

Die Gegenmaßnahmen

Die angeführten Gegenmaßnahmen zielen hauptsächlich darauf ab, das Eindringen von Bodenluft zu unterbinden. Die Abgabe von Radongas durch die Baumaterialien ist ein Spezialfall und wird im vorliegenden Text nicht behandelt.

Allgemein kann gesagt werden, dass die Gegenmaßnahmen, sei es nun bei der Radonvorsorge (geplantes Gebäude) oder bei einer Radonsanierung (bestehendes Gebäude mit erhöhten Radonwerten), sehr ähnlich sind. Während jedoch im Fall der Radonvorsorge, die Gegenmaßnahmen bereits vorher ganz gezielt eingeplant werden können und daher der Erfolg gesichert ist, ist die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen viel aufwendiger. Man muss die einzelnen Alternativen mit Sorgfalt abwägen und den gegebenen Umständen anpassen. Der Erfolg der getroffenen Maßnahmen und die Kosten sind schwer abschätzbar. Bei Neubauten sind die Mehrkosten bedingt durch die Radongegenmaßnahmen normalerweise gering. Auf jeden Fall sollte die Ausgangssituation eingehend bewertet werden. Nach Beendigung der Arbeiten sind entsprechende Radon-Kontrollmessungen unerlässlich.

Das Lüften

Das Lüften: Es ist nur eine provisorische Maßnahme!!

Bei leicht erhöhten Radonwerten kann vermehrtes Lüften (z.B. mehrmals am Tage kurz durchziehen lassen, offene Kellerfenster, ..) als erste Sofortmaßnahme den erwarteten Erfolg bringen. Bei höheren Werten ($> 1000 \text{ Bq/m}^3$) sind die Erfolgsaussichten nach bisheriger Erfahrung bescheiden. Ganz Fleißige schaffen es die Radonkonzentration zu halbieren. Der Aufwand und der Wärmeverlust im Winter sind jedoch erheblich. Weiters können empfindliche Personen auf Kälte oder Zugluft gereizt reagieren, sodass diese Maßnahme nur provisorischen Charakter haben kann.

1) Neubauten

Die Ausgangslage abklären

Bei Neubauten sollte man zur Standortfrage vor der eigentlichen Planung einige wichtige Punkte abklären:

- Befindet sich der Baugrund in einem Radongebiet?
- Befindet sich der Baugrund in Hanglage (auf einem Murgang, Schuttkegel mit sehr permeablen Böden), auf einer Verwerfung oder einem zerklüfteten Untergrund, auf einem heterogenen Untergrund z.B. am Rande eines früheren Flussbettes, auf Aufschüttungsmaterial, Kies- oder Sandgebiet? Zerklüftete oder sonst gut durchlässige Baugründe bergen ein erhöhtes Radonrisiko, auch außerhalb von Radongebieten. In Hanglagen können konvektive Luftströmungen im permeablen Böden vermehrt Radongas heran transportieren.
- Befindet sich der Baugrund auf lehmigen Boden? Ein lehmiger Boden ist normalerweise radonundurchlässig. Wird jedoch beim Bau des Hauses eine wenig durchlässige Deckschicht z.B. aus Lehm durchstoßen, kann dies zu Radonproblemen führen.
- Bodenfrostzeitraum. Je länger der Boden gefroren bleibt, um so größer ist die potentielle Radongefahr.
- Wurden beim Nachbar erhöhte Radonwerte festgestellt?

Die Radonmessung im Boden

Es ist nicht möglich, die Radongaskonzentration in einem bestehenden Gebäude oder einem zukünftigen Neubau auf Grund von Bauweise und Baugrunduntersuchungen mit Sicherheit vorauszusagen. Messungen im Rahmen der Aushubarbeiten beim Bau des Hauses sind nicht zuverlässig, da die Verhältnisse im Boden verändert werden. Auf Grund unserer derzeitigen Erfahrungen, wurde in Südtirol bisher für den Einzelfall keine „brauchbare“ Korrelation, zwischen den im Boden gemessenen und den in bestehenden Häusern ermittelten Radonkonzentrationen gefunden. Wenn einerseits festgestellt werden konnte, dass bereits ab einer Radonkonzentration von ca. 10.000 Bq/m³ im Boden, in den Häusern (auch bei Neubauten) relativ hohe Radonwerte auftreten können, wurden andererseits Gebiete mit gleich hohen oder höheren Radonkonzentrationen im Erdreich gefunden, die aber auf Grund der Radon-indoor-Messungen nicht als Radongebiete hervorgehen. Weiters muss gesagt werden, dass in Südtirol die Radonkonzentration im Boden durchschnittlich eher über 10.000 Bq/m³ liegt. Würde man daher diesen Wert als einziges Entscheidungskriterium heranziehen, müsste man in nahezu ganz Südtirol Radongegenmaßnahmen anwenden.

Beim derzeitigen Wissensstand kann daher gesagt werden, dass fast in ganz Südtirol eine gewisse Vorsicht gegenüber dem Radonproblem geboten ist. In den Radongebieten (siehe RADONKARTE) ist diese jedoch unerlässlich.

Die Projektierung des Neubaus

Viele Entscheidungen die noch in der Projektphase getroffen werden, können die mögliche Radonbelastung steigern oder verringern. Die wichtigsten Faktoren sind:

a) Die Baustoffwahl: Beton, Ziegel, Holz, Stein, usw.. Im Fundamentbereich garantiert Beton normalerweise auf Dauer eine größere Radondichtheit als andere Baustoffe (z.B. Hohlziegel). Im oberen Bereich ist die Baustoffwahl weniger kritisch. Die Alterungsbeständigkeit der Materialien ist insbesondere bei den Abdichtungsmaßnahmen von entscheidender Bedeutung.

b) Die Projektierung und Zweckbestimmung der Räume: Normalerweise sind vor allem jene Räume vom Radonproblem betroffen, die direkten Bodenkontakt aufweisen, speziell in Hanglagen (Aufschüttungsgebiete). Betroffen sind aber auch Erdgeschosswohnungen, die unterkellert sind. Es wäre daher auf jeden Fall günstig, auf die Verwendung von Räumlichkeiten im Tiefparterre und im Kellerbereich für dauernde Wohnzwecke (Aufenthaltsraum, Schlafzimmer) zu verzichten. Sind hingegen im Keller oder Parterrebereich Garagen oder Lagerhallen geplant die dauernd offen stehen, bieten diese für die darüberliegenden Räume einen wirksamen Schutz. Auch ein belüfteter Kriechkeller (vespaio), wie früher üblich, ist diesbezüglich sehr wirksam. Allgemein kann man sagen, dass sämtliche Maßnahmen, die darauf abzielen die bewohnten Räumlichkeiten vom Erdboden abzutrennen, dem Radonschutz dienlich sind.

c) Stiegenhäuser, Lifte, Schächte, Leitungen, Kamine: Diese so planen, dass keine Transportkanäle für das Radon in den Wohnbereich entstehen. Offene Treppenhäuser bis ins Untergeschoss sollten vermieden werden. Kellertreppen sollten an mindestens einem Ort mit einer dichten Türe verschließbar sein. Noch besser wäre ein externer Zugang zum Keller, besonders wenn es sich um einen Keller mit Naturboden handelt. Vorsicht bei den Abflüssen. Auch durch die Plastikröhren der Elektroleitungen und sämtlichen Durchbohrungen für andere Rohrleitungen, kann sich das Radongas im ganzen Haus ausbreiten. Sie müssen sorgfältig unter Verwendung von dauerelastischen Dichtungsmassen abgedichtet werden.

d) Die Zuleitungen vom Boden her: Jede Durchdringung der Bauteile gegen das Erdreich hin, stellt eine potentielle Leckstelle für Radongas dar. Die Wasser Zu- und Ableitungen, die Gasleitungen, die Heizölzuleitungen von unterirdischen Tanks (Heizöl, Regenwasserspeicher) usw. sollten wenn möglich ausserhalb des Bodens durch die Wände zugeführt werden. Oft besteht die Möglichkeit gezielt für eine Belüftung von oben zu sorgen (Kieshinterfüllung, Sikkerplatten). Die Kanalisation sollte den Kellerboden an möglichst wenigen Stellen durchstoßen. Die Auffüllungen der Aushubkanäle für die Kanalisationsleitungen mit Erdreich stellen oft ein Radonsammelsystem dar. Das Kanalisationsprojekt sollte deshalb möglichst wenige, unverzweigte Kanalisationsleitungen unter der Gebäudesohle vorsehen.

e) Wärmeschutz und Isolation: Ein Gebäude sollte über eine Wärmedämmschicht einerseits und über eine Luftdichtigkeitsschicht andererseits verfügen, welche den Nutzraum als geschlossenen Körper umschließen (insbesondere zwischen beheizten und unbeheizten Räumen). Bei der Außenisolation von Alt- und Neubauten ist Vorsicht geboten. Wenn der Isolationsmantel in den Boden eindringt, kann Radongas über die Zwischenräume der Isolation bis in die oberen Stockwerke gelangen. Man sollte daher die

Isolationsschicht über dem Erdboden an einer Stelle entweder unterbrechen oder vollkommen abdichten.

f) Das Lüftungskonzept: Dieses so planen, dass im Erd- und Untergeschoss ein Unterdruck möglichst vermieden wird. Dieser Unterdruck wird verstärkt durch: Geöffnete Fenster an der dem Wind abgekehrten Seite, Ventilatoren in Nassräumen und Küchen (Ablufthauben), thermische Auftriebe in Kaminen bei fehlender oder zu geringer Frischluftzufuhr.

g) Die Heizungsart: Fußbodenheizung, Holzöfen, Heizung mit Radiatoren, Klimaanlage mit Zwangsbelüftung. Eine Fußbodenheizung erfordert eine besondere Dichtheit der Böden (durch die Erwärmung dehnen sich die Risse im Boden). Holzöfen ohne Außenluftzufuhr erzeugen eine zusätzliche Sogwirkung. Ein automatischer Luftaustausch durch eine Klimaanlage vermindert normalerweise das Radonproblem.

h) Die natürliche Unterlüftung: Auch die im Boden enthaltene und dort mit Radongas angereicherte Luft war ursprünglich Außenluft. Sie wird ständig erneuert und ausgetauscht. Es lohnt sich, diesen natürlichen Austausch außerhalb der erdberührenden Wände und Böden zu begünstigen z.B. indem die rel. durchlässige Planierschicht unter der Fundamentplatte gezielt mit der ebenfalls durchlässigen Seitenhinterfüllung (z.B. Schotter) verbunden wird, erneuert sich die Bodenluft unter dem Gebäude rascher und die Radonkonzentration wird verringert.

Eine radondichte Bodenkonstruktion beim Neubau

Die Erfahrungen auf diesem Gebiet sind noch nicht ausreichend, um definitive Anleitungen angeben zu können. Die folgenden Radonvorsorgemaßnahmen für Radongebiete zeigen nur das Prinzip und sind Vorschläge, die von Fachleuten aus dem Bausektor weiter ausgearbeitet werden sollten, mit dem Ziel, nach Möglichkeit, am Ende auch zu einer allgemeinen Bauvorschrift zu gelangen. Die wichtigste Vorsorgemaßnahme bei Neubauten besteht auf jeden Fall darin, eine dauerhaft dichte Bodenkonstruktion zu wählen. Es gibt diesbezüglich mehrere Möglichkeiten:

a) Die durchgehende Betonfundamentplatte: In Radongebieten sollte im horizontalen Erdbodenbereich auf der gesamten Oberfläche eine durchgehende Betonfundamentplatte (Dicke ca. 30 cm mit Eisenarmierung) eingelegt werden. Im gesamten vertikalen unterirdischen Bereich sollten die Seitenwände aus Beton (Dicke ca. 30 cm) errichtet werden, wobei auf die Dichtheit der Verbindungsstelle zwischen Boden und Wand besonders geachtet werden muss. Von ganz entscheidender Bedeutung ist aber, dass sämtliche Durchführungen (Kanäle, Rohre, Schächte, usw.) in der Betonfundamentplatte entweder vermieden, oder wenn nicht anders möglich, unbedingt mit größter Sorgfalt (z.B. dauerelastische Dichtungsmassen oder besser mit Isolierflanschen) abgedichtet werden. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen: „Die ganze Radonvorsorge steht und fällt mit der sorgfältigen Ausführung der Abdichtungsmaßnahmen.“. Zusätzlich kann empfohlen werden, die Betonfundamentplatte auf einer armierten Betonschicht zu errichten und dazwischen eine geeignete Isolationsschicht einzulegen. Ob diesbezüglich absolut dichte aber teure Isolierfolien, wie sie z.B. beim Abdichten von Mülldeponien Verwendung finden notwendig sind, oder ob ein einfacher Feuchtigkeitsschutz (mit Heißbitumen gefugte Bitumenfolien oder einfache dicht verlegte Kunststoffbahnen usw.) ausreichend ist, ist noch nicht ganz abgeklärt. Nach bisherigen Erfahrungen in der Schweiz, scheint die zweite Variante ausreichend zu sein.

Wenn man sich für die Isolierfolie entscheidet, sollte diese auf eine glatte armierte, ausreichend stabile Betonschicht gelegt werden, darüber die durchgehende Betonfundamentplatte und nachdem der Kellerbereich errichtet wurde, diese auch an den Außenwänden hochgezogen werden. Die Folien müssen mit besonderer Sorgfalt (ev. zwischen zwei Fließschichten) verlegt werden, alle Verbindungsstellen müssen unbedingt dicht, ohne Spalten, Risse usw. verschweißt oder verklebt werden. In Gegenden, wo eine besonders hohe Radonbelastung zu erwarten ist, besteht auch die Möglichkeit unter die Betonfundamentplatte eine horizontale Kiesschüttung (mit Drainagerohren) zu legen und diese mit einer seitlichen, vertikalen Kiesschüttung rund um den gesamten Kellerbereich des Hauses, zu verbinden. Die Außenwände sollten auf jeden Fall vertikal mit Kunststofffolien beschichtet werden. Die Kiesschüttungen haben den Vorteil, dass das Radongas auf natürliche Weise seitlich entweichen kann. Die vertikale Kiesschüttung ist auch als Feuchtigkeitsschutz auf jeden Fall zu empfehlen. Aber auch die horizontale Kiesschüttung bietet einen weiteren Vorteil: Sollte sich nach Jahren, infolge Alterung der Baumaterialien, herausstellen, dass trotzdem Radon ins Haus eindringt, hat man bereits alle Voraussetzungen für den nachträglichen Einbau einer Unterbodenbelüftung geschaffen (siehe weiter im Text, Punkt 3e). Aus statischen Gründen (Belastung der Platte und daraus resultierende Rissbildung) ist die durchgehende Betonfundamentplatte eher für kleinere Bauten üblich.



Abbildung 18) Die durchgehende Betonfundamentplatte

b) Gegenmaßnahmen bei Streifen- oder Einzelfundamenten: In einem Radongebiet sind bei kleineren Gebäuden durchgehende Betonfundamentplatten den Streifen- oder Einzelfundamenten vorzuziehen.

Sollten diese trotzdem verwendet werden, müssen sämtliche Isolationsmaßnahmen mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden. Ein möglichst durchgehender Betonboden mit absolut dicht verlegten Isolierfolien, die auch an den Innenwänden (nach Möglichkeit ca. 0,5m) hochgezogen werden, ist unerlässlich. Auf jeden Fall zu empfehlen sind bei Streifenfundamenten die horizontale und vertikale Kiesschüttung und der zusätzliche Einbau von Drainagerohren zur Bodenbelüftung. Die Kiesschüttung und die Drainagerohre

können entweder direkt auf den verdichteten Erdboden oder bei sehr permeablen Böden zur Abdichtung gegen den Unterboden auf eine Magerbetonschicht gelegt werden.



Abbildung 19) Gegenmaßnahmen bei Streifenfundamenten. Prinzip der Verlegung von Drainagerohren im Fundamentbereich eingebettet in eine Kiesschicht.

Die zweite Variante hat den Vorteil, dass bei besonders permeablen Böden leichter ein Unterdruck aufgebaut werden kann. Die Drainagerohre werden schlingenförmig in der horizontalen Kiesschüttung eingebettet und mit einer Sammelrohrleitung verbunden (siehe Bild 20). Die Schotterschicht kann auch einige seitliche Öffnungen nach draußen aufweisen, durch die Frischluft nachströmt (diese sollte aber im Bedarfsfall verschließbar sein!). Bei Frischluftzufuhr muss auf eine ausreichende thermische Isolation des Bodens geachtet werden. Das Sammelrohr kann entweder direkt nach draußen oder im Hausinneren bis zum Dach geführt werden. Auf diese Weise entsteht ein natürlicher Sog, der das Radongas ins Freie entweichen läßt (natürliche Bodenbelüftung). Sollte dies nicht ausreichen, kann die Saugleistung mit einem kleinen Ventilator verstärkt werden (in diesem Fall kann es günstiger sein, die seitlichen Öffnungen zur Kiesschicht zu schließen. Die bessere Variante wird durch Nachkontrollen ermittelt). Bezüglich der Sammelrohrleitung zum Dach ist unbedingt darauf zu achten, dass diese nicht im Freien entlang der Hausmauer geführt wird (anderenfalls einen Wasserabscheider vorsehen!). Die aus dem Boden abgesaugte Luft ist sehr feucht und im Winter würde das Rohr völlig vereisen und damit verstopfen. Auch im Innern sollte daher darauf geachtet werden, dass die Leitungen überall steigend eingebaut werden. So kann eventuell entstehendes Kondenswasser zurück in den Boden fließen. Sollte das nicht möglich sein sind andere Abflussmöglichkeiten zu schaffen.



Abbildung 20) Gegenmaßnahmen bei Streifenfundamenten. Realisierung der Verlegung von Drainagerohren im Fundamentbereich eingebettet in eine Kiesschicht.

c) Die Isolierung zwischen Untergeschoss und Erdgeschoss: Auch in thermischer Hinsicht ist es vorteilhaft zwischen Untergeschoss und Erdgeschoss, bzw. Hochparterre eine weitere Abdichtung vorzusehen (z.B. mit Isolierfolien). Falls die Möglichkeit besteht, sollte, wie früher üblich, ein belüfteter Kriechkeller (vespaio) errichtet werden. Dieser bietet einen idealen Radonschutz. Außerhalb der Radongebiete dürfte es nach jetziger Einschätzung ausreichend sein, wenn der Fundamentbereich des Hauses, also insbesondere die Böden aus Zement gebaut werden. Eine gewisse Vorsicht ist allerdings immer geboten, dies gilt besonders für Hanglagen.

2) Die Sanierung in Häusern mit erhöhten Radonwerten

Es gibt verschiedene Eingriffsmöglichkeiten, welche Gegenmaßnahme gewählt werden sollte, hängt von vielen Faktoren ab (die Höhe der gemessenen Radonwerte, die Permeabilität des Bodens, die Verteilung der Räumlichkeiten, die Bauweise des Hauses, usw.). Normalerweise kann dies nur von einem Fachmann im Rahmen eines Lokalausgenseins vor Ort bewertet und beschlossen werden. Auf jeden Fall müssen vorher nochmals Kontrollmessungen mit einem kontinuierlich messenden Radonmessgerät durchgeführt werden. Man versucht die Schwachstelle ausfindig zu machen und dort eine möglichst gezielte Maßnahme zu setzen. Normalerweise beginnt man mit der Gegenmaßnahme, die den geringsten Aufwand erfordert und im betreffenden Fall die besten Erfolgsaussichten anzunehmen sind. Ob die ausgewählte Maßnahme Erfolg hat, zeigt sich erst am Ende.

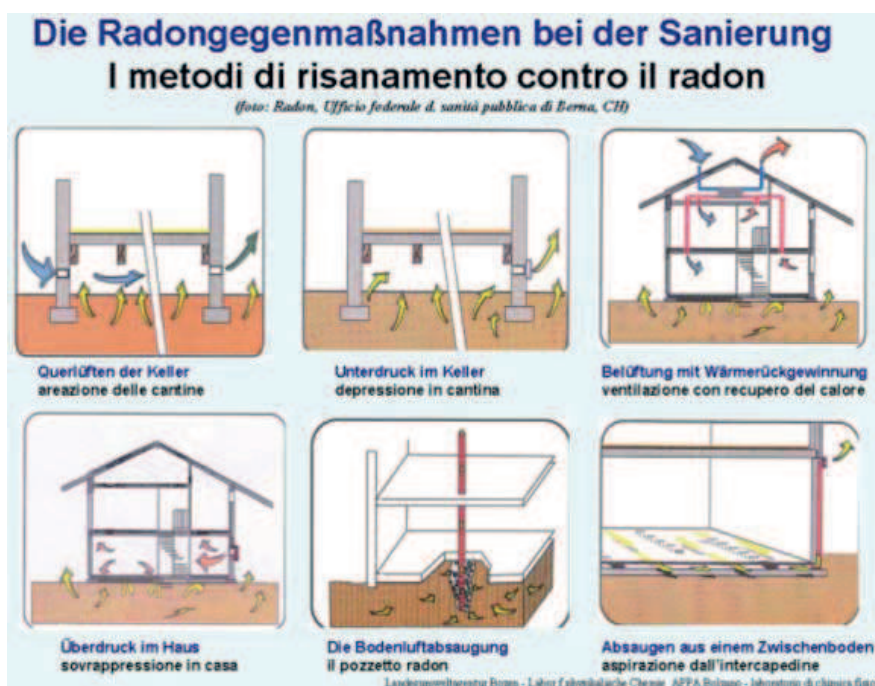


Abbildung 21) Die gebräuchlichsten Gegenmaßnahmen im Überblick.

a) Das gekippte Kellerfenster: Radongas dringt ins Haus ein weil durch den Kamineffekt im unteren Teil des Hauses ein Unterdruck entsteht. Wenn alle Fenster und Türen geschlossen sind, kann daher radonhaltige Bodenluft angesaugt werden. Eine sehr wirksame Methode um einen Druckausgleich zu ermöglichen, besteht darin, im Kellerbereich ein Fenster dauernd gekippt zu belassen oder in der Wand eine kleine Öffnung nach draußen zu schaffen. Diese Maßnahme kann die Radonkonzentration im Kellerbereich deutlich senken.

b) Auch das Abdichten der Böden und Wände (Risse, Durchführungen, Fugen) mit geeigneten Dichtungsmassen und Folien kann zum Radonschutz beitragen. Die Verbindungsstellen zwischen Boden und Mauer sind dabei besonders kritisch. Bei höheren Werten ($> 1000 \text{ Bq/m}^3$) und größeren Oberflächen ist eine dauerhafte Abdichtung aber auf jeden Fall aufwendig und teuer, sodass diese Maßnahme eher im Rahmen einer Altbausanierung zu empfehlen ist. In Fällen, wo das Radongas aus Felsspalten im

Kellerboden oder Abflussleitungen ins Haus eindringt, kann gezieltes Abdichten dieser Schwachstellen das Problem lösen.

Auch durch die Plastikröhren der Elektroleitungen, den Umhüllungen und sämtlichen nicht abgedichteten Durchbohrungen für andere Rohrleitungen, kann sich das Radongas vom Keller ausgehend ins ganze Haus ausbreiten. Diese müssen sorgfältig unter Verwendung von dauer-elastischen Dichtungsmassen abgedichtet werden.



Abbildung 22) Die Isolation mit Folien

c) Nachbetonieren der Naturbodenkeller: Bei hohen Werten ($> 1000 \text{ Bq/m}^3$) ist diese Einzelmaßnahme normalerweise nicht ausreichend, da mit der Zeit erneut durch Risse undichte Stellen entstehen können. Die Verbindungsstellen zwischen dem Fußboden und den Wänden bleiben die Schwachstellen. Hier eine dauerhafte Abdichtung zu erzielen ist sehr schwierig. Werden daher im Rahmen von generellen Sanierungsarbeiten (Altbauwiedergewinnung) größere Umbauarbeiten im Bodenbereich durchgeführt, lohnt es sich auf jeden Fall, z.B. im Unterboden einen Zwischenboden oder eine belüftete Schotterschicht mit Drainage zum Abfangen und Abführen des Radongases einzuplanen..

d) Belüftung und Absaugen von Luft aus den Kellern: Bei erhöhten Radonwerten in unterkellerten Räumen, kann es in vielen Fällen ausreichend sein den Luftwechsel in den betreffenden Kellerräumen, oder wenn vorhanden in den Kriechkellern, zu erhöhen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin in den Kellerräumen oder Kriechkellern die Luft mittels eines Ventilators abzusaugen. Der dort entstandene Unterdruck verhindert das Eindringen von Radongas in die höheren Stockwerke.

e) Abfangen und Absaugen von Luft aus dem Unterboden: Diese Maßnahme ist in den meisten Fällen einfach durchzuführen, sehr wirksam und daher besonders bei hohen Radonwerten zu empfehlen. Grundsätzlich beruht sie darauf, dass man im Erdreich unterm Haus (z.B. im Kellerboden) ein Loch gräbt, von welchem man in geeigneter Weise mit einem kleinen Ventilator die radonhaltige Bodenluft unter dem Haus absaugt und nach draußen bläst, bevor diese ins Haus eindringen kann.



Abbildung 23) Einbau einer Bodenluftabsaugung im Hausinneren. Bei Erneuerung des Bodens können zum selben Zweck auch Drainagerohre verlegt werden.

Um eine maximale Wirkung zu erzielen, wird man das Loch im Bereich der Schwachstelle oder möglichst im Zentrum der Grundfläche des Hauses errichten. Besonders erfolgreich ist diese Methode, wenn die Grundfläche des Hauses eben verläuft. Normalerweise kann man in solchen Fällen mit einem Loch von ca. 1,5 - 2m Tiefe und ca. 0,5 m Breite, sowie einem Ventilator zu ca. 24 Watt, ein Haus mit einer Grundfläche von bis zu 200 m² sanieren.

Befinden sich hingegen die Räumlichkeiten im Parterre- oder Kellerbereich in unterschiedlicher Tiefe (z.B. bei einem treppenförmigen Innenaufbau des Hauses), steigen damit die Eindringmöglichkeiten für das Radongas und entsprechend schwieriger und aufwendiger wird die Errichtung einer gezielten Absaugung. In diesen Fällen ist der Wirkungsgrad der Anlage geringer und im Haus müssen möglicherweise mehrere Löcher angelegt werden, die mit einer gemeinsamen Absaugleitung verbunden sind, oder man kann, wie beim Neubau beschrieben, im gesamten Unterboden ein System von Drainageleitungen verlegen (siehe Absatz 9.2.4.b). Wenn auch die Wände Erdkontakt haben, kann es vorteilhaft sein, das Absaugloch horizontal durch die Wand anzulegen. Die Kosten einer Anlage für ein Haus mittlerer Größe (ca.100 - 200m² Grundfläche) belaufen sich im einfachsten Fall auf einige hundert Euro (wenn man die Anlage selbst baut) und einige tausend Euro, wenn man die Anlage in Auftrag gibt. Je nach Höhe der gemessenen Radonwerte muss der Ventilator dauernd laufen oder kann nur zeitweise betrieben werden.

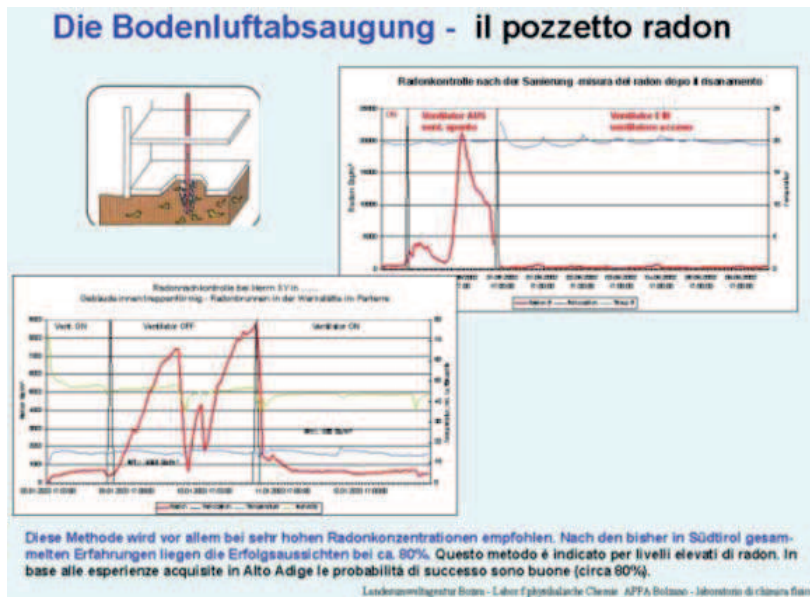


Abbildung 24) Die Kontrollmessung zeigt die Wirkungsweise der Bodenluftabsaugung. An den Tagesgängen deutlich sichtbar die unterschiedlichen Konzentrationen bei ein- und ausgeschaltetem Ventilator.

Eine Grundvoraussetzung für die Wirksamkeit dieser Methode, ist der Aufbau eines Unterdruckes im Bodenbereich. Nur dann wird die radonhaltige Bodenluft in den Hohlraum gesogen und kann über den Ventilator nach draußen gelangen. Auf Grund der bisher in Südtirol gesammelten Erfahrungen kann gesagt werden, dass diese Methode bei „normal“ permeablen Böden sehr effektiv ist; die Erfolgsaussichten liegen bei ca. 80%. Bei sehr permeablen Böden, kann es hingegen vorkommen, dass derart viel Luft nachströmt, dass es nicht gelingt im Boden den notwendigen Unterdruck aufzubauen. In solchen Fällen versagt die Methode, oder es kann sogar vorkommen, dass sich die Radonkonzentration erhöht. In solchen Fällen muss man auf andere Methode ausweichen. Auch wenn der Grundwasserspiegel hoch liegt, kann diese Methode nicht angewendet werden. Bei besonders hohen Radonkonzentrationen, die gleichzeitig bei mehreren benachbarten Häusern auftreten und in Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit, besteht auch die Möglichkeit im Freien einen Schacht zu graben und daraus mit einer größeren Saugleistung Bodenluft abzusaugen. Diese Möglichkeit sollte aber erst nach genauen Voruntersuchungen (z.B. Messung der Bodenpermeabilität) in Betracht gezogen werden.

Wichtiger Hinweis: Auf Grund neuer Erkenntnisse weisen wir darauf hin, dass die genannte Methode nicht anzuwenden ist, wenn in den Räumlichkeiten unmittelbar über oder nahe dem Absaugloch offene Feuerstellen wie z.B. Kachelöfen, Herde, Gasheizungen, usw. betrieben werden, die keine getrennte, externe Luftzufuhr haben oder im Raum keine entsprechende Belüftung vorgesehen ist. Es kann nämlich nicht ausgeschlossen werden, dass der Ventilator, infolge vorhandener oder künftiger Risse im Boden und Mauerwerk, auch in den unmittelbar angrenzenden Räumen einen leichten Unterdruck erzeugt und damit bei unzureichender Belüftung der Räume aus den beheizten Öfen den Austritt von stark giftigem Kohlenstoffmonoxid fördert.

f) Das Abfangen und Absaugen von Luft aus einem Zwischenboden: Bei dieser Methode wird auf dem bestehenden Fußboden ein dünner Zwischenboden geschaffen, aus dem in geeigneter Weise mit einem Ventilator die radonhaltige Luft abgesaugt werden kann. Es gibt verschiedene Arten von Zwischenböden im Handel, die vielfach dazu

verwendet werden, um Rohrleitungen oder Elektrokabel unterzubringen. Der bei dieser Methode notwendige Durchmesser des Hohlraumes im Zwischenboden ist sehr gering, bereits einige Zentimeter sind ausreichend. Die aus dem Zwischenraum abzusaugende Luft kann über eine Sammelleitung bis zum Dach geführt werden. In diesem Fall kann es vorteilhaft sein, auch seitlich zum Zwischenboden einige Öffnungen vorzusehen. Auf diese Weise wird sich im Zwischenboden eine natürliche Luftzirkulation ausbilden. Bei Außenluftzufuhr muss man allerdings auf eine ausreichende thermische Isolation des Bodens achten (Kondensbildung im Winter). Der Zwischenboden muss auf jeden Fall mit einer entsprechenden Isolationsfolie gut abgedichtet werden. Diese sollte nicht nur die Bodenoberfläche abdecken, sondern zusätzlich mindestens auch 0,5 m die Wände hochgezogen werden. Bei sehr permeablen Böden, kann es vorteilhaft sein, auch die untere Bodenoberfläche zu isolieren, um den Zustrom von Bodenluft zu verringern. Von Fall zu Fall muss experimentell ermittelt werden, ob es sich auszahlt seitlich zum Zwischenboden einige Öffnungen vorzusehen (natürliche Belüftung) oder nicht (Ventilator arbeitet mit Unterdruck im Zwischenboden).

Wichtiger Hinweis: Auf Grund neuer Erkenntnisse weisen wir darauf hin, dass die genannte Methode nicht anzuwenden ist, wenn in den betreffenden Räumlichkeiten offene Feuerstellen wie z.B. Kachelöfen, Herde, Gasheizungen, usw. betrieben werden, die keine getrennte, externe Luftzufuhr haben oder im Raum keine entsprechende Belüftung vorgesehen ist. Es kann nämlich nicht ausgeschlossen werden, dass der Ventilator, infolge vorhandener oder künftiger Risse im Boden und Mauerwerk, auch in den betreffenden Räumen einen leichten Unterdruck erzeugt und damit bei unzureichender Belüftung der Räume aus den beheizten Öfen den Austritt von stark giftigem Kohlenstoffmonoxid fördert.

g) Erzeugung von Überdruck im Gebäude: Bei dieser Methode wird mit einem Ventilator Außenluft ins Haus geblasen. Die Folge ist ein leichter Überdruck (einige Pa) in den Räumlichkeiten, der das Radongas am Eindringen hindert. Voraussetzung ist allerdings, dass es gelingt die betreffenden Räume so abzudichten, dass ein Überdruck möglich wird. Durchführungen, Fenster und Türen müssen mit entsprechenden Dichtungen versehen und nach jedem Durchgang geschlossen bleiben. Ist der Raum dicht, genügen oft sehr kleine Ventilatorleistungen (ca. 10 - 20 Watt), um einen ausreichenden Überdruck zu erzeugen und damit das Radonproblem zu beheben. Unter Umständen muss im Winter die eingeblasene Frischluft vorgewärmt werden. Die Methode ist extrem einfach und billig zu realisieren (ein kleiner Ventilator in einer Fensterscheibe kann ausreichen), erfordert jedoch eine gewisse Disziplin von den Bewohnern (Türen schließen, usw.).

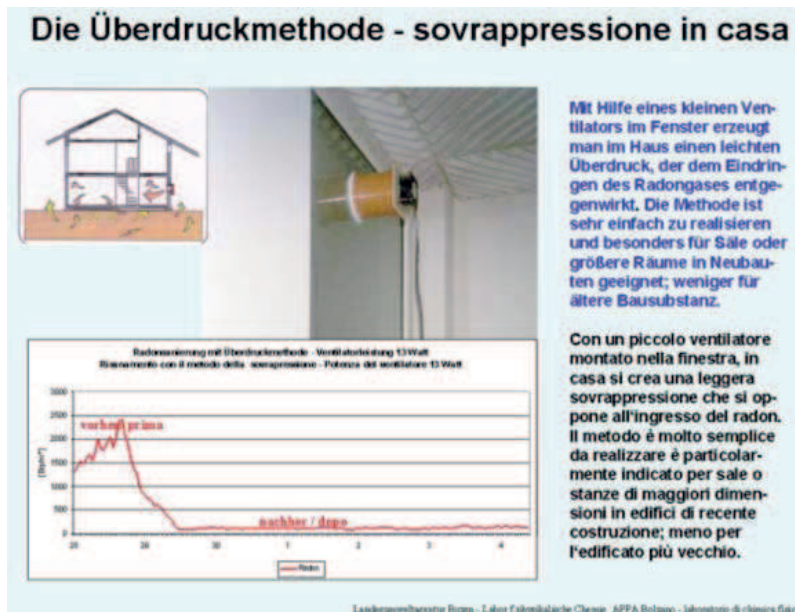


Abbildung 25) Die Überdruckmethode.

f) Erzeugung von Überdruck im Unterboden: Diese Methode ist relativ neu und wurde soweit bekannt nur selten ausprobiert; vermutlich wenn die meisten anderen Gegenmaßnahmen, infolge extrem hoher Bodenpermeabilität, fehlschlagen. Die Methode besteht darin, dass man in das eigentlich zur Radonabsaugung angefertigte Loch oder Drainagerohrsystem, welches nicht den gewünschten Erfolg gebracht hatte, mit einem Ventilator Kellerluft hineinbläst. Es bildet sich also eine Art Luftkissen unter dem Gebäude, welches dem Radoneintritt entgegenwirkt oder eine Verdünnung bewerkstelligt. Wichtig ist, dass man im Winter keine kalte Außenluft in den Boden pumpt, da sonst das Erdreich gefriert (Ausdehnung!) und sich möglicherweise Stabilitätsprobleme ergeben können. Die Methode ist sehr wirksam bzw. in einem Fall in Südtirol, war es die einzige Möglichkeit mit der eine deutliche Radonsenkung erzielt werden konnte. Nach 3 Jahren Betriebszeit (nur im Winter) sind jedenfalls bisher an diesem Haus keine Probleme aufgetreten.

Wichtiger Hinweis: Besonders im vorliegenden Fall gibt es keinerlei Erfahrung darüber, ob und inwieweit das Hineinblasen von Luft die Bodenstruktur unter dem Haus wesentlich verändern und möglicherweise Stabilitätsprobleme schaffen kann (Eisbildung im Bereich der Außenwände!). Es handelt sich also vorläufig um eine sehr effektive, aber nur provisorische Maßnahme, die nur auf eigene Verantwortung getätigt werden kann. Das Absaugen von Bodenluft ist sicher weniger problematisch und bisher haben die doch mehrjährigen Erfahrungen z.B. in der Schweiz und in Südtirol diesbezüglich keine Probleme gezeigt. In Österreich, in Umhausen, haben sich in einem Fall, wo aber im Fundamentbereich eine große Anzahl an Absauglöcher gebohrt wurden, nach 9 Jahren Betriebszeit einige kleine Risse in den Wänden ergeben, die aber nach Auskunft des Besitzers keine Sorge bereiten. Das Problem bedarf noch weiterer eingehender Untersuchungen. Inzwischen muss aber ganz klar gesagt werden, dass bei sehr hohen Radonkonzentrationen das Absaugen von Bodenluft derzeit oft die einzige praktikable Methode darstellt, um ein Haus nachträglich wirksam zu sanieren.

i) Die verstärkte Zwangsbelüftung der Räume mit Wärmerückgewinnungssysteme: Anlagen dieser Art sind im Fachhandel erhältlich und können ebenfalls helfen das Radonproblemen wirksam zu bekämpfen. Nachteilig sind dabei sicherlich die vergleichsweise hohen Anschaffungs- und Betriebskosten.

Bei Belüftungsanlagen ist auf jeden Fall darauf zu achten, dass im Hausinneren kein Unterdruck entsteht!

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine Gegenmaßnahme nicht nur effektiv und sicher sein muss, sondern auf jeden Fall auch eine weitere routinemäßige Nachkontrolle ihrer einwandfreien Funktion bzw. richtigen Anwendung erforderlich ist. Nachfolgend sind die Resultate einiger in Südtirol durchgeführter Sanierungen tabellarisch wiedergegeben.
