Radon-Programm Schweiz : Bewertung der bisherigen Ergebnisse, offene Fragen und weiteres Vorgehen

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **Radioaktivität der Umwelt in der Schweiz = Radioactivite de l'environnement en Suisse = Radioattivita dell'ambiente in Svizzera**

Band (Jahr): **- (1991)**

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

2. RADON-PROGRAMM SCHWEIZ BEWERTUNG DER BISHERIGEN ERGEBNISSE OFFENE FRAGEN UND WEITERES VORGEHEN *)

H. Surbeck, W. Zeller, Bundesamt für Gesundheitswesen

2.1. Situation in der Schweiz

Der heutige Wissensstand über die Radongaskonzentrationen in Schweizer Wohnhäusern basiert auf Messungen von über 4'000 Wohnräumen und beinahe 2'000 Kellerräumen in den Jahren 1987-91. Das bisher vorliegende Datenmaterial lässt zuverlässige Aussagen über die Mittelwerte der Radongaskonzentration in den verschiedenen Regionen der Schweiz zu. Aus diesen Mittelwerten lässt sich die mittlere effektive Dosis für die Schweizer Bevölkerung von etwa 2 mSv pro Jahr mit genügender Genauigkeit berechnen. Die Verteilung der Messwerte hat eine grosse Variationsbreite und zeigt, dass in verschiedenen Gebieten der Schweiz hohe Spitzenwerte gemessen werden.

2.1.1. Betroffene Regionen

Definiert man Regionen, in welchen mindestens 10 Promille der Häuser gemessen wurden und in welchen der Maximalwert für die Radongaskonzentration in Wohnräumen über 1'000 Bq/m^3 liegt, als betroffen, so sind dies nach dem heutigen Wissensstand:

- das Bündner Oberland, die Bündner Südtäler;
- Karstgebiete im westlichen Jura;
- einige Gemeinden im Kanton Tessin.

2.1.2. Nicht betroffene Regionen

Definiert man andererseits Regionen, in welchen eine ausreichende Anzahl von Häusern (d.h. mindestens 1 Promille der Häuser in grösseren Agglomerationen oder 10 Promille der Häuser sonst) gemessen wurde und in welchen der Mittelwert für die Radongaskonzentration in Wohnräumen unter 200 Bq/m^3 und der Maximalwert unter 1'000 Bq/m^3 liegt, als nicht betroffen, so lassen sich folgende Gebiete ausscheiden:

- Gebiet des Schweizerischen Mittellandes, insbesondere die Agglomerationen der Städte Baden, Bern, Brugg, Frauenfeld, Freiburg, Lausanne, Luzern, Schaffhausen, St. Gallen, Winterthur, Zug, Zürich;

---

*) Gekürzt aus: Radonprogramm Schweiz "RAPROS"; Bericht über die Ergebnisse der Jahre 1987-1991; BAG Bern, März 1992; ISBN 3-905235-00-5; pp 41-48.

Obschon für die Städte Aarau, Basel, Genf, Olten, Solothurn, sowie die Talsohle des Unterwallis noch nicht genügend Messwerte (weniger als 1 Promille) vorliegen, so gehören sie mit grosser Wahrscheinlichkeit auch zu den nicht betroffenen Regionen.

2.1.3. Weiter zu untersuchende Gebiete

Zu untersuchen sind Gebiete, welche aufgrund der geologischen Daten als verdächtig erscheinen (Risikogebiete) oder für welche noch nicht genügend Messwerte (d.h. weniger als 1 Promille der Häuser in grösseren Agglomerationen oder weniger als 10 Promille der Häuser sonst) vorliegen. In diesen Gebieten können erst nach weiterführenden Messungen zuverlässige Aussagen gemacht werden.

In betroffenen Regionen oder in zu untersuchenden Gebieten kann sich im Extremfall eine Messung in allen Häusern aufdrängen. Es ist auch ein schrittweises Vorgehen zum Auffinden von Häusern mit hohen Werten denkbar. Risikogebiete lassen sich oft nur unter Berücksichtigung der genauen örtlichen Gegebenheiten ausscheiden; im Einzelfall ist eine Beurteilung nur mit Messungen möglich.

2.2. Einflussfaktoren

In Uebereinstimmung mit Untersuchungen in anderen Ländern wurde gezeigt, dass hohe Radonkonzentrationen in Wohnhäusern der Schweiz durch den **Bauuntergrund** in der unmittelbaren Umgebung verursacht werden. Einen entscheidenden Einfluss hat somit die lokale Geologie, insbesondere die Bodenbeschaffenheit. Es gibt erste Hinweise über die Zusammenhänge zwischen Bodenbeschaffenheit und den Radonpegeln im umbauten Raum. Als wichtigster Faktor hat sich die Gasdurchlässigkeit (Gaspermeabilität) des Bauuntergrundes erwiesen. Eine erhöhte Gasdurchlässigkeit weisen z. B. Karstgebiete und schlecht verfestigte Felssturzgebiete auf. Erhöhte Radiumkonzentrationen im Boden erhöhen das Gefährdungspotential, sind aber für sich allein nicht ausschlaggebend. Die Beurteilung des Bauuntergrundes kann erst nach intensiven Abklärungen und Messungen erfolgen. Aufgrund der erwähnten Bedeutung der Gaspermeabilität des Bodens und der Tatsache, dass nur wenige Böden in der Schweiz aus dem direkt darunter liegenden Fels entstanden sind, sind konventionelle geologische Karten, die nur Aussagen über diesen Fels machen, wenig brauchbar. So ist es sehr schwierig, Prognosen für Neubauten zu machen. Einfacher und insgesamt auch kostengünstiger sind in Risikogebieten vorsorgliche Massnahmen (s. unten).

Die Mechanismen für den **Transport** des Radongases ins Hausinnere sind weitgehend verstanden. Die treibende Kraft für den Transport des Radons aus dem Boden ins Hausinnere und im Hausinnern ist der sogenannte "Kamineffekt". Durch das Beheizen des Wohnraumes oder durch meteorologische Einflüsse entsteht im Hausinnern gegenüber dem Boden ein Unterdruck und es wird Bodengas und damit Radon angesaugt. Da die Radonkonzentration im Bodengas um mehrere Grössenordnungen höher ist als in der Aussenluft, genügen kleinste Spalten und Risse im Boden und im

Mauerwerk, damit die Konzentration im Hausinnern signifikant ansteigt.

Das übliche **Lüften** von Wohnungen durch Oeffnen der Fenster führt nur zu einer kurzzeitigen Reduktion der Radonkonzentration im Hausinnern. Es muss versucht werden, das Radon am Eindringen in das Haus zu hindern.

Die in der Schweiz gebräuchlichsten **Baumaterialien** wurden im Rahmen dieses Programmes untersucht. Sie haben auf die hohen Radonpegel der Innenluft nur einen geringen Einfluss. Weitere systematische Untersuchungen in diesem Bereich drängen sich nicht auf, aber neue Baumaterialien und Zuschlagstoffe sollten in Zukunft stichprobenweise untersucht werden. Naturbausteine wie einheimische Granite und Gneisse wurden nicht untersucht, aber eine Berechnung zeigt, dass auch diese Materialien unproblematisch sind.

Das **Trink- und Brauchwasser** scheint in der Schweiz auf die Radonpegel nur einen vernachlässigbaren Einfluss zu haben. Es liegen in der Schweiz zwar nur wenige Beispiele vor, bei denen sowohl im Haus als auch im Trinkwasser desselben Hauses die Radonkonzentration gemessen wurden. Eine international anerkannte Umrechnung der Konzentration im Wasser, für welches zahlreiche Messungen vorliegen, auf die Konzentration im Haus zeigt, dass in keiner Region der Schweiz aufgrund des Trink- oder Brauchwassers mit Radonproblemen zu rechnen ist.

Die Abdichtung der Gebäudehülle zwecks **Energieeinsparung** in 25 Mehrfamilienhäusern und 7 Einfamilienhäusern hat keinen merklichen Einfluss auf die Radonpegel gezeigt. In Risikogebieten sollten jedoch bei Abdichtungsmassnahmen an der Gebäudehülle unbedingt auch die Radonpegel in Betracht gezogen und allenfalls Massnahmen zur Reduktion der Radonpegel getroffen werden. Spezielle Aufmerksamkeit soll den neuen Energiesparhäusern geschenkt werden; insbesondere der Frage, ob beim Beheizen, Kühlen, Belüften etc., Bodengas ins Hausinnere geführt wird.

Der Einfluss der radioaktiven Abfälle der **radiumverarbeitenden Uhrenindustrie** aus früheren Jahrzehnten auf die Radonkonzentrationen in Wohnräumen ist kleiner als noch im Jahre 1985 vermutet. Die erhöhte Radonkonzentration in der Region La Chaux-de-Fonds war einer der Auslöser für das gesamtschweizerische Untersuchungsprogramm RAPROS. Die Suche nach den Radon-Quellen in dieser Region hat gezeigt, dass die Hauptgründe für die erhöhten Innenluft-Radonkonzentrationen die Verkarstung und die Durchlässigkeit des Untergrundes sind. Die im Kalkstein des Juras vorhandenen Höhlen und Kanäle stellen ein sehr effizientes Radon-Verteilsystem dar. Die aussergewöhnlich hohen Radonpegel in den Karsthöhlen sind wahrscheinlich eine Folge der ausgedehnten Radiumanomalie natürlicher Herkunft, die im Rahmen des RAPROS-Programmes im westlichen Jura entdeckt wurde. In diesem Gebiet wurden unerwartet hohe Radiumkonzentrationen natürlichen Ursprungs gefunden.

2.3. Risiko / Gefährdung

Es gilt heute als wissenschaftlich gesichert, dass erhöhte Radonkonzentrationen bei Minenarbeitern zu zusätzlichen Lungenkrebsfällen geführt haben. Die Radonkonzentrationen in Wohnräumen der Schweiz können Werte erreichen, bei welchen bei Bergwerkarbeitern bereits ein signifikant erhöhtes Krebsrisiko nachgewiesen wurde. Es muss also hier nicht von hohen zu niedrigen Expositionen über mehrere Grössenordnungen extrapoliert werden. Es stellt sich jedoch die Frage, inwiefern die Resultate der Bergwerkarbeiter auf die Bevölkerung und die Verhältnisse in Wohnräumen übertragen werden können. International wird gegenwärtig eine Reihe von epidemiologischen Untersuchungen durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen den Radonpegeln in Wohnräumen und der Lungenkrebshäufigkeit bei der Bevölkerung zu untersuchen; die Resultate stehen vorläufig noch aus. Die Untersuchungen über die Auswirkungen des Radons auf die Bevölkerung sind unter anderem auch deshalb schwierig, weil der Effekt durch die Folgen des Rauchens überdeckt wird.

Für den Vergleich einer Exposition durch Radon mit anderen Strahlenexpositionen eignet sich am besten die effektive Dosis. Sie lässt sich aus der Radonkonzentration der Atemluft berechnen. Die mittlere Radonkonzentration in den Wohnhäusern der Schweiz von ca. 70 Bq/m^3 verursacht unter der Berücksichtigung der Aufenthaltszeit im Hausinnern eine jährliche effektive Dosis von etwa 2 Millisievert (mSv). Es gibt jedoch Personen in der Schweiz, welche durch Radon jährlich effektive Dosen von bis zu 100 Millisievert akkumulieren können.

Nach den neusten Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) sollen die Grenzwerte für die Bevölkerung für Expositionen durch künstliche, kontrollierbare Strahlenquellen bei 1 Millisievert pro Jahr liegen. Für beruflich strahlenexponierte Personen wird ein Grenzwert von 20 Millisievert pro Jahr vorgeschlagen; der Bereich über 20 Millisievert pro Jahr während längerer Zeit wird nach neuen Erkenntnissen (ICRP-60) als unakzeptierbar betrachtet.

Da sich die Konzepte, die für eine kontrollierbare Exposition gelten, nicht direkt auf das natürlich bedingte Radon übertragen lassen, werden international für das Radon höhere Dosiswerte als der Wert von 1 mSv pro Jahr akzeptiert. Die Limite für die Bevölkerung von einem Millisievert pro Jahr könnte beim Radon in kaum einem Land eingehalten werden. Die ICRP hat denn auch in der neusten Empfehlung das Radonproblem ausgeklammert und macht vorläufig keine konkreten Empfehlungen. Der von der Europäischen Gemeinschaft empfohlene Grenzwert für die Radongaskonzentration in bestehenden Gebäuden von 400 Bq/m^3 entspricht einer Dosis von etwa 10 mSv pro Jahr. Schweden hat den seit dem Jahr 1980 gültigen Grenzwert von 400 Bq/m^3 "gleichgewichtsäquivalente Radonkonzentration", entsprechend einer Radongaskonzentration von 1'000 Bq/m^3 im Jahr 1990 um einen Faktor 2 reduziert. Der heute in Schweden gültige Grenzwert für die Radongaskonzentration beträgt somit 500 Bq/m^3.

Eine Dosis von mehr als 20 Millisievert pro Jahr erscheint - trotz der bestehenden Unsicherheiten - als unakzeptierbar. Es sollte deshalb niemand über längere Zeit einer Radongaskonzen-

tration von mehr als etwa 1'000 Bq/m^3 ausgesetzt werden. Im Sinne einer Optimierung müssten jedoch vorsorgliche Massnahmen und einfache Sanierungen bereits bei wesentlich tieferen Radonpegeln einsetzen. Bei Neubauten müsste eine Radongaskonzentration von weniger als 200 Bq/m^3 angestrebt werden, was nach den Erfahrungen aus den USA und Schweden möglich sein sollte.

Das neue Strahlenschutzgesetz gibt mit Art. 24 die gesetzliche Grundlage, um beim Radon Anordnungen zur Begrenzung der Strahlenexposition zu treffen. Der Bund kann für den Vollzug die Kantone beiziehen. Die Ausführungsbestimmungen werden in der neuen Strahlenschutzverordnung festgelegt.

2.4. Sanierungen

Erhöhte Radonpegel in schweizerischen Wohnräumen lassen sich grundsätzlich immer reduzieren, aber der Aufwand für eine Sanierungsmassnahme hängt stark von der Höhe der Radonkonzentration und den baulichen Gegebenheiten ab. Ziel jeder Sanierung muss es sein, den Eintritt des Radons zu erschweren und den Unterdruck im Gebäude gegenüber dem Bauuntergrund zu reduzieren.

Es konnten in der Schweiz anhand von konkreten Beispielen Erfahrungen für die Sanierung von Häusern gesammelt werden. Die kleine Zahl der sanierten Häuser ist hauptsächlich auf das mangelnde Interesse der Hausbesitzer zurückzuführen. Die im Ausland erprobten Techniken lassen sich an Schweizer Verhältnisse anpassen, die Besonderheit der schweizerischen Bauweise mit relativ viel Kellerraum erschwert jedoch die Massnahmen und erhöht den Aufwand. Als wirksamste Methode hat sich die Zwangsbelüftung kombiniert mit der Abdichtung des Hauses gegenüber dem Bauuntergrund erwiesen. Die Methode der Unterbodenbelüftung ist ebenfalls gut und zuverlässig, wogegen Abdichten allein meistens ungenügend ist. Bedingt durch die klimatischen Bedingungen in der Schweiz sollte bei Belüftungsmassnahmen auch auf Energierückgewinnung geachtet werden.

Der finanzielle Aufwand für eine Sanierung eines Einfamilienhauses liegt im Bereich von ungefähr 10'000 Fr. bis 20'000 Fr.; in besonders schwierigen Fällen können Kosten von bis zu 50'000 Fr. pro Haus entstehen (Kostenstand 1991). Vorsorgliche Massnahmen bei Neubauten wie beispielsweise eine Kieslage mit einem Belüftungssystem unter der Bodenplatte kommen wesentlich günstiger zu stehen. Die Erfahrungen von RAPROS haben gezeigt, dass beim Bau eines Einfamilienhauses mit einer zusätzlichen Investition von etwa 5'000 Fr. genügend gute Resultate erzielt werden können. In bekannten Risikogebieten sollten vorbeugende Massnahmen vorgeschrieben werden.

2.5. Offene Fragen

Obschon die meisten der vor fünf Jahren gesteckten Ziele erreicht werden konnten, bleiben für das Verständnis der Radonproblematik in der Schweiz Unsicherheiten und Lücken bestehen:

Die Messdichte, das heisst der Prozentsatz der gemessenen Häuser oder die Anzahl der gemessenen Häuser pro Fläche, ist in vielen Regionen noch zu klein, und es müssen noch grössere Messkampagnen durchgeführt werden. Es kann heute für das Auffinden von Häusern mit hohen Radonpegeln kein allgemein gültiges Konzept abgegeben werden, und die Unterteilung in betroffene, respektive nicht betroffene Gebiete ist nur mit Vorbehalten möglich. Die vorliegende Radonkarte für die Schweiz muss in Zukunft sukzessive weitergeführt und verfeinert werden.

Ebenso ist es zum jetzigen Zeitpunkt sehr schwierig Prognosen für Neubauten zu machen. Der Einfluss der Geologie ist noch zu wenig verstanden und es fehlen noch systematische Parameterstudien.

Eine Langzeitüberwachung von Gebäuden wurde noch nicht durchgeführt, es sollten einige ausgewählte Häuser während mehrerer Jahre gemessen werden, damit auch Aussagen über langfristige Schwankungen des Radonpegels gemacht werden können.

Eine Dokumentation über Sanierungsmöglichkeiten in der Schweiz liegt erst im Entwurf und rudimentär vor, und es muss noch viel Arbeit investiert werden. Eine systematische Sammlung und Zusammenstellung der vorliegenden Radonliteratur steht noch aus. Es fehlt vorläufig auch noch genügend Informationsmaterial zur Aufklärung der Bevölkerung der Schweiz über die Besonderheiten und die Gefahren des Radons.

Im PSI steht heute eine Radonkammer zur Verfügung, die sich für die Kalibrierung von Geräten zur Bestimmung der **Radongaskonzentration** eignet; eine entsprechende Einrichtung für die **Radonfolgeprodukte** ist nicht vorhanden. Die Schweiz ist daher bei der Kalibrierung für Radonfolgeprodukte auf die Beteiligung an internationalen Vergleichsprogrammen angewiesen.

Die Quantifizierung des Lungenkrebsrisikos für die Bevölkerung infolge Radon ist nach wie vor mit grossen Unsicherheiten behaftet, und die Resultate von epidemiologischen Untersuchungen über die Radonexposition der Bevölkerung sind noch nicht verfügbar. Hier kann eine Zusammenarbeit auf internationaler Ebene von sehr grossem Nutzen sein.

2.6. Weiteres Vorgehen

B. Michaud[1], W. Burkart[2], Th. Lauffenburgern[3], H.H. Loosli[2]
M. Roux[4], L. Rybach[5], H. Surbeck[1], W. Zeller[1]

Mit erster Priorität sollten die Anstrengungen erhöht werden, damit die Häuser mit den höchsten Radonpegeln gefunden und saniert werden können. Es müssen die **höchsten Dosen** reduziert werden; die Mittelwerte können sicher kurz- bis mittelfristig nur unwesentlich beeinflusst werden.

---

1) BAG; 2) KUER; 3) SUVA; 4) BEW; 5) ETHZ

Zum Auffinden der hohen Konzentrationen müssen gezielte **Messkampagnen** in den Gebieten durchgeführt werden, wo nach den bisherigen Erkenntnissen über den Zusammenhang zwischen Radon und der Geologie erhöhte Konzentrationen vermutet werden müssen. Wie bereits in den Kantonen Tessin und Graubünden erfolgreich erprobt, sollten in Zukunft die Radon-Messkampagnen von den Kantonen durchgeführt werden. Sie verfügen über die dazu nötige Infrastruktur und über den direkten Kontakt zu den Gemeinden. Die Systematik zum Ausscheiden von betroffenen, respektive nicht betroffenen Regionen oder Bezirken muss noch weiterentwickelt werden.

Die **Interpretation** der Resultate früherer Kampagnen sollte verfeinert werden; die Rolle der Parameter (z.B. Permeabilität des Bodens, Transport des Radons durch Wasser, Bauweise der Häuser, Luftdichtheit, Haustyp) sollte genauer untersucht werden.

Der Einfluss der **Geologie** (Geologie im weitesten Sinne, incl. Quartärgeologie, Hydrogeologie, Bodenkunde etc.) sollte nicht nur weiter untersucht werden, damit die vorhandenen Daten besser interpretiert werden können, sondern auch, damit mit ihrer Hilfe in Risikogebieten Prognosen gemacht werden können. Ebenso kann die Geologie bei der Evaluation von Sanierungstechniken wertvolle Hilfe leisten.

Noch für längere Zeit wird der Bund die wissenschaftliche **Beratung** sowie die **Aus- und Weiterbildung** kantonaler Radon-Fachleute übernehmen müssen. Besondere Bedeutung kommt auch der "Nachwuchsförderung" zu.

Der **Öffentlichkeitsarbeit** kommt in Zukunft eine sehr grosse Bedeutung zu. Die Bevölkerung muss über die radonbedingte Gefährdung besser orientiert werden. Die Hausbesitzer sowie das lokale Baugewerbe sollten für Radonsanierungen motiviert werden können.

Für die Durchführung der **Sanierungen** ist es unerlässlich, dass der Bund eine Beratungs- und Koordinationsstelle betreibt und einen Massnahmenkatalog mit Empfehlungen und Richtlinien für die Kantone schafft. Zuhanden des Baugewerbes soll eine technische Dokumentation bereitgestellt werden. Es sind auch Kurse und Seminarien zu planen. Die bereits hergestellten Kontakte zu den Baufachleuten sind noch weiter zu intensivieren. Der Bund sollte bei der Erfolgskontrolle von Sanierungsmassnahmen eine Ueberwachungsrolle spielen.

Dem **Erfahrungsaustausch mit dem Ausland** und zwischen den inländischen Fachstellen kommt nach wie vor grosse Bedeutung zu. So soll insbesondere auf dem Gebiete der Epidemiologie eine Zusammenarbeit mit anderen Ländern angestrebt werden. Wichtig wäre ferner eine Beteiligung der Schweiz an internationalen Forschungsprojekten.

Gestützt auf Art. 24 des neuen Strahlenschutzgesetzes sollen in der neuen Strahlenschutzverordnung verbindliche **Grenzwerte für Radongaskonzentrationen** festgelegt werden. Für die Durchsetzung dieser Grenzwerte werden voraussichtlich zusätzliche personelle Mittel benötigt.

Da das Radonproblem primär wirtschaftlich relativ schwache Regionen betrifft, ist die RAPROS-Programmgruppe der Ansicht, dass **Finanzhilfen** des Bundes notwendig sind, damit die erforderlichen Sanierungsmassnahmen auch vollzogen werden können. Da das neue Strahlenschutzgesetz offenbar keine Rechtsgrundlage für Finanzhilfen gibt, müssen andere Wege gesucht werden.

2.7. Geologische Nachuntersuchungen von 1991 im Tessin

H. Surbeck, BAG/SUER

Im Kanton Tessin wurden im Anschluss an eine grössere Radon-Messkampagne geologische Nachuntersuchungen veranlasst, deren Ergebnisse und Schlussfolgerungen nachfolgend zusammengefasst sind und u.U. auch für weitere Kampagnen von Nutzen sein können.

Da schon allein aus finanziellen Gründen nicht in allen Wohnhäusern in der Schweiz die Radonkonzentration gemessen werden kann, müssen Auswahlkriterien für die zu messenden Häuser entwickelt werden. Bereits in früheren Untersuchungen hatte sich gezeigt, dass die Geologie des Bauuntergrundes von entscheidender Bedeutung für die Innenluft-Radonkonzentration ist. Erhöhte Konzentrationen traten gehäuft in Häusern auf verkarstetem Untergrund und schlecht verfestigtem Bergsturzmaterial auf. Der Zusammenhang zwischen lokaler Geologie und Radon ist aber noch ungenügend bekannt.

Im Kanton Tessin wurde daher für einen Teil der Häuser mit erhöhten Radonkonzentrationen und für ein Gebiet ohne Radonprobleme eine Nachuntersuchung durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung war es, die Ursache für erhöhte Radonkonzentrationen, insbesondere den Zusammenhang zwischen Geologie und Radon besser in den Griff zu bekommen.

Die von Kanton Tessin und dem Bund gemeinsam finanzierte Untersuchung wurde von einem privaten Geologiebüro in Zusammenarbeit mit der SUER/BAG ausgeführt.

Die Interpretation der Resultate dieser Studie erwies sich als recht schwierig, insbesondere da mit Ausnahme von Bosco Gurin im Tessin keine Häuser mit sehr grossen Radonkonzentrationen zur Verfügung standen.

Folgende Erkenntnisse hat diese Untersuchung dennoch gebracht:

- Weder Trinkwasser noch Baumaterial können für die erhöhten Radonkonzentrationen verantwortlich gemacht werden.

- Es konnte weder ein Zusammenhang der Radonkonzentration mit der Ortsdosisleistung noch mit der Radiumkonzentration im Boden festgestellt werden.

- Ein Einfluss tektonischer Störungen (insubrische Linie) ist nicht zu erkennen.

- Positiv korreliert scheint die Innenluft-Radonkonzentration mit folgenden Faktoren zu sein:
  - Lage auf alter Schotterterasse (hohe Gaspermeabilität),
  - Radon-Verfügbarkeit im Bodengas (= definiert als das Produkt: Radon-Konzentration • Gaspermeabilität),
  - Gasaustritte.

- Auffällig ist die Häufung erhöhter Radonkonzentrationen in Gebäuden mit einem "vespaio", d.h. einem unbelüfteten Hohlraum zwischen Fussboden und Bauuntergrund.

Eine weitere Untersuchung dieser Art ist für 1992 für den Kanton Graubünden geplant. In diesem Kanton sind zahlreiche Häuser mit sehr hohen Radonkonzentrationen gefunden worden. Es ist daher zu erwarten, dass diese Nachuntersuchungen zu eindeutigeren Resultaten führen werden.