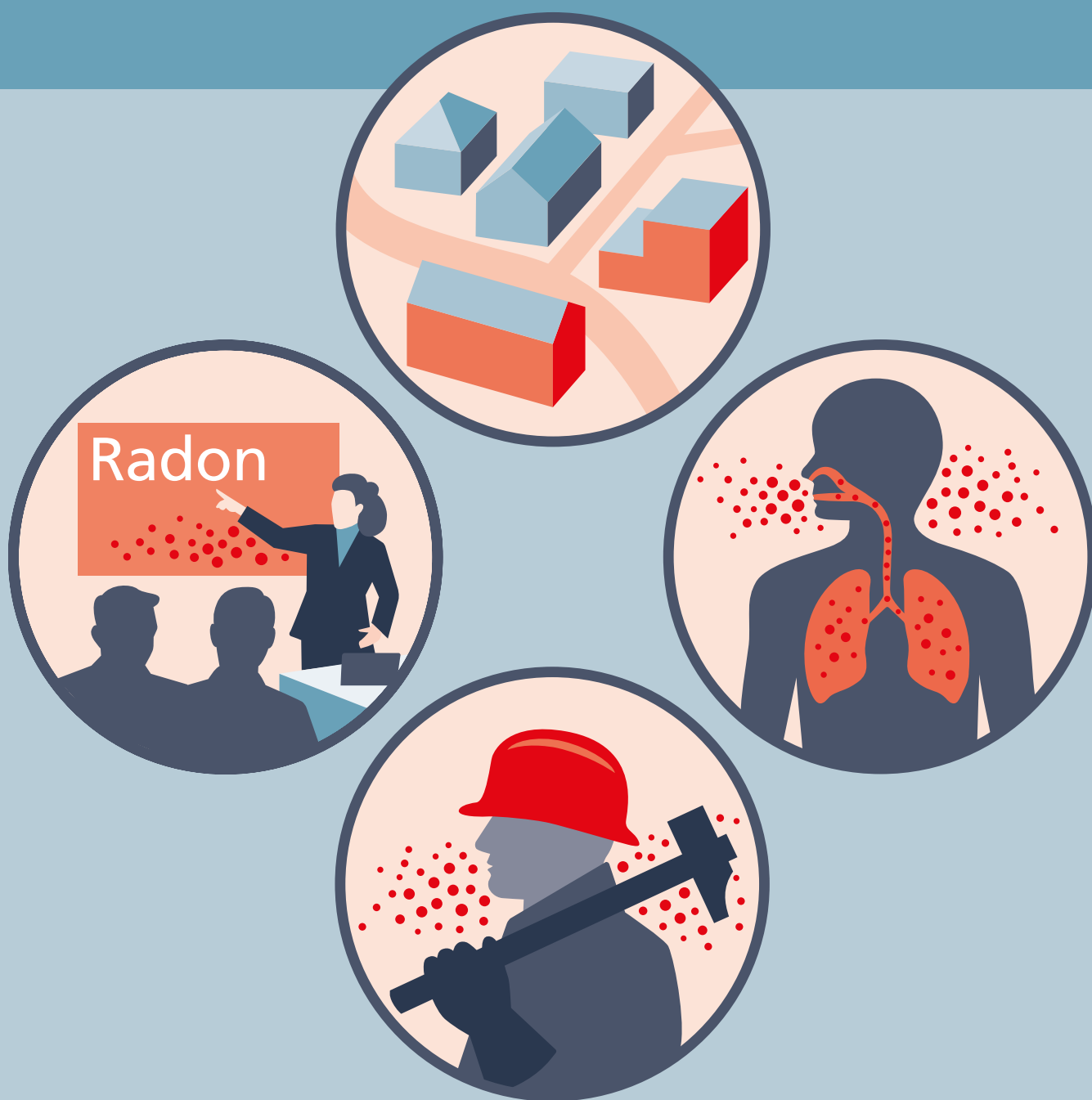


Aktionsplan Radon

2021 – 2030



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Ausgangslage	4
3	Vision für den Radonschutz	6
4	Stossrichtungen	6
4.1	Nachhaltige Verbesserung des Radonschutzes im Immobilienpark	8
4.2	Stärkung des Risikobewusstseins und Feststellung des Gesundheitsrisikos	11
4.3	Ausbau der Radonkompetenzen	14
4.4	Sicherstellung des Arbeitnehmerschutzes	17
5	Zeitplan / Umsetzungsplanung	19
6	Literatur	21

1 Zusammenfassung

Radon ist ein radioaktives Gas im Erdreich, das sich in der Raumluft im Innern von Gebäuden ansammeln kann und in der Schweiz jährlich 200 – 300 Todesfälle durch Lungenkrebs verursacht [1]. Das Lungenkrebsrisiko steigt dabei linear mit der Radonkonzentration und der Expositionszeit [2].

Die Grundlagen zum Radonschutz in der Schweiz werden in der Strahlenschutzverordnung (StSV) [3] festgehalten. Seit 2012 setzt das Bundesamt für Gesundheit (BAG) einen Aktionsplan Radon 2012–2020 [4] um, der hauptsächlich darauf abzielt, die Schweizer Strategie mit den internationalen Empfehlungen in Einklang zu bringen. 2018 wurde ein Referenzwert von 300 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m³) für die über ein Jahr gemittelte Radonkonzentration in Räumen mit Personenaufenthalt eingeführt. Über 10% der bisher gemessenen Gebäude in der Schweiz weisen eine Überschreitung dieses Referenzwerts auf und sind in allen Regionen der Schweiz zu finden.

Die Evaluation des Aktionsplans Radon 2012–2020 [5] hat gezeigt, dass die Grundlagenarbeit zwar gut vorangekommen ist, jedoch die breitenwirksame Umsetzung der Massnahmen des Aktionsplans noch zu wenig fortgeschritten ist, insbesondere was die Messungen, die Sanierungen, die Bauvorschriften, sowie die Zusammenarbeit mit anderen Programmen anbelangt. Die Schweizer Bevölkerung ist noch nicht ausreichend sensibilisiert und vor Radon geschützt. Noch immer werden Neubauten ohne angemessene präventive Radonschutzmassnahmen geplant und gebaut, und bestehende Gebäude mit hohen Radonbelastungen nicht saniert. Dies führt zu einer unnötigen und vor allem gesundheitsgefährdenden Radonexposition für eine zu grosse Anzahl von Personen; sei es im Wohnbereich oder am Arbeitsplatz.

Das BAG strebt einen optimalen Schutz der Schweizer Bevölkerung vor Radon an, indem insbesondere Messungen durchgeführt werden, Neubauten systematisch vor Radon geschützt werden, Sanierungen vorangetrieben werden, sowie spezifische Schutzmassnahmen für Kinder und Personen am Arbeitsplatz getroffen werden.

Die Herausforderungen zwischen 2021 und 2030, die sich daraus in sehr unterschiedlichen Themenfeldern ergeben, lassen sich in vier Stossrichtungen zusammenfassen:

- Der Radonschutz im Immobilienpark muss nachhaltig verbessert werden, wobei insbesondere Synergien mit energetischen Massnahmen in Gebäuden geschaffen werden müssen.
- Das Gesundheitsrisiko muss in der Bevölkerung besser verstanden und stärker wahrgenommen werden, was dazu führen wird, dass die Radonproblematik an Wichtigkeit gewinnt.
- Um den gesteigerten Bedarf an der Planung und Ausführung von Radonschutzmassnahmen bei Neu- und Umbauten abdecken zu können, muss die Radonkompetenz vom Maurer über den Bauplaner bis hin zum Architekten und den Radonfachpersonen verbessert und vertieft werden.
- Der Radonschutz muss auch am Arbeitsplatz gewährleistet sein, was dem Arbeitnehmerschutz dient und berufliche Erkrankungen vermeidet.

Die vier Stossrichtungen des Aktionsplans werden jeweils in Zielen und Massnahmen konkretisiert und durch IT-Entwicklungen sowie durch gezielte Ressortforschungsprojekte und Informationskampagnen begleitet (siehe Abbildung 2).

2 Ausgangslage

Die Radonbelastung liefert den grössten Anteil zur durchschnittlichen Strahlenbelastung der schweizerischen Bevölkerung [6] und verursacht darüber hinaus in der Schweiz jährlich 200 – 300 Todesfälle durch Lungenkrebs [1]. Aus geologischer Sicht ist die Schweiz ein Radongebiet, wo Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Radon unerlässlich sind.

Gemäss der Weltgesundheitsorganisation (WHO) stellt Radon nach dem Rauchen die zweitwichtigste Ursache für Lungenkrebs dar [7]. Radon liefert weltweit einen dominanten Beitrag zur Strahlenbelastung der Menschen, wobei die grössten Belastungen in Ländern der gemässigten Zone (wo im Winter geheizt werden muss) und mit hohem Baustandard (energieeffiziente, luftdichte Bauweise) auftreten.

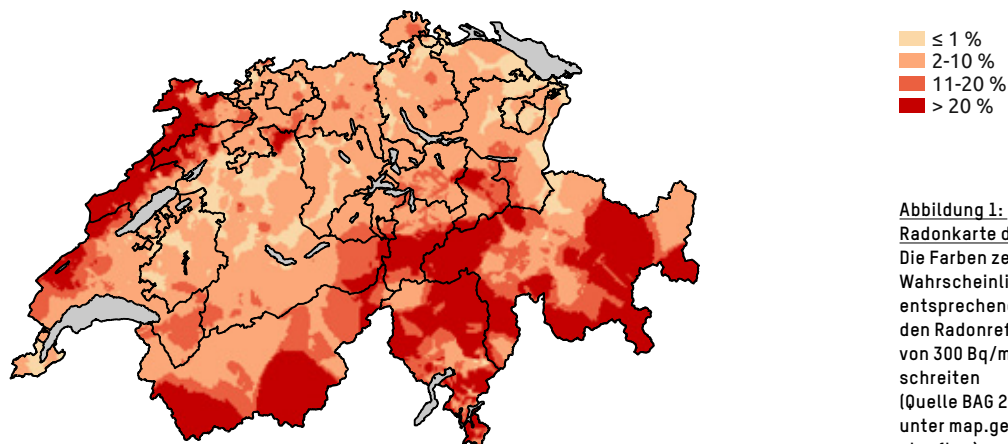
Verschiedene internationale Organisationen geben Empfehlungen hinsichtlich der geeignetsten Massnahmen zum Radonschutz. In ihren grundlegenden Sicherheitsnormen empfehlen sowohl die Internationale Atomenergie Organisation (IAEA) [8] als auch die Europäische Union (EURATOM) [9], Massnahmen zum Schutz vor Radon im Rahmen eines Aktionsplans zu implementieren. Auch die WHO empfiehlt in ihrem «Radon Handbook» [7] die Erarbeitung eines nationalen Radonprogramms und, zur Minimierung des Radonrisikos, einen Referenzwert von 100 Bq/m³. Wenn dieser Referenzwert aufgrund der jeweiligen länderspezifischen Bedingungen nicht eingehalten werden kann, sollte ein Referenzwert von höchstens 300 Bq/m³ festgelegt werden, worüber ein internationaler Konsens besteht. In den kürzlich publizierten «WHO Housing and health guidelines» [10] empfiehlt die WHO zudem, Radon im Kontext der gesamten Innenraumluftqualität zu betrachten. Radon ist ein wichtiger Parameter für die Innenraumluftqualität und entsprechend ein entscheidender Indikator für eine gesunde Umgebung in Gebäuden.

Die Grundlagen zum Radonschutz in der Schweiz sind in der StSV [3] festgehalten; seit dem 1.1.2018 gelten neue Regelungen in der StSV, die im Rahmen des Aktionsplans Radon 2012–2020 [4] erarbeitet wurden. So gilt ein Referenzwert von 300 Bq/m³ für die über ein Jahr gemittelte Radonkonzentration in Räumen mit Personenaufenthalt. Wird dieser Referenzwert überschritten, ist das damit verbundene individuelle Risiko nicht zulässig und es müssen entsprechende Massnahmen getroffen werden. Eine langfristige Exposition bei einer Radonkonzentration von 300 Bq/m³ entspricht dabei einer Erhöhung des relativen Risikos für Lungenkrebs um rund 50% [7]. Für Raucher ergibt sich ein wesentlich höheres absolutes Lungenkrebsrisiko (etwa um den Faktor 25) als für Nichtraucher.

Bisher wurde in etwa 6% aller Gebäude in der Schweiz eine Radonmessung durchgeführt (dies entspricht mehr als 150 000 Gebäuden, überwiegend bestehende Bauten). Diese Messungen decken die gesamte Schweiz ab, sind jedoch in geologisch gefährdeten Regionen zahlreicher durchgeführt worden. Über 10% dieser Gebäude weisen eine Überschreitung des neuen Radonreferenzwertes von 300 Bq/m³ in einem Wohnraum auf im Vergleich zu ca. 1% mit dem früheren Grenzwert von 1000 Bq/m³. In der Folge wird Radon von einer regionalen zu einer nationalen Problematik. Die Alpen- und Juragebiete sind am stärksten von der Radonproblematik betroffen (siehe Abbildung 1). Grund dafür sind die Bodeneigenschaften (Urangehalt, Durchlässigkeit des Bodens, Karstgebiete). Überschreitungen des Referenzwerts können jedoch in allen Regionen der Schweiz vorkommen. Gemäss WHO treten die meisten radonbedingten Lungenkrebsfälle bei tiefen und mittleren Radonkonzentrationen auf, da diese bei einem viel grösseren Anteil der Bevölkerung dominieren, als hohe Radonkonzentrationen [7]. In der Schweiz wurden zudem erhöhte Radonkonzentrationen im Zusammenhang mit der früheren Verwendung von radiumhaltiger Leuchtfarbe in Regionen mit Uhrmachertradition festgestellt.

Die StSV [3] definiert insbesondere neue Vollzugsaufgaben für die Kantone. Durch die Mess- und Sanierungspflicht in Schulen und Kindergärten wird dem besonderen Schutz der Kinder Rechnung getragen. Ausserdem sind die Baubewilligungsbehörden seit Anfang 2020 verpflichtet, Bauherrinnen und Bauherren bei Neu- und Umbauten über die Radonproblematik zu informieren. Für radon-exponierte Arbeitsplätze gilt zudem ein Schwellenwert von 1000 Bq/m^3 für die über ein Jahr gemittelte Radonkonzentration. Bei dessen Überschreitung muss der Betrieb die jährlich durch Radon verursachte effektive Dosis der exponierten Personen ermitteln und bei Dosen über 10 mSv/Jahr organisatorische oder technische Massnahmen treffen.

Neben dem Aktionsplan Radon hat der Bundesrat 2013 die Energiestrategie 2050 [11] erlassen. Diese hat zum Ziel, die Energieeffizienz, unter anderem in Gebäuden und Industrie, zu steigern und Massnahmen zum Ausbau erneuerbaren Energien zu fördern. Das Gebäudeprogramm [12] beispielsweise, dessen Ausgestaltung den Kantonen obliegt, fördert energetische Massnahmen im Gebäude, wie die Sanierung der Gebäudehülle (exklusive Fenster), oder auch den Ersatz fossiler durch erneuerbare Energieträger. Zusätzliche energetische Massnahmen werden durch weitere Förderprogramme [13] unterstützt. Dabei ist es sehr wichtig, dass energetische Massnahmen nach dem Stand der Technik durchgeführt werden, weil sie sonst zu einer Erhöhung der Radonbelastung führen können [14] [15]. Werden diese Aspekte beachtet, führen solche Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz und zu einer guten Innenraumluftqualität. Der Aktionsplan Radon soll unter diesem Gesichtspunkt dem gesundheitlichen Aspekt energetischer Massnahmen an Gebäuden Rechnung tragen.



≤ 1 %
 2-10 %
 11-20 %
 > 20 %

Abbildung 1:
Radonkarte der Schweiz
 Die Farben zeigen die
 Wahrscheinlichkeit im
 entsprechenden Gebiet
 den Radonreferenzwert
 von 300 Bq/m^3 zu über-
 schreiten
 (Quelle BAG 2018, Karte
 unter map.geo.admin.ch
 abrufbar)

3 Vision für den Radonschutz

Die Vision bildet das Dach der nationalen Radonstrategie. Sie soll aufzeigen, was der Bund, die Kantone und deren Partner in den kommenden Jahren beim Schutz der Bevölkerung vor Radon beabsichtigen.

Vision Die Schweizer Bevölkerung ist optimal gegen Radon geschützt.

Diese Vision soll bis ins Jahr 2050 mithilfe folgender strategischer Ziele umgesetzt werden:

1. Die Radonkonzentration wird zuverlässig gemessen
2. Für Neubauten wird eine möglichst tiefe Radonkonzentration angestrebt (100 Bq/m³) und die Innenraumluftqualität generell verbessert
3. Die Situation in bestehenden Gebäuden wird schrittweise verbessert, indem Synergien mit Erneuerungsarbeiten genutzt werden
4. Die Kinder werden durch spezifische Massnahmen in Schulen und Kindergärten vor Radon geschützt
5. Personen am Arbeitsplatz dürfen nicht ohne begleitende Massnahmen dauerhaft über 1000 Bq/m³ exponiert werden

Die Strategie und der Aktionsplan Radon 2021–2030 sind mit der Strategie Gesundheit 2030 [16], insbesondere mit dem Thema «Umwelt und Gesundheit» eng abgestimmt, sowie auch mit der Energiestrategie 2050 [11] des Bundesrates.

4 Stossrichtungen

Die Stossrichtungen des Aktionsplans Radon 2021–2030 ergeben sich aus der oben beschriebenen Radonstrategie und der Vision, den internationalen Empfehlungen, der Umsetzung der radon-relevanten Bestimmungen in der StSV sowie den Ergebnissen der externen Evaluation des bisherigen Aktionsplans 2012–2020 [5].

Die Herausforderungen für die kommenden Jahre, die sich daraus in sehr unterschiedlichen Themenfeldern ergeben, lassen sich in vier Stossrichtungen zusammenfassen.

- Der Radonschutz im Immobilienpark muss nachhaltig verbessert werden, wobei insbesondere Synergien mit energetischen Massnahmen in Gebäuden geschaffen werden müssen.
- Das Gesundheitsrisiko muss in der Bevölkerung besser verstanden und stärker wahrgenommen werden, was dazu führen wird, dass die Radonproblematik an Wichtigkeit gewinnt.
- Um den gesteigerten Bedarf an der Planung und Ausführung von Radonschutzmassnahmen bei Neu- und Umbauten abdecken zu können, muss die Radonkompetenz vom Maurer über den Bauplaner bis hin zum Architekten und den Radonfachpersonen verbessert und vertieft werden.
- Der Radonschutz muss auch am Arbeitsplatz gewährleistet sein, was dem Arbeitnehmerschutz dient und berufliche Erkrankungen vermeidet.

Die vier Stossrichtungen des Aktionsplans werden jeweils von innovativen digitalen Lösungen begleitet. Technologien wie zum Beispiel das «Internet of Things» und Smart Home-Applikationen können in den kommenden Jahren die Innenraumluftqualität intelligent steuern. Forschung auf dem Gebiet intelligenter Algorithmen (künstliche Intelligenz) wird dazu beitragen, die Verlässlichkeit von Prognosen auf der Grundlage der Radonkarte und der Radondaten zu verbessern. Zudem werden alle Stossrichtungen mit gezielten Ressortforschungsprojekten sowie Informationskampagnen ergänzt. Die Ausgangslage ist in der Abbildung 2 dargestellt.

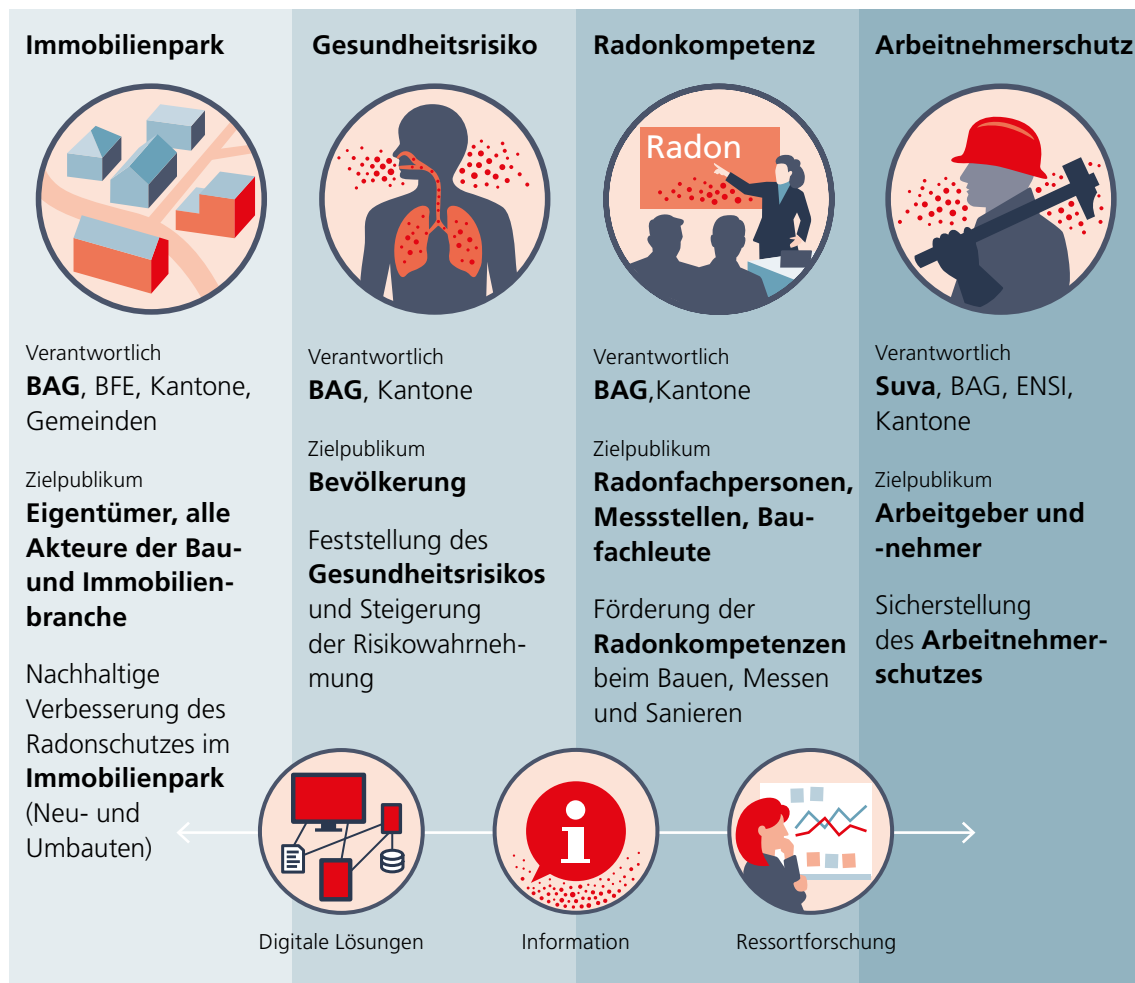


Abbildung 2: Stossrichtungen des Aktionsplans Radon 2021–2030

4.1 Nachhaltige Verbesserung des Radonschutzes im Immobilienpark



4.1.1 Handlungsbedarf

Um die anspruchsvollen Ziele der Energiestrategie 2050 [11] zu erreichen, ist in den kommenden Jahren ein Anstieg bei der Umsetzung von energetischen Massnahmen an Gebäuden zu erwarten. Bei Sanierungen zur Steigerung der Energieeffizienz kann allerdings unter bestimmten Umständen die Radonbelastung ansteigen. Deshalb ist die Radonproblematik bei der Planung energetischer Massnahmen am Gebäude unbedingt zu berücksichtigen. Da es äusserst hilfreich ist, die Radonsituation vorgängig zu kennen, sollen vermehrt Radonmessungen durchgeführt werden. Auf diese Weise lassen sich Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Verbesserung der Innenraumluftqualität ideal kombinieren.

Die Evaluation des Aktionsplans 2012–2020 [5] hat gezeigt, dass die Zusammenarbeit mit Koalitionspartnern, insbesondere mit anderen Bundesprogrammen, verbessert werden muss. Durch die Verankerung von Radonschutzmassnahmen in der Norm 180/2014 des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) [17], gehören diese zum Stand der Technik, werden aber trotzdem noch zu wenig umgesetzt. Die Evaluation hat auch Lücken bezüglich der Informationspflicht der Baubewilligungsbehörden aufgezeigt, um den einheitlichen und systematischen Vollzug dieser Informationspflicht sicherzustellen. Ausserdem hat die Evaluation deutlich gemacht, dass grössere Anstrengungen nötig sind, um die Radonmessungsquote zu erhöhen. Es wurde auch vermerkt, dass die Nachverfolgung von Radonsanierungen nicht gewährleistet ist. Es gibt zu wenig Kenntnisse über durchgeführte Radonsanierungen, da eine entsprechende Rückmeldung freiwillig ist. Dies führt dazu, dass nur wenig darüber bekannt ist, welche Sanierungsmethoden geeignet und nachhaltig sind. Um diese Lücke zu schliessen, wurde bereits ein Pilotprojekt gestartet, das weitergeführt werden soll. Der Radonschutzprozess muss zudem vereinfacht werden, damit er für die Eigentümerschaft attraktiver wird und die Kontinuität im Mess- und Sanierungsprozess gewährleistet ist.

Daneben ist es wichtig, dass bei der Planung von Radonsanierungen auch an andere Gefährdungen gedacht wird. Gemäss WHO-Empfehlungen [10] soll Radon nicht isoliert, sondern im Kontext der gesamten Innenraumluftqualität betrachtet werden.



4.1.2 Ziele für die Umsetzung: Immobilienpark

Ziel 1 Nachhaltige Verbesserung des Radonschutzes bei Neubauten und bestehenden Gebäuden

Radonschutzmassnahmen gehören zum Stand der Technik, werden konsequent umgesetzt und tragen so zur allgemeinen Verbesserung der Innenraumluftqualität bei

Gemäss der SIA-Norm 180/2014 [17] muss bei der Planung von Bauarbeiten für Neu- und Umbauten ein Lüftungskonzept erarbeitet werden, das Radon und anderen Schadstoffen Rechnung trägt. Zudem muss die Gebäudehülle ausreichend gegenüber dem Erdreich abgedichtet sein, um das Eindringen von Radon und Feuchtigkeit ins Gebäude zu vermeiden. Vor allem bei Neubauten sind Radonschutzmassnahmen wesentlich kostengünstiger als eine nachträgliche Sanierung. Deshalb ist es besonders wichtig, Neubauten möglichst radonfrei zu bauen. Auch geeignetes Baumaterial spielt dabei eine wichtige Rolle. Um die

systematische Umsetzung dieser Massnahmen zu gewährleisten, sind konkrete Empfehlungen für Neu- und Umbauten in Zusammenarbeit mit der SIA und dem Verein eco-bau sowie weiteren Partnern auszuarbeiten, bzw. in einem SIA-Merkblatt festzuhalten. Dabei muss beachtet werden, dass Radonschutzmassnahmen dazu dienen sollen, die Innenraumluftqualität zu verbessern und diese in keiner Weise zu verschlechtern. Die Lüfterneuerung in Gebäuden ist ein zentrales Instrument in diesem Prozess. Zudem muss geprüft werden, ob die Thematik Radon bzw. Innenraumluftqualität bei der Revision von weiteren Bauvorschriften verankert werden soll.

Bei Radonsanierungen müssen wo immer möglich Synergien mit weiteren Erneuerungsarbeiten in Gebäuden (z.B. Renovationsarbeiten, Asbest- oder Radiumsanierungen) genutzt werden.

Auch automatisierte Steuerungen im Rahmen von Smart Home-Applikationen können die Anstrengungen zur Verbesserung der Luftqualität in Gebäuden unterstützen. Solche Ansätze müssen geprüft und weiterentwickelt werden, um erfolgsversprechende Lösungen einführen zu können.

Ziel 2 Verstärkte Zusammenarbeit mit allen relevanten Partnern und Programmen

Zusammenarbeit bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050

Da im Rahmen der Energiestrategie 2050 [11] zahlreiche Gebäude in der Schweiz energetisch saniert werden, muss die damit einhergehende Veränderung der Luftbilanz und der Einfluss auf die Innenraumluftqualität berücksichtigt werden. Im Hinblick darauf, ist die Zusammenarbeit mit Kantonen und Gemeinden im Rahmen des Gebäudeprogramms [12] zu suchen. Im Allgemeinen ist das Nutzen von Synergien mit dem Bundesamt für Energie (BFE) und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Bereich der Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden wichtig. Dabei sind Gebäude-Label, der Verein eco-bau sowie weitere Förderprogramme [13] zu berücksichtigen.

Zusammenarbeit mit den Vollzugsbehörden

Ab 2020 müssen die Baubewilligungsbehörden in der Kommunikation mit den Gestellern über Radon informieren. Um diese Informationen zu vertiefen und weitergehende Hilfen anzubieten, müssen Empfehlungen zu Radonschutzmassnahmen für Neubauten und bestehende Gebäude zur Verfügung gestellt werden. Ausserdem soll eine Koordinationsplattform mit Vertreterinnen und Vertretern der Kantone, der Gemeinden, der Suva (siehe Stossrichtung 4.4), der Vollzugsbehörden des Bundes (z.B. das Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport) sowie den betroffenen Bundesprogrammen aufgebaut werden, um Erfahrungen im Vollzug im Rahmen von regelmässigen Treffen zu teilen.

Zusammenarbeit mit betroffenen Partnern der Bau- und Immobilienbranche

Damit Radonschutzmassnahmen bei Neu- und Umbauten konsequent umgesetzt werden, ist es wichtig, den involvierten Parteien die dazu notwendigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zu übermitteln. Zu diesem Zweck soll die Zusammenarbeit mit folgenden Partnern verlängert, vertieft oder gestartet werden: Notare, Banken, Versicherungen, Hauseigentümer- und Mieterverband, evtl. Konsumentenschutzorganisationen. Somit sollen Radonschutzmassnahmen als Kriterium im Immobilienmarkt etabliert werden. Dabei sind Mieter und Käufer besonders wichtige Zielgruppen. Deshalb ist ein Eintrag der Radonkonzentration, falls bekannt, in Kauf- oder Mietverträge zu fördern.

Ziel 3 Verbesserung des Kenntnisstandes über Radonsanierungen

Erfassung und Dokumentation der durchgeführten Radonsanierungen

Die bisherige Radondatenbank erlaubt es zwar, Informationen zu Radonsanierungen zu erfassen. Da es aber keine Meldepflicht sowie Messpflicht nach der Sanierung gibt, ist dies nur für sehr wenige, sanierte Gebäude geschehen. Um die Situation zu verbessern, muss die Rückmeldung durchgeführter Radonsanierungen (inkl. Kontrollmessung und Dokumentation) integraler Bestandteil des Radonschutzprozesses werden [18]. Dazu muss der Prozess aus einer Hand angeboten (siehe Ziel 9) und der entsprechende Zugang zum künftigen Radonportal (siehe Ziel 4) erweitert werden. Somit würde der Grossteil aller durchgeführten Sanierungen im Radonportal dokumentiert.

Evaluation von Sanierungsmethoden hinsichtlich Langlebigkeit und Effizienz

Im Rahmen des Pilotprojekts «Radon Mitigation Efficiency (RAME)» werden durchgeführte Radonsanierungen überprüft und dokumentiert. Auf diese Weise kann die Langlebigkeit bestimmter Radonsanierungsmethoden untersucht werden. Das Projekt ist vielversprechend und soll weitergeführt und auf zukünftige Radonsanierungen ausgedehnt werden. So entsteht ein besseres Wissen darüber, welche Sanierungsmethoden in bestimmten Fällen am geeignetsten sind. Diese Kenntnisse wiederum können in die Weiterbildung von Radonfachpersonen einfließen.

Ziel 4 Digitale Plattform als Vollzugshilfe

Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und erweiterter Zugang

Die bisherige Radondatenbank soll zu einem Radonportal mit interaktiven Elementen weiterentwickelt werden (z.B. Karten, Radon-Check). Der Zugriff wird insbesondere für die Kantone benutzerfreundlicher gestaltet (z.B. durch erweiterte Suchfunktionen). Das Radonportal muss ein effizientes Werkzeug für die Kantone und die anerkannten Radonmessstellen sein. Dies verkürzt und erleichtert die Datenbearbeitung bei grösseren Messkampagnen und steigert die Interoperabilität zwischen den involvierten Partnern. Zudem ist der Zugang auf das Radonportal für alle Baubewilligungsbehörden hinsichtlich technischer und juristischer Aspekte zu prüfen, und wenn möglich zu gewähren.

Qualität der Daten und Verwendung als Indikatoren

Die Datenqualität muss auch bei einer Ausweitung der Nutzer sichergestellt werden. Insbesondere muss die Datengrundlage für Sanierungen ausgeweitet und verbessert werden. Das Radonportal kann so Indikatoren zur Verfügung stellen, die statistisch analysiert und in geeigneter Form auch publiziert werden können.

Prüfung der Erweiterung des Radonportals mit weiteren Schadstoffen

Um einen umfassenden Überblick über ein bestimmtes Gebäude zu erhalten, soll geprüft werden, ob das Radonportal mit weiteren Daten (z.B. Radiumaltlasten aus der Uhrenindustrie oder CO₂-Messungen) unter Berücksichtigung der Datenschutzgesetzgebung ergänzt werden kann. Auf diese Weise können Synergien bei der Bekämpfung oder Verminderung verschiedener Schadstoffe geschaffen werden. Es ist in Zusammenarbeit mit den Kantonen zu prüfen, welche Schadstoffe geeignet sind und ob die gesetzlichen Grundlagen angepasst werden müssen.

4.2 Stärkung des Risikobewusstseins und Feststellung des Gesundheitsrisikos



4.2.1 Handlungsbedarf

Das BAG hat 1995 [19], 2008 [20] und 2019 [5] Bevölkerungsbefragungen durchführen lassen. Diese Umfragen haben gezeigt, dass der Anteil der Personen, die noch nie von Radon gehört haben, nach wie vor gross ist, auch wenn sich der Kenntnisstand tendenziell verbessert hat (siehe Abbildung 3). Von den Personen der Befragung von 2019, die angaben, Radon zu kennen, war jedoch jede Vierte (26%) der Meinung, dass Radon keine Gefahr für die Gesundheit darstellt [5]. Dies macht deutlich, dass das Risikobewusstsein der Bevölkerung betreffend Radon gesteigert werden muss.

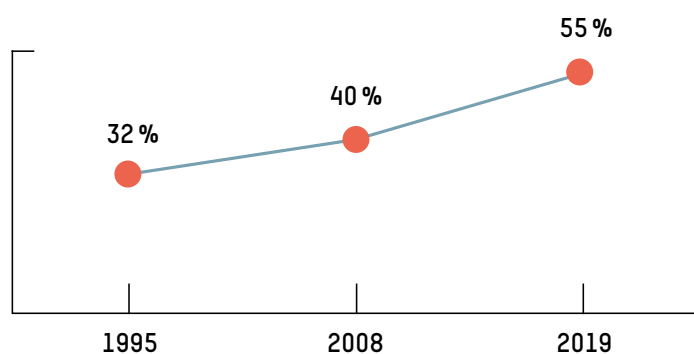


Abbildung 3:
Entwicklung des Kenntnisstandes
der Bevölkerung bezüglich Radon

Die tiefe Risikowahrnehmung der Bevölkerung im Zusammenhang mit Radon hat wahrscheinlich verschiedene Gründe. Radon ist unsichtbar, geruch- und geschmacklos. Eine sensorische Wahrnehmung ist deshalb nicht möglich und damit gibt es keinen direkten Hinweis auf ein vorhandenes Risiko. Radon hat keine unmittelbare gesundheitliche Auswirkung, aber wirkt sich langfristig negativ auf die Gesundheit aus. Zudem ist Radon natürlichen Ursprungs. Natürliche Gefahren werden in der Regel kleiner eingestuft als technische Bedrohungen. Diese Faktoren führen dazu, dass das Radonrisiko häufig gar nicht wahrgenommen oder als sehr tief eingestuft wird.

Mit dem früheren Grenzwert von 1000 Bq/m³ waren nur bestimmte Regionen der Schweiz (Alpen- und Juragebiet) wirklich von der Radonproblematik betroffen. In diesen Regionen ist die Gefährdung durch Radon entsprechend bekannter und das Risikobewusstsein grösser. Durch die signifikante Reduktion auf einen Referenzwert von 300 Bq/m³ ist neu die ganze Schweiz von der Radonproblematik betroffen. Entsprechend muss das Wissen über Radon in den bisher weniger tangierten Regionen (vor allem im Mittelland) grösser werden und das Risikobewusstsein steigen. Radon ist von einem regionalen zu einem nationalen Problem geworden. Entsprechend muss das Wissen der Bevölkerung über die allgemeine Exposition durch Radon verbessert werden.

Alle diese Parameter müssen berücksichtigt werden, wenn die Risikowahrnehmung gesteigert werden soll. Das Radonrisiko muss unmittelbarer und anschaulicher dargestellt werden. Die Radonbelastung muss direkter mit Krebserkrankungen verknüpft werden, um die Gefährdung klarer aufzuzeigen.

Eine Voraussetzung für eine bessere Risikowahrnehmung der Bevölkerung ist, dass jede Person, ob Eigentümerin oder Eigentümer, Mieterin oder Mieter, auf einfache Art und Weise das individuelle Radonrisiko selbstständig durch kürzere, flexiblere Messungen oder auch kombiniert mit einer

virtuellen Messung mit einem Online-Tool (Prognosen auf der Basis künstlicher Intelligenz) feststellen kann. So kann rasch entschieden werden, ob bauliche Massnahmen nötig sind, um die Radonbelastung auf ein akzeptables Niveau zu senken.

Der Referenzwert von 300 Bq/m³ definiert das in der Regel akzeptierbare Niveau, markiert aber nicht die Grenze zwischen Radonsicherheit und Radongefahr. Einerseits folgt aus dem Optimierungsprinzip, dass eine möglichst tiefe Radonbelastung angestrebt werden sollte (100 Bq/m³ [7]). Andererseits sind Situationen denkbar, in denen eine Radonkonzentration über dem Referenzwert aufgrund der Verhältnismässigkeit akzeptiert werden kann.

4.2.2 Ziele für die Umsetzung: Gesundheitsrisiko

Ziel 5 Stärkung des Risikobewusstseins durch eine verbesserte Information und durch effiziente Radonmessungen

Verständlichere Kommunikation des Gesundheitsrisikos

Das Radonrisiko wird bislang ausschliesslich in epidemiologischen Studien untersucht und durch die entsprechenden Resultate dargestellt. Solche statistischen Aussagen sind abstrakt und führen in der Bevölkerung zu keiner unmittelbaren Wahrnehmung der eigentlichen Gefahr. Es müssen Wege gefunden werden, um die Erkrankung deutlicher mit der möglichen Ursache Radon zu verknüpfen. Dazu soll insbesondere mit der Krebs- und Lungenliga, Tabakpräventionsprogrammen, sowie Ärzten zusammengearbeitet werden, damit Radon als Schlüsselement der gesamten Innenraumluftqualität berücksichtigt wird.

Auch die Umsetzung der Empfehlung der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz (KSR) zur Verteilung der radonbedingten Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung [21] zielt in diese Richtung. Dabei soll eine Anwendung entstehen, die die Möglichkeit der Abschätzung der gesamten individuellen Strahlenbelastung ermöglicht. Die Schweiz wird sich für eine Harmonisierung der entsprechenden internationalen Empfehlungen einsetzen.

Messen und Erkennen der eigenen Gefährdung, insbesondere bei Schulen und Kindergärten

Die eigene Gesundheitsgefährdung durch Radon wird am besten durch eine Radonmessung ermittelt. Eine solche Messung muss einfach durchführbar und verlässlich sein (siehe Ziel 10). Ausser für Schulen und Kindergärten müssen Messungen nicht unbedingt flächendeckend durchgeführt werden, sind aber in bestimmten Situationen (z.B. **vor oder nach Umbauarbeiten in älteren Gebäuden, Umnutzungen von Räumen im Untergeschoss oder in Gebäuden mit undichten oder gar offenen Böden**) empfohlen. Auch der bestehende Radon-Check [22] erlaubt die Priorität einer Radonmessung für ein bestimmtes Gebäude auf der Basis der Radonkarte sowie von spezifischen Baueigenschaften zu ermitteln. Diese Anwendung soll kontinuierlich weiterentwickelt bzw. die Radonkarte periodisch unter Einbezug der neuen Messungen aktualisiert werden.

Die Radonmessung muss dabei in einen Prozess eingebettet sein, der auch berücksichtigt, was weiter geschieht, falls eine hohe Radonbelastung entdeckt wird. Das Verhältnismässigkeits- bzw. Optimierungsprinzip sind dabei zu berücksichtigen. Zudem ist zu prüfen, ob Radonmessungen in bestimmten Situationen mit Messungen anderer Schadstoffe kombiniert werden können.

Ziel 6 Effizientere Feststellung der individuellen Radonsituation

Effiziente Messungen und intelligente Vorhersagetools zur Beurteilung der individuellen Radonsituation

Die Möglichkeit von einfachen, kurzen Beurteilungen der Radonkonzentration muss erweitert und der Ablauf vereinfacht werden, ohne die Aussagekraft solcher Beurteilungen zu schmälern. Um eine verlässliche Einschätzung der Radonsituation zu gewährleisten, soll eine Kurzzeitmessung mit einem intelligenten Vorhersagetool kombiniert werden. Wie unter Ziel 4 bereits erwähnt, soll die Radondatenbank zu einem Radonportal weiterentwickelt werden. Mit Informationen über nahezu 250 000 Messungen, deren Zahl kontinuierlich steigt, bietet das Radonportal eine hervorragende Grundlage für die Erforschung und die Entwicklung solcher Instrumente, die auf der Basis der künstlichen Intelligenz und zusammen mit weiteren Daten bis zu «virtuellen Messungen» weiterentwickelt werden können. Auf diese Weise werden die bereits unternommenen Arbeiten zur Entwicklung von Vorhersagemethoden fortgesetzt [23].

Die durch die Benutzung des Radon-Checks (gemäss Ziel 5) gesammelten Daten können ihrerseits mittels geeigneter Algorithmen zur Verbesserung der Prognosen verwendet werden. Weitere Aspekte, die die Radonbelastung in einem Gebäude beeinflussen (z.B. die Geologie, Nutzerverhalten) sollen ebenfalls in die Abschätzung einfließen.

Ziel 7 Erweiterung der Kenntnisse im Bereich von radonbedingtem Krebs

Das BAG kann Ressortforschung betreiben, verfolgt internationale Forschung und beteiligt sich daran. Über die neuesten Studien und Erkenntnisse werden die Mitglieder der Koordinationsplattform (siehe Ziel 2) regelmässig informiert.

Ressortforschung zu den Ursachen von tabak- und nicht-tabakbedingtem Lungenkrebs
Ab 2020 müssen alle Krebsfälle an das nationale Krebsregister gemeldet werden. Es entsteht somit eine Datensammlung, die zusammen mit den Radondaten eine gute Grundlage für die Untersuchung der Verbindung zwischen der Radonbelastung und einer möglichen Erkrankung erlaubt. Solche Untersuchungen müssen ausgelöst und unterstützt werden, wobei mögliche Störfaktoren (bspw. Tabakkonsum) berücksichtigt werden müssen. Dazu wird die Zusammenarbeit mit dem NICER (Nationales Institut für Krebs Epidemiologie und -registrierung) eingeleitet, um Daten für internationale Studien bereitzustellen zu können. Ausserdem können Radondaten im Rahmen des Schweizer Human Biomonitoring (HBM) Projekts dazu dienen, die entsprechende Exposition der Teilnehmer zu berücksichtigen.

Die Hauptursache für Lungenkrebs ist der Tabakkonsum. Krebsfälle, für die diese Ursache entfällt sollen hinsichtlich einer Verbindung zu Radon genauer untersucht werden. Zu diesem Zweck soll die internationale Kollaboration gesucht werden. Studien auf diesem Gebiet sollen in Zusammenarbeit mit Spezialisten initiiert und unterstützt werden. Der Anteil der nicht-tabakbedingten Lungenkrebsfälle ist zwar eher tief, da aber bei Lungenkrebs die Fallzahlen gross sind, ergeben sich hohe absolute Zahlen (siehe Tabelle 1).

Lungenkrebstote	3090
Davon nicht-tabakbedingt	545
Magenkrebs	523
Leberzirrhose	505
Verkehrsunfälle	296

Tabelle 1:
Vergleich zwischen nicht-tabakbedingten jährlichen Lungenkrebstoten und anderen Sterbeursachen
(Quelle: Bundesamt für Statistik, 2012)

Ressortforschung zur Frage, ob Radon auch andere Krebsarten verursachen kann
Untersuchungen von anderen möglichen Gesundheitsgefährdungen durch Radon sind wichtig und sollen weiter unterstützt werden. Entsprechende Studien wurden in der Schweiz bereits hinsichtlich Leukämie [24] und Hautkrebs [25] durchgeführt und sollen auch in Zukunft unterstützt werden.

4.3 Ausbau der Radonkompetenzen



4.3.1 Handlungsbedarf

In der Zukunft sollen Radonschutzmassnahmen zum Stand der Technik gehören, konsequent umgesetzt werden und so zur allgemeinen Verbesserung der Innenraumluftqualität beitragen (siehe Ziel 1). Eine Voraussetzung dafür ist eine entsprechende Aus- und Weiterbildung der Baubranche. Die Baufachleute, vom Maurer über den Bauplaner bis hin zum Architekten, sollen insbesondere die vorsorglichen Radonschutzmassnahmen für Neu- und Umbauten kennen und umsetzen können. Dabei sind die Berufsverbände aus dem Baugewerbe sowie die Hochschulen bei der Integration des Themas Radon in die jeweiligen Lehrpläne zu unterstützen.

Die Ausbildung von Radonfachpersonen in drei Landessprachen wurde bisher durch drei regionale Radonfachstellen und weitere Hochschulen (wie z.B. EPFL, USI) sichergestellt. Die entsprechenden Radonkurse sind durch das BAG anerkannt. Das BAG führt zudem eine Liste mit rund 250 Radonfachpersonen, welche die Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer unterstützen können. Dieses System hat sich bewährt und soll weitergeführt werden, indem die technischen Kompetenzen der drei Radonfachstellen sowie die entwickelten Lehrmittel (z.B. E-Learning) erhalten und weiterentwickelt werden.

Die Evaluation des Aktionsplans 2012–2020 [5] hat gezeigt, dass der Radonschutzprozess vereinfacht werden sollte. Die Ausbildung von Radonfachpersonen soll in Zukunft entsprechend angepasst werden und auch die korrekte Durchführung von Radonmessungen beinhalten. Dabei sind die Neuerungen der Messtechnik im Bereich Radon zu beachten (siehe Ziel 10). Auch die Einführung neuer Messabläufe (z.B. Kurzzeitmessungen) erfordert eine laufende Erweiterung der Kenntnisse und Fähigkeiten. Ausserdem soll der Aspekt der Innenraumluftqualität im Zusammenhang mit energetischen Massnahmen am Gebäude und anderen Schadstoffen stärker berücksichtigt werden. Ziel ist, dass Eigentümerinnen und Eigentümer von betroffenen Liegenschaften alle Leistungen aus einer Hand erhalten; von der Messung, über die Beurteilung, bis zur Sanierung.

4.3.2 Ziele für die Umsetzung: Ausbau der Radonkompetenzen

Ziel 8 Die Radonthematik ist Teil der Lehrpläne aller relevanten Bauberufe

Radonkenntnisse sind Bestandteil der Lehrpläne von Bauberufen

Bei Neu- oder Umbauten können hinsichtlich des Radons viele Fehler gemacht werden. Darum ist es wichtig, dass alle in dieser Hinsicht relevanten Baufachleute ein angemessenes Wissen über Radon haben.

Im Rahmen der Berufsbildung muss dies in Zusammenarbeit mit den betroffenen Organisationen der Arbeitswelt (OdA) sichergestellt werden. Die Lehrpläne aller Berufsausbildungen werden alle fünf Jahre bei Bedarf angepasst. Das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) wird darauf achten, dass die verantwortlichen OdAs sich der Radonthematik annehmen. Damit ist gewährleistet, dass die Radonkompetenz bei den beruflichen Grundbildungen an allen Lernorten stufengerecht vermittelt und umgesetzt wird. Um die Berufsverbände zu motivieren, Radon in die Lehrpläne aufzunehmen, müssen geeignete Lehrmittel und Ausbildungswerkzeuge angeboten werden. Auch die regionalen Radonfachstellen sollen im Rahmen ihrer Möglichkeiten die OdAs bei der Vermittlung der Radonthematik unterstützen. Im Rahmen der höheren Berufsbildung werden die betroffenen Trägerschaften im Rahmen der Erarbeitung und Revision von Prüfungsordnungen oder Rahmenlehrplänen seitens SBFI erneut auf die Radon Problematik aufmerksam gemacht.

Das Thema Radon soll auch Eingang in die entsprechenden Studiengänge an Hochschulen finden. Architekten, die Neu- und Umbauten planen und umsetzen müssen sich der Radonproblematik bewusst sein und die Kenntnisse erlangen, um radonsicher zu bauen. Dazu muss ein Austausch mit den Hochschulen starten, um diese zu motivieren, die Radonproblematik in die Studiengänge aufzunehmen.

Ziel 9 Der Radonprozess wird vereinfacht und aus einer Hand angeboten

Beratung, Radonmessung und –sanierung werden aus einer Hand angeboten

Bis heute waren die anerkannten Radonmessstellen von den Radonfachpersonen administrativ getrennt. Das bedeutet für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer, dass sie verschiedene Anbieter für die Messung, Beratung und Sanierung kontaktieren müssen, was zu einem unnötigen Aufwand bei der Bewältigung eines Radonproblems führt.

Die Bearbeitung des ganzen Prozesses aus einer Hand führt zu einer Vereinfachung des Ablaufs und erleichtert zudem die Mitberücksichtigung anderer Gebäudeschadstoffe. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Ausbildungsprogramme von Radonfachpersonen so angepasst werden, dass diese neuen Leistungserbringer die Abwicklung des ganzen Radonprozesses (von der Messung, über die Beurteilung, bis zur Sanierung) aus einer Hand anbieten können. Dazu gehören auch die Beratung zu vorsorglichen Radonschutzmassnahmen bei Neu- und Umbauten sowie der Aspekt der Innenraumluftqualität im Zusammenhang mit energetischen Massnahmen und anderen Schadstoffen. Wie unter den Zielen 1 und 5 bereits erwähnt, sind wo immer möglich Synergien zu bilden: sei es bei Diagnostik- oder bei Sanierungsarbeiten.

Die neuen Leistungserbringer müssen anerkannt sein, um die Qualität sicherzustellen. Bisher haben ausschliesslich die Radonmessstellen eine Anerkennung, die Radonfachpersonen hingegen nicht. Es ist zu prüfen, ob die StSV [3] und die Ausbildungsverordnung [26] entsprechend angepasst werden müssen. Die Verfolgung der Radonsanierungen wird dadurch erleichtert.

Ziel 10 Die Zuverlässigkeit von Radonmessungen ist langfristig sichergestellt

Für Radonmessungen stehen geeignete Messmittel und Messprotokolle zur Verfügung

Neue Radonmessmittel kommen auf den Markt und müssen in Zusammenarbeit mit dem Eidgenössischen Institut für Metrologie (METAS) in der entsprechenden Verordnung [27] geregelt werden, um diese allenfalls für anerkannte Messungen einsetzen zu können. Neben den bekannten und gebräuchlichen passiven Radondosimetern und den Radonmessgeräten werden in jüngster Zeit immer mehr neuartige aktive Radonmessmittel angeboten, die sich keiner dieser zwei Kategorien zuordnen lassen, da sie zwar aktiv messen, aber nicht die Genauigkeit von Radonmessgeräten erreichen. Die Anforderungen an diese Instrumente müssen geregelt werden. Dies soll in Zusammenarbeit mit dem METAS in den nächsten Jahren geschehen. Diese neuen, aktiven Radonmessmittel sollen zukünftig für anerkannte Kurzzeitmessungen eingesetzt werden können.

Dabei werden auch vernetzte Messsysteme berücksichtigt, die verschiedene Eigenschaften der Raumluft überwachen und bspw. der Steuerung von Lüftungen dienen (z.B. Smart Home, Internet of Things).

Die bestehenden Messprotokolle müssen periodisch überprüft und auf den neuesten Stand gebracht werden. Insbesondere das Messprotokoll für Schulen und Kindergärten muss mit der Beschreibung der Einzelfallprüfung ergänzt werden. Diese wird im Messprotokoll vorgeschrieben und soll den zeitlichen Verlauf der Radonkonzentration feststellen und abklären, ob hohe Radonbelastungen allenfalls ausschliesslich in Randzeiten (in der Nacht, am Wochenende) auftreten; während der Anwesenheit von Schülern und Schülerinnen sowie Lehrpersonen jedoch tiefere Radonkonzentrationen herrschen.

Einführung eines Qualitätsmanagements bei Radonmessungen

Die zuverlässigste Art die Radonbelastung in einem Gebäude zu bestimmen ist die Durchführung einer anerkannten Radonmessung. In der Schweiz obliegt diese Aufgabe hauptsächlich den anerkannten Radonmessstellen, welche längerfristig durch die neuen Leistungserbringer ersetzt werden sollen (siehe Ziel 9). Die Anforderungen an diese Messstellen sind gewachsen, was eine grössere Überwachung bedingt, um den erreichten Qualitätsstandard zu erhalten. Es muss sichergestellt werden, dass diese Messstellen ihre Aufgaben korrekt erfüllen. Neben der Überwachung der Tätigkeiten der Messstellen via Radonportal sind Blindtests oder auch Studien durch Konsumentenschutzorganisationen durchzuführen.

Ziel 11 Weiterentwicklung von zeitgemäsem elektronischem Schulungsmaterial

Die E-Learning Plattform zur Vermittlung des Radonbasiswissens wird weiterentwickelt

Das BAG sorgt mit den regionalen Radonfachstellen für eine qualitativ hochstehende E-Learning Plattform, welche für die Ausbildung von Radonfachpersonen genutzt wird.

Entwicklung von neuen Schulungswerkzeugen und Anwendungen

Um eine attraktive und moderne Radonausbildung zu erleichtern, sollen neue elektronische Schulungswerkzeuge angeboten werden. Dazu zählen ein virtuelles, interaktiv erfahrbares Radonhaus, das die wichtigsten Aspekte rund um den Radonschutz in Gebäuden aufzeigt, und die Erweiterung der JURADBAT-Plattform, welche Informationen für verschiedene Zielgruppen enthält (insbesondere Baufachleute und Behördenvertreterinnen und Behördenvertreter), möglichst auf die ganze Schweiz.

4.4 Sicherstellung des Arbeitnehmerschutzes



4.4.1. Handlungsbedarf

Im Rahmen der Revision der StSV [3] und der Dosimetrieverordnung [29] sind spezifische Radonenschutzmassnahmen für Arbeitsnehmerinnen und Arbeitnehmer eingeführt worden, welche die internationalen Empfehlungen [28] berücksichtigen. Alle Arbeitsnehmerinnen und Arbeitnehmer, insbesondere diejenigen an radonexponierten Arbeitsplätzen, müssen adäquat vor der Gesundheitsgefährdung durch Radon geschützt sein, so dass es zu keinen entsprechenden Berufskrankheiten kommt. Dies kann einerseits durch organisatorische Massnahmen und andererseits durch bauliche Massnahmen erreicht werden.

An radonexponierten Arbeitsplätzen müssen die Betriebe dafür sorgen, dass Radonmessungen durchgeführt werden. Bei einer Überschreitung des Schwellenwertes von 1000 Bq/m³ muss die effektive Jahresdosis der betroffenen Arbeitsnehmerinnen und Arbeitnehmer zuverlässig ermittelt werden. Sollten Personen am Arbeitsplatz trotz Schutzmassnahmen eine Jahresdosis von über 10 mSv aufgrund der Radonbelastung erhalten, gelten diese Personen als beruflich strahlenexponiert und werden in der Folge einer persönlichen Radon-Dosimetrie unterstellt. Der Betrieb ist dann entsprechend bewilligungspflichtig.

Diese neuen Bestimmungen müssen in enger Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden im Strahlenschutz vollzogen werden. Es handelt sich vor allem um die Suva, die für Industrie- und Gewerbebetriebe zuständig ist. Im Aufsichtsbereich des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) wird die Umsetzung der neuen Bestimmungen in den Kernanlagen bereits erfolgreich vorangetrieben. Die Messtechnologie für die Dosisermittlung sowie Schutzmassnahmen bei geplanten Expositionssituationen müssen entwickelt und eingeführt werden.

4.4.2. Ziele für die Umsetzung: Sicherstellung des Arbeitnehmerschutzes

Ziel 12 Personen am Arbeitsplatz sind vor Radon und den entsprechenden Berufskrankheiten geschützt

Identifikation von radonexponierten Arbeitsplätzen durch Messungen

Gemäss StSV sorgen Betriebe mit radonexponierten Arbeitsplätzen dafür, dass Radonmessungen durch eine anerkannte Messstelle durchgeführt werden. Als radonexponiert gelten Arbeitsplätze, an denen der Schwellenwert von 1000 Bq/m³ sicher oder vermutungsweise überschritten wird, zum Beispiel in unterirdischen Bauten, Bergwerken, Höhlen und Wasserversorgungsanlagen. Dazu gehören auch die Kanalisationen als potentielle Radonquellen, in Gemeinden in denen früher radiumhaltige Leuchtfarbe eingesetzt wurde. Die Betriebe mit radonexponierten Arbeitsplätzen müssen zuerst durch die zuständigen Aufsichtsbehörden identifiziert werden, und anschliessend über die neue Messpflicht informiert werden. Dafür braucht es eine genügend grosse Anzahl von Messstellen, die für die Durchführung von Messungen an radonexponierten Arbeitsplätzen anerkannt sind.

Das Radonportal muss entsprechend des Messprotokolls für radonexponierte Arbeitsplätze angepasst werden, damit die Radonmessstellen ihre Daten eintragen können. Bei Überschreitung des Schwellenwertes von 1000 Bq/m³ muss insbesondere eine Dosisabschätzung für die Personen am Arbeitsplatz im Radonportal erfolgen.

Schutzmassnahmen an radonexponierten und nicht-radonexponierten Arbeitsplätzen

Um an einem radonexponierten Arbeitsplatz die Radonbelastung zu senken und insbesondere eine effektive Dosis von über 10 mSv/Jahr zu vermeiden, können organisatorische (Zutrittsbeschränkung, Zonierung etc.) oder bauliche Massnahmen getroffen werden. Dafür braucht es Empfehlungen der Aufsichtsbehörden für die betroffenen Betriebe, welche ein Schutzkonzept erarbeiten und umsetzen sollen. An Arbeitsplätzen, die nicht als radonexponiert gelten, aber den Referenzwert von 300 Bq/m³ überschreiten, muss die Radonkonzentration gesenkt werden. Entsprechende Empfehlungen zu organisatorischen oder technischen Massnahmen müssen erarbeitet und vermittelt werden.

Prozessaufbau zur Überwachung von beruflich durch Radon strahlenexponierten Personen

Ist es nicht möglich, eine effektive Dosis von unter 10 mSv/Jahr für Personen an radonexponierten Arbeitsplätzen sicherzustellen, sind die geeigneten Radonschutzmassnahmen für geplante Expositionssituationen an Arbeitsplätzen zu definieren, und entsprechend als Auflage in die Bewilligung gemäss StSV aufzunehmen. Dazu gehört z.B. die Ausbildung von Strahlenschutzsachverständigen, die Abgrenzung und Kennzeichnung von kontrollierten Zonen, oder die Überwachung der Radonkonzentration in der Raumluft. Es muss abgeklärt werden, ob die Ergebnisse der persönlichen Radondosimetrie ins Dosisregister eingetragen werden sollen oder ob ein separates Dosisregister für Radon entwickelt werden muss.

Entwicklung der persönlichen Radon-Dosimetrie für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer

Bei der persönlichen Dosimetrie an strahlenexponierten Arbeitsplätzen wurde bisher die Radonbelastung nicht miteinbezogen. Die Art der Dosisermittlung muss definiert werden. Um dies zu ermöglichen, muss eine persönliche Dosimetrie entwickelt und für die Praxis anerkannt werden.

Um die Situation an Arbeitsplätzen richtig einschätzen zu können, braucht es Studien zum Gleichgewichtsfaktor zwischen Radon und seinen Folgeprodukten. Zudem soll gemäss der ICRP-Publikation 137 [30] die Atemrate berücksichtigt werden. Beide Faktoren fliessen in die Dosisabschätzung ein. Schliesslich braucht es eine Lösung für die Dosimetrie von beruflich strahlenexponierten Personen, die gleichzeitig der Exposition durch Radon und künstlicher Strahlung ausgesetzt sind.

In der Schweiz sind noch keine Radondosimeter für die persönliche Dosisermittlung zugelassen. In Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden und dem METAS müssen geeignete Messmittel definiert werden und entsprechende Dosimetriestellen anerkannt werden. Dabei muss abgeklärt werden, ob Radonmessstellen auch Radondosimetriestellen sein können.

5 Zeitplan / Umsetzungsplanung

Die Umsetzung wird in den bestehenden Zuständigkeiten von Bund und Kantonen erfolgen. Jedes Ziel und die entsprechenden Massnahmen werden zusammen mit den bezeichneten Partnern zuerst konkretisiert und nötigenfalls dem Bundesrat sowie weiteren Entscheidungsträgern zur definitiven Beschlussfindung vorgelegt.

Tabelle 2 soll aufzeigen, wie die verschiedenen Massnahmen gestaffelt und aufeinander abgestimmt umgesetzt werden sollen. 2025 sowie 2029 soll dem Bundesrat ein Zwischenbericht mit dem Stand der Umsetzung zur Information vorgelegt werden.

Immobilienpark

Ziel		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1 Nachhaltige Verbesserung des Radonschutzes bei Neubauten und bestehenden Gebäuden	Radonschutzmassnahmen gehören zum Stand der Technik, werden konsequent umgesetzt und tragen so zur allgemeinen Verbesserung der Innenraumluftqualität bei										
2 Verstärkte Zusammenarbeit mit allen relevanten Partnern und Programmen	Zusammenarbeit bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050										
	Zusammenarbeit mit den Vollzugsbehörden										
	Zusammenarbeit mit betroffenen Partnern der Bau- und Immobilienbranche										
3 Verbesserung des Kenntnisstandes über Radonsanierungen	Erfassung und Dokumentation der durchgeführten Radonsanierungen										
	Evaluation von Sanierungsmethoden hinsichtlich Langlebigkeit und Effizienz										
4 Digitale Plattform als Vollzugshilfe	Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und erweiterter Zugang										
	Qualität der Daten und Verwendung als Indikatoren										
	Prüfung der Erweiterung des Radonportals mit weiteren Schadstoffen										

Gesundheitsrisiko

Ziel		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
5 Stärkung des Risikobewusstseins durch eine verbesserte Information und durch effiziente Radonmessungen	Verständlichere Kommunikation des Gesundheitsrisikos										
	Messen und erkennen der eigenen Gefährdung, insbesondere bei Schulen und Kindergärten										
6 Effizientere Feststellung der individuellen Radonsituation	Effiziente Messungen und intelligente Vorhersagetools zur Beurteilung der individuellen Radonsituation										
7 Erweiterung der Kenntnisse im Bereich von radonbedingtem Krebs	Ressortforschung zu den Ursachen von tabak- und nicht-tabakbedingtem Lungenkrebs										
	Ressortforschung zur Frage, ob Radon auch andere Krebsarten verursachen kann										

Radonkompetenzen

Ziel		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
8	Die Radonthematik ist Teil der Lehrpläne aller relevanten Bauberufe	Radonkenntnisse sind Bestandteil der Lehrpläne von Bauberufen									
9	Der Radonprozess wird vereinfacht und aus einer Hand angeboten	Beratung, Radonmessung und -sanierung werden aus einer Hand angeboten									
10	Die Zuverlässigkeit von Radonmessungen ist langfristig sichergestellt	Für Radonmessungen stehen geeignete Messmittel und Messprotokolle zur Verfügung									
	Einführung eines Qualitätsmanagements bei Radonmessungen										
11	Weiterentwicklung von zeitgemäßem elektronischem Schulungsmaterial	Die E-Learning Plattform zur Vermittlung des Radonbasiswissens wird weiterentwickelt									
	Entwicklung von neuen Schulungswerkzeugen und Anwendungen										

Arbeitnehmerschutz

Ziel		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
12	Personen am Arbeitsplatz sind vor Radon und den entsprechenden Berufskrankheiten geschützt	Identifikation von radonexponierten Arbeitsplätzen durch Messungen									
	Schutzmassnahmen an radonexponierten und nicht-radonexponierten Arbeitsplätzen										
	Prozessaufbau zur Überwachung von beruflich durch Radon strahlenexponierten Personen										
	Entwicklung der persönlichen Radon-Dosimetrie für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer										

Tabelle 2:
Umsetzungsplanung der Massnahmen

6 Literatur

- [1] S. Menzler & al., Attributive Risiken durch Radon in der Schweiz, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 2005
- [2] S. Darby & al., Residential radon and lung cancer-detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe, *Scan. J. Work Environ. Health* 32, Suppl. 1, 1–83, 2006
- [3] Strahlenschutzverordnung (StSV, SR 814.501) vom 26. April 2017
- [4] Aktionsplan Radon 2012 – 2020, Bundesamt für Gesundheit, Mai 2011
- [5] Interface Politikstudien Forschung Beratung GmbH, Evaluation des Nationalen Radonaktionsplans 2012–2020, Luzern, 2019
- [6] Strahlenschutz BAG; Jahresbericht 2018
- [7] WHO Handbook on indoor radon, a public health perspective, World Health Organization, 2009
- [8] Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, International Atomic Energy Agency (IAEA), General Safety Requirements Part 3, 2014
- [9] COUNCIL DIRECTIVE laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionizing radiation, Council of the European Union, 2013
- [10] WHO Housing and health guidelines, World Health Organization, 2018
- [11] Energiestrategie 2050, Bundesrat, 2013
- [12] www.dasgebaeudeprogramm.ch
- [13] www.energie-experten.ch
- [14] L. Pampuri & al, Effects of buildings refurbishment on indoor air quality. Results of a wide survey on radon concentrations before and after energy retrofit interventions Sustainable Cities and Society (42). pp. 100–106, 2018
- [15] Yang S. & al., Radon investigation in 650 energy efficient dwellings in Western Switzerland: impact of energy renovation and building characteristics, *Atmosphere*, 2019
- [16] Strategie Gesundheit2030, Bundesrat, 2019
- [17] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA-Norm 180 «Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden», 2014
- [18] F. Barazza & al, A National Survey on Radon Remediation in Switzerland, *J. Radiol. Prot.* 38 25, 2018
- [19] IPSO Sozial Marketing und Personalforschung, Bekanntheit von Radon in der Bevölkerung (Null-messung), Dübendorf, 1995
- [20] M. Gruson & al, Enquête : niveau de connaissance de la population au sujet du radon en Suisse, *Radioprotection* Vol. 45, n° 1, pages 11 à 30, 2010
- [21] Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz (KSR), Empfehlung zur Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung, 2018
- [22] www.radonkarte.ch
- [23] Kropat G. & al., Predictive analysis and mapping of indoor radon concentrations in a complex environment using kernel estimation: An application to Switzerland, *The Science of the Total Environment*, Vol. 505, 2015, pages 137–148
- [24] D. Hauri & al, Domestic Radon Exposure and Risk of Childhood Cancer: a prospective census-based cohort study, *Environ Health Perspect.* 2013
- [25] D. Vienneau & al, Effects of Radon and UV Exposure on Skin Cancer Mortality in Switzerland, *Environ Health Perspect.* 2017
- [26] Verordnung des EDI über die Aus- und Fortbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung, SR 814.501.261) vom 26. April 2017
- [27] Verordnung des EJPD über Messmittel für ionisierende Strahlung (StMmV, SR 941.210.5) vom 29. November 2008
- [28] European Commission, Radon in workplaces: implementing the requirements in Council Directive 2013/59/Euratom, *Radiation protection* no. 193, 2019
- [29] Verordnung des EDI über die Personen- und Umgebungs-dosimetrie (Dosimetrieverordnung, SR 814.501.43) vom 26. April 2017
- [30] ICRP, 2017. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. ICRP Publication 137. *Ann. ICRP* 46(3/4)