Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 106 (1988)
Heft: 17

Artikel: Radon
Autor: Daetwyler, Jean-Jacques
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-85699

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Radon

Nachstehender Aufsatz ist Teil der in loser Folge im SI+A erscheinenden Reihe «Bauen und Gesundheit» der Fachgruppe für Architektur (FGA). Bisher sind erschienen: Formaldehyd (H.29/1987, S.873; Holzschutz (H.36/1987, S.1044); Asbest (H.44/1987, S.1281)

Eigenschaften, Bedeutung im Bauwesen, Quellen

Radon ist ein farbloses, geruchloses, radioaktives Gas. Es gehört zur Edelgasgruppe, ist mehr als 100 mal schwerer

VON JEAN-JACQUES DAETWYLER

als Wasserstoff und etwa 7,5 mal schwerer als Luft. Es entsteht durch den Zerfall radioaktiver Mineralien, die in der Erdkruste natürlich enthalten sind, und gelangt dann (durch Gestein, Schotter, Humus, ferner auch mit dem Quellwasser) teilweise an die Oberfläche. Seine Konzentration in der Luft ist klein, denn es hat eine kurze Lebensdauer. Das stabilste Isotop, Radon-222, hat eine Halbwertszeit von 3,82 Tagen; dieser Alphastrahler ist ein Zerfallsprodukt vom Radium-226, das selber ein Tochterprodukt vom Uran-238 ist. Die Isotope Radon-220 und Radon-219 sind wegen ihrer kürzeren Lebensdauer in geringeren Konzentrationen vorhanden.

Bis um 1980 hat man die Bedeutung des Radons in der Strahlenbelastung der Allgemeinbevölkerung stark unterschätzt. In der Schweiz zum Beispiel stellte man erst am Anfang des Jahrzehnts fest, dass die Bevölkerung deutlich höheren Strahlungsdosen ausgesetzt ist, als bis dann angenommen wurde, und dass dieses Mehr dem Radon und seinen Tochterprodukten zuzuschreiben ist. Diese Entdeckung ist zum Teil der Entwicklung von Messmethoden zu verdanken, welche ohne grossen Aufwand Messungen in Innenräumen ermöglichen. Wie man feststellte, kann sich Radon in den Gebäuden akkumulieren und wesentlich höhere Konzentrationen als im Freien erreichen. Dieser «Fangreuse»-Effekt ist bei Energiesparhäusern mit niedriger Lüftungsrate besonders ausgeprägt.

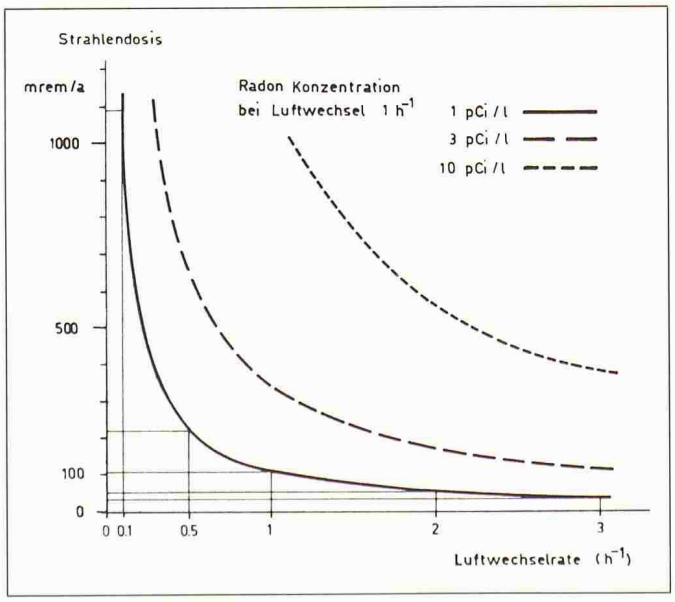
Radon in Innenräumen stammt aus zwei Arten von Quellen. Einmal wird es von Baumaterialien abgegeben – zum Beispiel von Granit und anderen natürlichen Bausteinen, die einen ziemlich hohen Gehalt an Uran und Thorium aufweisen. Radon quillt aber auch aus dem Untergrund heraus und dringt dann (zum Beispiel durch Risse, Leitungsführungen, eventuell auch mit dem Wasser und dem Erdgas) in die Gebäude ein. Dabei nimmt die Konzentration in den oberen Stockwerken immer mehr ab.

Diese zweite Quelle spielt in der Schweiz eine grössere Rolle. In diesem Falle können Baumaterialien insofern einen Einfluss haben, indem sie das Radon in das Haus einsickern lassen bzw. einsperren. Messungen des Eidgenössischen Institutes für Reaktorforschung ergeben eine durchschnittliche Radonkonzentration in Innenräumen von etwa 1,5 pCi pro Liter Luft, mit Höchstwerten bis über 100 pCi/l (1pCi = 1 Picocurie = 10^{-12} Curie: entspricht rund 2 Zerfällen pro Minute). Der mittlere Radonpegel in der Atemluft im Freien liegt bei etwa 0,1 pCi/l. In der Regel sind die Konzentrationen im Alpengebiet und im Tessin höher als im Mittelland und im Jura, was auf unterschiedliche Uran- und Thoriumgehalte im Untergrund zurückzuführen ist. Ähnliche (zum Teil noch höhere) Werte wurden in anderen Ländern (Bundesrepublik Deutschland, Schweden, USA, England, u. a.) gemessen. Aus dem Radon und seinen Zerfallsprodukten ergibt sich für die Schweizer Bevölkerung ein Anteil von beinahe 40% (180 mrem) an der mittleren jährlichen Strahlenbelastung.

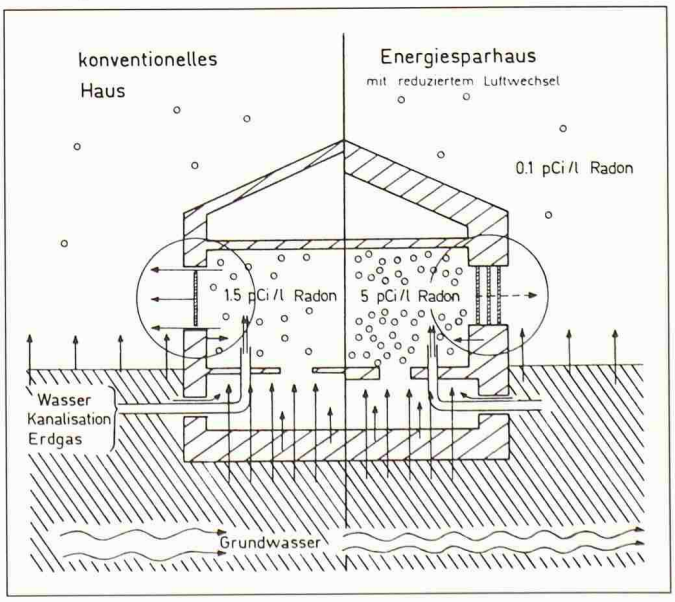
Gesundheitliche Aspekte

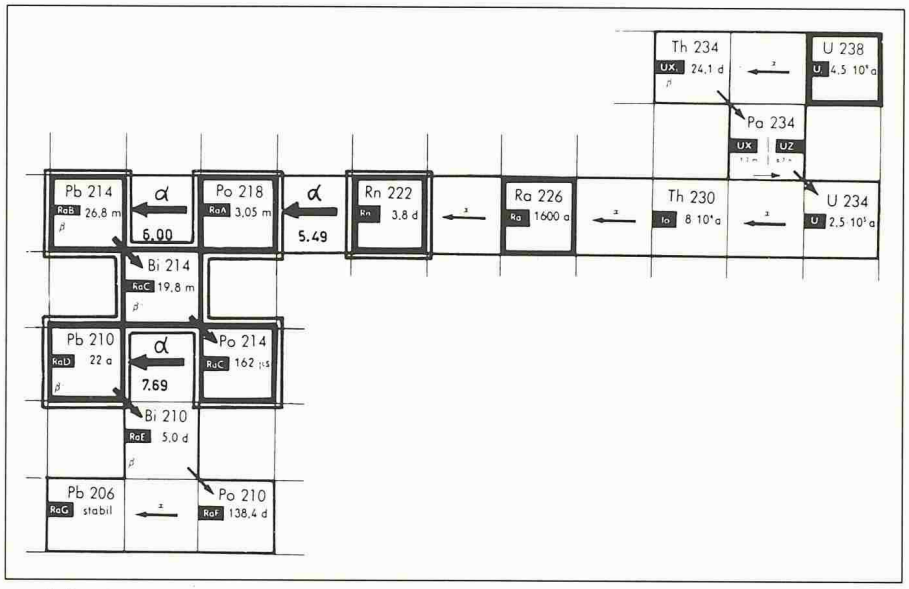
Von Bedeutung sind hier weniger Radon selbst als seine Zerfallsprodukte: radioaktive Schwermetalle, die an kleinsten Staubpartikel angelagert mit der Atemluft in die Atemwege eindringen können. Sie verweilen oft längere Zeit in der Lunge, wo sie bis zum stabilen Blei-210 weiterzerfallen und dabei teilungsfähige Zellen bestrahlen. Da das Radon für den Transport der Radioaktivität aus dem Untergrund verantwortlich ist und in den Häusern meist die Konzentration dieses Gases (eher als der Tochterprodukte) gemessen wird, spricht man weiterhin vom Radonproblem.

Einfluss der Luftwechselrate auf die Radonkonzentration für drei verschiedene Quellstärken



Konzentrierung von Radon (Rn in pCi pro Liter Luft) in der Innenluft durch Verringerung der Luftwechselrate. Schraffiert: radiumhaltige Strukturen, die Radon freisetzen; Radontransport





Zerfallsschema von Uran, das über mehrere langlebige Zwischenprodukte zum Edelgas Radon führt. Die anschliessenden Zerfälle von Polonium (Po-218, Po-214), Blei-214 und Wismut-214 bis zum relativ stabilen Blei-210 erfolgen sehr rasch.

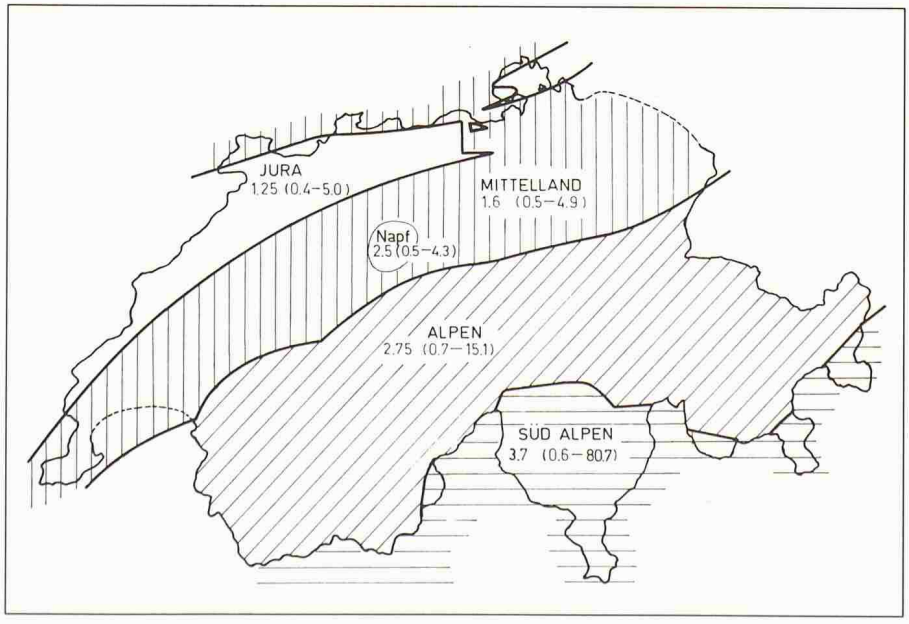
Die Strahlengefährdung durch Radon und seine Zerfallsprodukte ist aus Uran- und anderen Bergwerken seit lange bekannt. Epidemiologische Studien weisen auf einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Lungenkrebs bei Bergleuten und der Radonkonzentration. Eine bessere Lüftung der Stollen führte auch zu einer Reduktion der Krebsfälle. Wird deren Häufigkeit als proportional zur erhaltenen Strahlendosis angenommen (lineare Dosis-Wirkung-Beziehung), so dürften Radon und seine Zerfallsprodukte in den Wohnräumen für einen beachtlichen Teil der Lungenkrebsfälle bei Nichtrauchern verantwortlich sein. Eine Abschätzung ergibt für eine mittlere Konzentration von 1 pCi/Liter Luft eine Lungenkrebshäufigkeit von rund 10 Fällen pro Million Einwohner und Jahr. Dies ist wenig im Vergleich zur Gesamtzahl der (hauptsächlich dem Rauchen zuzuschreibenden) Lungenkrebsfälle. Man darf aber das Radonproblem auch nicht bagatellisieren. In verschiedenen Ländern (USA, Kanada, Schweden, Polen, u. a.) hat man Häuser mit sehr hohen Radonwerten gefunden; manchmal war der für Bergwerke zulässige Grenzwert überschritten.

Grenzwerte

In einigen Ländern sind bereits Richt- oder Grenzwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen eingeführt worden. Dies trifft in Ländern mit speziellen Radonproblemen (breite Verwendung von Bau- bzw. Füllmaterial mit hohem Uran- bzw. Radiumgehalt) zu. Die US Umweltschutzbehörde (EPA) hat einen Grenzwert von 4 pCi/l festgesetzt. Die gleiche Limite galt schon in Schweden für Neubauten, während bei Altbauten ein weniger strenger Höchstwert über die Notwendigkeit einer allfälligen Sanierung entscheidet. In diesem Land wurden bereits 1976 die Produktion und Verwendung von Beton auf der Basis von Alumschiefer verboten; in diesem Baumaterial war die Radium-226-Konzentration sehr hoch.

Wie erste Messungen zeigen, dürften die amerikanischen bzw. schwedischen Normen für Radon im alpinen Gebiet nicht selten überschritten sein. In Ländern, die noch keinen Grenzwert für Radon in Innenräumen festgelegt haben, könnte man sich vorläufig auf die Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (ICRP) beziehen. Sie betrachten das Ergreifen einfacher Massnahmen in Räumen mit einer Radonkonzentration höher als 5,4 pCi/l als zweckmässig. Dies entspricht bei einer Lüftungsrate von 0.5 h^{-1} einer mittleren Exhalationsrate aus Boden, Decke und Wänden von rund 1350 pCi/m²h bzw. einem Radium-226-Gehalt im Baustoff von etwa 5000 pCi/kg (sofern keine andere Radonzufuhr im Raum stattfindet).

Radon-Konzentration in verschiedenen Regionen der Schweiz. Messwerte in bewohnten Räumen von Einfamilienhäusern für das Winterhalbjahr 1981/82



Massnahmen und Empfehlungen

Auch wenn Radon immer vorhanden war und zur Strahlungsexposition der Bevölkerung beitrug, gilt es, den Einfluss heutiger Bauweisen und Wohngewohnheiten zu berücksichtigen. Die ICRP stellte in einigen Ländern eine Tendenz zu steigenden Radondosen fest. Hauptursachen dafür: die Verwendung von Bau- und Füllmaterialien, welche auf der Basis gewisser industrieller, radiumhaltiger Abfälle (Hochofenschlacke, Flugasche, Chemiegipse u. a.) hergestellt sind; ferner auch die Tendenz zu reduzierten Lüftungsraten.

Dementsprechend gibt es *drei Gruppen* möglicher Massnahmen zur Herabsetzung der Radonkonzentration in der Innenluft. Sie betreffen beziehungsweise die Baumaterialien, die Lüftungsraten und das Eindringen von Radon aus dem Untergrund in die Wohnräume.

Baumaterialien

Umfassende Studien in mehreren Ländern geben Einblick in die spezifische Aktivität (Anzahl Curie pro Kilo) und

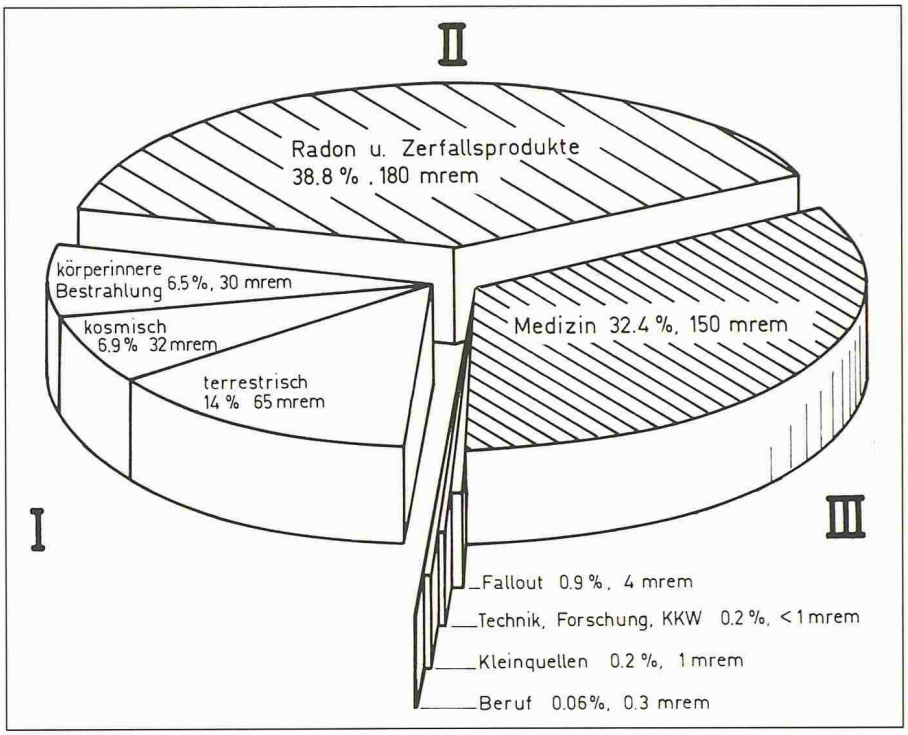
Praktische Hinweise in Kürze

In der Schweiz beträgt die mittlere Radonkonzentration in der Innenluft ca. 1,5 pCi/l. Sie ist 10 bis 20 mal höher als in der Atemluft im Freien.

Das Radon in der Innenluft dürfte für einen grossen Teil der Lungenkrebsfälle bei Nichtrauchern verantwortlich sein. Es stellt somit eines der bedeutendsten Probleme der Umweltgesundheit dar.

In einigen Ländern sind bereits Grenzwerte für die Radonkonzentration in der Innenluft eingeführt worden (z.B. 4 pCi/Liter Luft in Schweden und in den USA).

Der Radonpegel in der Innenluft lässt sich durch drei Arten von Massnahmen in Schranken halten:
- Wahl von Baumaterialien mit geringer spezifischer Aktivität und geringem Emaniervermögen.
- Angemessene Lüftungsraten (Kompromiss zwischen Luftqualität und Energiesparsamkeit).
- Emissionsverringerung durch geeignete Beschichtungen oder Anstriche, bauliche Vorkehrungen (Trennung zwischen Keller und Wohngeschossen), eventuell Installation von Luftwärmeaustauschern.
- Im Zweifelsfalle oder zur Kontrolle der Wirkung von Massnahmen sind Messungen der Radonkonzentration angezeigt.



Mittlere jährliche Strahlenexposition des Schweizers (Einzeldaten von Fritz-Niggli, UNSCEAR 82)

I Natürliche Belastung – II Anthropogen verstärkt (zivilisatorisch) – III «Künstliche» Belastung

Alle Bilder aus W. Burkart: Bauen und Radioaktivität (siehe Literaturauswahl).

das sogenannte Emaniervermögen (prozentualer Anteil des Radons, der aus dem Material in die Raumluft entweichen kann) verschiedener Baustoffe.

Die spezifische Aktivität allein ist kein hinreichender Indikator für die Bewertung eines Baustoffes als Radonquelle. Die bei Zerfällen emittierten Radonatome werden im Baumaterial über eine Strecke von nur wenigen Hundertstel µm gebremst, so dass sie nicht alle aus den mineralischen Körnern austreten, die Poren des Materials erreichen und in die Raumluft gelangen. Aus der spezifischen Aktivität und dem Emaniervermögen lässt sich abschätzen, ob ein Baustoff in konkreten Fällen eventuell zu übermässigen Radonpegeln führt.

Lüftungsrate

Der reduzierte Luftwechsel zu Energiesparzwecken verstärkt das Radonproblem. Werner Burkart (EIR, Würenlingen) hat im Rahmen einer Studie der Weltgesundheitsorganisation für den Fall eines durchschnittlichen Einfamilienhauses in Mitteleuropa abgeschätzt, dass die Verringerung der Luftwechselrate von 1 auf 0,3 pro Stunde die jährliche Strahlendosis durch Radon von etwa 120 auf ungefähr 400 mrem erhöhen würde; die entsprechende jährliche Energieeinsparung würde etwas mehr als 800 kWh betragen; daraus ergibt sich also pro eingesparte kWh eine recht grosse zusätzliche Strahlenbelastung von 0,34 mrem.

Dies bedeutet aber keineswegs, dass man auf Energiesparbemühungen im Bausektor verzichten müsste. Einmal sollten sich diese nicht im Anbringen von Dichtungen in den Fensterprofilen erschöpfen. Es gilt ohnehin, einen Kompromiss zwischen Luftqualität und Energiesparen zu finden. Verschiedene Schadstoffe können nämlich zur Luftverschmutzung in Innenräumen beitragen: zum Beispiel Dämpfe von Reinigungs- und Lösungsmitteln, Stickoxide aus Gasheizungen und -kochherden, giftige Emissionen aus Baumaterialien, toxische Bestandteile des Tabakrauches. Das Mengenverhältnis der verschiedenen Schadstoffe ist von Fall zu Fall verschieden, wobei sich Radon nicht immer als der limitierende Faktor erweist.

Ferner sind die Radonemissionen aus dem Untergrund von einer Gegend zur andern sehr verschieden. Die Konzentration in der Innenluft wird also bei geeigneter Wahl der Baumaterialien nicht überall im gleichen Masse problematisch. Im Zweifelsfalle kann man für einen bescheidenen Geldbetrag Radonmessungen in den Räumlichkeiten durchführen lassen.

Eine weitere Möglichkeit bieten Luftwärmeaustauscher. Durch die teilweise Rückgewinnung von Wärme aus der Abluft erlauben sie höhere Lüftungsraten bei mässigem Energieverbrauch.

Technische Massnahmen gegen das Eindringen von Radon aus dem Untergrund

Durch Verschluss von Rissen in den Fundamenten, vor allem aber durch geeignete Anstriche und Kunststoffbeschichtungen lässt sich der Keller gegen den Bauuntergrund abdichten. Eine wenige Zehntelmillimeter dünne Schicht aus Polyamid oder Polyäthylen führt zu einer ganz wesentlichen Reduktion der Radonemissionen. Anwendungsfreundlicher, aber weniger wirksam, sind Latex- und Epoxyfarben. Ferner lässt sich durch konstruktiv-bauliche Massnahmen der Luftaustausch und folglich der Transport von Radioaktivität zwischen Kellergeschoss und Wohnräumen verhindern oder vermindern.

Literaturauswahl

J. Pensko, W. Burkart: Die Bedeutung der Baumaterialien als Quelle der möglichen Strahlenexposition der Bevölkerung, EIR-Bericht Nr. 611, Würenlingen, 1986

W. Burkart: Bauen und Radioaktivität: Einfluss von Energiesparmassnahmen auf die Strahlenbelastung; in: Bauen und Gesundheit, SIA-Dokumentation 69, Zürich, 1983

W. Burkart: Radon and Energy Efficient Homes, EIR-Bericht Nr. 435, Würenlingen, 1981

Adresse des Verfassers: *Jean-Jacques Daetwyler,* Wissenschaftsjournalist, Wabernstr. 34, 3007 Bern.