



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

UMWELTPOLITIK



Radon

**Merkblätter
zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnhäusern**



DAS HAT ZUKUNFT.

Radon

Merkblätter

zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnhäusern

Eine Broschüre des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit
in Zusammenarbeit
mit dem Bundesamt für Gesundheit, Schweiz
Bonn 2004

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit
Referat RS II 2
Postfach 12 06 29
53048 Bonn
Tel.: 01 888/305-2921
Fax: 01 888/305-3967
Email: hans.landfermann@bmu.bund.de

Inhalt

1. Radon - was ist das?
2. Das Gesundheitsrisiko
3. Radonvorkommen in der Bundesrepublik Deutschland
4. Wie wird Radon gemessen?
5. Bedeutung der Messwerte
6. Empfehlungen
7. Vorschläge für bauliche Maßnahmen
8. Anhang

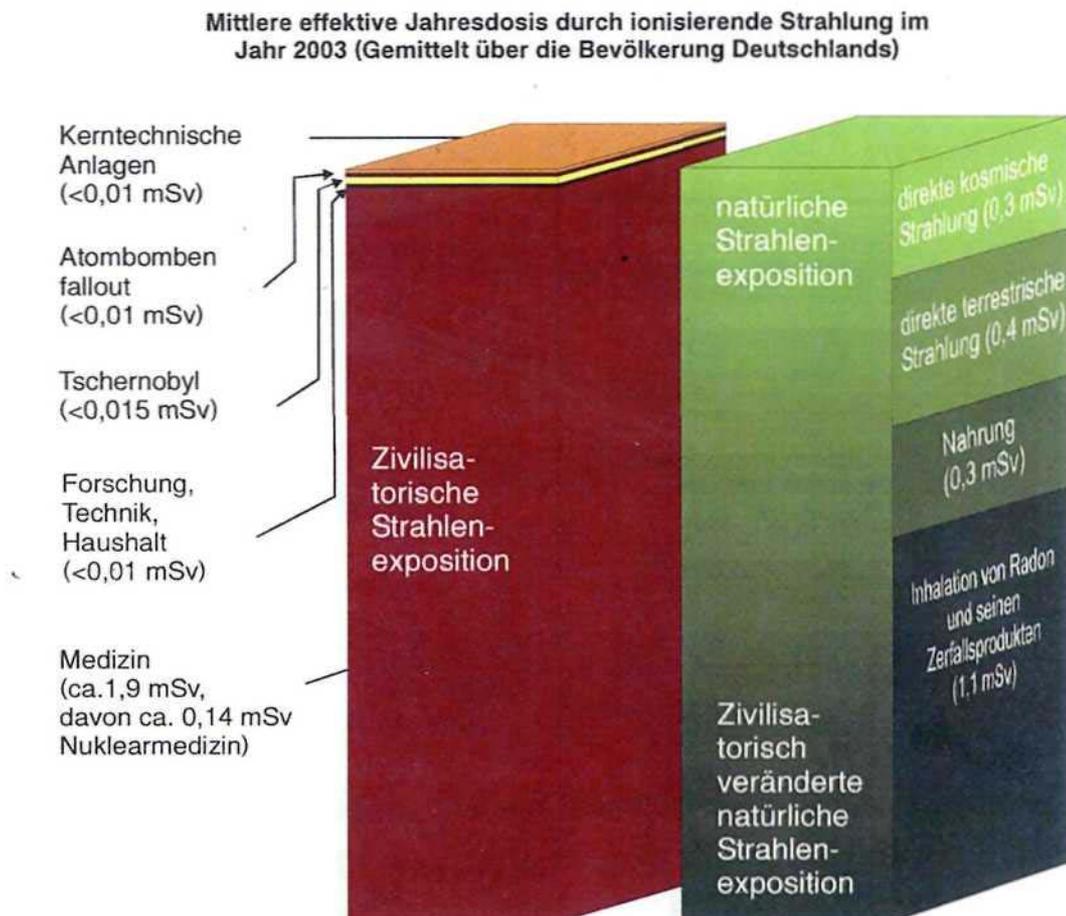
1. Radon - was ist das?

Radon ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas. Es entsteht beim radioaktiven Zerfall aus dem Radium, vor allem im Erdboden. Unter gewissen Umständen kann Radon aus dem Untergrund in Gebäude eindringen und zu einer Innenraum-Luftbelastung führen. Radon und seine radioaktiven Zerfallsprodukte gelangen dann mit der Atemluft in die Lunge und bestrahlen diese.

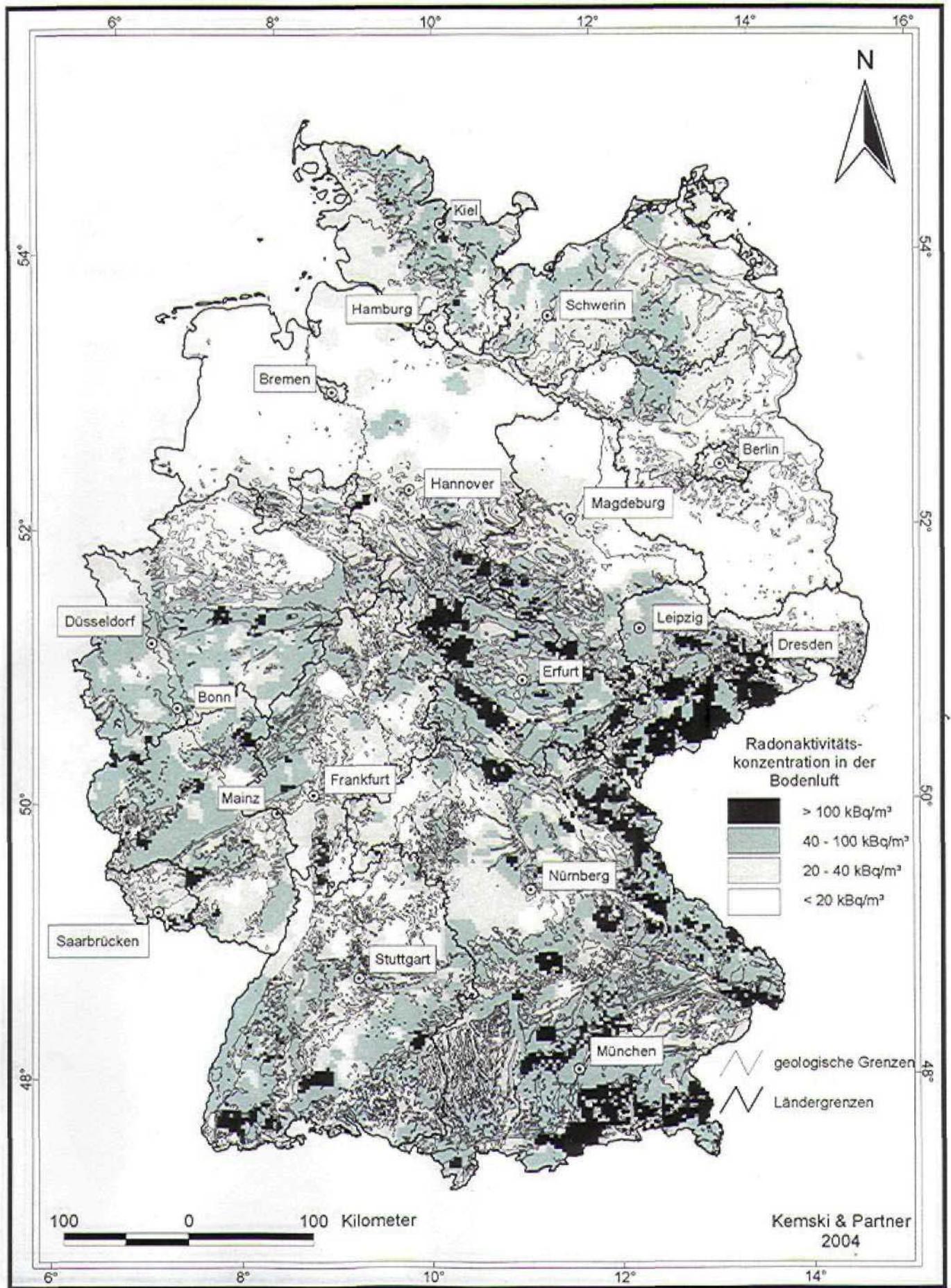
2. Das Gesundheitsrisiko

Radon mit seinen Zerfallsprodukten macht im Mittel etwa 30 % der Strahlenexposition der deutschen Bevölkerung aus. Nach aktuellen Erkenntnissen sind ca. 7 % der Lungenkrebserkrankungen dem Radon und seinen Radonfolgeprodukten anzulasten.

Radon und seine Folgeprodukte sind nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs.



Radonkonzentration im Boden in der Bundesrepublik Deutschland



3. Radonvorkommen in der Bundesrepublik Deutschland

Das Bundesumweltministerium hat bundesweit die unterschiedlichen geologischen Formationen hinsichtlich ihrer Radonkonzentration in der Bodenluft untersuchen lassen. Durch diese Untersuchungen ist die Verteilung des Radons im Boden auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland recht gut bekannt (siehe Abbildung auf Seite 4). Regionen mit hoher Belastung des Bodens sind danach im wesentlichen auf Teile von Eifel, Schwarzwald, Bayerischem Wald, Fichtelgebirge, Harz, Thüringer Wald und Erzgebirge beschränkt.

Die Radonkonzentrationen in Wohnungen variieren in Abhängigkeit von den örtlichen geologischen Bedingungen im Bereich von wenigen Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3) bis zu einigen 1.000 Bq/m^3 und erreichen in Extremfällen einige 10.000 Bq/m^3 . Der Mittelwert beträgt in Deutschland 50 Bq/m^3 . Wie hoch die Radonkonzentration in einer Wohnung ist, hängt einerseits von dem im Untergrund verfügbaren Radon ab, andererseits jedoch in sehr starkem Maße von der Durchlässigkeit des Mauerwerks des Kellers gegenüber Radon.

Klarheit schafft nur eine Messung.

4. Wie wird Radon gemessen?

Radongas kann mit einfach zu handhabenden, passiven Messgeräten (Radon-Dosimeter) in der Größe eines Yoghurtbechers gemessen werden. Eine 3-monatige Messung während der Heizperiode oder besser eine Ganzjahresmessung wird empfohlen. Gemessen wird vorzugsweise ein Wohn- und ein Schlafräum im untersten Wohngeschoss und eventuell ein Kellerraum. Radon-Dosimeter können von anerkannten Messstellen bezogen werden. Eine Liste ist im Anhang angegeben.

5. Bedeutung der Messwerte (bewohnte Räume)

Die Europäische Kommission empfiehlt, die maximale Radonkonzentration in Innenräumen durch Maßnahmen an den Gebäuden auf Werte von 200 Bq/m³ für Neubauten zu begrenzen und langfristig für Altbauten auf Werte unter 400 Bq/m³ zu reduzieren. Die Strahlenschutzkommission hat in ihrer Stellungnahme vom 14. Juli 2004 eine statistische Signifikanz des zusätzlichen Lungenrisikos durch Radon ab 150 Bq/m³ festgestellt. Es wird deshalb eine Reduzierung der Radonkonzentration in Innenräumen auf unter 100 Bq/m³ empfohlen.

| Meßwert | Empfohlene bauliche Maßnahmen |
|------------------------------|-------------------------------|
| unter 100 Bq/m ³ | keine |
| 100-400 Bq/m ³ | einfache |
| 400-1.000 Bq/m ³ | mittlere |
| über 1.000 Bq/m ³ | aufwendige |

6. Empfehlungen

Radongaskonzentration 100 - 400 Bq/m³

- Versuchen Sie mit einfachen Maßnahmen die Radongaskonzentration weiter herabzusetzen

=i> Heimwerker - Maßnahmen

Radongaskonzentration 400 -1.000 Bq/m³

- Informieren Sie sich vor geplanten baulichen Maßnahmen (Renovierung, Instandsetzungen etc.) am Gebäude über Sanierungsmöglichkeiten. Planen Sie mittelfristig Sanierungen ein.

=> Begleitende Maßnahmen bei Instandsetzungen

Radongaskonzentration über 1.000 Bq/m³

- Lassen Sie sich von Fachleuten beraten. Wohnräume mit Radongaskonzentrationen über 1.000 Bq/m³ sollten bald saniert werden.

Beauftragen Sie einen Fachmann mit der Ausarbeitung eines Sanierungsprojektes.

7. Vorschläge für bauliche Maßnahmen

Auf den folgenden Seiten sind verschiedene Maßnahmenvorschläge zur Senkung der Radongaskonzentration dargestellt.

Übersicht:

- 7.1. Beseitigen von Undichtigkeiten
- 7.2. Natürliches Entlüften
- 7.3. Mechanische Entlüftung
- 7.4. Vorsichtsmaßnahmen bei hohen Radongaskonzentration im Keller
- 7.5. Präventive Maßnahmen für Neubauten

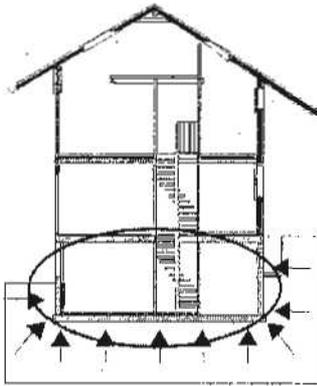
Wichtiger Hinweis:

Grundsätzlich kann die Radongaskonzentration in Wohnräumen durch vermehrtes Lüften oder Belüften gesenkt werden. Dabei erhöht sich aber der Wärmeverlust insbesondere im Winter.

Hohe Luftwechselraten zur Senkung der Radongaskonzentration **ohne** begleitende wärmetechnische Maßnahmen (Wärmedämmung, Luftdichtheit, Wärmepumpe, etc.) sind nur als provisorische Maßnahme zu empfehlen.

7.1.1 Beseitigen von Undichtigkeiten Punktueller Schwachstellen

Abdichten von Eindringstellen mit geeigneten Dichtungsmassen



Schwachstellen

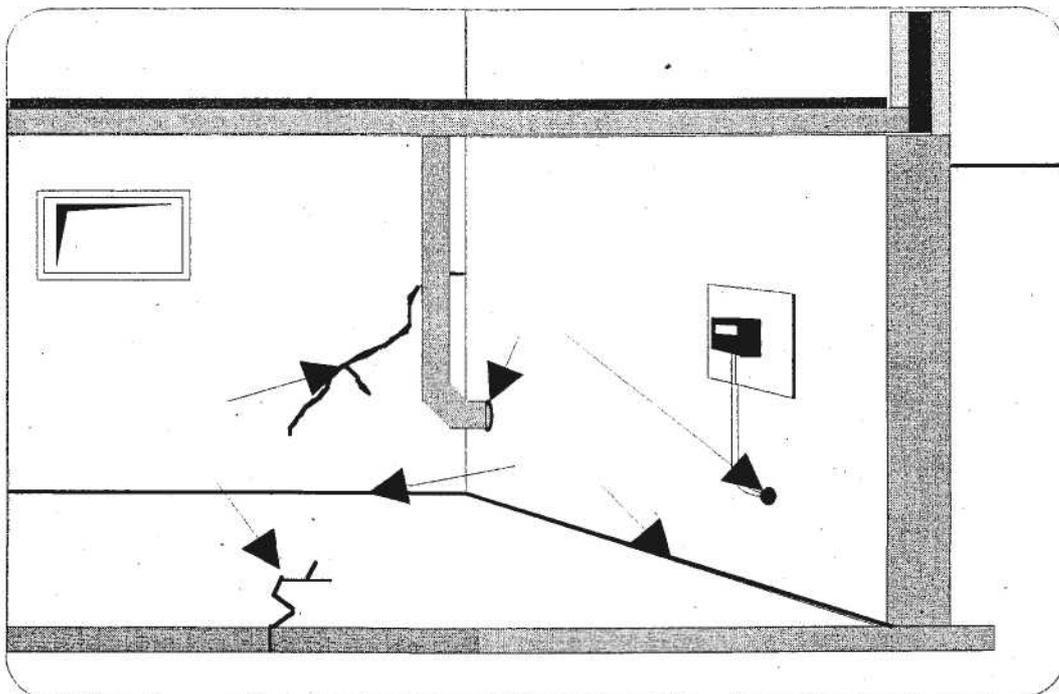
- Risse in Böden und Wänden
- Fugen (Boden - Wand)
- Rohrdurchführungen,
Leitungskanäle und -röhre

Die Oberflächen sind sorgfältig zu präparieren.

Risse und Öffnungen müssen erweitert werden, damit die Haftung des gasdichten Materials verbessert wird.

Die Verarbeitungshinweise der Dichtungsmaterialien genau befolgen,

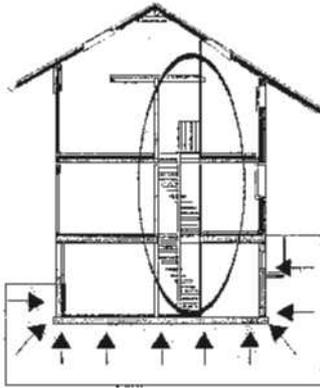
Punktueller Undichtigkeiten können von geübten Heimwerkern selber behoben werden.



7.1.2 Abdichten von Installationsschächten

Punktuelle Schwachstellen

Abdichten von Ausbreitungspfaden



Leitungsdurchführungen sorgfältig abdichten

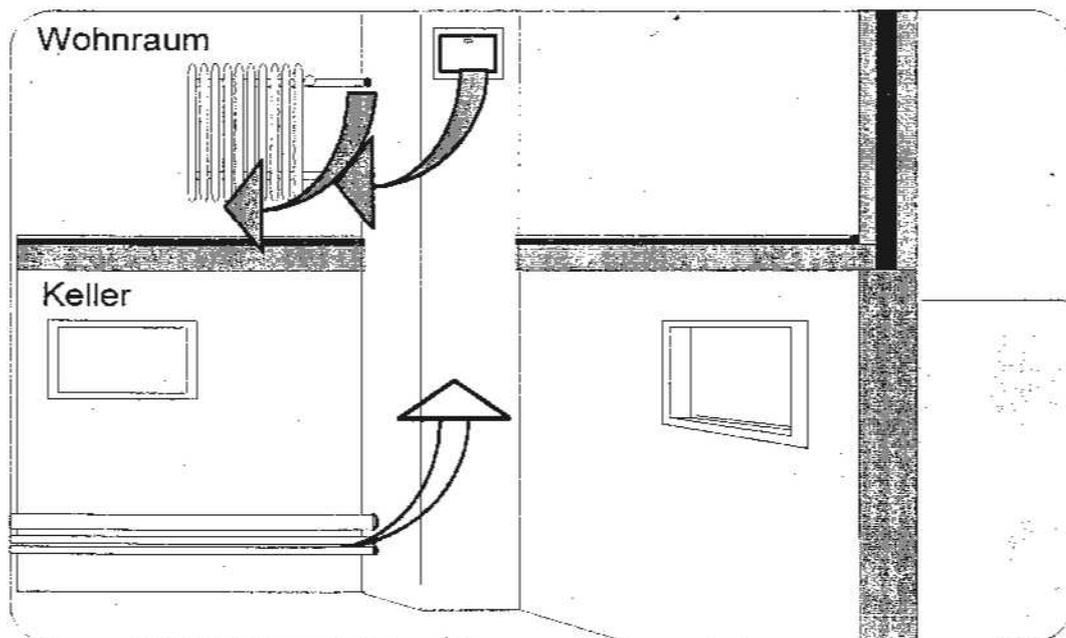
Schwachstellen

- Leitungsdurchführungen im Keller
- Leitungsdurchführungen im Wohnraum
- Kontrollöffnungen

Dichtungen an Kontrollöffnungen einbauen

Installationsschächte (Heizung, Sanitär, Elektro) können dem Radon den Weg vom Keller in die bewohnten Räume erleichtern.

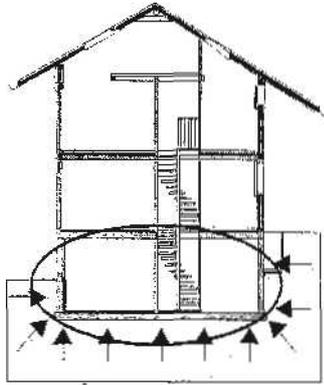
Punktuelle Undichtigkeiten können von geübten Heimwerkern selber behoben werden



7.1.3. Versiegeln von Undichtigkeiten

Flächenhafte Schwachstellen

Abdichten von Eindringstellen mit geeigneten Beschichtungsmaterialien



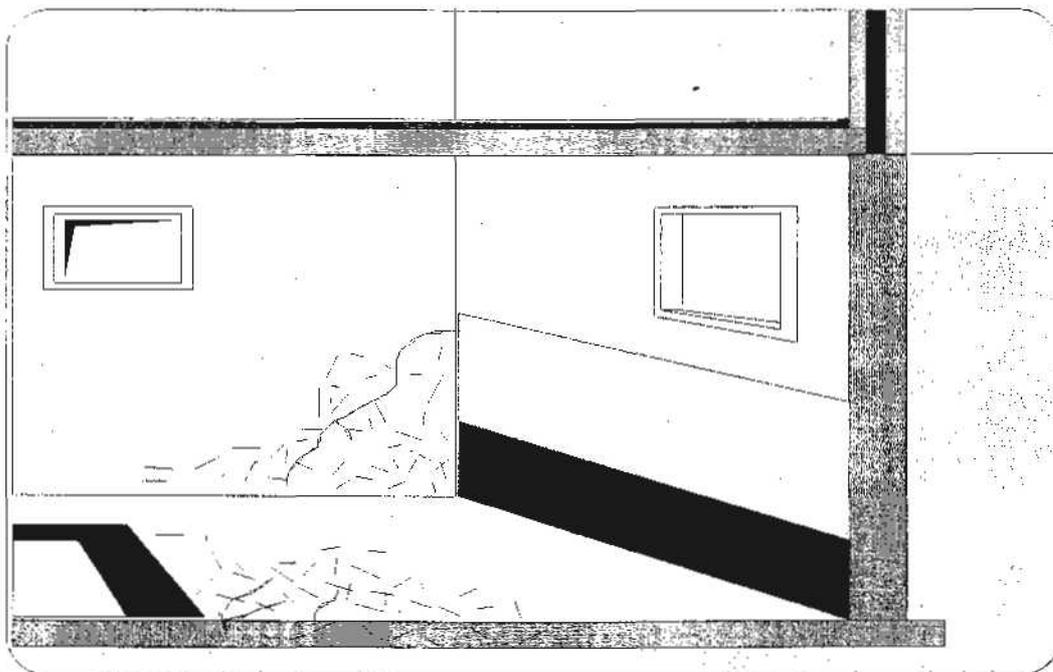
Schwachstellen

- Haarrisse in Kellerböden
- Haarrisse in Kellerwänden

Der Untergrund sollte sauber und tragfähig sein. Feuchtigkeit beachten.

Beschichtung ist gemäß den produkt-spezifischen Anwendungsvorschriften auszuführen.

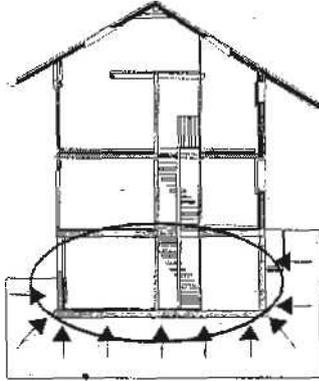
Flächenhafte Undichtigkeiten sollten von einem Fachmann behoben werden.



7.1.4 Versiegeln von Undichtigkeiten

Nachbetonieren von Naturkellerböden

Abdichten flächenhafter Eindringstellen

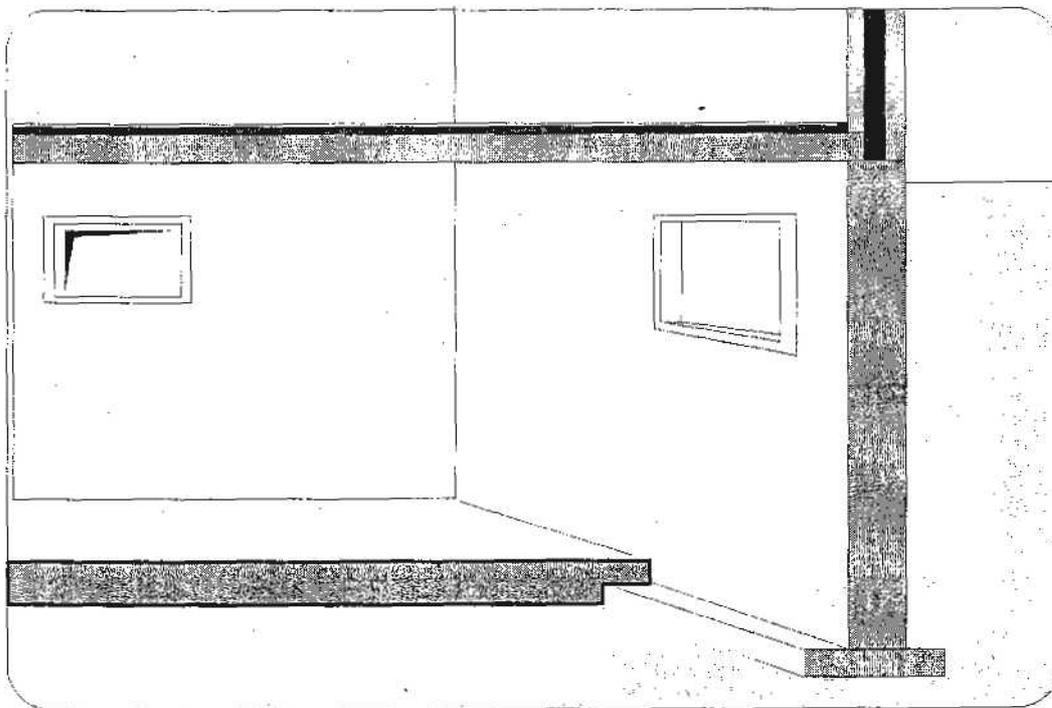


Durch das Nachbetonieren einer Bodenplatte wird dem Radon das Eindringen ins Gebäude erschwert.

Begleitende Maßnahmen sind meist notwendig, z. B. das Verlegen eines Röhrensystems (siehe 7.3.6).

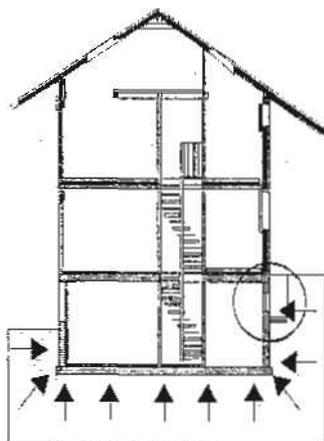
- Abschlüsse mit Fuge dichten
- Gasdichte Folie einbauen

Flächenhafte Undichtigkeiten sollten von einem Fachmann behoben werden.



7.2.1 Natürliches Entlüften

Fenster öffnen im Keller

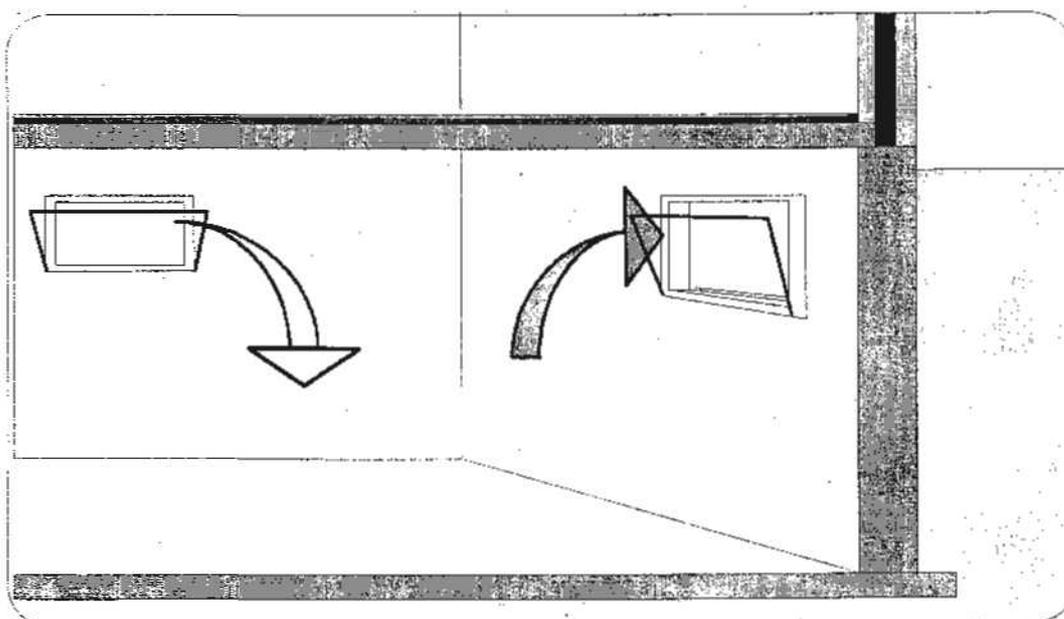


Durch Querlüften gelangt radonbelastete Luft schneller ins Freie. Da Radon im untersten Geschoss (Keller) ins Gebäude eintritt, ist in erster Linie der Keller zu lüften.

Für die Radonbelastung spielen die Druckverhältnisse im Haus eine wichtige Rolle. Die Menge des einströmenden Radons hängt stark von der Differenz zwischen Außen- und Innendruck ab. Ein Unterdruck im Haus sollte vermieden werden!

Unterdruck entsteht durch:

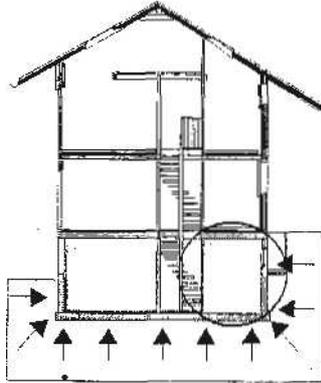
- geöffnete Fenster an der dem Wind abgekehrten Seite
- Ventilatoren in Nassräumen (WC) und in Küchen (Ablufthauben)
- thermische Auftriebe in Kaminen (offene Kamine, Öfen etc.)



7.2.2 Natürliches Entlüften

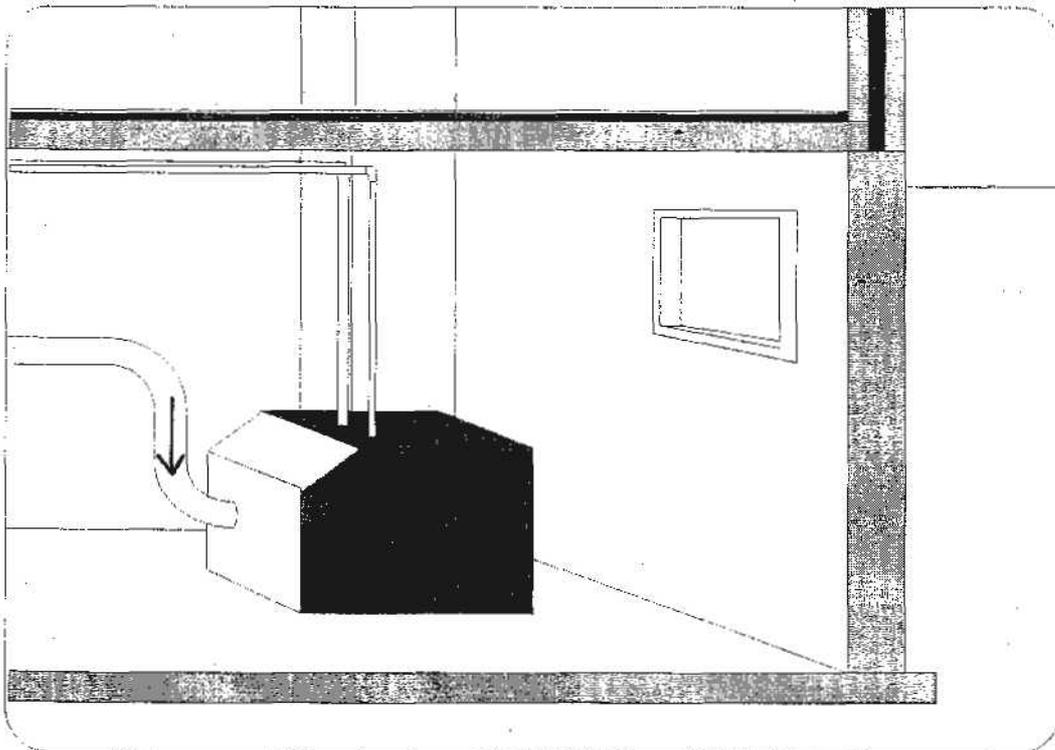
Kontrollierte Luftzufuhr

Kontrolliertes Zuführen von Außenluft verhindert große Druckunterschiede.



Bei Heizungsanlagen kann direkt eine Frischluftzufuhr zum Brenner vorgesehen werden. Dadurch kann die Sogwirkung des Kamins (Unterdruck) eingeschränkt und auch das Entweichen der warmen Raumluft verhindert werden.

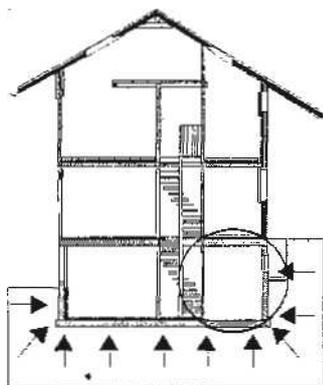
Bei einem offenen Kamin oder einem Ofen kann mit einer Frischluftzufuhr verhindert werden, dass ein Unterdruck entsteht und radonbelastete Luft in bewohnte Räume gesaugt wird. Bei Nichtgebrauch sind diese Luftkanäle gut zu schließen, um unnötige Wärmeverluste zu verhindern.



7.3.1 Mechanisches Entlüften

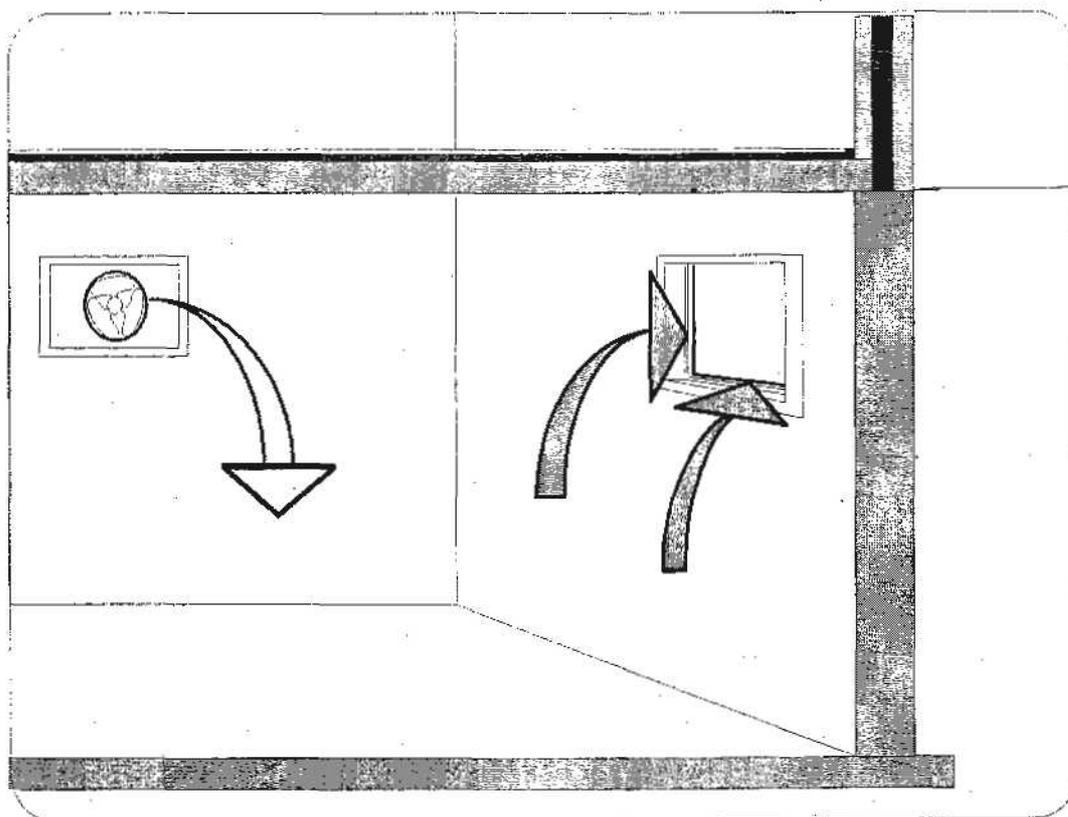
Mechanische Luftzuführung (Keller)

Einsatz eines kleinen Ventilators, der Frischluft in den Keller einbläst.



Sofern nach dem Abdichten und dem Versiegeln von Undichtigkeiten und nach der Erhöhung der natürlichen Lüftung die Radonbelastung immer noch hoch ist, ist als aufwendigste Maßnahme die mechanische Lüftung notwendig.

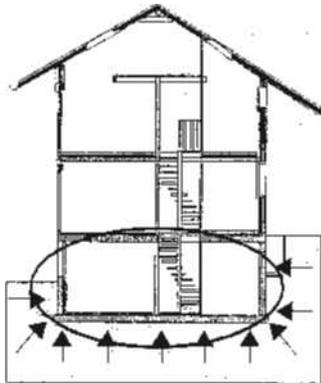
Durch das mechanische Querlüften im Keller gelangt radonbelastete Luft schneller ins Freie. Durch den erzeugten leichten Überdruck im Keller wird das Eindringen von Radon in den Keller erschwert.



7.3.2 Mechanisches Entlüften

Mechanische Lüftung Radon belasteter Kellerräume

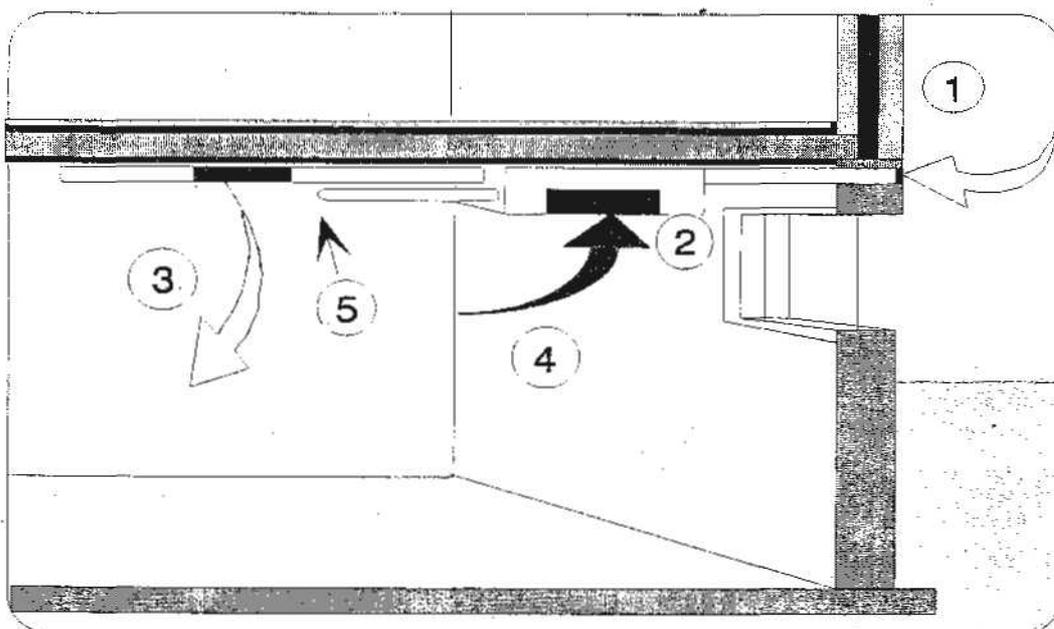
Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung



Die radonhaltige Innenluft der Kellerräume wird über ein Lüftungskanalnetz ins Freie geblasen. Mittels Wärmetauscher oder Luft-Luft-Wärmepumpe wird die Frischluft erwärmt oder gekühlt.

Es ist darauf zu achten, dass zwischen Ein- und Ausblasstelle kein Kurzschluss entsteht.

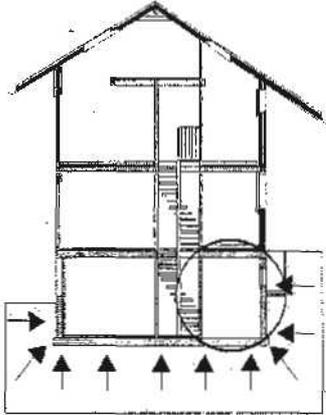
- 1 Außenluft wird angesaugt
- 2 Ventilatoren mit Wärmetauscher oder Luft-Luft-Wärmepumpe
- 3 Frischluftzufuhr in den Kellerraum
- 4 Radonbelastete Luft wird angesaugt
- 5 Die radonbelastete Luft gibt ihre Wärme an die eingesogene Frischluft ab (2) und wird ins Freie geblasen.



7.3.3 Mechanisches Entlüften

Mechanische Lüftung radonbelasteter Kellerräume

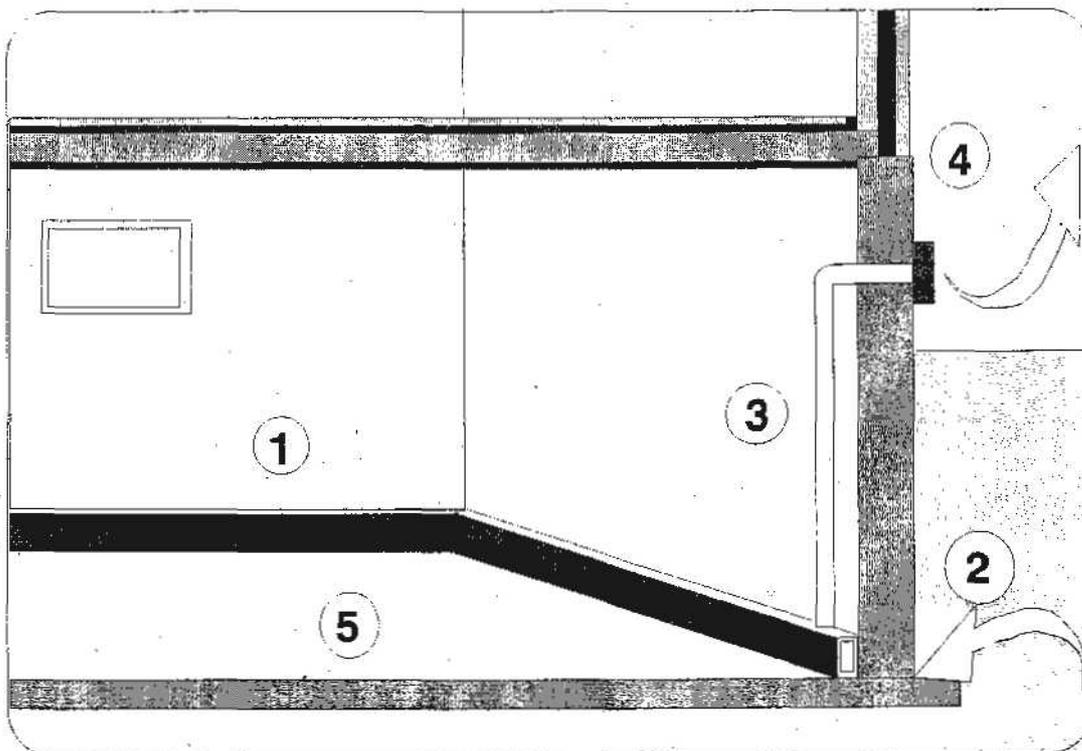
Gezieltes Abführen von eindringendem Radon.



Über linienförmige Eindringstellen (z. B. Fugen) wird ein Sammelkanal montiert. Ein kleiner Ventilator erzeugt im Kanal einen geringen Unterdruck und bläst so eindringendes Radon über einen Abluftkanal ins Freie. Der entstehende Unterdruck verhindert weitgehend, dass Kellerluft in die Wohnräume gelangt

- 1 Sammelkanal über undichten Stellen
- 2 Eindringweg von radonbelasteter Bodenluft
- 3 Abluftkanal
- 4 Abluftventilator
- 5 Dichter Kellerboden

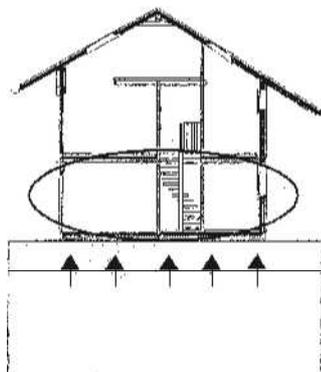
Ein Ventilator ist nicht notwendig, wenn die Abluft unter Ausnutzung des Kamineffekts über Dach ins Freie abgeleitet wird.



7.3.4 Mechanisches Entlüften

Mechanische Lüftung radonbelasteter Wohnräume

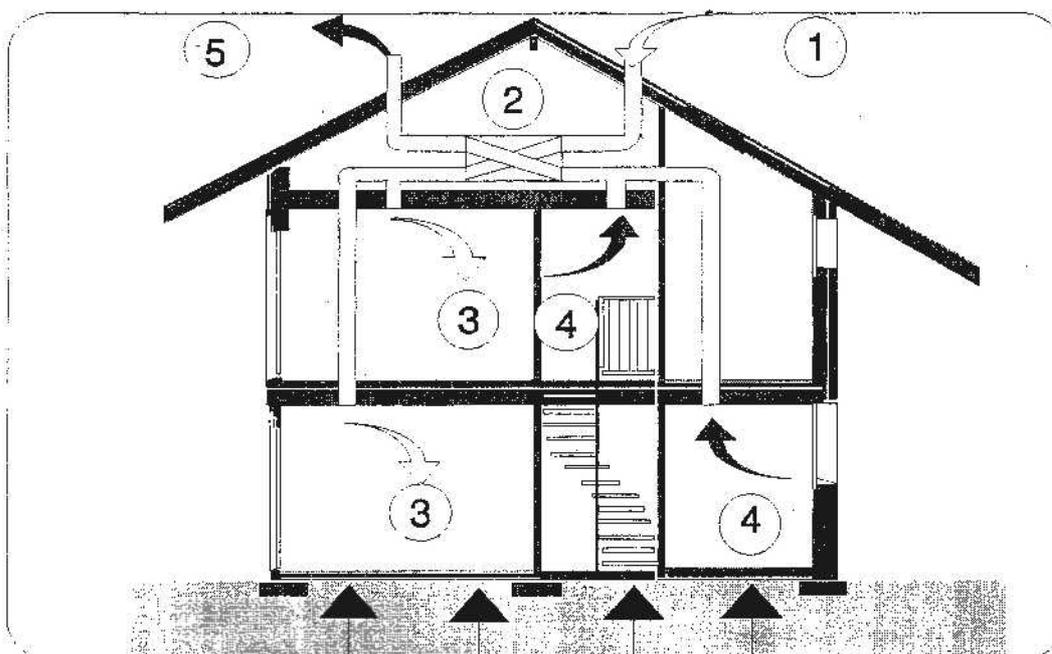
Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung



Die radonbelastete Innenluft wird über ein Lüftungskanalnetz ins Freie geblasen. Mittels Wärmetauscher oder Luft-Luft-Wärmepumpe wird die Frischluft erwärmt bzw. gekühlt.

Es ist darauf zu achten, dass sich Ein- und Ausblasstelle auf verschiedenen Gebäudeseiten befinden.

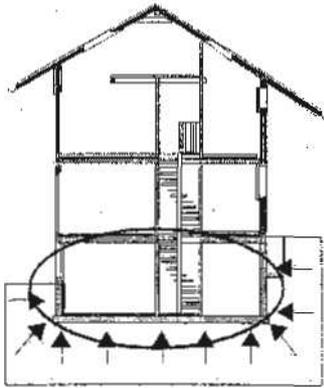
- 1 Außenluft wird angesaugt
- 2 Ventilatoren mit Wärmetauscher oder Luft-Luft-Wärmepumpe
- 3 Frischluftzufuhr in die Wohnräume
- 4 Radonbelastete Luft wird angesaugt
- 5 Die radonbelastete Luft gibt ihre Wärme an die eingesogene Frischluft ab (2) und wird ins Freie geblasen.



7.3.5 Mechanisches Entlüften

Mechanische Bodenentlüftung unter dem Gebäude

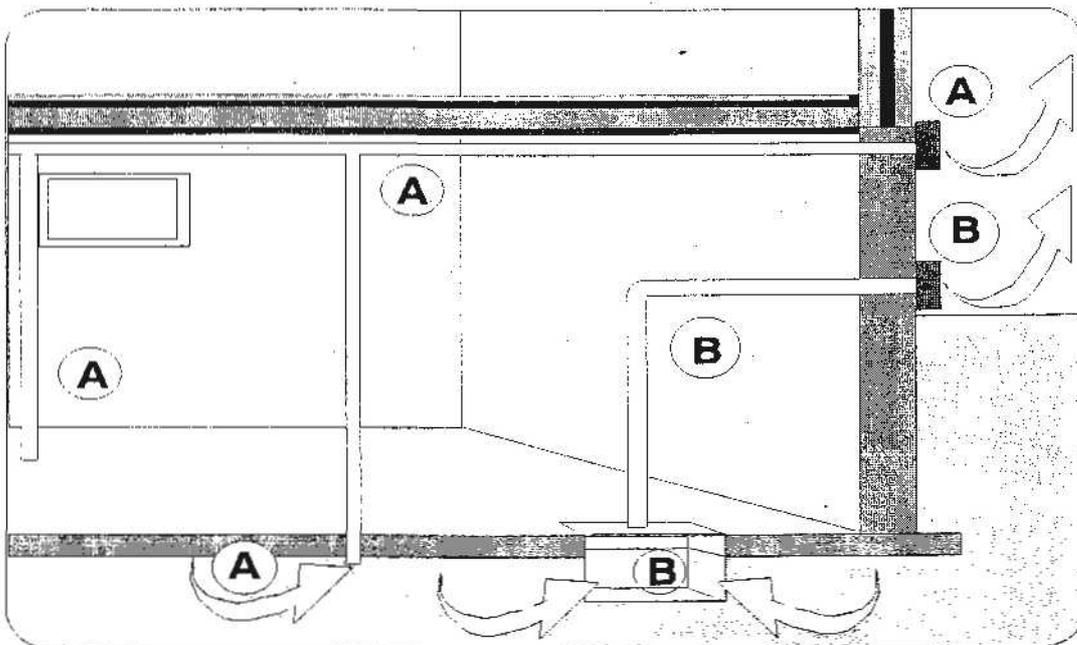
Absaugen radonhaltiger Bodenluft



Radon belastete Bodenluft wird unter dem Fundament gesammelt und ins Freie geblasen. Bei Variante A führen mehrere Rohre das Radon ins Freie, Variante B verfügt über eine zentrale Sammelkammer, die über einen Kanal entlüftet wird.

- A: Die Bodenluft wird über mehrere Rohre gesammelt und vom Ventilator ins Freie geblasen.
- B: Die Bodenluft wird in einer Kammer gesammelt und vom Ventilator über einen Abluftkanal ins Freie geblasen

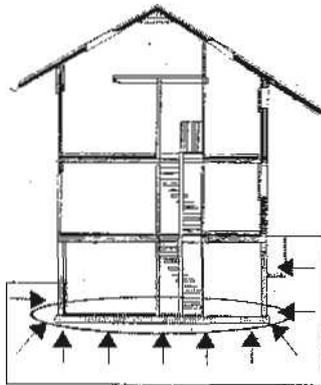
Ein Ventilator ist nicht notwendig, wenn die Abluft unter Ausnutzung des Kamineffekts über Dach ins Freie abgeleitet wird.



7.3.6 Mechanisches Entlüften

Mechanische Bodenentlüftung unter dem Gebäude

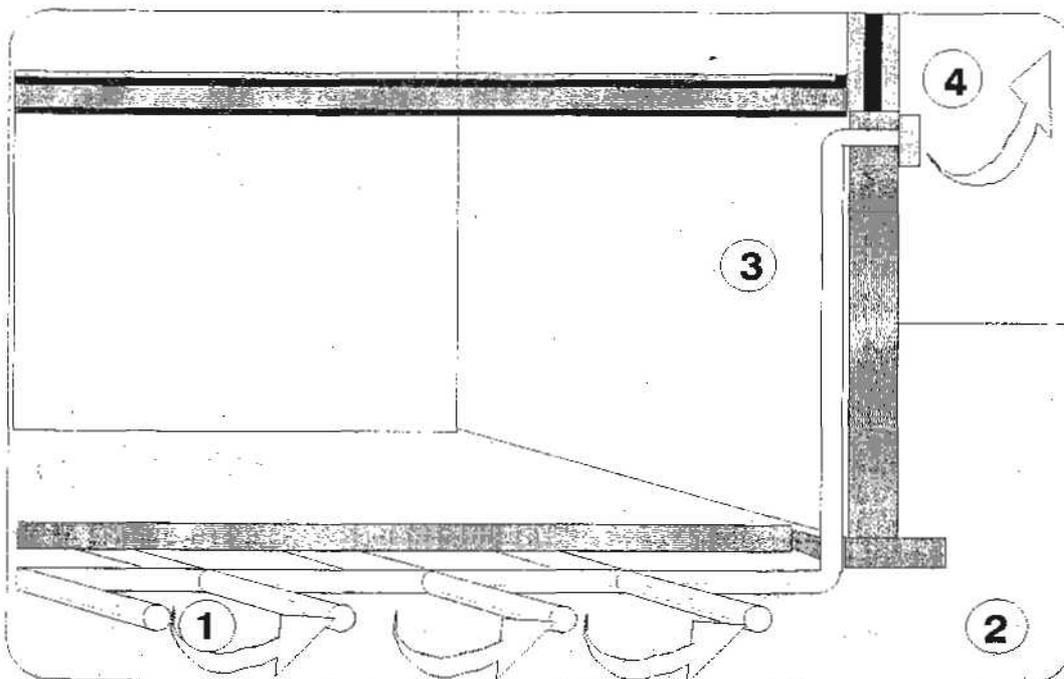
Absaugen radonhaltiger Bodenluft



Radonbelastete Bodenluft wird unter dem Fundament mit einem gelochten Röhrensystem gesammelt und ins Freie geblasen. So kann weitgehend vermieden werden, dass Radon ins Gebäude gelangt (speziell bei bewohnten Kellergeschossen)

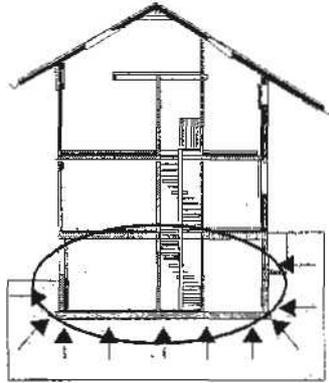
1. Röhrensystem unter der Bodenplatte
2. Durchlässiger Bauuntergrund
3. Abluftkanal
4. Ventilator

Ein Ventilator ist nicht notwendig, wenn die Abluft unter Ausnutzung des Kamineffekts über Dach ins Freie abgeleitet wird.



7.4 Vorsichtsmaßnahmen:

Keilerräume mit erhöhten Radongaskonzentrationen



In Gebäuden ohne erhöhte Radongaskonzentrationen im Wohnbereich können dennoch in Kellerräumen erhöhte Konzentrationen auftreten.

Sofern in Kellerräumen Radongaskonzentrationen über 1.000 Bq/m^3 gemessen werden, sind Vorsichtsmaßnahmen angezeigt. Unter Umständen kann eine offengelassene Kellertüre dem Radon den Weg in den Wohnraum erleichtern und zu einer Belastung führen. Türschließer u.a. können diesen Weg einfach ausschließen.

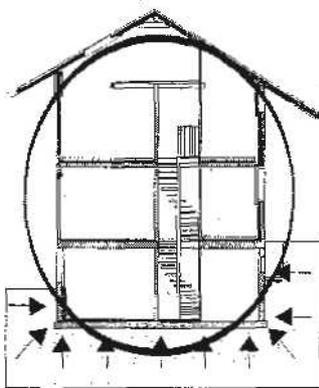
Vorsichtsmaßnahmen:

Bei Radongaskonzentrationen über 1.000 Bq/m^3 im Keller

- automatischen Türschließer montieren
- Türdichtungen einbauen
- Installationskanäle abdichten
- Keller natürlich belüften (Fenster Öffnen)
- Keller mechanisch belüften

7.5 Vorsichtsmaßnahmen:

Präventive Maßnahmen für Neubauten



In Regionen mit sehr hoher Radonkonzentration im Boden muss u. U. bei konventioneller Bauweise langfristig mit erhöhten Radongaskonzentrationen gerechnet werden. Deshalb drängen sich dort präventive Maßnahmen auf.

Präventive Maßnahmen:

1. Durchgehende Bodenplatte statt Streifenfundament
2. Mechanische Luftabführung im Unterbau (bzw. unter dem Gebäude)
3. Eventuell radondichte Folie unter die Bodenplatte bringen
4. Leitungsdurchführungen (Wasser, Elektrizität, TV, Erdsonden etc.) ins Erdreich sorgfältig abdichten eventuell oberirdisch verlegen
5. Dichte Türen zwischen Kellerräumen und Wohnräumen
6. Abgeschlossene Treppenhäuser

Die Punkte 1, 2 und 4 stellen bereits einen sehr guten Schutz gegen Radon dar.

8. Anhang

Radon-Messungen für die Bevölkerung bieten beispielsweise an:

Bundesamt für Strahlenschutz
Fachgebiet SW 1.1.2 Köpeni-
cker-Allee 120-130

10318 Berlin

Tel.: 01888/3 33-0

Universität des Saarlandes
Institut für Biophysik

66424 Homburg/Saar

Tel.: 0 68 41 /16-0

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
Hauptabteilung Sicherheit Postfach 36 40

76021 Karlsruhe

Tel.: 0 72 47/82-20 91

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Gruppe Strahlenschutzmetrologie Bundes-
allee 100

38116 Braunschweig

Tel.: 05 31/5 92-0

Radonmessungen werden darüber hinaus auch von zahlreichen privaten Firmen an-
geboten.

Nähere Informationen kann man auch über die Verbraucherzentralen erhalten.