

Sein Name ist Radon.



Radon? Noch nie gesehen!

Verständlich. Denn Radon ist ein unvorstellbar kleines Atom.

Wäre jeder Mensch so klein wie er, so könnte die gesamte Bevölkerung der Erde problemlos an einem einzigen Postschalter anstehen – die Warteschlange wäre etwa sechzig Zentimeter lang.

Radon: Ururur-Enkel des Urans.

Radon ist wandlungsfähig. Er gehört zur Gruppe der instabilen, sogenannten *radioaktiven* Atome, welche sich durch einen *radioaktiven Zerfall* in andere Atome umwandeln können. Radon entsteht, wenn sich eine bestimmte Sorte von Uran-Atomen im Untergrund umwandelt.

Hinaus in die weite Welt.

Radon wandert aus.

Radon geht mit anderen Atomen keine Bindung ein. Er löst sich vom Ort seiner Entstehung.

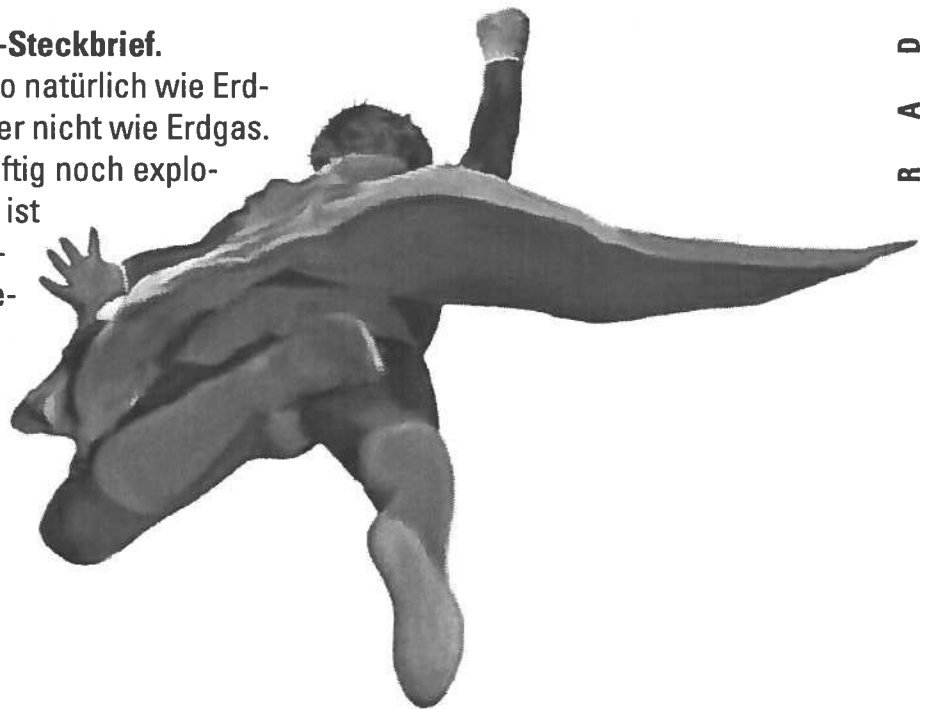
Woviele Radon-Atome zusammenkommen, ziehen sie zusammen als *Radongas* ungebunden in die weite Welt hinaus.

Radongas: Die natürliche Ausdünstung von Mutter Erde.

Feinste Poren oder Spalten, aber auch Karst- und Höhlensysteme machen den Untergrund luftdurchlässig. Das Radongas steigt durch diese Hohlräume zur Erdoberfläche auf. Im Freien wird das Gas mit der Luft vermischt und stark verdünnt.

Der Radongas-Steckbrief.

Radongas ist so natürlich wie Erdgas, brennt aber nicht wie Erdgas. Es ist weder giftig noch explosiv. Radongas ist unsichtbar, geruchlos und geschmacklos.



Unterwegs zu Ihnen.

Radon kennt jede Ritze Ihres Hauses.

Jedes Haus ist mit dem Fundament im Kontakt mit radonreicher Bodenluft. Ob das Radongas ins Haus eindringen kann, hängt in erster Linie davon ab, wie dicht das Haus im Kontakt zum Untergrund ist. Undichte Stellen in der Gebäudehülle sind ■ Risse und Fugen in Böden und Wänden ■ Öffnungen für die Durchführung von Kabeln und Rohren ■ Kellerböden aus Erde, Kies oder Stein.

Das Haus – eine Radon-Saugmaschine!

Warme Luft, die im Haus aufsteigt, bewirkt im Keller und den untersten Stockwerken einen kaum spürbaren Unterdruck; dadurch entsteht eine Sogwirkung (ein sogenannter «Kamin-Effekt»).

Dieser Kamin-Effekt saugt radonreiche Bodenluft aus dem Untergrund durch die undichte Gebäudehülle ins Haus – vorwiegend in den Keller und in die unteren Bereiche des Hauses.

Atem anhalten!

Die Radon-Nachkommen: in der Luft geboren.

Wenn sich Radon-Atome umwandeln, entstehen neue Atom-Sorten, «Radon-Nachkommen», die sich ihrerseits wieder umwandeln. Diese Nachkommen werden zusammen mit Staubpartikeln und feinsten Schwebeteilchen eingeatmet. In der Lunge können sie sich auf dem Lungengewebe ablagern.

Wie zählt man Radon-Atome?

Je mehr Radon-Atome aus dem Boden ins Haus eindringen, desto höher ist die sogenannte *Radon-gas-Konzentration*. Gleichzeitig gilt aber auch: Je mehr Radon-Atome im Haus, desto mehr wandeln sich in einer gewissen Zeitspanne in andere Atome um. Es ist einfacher, anstelle der Radon-Atome ihre Umwandlungen zu messen. Deshalb wird die Radon-gas-Konzentration angegeben als «Anzahl Umwandlungen pro Sekunde» – nicht für das ganze Haus, sondern nur für einen Kubikmeter Raumluft. Anstelle von «Anzahl Umwandlungen pro Sekunde und Kubikmeter» sagt man *Becquerel pro Kubikmeter* (gesprochen «bekkerell pro Kubikmeter», abgekürzt «Bq/m³»).

Mit der Strahlenkanone...



Unsichtbare, schmerzlose Geschosse.

Jedes radioaktive Atom setzt bei seiner Umwandlung eine oder mehrere Arten von radioaktiver Strahlung frei. Eine gewisse Form dieser Strahlung besteht aus unsichtbar kleinen Atom-Teilchen, welche bei der Umwandlung mit grosser Energie fortgeschleudert werden. Wird man von einem einzelnen Teilchen getroffen, *radioaktiv bestrahlt*, spürt man weder Wärme noch Schmerz.

Die Lunge, eine lebende Zielscheibe.

Einige der Radon-Nachkommen setzen bei ihrer Umwandlung eine

bestimmte Sorte von Atom-Teilchen frei.

Wandeln sich die eingeatmeten Radon-Nachkommen in der Lunge um, so dringen diese Teilchen in die obersten strahlenempfindlichen Schichten des Lungengewebes ein.

Diese Atom-Teilchen haben eine so grosse Energie, dass sie im Lungengewebe andere Atome beschädigen oder Atomgruppen (sogenannte Moleküle) verändern können, wenn sie mit ihnen zusammenstossen.

R
A
D
O
N
U
N
D
G
E
S
U
N
D
H
E
I
T



...auf eine lebende Zielscheibe.

Von der Ursache zur Wirkung.

Damit ein Organismus als Ganzes funktioniert, wird eine einzelne Zelle über bestimmte Mechanismen gesteuert. Durch die Einwirkung der radioaktiven Strahlung können diese Steuerungsmechanismen gestört werden.

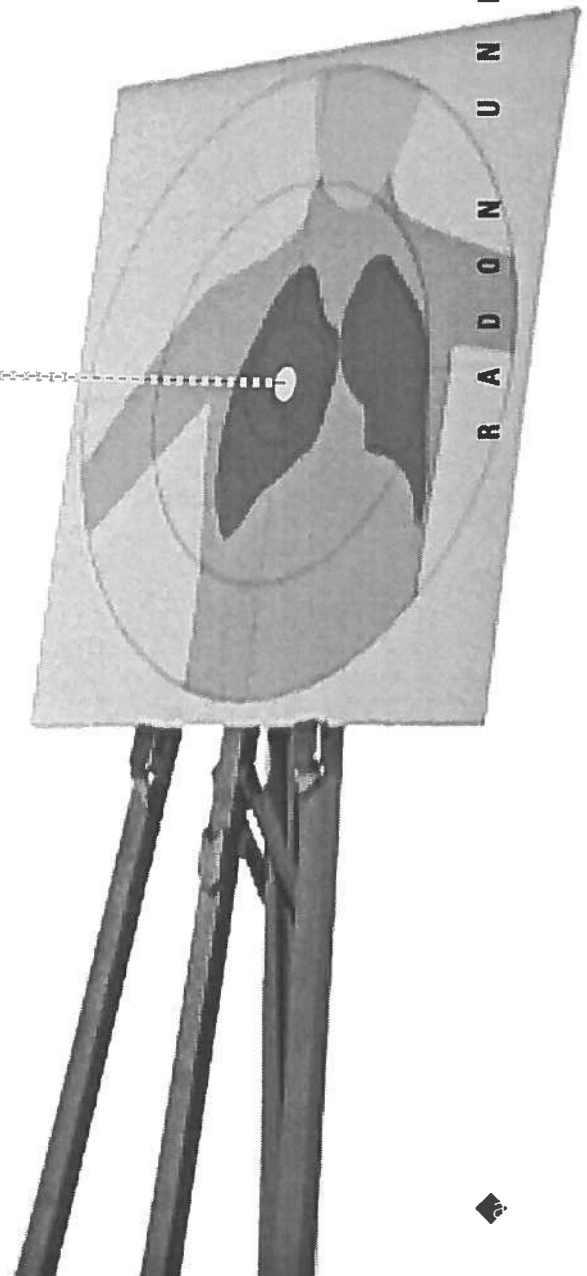
Im schlimmsten Fall wird die Zelle verändert, gerät ausser Kontrolle, wird zum Ausgangspunkt einer bösartigen Geschwulst, eines Tumors. So führt die radioaktive Strahlung der eingeatmeten Radon-Nachkommen schlussendlich zu Lungenkrebs.

Das Problem heisst Radon.

Genaugenommen sind die Nachkommen des Radons für die Entstehung von Lungenkrebs verant-

wortlich, nicht das Radongas selbst. So müsste man eigentlich von einem «Radon-Nachkommen-Problem» und nicht vom «Radon-Problem» sprechen.

Trotzdem steht das Radongas im Vordergrund: ■ es dringt aus dem Untergrund in die Häuser ein ■ die Menge der eingeatmeten Radon-Nachkommen ist von der Radongas-Konzentration abhängig ■ Radon ist viel leichter messbar als seine Nachkommen.



Radon kann Ihre Gesundheit gefährden.

*«It's never too late
to reduce your risk
of lung cancer.
Don't wait to test
and fix a radon
problem.»*

*«Es ist nie zu spät,
um Ihr Lungen-
krebsrisiko zu redu-
zieren. Zögern Sie
nicht. Radon
zu messen und
Massnahmen zu
ergreifen.»*

*U.S. Department Of
Health and
Human Services
1992*



Je Radon, desto Risiko.

■ Je mehr Radon-Atome in einem Raum herumschwirren, desto grösser ist die Anzahl der Nachkommen. ■ Je mehr Nachkommen es gibt, desto mehr atmet man ein. ■ Und: je mehr man einatmet, desto mehr können sich auf dem Lungengewebe ablagern und es bestrahlen.

Somit ist das Lungenkrebs-Risiko umso grösser, je mehr Radon-Atome in der Raumluft herumschwirren – und je länger man diese Luft einatmet.

Wieviel Radon rauchen Sie täglich ?

Eine Radongas-Konzentration von 10'000 Bq/m³ entspricht in etwa einem Päckchen Zigaretten pro Tag. Eine Konzentration von 1'000 Bq/m³ entspricht etwa zwei Zigaretten pro Tag.

Radon-Detektive verwenden Dosimeter.

*«The only way to
know if your home
is affected is to test.*

*Radon is a serious
health problem –
but you can do so-
mething about it.»*

*«Die einzige Mög-
lichkeit, wie Sie
erfahren können,
ob ihr Haus betrof-
fen ist, ist messen.
Radon ist ein ernst-
haftes Gesundheits-
problem – aber
Sie können etwas
dagegen tun.»*

*United States Envi-
ronmental Protec-
tion Agency (EPA)*

Nur messen bringt Gewissheit.

■ Kein Haus ist gleich gebaut wie das andere. ■ Kein Haus ist so radon-durchlässig wie das andere. ■ Und kein Haus steht auf dem gleichen Untergrund wie das andere. So ist es bis heute nicht möglich, die Radongas-Konzentration aufgrund der Bauweise und des geologischen Untergrundes abzuschätzen. Auch gibt es kein allgemein gültiges Konzept, mit dem man Häuser mit hohen Radongas-Konzentrationen finden kann. Nur eine Messung kann sichere Angaben liefern.

Radonschnüffler im Dienste Ihrer Gesundheit.

Für eine Messung stellt man Radon-Messgeräte (sogenannte «Dosimeter») während etwa drei Monaten in der Wohnung auf.

Ein einzelnes Dosimeter kostet etwa sechzig Franken. Für eine gute Ausmessung eines Einfamilienhauses werden drei Dosimeter empfohlen.



Tausend. Mehr darf er nicht.

Einige tausend schwarze Schafe.

In der Schweiz liegt die durchschnittliche Radongas-Konzentration in Gebäuden bei etwa 60 Bq/m^3 . In einzelnen Häusern wurden jedoch auch schon Spitzenwerte von mehr als zehntausend Bq/m^3 gemessen.

Aufgrund bereits durchgeführter Messungen und Hochrechnungen kann man für die gesamte Schweiz folgende Aussage machen: ■ in einem Prozent aller Häuser (beziehungsweise einigen tausend) liegt die Radongas-Konzentration über

dem *Grenzwert* von $1'000 \text{ Bq/m}^3$ ■ in vier Prozent liegt sie zwischen 400 und $1'000 \text{ Bq/m}^3$ ■ in fünfundneunzig Prozent liegt sie unterhalb des *Richtwertes* von 400 Bq/m^3 .

Richtwert vierhundert, Grenzwert eintausend.

■ Liegt die Radongas-Konzentration in Wohn- und Aufenthaltsräumen im Jahres-Durchschnitt über dem sogenannten Richtwert von 400 Bq/m^3 , so empfiehlt das Bundesamt für Gesundheitswesen, einfache bauliche Massnahmen zu ergreifen. ■ Liegt die Konzentration über dem sogenannten Grenzwert von $1'000 \text{ Bq/m}^3$, so muss der Hauseigentümer bauliche Massnahmen zur Senkung der Konzentration ergreifen, er muss das Gebäude *sanieren*.

Die Kosten der Sanierungs-Massnahmen gehen zu seinen Lasten.



Radon und Rauchen: einsame Spitze.

Radon-Risiko Schweiz.

■ In der Schweiz leben etwa sieben Millionen Menschen. Rund 60'000 sterben pro Jahr, davon 17'000 an den Folgen von Krebs.

■ Lungenkrebs fordert etwa 2'700 Opfer pro Jahr. Ungefähr zehn Prozent dieser Fälle können dem Radon zugeschrieben werden.

■ Radon ist in der Schweiz nach dem Rauchen die wichtigste Ursache für Lungenkrebs. Auch ist es im Mittel für die Hälfte der jährlichen Strahlenbelastung der schweizerischen Bevölkerung verantwortlich.

Risiko Radon: nur für viele gültig.

Wenn jemand in einer Wohnung mit erhöhter Radongas-Konzentration lebt, lässt sich speziell für diese eine Person nicht voraussagen, ob sie an Lungenkrebs erkranken wird oder nicht.

Leben hingegen viele Personen in Wohnungen mit der gleichen Konzentration, so kann man ein *Radon-Lungenkrebsrisiko* angeben: die Wahrscheinlichkeit, wieviele dieser Personen an Lungenkrebs erkranken können.

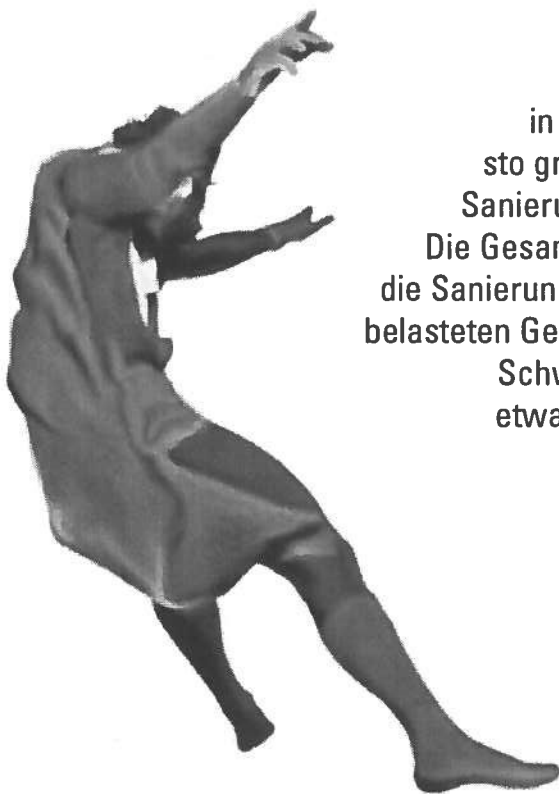
Dieses Risiko lässt sich für die Schweiz beispielsweise so formulieren: Leben 1'000 Menschen in Wohnungen mit einer Radongas-Konzentration von 1'000 Bq/m³, so muss pro Jahr mit einem zusätzlichen Lungenkrebstoten als Folge des Radons gerechnet werden.

Fernhalten, Absaugen, Hinaus- blasen!

«In the majority of cases the most efficient types of action are to improve the ventilation and to reduce the influx of soil gas to the house.»

«In der Mehrzahl der Fälle bestehen die wirksamsten Handlungsweisen darin, die Durchlüftung zu verbessern und das Eindringen von Bodengas ins Haus zu verringern.»

The Radiation Protection Institutes in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 1986



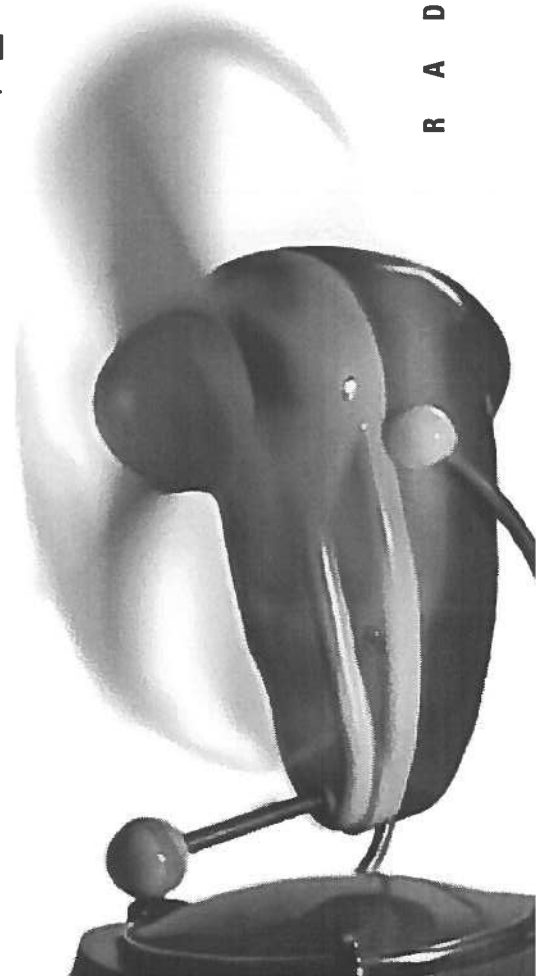
Radondicht macht radonfrei.

Hohe Radongas-Konzentrationen im Innern eines Gebäudes kann man mit speziellen *Sanierungs-Massnahmen* wirksam senken. Man kann ■ Risse und Fugen im Fundament abdichten ■ Kellerböden aus Erde oder Kies ausbetonieren ■ die radonhaltige Luft aus dem Boden unter dem Haus absaugen ■ mit einem Ventilator die radonhaltige Luft im Keller durch Frischluft ersetzen.

Eine Investition in Ihre Gesundheit.

Die verschiedenen Sanierungsmethoden kosten pro Haus zwischen zweitausend und einigen zehntausend Franken. All-

gemein gilt: Je höher die Radongas-Konzentration in einem Haus, desto grösser sind die Sanierungs-Kosten. Die Gesamtsumme für die Sanierung aller hochbelasteten Gebäude in der Schweiz wird auf etwa 100 Millionen Franken geschätzt.



Sie haben Radon im Griff.

«Any radon exposure has some risk of causing lung cancer. The lower the radon level in your home, the lower your family's risk of lung cancer.»
«Jede Radonbelastung beinhaltet ein gewisses Lungenkrebsrisiko. Je tiefer die Radongaskonzentration in Ihrem Haus, desto geringer ist das Lungenkrebsrisiko Ihrer Familie.»
United States Environmental Protection Agency (EPA), 1992

Die Radonjäger vom Dienst.

Das Bundesamt für Gesundheitswesen (BAG) betreibt eine «Fach- und Informationsstelle Radon». Diese informiert und berät bei Messungen, Sanierungen und bei der Planung von Neubauten.

Die Kantone als Radon-Verantwortliche.

Mit der Einführung der neuen Strahlenschutz-Verordnung im Jahr 1994 haben die Kantone konkrete Aufgaben erhalten. Unter anderem ■ sorgen sie dafür, dass auf ihrem Gebiet genügend Radon-Messungen durchgeführt werden ■ bestimmen sie aufgrund der Messungen die *Radon-Gebiete* ■ erlassen sie wenn nötig Bauvorschriften, damit Grenz- und Richtwerte eingehalten werden.

Werden auch Sie «radon-aktiv»!

■ Lassen Sie sich von der «Fach- und Informationsstelle Radon» beraten, wie Sie in Ihrer Wohnung Radon messen können ■ lassen

Sie sich von einer Mess-Stelle Dosimeter schicken ■ besprechen Sie die Resultate der Messung und das weitere Vorgehen mit der Fachstelle.



Alles begann in Schneeberg.

«Wie man vom
Schneeberge und
von den Gruben zu
sprechen hat: Die
arbeiten darin, und
die Luft im Berge,
die sehr ungesund
ist, nimmt ihnen die
natürliche Farbe,
sehr oft geschieht
es auch, dass sie
frühzeitig mit Tod
abgehen.»

Paulus Naivis,
Lateinlehrer,
Sachsen, 1492



Vor hundert Jahren war Radon kein Thema.

Obwohl man erst seit Beginn dieses Jahrhunderts das Element Radon kennt, reicht seine Geschichte viel weiter zurück. Sie beginnt vor über zweihundert Jahren – mit unzähligen rätselhaften, unerklärlichen Todesfällen bei Minenarbeitern.

Von der «Schneeberger Lungenkrankheit» zum Lungenkrebs.

Im 18. Jahrhundert beobachtete man im sächsisch-böhmischen Erzbergbau eine chronische Lungenkrankheit mit besonders eigentümlichem Krankheitsverlauf. Da die Krankheit im Bergbau-Revier «Schneeberg» auftrat, erhielt sie den Namen «Schneeberger Lungenkrankheit». 1879 gelang es zwei Ärzten erstmals, diese Lungenkrankheit als Lungenkrebs zu diagnostizieren. Die Ursache dieser Erkrankung konnten sie aber nicht finden.

Von der Radioaktivität zum Hautkrebs.

■ 1896 entdeckte Henri Becquerel die radioaktive Strahlung ■ 1898 prägte die Forscherin Marie Curie das Wort «Radioaktivität». ■ Um 1900 wurde das Element «Radon» entdeckt. ■ 1902 wurde erstmals über Hautkrebs berichtet, den Röntgenstrahlung auf einer Hand ausgelöst hatte; weitere Untersuchungen bestätigten den Verdacht, dass radioaktive Strahlung Krebs auslösen kann.



Entdeckungen, Messungen, Beweise.



Von den Bergwerken in die Wohnräume.

Erst anfangs der fünfziger Jahre fand man die eigentliche Ursache der «Schneeberger Lungenkrankheit». Man entdeckte, dass die ein-

geatmeten Radon-Nachkommen die Lunge so stark mit radioaktiver Strahlung belasten können, dass Lungenkrebs entsteht.

1956 wurden in Schweden erstmals Radongas-Konzentrationen in Wohnräumen gemessen. Anfangs siebziger Jahre starteten

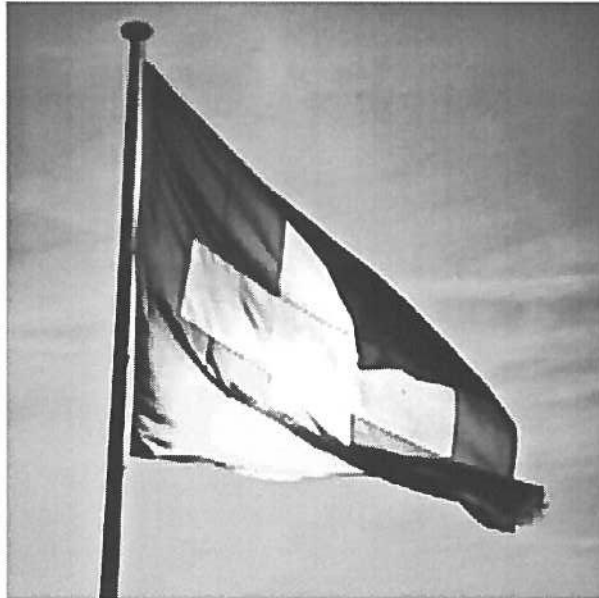
verschiedene Länder umfassende Programme zur Radongas-Messung in Wohnräumen.

Schweden liefert den letzten Beweis.

In den achtziger Jahren wurden in Schweden die Lebensumstände von über 1'000 Lungenkrebs-Opfern mit jenen von 3'000 lebenden Personen aus gleichen Altersgruppen und Lebensverhältnissen verglichen. Gleichzeitig wurde in den Schlafzimmern, in welchen diese Personen in den letzten vierzig Jahren geschlafen hatten, die Radongas-Konzentration gemessen. Ergebnis: ■ das Lungenkrebsrisiko nimmt mit zunehmender Radongas-Konzentration zu ■ es steigt pro 100 Bq/m³ um etwa zehn Prozent ■ bei einigen tausend Bq/m³ ist es mit dem Lungenkrebsrisiko eines Rauchers vergleichbar.



Die Radon-Akte «Helvetia».



Auch Helvetia wird auf Radon untersucht.

In der Schweiz lief zwischen 1987 und 1991 das sogenannte «Radonprogramm Schweiz» (RAPROS). Mit verschiedenen Forschungsprogrammen wurde die Herkunft und die Ausbreitung des

Radons abgeklärt. Zusätzlich wurden Methoden zur Sanierung radonbelasteter Gebäude getestet.

Radon heute: die Suche nach Radon-Gebieten.

Radon-Gebiete sind im Bündner Oberland, in den Bündner Südtälern, im westlichen Jura und im Kanton Tessin bereits bekannt. In vielen Gebieten der Schweiz liegen aber noch zu wenig Messwerte vor.

Das Bundesamt für Gesundheitswesen empfiehlt deshalb, dass in jeder Gemeinde der Schweiz mindestens 20 Häuser gemessen werden sollten. Eine Gemeinde wird dann zum *Radon-Gebiet*, wenn die durchschnittliche Radongas-Konzentration in ständig bewohnten Räumen über 200 Bq/m³ liegt. In einem Radon-Gebiet sollten möglichst alle Häuser gemessen werden, um jene mit hoher Belastung tatsächlich auch zu finden.



Radon kennt keine Grenzen.



Radon im Jahr 2000.

Wie wird sich das Thema Radon in Zukunft entwickeln? Bis zum Jahr 2000 werden in der Schweiz folgende Ziele angestrebt: ■ es gibt einen Kriterienkatalog für die gezielte Suche nach Radon-Gebieten ■ in Radon-Gebieten hat man einen Grossteil der Gebäude mit sehr hohen Konzentrationen gefunden ■ die Hälfte dieser Gebäude ist saniert.

Radon: international geächtet.

Radon in Wohnräumen ist kein typisch schweizerisches Problem. Auch in England, Frankreich, Belgien, Australien oder den Vereinigten Staaten ist man bestrebt, hohe Radongas-Konzentrationen in Gebäuden zu finden und zu vermindern.

«En Belgique, des études ont montré que le radon est à l'origine d'environ 500 décès annuels par cancer des poumons.»

«In Belgien haben Studien gezeigt, dass Radon jedes Jahr für rund 500 Todesfälle durch Lungenkrebs verantwortlich ist.»

H. Vanmarcke,
J.-L. Genicot,
centre d'étude de l'énergie nucléaire



Land oder Behörde	Richtwert (Bq/m ³)	Grenzwert (Bq/m ³)
Schweiz	400	1'000
Deutschland	250	—
England	200	—
Schweden	200	400
USA	150	—
EU ¹⁾	400	—
ICRP ²⁾	200 – 600	—
WHO ³⁾	200	—

¹⁾ Europäische Union

²⁾ Internationale Strahlenschutz-Kommission

³⁾ Weltgesundheits-Organisation