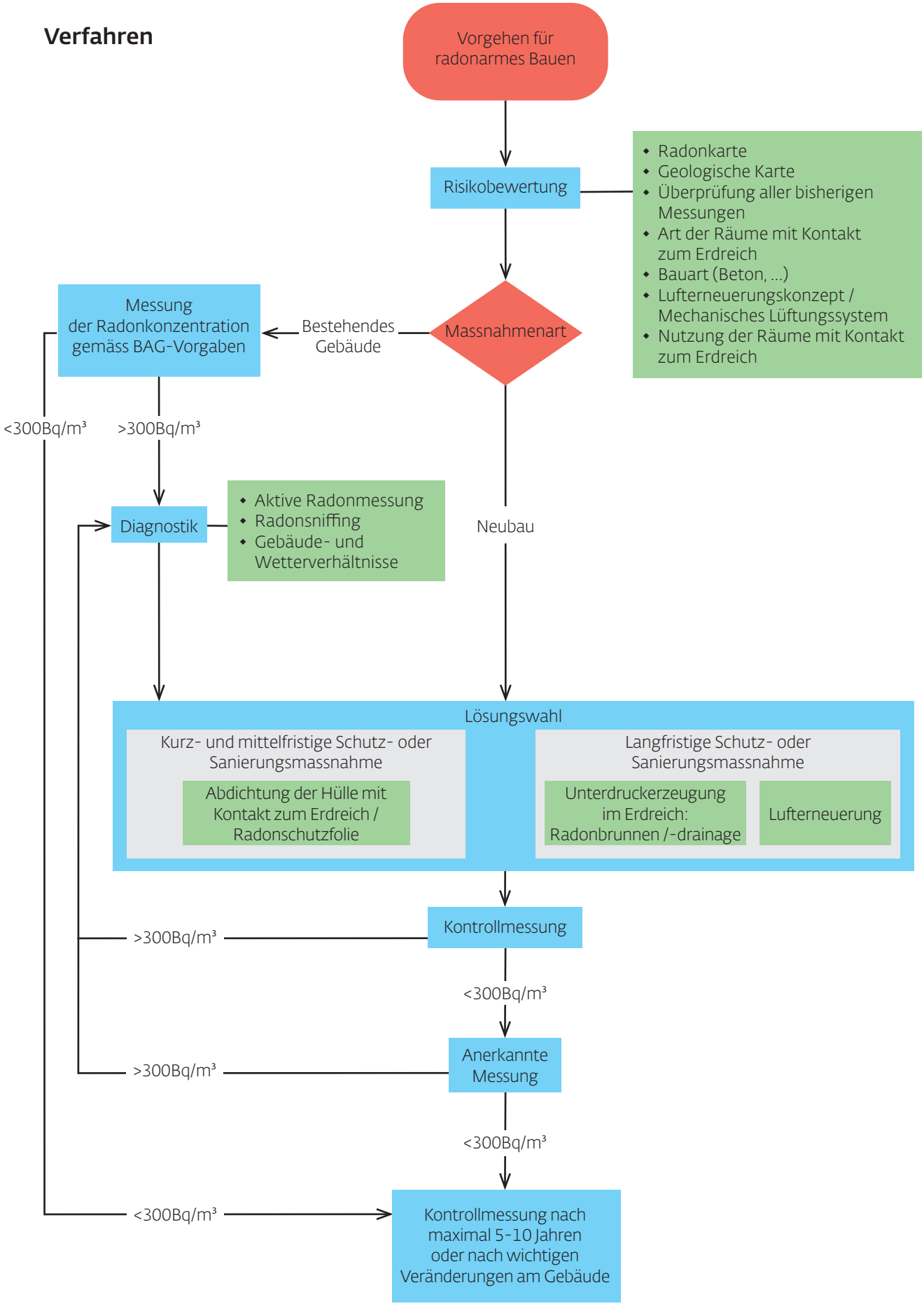
Variantencode:
- **E** Extern: Massnahme ausserhalb der Gebäudehülle
- **I** Intern: Massnahme innerhalb der Gebäudehülle
- **Ziffer** Bezeichnet die spezifische Variante

Bauliche Einzelheiten
Die Einzelheiten oder Details werden in der schematischen Darstellung durch ein blaues Kästchen und eine Nomenklatur gekennzeichnet. Darin steht die Nummer des Referenzblatts sowie diejenige des spezifischen Details. So lässt sich ein Verweis auf ein in einem anderen Blatt erläutertes Detail erkennen. Bestimmte Elemente der Details werden in grösserem Massstab gezeigt, so dass nicht nur in der schematischen Darstellung, sondern auch in den baulichen Einzelheiten selbst entsprechende Kästchen zu finden sein können.
Um die Diagramme übersichtlicher zu gestalten, wird schliesslich jedes Detail in der schematischen Darstellung nur einmal durch ein Kästchen dargestellt, kann aber an mehreren Stellen zur Anwendung kommen.

- **D** Detail



Verfahren


Vorgehen für radonarmes Bauen
Risikobewertung
Radonkarte
Geologische Karte
Überprüfung aller bisherigen Messungen
Art der Räume mit Kontakt zum Erdreich
Bauart (Beton, ...)
Lufterneuerungskonzept / Mechanisches Lüftungssystem
Nutzung der Räume mit Kontakt zum Erdreich
Massnahmenart
Bestehendes Gebäude
Messung der Radonkonzentration gemäss BAG-Vorgaben
<300Bq/m³
>300Bq/m³
Neubau
Diagnostik
Aktive Radonmessung
Radonsniffing
Gebäude- und Wetterverhältnisse
Lösungswahl
Kurz- und mittelfristige Schutz- oder Sanierungsmassnahme
Abdichtung der Hülle mit Kontakt zum Erdreich / Radonschutzfolie
Langfristige Schutz- oder Sanierungsmassnahme
Unterdruckerzeugung im Erdreich: Radonbrunnen /-drainage
Lufterneuerung
Kontrollmessung
>300Bq/m³
<300Bq/m³
Anerkannte Messung
>300Bq/m³
<300Bq/m³
<300Bq/m³
Kontrollmessung nach maximal 5-10 Jahren oder nach wichtigen Veränderungen am Gebäude

Glossar

Radonfachperson	Gemäss Artikel 161 der Strahlenschutzverordnung (StSV) unterstützen und beraten Radonfachpersonen Bauherrschaften, Bauunternehmer und Baufachleute bei der Umsetzung präventiver Radonschutzmassnahmen in Neubauten und Radonsanierungen in bestehenden Gebäuden nach dem Stand der Technik.[1]
Radonsanierung	In diesen Merkblättern wird, sofern nicht anders angegeben, unter Sanierung immer eine Massnahme zur Verringerung der Radonkonzentrationen in einem bestehenden Gebäude verstanden und von anderen Sanierungsarten, wie beispielsweise der energetischen Sanierung, unterschieden.
Radonbrunnen	Punktuelles System zur Unterdruckerzeugung im Erdreich unter dem Gebäude. Das Radon wird dem Boden entzogen und in die Aussenluft abgeleitet, wo es sich verdünnt.
Radondrainage	Flächiges System zur Unterdruckerzeugung im Erdreich unter einem Teil oder der gesamten Grundfläche des Gebäudes. Das Radon wird dem Boden entzogen und in die Aussenluft abgeleitet, wo es sich verdünnt.
Unterdruckerzeugung	Verringerung des Luftdrucks in einem Raum oder unter der Bodenplatte, indem die Luft mit einem Ventilator abgesaugt wird. Bei Radonbrunnen und Radondrainagen erfolgt die Absaugung direkt im Erdreich. Auf diese Weise werden konvektive Strömungen in den Wohnräumen vermieden.
Überdruckerzeugung	Erhöhung des Luftdrucks durch Einbringen von Luft mithilfe eines Ventilators. Dadurch entsteht eine «Barriere», die den Radoneintritt verhindert.
Kamineffekt	Effekt der natürlichen Konvektion, die durch das Aufsteigen wärmerer, weil weniger dichter Luft erzeugt wird. Je grösser der Temperaturunterschied der Luft in einer Umgebug (z.B. Gebäude, Kanal) ist, desto schneller erfolgt diese Bewegung und führt zu einem leichten Unterdruck auf der untersten Ebene des Gebäudes. Dieser Kamineffekt kann, wenn er in spezifischen Kanälen erzeugt wird, für die passive Ableitung von Radon genutzt werden. Andererseits ist er häufig eines der Phänomene, die das Eindringen von Radon in das Gebäude begünstigen, da er einen leichten Unterdruck im Keller/Erdgeschoss erzeugt, wodurch das Radon in das Haus «gesaugt» wird.
Passive Massnahme	Eine Massnahme wird als passiv definiert, wenn sie keinen Stromverbrauch mit sich bringt und somit keine mechanische Lüftung erfordert (z. B. Radonbarriere/-sperre).
Aktive Massnahme	Eine Massnahme wird als aktiv definiert, wenn ein Ventilator benötigt wird, um in einem Raum Unter- oder Überdruck zu erzeugen.
Axialventilator	Die Luft wird angesaugt und parallel zur Drehachse des Ventilators bewegt. Axial- oder Schraubenventilatoren weisen in der Regel einen höheren Luftdurchsatz auf als Radial- oder Zentrifugalventilatoren, können aber nur dann grosse Druckunterschiede erzeugen, wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Schaufeln hoch ist. Aus diesem Grund sind sie häufig geräuschvoll. Jüngste Fortschritte haben es einigen Herstellern jedoch ermöglicht, ähnliche Eigenschaften wie bei Zentrifugalventilatoren mit nur leicht höheren Geräuschpegeln zu erreichen. Diese Ventilatoren sind ausserdem sehr einfach zu installieren und kostengünstig. Axialventilatoren können sehr hohe Wirkungsgrade (bis zu 90 %) haben, sind aber sehr empfindlich in Bezug auf die Zulaufbedingungen, d. h. auf das Geschwindigkeitsprofil der Luft vor dem Ventilator.[2]

1 Quelle: Merkblatt für den Einsatz von Radonfachpersonen. www.bag.admin.ch
2 Quelle: www.energieplus-lesite.be

Glossar

Radial-/ Zentrifugalventilator	Die Luft wird parallel zur Drehachse angesaugt und durch die Zentrifugalkraft senkrecht zur Drehachse bewegt. Bei gleichem Laufraddurchmesser weisen Zentrifugalventilatoren einen geringeren Luftdurchsatz als Axialventilatoren auf, ermöglichen aber wesentlich grössere Druckunterschiede. Wenn der Durchsatz erhöht werden muss, sollte ein Doppellaufrad mit zwei Einlassöffnungen verwendet werden. Radialventilatoren gelten als geräuschärmer als Axialventilatoren.[2] Das vom Hersteller gelieferte Ventilatorgehäuse ist möglicherweise nicht vollständig luftdicht, so dass es überprüft werden sollte und gegebenenfalls entsprechende Vorkehrungen getroffen werden müssen (Verschließen von Schraubenlöchern, Abdecken von Fugen zwischen Teilen, ...).
Pilotanlage	Dabei handelt es sich um eine im Gebäude installierte vorläufige Anlage, die einige Tage lang überwacht wird, damit ihre Wirksamkeit geprüft werden kann. Wenn die Pilotanlage erfolgreich getestet wurde, kann das endgültige System installiert werden. Dieser Test wird normalerweise bei der Verwendung eines Ventilators durchgeführt.
Risikoraum	Ein Raum gilt als gefährdet, wenn er teilweise oder vollständig in Kontakt mit dem Erdreich oder mit einem Raum mit hoher Radonkonzentration steht oder wenn er teilweise natürlich ist (z. B. Keller mit natürlichem Boden oder Felswand an einem Hang).
Untergeschoss	Bereich des Gebäudes, der sich unterhalb des natürlichen Bodenniveaus befindet.
Keller	Raum, der sich im Untergeschoss eines Gebäudes befindet. Dieser Raum kann einen Boden aus natürlicher Erde haben.
Aufenthalts-/ Wohnraum	Räume, die regelmässig mehr als 15 Stunden pro Woche genutzt werden, gelten als Aufenthalts- oder Wohnräume.

↘
Dieses Projekt wurde vom Radon-Kompetenzzentrum der Fachhochschule der italienischen Schweiz (SUPSI, Università Professionale della Svizzera italiana) in Zusammenarbeit mit dem Westschweizer Zentrum für Innenluftqualität und Radon (croqAIR, Centre romand de la qualité de l'air intérieur et du radon) der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA-FR) erarbeitet und vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) finanziell unterstützt.