

# Radon in Graubünden

**Erhöhte Radonkonzentrationen in Wohnungsluft erhöhen das Lungenkrebsrisiko. Der Ursprung des Radons ist der natürliche Untergrund. Hohe Konzentrationen im Wohnbereich kommen durch eine Kombination von Untergrundfaktoren sowie der Bauweise zustande. In Graubünden gelten etliche Regionen als Radongefährdungsgebiete (Teile der Surselva, einige Gemeinden in Mittelbünden, Klosters, Davos, Oberengadin und die Bündner Südtäler). Besonders in den Radongemeinden müssen Neubauten in radonsicherer Bauweise erstellt werden. Bestehende Gebäude können durch Lüftungs- respektive Entlüftungsmassnahmen saniert werden.**

Radon gilt, nach dem Rauchen, als zweitwichtigste Ursache für Lungenkrebs. Mehr als 200 Lungenkrebsfälle sind in der Schweiz pro Jahr auf Radon zurückzuführen.

## Uran- und Radiumaktivitäten natürlicher Gesteine:

Uran-238	
– in Magmatiten	100–10 000 Bq/kg
– in Sedimenten	20–100 Bq/kg
– in Böden	40–250 Bq/kg
Radium-226	10–150 Bq/kg

Tabelle 01 (Tabelle: Christian Böhm)

Das langlebigste Radonisotop Rn-222 (oder  $^{222}\text{Rn}$ ) entstammt der Uran-238-Zerfallsreihe. Dieses Uranisotop tritt in allen Gesteinen in geringen Konzentrationen auf (Tab. 01). Uran-238 zerfällt über Thorium, Uran-234 und weitere Isotope zu Radium 226, Letzteres mit einer Halbwertszeit von 1600 Jahren zu Radon. Radon-222 zerfällt mit einer Halbwertszeit von 3,82 Tagen zu Polonium-, dann zu Bismut- und Bleisotopen. Am Ende der Zerfallsreihe steht das stabile Blei-206.

Während alle Vorgängerisotope fest sind, ist Radon gasförmig; die Zerfallsprodukte des Radons sind wiederum fest.

## Typische Radonkonzentrationen in verschiedenen Medien:

Aussenluft	5–30 Bq/m <sup>3</sup>
Wohnraum	50–5000 Bq/m <sup>3</sup>
Keller	100–10 000 Bq/m <sup>3</sup>
Bodenluft	10–200 kBq/m <sup>3</sup>
Grundwasser	1–300 Bq/L

Tabelle 02 (Tabelle: Christian Böhm)

Beim radioaktiven Zerfall eines Radium-226-Atoms entstehen ein Radon-222-Isotop sowie ein Heliumatom (= Alpha-Teilchen). Ausserdem wird Gammastrahlung freigesetzt. Die Freisetzung von Radon (Emanation) erfolgt im Porenraum. Nur aus einem dünnen Emanationssaum können Radonisotope in den Porenraum gelangen (Abb. 01). In trockenen Poren ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass das vorübergehend freigesetzte Radonatom gleich ins gegenüberliegende Gesteinskorn geschleudert wird und damit nicht mobil ist. Im wassergesättigten oder feuchten Porenraum wird

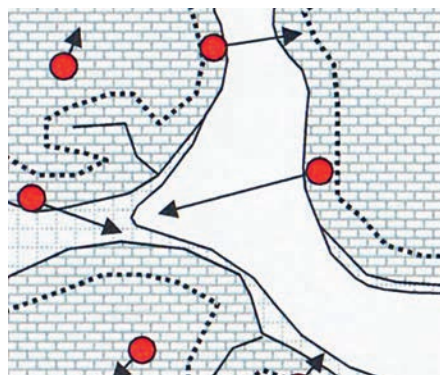
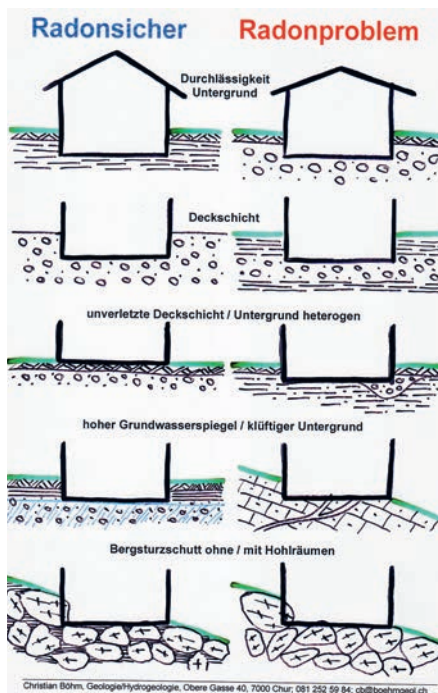


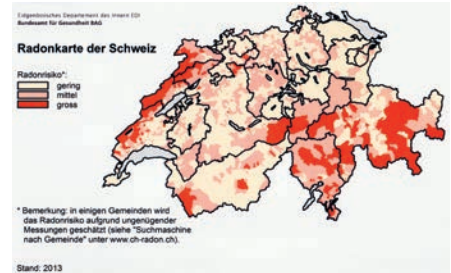
Abb. 01: Freisetzung von Radon im Porenraum.

(Bild: Christian Böhm)

das Radonteilchen gebremst, sodass es vermehrt zur Emanation kommen kann. Im Porenraum werden hohe Radonkonzentrationen von einigen Tausend bis 200 000 Bq/m<sup>3</sup> gemessen (= Becquerel pro Kubikmeter Luft = Anzahl Zerfälle pro Sekunde und pro m<sup>3</sup> Luft/Tab. 02). Für die Ausbreitung der radonhaltigen Bodenluft ist die Durchlässigkeit des Untergrundes entscheidend. Am einfachsten, das heisst schnell und in grösseren Mengen, kann sich radonhaltige Bodenluft in Bergsturzschutt, gut durchlässigen Murgangschuttlagen oder in Flussschottern ausbreiten. In diesen Situationen kann es zu Radonproblemen in Gebäuden kommen. Ausserdem sind Gebäude, welche direkt auf klüftigem oder verkarstem Fels erbaut wurden, stark gefährdet (Abb. 02).



**Abb. 02: Typische Radonsituationen**  
(Bild: Christian Böhm)



**Abb. 03: Radonkarte Schweiz.**  
(Quelle: Bundesamt für Gesundheit BAG)

In Kristallingebieten ist der Verwitterungsschutt in der Regel grobkörniger und weist einen geringen Feinanteil auf, was eine gute Durchlässigkeit ergibt. Es ist also nicht der im Allgemeinen höhere Uran- und Radiumgehalt dieser Gesteine, sondern die erhöhte Permeabilität als Grund für die Radongefahr anzusehen.

Schweizweit treten Radonproblemfälle wegen des Kristallinuntergrundes gehäuft im Tessin, in Teilen von Graubünden, im Berner Oberland und in einzelnen Regionen im Wallis auf (Abb. 03). Die Häufung von Radonproblemen im Jura (Neuenburg, Jura, Berner Jura) steht mit der Verkarstung in Zusammenhang. Aufgrund der sehr guten Durchlässigkeit in Karstklüften können praktisch unbegrenzte Bodenluftmengen einem auf Fels gebauten Gebäude zuströmen.

In Graubünden sind radongefährdete Gebiete die Südtäler Misox, Bergell, Puschlav und das Münstertal. Dort befinden sich etliche Dörfer auf gut permeablem Kristallin-Murgangschutt. Gleiches gilt für etliche Oberengadiner Gemeinden, Teile von Davos und Klosters sowie für etliche Gemeinden im Hinterrheingebiet sowie der Surselva. In Flims-Waldhaus treten Radonprobleme als Folge der guten Durchlässigkeit des Bergsturzschutts auf, in Siat

sind offene Sackungsanrisse als geologische Ursache anzusehen.

In Radongefährdungsgebieten ist längst nicht jedes Gebäude betroffen, denn neben dem geologischen Untergrund spielt die Bauweise eine bedeutende Rolle. Auch hier geht es um die Permeabilität, insbesondere jene der Gebäudehülle. Naturbodenkeller, Risse in der nicht speziell abgedichteten Betonplatte, Spalten zwischen Streifenfundament und Betonboden, Gebäudefugen und undichte Leitungseinführungen lassen radonhaltige Bodenluft ins Haus. Auch undichte Erdregister können ein Grund für erhöhte Radonkonzentrationen sein.

Der sogenannte Kamineffekt im Haus – warme oder erwärmte Luft steigt, was ein Manko, einen Unterdruck, erzeugt, welcher teilweise durch nachströmende Bodenluft ausgeglichen wird –, dieser Kamineffekt führt also zu Radonproblemen. Der Kamineffekt wird verstärkt, z. B.

- durch offene Treppenhäuser (Keller – Wohnbereich)
- Heizsysteme mit Luftansaugung im Wohnbereich oder Keller

Die Höhe der Radonkonzentration in Gebäuden wird mittels sogenannter Radondosimeter bestimmt. Zwei bis drei solcher Dosimeter werden im Wohnzimmer, im Keller und allenfalls in nicht unterkellerten Wohnräumen oder in bewohnten Untergeschossräumen während dreier Monate aufgestellt. Idealerweise werden die circa 5 cm grossen Geräte auf der Höhe aufgestellt, auf welcher die Luft eingeatmet wird (also 1 bis 1,5 m hoch, z. B. auf offenes Tablar). Die Messung findet mit Vorteil im Winterhalbjahr – während der Heizperiode – statt. Die Messung liefert eine gemittelte Konzentration in Bq/m<sup>3</sup> über die ganze Messperiode.

Welche Radonkonzentrationen als besonders gesundheitsgefährdend gelten, wird in der Strahlenschutzverordnung definiert.

- Mit >1000 Bq/m<sup>3</sup> Radon im Wohnbereich besteht ein dringender Sanierungsbedarf (Grenzwert).
- Werte über 400 Bq/m<sup>3</sup> sollen mit einfachen Sofortmassnahmen (z. B. Brechen des Unterdruckes mittels Fensterlüftern) angegangen werden, müssen aber erst im Rahmen eines Umbaus saniert werden (Richtwertüberschreitung).
- Für Arbeitsplätze gilt ein Grenzwert von 3000 Bq/m<sup>3</sup>.
- Im Rahmen einer fürs Jahr 2016 vorgesehenen Revision der Strahlenschutzverordnung, welcher eine neue Risikoabschätzung der Weltgesundheitsorganisation WHO vorausgeht, wird die Aufhebung der Richt- und Grenzwerte zugunsten eines Referenzwertes von 300 Bq/m<sup>3</sup> in Erwägung gezogen.

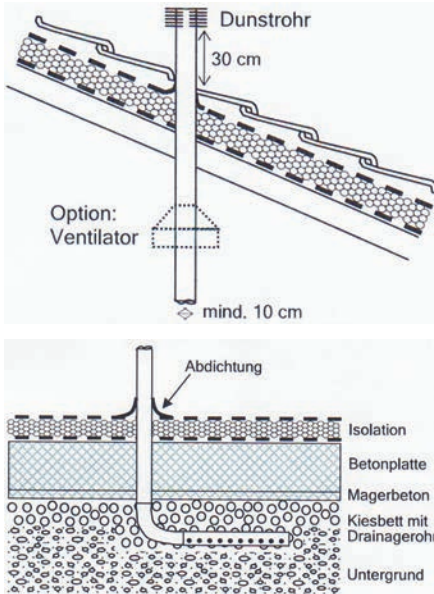
Mit der Einführung des geplanten Referenzwertes wären weite Teile der Schweiz neu als Radongebiete einzustufen. Darum sollten bereits heute Umbauten und Neubauten so erfolgen, dass dieser neue Referenzwert eingehalten wird.

Massnahmen gegen erhöhte Radonkonzentrationen sollten in erster Linie bei Neubauten in Radongebieten getroffen werden. Der Zutritt radonhaltiger Bodenluft kann durch eine dichte Gebäudehülle erreicht werden: Massnahmen, welche den Wasser-

#### **Richt- und Grenzwert gemäss schweizerischer Strahlenschutzverordnung:**

Grenzwert Wohnen	1000 Bq/m <sup>3</sup>
Richtwert Wohnen	400 Bq/m <sup>3</sup>
Referenzwert mutm. ab 2016?	300 Bq/m <sup>3</sup>

**Tabelle 03** (Tabelle: Christian Böhm)



**Abb. 04: Radonsichere Bauweise**  
(Bild: Christian Böhm)

zutritt verhindern, verhindern auch den Zutritt radonhaltiger Bodenluft. Ich persönlich empfehle als radonsichere Bauweise, unter dem Fundament ein geringmächtiges Kiesbett mit eingelegter Drainageleitung vorzusehen. Die Drainage wird mit einer

Steigleitung über Dach entlüftet (Abb.04). In der Steigleitung wirkt der Kamineffekt, der eine passive Entlüftung verursacht.

Die Sanierung bestehender Gebäude kann nach einer Untersuchung durch Spezialisten durch Brechen des Unterdruckes (z. B. Fensterlüfter, Frischluftzufuhr für Kamin), durch Erzeugen von Unterdruck im unbewohnten Kellergeschoss oder durch Überdruck (Frischluftventilator) im Wohnbereich angegangen werden.

In erster Linie sollen niedrige Radonkonzentrationen das Lungenkrebsrisiko der Bewohner/innen senken. Erhöhte Radonkonzentrationen in Gebäuden könnten sich in Zukunft wertmindernd beim Verkauf einer belasteten Liegenschaft auswirken. Aus diesen Gründen sollte ganz besonders bei Neubauten auf radonsichere Bauweise geachtet werden.

**Christian Böhm**



**Böhm Geologie/Hydrogeologie**  
**Obere Gasse 40, CH-7000 Chur**  
**cb@boehmgeol.ch**

ANZEIGE



Dienstleistungsbetrieb in der

## Forstwirtschaft

Ein Team von jungen Berufsleuten empfiehlt sich für sämtliche

## Forstarbeiten

**Peter Eggenberger, Staatsstrasse 74, 9472 Grabs, Tel. 081 771 51 77, Natel 079 419 56 77**