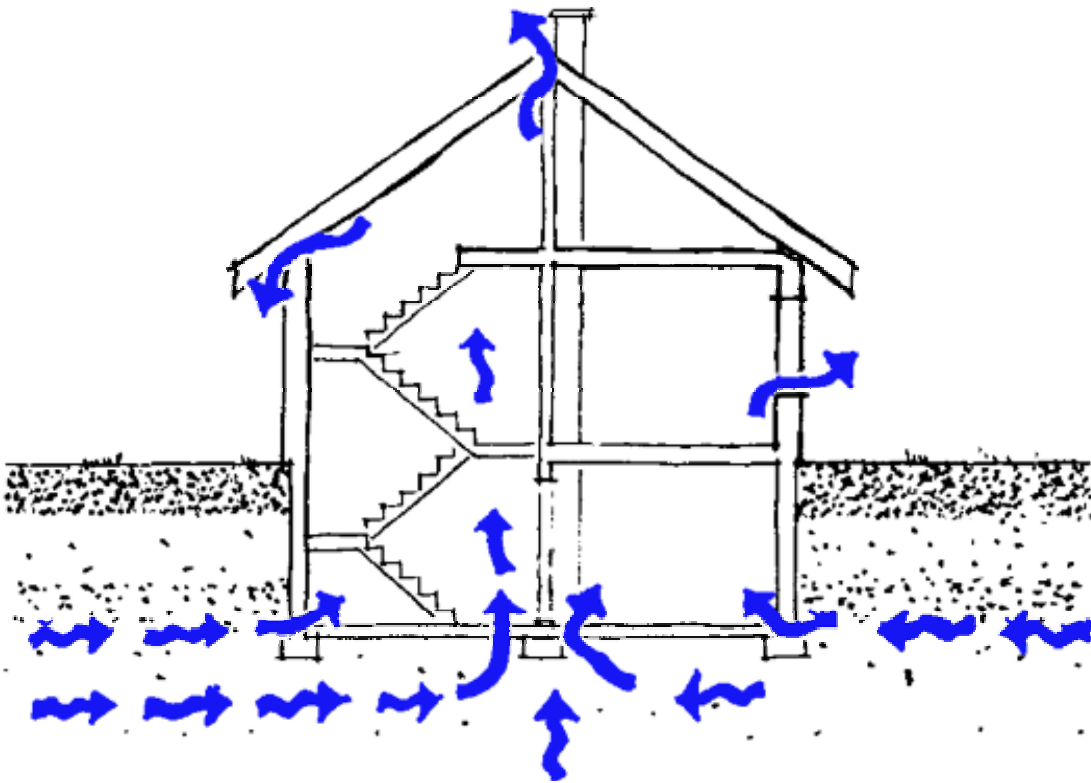




KANTONALES LABOR UND LEBENSMITTELKONTROLLE GRAUBÜNDEN  
LABORATORIO CANTONALE E CONTROLLO DELLE DERRATE ALIMENTARI DEI GRIGIONI  
LABORATORI CANTUNAL E CONTROLLO DA VICTUALIAS DAL GRISCHUN

# RADON IN GRAUBÜNDEN



SCHLUSSBERICHT

DEZEMBER 2004

# Impressum

## **Herausgeber**

Kantonales Labor und Lebensmittelkontrolle Graubünden

## **Bearbeitung**

Ingenieur- und Planungsbüro Ghielmetti, 7000 Chur

## **Druck**

Villa Digital Engineering VDE, 7000 Chur

## **Bezugsquelle**

Kantonales Labor und Lebensmittelkontrolle Graubünden,  
Planaterrastrasse 11, 7001 Chur

Chur, Dezember 2004

## Vorwort

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das aus dem Zerfall von Radium entsteht. Radium ist ein Zerfallsprodukt von Uran. Da Uran in unterschiedlichen Konzentrationen fast allgegenwärtig im Erdreich vorkommt, ist auch Radon praktisch überall im Boden in verschiedenen Konzentrationen vorhanden. Die gesundheitliche Gefahr hoher Radonbelastungen ist unbestritten. Für die gesundheitlichen Auswirkungen sind jedoch nicht das Radon selbst, sondern seine radioaktiven Zerfallsprodukte verantwortlich. Diese können sich an feinen Staubteilchen in der Luft anlagern und beim Einatmen in der Lunge zurückgehalten werden. Dort führen sie zu einer Bestrahlung der Bronchien und des Lungengewebes und erhöhen somit das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken.

In der eidgenössischen Strahlenschutzgesetzgebung hat der Bund diesem Risiko Rechnung getragen und für Wohn- und Aufenthaltsräume die tolerierbare Radonbelastung festgelegt. Gleichzeitig verpflichtet er die Kantone, Gebiete mit erhöhten Radonkonzentrationen zu ermitteln und einen Radonkataster zu führen. Das Kantonale Labor wurde vom Justiz-, Polizei- und Sanitätsdepartement mit den Vollzugsaufgaben im Zusammenhang mit Radon beauftragt.

Das Kantonale Labor hat nun das umfangreiche Messprogramm abgeschlossen und die Gebiete mit erhöhten Radonkonzentrationen festgelegt. Die Einteilung erfolgte nach Gemeinden. Zurzeit konzentrieren sich die Aktivitäten auf die Sanierung von Gebäuden mit Grenzwertüberschreitungen und die stichprobenweise Überprüfung von Neubauten in Gebieten mit erhöhten Radonkonzentrationen.

Hauptverantwortlich für hohe Radonwerte in Gebäuden ist das Radongas aus dem Untergrund. Radonbelastete Bodenluft kann bei undichten Gebäudehüllen leicht in die Häuser eindringen. Gemäss den Angaben des Bundesamtes für Gesundheit haben Baumaterialien in der Schweiz kaum einen Einfluss auf die Radonbelastung. Ebenfalls von untergeordneter Bedeutung ist die Radonzufuhr mit dem Trinkwasser. Zusätzlich zu den Radonmessungen in Gebäuden wurden in sämtlichen Trinkwasserversorgungen im Kanton die Radionuklidgehalte von Radon, Radium und Uran bestimmt. Die gemessenen Werte zeigen, dass die lebensmittelrechtlich festgelegten Höchstkonzentrationen für diese natürlichen Inhaltsstoffe bei weitem nicht erreicht werden und somit eine Gefährdung der Gesundheit ausgeschlossen werden kann. Die Untersuchungsergebnisse des Trinkwassers auf Radionuklide sind jedoch nicht Bestandteil dieses Berichtes.

Im Namen des Kantonalen Labors und Lebensmittelkontrolle Graubünden danken wir allen, die bei der Radonmesskampagne mitgeholfen haben.

Chur, im Dezember 2004

Dr. Otmar Deflorin, Kantonschemiker  
Kantonales Labor und  
Lebensmittelkontrolle Graubünden

## INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG .....	2
2	RADON .....	3
2.1	Chemisch-physikalische Grundlagen .....	3
2.2	Radontransport im Boden und im Gebäude .....	3
2.3	Gesundheitsgefährdung .....	4
2.4	Gesetzliche Grundlagen und technische Normen .....	6
3	MESSUNGEN IN GRAUBÜNDEN.....	7
3.1	Mess- und Beurteilungsmethode.....	7
3.2	Vorgehen .....	8
4	ERGEBNISSE UND FOLGERUNGEN .....	9
4.1	Resultate nach Gemeinden .....	9
4.2	Radongebiete .....	16
4.3	Grenz- und Richtwertüberschreitungen .....	16
4.4	Vergleich mit andern Regionen .....	18
4.5	Folgerungen .....	18
5	ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....	20
5.1	Ausstellungen .....	20
5.2	Kurse für Baufachleute .....	20
6	SCHUTZMASSNAHMEN.....	21
6.1	Grundlagen.....	21
6.2	Neu- und Umbauten in Radongebieten .....	22
7	IN GRAUBÜNDEN ERPROBTE SCHUTZMASSNAHMEN.....	23
7.1	Sanierung radonbelasteter Gebäude .....	23
7.2	Präventive Massnahmen bei Umbauten.....	24
7.3	Präventive Massnahmen bei Neubauten.....	25
8	KONTROLLE VON NEUBAUTEN .....	26
9	LITERATUR.....	27
10	GLOSSAR .....	28
10.1	Begriffe .....	28
10.2	Auszug Strahlenschutzverordnung.....	29
10.3	Auszug Norm SIA 180 Wärme- und Feuchteschutz.....	31
A	ANHANG .....	32
A1	Gebäudefragebogen.....	32
A2	Bestimmungen im Baugesetz.....	34
A3	Musterbeilageformular zum Baugesuch .....	35
A4	Vorgehensschema für Bauherrschaft .....	36
A5	Anerkannte Messstellen .....	37
A6	Liste der Radonsachverständigen .....	38

# 1 ZUSAMMENFASSUNG

Radon ist ein radioaktives Gas, das aus dem Zerfall von Radium stammt. Im Erdreich kommt Radon in grösseren Konzentrationen vor. Die aufsteigende Bodenluft kann in Gebäuden hohe Radonkonzentrationen verursachen. Die radioaktiven Zerfallsprodukte des Radons werden vom Menschen eingeatmet, was zu einer Bestrahlung des empfindlichen menschlichen Lungengewebes und letztlich zu Lungenkrebs führen kann. Nach dem Rauchen ist Radon die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs.

In jeder Gemeinde des Kantons Graubünden wurden zwischen 1993 und 2003 10 bis 20 Wohngebäude sowie alle Schulhäuser, Kindergärten und Gemeindehäuser auf Radon untersucht. Bei 10 % von 4891 Wohngebäuden wurde im Wohnbereich der Richtwert von  $400 \text{ Bq/m}^3$  überschritten. Grenzwertüberschreitungen, d.h. Konzentrationen über  $1'000 \text{ Bq/m}^3$ , traten bei 3 % der Wohngebäude auf. Von den insgesamt 412 Schulhäusern und Kindergärten wiesen 9 % Radongaskonzentrationen über dem Richtwert und 3 % über dem Grenzwert auf. Verglichen mit dem schweizerischen Durchschnitt ist die Radonbelastung im Kanton Graubünden deutlich erhöht.

Die Messungen dienten in erster Linie der Zuordnung der Gemeinden zu den Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen (Radongebiete). 67 von 208 Gemeinden gelten als Radongebiete. Beim Bauen in Radongebieten sind besondere Schutzmassnahmen zu treffen. Im Weiteren wurden die Messungen auch dazu verwendet, Gebäude mit Grenzwertüberschreitungen ausfindig zu machen und Erfahrungen mit der Sanierung derartiger Gebäude zu sammeln.

Zur Verhinderung von erhöhten Radongaskonzentrationen gibt es verschiedene Schutzmassnahmen. Bei Neubauten haben sich u.a. das Vermeiden von erdberührten Wohn- und Aufenthaltsräumen, eine dichte Gebäudehülle im Untergeschoss sowie die flächenhafte Bodenluftabsaugung unter dem Fundament bewährt. Bei Umbauten stehen neben einer verbesserten Abdichtung gegen das Erdreich lüftungstechnische Massnahmen wie das Verdrängen von Radon durch Überdruck im Gebäudeinnern, das Absaugen von Radon im Untergeschoss sowie das Sammeln und Ableiten von Radon im Boden unterhalb und neben dem Gebäude im Vordergrund.

Parallel zu den Messungen sind Hausbesitzer/innen, Bewohner/innen und Baufachleute im Rahmen von Ausstellungen und Fachtagungen über das Radonproblem und die entsprechenden Schutzmassnahmen informiert worden.

Nach Abschluss der umfangreichen Messungen bei bestehenden Gebäuden werden stichprobenartig Neu- und Umbauten kontrolliert. Die ersten diesbezüglichen Resultate sind nicht befriedigend und deuten darauf hin, dass das Thema Radon bei Bauherrschaften und Architekten immer noch zu wenig Beachtung findet. Für die Zukunft sind Überlegungen anzustellen, wie alle Gebäude mit Grenzwertüberschreitungen ausfindig gemacht und deren Sanierung sicher gestellt werden kann. Nach groben Schätzungen ist im Kanton Graubünden insgesamt mit einigen hundert Gebäuden zu rechnen, bei denen der Grenzwert überschritten ist. Von diesen sind erst etwa 190 bekannt und rund 20 % saniert.

Im Anhang des Berichtes werden verschiedene Informationen, wie Vorgehensschema für die Bauherrschaft, Musterbeilagformular zum Baugesuch, Liste der anerkannten Messstellen und zertifizierten Radonsachverständigen aufgeführt.

## 2 RADON

### 2.1 Chemisch-physikalische Grundlagen

Radon ist ein Edelgas, das aus dem Zerfall von Radium entsteht. Radium ist ein Zerfallsprodukt von Uran. Da Uran in unterschiedlichen Konzentrationen fast allgegenwärtig im Erdreich vorkommt, ist Radon praktisch überall im Boden zu finden. Radon ist auch in hohen Konzentrationen unsichtbar, geruchlos, inert, weder brennbar noch explosiv. Es zerfällt mit einer Halbwertszeit von rund vier Tagen in radioaktive Folgeprodukte.

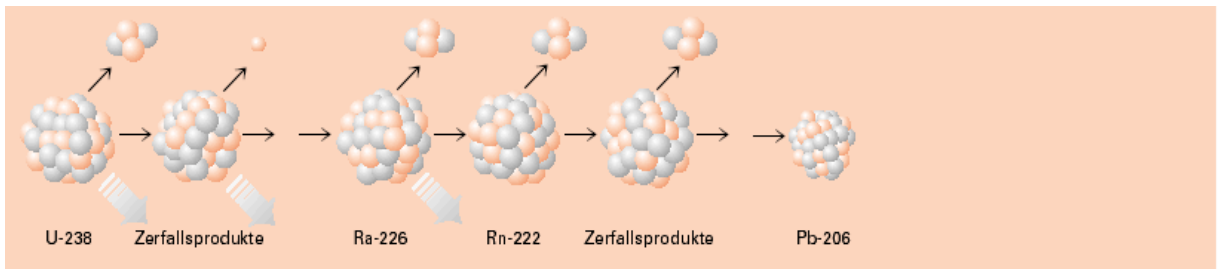


Abb. 1: Zerfallsreihe von Uran-238 (Quelle: BAG)

Etwa ein Viertel des Erdreichs besteht aus Hohlräumen, die mit Luft gefüllt sind. Diese Bodenluft wird mit radioaktivem Radon angereichert. Radioaktivität wird in Becquerel (Bq) gemessen. Ein Becquerel entspricht einem Atomzerfall pro Sekunde. Durchschnittliche Radonkonzentrationen in der Bodenluft verursachen eine Radioaktivität von einigen  $10'000 \text{ Bq/m}^3$ .

Auch im Wasser und in der Luft kommt Radon vor. Der natürliche Radongehalt im Trinkwasser beträgt in Graubünden im Durchschnitt  $15 \text{ Bq/l}$ . In der Luft ausserhalb von Gebäuden sind nur sehr tiefe Radonkonzentrationen vorhanden.

Die mit Abstand wichtigste Quelle für das Radon in Gebäuden ist der Untergrund. Trinkwasser und Baumaterialien geben in der Regel nur wenig Radon an die Raumluft ab.

### 2.2 Radontransport im Boden und im Gebäude

Zerfallendes Uran resp. Radium im Gestein setzt Radongas frei, das in die Bodenluft gelangt. Das Radon zirkuliert in den Poren des Lockergesteins sowie in Felsklüften. Je durchlässiger der Boden und je höher die Radonkonzentration in der Bodenluft, desto grösser ist das Radonpotenzial im Gebäude. Häufig ist die oberste Bodenschicht weniger durchlässig als das darunter liegende Erdreich. Wenn das Gebäude mit Kellergeschoss und Fundament die oberste Bodenschicht durchstösst, bildet sich ein Abluftventil, das Bodenluft aus einem Umkreis von 10 bis 20 Metern ansaugen kann.

Typische Stellen, bei welchen Radon ins Haus gelangt, sind nicht abgedichtete Bauteile im Untergeschoss („Naturböden“), Risse und Fugen erdberührter Bauteile und Leitungsdurchführungen.

Der Eintritt vom Boden her führt zu einer Anreicherung der Raumluft mit Radon in den untersten Geschossen. In den oberen Geschossen kann Radon durch Fugen, Risse und Fenster ins Freie entweichen, so dass dort die Konzentration wieder deutlich abnimmt.

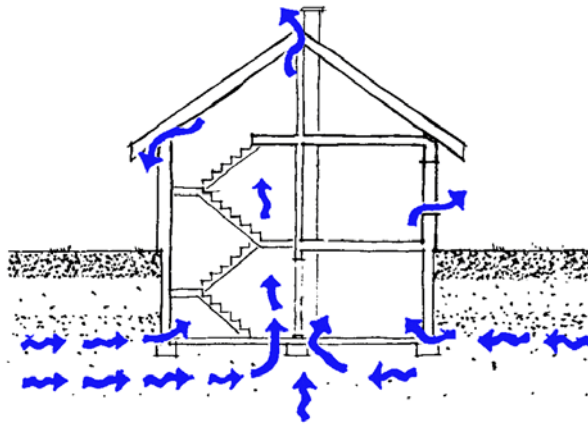


Abb. 2: Radontransport vom Untergrund ins Gebäude (Quelle: BAG)

### 2.3 Gesundheitsgefährdung

Für die gesundheitlichen Auswirkungen ist nicht das Radon selbst, sondern sind seine radioaktiven Zerfallsprodukte verantwortlich. Es handelt sich um Isotope von Blei, Wismut und Polonium. Diese lagern sich an feinste Staubteilchen an, welche mit der Atemluft in die Lunge gelangen. Sie bestrahlen das empfindliche Lungengewebe aus nächster Nähe und können zu Lungenkrebs führen.



Abb. 3: Bestrahlung des Lungengewebes (Quelle: BAG)

Erst um 1950 wurde der Zusammenhang zwischen Radon und Lungenkrebs entdeckt. Nach aktuellen Erkenntnissen stammen über 10 Prozent der Lungenkrebserkrankungen aus der Belastung durch Radon in Gebäuden. Radon und seine Folgeprodukte gelten nach dem Rauchen als zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs.

Die durchschnittliche Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung beträgt rund 4 mSv pro Jahr. Radon ist für 40 % der Strahlenbelastung verantwortlich. Hinzu kommen 25 % aus medizinischen Anwendungen (z.B. Röntgen) und 35 % aus kosmischer, terrestrischer und innerer Bestrahlung. Radon belastet die Gesundheit der Schweizer Bevölkerung im Durchschnitt mehr als der Reaktorunfall von Tschernobyl und alle bisher durchgeführten Atomwaffentests.

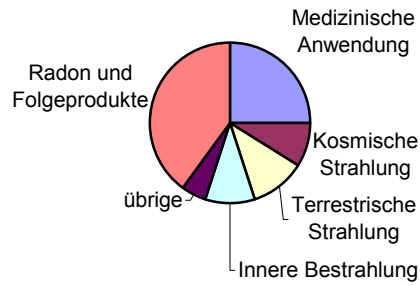


Abb. 4: Mittlere Jahresdosis in der Schweiz: 4 mSv (Quelle: BAG)

Für Personen, die in Räumen mit einer Radonkonzentration entsprechend dem Grenzwert von 1'000 Bq/m<sup>3</sup> wohnen, steigt die Dosis auf etwa 20 mSv pro Jahr, wobei der Anteil des Radons an der Strahlenbelastung gegen 90 % ansteigt.

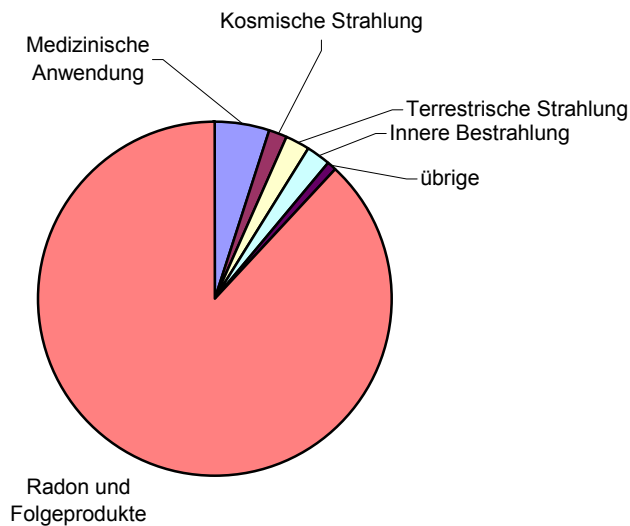


Abb. 5: Jahresdosis in Räumen mit 1'000 Bq/m<sup>3</sup>: 20 mSv (Quelle: KLL)

Vergleicht man verschiedene Gefährdungen anhand der Todesursachen, erweist sich Radon als ähnlich risikoreich wie Hautkrebs oder Alkoholismus.

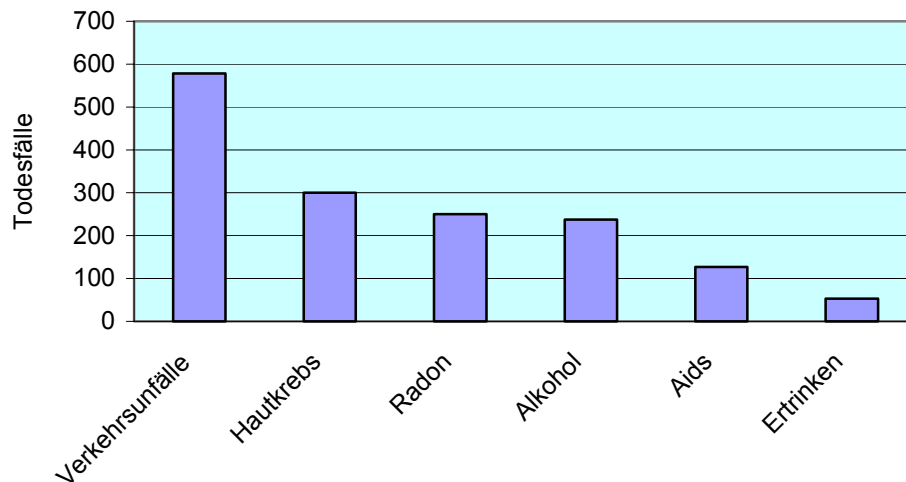


Abb. 6: Todesfälle in der Schweiz im Jahre 2000 (Quelle: BFS)

## 2.4 Gesetzliche Grundlagen und technische Normen

In der schweizerischen Strahlenschutzverordnung von 1994 sind verschiedene Bestimmungen zum Schutz vor Radon enthalten, welche im Einzelnen im Glossar aufgeführt sind. Im Folgenden sind die wichtigsten Bestimmungen zusammengefasst:

- Für Wohn- und Aufenthaltsräume gilt ein über ein Jahr gemittelter Grenzwert von  $1'000 \text{ Bq/m}^3$ . Im Arbeitsbereich beträgt der über die monatliche Arbeitszeit gemittelte Grenzwert  $3'000 \text{ Bq/m}^3$ .
- Der Eigentümer des Gebäudes hat bei einer Überschreitung des Grenzwertes die erforderliche Sanierung auf eigene Kosten vorzunehmen.
- Für Neu- und Umbauten sowie bei Sanierungen gilt ein Richtwert von  $400 \text{ Bq/m}^3$ , soweit dies mit einfachen baulichen Massnahmen erreicht werden kann.
- Die Kantone treffen die notwendigen Massnahmen, damit Neu- und Umbauten die Grenzwerte einhalten. Sie sorgen dafür, dass auf ihrem Gebiet eine genügende Anzahl von Messungen durchgeführt wird und bestimmen die Gebiete mit erhöhten Radongaskonzentrationen.
- In Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen legen die Kantone bei Überschreitung des Grenzwertes die zu treffenden Sanierungsmassnahmen und die entsprechenden Fristen fest. Die Kosten der Sanierungsmassnahmen gehen zu Lasten der Eigentümer der Gebäude.

Die Norm SIA 180, Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau, schreibt eine besondere Sorgfaltspflicht beim Bau von Gebäuden in Radongebieten vor. Der genaue Wortlaut ist dem Glossar zu entnehmen.

### 3 MESSUNGEN IN GRAUBÜNDEN

#### 3.1 Mess- und Beurteilungsmethode

Die Messung der Radonkonzentration in Gebäuden wurde mit Kernspurdetektoren oder mit Ionisationskammern durchgeführt. Diese Messgeräte, im Folgenden als Dosimeter bezeichnet, wurden jeweils im Winter während 3 Monaten aufgestellt. In jedem Gebäude gelangten zwei Dosimeter zum Einsatz: eines im tiefsten bewohnten Raum (im Allgemeinen in einem Wohn- oder Schlafzimmer resp. Büroraum oder Schulzimmer des Erdgeschosses) und das andere im tiefsten unbewohnten Raum (in der Regel im Keller).



Abb. 7: Dosimeter (Quelle: BAG)



Abb. 8: Typische Messorte für Dosimeter (Quelle: BAG)

Aus der Messung resultiert eine Dosis, welche sich bei bekannter Expositionsdauer in eine durchschnittliche Konzentration umrechnen lässt. Die Konzentration wurde gemäss Praxis des Bundesamtes für Gesundheit mit einer saisonalen Korrektur auf einen Jahresmittelwert umgerechnet.

Neben der Messung wurden anhand eines Fragebogens die für das Radonproblem relevanten Gebäudedaten erhoben. Der Fragebogen befindet sich im Anhang A1.

In jeder Gemeinde wurden folgende Gebäude untersucht:

- Wohngebäude: mindestens 20 dauernd genutzte Wohngebäude, in Kleingemeinden mit weniger als 50 bewohnten Gebäuden mindestens 10. Bei der in Absprache mit den Gemeindebehörden vorgenommenen Auswahl der Gebäude wurde darauf geachtet, das gesamte Siedlungsgebiet abzudecken. Da aufgrund von Erkenntnissen aus früheren Untersuchungen bevorzugt Gebäude mit erhöhtem Radonpotenzial, insbesondere Einfamilienhäuser älteren Datums, ausgewählt wurden, ist die Verteilung bezüglich Typ und Alter nicht repräsentativ für den gesamten Gebäudebestand.
- Gebäude im Eigentum der Gemeinde oder des Kantons mit permanenter Büro- oder Aufenthaltsnutzung (insbesondere Schulhäuser, Kindergärten, Gemeindehäuser).

Die Resultate der Messungen wurden wie folgt ausgewertet:

- Für jedes Gebäude erfolgte ein Vergleich der im bewohnten Raum gemessenen Konzentration mit dem Richt- und Grenzwert.
- Pro Gemeinde wurde das arithmetische Mittel der Radonkonzentration für bewohnte und unbewohnte Räume in allen Wohngebäuden ermittelt. Der Wert für bewohnte Räume liess sich in Anlehnung an die Praxis des Bundesamtes für Gesundheit für die Zuordnung der Gemeinden zu Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen (Radongebiet) verwenden: Betrug der Wert weniger als  $100 \text{ Bq/m}^3$ , handelt es sich nicht um ein Radongebiet. Lag er über  $200 \text{ Bq/m}^3$ , ist die Gemeinde als Radongebiet zu bezeichnen. Bei Werten zwischen  $100$  und  $200 \text{ Bq/m}^3$  erfolgte die Zuordnung auf Grund weiterer Kriterien, wie Mess-

werte in den unbewohnten Räumen, Messwerte in den übrigen Gebäuden und geologische Randbedingungen.

Alle gemessenen und mit dem Fragebogen erhobenen Daten wurden in eine Radondatenbank eingegeben. Zudem wurde für jede Gemeinde ein Auswertungsblatt erstellt.

### 3.2 Vorgehen

Die Radonmesskampagnen wurden zwischen 1993 und 2003 in allen 208 Bündner Gemeinden durchgeführt. Organisation und Durchführung der Messungen erfolgten im Auftragsverfahren durch zwei private, vom Bundesamt für Gesundheit anerkannte Messstellen.

In den einzelnen Gemeinden wurde wie folgt vorgegangen:

- Schriftliche Orientierung der Gemeinde über die geplante Radonmesskampagne (Kantonales Labor und Lebensmittelkontrolle Graubünden, KLL)
- Auswahl der Gebäude in Zusammenarbeit mit den Gemeindebehörden (Beauftragte)
- Erheben der Gebäudeeigentümer bei den Gemeindebehörden oder der Gebäudeversicherung (Beauftragte, KLL)
- Schriftliche Orientierung der Gebäudeeigentümer über die geplanten Messungen (KLL)
- Exponieren und Einsammeln der Dosimeter sowie Ausfüllen des Fragebogens (Beauftragte)
- Auswertung der Dosimetermessung (Beauftragte oder Lieferant des Messgerätes)
- Eingabe der Resultate in Datenbank und gemeindeweise Auswertung (Beauftragte)
- Schriftliche Orientierung der Gebäudeeigentümer über die Resultate (KLL)
- Schriftliche Orientierung der Gemeinde über die Zuordnung zu einem Radongebiet oder nicht und die Anzahl Grenz- und Richtwertüberschreitungen (KLL)

In vielen Gemeinden erklärten sich Oberstufenklassen bereit, bei den Messkampagnen mitzuwirken. Die Schülerinnen und Schüler übernahmen nach vorgängiger Information zum Thema Radon das Aufstellen und Einsammeln der Dosimeter und das Ausfüllen des Fragebogens. Dieses Vorgehen erwies sich als vorteilhaft, indem neben den direkt Betroffenen weitere Kreise für das Thema Radon sensibilisiert werden konnten.

Bei Wohngebäuden mit einer Radonkonzentration über dem Grenzwert von  $1'000 \text{ Bq/m}^3$  wurden im darauf folgenden Winter Kontrollmessungen durchgeführt. Ebenso fanden Kontrollmessungen in allen Schulhäusern und Kindergärten mit einer Richtwertüberschreitung statt.

Wurden die Grenzwertüberschreitungen bei Wohngebäuden resp. Schulhäusern und Kindergärten bestätigt, erfolgte eine Begehung des Gebäudes durch Vertreter des Kantonalen Labors und Lebensmittelkontrolle Graubünden sowie des Bundesamtes für Gesundheit mit einer Beratung der Gebäudeeigentümer hinsichtlich Sanierungsmöglichkeiten.

## 4 ERGEBNISSE UND FOLGERUNGEN

### 4.1 Resultate nach Gemeinden

Die Ergebnisse der Wohngebäude pro Gemeinde gehen aus der folgenden Tabelle hervor. Die rot bezeichneten Gemeinden wurden als Radongebiete eingestuft.

Gemeinde	Anzahl untersuchte Wohngebäude	Anzahl untersuchte übrige Gebäude	Mittelwert bewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Mittelwert unbewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Maximalwert in bewohnten Räumen Wohngebäude (Bq/m <sup>3</sup> )	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum zwischen 400 und 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum über 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)
Almens	20	1	102	150	400	5	0
Alvaneu	22	2	245	665	1060	9	5
Alvaschein	10	3	78	77	290	0	0
Andeer	25	4	203	662	820	16	0
Andiast	20	1	165	354	880	10	0
Ardez	30	3	113	222	510	3	0
Arosa	28	7	88	282	380	4	0
Arvigo	11	2	248	432	750	18	0
Ausserferrera	11	0	858	1342	2380	46	36
Avers	24	0	110	308	700	4	0
Bergün / Bravuogn	21	1	231	566	890	10	0
Bever	23	2	182	621	880	13	0
Bivio	20	3	58	138	190	0	0
Bonaduz	25	6	175	277	760	16	0
Bondo	26	1	567	1282	2590	31	12
Braggio	10	2	41	106	120	0	0
Breil / Brigels	260	22	310	686	7800	15	5
Brienz / Brinzauls	12	2	591	1611	1980	42	16
Brusio	36	5	629	1388	2670	12	22
Buseno	10	1	173	659	540	10	0
Calfreisen	10	1	36	91	80	0	0
Cama	20	3	116	264	460	5	0
Castaneda	12	2	172	799	510	8	0
Castasegna	23	1	488	824	1950	17	17
Casti-Wergenstein	8	1	44	172	80	0	0
Castiel	12	2	42	87	140	0	0
Castrisch	20	2	228	449	1430	5	5
Cauco	6	1	94	141	150	0	0
Cazis	30	9	110	283	240	0	0
Celerina / Schlarigna	20	4	248	585	1470	5	5

Gemeinde	Anzahl untersuchte Wohngebäude	Anzahl untersuchte übrige Gebäude	Mittelwert bewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Mittelwert unbewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Maximalwert in bewohnten Räumen Wohngebäude (Bq/m <sup>3</sup> )	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum zwischen 400 und 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum über 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)
Chur	90	91	53	156	180	0	0
Churwalden	27	8	133	295	320	0	0
Clugin	9	1	163	294	470	11	0
Conters i. Pr.	20	2	315	548	2670	15	5
Cumbel	11	2	157	307	490	9	0
Cunter	21	1	80	252	170	0	0
Davos	29	21	173	806	1250	3	3
Degen	12	3	99	115	400	0	0
Disentis / Mustér	445	25	345	898	>10000	10	6
Domat / Ems	25	12	188	545	950	8	0
Donat <sup>1)</sup>	23	2	77	304	210	0	0
Duvin	12	2	114	269	250	0	0
Falera	21	3	91	202	200	0	0
Fanas	25	2	125	323	680	4	0
Feldis / Veulden	16	3	63	103	200	0	0
Felsberg	25	3	175	275	660	12	0
Fideris	32	2	114	256	580	6	0
Filisur	26	2	214	480	1580	8	4
Fläsch	22	3	61	149	200	0	0
Flerden	13	2	82	190	250	0	0
Flims	23	3	309	677	1870	9	9
Flond	12	2	111	281	270	0	0
Ftan	25	3	93	261	260	0	0
Fuldera	27	3	182	526	780	7	0
Furna	22	2	62	126	120	0	0
Fürstenuau	20	2	165	290	250	10	0
Grono	20	3	136	321	280	0	0
Grüsch	35	5	101	429	870	5	0
Guarda	24	2	251	459	1530	4	4
Haldenstein	20	4	77	313	190	0	0
Hinterrhein	10	1	606	1933	1830	30	20
Igis-Landquart	47	22	50	149	180	0	0
Illanz	21	6	277	368	1790	5	10
Innerferrera	9	1	89	364	170	0	0
Jenaz	29	3	86	285	350	0	0
Jenins	21	3	70	236	220	0	0

<sup>1)</sup> Unterteilung nach Fraktionen vgl. Abb. 10

Gemeinde	Anzahl untersuchte Wohngebäude	Anzahl untersuchte übrige Gebäude	Mittelwert bewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Mittelwert unbewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Maximalwert in bewohnten Räumen Wohngebäude (Bq/m <sup>3</sup> )	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum zwischen 400 und 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum über 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)
Klosters-Serneus	31	6	508	816	3690	6	16
Küblis	26	3	149	456	660	4	0
Laax	23	4	123	160	290	0	0
Ladir	11	2	196	333	480	9	0
Langwies	23	2	192	353	1030	9	4
Lantsch / Lenz	24	1	112	179	540	4	0
Lavin	26	1	398	979	1680	23	8
Leggia	12	1	83	96	170	0	0
Lohn	11	1	51	117	130	0	0
Lostallo	21	4	135	303	590	5	0
Lü	14	3	320	790	1940	14	7
Lüen	14	1	133	429	330	0	0
Lumbrein	22	2	126	339	390	0	0
Luven	12	3	117	270	220	0	0
Luzein	39	3	106	220	370	0	0
Madulain	28	1	156	469	450	7	0
Maienfeld	21	6	54	161	140	0	0
Maladers	24	1	110	407	670	8	0
Malans	28	8	63	208	240	0	0
Malix	21	2	125	234	480	5	0
Marmorera	10	1	75	116	240	0	0
Masein	24	3	104	288	450	4	0
Mastrils	21	2	96	163	790	5	0
Mathon	10	2	88	464	310	0	0
Medel (Lucmagn)	21	3	169	713	890	10	0
Medels im Rheinwald	9	1	82	387	180	0	0
Mesocco	27	12	201	649	1350	7	4
Molinis	13	2	117	427	350	0	0
Mon	13	2	96	556	200	0	0
Morissen	10	3	217	369	850	20	0
Müstair	32	6	318	397	3950	9	3
Mulegns	8	2	102	365	290	0	0
Mutten	10	2	84	136	400	0	0
Nufenen	12	1	97	473	210	0	0
Obersaxen	20	5	90	302	290	0	0
Pagig	13	1	65	170	230	0	0
Parpan	22	3	367	1001	2930	27	5

Gemeinde	Anzahl untersuchte Wohngebäude	Anzahl untersuchte übrige Gebäude	Mittelwert bewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Mittelwert unbewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Maximalwert in bewohnten Räumen Wohngebäude (Bq/m <sup>3</sup> )	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum zwischen 400 und 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum über 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)
Paspels	21	3	59	199	290	0	0
Peist	21	1	69	327	460	5	0
Pignia	11	1	125	649	240	0	0
Pigniu	14	1	77	149	180	0	0
Pitasch	12	1	87	504	130	0	0
Pontresina	22	4	180	528	430	5	0
Portein	9	0	45	201	160	0	0
Poschiavo	32	15	347	1045	3930	22	6
Praden	11	2	150	308	330	0	0
Pratval	16	1	77	117	240	6	0
Prüz	12	3	178	513	530	17	0
Punt-Chamues-ch La	20	3	264	503	1410	15	5
Ramosch	28	3	107	243	610	0	0
Rhäzüns	21	8	92	318	250	0	0
Riein	11	1	148	372	490	9	0
Riom-Parsonz	21	2	94	193	440	5	0
Rodels	18	3	136	193	540	6	0
Rongellen	11	1	74	323	150	0	0
Rossa	11	2	193	801	560	18	0
Rothenbrunnen	23	5	86	127	350	0	0
Roveredo	26	8	89	208	230	0	0
Rueun	20	2	353	757	9620	30	10
Ruschein	21	2	216	611	980	14	0
St.Antönien	13	1	48	106	90	0	0
St.Antönien Ascharina	11	0	154	479	390	0	0
Sta. Maria i.C.	10	1	127	479	270	0	0
Sta. Maria V.M.	20	3	316	1077	950	35	0
St.Martin	10	1	81	187	170	0	0
St.Moritz	30	5	142	379	820	7	0
St.Peter	20	2	82	155	350	0	0
San Vittore	23	2	242	456	670	30	0
Saas	24	2	76	217	210	0	0
Safien	26	2	208	433	1840	8	4
Sagogn	21	2	117	299	190	0	0
Salouf	21	1	61	107	200	0	0
Samedan	24	7	182	412	1380	0	4

Gemeinde	Anzahl untersuchte Wohngebäude	Anzahl untersuchte übrige Gebäude	Mittelwert bewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Mittelwert unbewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Maximalwert in bewohnten Räumen Wohngebäude (Bq/m <sup>3</sup> )	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum zwischen 400 und 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum über 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)
Samnaun	30	7	77	188	380	0	0
Sarn	11	2	295	814	1020	9	9
Savognin	26	4	117	418	450	4	0
Says	20	2	43	117	280	0	0
S-chanf	22	4	262	829	740	23	0
Scharans	24	4	116	168	380	0	0
Scheid	16	2	40	174	110	0	0
Schiers	27	8	140	293	910	7	0
Schlans	20	1	221	594	840	15	0
Schluein	22	2	142	290	440	5	0
Schmitten	23	2	234	601	520	22	0
Schnaus	20	1	357	706	1800	15	10
Scuol	37	6	113	281	380	0	0
Seewis	32	3	90	436	290	0	0
Selma	10	2	116	214	280	0	0
Sent	32	2	89	207	550	3	0
Sevgein	10	2	84	197	140	0	0
Siat	18	1	903	2455	4780	39	22
Sils i.D.	24	3	219	587	1260	8	8
Sils i.E. / Segl	20	3	126	705	860	5	0
Silvaplana	18	3	355	871	1370	33	6
Soazza	22	5	204	407	1480	0	5
Soglio	21	3	413	877	2640	29	5
Splügen	23	3	144	471	550	4	0
Stampa / Maloja <sup>1)</sup>	27	4	401	1351	1840	19	11
Stierva	12	3	84	104	340	0	0
Sufers	14	2	141	740	410	7	0
Sumvitg	19	5	341	878	2280	5	11
Sur	11	3	190	615	350	0	0
Suraua <sup>1)</sup>	44	5	170	543	500	7	0
Surava	20	2	326	570	2910	5	5
Surcuolm	12	2	290	747	1760	8	17
Susch	26	2	291	985	1400	23	4
Tamins	23	5	152	389	470	4	0
Tarasp	26	4	158	707	970	12	0

<sup>1)</sup> Unterteilung nach Fraktionen vgl. Abb. 10

Gemeinde	Anzahl untersuchte Wohngebäude	Anzahl untersuchte übrige Gebäude	Mittelwert bewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Mittelwert unbewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Maximalwert in bewohnten Räumen Wohngebäude (Bq/m <sup>3</sup> )	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum zwischen 400 und 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum über 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)
Tartar	10	1	135	722	350	0	0
Tenna	11	2	94	298	390	0	0
Thusis	21	9	129	433	470	5	0
Tiefencastel	21	2	161	597	460	5	0
Tinizong-Rona	22	3	100	296	490	5	0
Trans	10	2	35	159	2900	0	10
Trimmis	21	8	37	154	270	0	0
Trin	26	5	172	508	740	8	0
Trun	20	7	351	850	1770	32	5
Tschappina	11	1	177	161	830	27	0
Tschiertschen	20	4	179	306	1170	5	5
Tschieriv	28	4	174	434	1430	7	4
Tschlin	24	4	99	181	440	4	0
Tujetsch	20	6	259	1180	4420	5	5
Tumegl / Tomils	22	2	69	187	160	0	0
Untervaz	27	7	98	381	300	0	0
Urmein	12	1	104	181	400	0	0
Valchava	22	4	261	725	2010	9	5
Valendas	22	4	120	205	480	5	0
Vals	26	2	112	283	330	0	0
Valzeina	11	1	136	333	400	9	0
Vaz / Obervaz	33	9	147	237	2460	0	3
Vella	20	4	126	288	250	0	0
Verdabbio	12	1	92	149	270	0	0
Versam	24	3	162	304	580	8	0
Vicosoprano	20	7	261	1120	2040	5	5
Vignogn	11	2	121	299	250	0	0
Vrin	20	2	144	369	1110	0	5
Waltensburg / Vuorz	21	3	176	623	370	0	0
Wiesen	22	2	173	342	1170	0	5

Gemeinde	Anzahl untersuchte Wohngebäude	Anzahl untersuchte übrige Gebäude	Mittelwert bewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Mittelwert unbewohnte Räume in Wohngebäuden (Bq/m <sup>3</sup> )	Maximalwert in bewohnten Räumen Wohngebäude (Bq/m <sup>3</sup> )	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum zwischen 400 und 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)	Anteil Wohngebäude mit Messwert in bewohntem Raum über 1'000 Bq/m <sup>3</sup> (%)
Zernez	30	5	168	716	440	3	0
Zillis-Reischen	23	4	128	430	920	4	0
Zizers	18	6	64	72	270	0	0
Zuoz	23	5	136	222	1300	0	4
Total Kanton Graubünden	4891	800	193 <sup>2)</sup>	495	> 10'000	7	3

<sup>1)</sup> Unterteilung nach Fraktionen vgl. Abb. 10

<sup>2)</sup> Dieser Wert liegt sehr hoch, da bei den Gemeinden Breil/Brigels und Disentis/Mustér, welche beide Radongebiete sind, jeweils alle Wohngebäude gemessen wurden. Ohne Berücksichtigung dieser beiden Gemeinden würde das arithmetische Mittel nur 170 Bq/m<sup>3</sup> betragen.

Tab. 1: Resultate nach Gemeinden (Quelle: KLL)

Bei Gemeinden, die in den letzten Jahren aus Fusionen entstanden sind und solchen mit räumlich nicht zusammenhängenden Gebieten wurde eine Erhebung nach Fraktionen vorgenommen:

<b>Gemeinde Donat</b>	<b>23</b>		<b>77</b>		<b>210</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Donath	13		62		130	0	0
Patzen-Ferdün	10		91		210	0	0

<b>Gemeinde Suraua</b>	<b>46</b>		<b>170</b>		<b>500</b>	<b>7</b>	<b>0</b>
Camuns	12		56		130	0	0
Surcasti	12		226		350	0	0
Tersnaus	11		75		280	0	0
Uors Peiden	11		311		500	27	0

<b>Gemeinde Stampa</b>	<b>27</b>		<b>401</b>		<b>1840</b>	<b>19</b>	<b>11</b>
Stampa	21		469		1840	24	14
Maloja	8		113		210	0	0

Tab. 2: Resultate nach Fraktionen einzelner Gemeinden (Quelle: KLL)

## 4.2 Radongebiete

67 der 208 Gemeinden sind als Radongebiet eingestuft worden. Bezogen auf die Bevölkerungszahl entspricht dies 57'360 Einwohnern resp. 31 % der Gesamtbevölkerung des Kantons. Die geografische Verteilung der Radongebiete geht aus der folgenden Karte hervor.

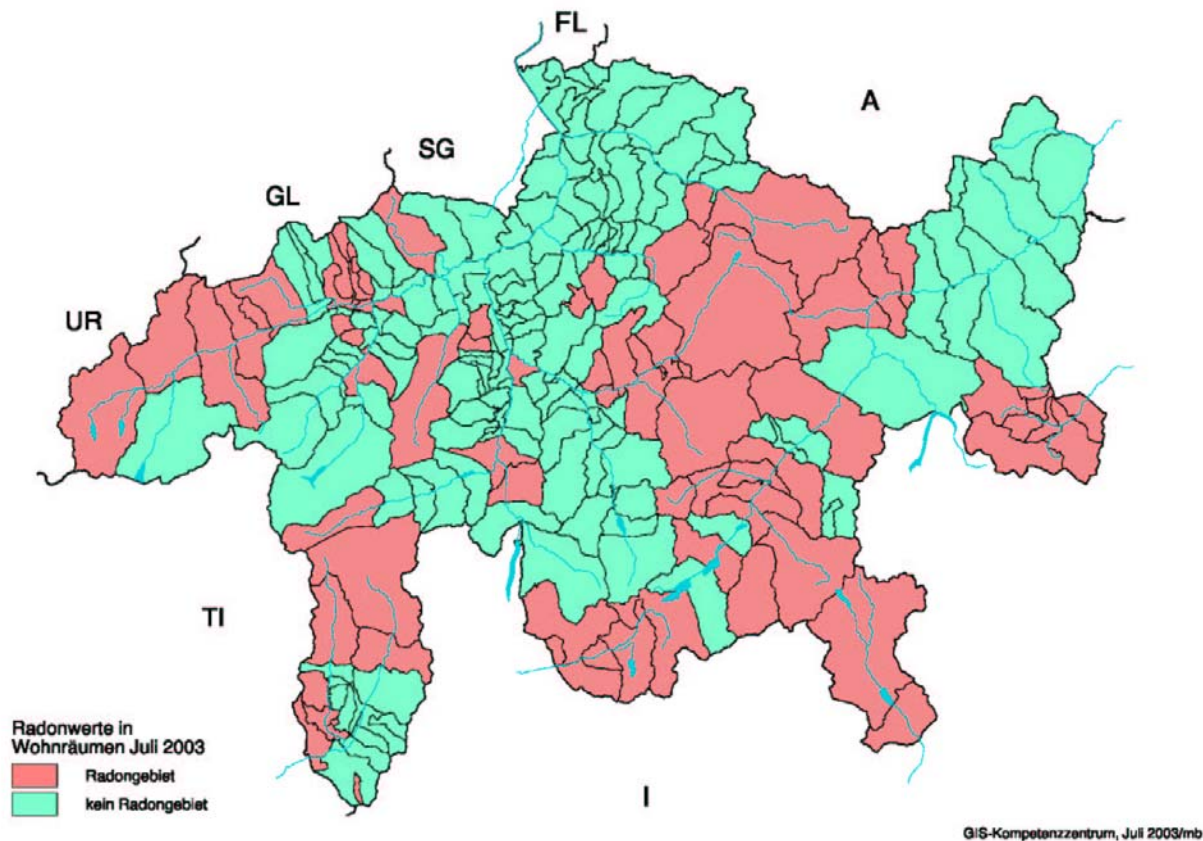


Abb. 9: Karte mit Radongebieten nach Gemeinden (Quelle: KLL)

## 4.3 Grenz- und Richtwertüberschreitungen

Von insgesamt 4'891 im Kanton Graubünden im Rahmen dieser Messkampagnen erfassten Wohngebäuden weisen rund 350 (7 %) in bewohnten Räumen eine Radonbelastung zwischen dem Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup> und dem Grenzwert von 1'000 Bq/m<sup>3</sup> auf. Rund 125 Wohngebäude (3 %) überschreiten den Grenzwert von 1'000 Bq/m<sup>3</sup>.

Bei den 412 untersuchten Schulhäusern und Kindergärten liegt die Radongaskonzentration in den bewohnten Räumen in 12 Fällen (3 %) über dem Grenzwert und in 26 Fällen (6 %) zwischen dem Richt- und Grenzwert. Von 388 öffentlichen Gebäuden wie Gemeindehäuser und Betriebsgebäude des Kantons befinden sich 8 (2 %) über dem Grenzwert und 30 (8 %) zwischen dem Richt- und Grenzwert.

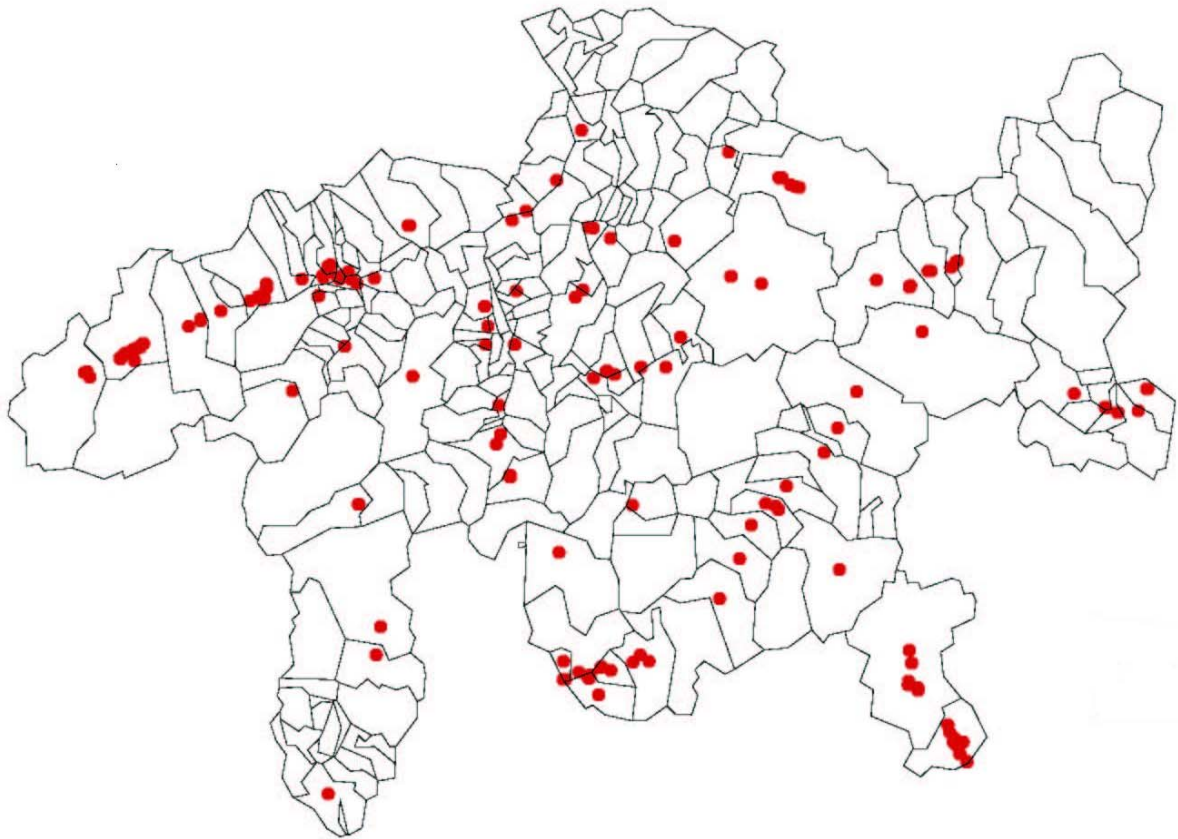


Abb.10: Karte mit Gebäuden über dem Grenzwert von 1'000 Bq/m<sup>3</sup> (Quelle: BAG)

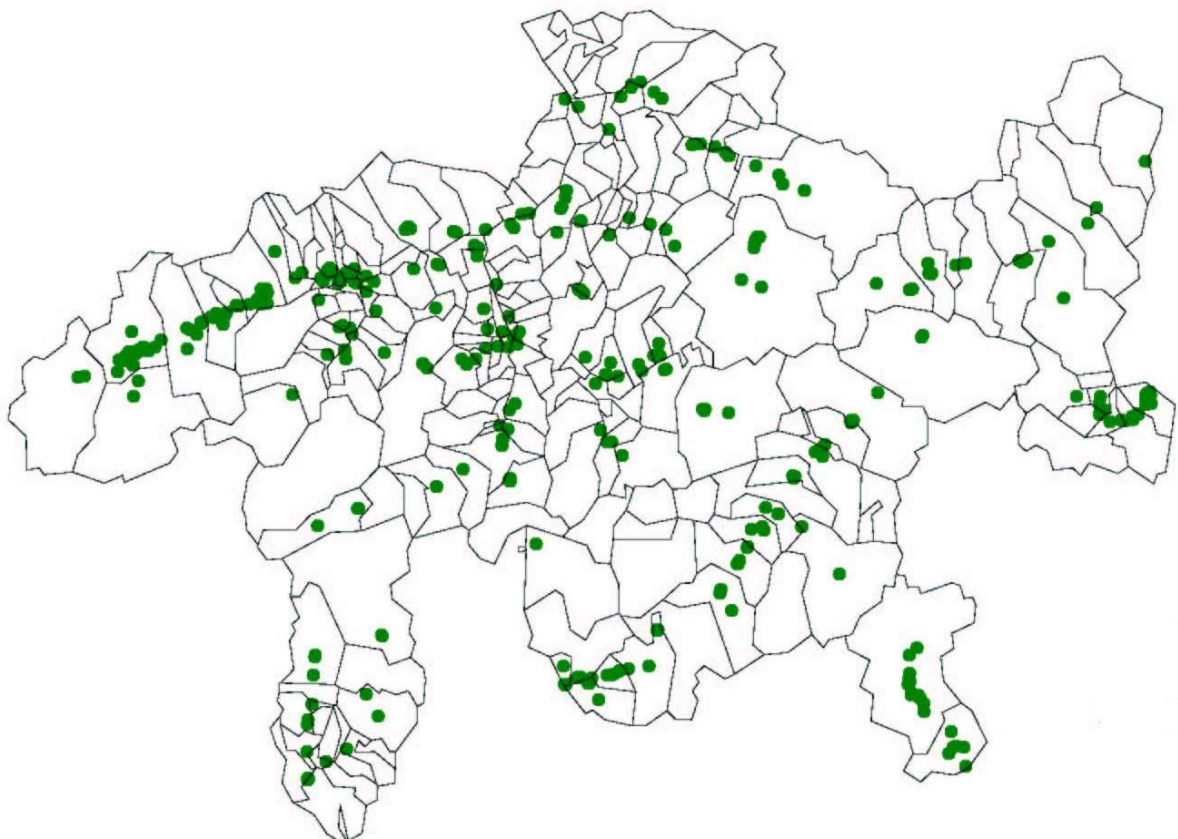


Abb.11: Karte mit Gebäuden zwischen Richt- und Grenzwert (Quelle: BAG)

#### 4.4 Vergleich mit andern Regionen

Im Vergleich zu den Nachbarkantonen und der gesamten Schweiz präsentiert sich die Situation wie folgt:

Kanton resp. Land	Anzahl Messwerte in bewohnten Räumen	Arithmetischer Mittelwert in bewohnten Räumen (Bq/m <sup>3</sup> )	Anzahl Richtwertüberschreitungen	Anzahl Grenzwertüberschreitungen
Graubünden	6'366	117	469	184
Tessin	5'141	146	546	121
Uri	413	107	36	13
Glarus	851	127	47	12
St. Gallen	2'314	55	34	4
Schweiz	53'500	75	1'960	590

Tab. 3: Vergleich mit Nachbarkantonen und der Schweiz (Quelle: BAG)

Diese Daten lassen sich nicht direkt mit den in Abschnitt 4.1 dargestellten Werten vergleichen, da sie auch Werte früherer Messkampagnen umfassen und wegen der nicht repräsentativen Auswahl der Gebäude mit einer Stockwerkkorrektur und einer regionalen Bevölkerungsgewichtung nachbearbeitet wurden.

Verglichen mit der gesamtschweizerischen Situation weist der Kanton Graubünden einen überdurchschnittlich hohen Mittelwert in bewohnten Räumen auf. Gemessen in absoluten Zahlen ist Graubünden der Kanton mit den meisten bis anhin bekannten Grenzwertüberschreitungen.

#### 4.5 Folgerungen

Aus diesen Resultaten und Vergleichen wurden folgende Schlüsse gezogen:

- Sanierung von Gebäuden mit Grenzwertüberschreitung

Diese Gebäude sind innert nützlicher Frist einer Sanierung zu unterziehen. Mit der Radonsanierung soll nicht bis zu einer ordentlichen Gebäuderenovation gewartet werden. Den betroffenen Eigentümern wird eine Nachmessung und eine unentgeltliche Beratung durch Fachleute des Bundesamtes für Gesundheit empfohlen.

- Sanierung von Gebäuden mit Richtwertüberschreitung

Bei diesen Gebäuden sind Massnahmen zur Senkung der Radonkonzentration empfohlen. Sie können anlässlich von ordentlichen Renovationen oder Umbauten ergriffen werden. Bei Bedarf stehen auch in diesem Fall Fachleute des Bundesamtes für Gesundheit für eine unentgeltliche Beratung zur Verfügung.

- Radongebiete

Die Baubehörden der betroffenen Gemeinden informieren Bauherren und Planer vor der Baubewilligung über die Radongefährdung. Dies kann z.B. mit dem im Anhang A3 vorgestellten Musterbeilageformular zum Baugesuch erfolgen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Bestimmungen zum Schutz vor Radon in das Baugesetz aufzunehmen (Beispiel vgl. Anhang A2). Neu- und Um-

bauten in Radongebieten sind so zu erstellen, dass der Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup> nicht überschritten wird. Empfehlungen für bauliche Massnahmen zum Schutze vor hohen Radongaskonzentrationen sind in der Technischen Dokumentation des Bundesamtes für Gesundheit enthalten.

- Neu- und Umbauten

Der Schutz gegen Radon ist grundsätzlich in Abhängigkeit der Lage (Radongebiet), des Baugrundes und der Raumnutzung bei allen Neu- und Umbauten zu berücksichtigen. Ein entsprechendes Vorgehensschema für Bauherren ist im Anhang A4 enthalten.

- Sanierungsprogramme

Pendent bleiben die Fragen, wer für das Aufspüren der noch nicht bekannten Gebäude mit Grenzwertüberschreitung zuständig ist und wie sich die Sanierungsprogramme nach Art. 116 der Strahlenschutzverordnung realisieren lassen.

## 5 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Radon nahm während der Messkampagnen einen hohen Stellenwert ein. Zielpublikum waren vor allem Bewohner, potenzielle Bauherren und Architekten in den Radongebieten.

### 5.1 Ausstellungen

In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Gesundheit beteiligte sich das Kantonale Labor und Lebensmittelkontrolle Graubünden an folgenden Ausstellungen mit einem Stand zum Thema Radon:

- Handels-, Industrie- und Gewerbeausstellung (HIGA), Chur 1996
- Bündner Herbstmesse GEHLA, Chur 2001
- Interregio grenzenlos 03, Graun, Südtirol, 2003
- Ilanzer Handels- und Gewerbeausstellung, Ilanz 2003
- Davoser Mäss, Davos 2003

### 5.2 Kurse für Baufachleute

Für Architekten und andere Baufachleute wurden folgende Kurse in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Gesundheit angeboten:

- „Fachtagung Radon in Gebäuden“ anlässlich der HIGA, Chur 1996
- „Fachtagung Radon in Graubünden“ anlässlich der GEHLA, Chur 2001
- „Fachtagung Radon für Baufachleute“, Chur 2001

## 6 SCHUTZMASSNAHMEN

### 6.1 Grundlagen

Schutzmassnahmen gegen Radon sind für jedes Gebäude individuell zu planen. Für Neu- und Umbauten sowie Sanierungen hat sich folgende Strategie bewährt:

- Ausgangslage klären

Jedes Haus befindet sich in einem spezifischen Umfeld und jedes Bauprojekt hat seine besondere Ausgangslage. Für das Vermeiden von hohen Radonkonzentrationen ist eine gründliche Analyse unumgänglich. Bei Neubauten ist vor allem abzuklären, ob sich die Parzelle in einem Radongebiet befindet und ob die Baugrubensohle überdurchschnittlich durchlässig ist. Bei bestehenden Gebäuden sind darüber hinaus die bauliche Ausgangslage (z.B. erdberührte Wohn- und Aufenthaltsräume, sehr durchlässige Kellerdecke), der Umfang bereits durchgeführter Messungen und die übrigen beabsichtigten baulichen Massnahmen (z.B. Wärmeisolation) zu berücksichtigen.

- Konzeptionelle Massnahmen

In den frühen Planungsphasen fallen viele Entscheidungen, die das Radonproblem massgeblich entschärfen oder lösen helfen. In erster Linie ist die Nutzung und die Anordnung der Räume von Bedeutung: Vorteilhaft ist ein Verzicht auf Wohnräume im Untergeschoss; offene Verbindungen zwischen dem Unter- und dem Erdgeschoss sind zu vermeiden. Wichtig ist auch der Einfluss von Wärmeschutz und Luftdichtigkeit: Im Kellerbereich ist auf eine durchgehende Dämm- und Dichtungsschicht unter Berücksichtigung der Trennung von beheizten und unbeheizten Räumen Wert zu legen. Nicht zu vergessen sind die Leitungsführungen, da jede Durchdringung der Bauteile im Erdreich eine potenzielle Leckstelle für das Radon darstellt: Anzustreben sind möglichst wenig Durchdringungen der Aussenhülle; Leitungsführungen durch die Wände sind bezüglich Radon günstiger als solche durch den Boden.

- Abdichten

Durch dichte Baukonstruktionen bei Neubauten und durch Abdichtungsmassnahmen bei Sanierungen gegen das Erdreich resp. gegen radonbelastete Räume wird das Eindringen von Radon in Wohn- und Aufenthaltsräume verhindert.

- Be- und Entlüften

Mit speziellen Lüftungssystemen lässt sich Radon durch Überdruck im Gebäudeinnern verdrängen, aus dem Untergeschoss absaugen oder unterhalb des Gebäudes sammeln und ableiten.

- Erfolgskontrolle

Mit Messungen kann der Erfolg der getroffenen Massnahmen überprüft werden.

Detaillierte Unterlagen zum Bau von radonarmen und zur Sanierung von radonbelasteten Gebäuden finden sich im Handbuch „Radon, Technische Dokumentation“, das vom Bundesamt für Gesundheit herausgegeben wird.

## 6.2 Neu- und Umbauten in Radongebieten

In Radongebieten ist das Risiko hoher Radonbelastungen erhöht. Besondere Schutzmassnahmen sind daher gerechtfertigt.

Für Neubauten kommen vor allem nachstehende Massnahmen in Betracht. Die Massnahmen sind je nach Gebäudesituation einzeln oder in Kombination anzuwenden:

- Verzicht auf Aufenthaltsräume im Untergeschoss
- Dichte Bodenkonstruktion (Fundamentplatte) mit möglichst wenig Leitungsdurchdringungen
- Vermeiden von Unterdruck im Erd- und Untergeschoss; wenn Ventilationsanlagen notwendig sind, sollen sie als Überdrucksystem konzipiert werden
- Aussenliegende Dichtungsbahn unter dem Fundament mit Absaugstelle in Kieszwischenlage
- Durchgehender sekundärer Dichtungsperimeter zwischen Untergeschoss und Aufenthaltsräumen
- Radondrainageleitungen unter der Gebäudesohle mit Anschlussmöglichkeit für Absauganlage
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Bei Umbauten und Renovationen ist zuerst eine Messung erforderlich. Wenn diese Radongaskonzentrationen in Wohnräumen zwischen 400 und 1'000 Bq/m<sup>3</sup> ergibt, sind je nach Situation folgende Massnahmen einzeln oder in Kombination denkbar:

- Schliessen von offenen Verbindungen vom Untergeschoss in die oberen Geschosse
- Abschluss des Treppenhauses gegen das Untergeschoss
- Nachströmöffnungen für Abluftanlagen und direkte Luftzufuhr für Heizkessel und Feuerstellen
- Flächige Abdichtung von Naturböden in Kellerräumen
- Abdichten von Leitungsdurchdringungen sowie Fugen und Rissen in Bauteilen gegen das Erdreich
- Abdichten von Wänden, Decken, Türen und Leitungsdurchführungen zwischen Keller- und Wohnräumen
- Unterdruckerzeugung unter dem Gebäude mit Rohrregister, Schacht oder Sickerleitung

Liegt die Radongaskonzentration über 1'000 Bq/m<sup>3</sup> sind situationsbezogen nachstehende Massnahmen zu prüfen:

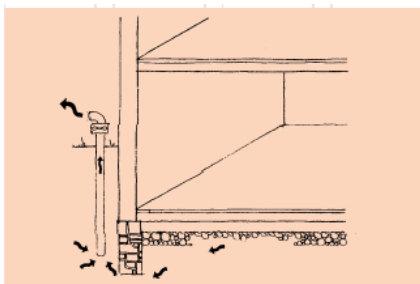
- Keine Aufenthaltsräume im Untergeschoss ohne besondere Schutzmassnahmen
- Aussen liegender Kellerabgang
- Flächige Abdichtung von Naturböden in Kellerräumen
- Unterdruckerzeugung unter dem Gebäude mit Rohrregister, Schacht oder Sickerleitung
- Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Absaugen von radonhaltiger Luft aus dem Kellergeschoss

# 7 IN GRAUBÜNDEN ERPROBTE SCHUTZMASSNAHMEN

## 7.1 Sanierung radonbelasteter Gebäude

Im folgenden sind einige typische Sanierungsbeispiele, welche bei radonbelasteten Gebäuden im Kanton Graubünden erfolgreich zur Anwendung gelangten, aufgeführt. Bei der Sanierung wurde ein schrittweises Vorgehen gewählt:

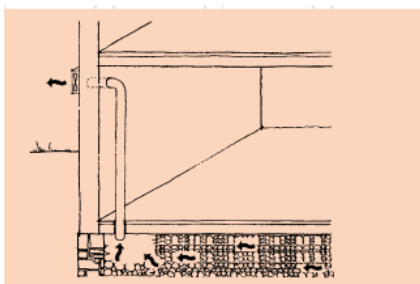
- Installation einer provisorischen und kostengünstigen Versuchsanlage
- Kontrollmessungen
- Evtl. Modifikation der Versuchsanlage
- Definitive Ausführung der Massnahmen



Radonbrunnen ausserhalb des Gebäudes

Abtäufen eines Schachtes oder eines Rohres in den Untergrund neben dem Gebäude, Absaugen der Bodenluft mit einem Ventilator; je nach Bodenbeschaffenheit und Gebäudegrösse evtl. mehrere Radonbrunnen

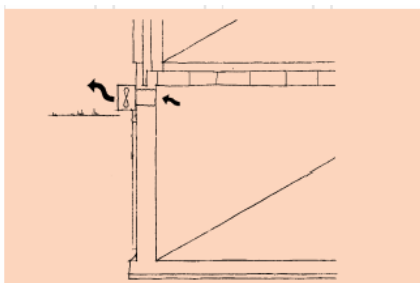
Abb. 12: Radonbrunnen ausserhalb des Gebäudes (Quelle: BAG)



Radonbrunnen im Gebäude

Abtäufen eines Schachtes oder eines Rohres in den Untergrund unterhalb des Gebäudes, Absaugen der Bodenluft mit einem Ventilator; je nach Bodenbeschaffenheit und Gebäudegrösse evtl. mehrere Radonbrunnen

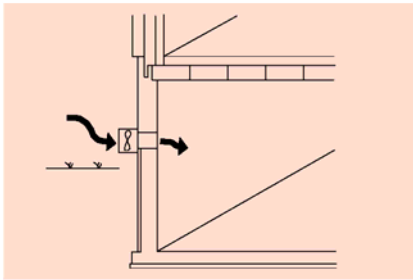
Abb. 13: Radonbrunnen im Gebäude (Quelle: BAG)



Absaugen in unbewohntem Raum

Absaugen der radonhaltigen Luft im Keller mit einem Ventilator

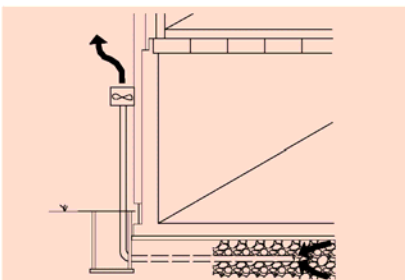
Abb. 14: Absaugen in unbewohntem Raum (Quelle: BAG)



Belüften bewohnter Raum

Zuführen von erwärmter Frischluft mit einem Ventilator, leichter Überdruck im Wohnraum

Abb. 15: Belüften bewohnter Raum (Quelle: BAG)

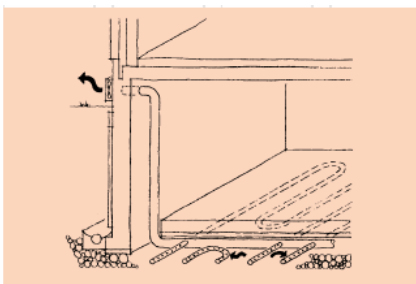


Absaugen von Bodenluft mit horizontalen Rohren

Vortrieb von teilweise perforierten Rohren unter die Fundamentplatte, Absaugen der Bodenluft mit einem Ventilator

Abb. 16: Absaugen von Bodenluft mit horizontalen Rohren (Quelle: BAG/KLL)

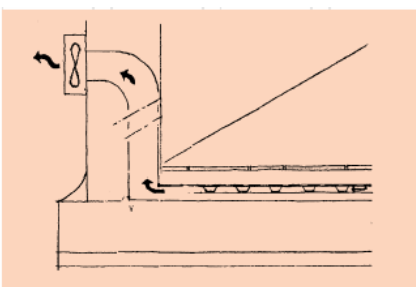
## 7.2 Präventive Massnahmen bei Umbauten



Flächenhaftes Absaugen von Bodenluft

Aushub Naturboden, Verlegen von Drainagerohren mit Sammelrohr, Abdichtung mit Bodenplatte, Absaugen der Bodenluft mit Ventilator

Abb. 17: Flächenhaftes Absaugen von Bodenluft (Quelle: BAG)

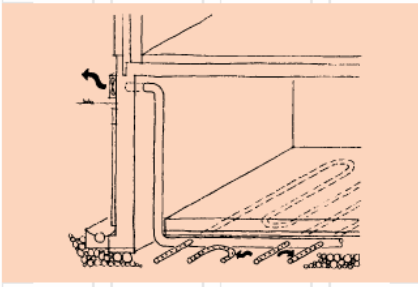


Absaugen unter schwimmendem Boden

Schwimmenden Boden über Betonplatte einziehen, Absaugen der Luft im Zwischenraum mit einem Ventilator

Abb. 18: Absaugen unter schwimmendem Boden (Quelle: BAG)

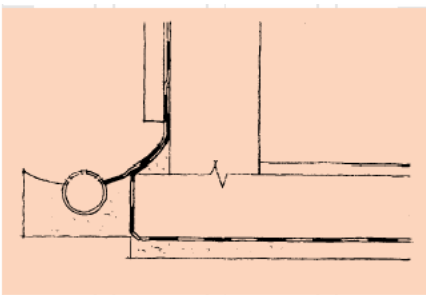
### 7.3 Präventive Massnahmen bei Neubauten



Absaugen der Bodenluft mit Drainageleitungen

Verlegen von Drainageleitungen in Kiesbett, Anschluss an Steigrohr mit Ventilator, Absaugen der Bodenluft unter der Fundamentplatte

Abb. 19: Absaugen der Bodenluft mit Drainageleitungen (Quelle: BAG)



Abdichten aussen an Gebäudehülle

Verlegen einer Dichtungsfolie in der Baugrube, Erstellen des Untergeschosses, Hochziehen der Dichtungsfolie entlang der Seitenwände

Abb. 20: Abdichten aussen an Gebäudehülle (Quelle: BAG)

## 8 KONTROLLE VON NEUBAUTEN

Im Winter 2003/2004 wurde eine erste grössere systematische Kontrolle von Neubauten in Radongebieten durchgeführt. Erfasst wurden insgesamt 41 Gebäude mit Erstellungsjahr zwischen 1994 und 2003. Es handelt sich vorwiegend um Einfamilienhäuser.

13 der 41 Gebäude weisen in bewohnten Räumen eine Radonkonzentration über dem Richtwert von  $400 \text{ Bq/m}^3$  auf, welcher aufgrund von Art. 114 der Strahlenschutzverordnung für Neubauten massgebend ist. Bei 3 Gebäuden war eine Überschreitung des Grenzwerts von  $1'000 \text{ Bq/m}^3$  zu verzeichnen.

Keines der untersuchten Gebäude ist bewusst radonsicher konzipiert. Alle Gebäude weisen eine betonierte Fundamentplatte auf, wobei in den meisten Gebäuden eine Aussparung in Kellerräumen vorhanden ist. Bei Gebäuden mit Aussparungen treten im Durchschnitt höhere Radongaskonzentrationen auf als bei solchen ohne Aussparung. Eine durchgehende betonierte Fundamentplatte ist allerdings kein Garant für die Einhaltung des Richtwerts.

Die Resultate legen den Schluss nahe, dass dem Radonproblem in Radongebieten von Architekten und Bauherrschaften zu wenig Beachtung geschenkt wird. Ob dies auf Unwissenheit oder Fahrlässigkeit zurückzuführen ist, lässt sich nicht abschätzen. Immerhin ist darauf hinzuweisen, dass der Schutz gegen Radon Stand der Bautechnik ist, indem die Norm SIA 180 seit 1999 eine Bestimmung zum Radonschutz enthält und das Bundesamt für Gesundheit seit mehreren Jahren allen Architekten in den Berufsverbänden gezielte Informationen zum Radonproblem zukommen lässt.

Die Untersuchung weist darauf hin, dass dem Radonproblem in Radongebieten im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens mehr Beachtung zu schenken ist. Den zuständigen kommunalen Behörden wird empfohlen, das im Anhang dargestellte Formular als integrierenden Bestandteil des Baugesuchs zu bezeichnen.

## 9 LITERATUR

Die nachstehenden Unterlagen können bei BBL, Vertrieb Publikationen, 3003 Bern, bezogen oder online unter [www.bbl.admin.ch](http://www.bbl.admin.ch) bestellt werden. Sie können auch unter [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch) heruntergeladen oder online bestellt werden.

- Radon – Informationen zu einem strahlenden Thema 311.341.d
- Radon: technische Dokumentation 311.346.d
- Radon: ein Thema beim Liegenschaftshandel 311.437d
- Photo-CD Radon 311.343
- CD-ROM Radon 311.345.d
- Radioaktivität und Strahlenschutz, EDMZ 311.322.d

Im Weiteren können bei der Fachstelle Radon, Tel. 031 324 68 80, E-Mail [radon@bag.admin.ch](mailto:radon@bag.admin.ch), folgende Demonstrationsobjekte für Ausstellungen und Unterricht ausgeliehen werden:

- Ausstellungstafeln 3 x 2.4 m, inkl. Gestell, leicht transportierbar
- 3 Modelle mit Sanierungsmöglichkeiten, Massstab 1:1, auf Rollen, 0.8 x 0.8 x 2.0 m
- 5 Plexiglasmodelle mit Sanierungsmöglichkeiten, in Transporttasche leicht transportierbar, grosse Version: 0.3 x 0.2 x 0.2 m, kleine Version: 0.15 x 0.11 x 0.11m
- Phillion Experimentier-Set: Schulexperimente zu Radon, Radon-Folgeprodukten und weiteren natürlichen radioaktiven Quellen

# 10 GLOSSAR

## 10.1 Begriffe

BAG

Bundesamt für Gesundheit.

BFS

Bundesamt für Statistik.

Becquerel (Bq)

Einheit für die Messung der Radioaktivität einer Substanz. 1 Becquerel bedeutet 1 Atomkernzerfall pro Sekunde.

Bq/m<sup>3</sup>

Einheit für die Messung der Radongaskonzentration in der Luft. 1 Bq/m<sup>3</sup> bedeutet 1 Atomkernzerfall pro Sekunde in einem Volumen von 1 Kubikmeter.

Dosimeter

Passives Messgerät zur Bestimmung der radioaktiven Strahlung (in diesem Fall der Radongaskonzentration).

Edelgas

Farb- und geruchloses Gas, das kaum Verbindungen mit anderen chemischen Elementen eingeht.

Folgeprodukt

vgl. Zerfallsprodukt.

Halbwertszeit

Die Halbwertszeit eines Radionuklids ist die Zeit, nach der die Hälfte einer anfänglich vorhandenen Anzahl Atomkerne zerfallen ist.

Ion

Ein Ion ist ein Atom, bei welchem die Anzahl Elektronen in der Hülle nicht der Anzahl Protonen im Kern entspricht.

Ionisierende Strahlung

Strahlung, die beim Durchgang durch Materie direkt oder indirekt Ionen erzeugt.

Isotop

Isotope eines chemischen Elementes sind Atome, die eine unterschiedliche Anzahl von Neutronen im Kern aufweisen. Sie haben unterschiedliche physikalische Eigenschaften, verhalten sich aber chemisch bis auf feine Unterschiede gleich.

Kernspurdetektor

Messgerät, das die Spuren von Atomkernzerfällen registriert.

Metas

Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung.

Radioaktivität

Als Radioaktivität bezeichnet man das Phänomen des Zerfalls nicht-stabiler Atomkerne. Dabei wird meist ionisierende Strahlung ausgesandt.

## Radionuklid

Der Begriff Nuklid umfasst Atomkerne gleicher Zusammensetzung. Radionuklide sind Nuklide, die sich durch ihre Radioaktivität von stabilen Nukliden abheben.

## Radongebiet

Gebiet mit erhöhten Radongaskonzentrationen, das aufgrund von Messungen nach Beurteilungskriterien des Bundesamtes für Gesundheit ausgeschieden wird.

## Zerfallsprodukt

Atom eines anderen chemischen Elements, das beim Zerfall eines Atomkerns entsteht.

## 10.2 Auszug Strahlenschutzverordnung

Die Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (Stand 28. Dezember 2001, SR 814.501) enthält folgende Bestimmungen zu erhöhten Radonkonzentrationen:

### Artikel 110 Grenzwerte und Richtwert

<sup>1</sup> Für Radongaskonzentrationen in Wohn- und Aufenthaltsräumen gilt ein über ein Jahr gemittelter Grenzwert von 1000 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>).

<sup>2</sup> Für Radongaskonzentrationen im Arbeitsbereich gilt ein über die monatliche Arbeitszeit gemittelter Grenzwert von 3000 Bq/m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ist eine beruflich strahlenexponierte Person bei der Ausübung ihres Berufes zusätzlich Radongaskonzentrationen von über 1000 Bq/m<sup>3</sup> ausgesetzt, so ist die durch Radon zusätzlich akkumulierte Dosis bei der Berechnung der zulässigen Jahresdosis nach Artikel 35 mitzuberücksichtigen.

<sup>4</sup> Bei Neu- und Umbauten (Art. 114) sowie bei Sanierungen (Art. 113 und 116) gilt ein Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup>, soweit dies mit einfachen baulichen Massnahmen erreicht werden kann.

### Artikel 111 Messungen

<sup>1</sup> Die Radongaskonzentration muss durch anerkannte Messstellen ermittelt werden.

<sup>2</sup> Messungen können durch den Eigentümer oder jede andere betroffene Person veranlasst werden.

<sup>3</sup> Wenn eine Messung nicht nach Absatz 2 erfolgt, wird sie auf Gesuch des Betroffenen durch die Kantone angeordnet. Die Kantone sorgen dafür, dass das Resultat der Messung dem Betroffenen mitgeteilt wird.

<sup>4</sup> Als Betroffene gelten Personen, bei denen Anhaltspunkte bestehen, dass die Grenzwerte infolge Aufenthalts in Räumen oder Bereichen nach Artikel 110 überschritten sind. Dies gilt insbesondere für Personen, die sich in Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen nach Artikel 115 aufhalten.

<sup>5</sup> Die Benützer von Gebäuden müssen die Räume für Messungen zugänglich machen.

<sup>6</sup> Die Kosten der durch die Kantone angeordneten Messungen gehen zu Lasten des Eigentümers.

### Artikel 112 Anerkennung und Pflichten der Messstellen

<sup>1</sup> Die Messstellen werden durch das BAG anerkannt, wenn das vorgesehene Messsystem dem Stand der Technik entspricht und an nationale oder internationale Normale angeschlossen ist (Rückverfolgbarkeit).

<sup>2</sup> Die Rückverfolgbarkeit wird im Einzelfall durch das metas festgelegt und durch eine von ihm anerkannte Stelle überprüft.

<sup>3</sup> Die Messstellen sind verpflichtet, die Resultate der Messungen der zuständigen kantonalen Stelle mitzuteilen.

## **Artikel 113** Schutzmassnahmen

<sup>1</sup> Auf Gesuch eines Betroffenen muss der Eigentümer bei einer Überschreitung des Grenzwerts nach Artikel 110 die erforderlichen Sanierungen innerhalb von drei Jahren vornehmen.

<sup>2</sup> Bei unbenutztem Ablauf der Frist oder bei Weigerung des Eigentümers ordnen die Kantone die erforderlichen Sanierungen an. Sie bestimmen für die Durchführung der Sanierungen eine Frist von längstens drei Jahren nach der Dringlichkeit des Einzelfalls.

<sup>3</sup> Die Kosten der Sanierungen gehen zu Lasten des Eigentümers.

<sup>4</sup> Vorbehalten bleiben Sanierungsmassnahmen, welche durch die Suva nach dem Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung getroffen werden.

## **Artikel 114** Bauvorschriften

<sup>1</sup> Die Kantone treffen die notwendigen Massnahmen, damit Neu- und Umbauten so erstellt werden, dass der Grenzwert von 1000 Bq/m<sup>3</sup> nicht überschritten wird. Sie sorgen dafür, dass mit geeigneten baulichen Massnahmen angestrebt wird, dass die Radongaskonzentration den Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreitet.

<sup>2</sup> Nach Beendigung der Bauarbeiten kontrollieren die Kantone stichprobenweise, ob der Grenzwert eingehalten wird.

## **Artikel 115** Radongebiete

<sup>1</sup> Die Kantone sorgen dafür, dass auf ihrem Gebiet eine genügende Anzahl von Messungen durchgeführt wird.

<sup>2</sup> Sie bestimmen die Gebiete mit erhöhten Radongaskonzentrationen und passen diese aufgrund der Daten der Messungen laufend an.

<sup>3</sup> Die Kantone sorgen dafür, dass in Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen in einer genügenden Anzahl von Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen in öffentlichen Gebäuden Messungen durchgeführt werden.

<sup>4</sup> Die Pläne der Gebiete mit erhöhten Radongaskonzentrationen können von jeder Person eingesehen werden.

## **Artikel 116** Sanierungsprogramme

<sup>1</sup> In Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen legen die Kantone die zu treffenden Sanierungsmassnahmen fest für Räume, in denen der Grenzwert nach Artikel 110 Absatz 1 überschritten ist.

<sup>2</sup> Sie bestimmen die Frist, innerhalb welcher die Sanierungsmassnahmen durchzuführen sind, entsprechend der Dringlichkeit des Einzelfalls und der wirtschaftlichen Tragbarkeit.

<sup>3</sup> Die Sanierungsmassnahmen müssen bis spätestens 20 Jahre nach dem Inkrafttreten dieser Verordnung durchgeführt sein.

<sup>4</sup> Die Kosten der Sanierungsmassnahmen gehen zu Lasten der Eigentümer.

## **Artikel 117** Information

<sup>1</sup> Die Kantone übergeben dem BAG die Pläne mit den Radongebieten spätestens zehn Jahre nach dem Inkrafttreten dieser Verordnung.

<sup>2</sup> Sie informieren das BAG regelmässig über den Stand der Sanierungen.

## **Artikel 118** Fach- und Informationsstelle Radon

<sup>1</sup> Das BAG betreibt eine Fach- und Informationsstelle Radon.

<sup>2</sup> Es nimmt dabei folgende Aufgaben wahr:

- a. es macht regelmässig zusammen mit den Kantonen Messempfehlungen und Messkampagnen;
- b. es berät Kantone, Hauseigentümer und weitere Interessierte bei Radon-Problemen;
- c. es informiert die Öffentlichkeit regelmässig über die Radonproblematik in der Schweiz;
- d. es berät die betroffenen Personen und interessierten Stellen über die geeigneten Schutzmassnahmen;
- e. es evaluiert regelmässig die Auswirkungen der Massnahmen;
- f. es kann Untersuchungen über die Herkunft und Wirkung des Radons durchführen;
- g. es gibt den Kantonen regelmässig einen Überblick über die ihm nach Artikel 115 gemeldeten Radongebiete.

<sup>3</sup> Das BAG stellt den Kantonen auf Gesuch die bisher gesammelten Messdaten zur Verfügung.

<sup>4</sup> Das BAG kann Ausbildungskurse durchführen.

### **10.3 Auszug Norm SIA 180 Wärme- und Feuchteschutz**

In der Ausgabe 1999 der Norm SIA 180, Wärme- und Feuchteschutz, ist in Ziffer 3.1.4.3 folgende Aussage enthalten: „Die Abdichtung zwischen Wohnbereich und Keller oder dem Erdreich muss in Gegenden mit hoher Radonbelastung besonders sorgfältig ausgeführt werden“.

Ein angemessener Radonschutz ist somit in Radongebieten als Stand der Technik zu betrachten.

# A ANHANG

## A1 Gebäudefragebogen



**KANTONALES LABOR UND LEBENSMITTELKONTROLLE GRAUBÜNDEN**  
**LABORATORIO CANTONALE E CONTROLLO DELLE DERRATE ALIMENTARI DEI GRIGIONI**  
**LABORATORI CANTUNAL E CONTROLLA DA VICTUALIAS DAL GRISCHUN**

Tel. 081 257 26 78  
 Fax 081 257 21 49

Planaterrastrasse 11

7000 Chur

Internet: www.klgr.ch  
 E-Mail: info@klgr.gr.ch

### Radon-Messung / Misurazione del radon

Gebäudeversicherungsnummer / Numero d'assicurazione fabbricati : .....

Wurde in diesem Haus schon einmal Radon gemessen ? Sono già state effettuate misurazioni di radon in questa abitazione ?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> si	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> no
---	--	--

Gemeinde / Comune	Kanton / Cantone
-------------------	------------------

Koordinaten / Coordinate
--------------------------

Haustyp / Tipo d'edificio	
<input type="radio"/> Einfamilienhaus / casa unifamiliare	<input type="radio"/> Schule / scuola
<input type="radio"/> Mehrfamilienhaus / casa plurifamiliare	<input type="radio"/> Bürogebäude / edificio amministrativo
<input type="radio"/> Bauernhaus / casa colonica	<input type="radio"/> andere / altro .....

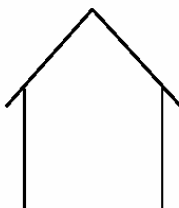
Baujahr / Anno di costruzione
-------------------------------

Fundament / Fondamento				
Betonplatte zoccolo di cemento armato	Naturboden pavimento naturale	nachträglich betoniert betoncino posato in un secondo tempo	Hohlraum offen vespaio aperto	Hohlraum abgeschlossen vespaio chiuso

Messperiode / Periodo di misurazione
von / dal .....
bis / al .....

Dosimeter-Nr. N° del dosimetro	Raum locale	Stock piano	bewohnt? abitato?	Exposition Esposizione [kBq/h/m²]	Konzentration Concentrazione [Bq/m³]

Skizze / Schizzo



Raumtyp / Tipo di locale	
Wohnzimmer	/ stanza di soggiorno
Schlafzimmer	/ camera da letto
Kinderzimmer	/ camera dei bambini
Korridor	/ corridoio
Arbeitszimmer	/ camera di studio (lavoro)
Schulzimmer	/ aula scolastica
Keller	/ cantina
andere	/ altro .....



### Eigentümer, Bewohner / Proprietario, abitante

Name, Vorname, Adresse / Cognome, nome, indirizzo .....
.....
.....
.....
.....
.....
Bemerkungen / Osservazioni
.....
.....
.....

### Messanleitung

- Pro Haus sind zwei Dosimeter aufzustellen, ein Dosimeter im tiefsten unbewohnten Raum ( in der Regel im Keller), ein Dosimeter im tiefsten bewohnten Raum (in der Regel im Parterre). Bei den unbewohnten Räumen sind solche mit Naturböden zu wählen, sofern vorhanden.
- Zur Messung der Radongaskonzentration in bewohnten Räumen eignen sich Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmer besser als Küche, Badezimmer, WC, Korridor etc. .
- Die Messgeräte sind in 1 bis 2 Meter Höhe in Kontakt mit normaler Raumluft aufzustellen. Es sollte nicht in Schränken, Schubladen, etc. gemessen werden. Der Abstand zu Fenstern oder Aussentüren sollte mindestens 1 Meter betragen.
- Die Messgeräte müssen mindestens ein Monat lang exponiert sein. Eine Expositionszeit von 3 Monaten im Winter ist empfohlen. Die Messgeräte sollten während dieser Zeit nicht verschoben werden.

### Operazioni di misura

- Per la misura della concentrazione del radon nei locali abitati, la preferenza sarà data alla stanza di soggiorno, da letto, dei bambini piuttosto che a cucina, bagno, WC, corridoio, ecc.
- Le misure nelle case di abitazione devono essere eseguite al piano abitato più basso. A partire dal secondo piano, comincia a diventare sensibile la presenza dell'aria esterna, meno ricca di radon. Non ci si devono perciò aspettare concentrazioni molto elevate.
- Gli strumenti di misura devono essere posti ad una altezza di 1-2 m a contatto con l'aria del locale. Non si faranno misure all'interno di armadi, cassetti, ecc. Si rispetterà una distanza di almeno 1m da finestre e porte di uscita.
- Gli strumenti devono rimanere esposti per un periodo minimo di un mese. Si raccomanda un tempo di esposizione di tre mesi nel inverno. Durante tutto questo tempo gli strumenti non devono essere spostati.

## **A2 Bestimmungen im Baugesetz**

Gemeinden, welche als Radongebiet bezeichnet wurden, sollen im kommunalen Baugesetz einen entsprechenden Hinweis aufnehmen. Grundsätzlich sind im kommunalen Baugesetz keine weitergehenden Bestimmungen zum Radonschutz notwendig, da die Strahlenschutzverordnung die Ziele des Radonschutzes quantitativ und verbindlich definiert. Der Weg zur Erreichung der Ziele kann der Bauherrschaft resp. den Planern überlassen werden.

Generelle Regelungen zum Schutz vor Radon im Baugesetz von Gemeinden, die als Radongebiet bezeichnet wurden, können aber hilfreich sein, um den Zielsetzungen der Strahlenschutzverordnung vermehrt Beachtung zu verschaffen.

Als Beispiel für eine derartige generelle Regelung sei die Gemeinde Lavin zitiert, welche im von der Regierung am 24. April 2001 genehmigten kommunalen Baugesetz folgende Bestimmungen zum Schutz vor Radon erlassen hat:

### *Art. 39f Strahlenschutz*

<sup>1</sup> *Neubauten, wesentliche Umbauten und Erweiterungen werden nur bewilligt, wenn sie in Bezug auf den Strahlenschutz der eidgenössischen Strahlenschutzgesetzgebung entsprechen (Verordnung vom 22. Juni 1994).*

<sup>2</sup> *Bei der Bauabnahme kann eine Radonmessung verlangt werden.*

<sup>3</sup> *Bestehende Gebäude, welche die eidgenössische Strahlenschutzgesetzgebung nicht einhalten, sind nach den Anordnungen der zuständigen Behörde zu sanieren.*

### A3 Musterbeilageformular zum Baugesuch

Das nachstehende Musterformular kann als Beilage zum Baugesuch für Neu- und Umbauten in Gemeinden, die als Radongebiet bezeichnet sind, verwendet werden.

Beilage zum Baugesuch

## SCHUTZ GEGEN RADON

Bauherr/in: Name: .....

Adresse: ..... PLZ Ort: .....

Vertreter/in: Name: .....

Adresse: ..... PLZ Ort: .....

Gegenstand des Baugesuches: .....

Ortsbezeichnung: ..... Parz.Nr.: .....

### Einleitung

Die Gemeinde ist als Radongebiet eingestuft. Bei Neu- und Umbauten sind Massnahmen zum Schutz gegen Radon zu ergreifen. Das Vorgehen bei der Planung und Ausführung richtet sich nach dem Handbuch „Radon: Technische Dokumentation“ des Bundesamtes für Gesundheit. Bei bestehenden Gebäuden ist vor dem Umbau eine Radonmessung durchzuführen.

### Erklärung der Bauherrschaft

Der/die Unterzeichnende (Bauherr/in oder Vertreter/in) bestätigt, dass die erforderlichen Massnahmen zum Schutz gegen Radon ergriffen werden. Die Bauherrschaft nimmt zur Kenntnis, dass die Bauabnahme auch eine Radonmessung enthalten kann.

Wird der über ein Jahr gemittelte Grenzwert von 1000 Bq/m<sup>3</sup> in Wohn- und Aufenthaltsräumen resp. der über die monatliche Arbeitszeit gemittelte Grenzwert von 3'000 Bq/m<sup>3</sup> im Arbeitsbereich überschritten, ist das Gebäude zu Lasten der Eigentümerin oder des Eigentümers zu sanieren. Bei Neubauten und Sanierungen ist die Einhaltung des Richtwertes von 400 Bq/m<sup>3</sup> anzustreben.

Ort: ..... Datum: .....

Unterschrift Bauherr/in:

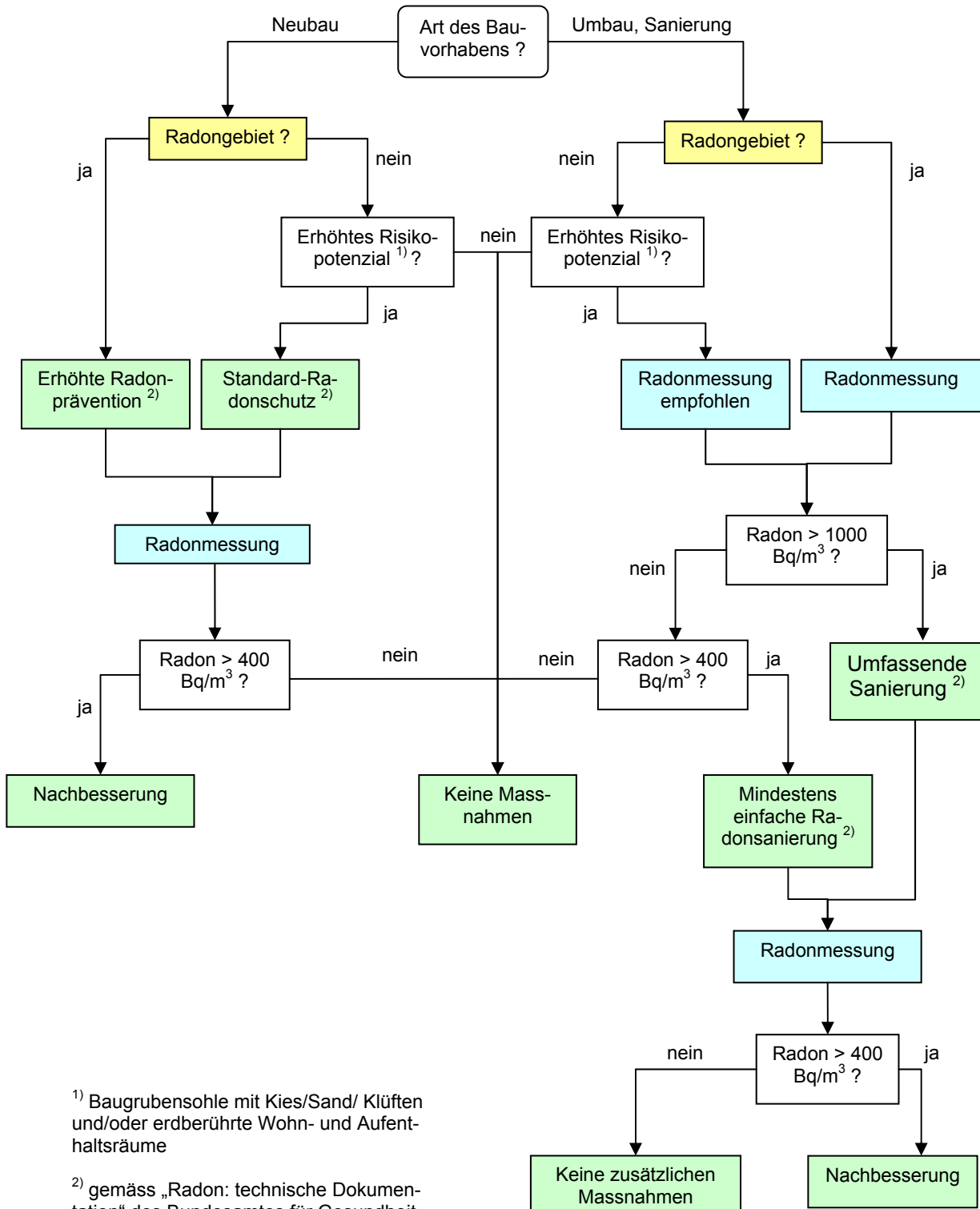
.....

Unterschrift Vertreter/in:

.....

## A4 Vorgehensschema für Bauherrschaft

Das nachstehende Schema zeigt ein zweckmässiges Vorgehen für Bauherrschaften, die einen Neu- oder Umbau resp. eine Gebäudesanierung planen. Reine Radonsanierungen, die nicht in Zusammenhang mit einem Umbau oder einer Renovation stehen, sind im Schema nicht dargestellt.



## **A5 Anerkannte Messstellen**

Gültig bis 31.12.2005

### **BÖHM-BLÄUER CHRISTIAN**

Obere Gasse 40  
7000 **Chur**  
Tel: 081 / 252 59 84  
Fax: 081 / 253 69 48

### **Gammadata Mättechnik AB**

P.O. Box 15120  
SE-750 15 **Uppsala**  
Schweden  
Tel: +46 18 480 58 00 Fax: +46 18 555 888

### **G+ S APPLICAZIONI SA**

Sezione Riscaldamenti, F. Lotti  
Via Sottomontagna 14  
6512 **Giubiasco**  
Tel: 091 / 826 17 61 Fax: 091 / 826 14 03

### **INGENIEUR- UND PLANUNGSBÜRO**

M. Ghielmetti  
Tittwiesenstrasse 55  
7000 **Chur**  
Tel: 081 / 322 01 71 Fax: 081 / 250 20 75

### **KANTONALES LABORATORIUM**

Dr. H. Guggisberg  
Spannerstrasse 20  
8510 **Frauenfeld**  
Tel: 052 / 724 22 64 Fax: 052 / 724 29 05

### **DR. MÜLLER RUDOLF**

Strahlenschutz Beratung und Planung  
Rebgasse 23  
4102 **Binningen**  
Tel: 061 / 421 46 70 Fax: 061 / 421 46 70

### **DRAGAN CONSULTANTS INTERNATIONAL**

E. Dragan  
Postfach 314  
8121 **Benglen**  
Tel: 01 / 825 57 59 Fax: 01 / 825 58 41

### **GEOTEST AG**

Dr. J. Abrecht  
Birkenstrasse 15  
3052 **Zollikofen**  
Tel: 031 / 910 01 01 Fax: 031 / 910 01 00

### **INSTITUT DE RADIOPHYSIQUE APPLIQUÉE**

M. F. Bochud  
Grand-Pré  
1007 **Lausanne**  
Tel: 021 / 623 34 51 Fax: 021 / 623 34 35

### **KANTONALES LABORATORIUM**

Dr. T. Kaufmann  
Vonmattstrasse 16  
6002 **Luzern**  
Tel: 041 / 248 84 03 Fax: 041 / 248 84 24

### **LABORATORIO CANTONALE**

Dr. C. Valsangiacomo  
via Mirasole 22  
6500 **Bellinzona**  
Tel: 091 / 814 61 11 Fax: 091 / 814 61 19

### **Raditec AG**

A. Sutter  
Picardiestr. 3  
5040 **Schöftland**  
Tel: 062 / 721 22 81 Fax: 062 / 721 51 70

# A6 Liste der Radonsachverständigen



## Liste der Radon-Sachverständigen

Vorname, Nachname	Adresse	Telefon Fax	E-Mail	Beruf	Titel der Arbeit	ausgewiesenes Spezialisten- wissen				
						1	2	3	4	5
Christian Böhm	Oberer Gasse 40 7000 Chur	+41 (0)81 252 59 84 +41 (0)81 253 69 48	cb@boehmgeol.ch	dipl. Geologe dipl. Hydrogeologe	Einfluss des Untergrundes auf die Radonkonzentration in Gebäuden - Beispiele.	X				X
Markus Casanova	Via Hans Erni 15 Postfach 215 7130 Illanz	+41 (0)81 925 34 80 +41 (0)79 438 25 27 +41 (0)81 925 29 45	cas.mac.ang@kns.ch	Architekt HTL	Radonsanierung eines Wohngebäudes		X			X
Franco Fregnan	Utengasse 43 4068 Basel	+41 (0)79 60 70 347	f.fregnan@fhbb.ch	Dipl. Bau- und Energieingenieur NDS HTL	Radonsanierung Haus B., Rümfligen	X	X	X	X	X
Marco Ghielmetti	Tittwiesenstrasse 55 7000 Chur	+41 (0)81 322 01 71 +41 (0)81 260 20 75	ghielmetti@quickmail.ch	Dipl. Bauingenieur ETH	Radon - Gefährdungspotenzial und Schutzmassnahmen in Gebäuden im Fürstentum Liechtenstein	X				X
Sergio Montorfani	Strada degli stemmi 4 6814 Lamone	+41 (0)91 966 38 01 +41 (0)79 630 17 15	dos-ko@ti.ch	Biologo	Misura della concentrazione del gas radon nelle abitazioni con camere di ionizzazione a elettretti. Affidabilità delle misure e proposte di miglioramento.	X	X	X	X	X
Rudolf Müller	Rebgasse 23 4102 Binningen	+41 (0)61 421 46 70	rud.mueller@bluewin.ch	Dr. phil. nat.	Radongas-Messungen Schulanlage Burg, Schulhaus M		X	X		X
Markus Di Paolantonio	Dorfstrasse 4 3272 Epsach	+41 (0)32 396 44 04 +41 (0)79 408 63 63 +41 (0)32 396 44 05	m.dipaolantonio@holliger consult.ch	Architekt HTL Geschäftsführer	Die Radonsanierung eines Einfamilienhauses und die gewonnenen Erfahrungen				X	X
Sergio Tami	Postfach 5 6516 Cugnasco	+41 (0)91 935 97 00 +41 (0)91 935 97 09	Sergio.Tami@IFEC.CH	ing. civile STS	Lezione sul Radon presso "Fachhochschule Bauingenieure und Architekten" Lugano/Trevano					X

### Legende:

1. Grundlagen
2. Gesundheit / Strahlenschutz
3. Regelungen
4. Messung
5. Bauliche Massnahmen