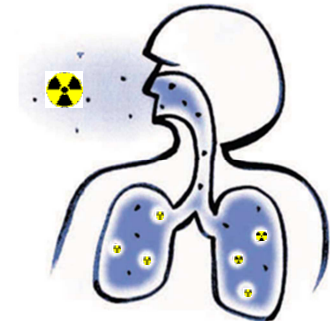
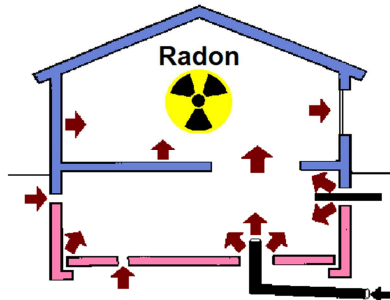


DCONex



Radon - Sanierung und Prävention



Dr. Thomas Haumann

Radon-Fachperson

Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen
Vorstand Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.

Am Ruhrstein 59, 45133 Essen
Tel: 0201 615 9862, eMail: thomas.haumann@gmx.net

RADON-SANIERUNG UND RADON-PRÄVENTION

Bundesamt für Strahlenschutz:

*„In etwa **10 Prozent** der Ein- und Zweifamilienhäuser in Deutschland wird der empfohlene Referenzwert von **100 Bq/m³** überschritten ...“*

*„Es ist ratsam, Häuser mit einer Radonbelastung **über 100 Bq/m³** zu sanieren“*

*„ ... Aus der Perspektive der durch etablierte Methoden ermittelten Kosteneffektivität ist festzustellen, dass für Deutschland allgemein die Sanierung bestehender Gebäude mit einem verpflichtenden Eingreifwert von **100 Bq/m³** mit anschließender Erfolgskontrolle die geringsten Kosten verursacht.*

Für Radon-Hochrisiko-Gebiete ist das radonsichere Bauen hingegen vorzuziehen.“

MECHANISMUS DES RADON-EINTRAGS

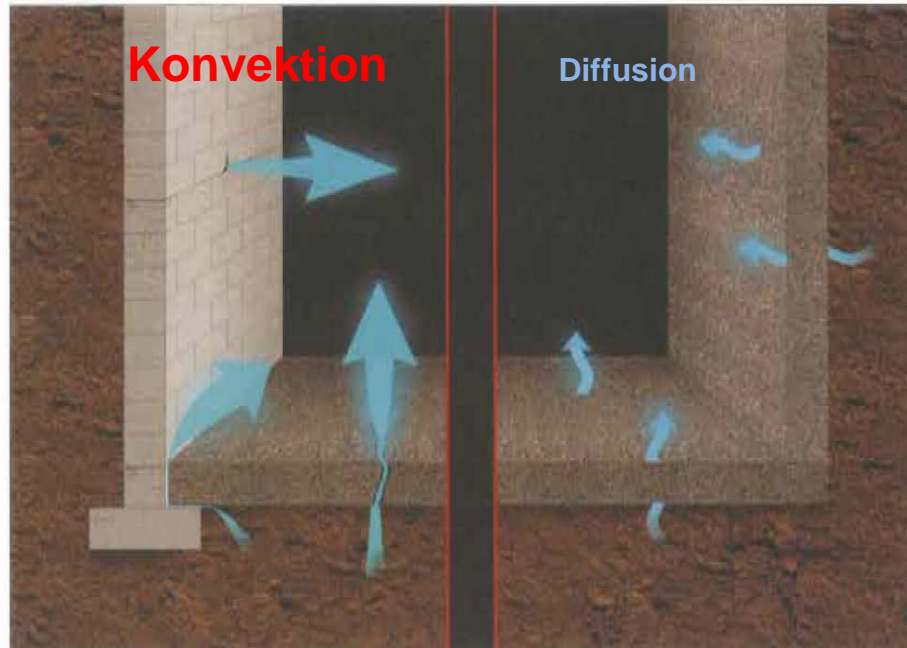


Abb. 4.1 Konvektives Eindringen von radonhaltiger Bodenluft durch Leckstellen (links) und Diffusion von Radon durch Bauteile hindurch (rechts).

Quelle: Radon-Handbuch Deutschland (BfS 2001)

MECHANISMUS DES RADON-EINTRAGS

Konvektion + Diffusion

Diffusion durch die Bodenplatte (meist nur wenig Eintrag < 10 %)

- Abhängig von der Konzentrationsdifferenz
- Abhängig von dem Diffusionskoeffizienten (Material)

Konvektion durch Risse und Löcher (meist **HAUPTPROBLEM** > 90 %)

- Abhängig von der Bodenluftkonzentration
- **Abhängig von der Druckdifferenz (Bodenluft vs. Innenraum)**

Sommer: $\Delta p = 0 - 3 \text{ Pa}$

Winter: $\Delta p = 2 - 5 (10) \text{ Pa}$

Jahresmittel: $\Delta p = 2 - 4 \text{ Pa}$

RADON-SANIERUNG IM BESTAND

Vorgehensweise und Maßnahmen bei der Radon-Sanierung:

1. Zuverlässige Bestandsaufnahme und Diagnostik
- 2. Lüftung**
- 3. Abdichtung**
- 4. Absaugung**
5. Erfolgskontrolle



RADON-SANIERUNG LÜFTUNG ---- ABDICHTUNG ---- ABSAUGUNG

Typische Radon-Leckstellen in einem Gebäude gegenüber Radon-Bodengas aus dem Erdreich sind:

- Risse und Fugen in Böden und Wänden
- Durchführungen von Kabeln, Leitungen und Leerrohren
- Abwasserrohre
- Bodenschächte und Kontrollöffnungen
- Licht- und andere Schächte in Wänden im erdberührten Bereich
- Kamine
- Keller mit Naturböden, Kies, Bruchstein, lose verlegten Ziegeln

Maßnahmen: Lüftung, außenseitige Abdichtungen mit Dichtungsbahnen unter der Fundamentplatte (Neubauten), raumseitige Dichtungsbahnen (Bestand), Kombination mit Wärmedämmung, Feuchte- und Radonsperre.

Bodenklappe im Keller



offenes Rohr im OG

LÜFTUNG

➤ Problem:

Energetische Sanierung führt in den meisten Fällen zur deutlichen Reduzierung des natürlichen Luftwechsels in Gebäuden (Infiltrationslüftung)

- Einbau neuer Fenster, Türen

Als Folge kommt es zu innenraumhygienischen Problemen durch Innenraumschadstoffe, Schimmelpilze, **Radon** und Gerüche

➤ Fazit:

In neuen und energetisch sanierten Altbauten können die Nutzer den geforderten und nötigen Luftaustausch über manuelle Fensterlüftung nicht mehr erreichen (3-4 mal Stoßlüften pro Tag reicht nicht)

Es müssen **Lüftungskonzepte** aufgestellt werden

LÜFTUNGSARTEN

Passiv (freie Lüftung)

- Fensterlüftung (manuell)
- Einbau von Fensterfalzlüftern, Lüftungsöffnungen in der Fassade
- Schachtlüftung

Aktiv (mechanische und ventilatorgesteuerte Lüftung)

- Fensterlüftung (mit Steuerung, bedarfsgeregelt mit Sensor)
- Einfache Abluftventilation (Energieverlust) - zentral oder dezentral
- Bedarfsgeregelte Abluftventilation - zentral oder dezentral
- Lüftungsanlage mit oder ohne Wärmerückgewinnung – zentral oder dezentral
- Luft-Erdwärmetauscher (Vorsicht: Besser Überdruckverfahren oder solgeführter Wärmetauscher)

LÜFTUNGSKONZEPTE

➤ **Passiv**

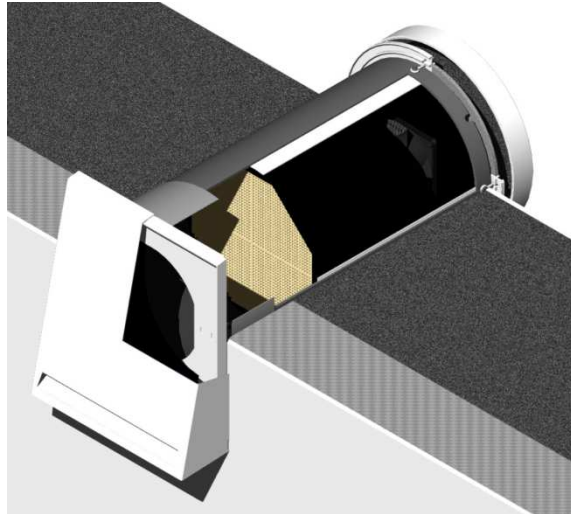
- *Fensterfalzlüfter* (auch in Kombination mit Schachtlüftung)



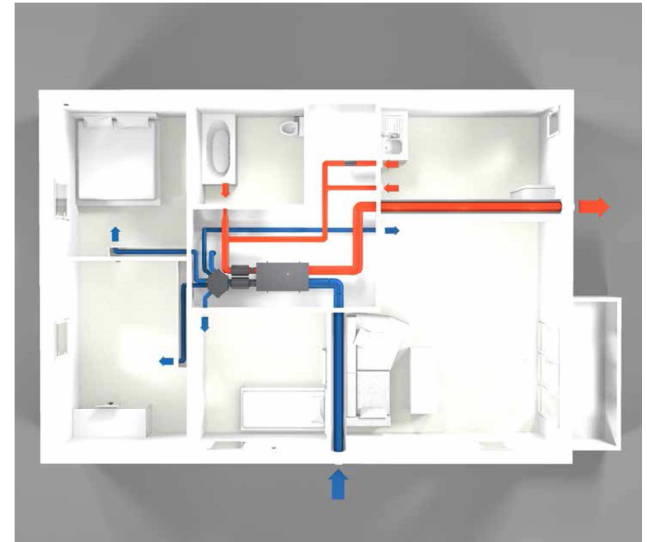
Fensterfalzlüfter
(www.regel-air.de)

LÜFTUNGSKONZEPTE

➤ **Aktiv**



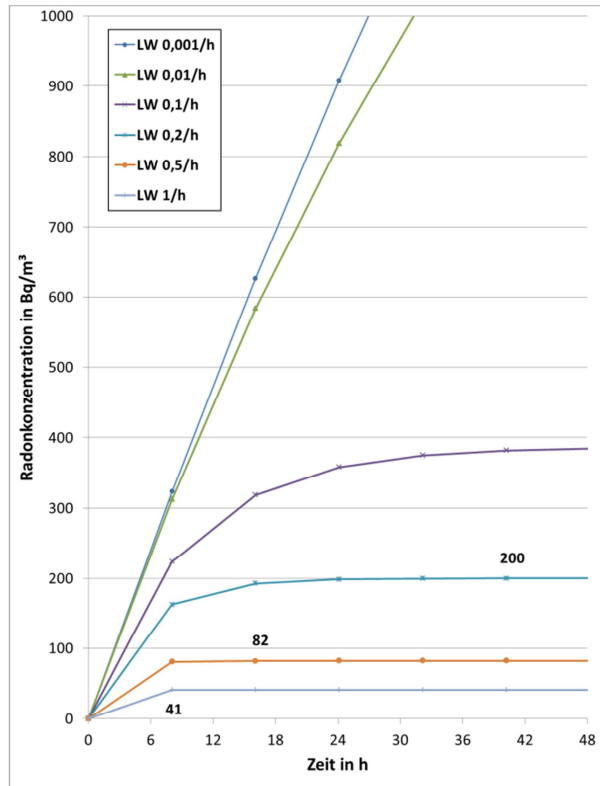
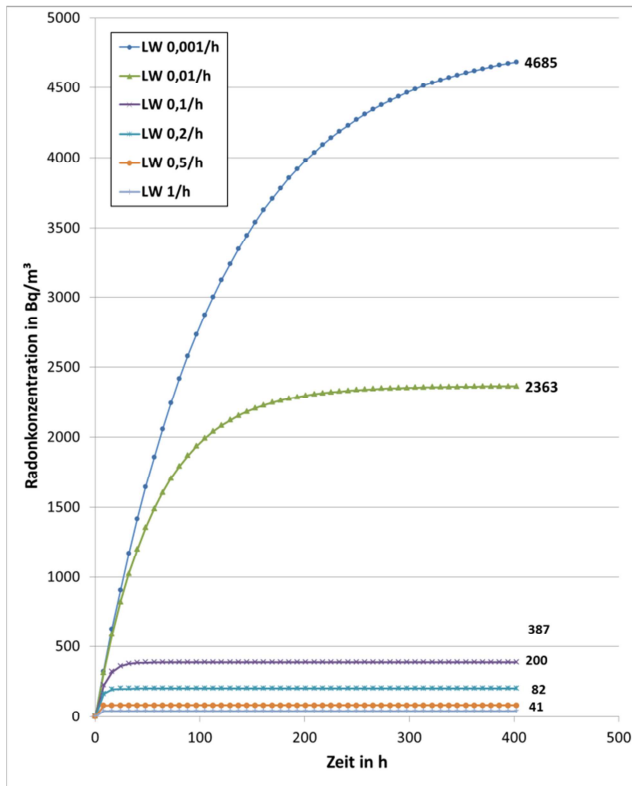
Lüftungssystem dezentral
Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung
(www.inventer.de)



Lüftungssystem zentral
Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung
(www.aereco.de)

- siehe: Anforderungen an die **Wohnungslüftung** nach DIN 1946-6:2009-5

Radonkonzentration im Raum bei konstanter Quellstärke und verschiedenen Luftwechselraten (LW)



ABDICHTUNG

Abdichtungsmaßnahmen sollen das Eindringen von Radongas z.B. aus dem Bodenbereich oder die weitere Radonausbreitung vom nicht bewohnten Kellerbereich in den Wohnbereich verhindern. Einfache Isolationsmaßnahmen sind dabei sehr hilfreich. Als solche gelten:

- Eine selbst schließende luftdichte **Kellertür** zum Hausflur/Wohnbereich
- Eine fachgerechte Abdichtung der **Durchbrüche** (z.B. Leitungen für Wasser, Strom, Heizung, Gas, Telefon)
- Eine **Abdichtung** von Installationskanälen, Luftschächten, Abwurfschächten (z.B. für Wäsche)
- Die **Abdichtung** nach innen von Kellerräumen mit Naturboden
- Das Verschließen von **sichtbaren Öffnungen**, Rissen in den erdberührenden Gebäudeteilen.

Zur vorbeugenden und nachträglichen Abdichtung werden z.B. **außenseitige Abdichtungen** mit Dichtungsbahnen unter der Fundamentplatte (Neubauten), raumseitige Dichtungsbahnen (Bestand), Kombination mit Wärmedämmung, Feuchte- und Radonsperre empfohlen.

RADON-DICHTHEIT VERSCHIEDENER MATERIALIEN

| <i>sehr gut abdichtend</i> | <i>nur hemmend oder schlecht abdichtend</i> |
|---|---|
| PE-HD-Folie, > 1 mm | Gummidichtungsbahn, 1,5 mm |
| Bitumen, 3 mm | Betonplatte (leicht, normal, polymer), 100 mm |
| Silikon-Kautschuk oder Epoxidharz, 3 mm | Betonplatte mit Epoxidharz, 55 mm |
| Polyurethanharz, 5 mm | Kunststoff-Dispersion oder -Lack, 1 mm |
| Betonschutzplatte, PEHD, 5 mm | Sandstein oder Gips, 100 mm (s. schlecht) |
| Glasschaumplatten verklebt, 60 mm | Isoliertapete Alu mit PE, 0,3 mm |
| PCC Syst. Trockenbeton, 40 mm | Leichtbeton, 100 mm (schlecht) |

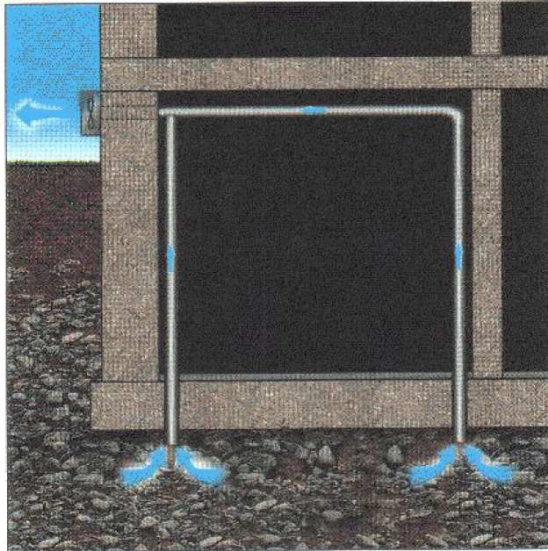
→ Großflächige Abdichtungen helfen meist nur gegen den Radon-Eintrag durch **Diffusion** und sind daher weniger effektiv

ABSAUGUNG

Falls eine ausreichende Radonreduzierung nicht über Wohnraumlüftung, Kellerbelüftung und eichfache Abdichtungen von Radon-Eintrittspfaden möglich ist

- besondere Absaugverfahren
- z.B. **Neubau**: Einbau einer Flächendrainage (Anschluss bei Bedarf)
- z.B. **Altbau**: Absaugung unter der Bodenplatte mit speziellen Radonsaugern (Beispiel Schweden)
 - Feuchte- und Radonsanierungen in bewohnten Räumen mit Grundplatte, Keller, Souterrain oder Kriechkeller
 - Bohrungen durch die Bodenplatte
 - Unterdruck (bis zu 50 Pa) mit einem Radonsauger
 - Effektive, energiesparsame und leise Radonsanierung
 - Kostenpunkt zirka 5000,- EUR (Herstellerangabe)

ABSAUGUNG



Bodenentlüftung unter der Gebäudesohle
mittels Abluftventilator oder Radonsauger
Quelle: Radon-Handbuch Deutschland (BfS)



Radonsauger zur Absaugung
der Bodenluft unter Bodenplatte
Quelle: Firma Corroventa www.corroventa.de

Praktischer Einsatz eines Radonsaugers



Abb. 1 Installationsbeispiel für einen RS 100-Radonsauger von Corroventa®

Praktischer Einsatz eines Radonsaugers

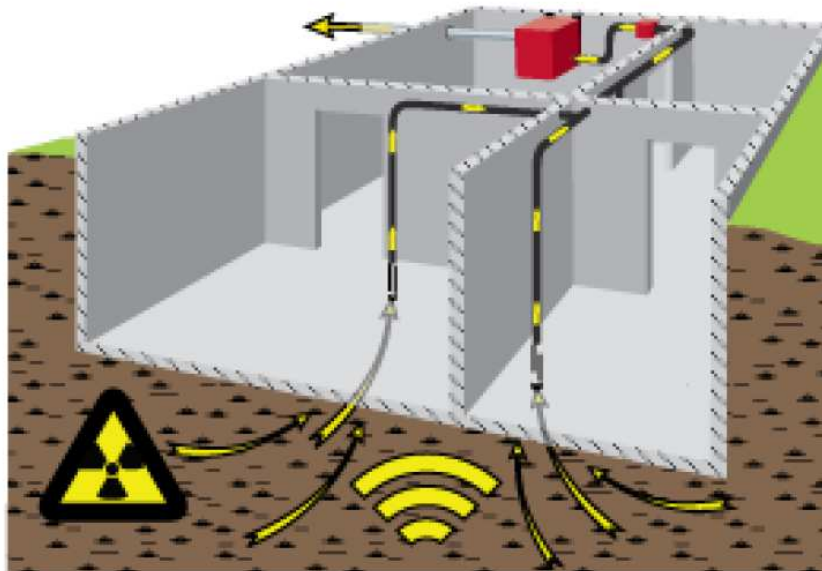


Abb. 2 *Installationskizze des Corroventa®-Radonsaugers RS 400*

Dresden, 11. Sept. 2012

6. Sächsischer Radontag - 8. Tagung Radonsicheres Bauen

Hinweis: Zur Sicherheit sollte nach Radonsanierungen immer eine kontinuierliche Überprüfung des Sanierungserfolges mit einem elektronischen Radonmonitor vorgenommen werden (z.B. mit Canary), **Bodenbeschaffenheit** spielt eine große Rolle für die konkrete Planung

RADON-PRÄVENTION

Bewertung von Radon im Erdreich (Bodengasmessungen in 1 m Tiefe)

| Klasse | Radon Bodengaskonzentration | Maßnahme bei Neubauten* |
|--------|---|--|
| | unter 20.000 Bq/m ³ | in der Regel keine weiteren Maßnahmen erforderlich |
| I | 20.000 Bq/m ³ bis 40.000 Bq/m ³ | einfache Maßnahmen und Kontrollen (Abdichtung von Durchführungen, Lüftung) |
| II | 40.000 Bq/m ³ bis 100.000 Bq/m ³ | einfache Maßnahmen und Kontrollen (Abdichtung von Durchführungen und Bodenplatte, Lüftung) |
| III | über 100.000 Bq/m ³ | Maßnahmen und Kontrollen (Radon-Flächendrainage, Abdichtung von Durchführungen und Bodenplatte, Lüftung) |

*Voraussetzungen für Klassen I bis III: **Abdichtung des Fundamentes gegen Bodenfeuchte nach DIN 18195 Teil 4**

Vorsicht: Im Bestand können auch bei **unter 20.000 Bq/m³** in der Bodenluft Raumluftkonzentrationen deutlich **über 300 Bq/m³** entstehen

RADON-PRÄVENTION

Derzeit gibt es eine Diskussion über Notwendigkeit von Bodengasmessungen / Wertigkeit von Radonkarten

Argumente:

„Bodengasmessungen sind zu **unzuverlässig** und können auf dem Baufeld sehr inhomogene Ergebnisse zeigen“

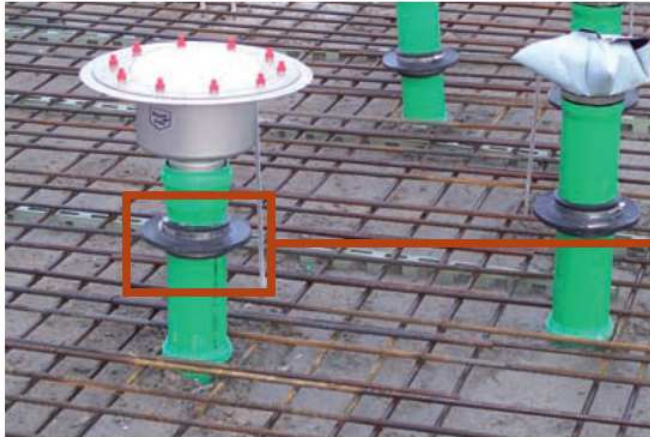
„Radonkarten können auf rein **statistischer** Basis nur einen ersten **Anhaltspunkt** für ein mögliches Radonrisiko an einem konkreten Standort liefern“

„DIN gerechtes Bauen in Form einer Abdichtung des Fundamentes gegen Bodenfeuchte nach DIN 18195 Teil **reicht** in der Regel **aus**“

„Vorsorglich sollten in kritischen Einzelfällen **Flächen-Drainagen** eingebaut werden und im Bedarfsfall aktiviert werden“

→ Schutzziel mit dem Bauherrn genau vorher abklären (300, 100 oder xx Bq/m³ ?), dann planen unter Berücksichtigung aller Parameter

Vorsorgemaßnahmen bei Neubauten



*Beispiel einer Abwasserdurchführung
bei einer Bodenplatte*



Detail der Durchführung

Quelle: Landesamt für Umwelt Bayern (<http://www.lfu.bayern.de/strahlung>)

→ Einsatz eines **Rohrdurchführungssystems (RDS)**

Vorsorgemaßnahmen bei Neubauten

Radonschutz durch Abdichtung in der Bodenplatte und Erzeugung eines Unterdruckes im Baugrund mittels Radondrainage



Quelle : Bundesamt für Strahlenschutz

FALLBEISPIELE

- 1. Radon-Problematik durch energetische Sanierung**
Probleme mit Luft-Erdwärmetauscher (Schmallenberg)
- 2. Radon-Sanierung mit Lüftungskonzept**
World Radon Solutions Database (Wohnhaus in der Schweiz)
- 3. Radon-Sanierung mit Abdichtungskonzept**
World Radon Solutions Database (Wohnhaus in Polen)
- 4. Radon-Sanierung mit Absaugkonzept**
World Radon Solutions Database (Wohnhaus in Schweden)

siehe World Radon Solutions Database

- <http://www.worldradonsolutions.info/casestudies>

FALLBEISPIEL 1 Radon-Problematik durch energetische Sanierung

| | |
|---|---|
| Objekt | Altbau Schmallenberg/Sauerland (Deutschland) Massnahmen: Umfangreiche Sanierung, Einbau neuer Fenster, Dämmung, Dach, Luft-ETW, Wohnraum im UG |
| Rn-Konz. in der Bodenluft | 35.000 bis 50.000 Bq/m ³ Klasse I bis II |
| Rn-Konz. in der Raumluft UG ohne Luft-EWT | 1500 Bq/m³ |
| Rn-Konz. in der Raumluft UG mit Luft-EWT | 200 Bq/m³ |
| Rn-Konz. in der Zuluft des Luft-EWT | 100 Bq/m³ (!) (Außenluft < 10 Bq/m ³) |
| Rn-Konz. im Bad UG unter der Badewanne | bis 15000 Bq/m³ |
| Problematik | Undichtigkeiten zum Erdreich (Tankraum/Anschlüsse Bad) zusätzlich Radon-Eintrag durch Luft-Erdwärmetauscher |

FALLBEISPIEL 1 Radon-Problematik durch energetische Sanierung



FALLBEISPIEL 1 Radon-Problematik durch energetische Sanierung



FALLBEISPIEL 1 Radon-Problematik durch energetische Sanierung



FALLBEISPIEL 1 Radon-Problematik durch energetische Sanierung



FALLBEISPIEL 2 Radon-Sanierung mit Lüftungskonzept

| | |
|--|---|
| Objekt | Wohnhaus (Schweiz) siehe World Radon Solutions Database (WRSD-CH-006) |
| Rn-Konz. in der Bodenluft | unbekannt - wahrscheinlich Klasse II oder III |
| Rn-Konz. in der Raumluft vor der Sanierung | 1200 Bq/m³ |
| Rn-Konz. in der Raumluft nach der Sanierung | 100 Bq/m³ |
| Problematik | zahlreiche konvektive Eintrittspfade |
| Sanierung | Keller-Ventilation mit leichtem Überdruck |

FALLBEISPIEL 3 Radon-Sanierung mit Abdichtungskonzept

| | |
|--|--|
| Objekt | Wohnhaus Bj. 1930 (Polen) siehe World Radon Solutions Database (WRSD-PL-001) |
| Rn-Konz. in der Bodenluft | unbekannt - wahrscheinlich Klasse III (auffällig) |
| Rn-Konz. vor Sanierung in der Kellerluft in der Raumlufte EG | 800 Bq/m³ 370 Bq/m³ |
| Rn-Konz. nach Sanierung in der Kellerluft in der Raumlufte EG | 170 Bq/m³ 120 Bq/m³ |
| Problematik | zahlreiche konvektive Eintrittspfade, Beschädigung der Bodenplatte durch bergbauliche Aktivitäten |
| Sanierung | Punktuelle Abdichtung von Rissen und anderen offensichtlichen konvektiven Eintrittspfaden zwischen Gebäudehülle und Erdreich |

FALLBEISPIEL 4 Radon-Sanierung mit Absaugkonzept

| | |
|--|---|
| Objekt | Wohnhaus Bj. 1936 (Schweden) Keller mit Ziegelwänden siehe World Radon Solutions Database (WRSD-SE-002) |
| Rn-Konz. in der Bodenluft | unbekannt - wahrscheinlich Klasse I oder II (Normalbereich) |
| Rn-Konz. vor Sanierung in der Raumluf EG | 1440 Bq/m³ |
| Rn-Konz. nach Sanierung in der Raumluf EG | 70 - 110 Bq/m³ |
| Problematik | zahlreiche konvektive Eintrittspfade, Beschädigung der Bodenplatte durch bergbauliche Aktivitäten |
| Sanierung | Bohrung durch die Bodenplatte und Absaugung der Bodenluft mit Radonsauger |

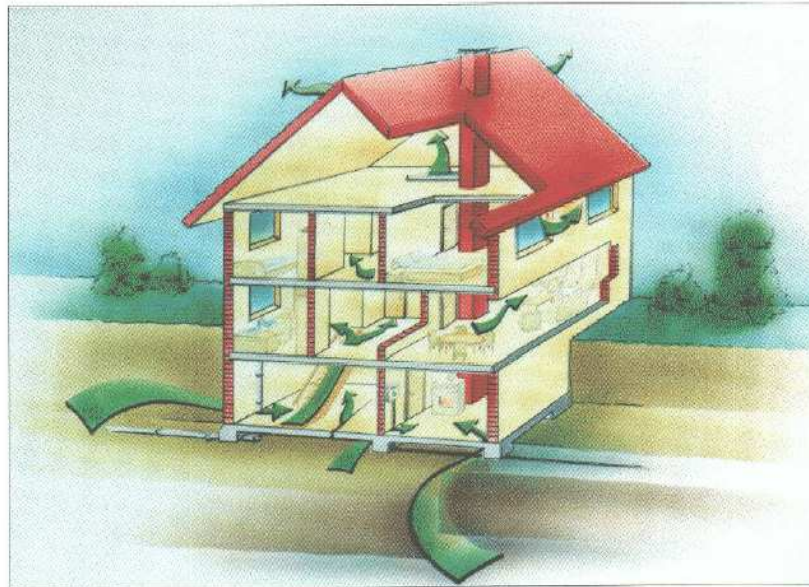


-> siehe World Radon Solutions Database <http://www.worldradonsolutions.info/casestudies>

Anlagen, Infos und Literaturhinweise



Radon-Handbuch Deutschland

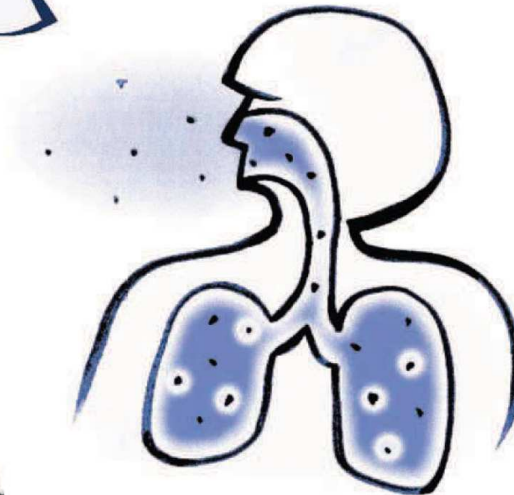


in Überarbeitung ... (frei über info@bfs.de)

WHO HANDBOOK ON INDOOR RADON



A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE



**World Health
Organization**

Broschüren

The brochure cover features a yellow house outline with a yellow and black radiation symbol (Rn) inside. Below the title, there are two images: a chest X-ray on the left and a person in a white shirt and orange hat working on the interior wall of a house under renovation on the right.

Radon

Einfluss der energetischen Sanierung

Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Energie

Bayerisches Landesamt für Umwelt

AGES

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BfG

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
Landesagentur für Umwelt

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
Agenzia provinciale per l'ambiente

The brochure cover features a green house outline with a yellow and black radiation symbol (Rn) inside. Below the title, there are two images: a chest X-ray on the left and a brick building under construction on the right.

Radon

Vorsorgemaßnahmen bei Neubauten

Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Energie

Bayerisches Landesamt für Umwelt

AGES

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BfG

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
Landesagentur für Umwelt

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
Agenzia provinciale per l'ambiente

Quelle: <http://www.lfu.bayern.de>