



Bundesamt  
für Strahlenschutz

# Die Radonsituation in Deutschland und Europa / Radonvorsorgegebiete und Radonmaßnahmenpläne

Bernd Hoffmann

Online-Seminarreihe Radon in Hessen

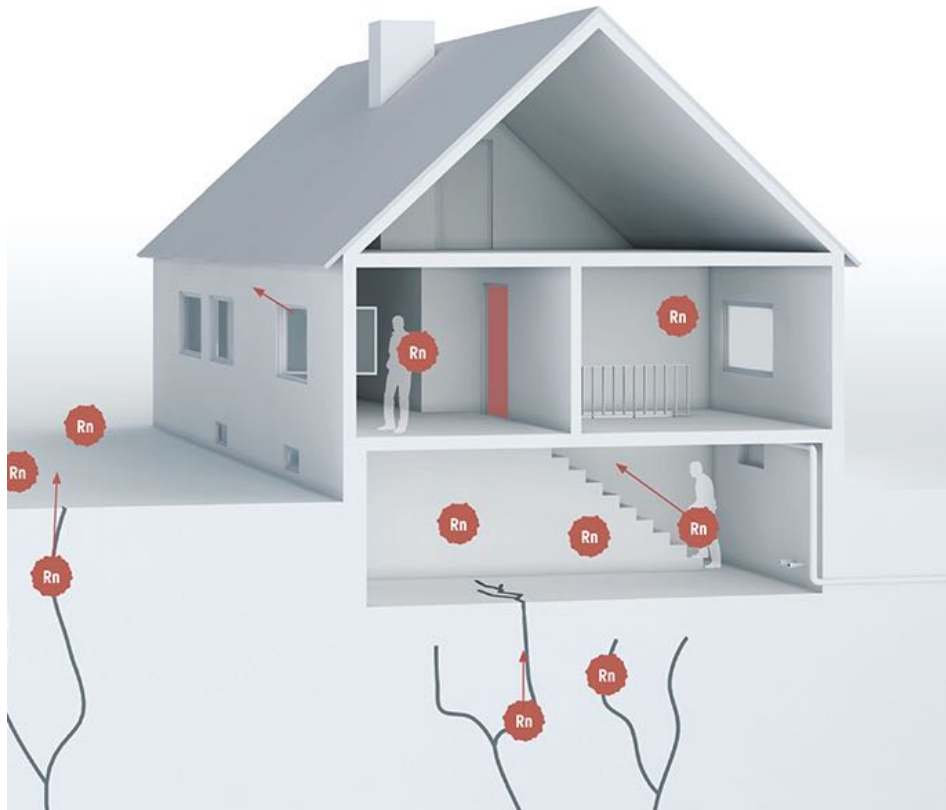
24. 2. 2022, online

## Inhaltsübersicht

1. Radon ...
2. ... in Deutschland?
3. ... in Europa?
4. Maßnahmenpläne ...
5. ... in Europa?
6. ... in Deutschland?

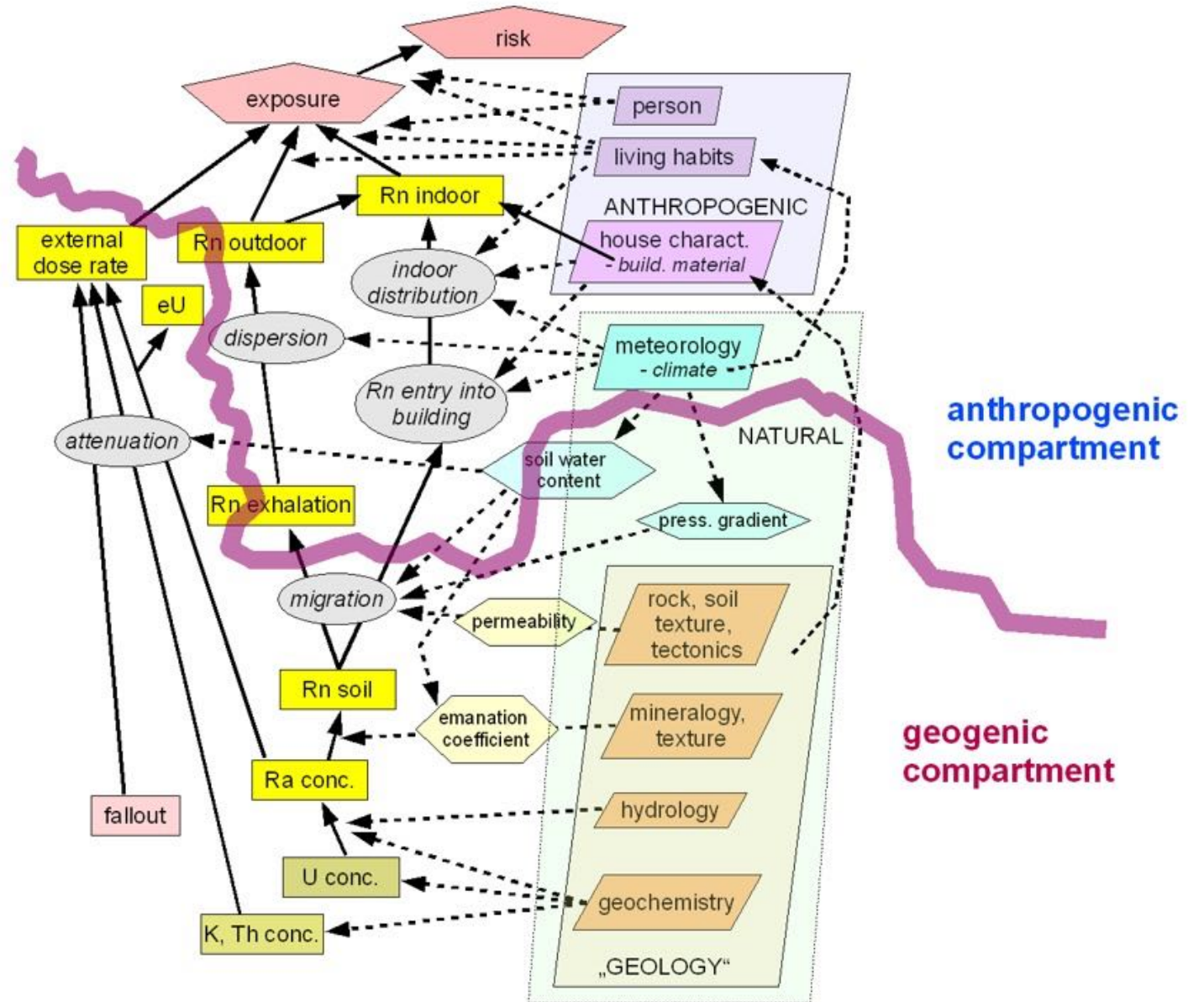


# Radon



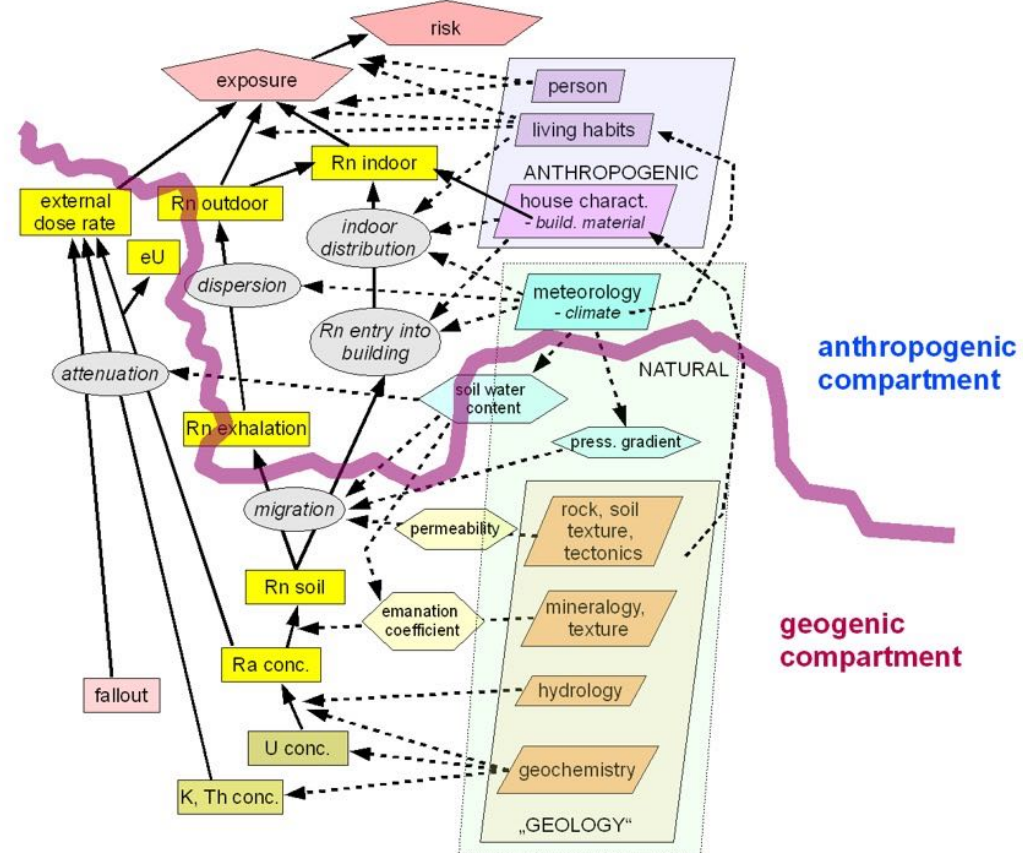
- Radioaktives Gas
- In allen Böden zu finden
- Nicht wahrnehmbar, aber einfach messbar
- Kann sich in Häusern anreichern
- Ursache für Lungenkrebs
- WHO: wichtiger Innenraumschadstoff

# From Rock to Risk



# From Rock to Reduction

# Politik, Kommunikation, Bauwesen



## Die Herausforderung

**Politik, Kommunikation,  
Bauwesen**

-> Man braucht einen Plan!

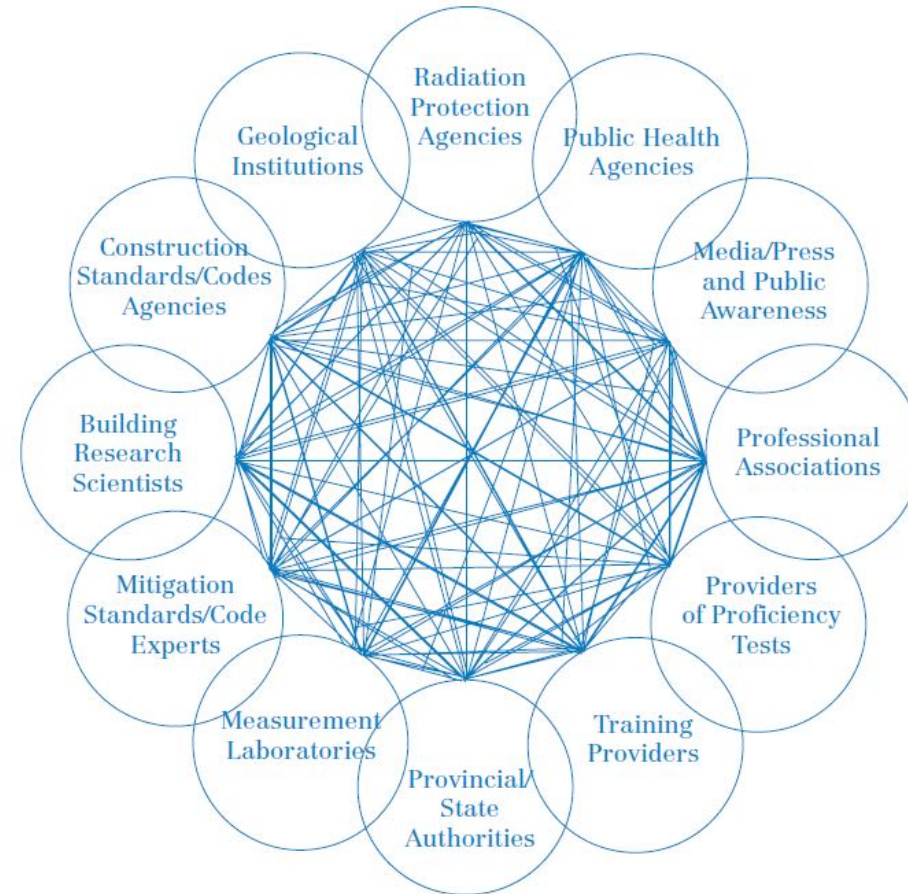


Figure 10. National agencies and other stakeholders may involved in radon programmes (WHO Handbook on Radon)

## Frage 1 des Planes: Wie ist Radon in Deutschland verteilt?

- Im Boden? -> Ursache
- In den Häusern? -> Wirkung
- Im Freien? -> Grenze der Maßnahmen



## Disclaimer – Warnung!

### The five DONT's of Modelling:

1. Don't believe that the model is the reality;
2. Don't extrapolate beyond the region of fit;
3. Don't distort reality to fit the model;
4. Don't retain a discredited model;
5. Don't fall in love with your model.

*Golomb, S. Mathematical Models - Uses and Limitations  
Aeronautics and Astronautics January 1968 pp. 57-59*

***Verwechseln Sie nie das Modell mit der Realität.  
(Merksatz: Versuch nicht, die Speisekarte zu essen.)***





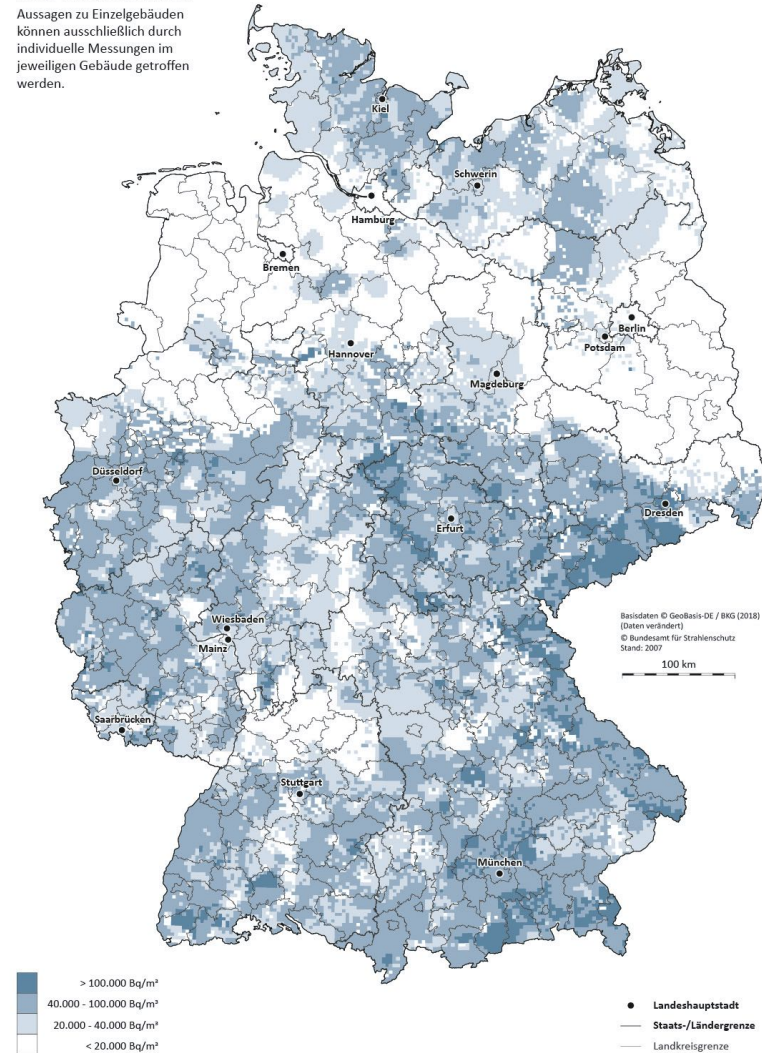
## Radon im Boden?

- Verteilung geologisch bedingt
- Besonders wenig: Norddeutsche Tiefebene
- Besonders viel: Mittelgebirge, Alpen
- Klare Korrelation zwischen der Bodenluftkonzentration und dem Auftreten hoher Innenraumkonzentrationen in Häusern

### Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft

Schätzung der Radon-Konzentration im Boden für ein Raster von 3 x 3 Kilometern

Aussagen zu Einzelgebäuden können ausschließlich durch individuelle Messungen im jeweiligen Gebäude getroffen werden.



## Radon im Boden?

- Verteilung geologisch bedingt
- Besonders wenig: Norddeutsche Tiefebene
- Besonders viel: Mittelgebirge, Alpen
- Klare Korrelation zwischen der Bodenluftkonzentration und dem Auftreten hoher Innenraumkonzentrationen in Häusern

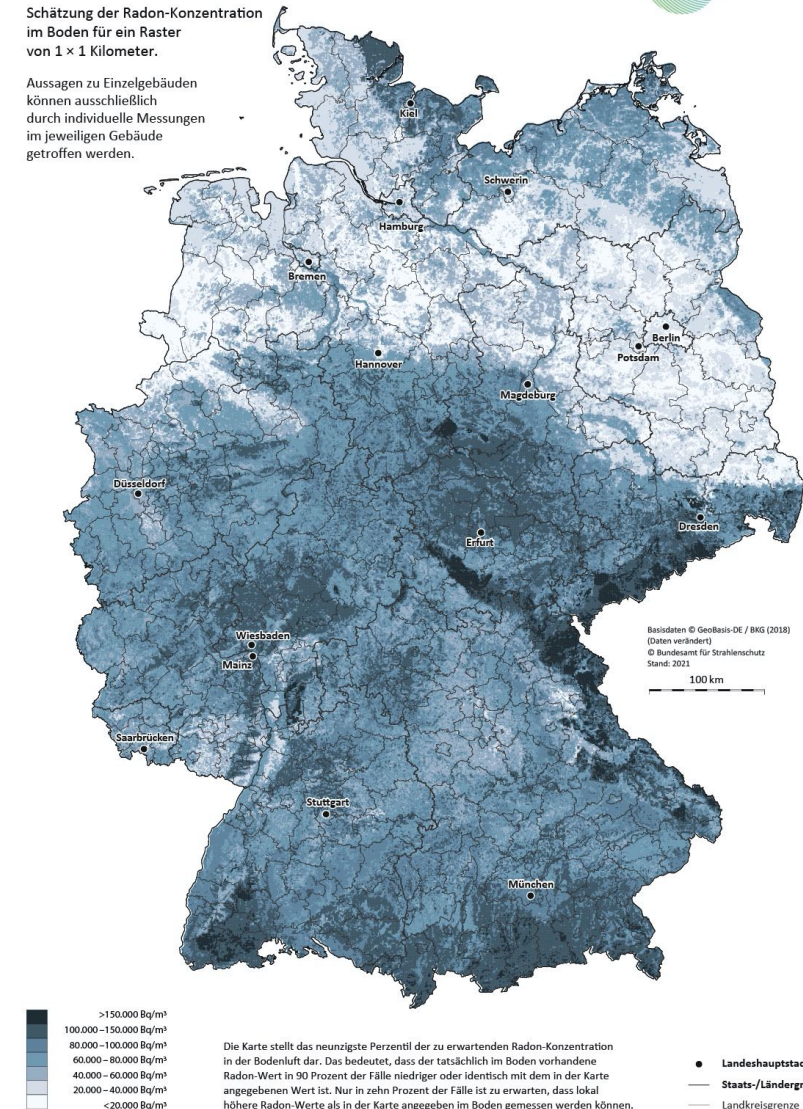
## Neue Karte

- mehr Daten (ca. 6.300 Messungen)
- ML-basiert
- 1km x 1km
- 90. Perzentil

### Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft

Schätzung der Radon-Konzentration im Boden für ein Raster von 1 x 1 Kilometer.

Aussagen zu Einzelgebäuden können ausschließlich durch individuelle Messungen im jeweiligen Gebäude getroffen werden.

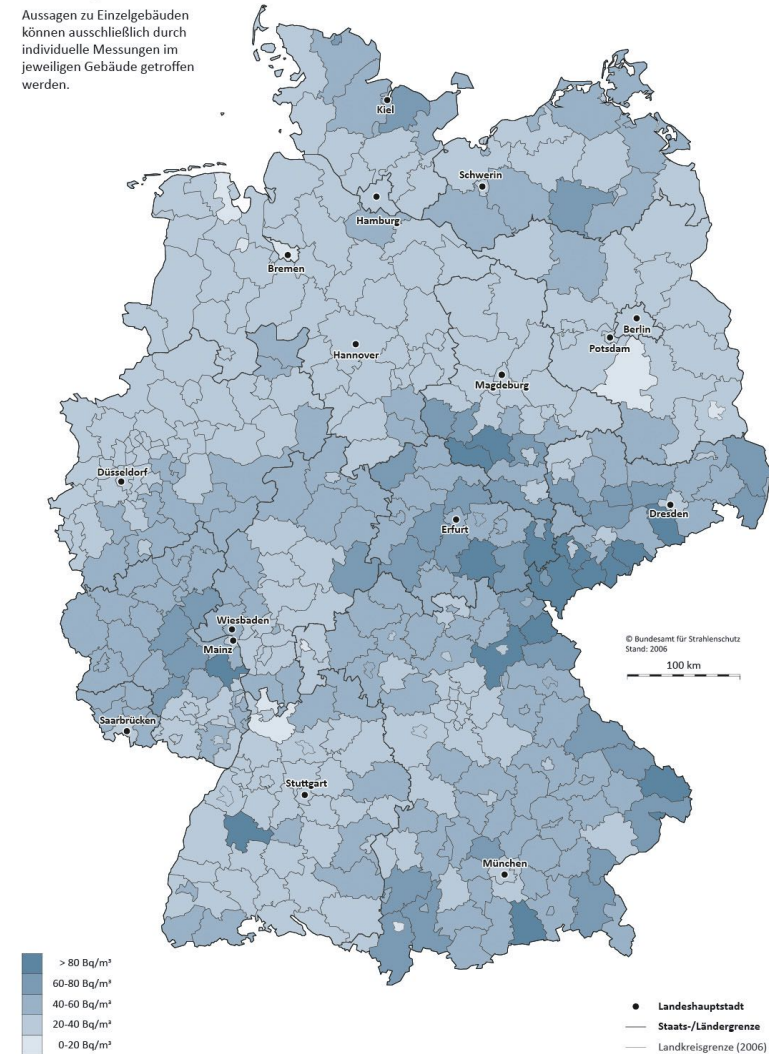


## Radon in Innenräumen?

- Kreisbasierte Mittelwerte
- Eine Basis für Berechnung des attributablen Risikos
- AM = 49 Bq/m<sup>3</sup>, GM = 37 Bq/m<sup>3</sup>, Median = 46 Bq/m<sup>3</sup>
- nicht mehr aktuell!  
(Neue Daten, neue Kreise, neue Methoden)

**Durchschnittliche Radon-Konzentrationen in Wohnungen**  
Durchschnittliche Radon-Konzentrationen (geometrischer Mittelwert)  
in Wohnungen in Deutschland nach Menzler et. al.

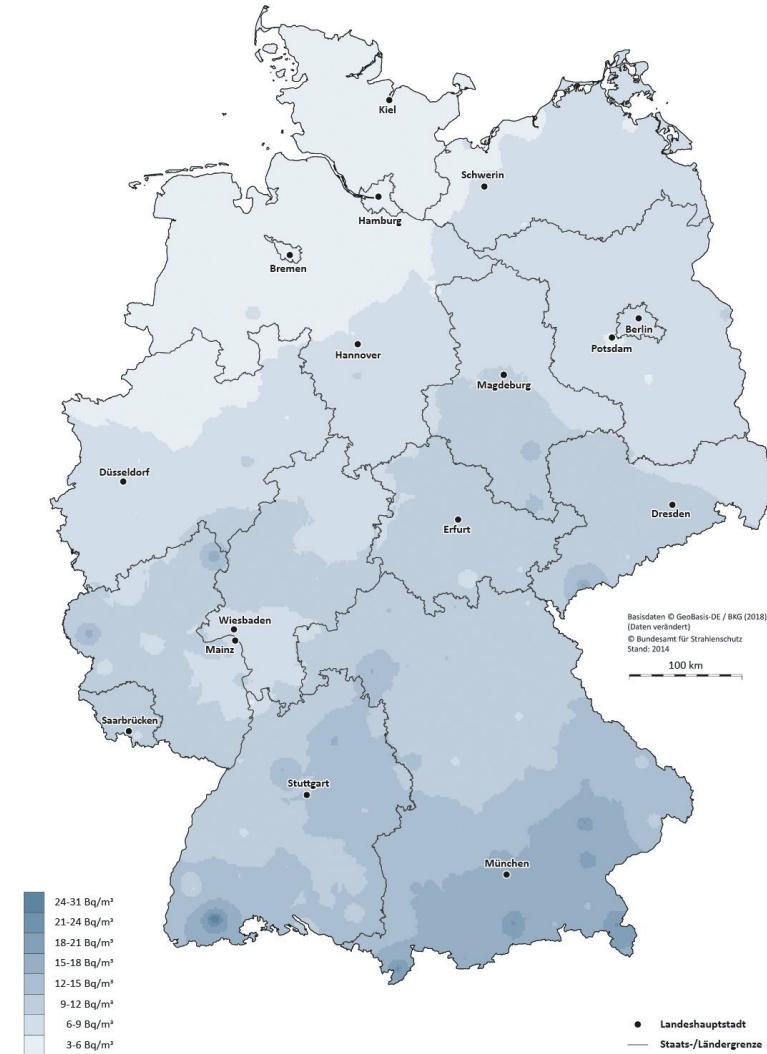
Aussagen zu Einzelgebäuden  
können ausschließlich durch  
individuelle Messungen im  
jeweiligen Gebäude getroffen  
werden.



## Radon im Freien?

- 173 Messpunkte, Rasterweite 50 km
- abstandsgewichtete Interpolation
- 3 bis 31 Bq/m<sup>3</sup>, Mittelwert ca. 9 Bq/m<sup>3</sup>
- Einfluss Bodenluft und Seeluft

Durchschnittliche Radon-Konzentrationen in der bodennahen Atmosphäre (Freiluft)



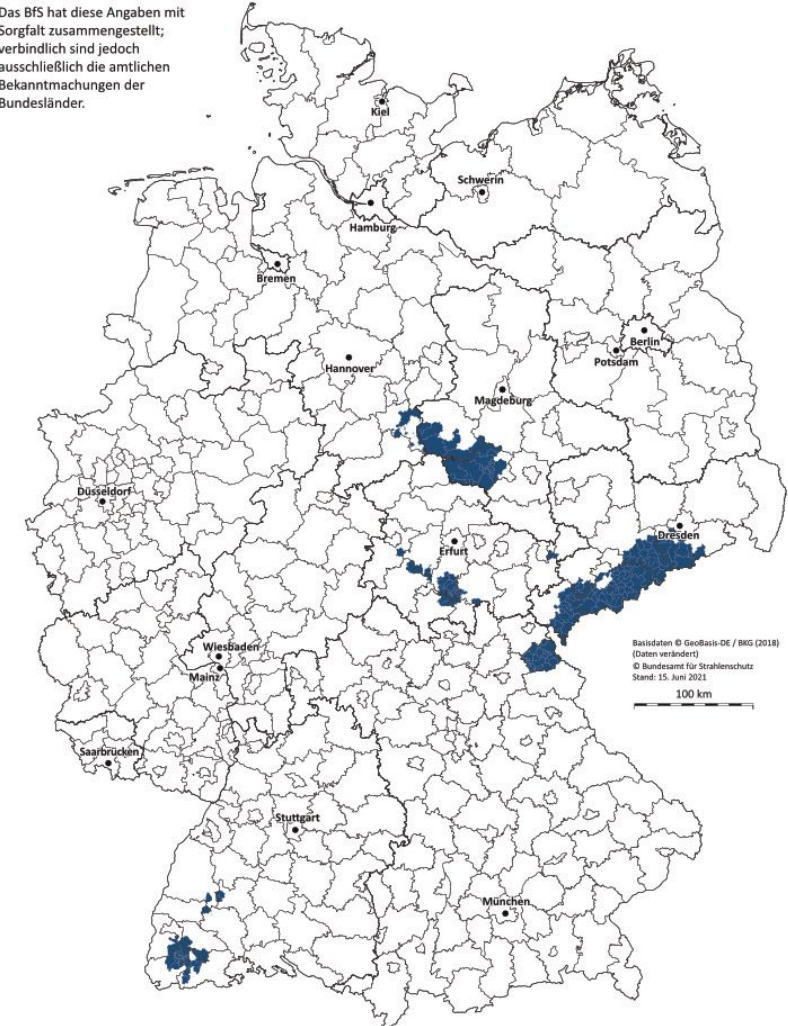
## Radonvorsorgegebiete

- Idee: Maßnahmenpriorisierung
- Festlegung der einzelnen Bundesländer
- Nutzung einer BfS-Prognose, aber auch eigene Untersuchungen, Bewertungen
- 210 Gemeinde, 2.4% der Fläche D
- 1.1 Mio. Einwohner, 1,3% der Bevölkerung in D
- rund 34.300 Gebäude  $> 300 \text{ Bq/m}^3$   
(7,4% aller Gebäude in D  $> 300 \text{ Bq/m}^3$ )
- rund 3.300 Gebäude  $> 1000 \text{ Bq/m}^3$

### Radon-Vorsorgegebiete

Die Karte bildet den Stand der Gebietsausweisungen der einzelnen Bundesländer vom 15. Juni 2021 ab.

Das BFS hat diese Angaben mit Sorgfalt zusammengestellt; verbindlich sind jedoch ausschließlich die amtlichen Bekanntmachungen der Bundesländer.



# Europa?

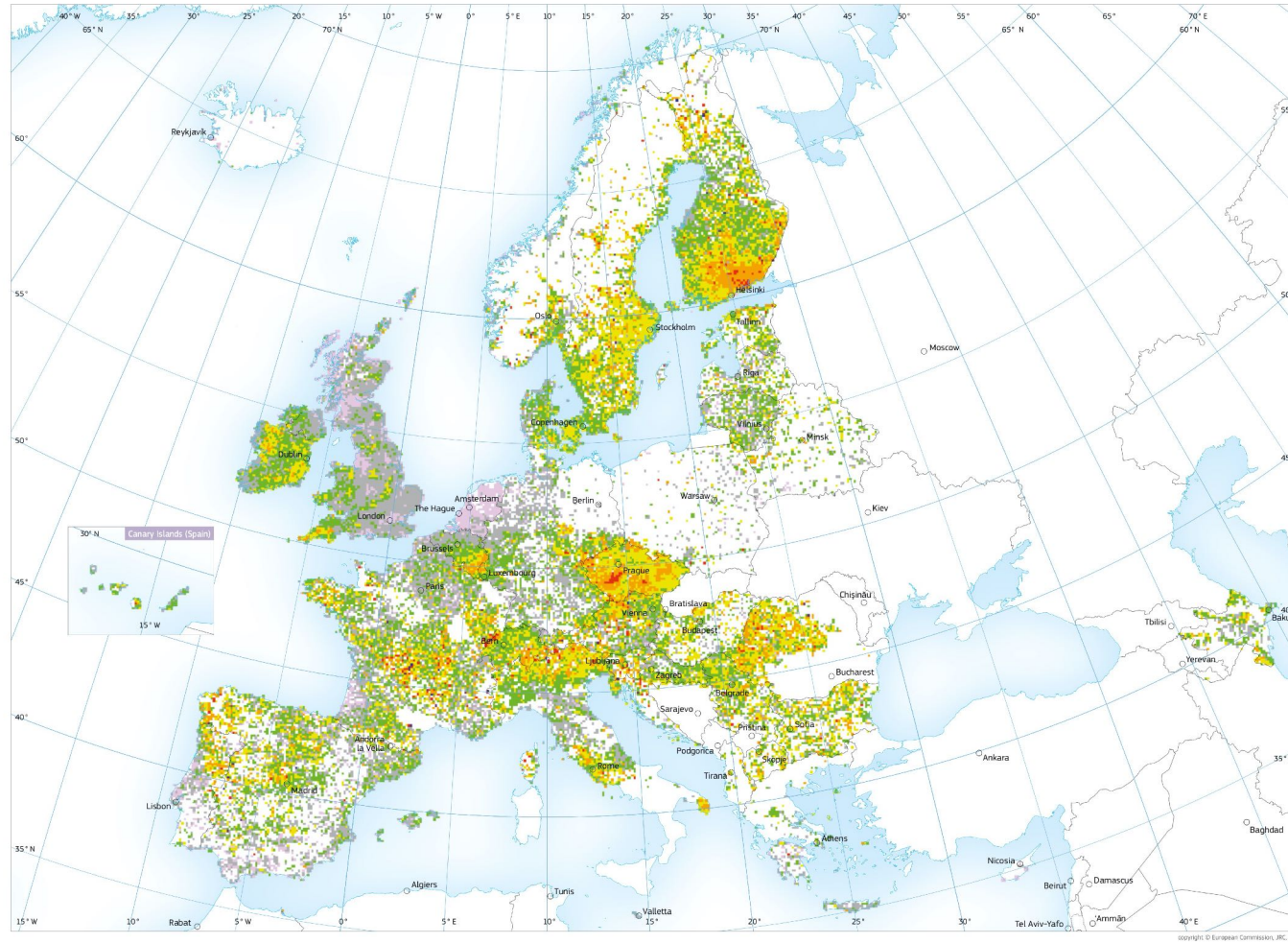
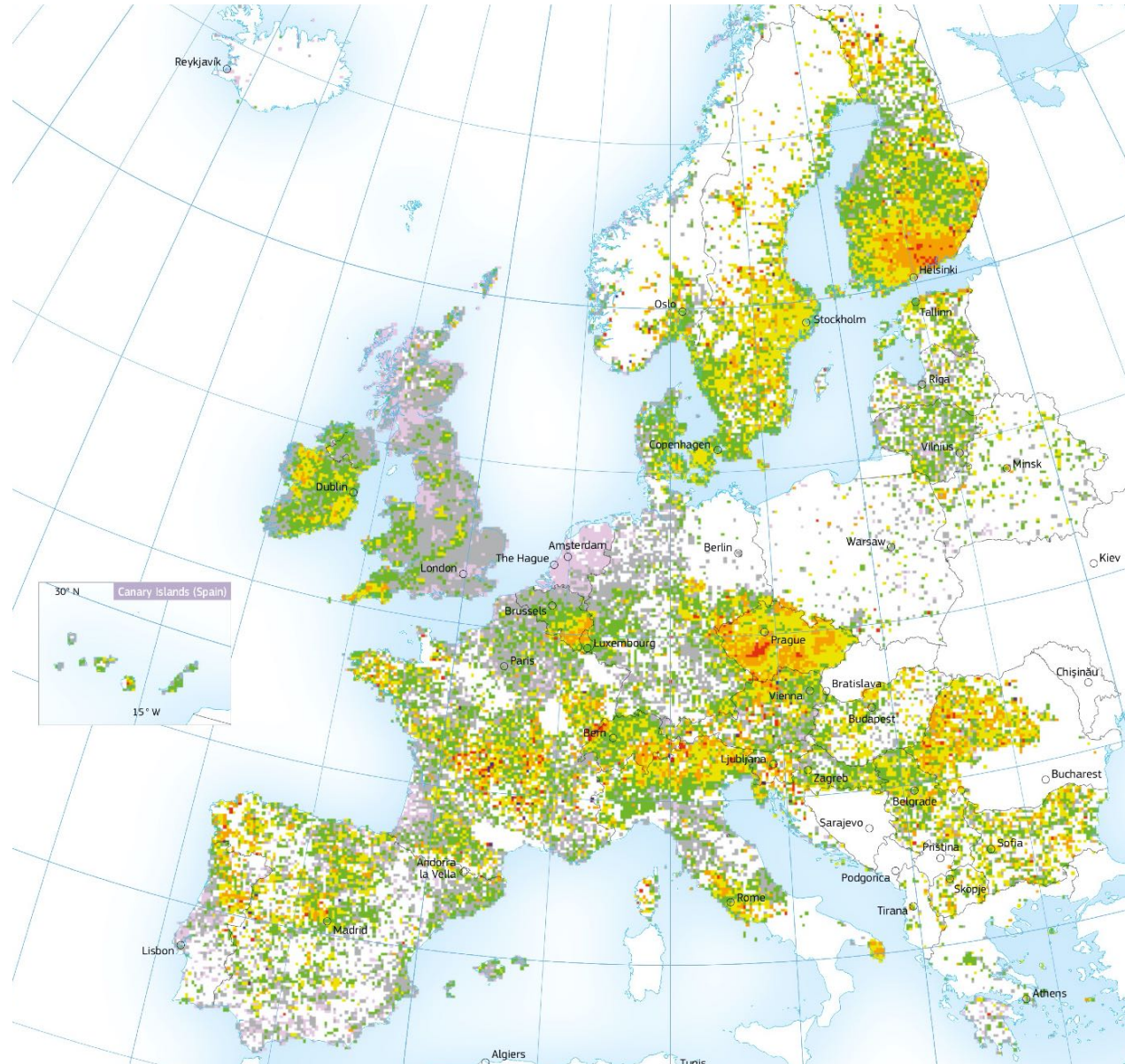


Plate 7: European Indoor Radon Map: Indoor radon concentration. Arithmetic means per grid cell (Bq/m<sup>3</sup>)

Plate 7: European Indoor Radon Map: Indoor radon concentration. Arithmetic means per grid cell. The map shows the arithmetic means (AM) over 10km x 10km grid cells of annual indoor radon concentration in ground-floor rooms. (Data received until September 2018 included). Source: EANN, EC-JRC, 2019.

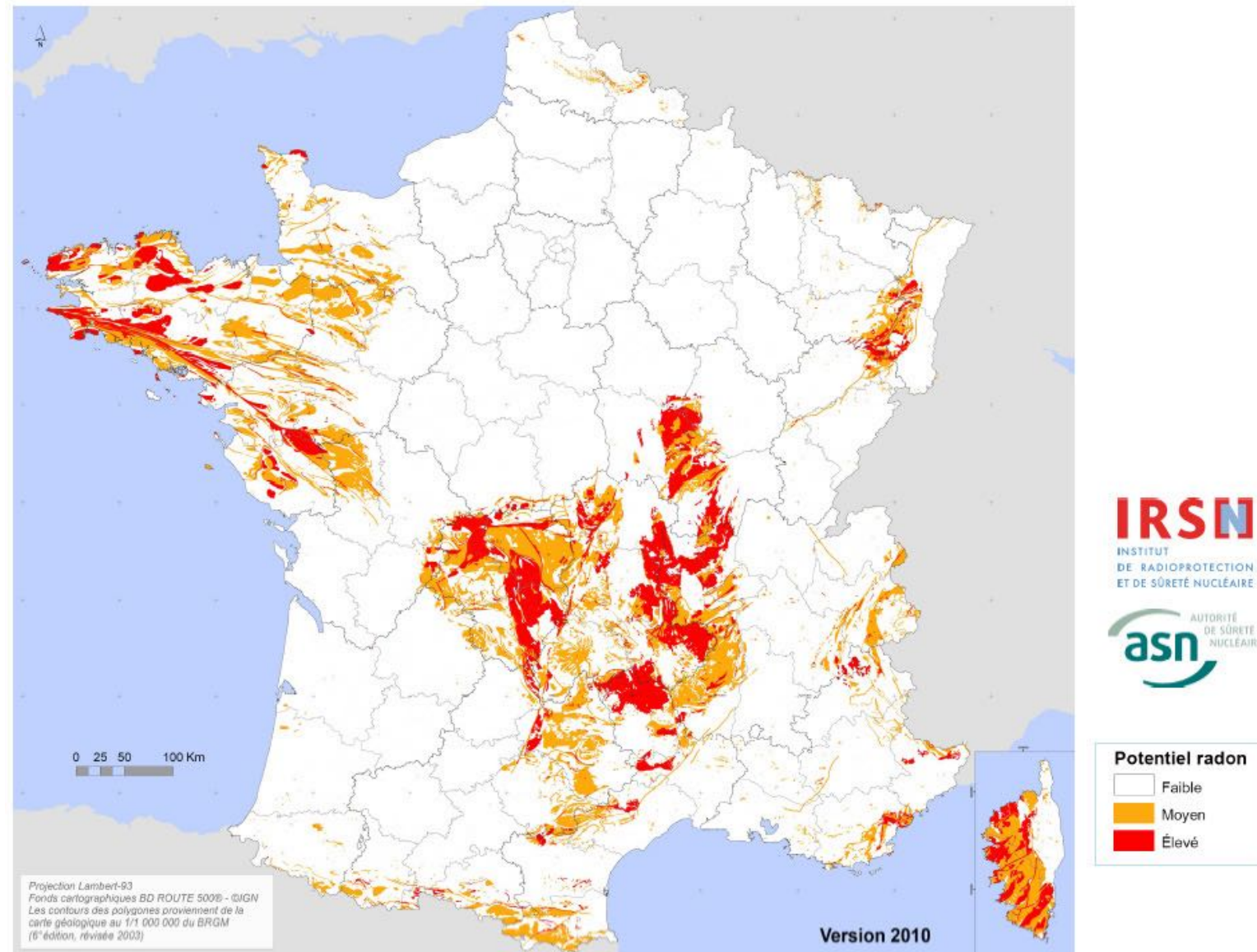
Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.), *European Atlas of Natural Radiation*, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

# Europa?



Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.), *European Atlas of Natural Radiation*, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

## Frankreich

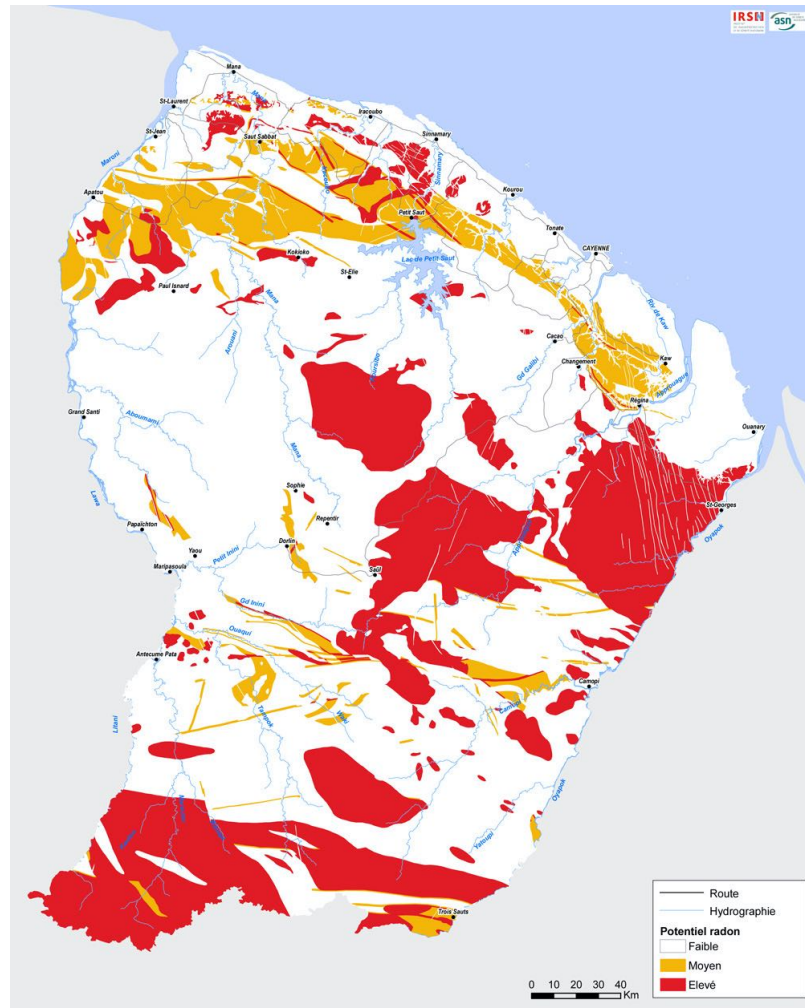


[https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/4-cartographie-potentiel-radon-formations-geologiques.aspx#.YhtNyi\\_35TY](https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/4-cartographie-potentiel-radon-formations-geologiques.aspx#.YhtNyi_35TY)

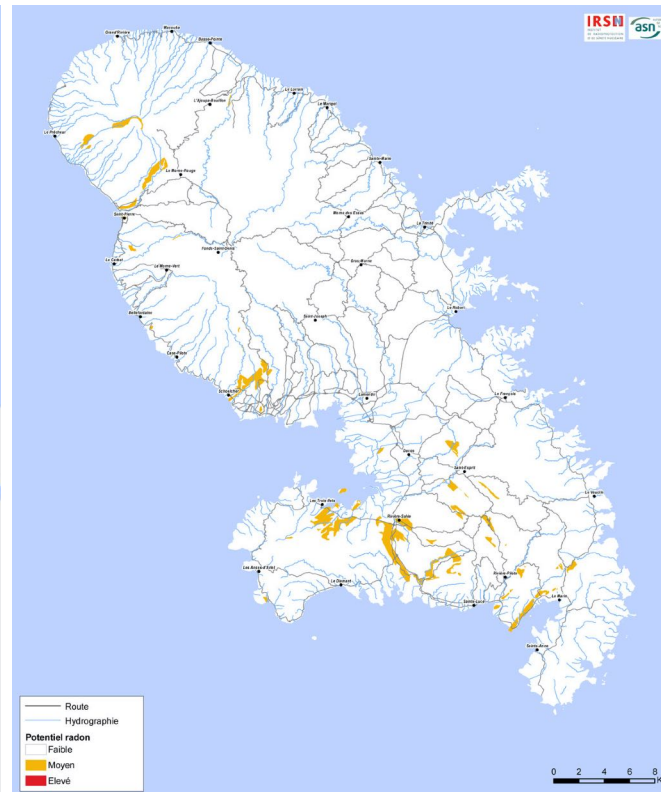
Figure 1 : Carte du potentiel radon des formations géologiques à l'échelle 1:1 000 000, version 2010



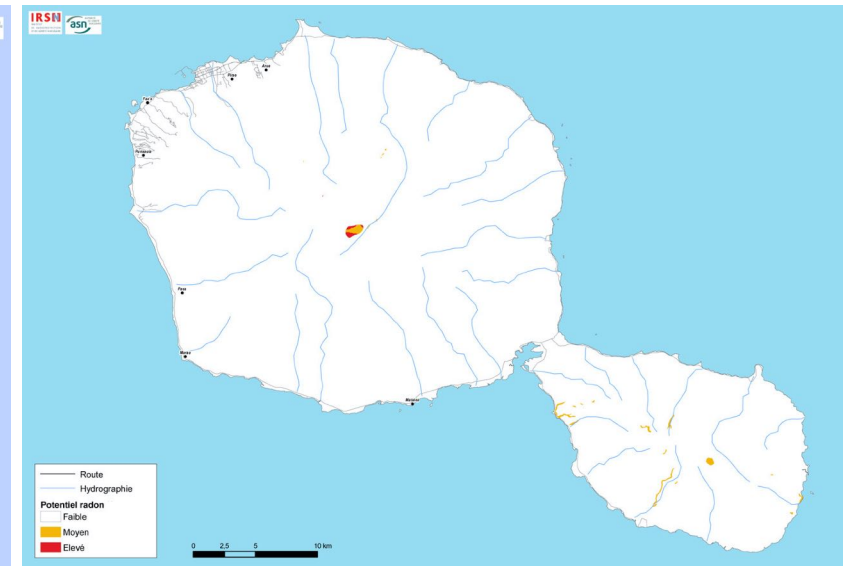
# Frankreich



Guyane

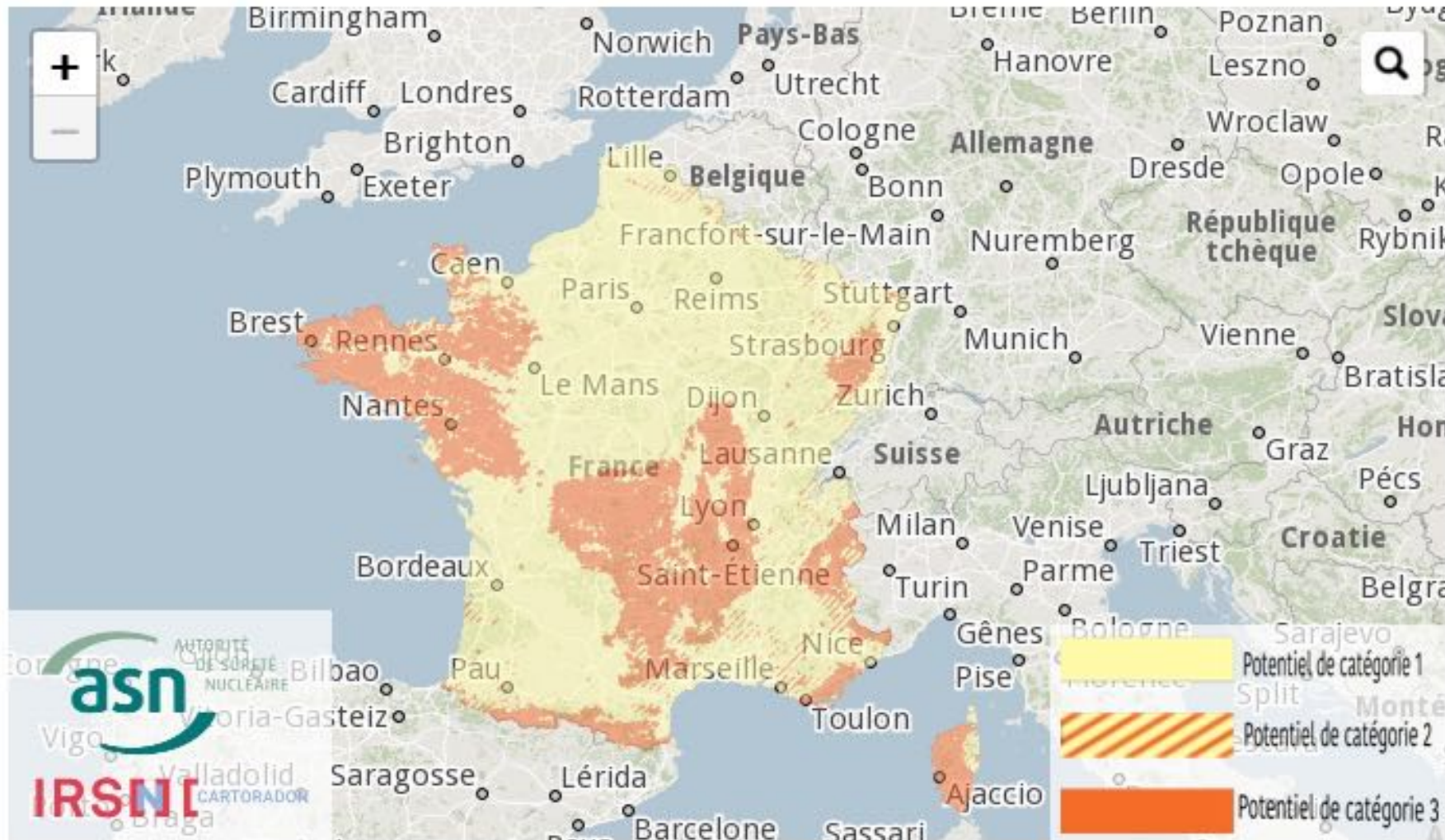


Martinique



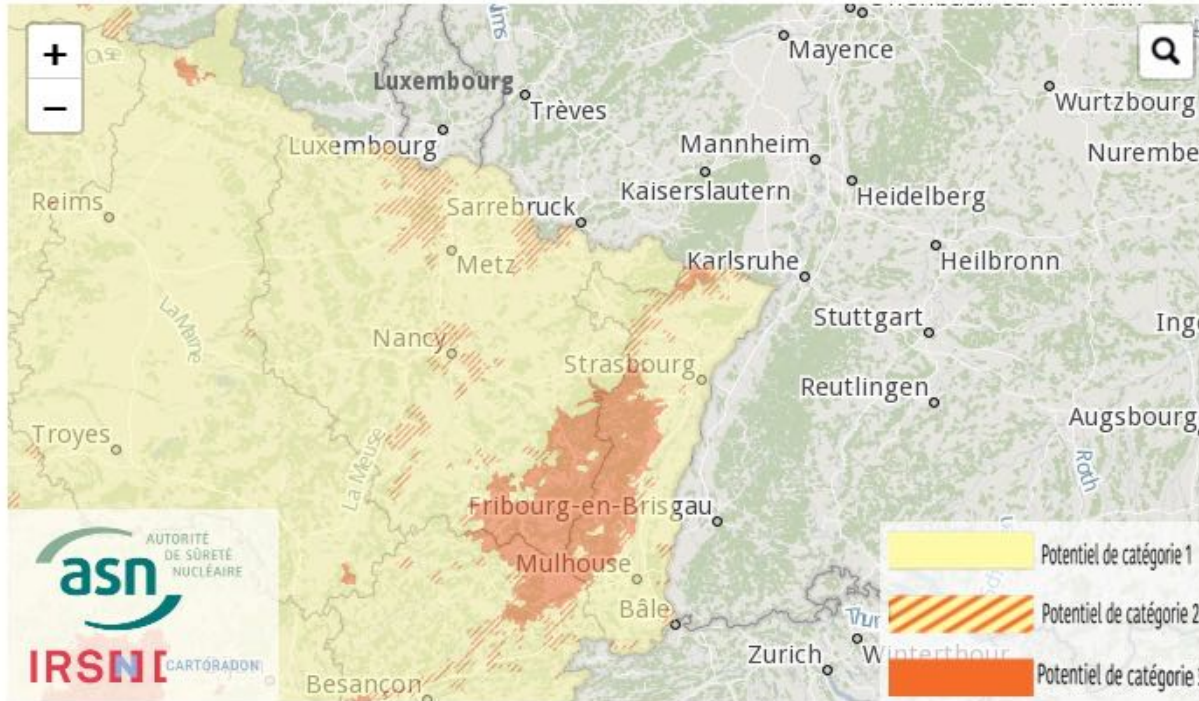
Îles du Vent  
(Tahiti)

## Frankreich



[https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.YhtNhy\\_35TY](https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.YhtNhy_35TY)

## Frankreich | Connaître le potentiel radon de sa commune



Urangehalt, Bergbau/Verwerfungen

Messungen in Cat 3:

>10% der Gebäude >300 Bq/m<sup>3</sup>



Guyane



Antilles françaises



Saint-Pierre-et-Miquelon



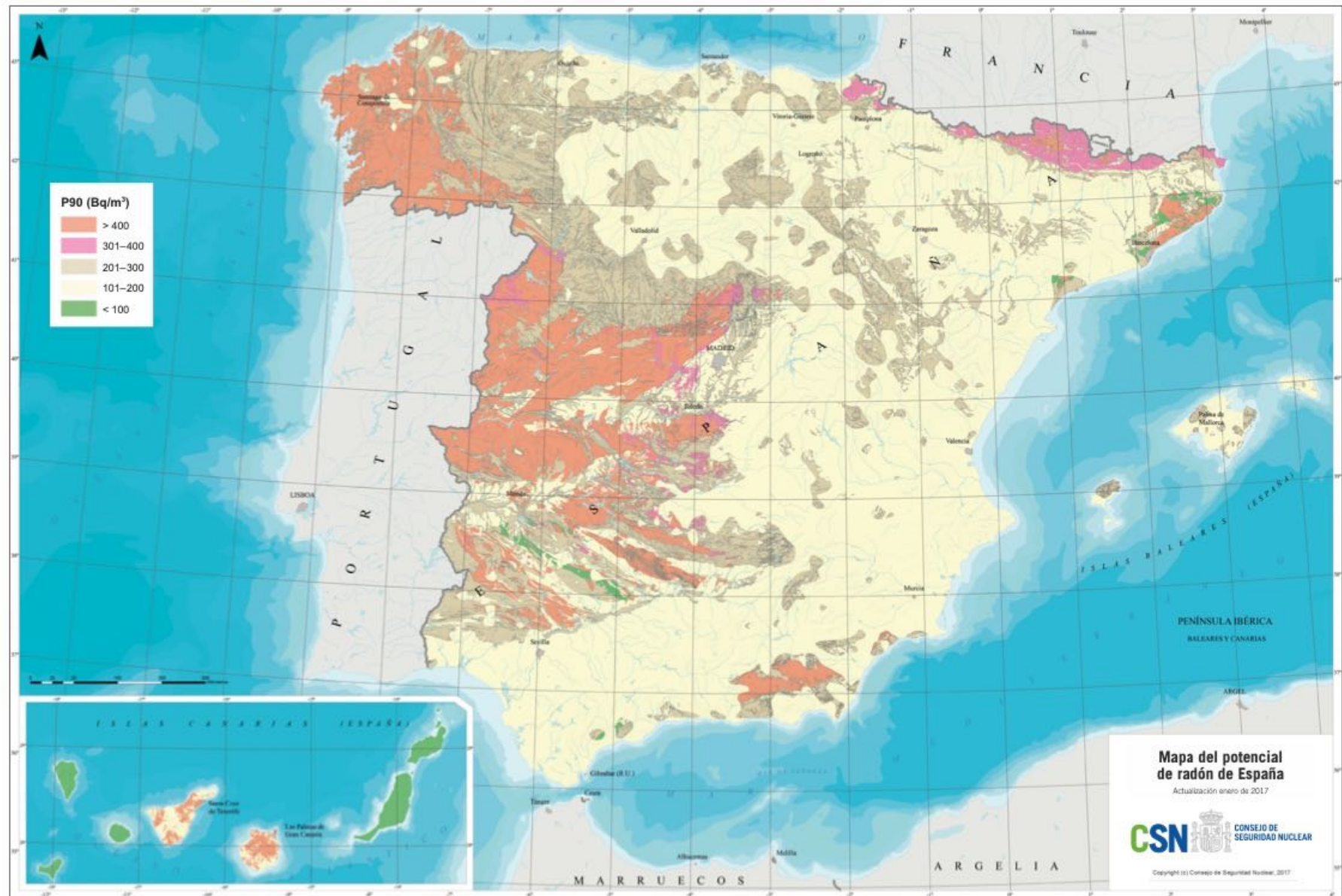
Mayotte

[https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.YhtNhy\\_35TY](https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.YhtNhy_35TY)

# Spanien

$p(c) < 90\% \Leftrightarrow$

$p(c) \geq 10\%$





# Spanien

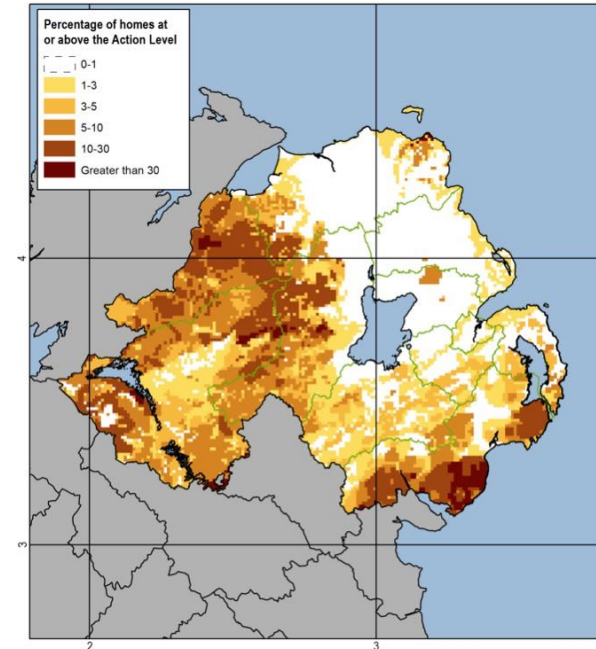
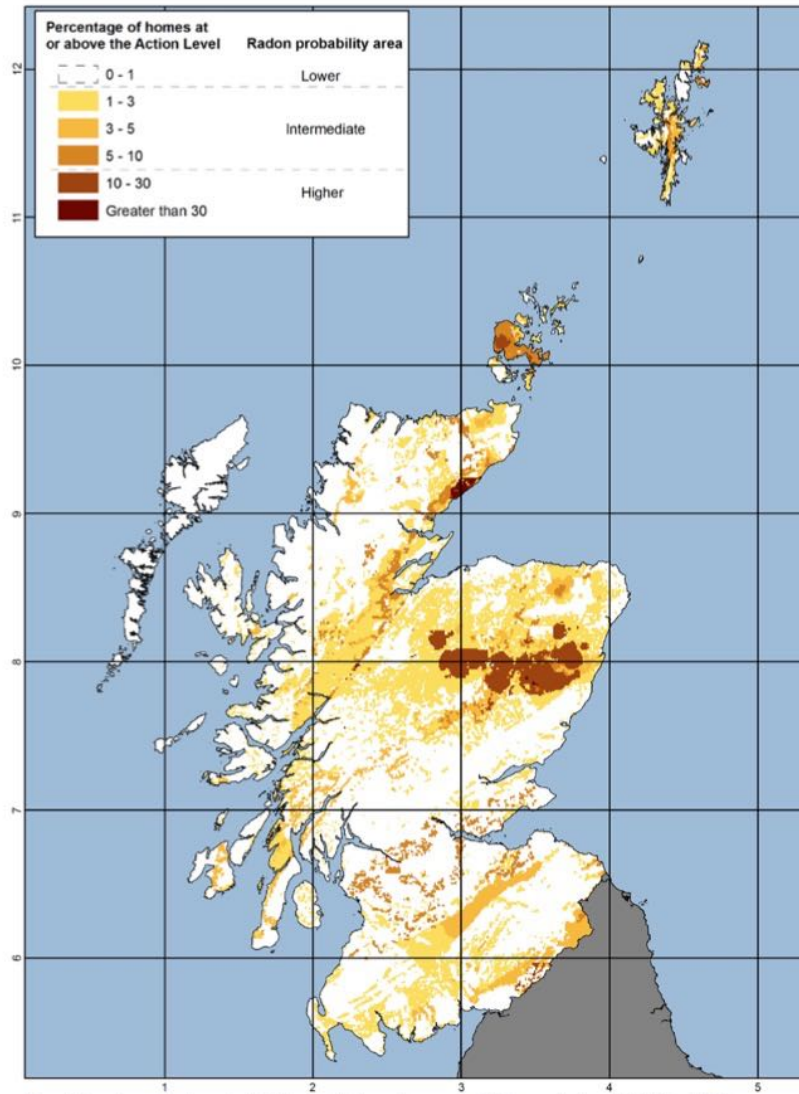
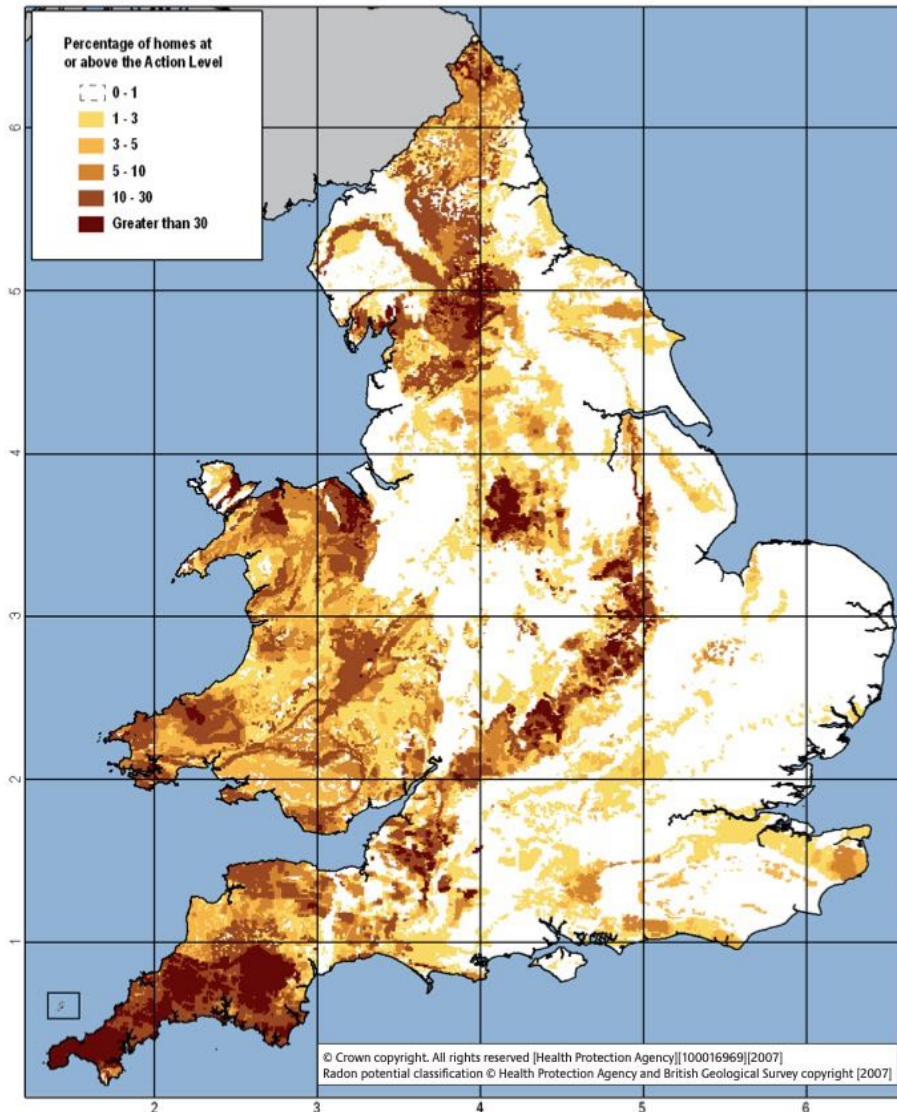


Población en zonas de actuación prioritaria: 0,01% – 75% > 75%

<https://www.csn.es/mapa-de-zonificacion-por-municipio>

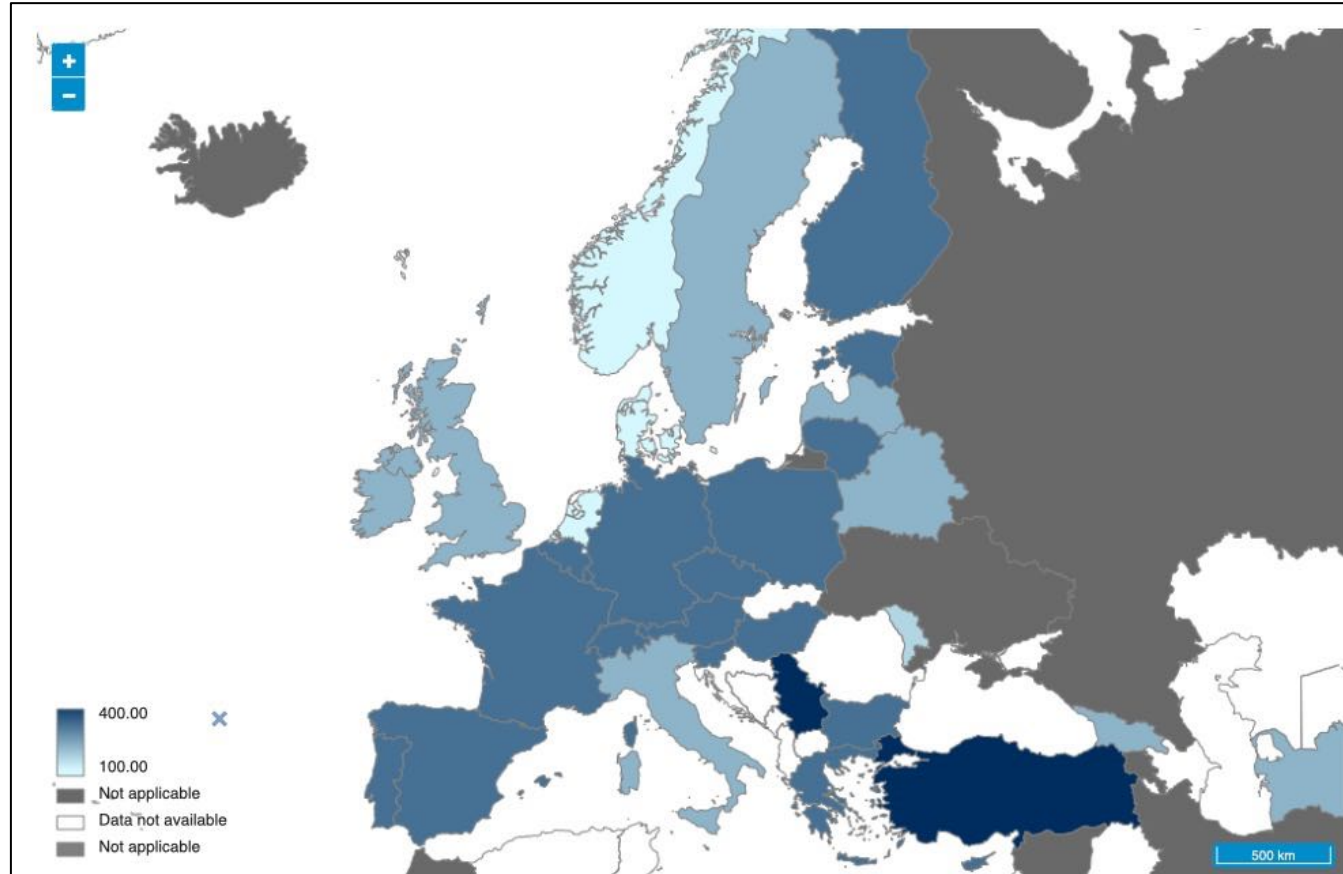


# UK





## Referenzwerte in Europa?



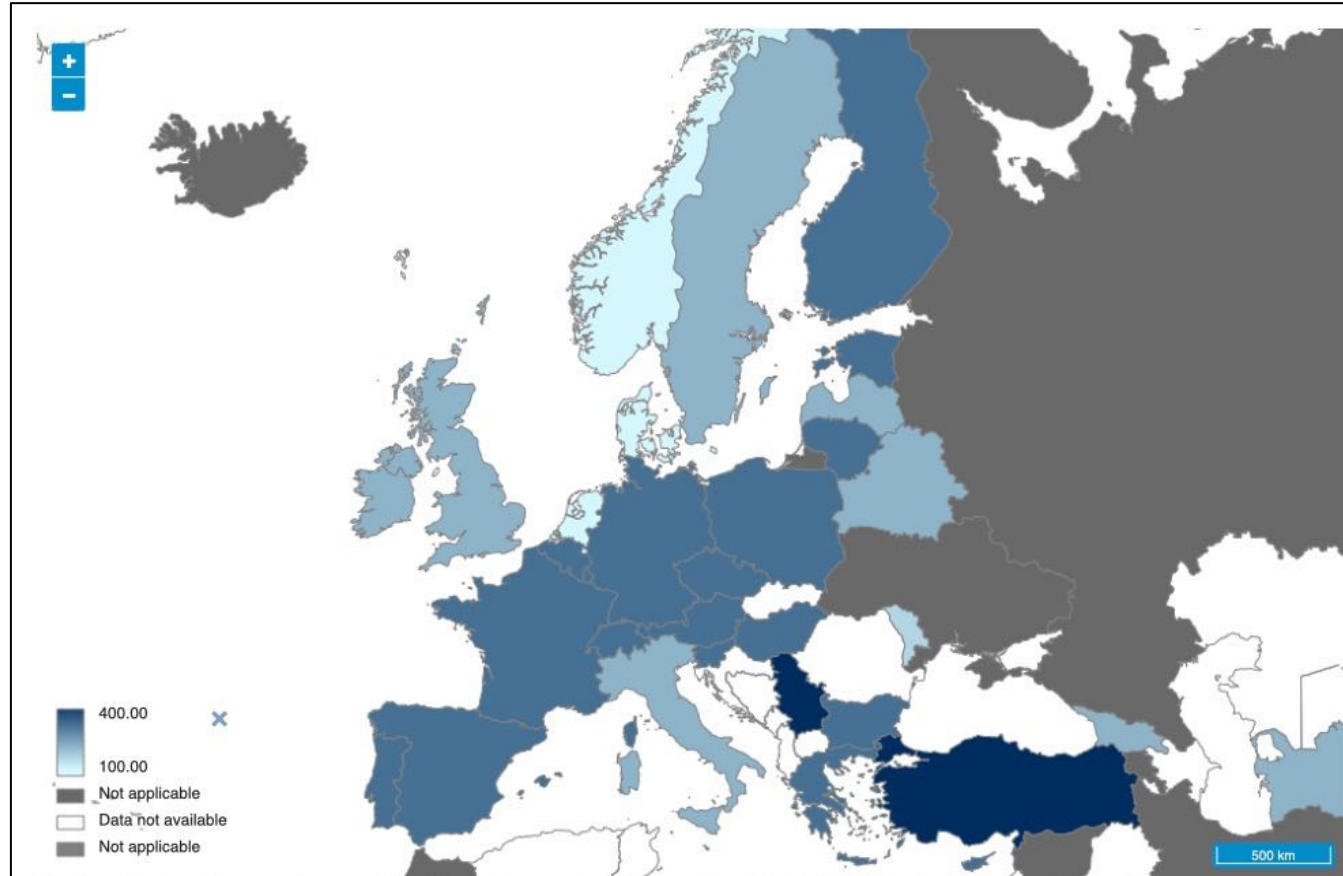
The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.



© WHO 2021. All rights reserved.



## Referenzwerte in Europa?



### Achtung:

- Unterschiedliche Definitionen!
- Unterschiedliche Konsequenzen!

The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.



© WHO 2021. All rights reserved.

## WHO Radon Handbook

- National Action Plan

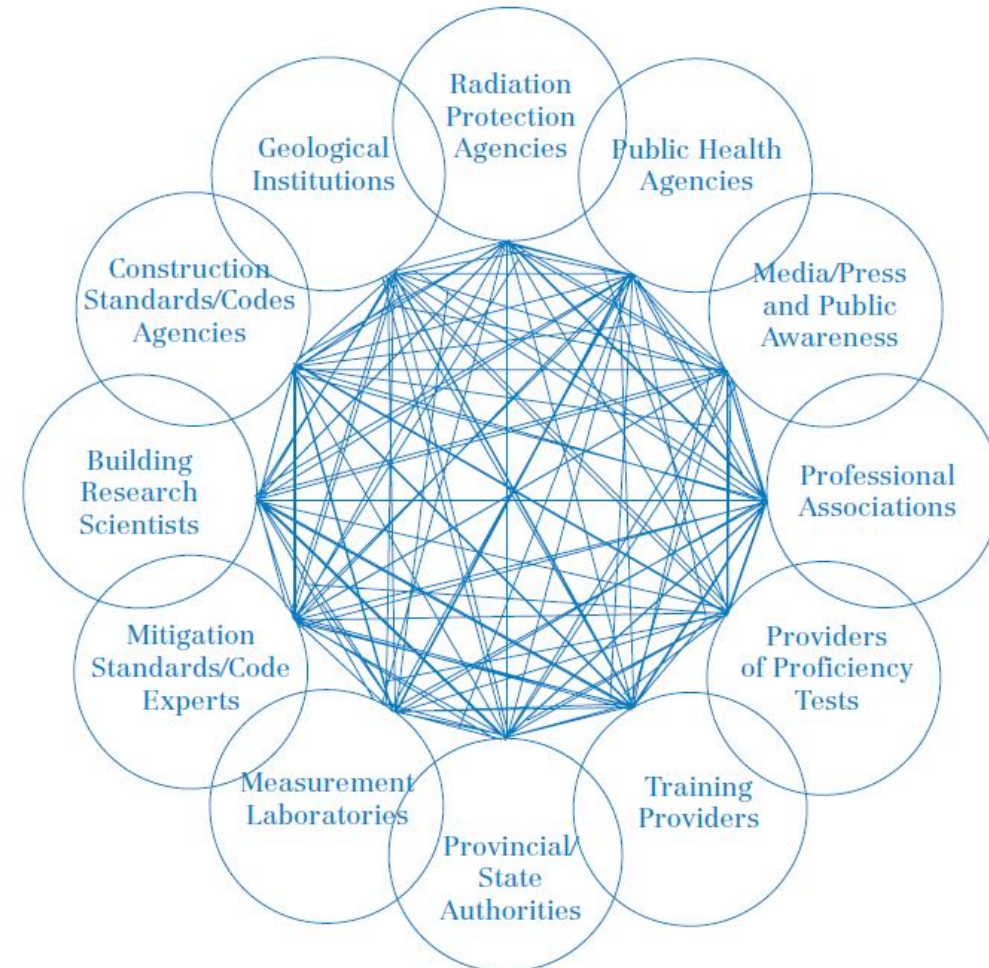
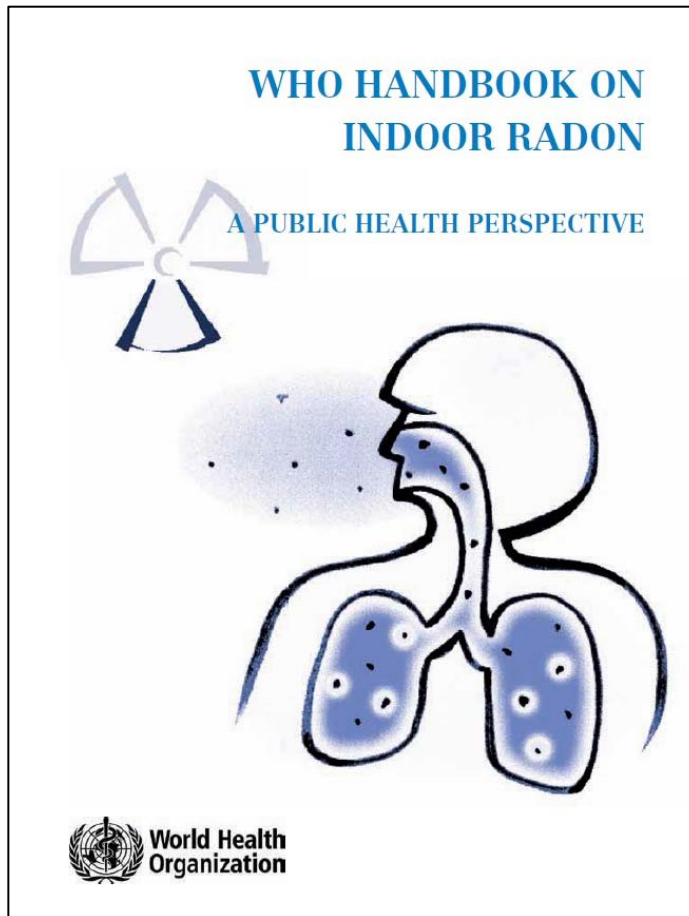
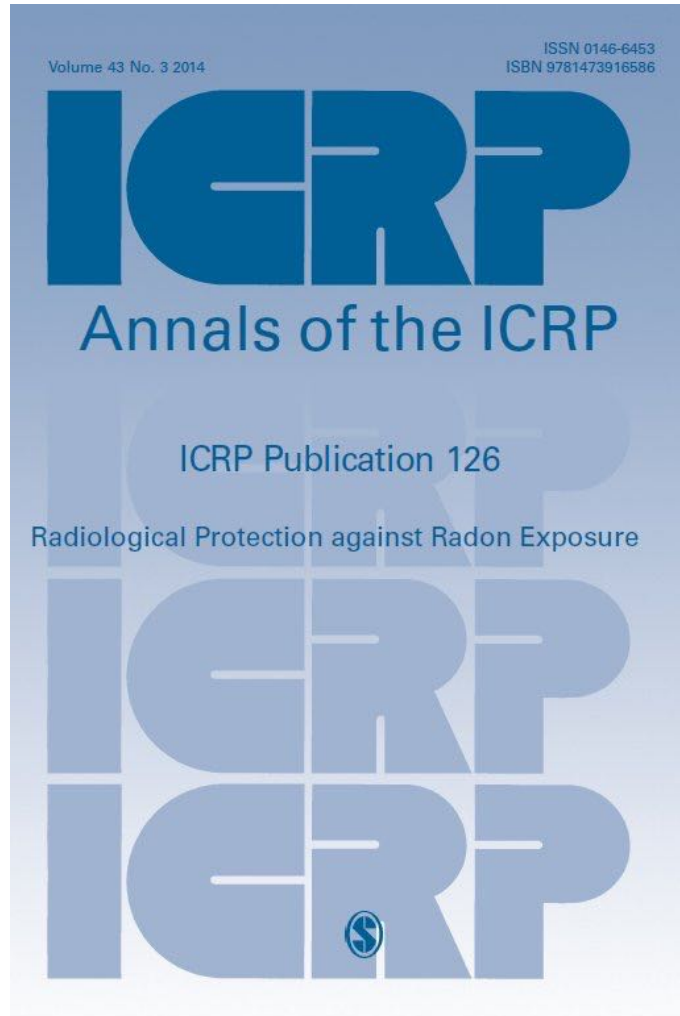


Figure 10. National agencies and other stakeholders may involved in radon programmes

## ICRP



- (101) A national radon action plan should be established by national authorities with the involvement of relevant stakeholders. The objective is to reduce the collective risk of the population and the individual risk to indoor radon exposures by implementing the optimisation principle.
- (102) The action plan should establish a framework with a clear infrastructure, determine priorities and responsibilities, and describe the successive steps to deal with radon in the country. [...] identify the various stakeholders, notably those who are exposed and those who should provide support or take action. [...] address ethical issues [...] provide information, guidance, support, and conditions for sustainability. [...] be integrated in [...] other strategies concerning buildings, such as indoor air quality or energy saving, in order to develop synergies and avoid contradictions.



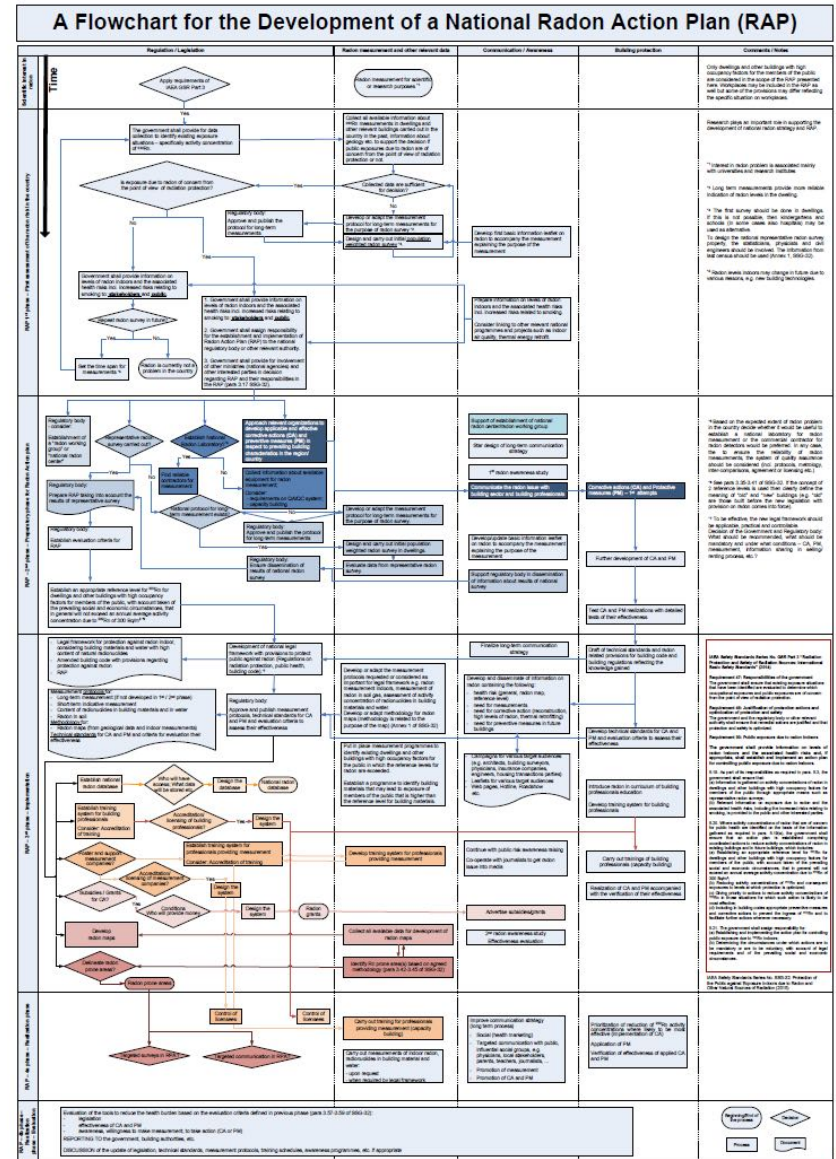
IAEA

**IAEA Safety Standards for protecting people and the environment**

**Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards**

Jointly sponsored by EC, FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO

**General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3**




## IAEA

### IAEA Safety Standards


for protecting people and the environment

#### Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation

Jointly sponsored by the IAEA, WHO



#### Specific Safety Guide No. SSG-32



**IAEA**  
International Atomic Energy Agency

- 3.23: insg. 9 Punkte, darunter Festlegung eines Referenzwertes, Radongebiete, Bauvorschriften, .... Evaluierung
- 3.29: „The **optimization process** is implemented through the national action plan on radon. The process should be applied to achieve concentrations of radon that are **as low as reasonably achievable below the reference level.**“

## 2013/59/Euratom

EGN 1977-0677  
L 13  
Volume 57  
17 January 2014

English edition  
Legislation  
Contents

II Non-legislative acts

DIRECTIVES

★ Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom ..... 1

Price: EUR 4

EN

Acts whose titles are printed in light type are those relating to day-to-day management of agricultural matters, and are generally valid for a limited period.  
The titles of all other acts are printed in bold type and preceded by an asterisk.

- Art. 100: Programme für bestehende Expositionssituationen
- Art. 103: Radon-Maßnahmenplan  
In Anwendung von Artikel 100 Absatz 1 erstellen die Mitgliedstaaten einen nationalen Maßnahmenplan um die langfristigen Risiken der Radon-Exposition in Wohnräumen, öffentlich zugänglichen Gebäuden und an Arbeitsplätzen anzugehen, und zwar hinsichtlich jeglicher Quelle für den Radonzutritt, sei es aus dem Boden, aus Baustoffen oder aus dem Wasser. Der Maßnahmenplan trägt den in Anhang XVIII aufgeführten Punkten Rechnung und ist regelmäßig zu aktualisieren.
- ANNEX XVIII: Liste von Punkten, die bei der Ausarbeitung des nationalen Maßnahmenplans zum Angehen langfristiger Risiken durch Radon-Expositionen in Betracht zu ziehen sind, [...]

## 2013/59/Euratom

1. Strategie für die Durchführung von Erhebungen
2. Abgrenzung von Gebieten
3. Ermittlung von Kategorien von Arbeitsplätzen
4. Grundlage für die Festlegung von Referenzwerten
5. Zuweisung von Zuständigkeiten (staatlich und nicht-staatlich), Koordinierungsmechanismen und verfügbare Ressourcen für die Umsetzung des Maßnahmenplans.
6. Strategie für die Verringerung der Radon-Exposition in Wohnräumen
7. Strategien zur Ermöglichung von Sanierungsmaßnahmen nach der Bauausführung.
8. Strategie, einschließlich Methoden und Instrumenten, zur Verhinderung des Radon-Eintritts in neue Gebäude, einschließlich der Ermittlung von Baustoffen mit erheblicher Radon-Exhalation.
9. Zeitpläne für Überprüfungen des Maßnahmenplans.



## 2013/59/Euratom

### 10. Kommunikationsstrategie

11. Leitlinien für Messmethoden und -instrumente sowie Sanierungsmaßnahmen. Zu erwägen sind auch Kriterien für die Akkreditierung von Mess- und Sanierungsdiensten.

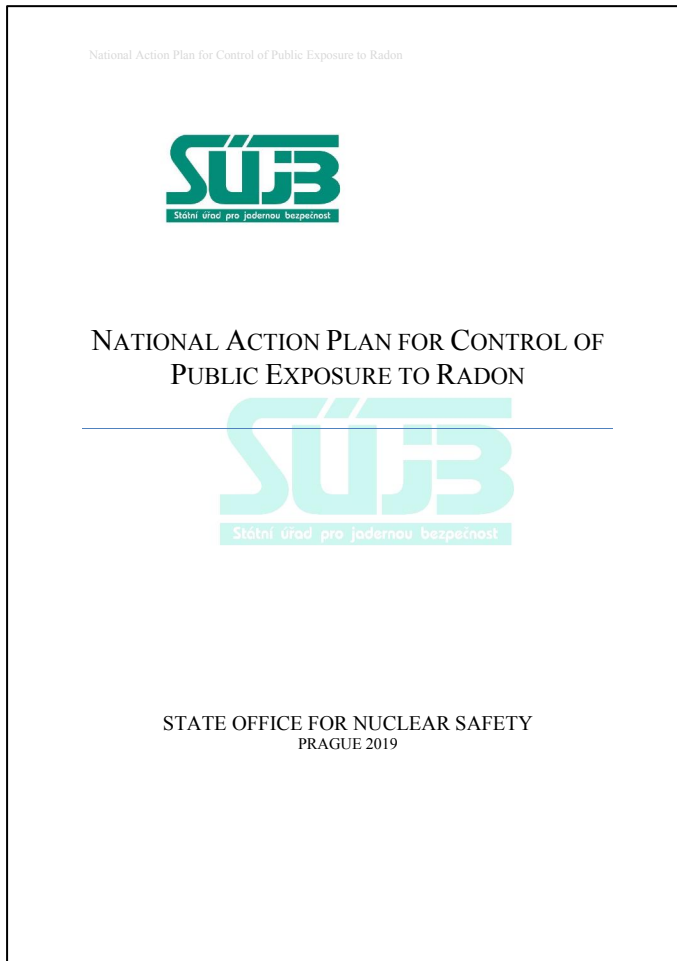
12. Gegebenenfalls Bereitstellung finanzieller Hilfe für Radonerhebungen und für Sanierungsmaßnahmen

13. Langfristige Ziele in Bezug auf die Verringerung des durch Radon-Exposition bedingten Lungenkrebsrisikos (für Raucher und Nichtraucher).

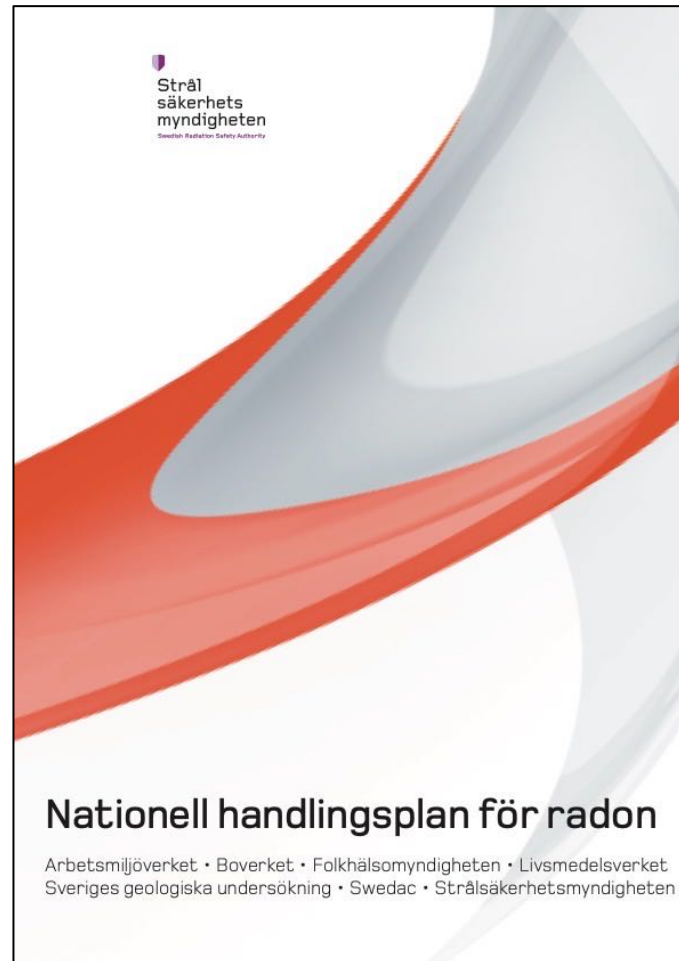
14. Gegebenenfalls Erwägung anderer damit verbundener Fragen und entsprechender Programme wie Energieeinsparprogramme und Programme zur Luftqualität in Innenräumen.



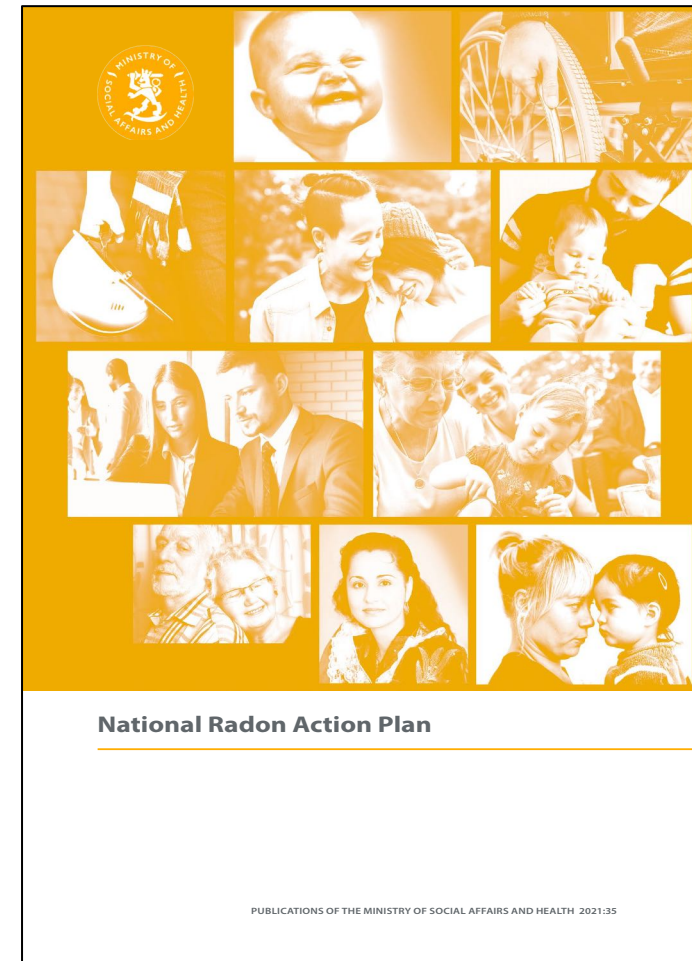
## Europäische Radonmaßnahmenpläne



[https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/PZIZ/Radon/RANAP\\_ENG.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/PZIZ/Radon/RANAP_ENG.pdf)



<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/globalassets/radon/nationell-handlingsplan-for-radon.pdf>

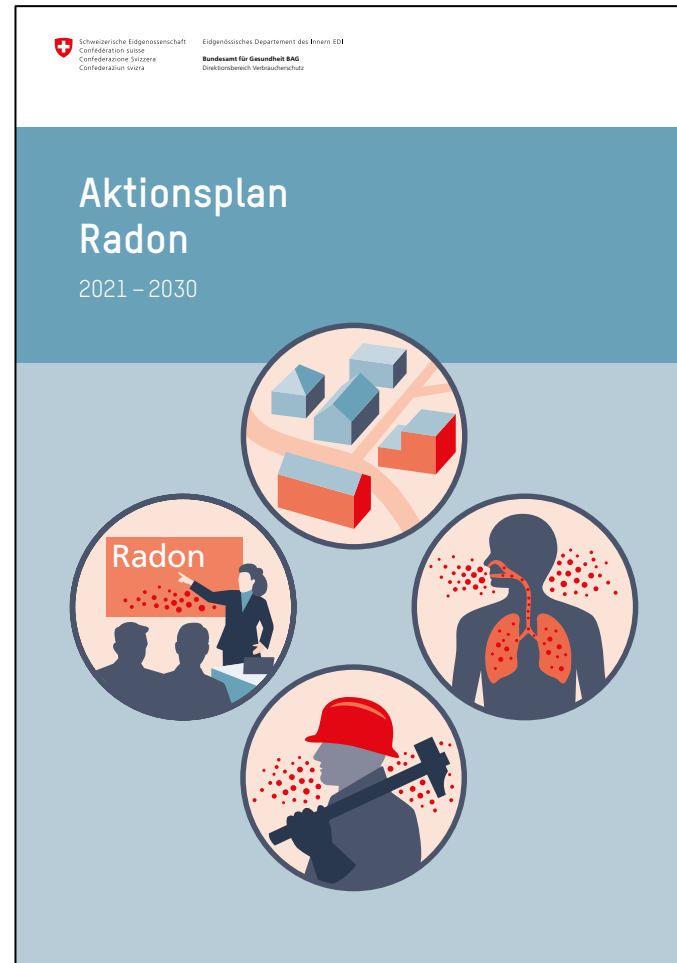


<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163672>

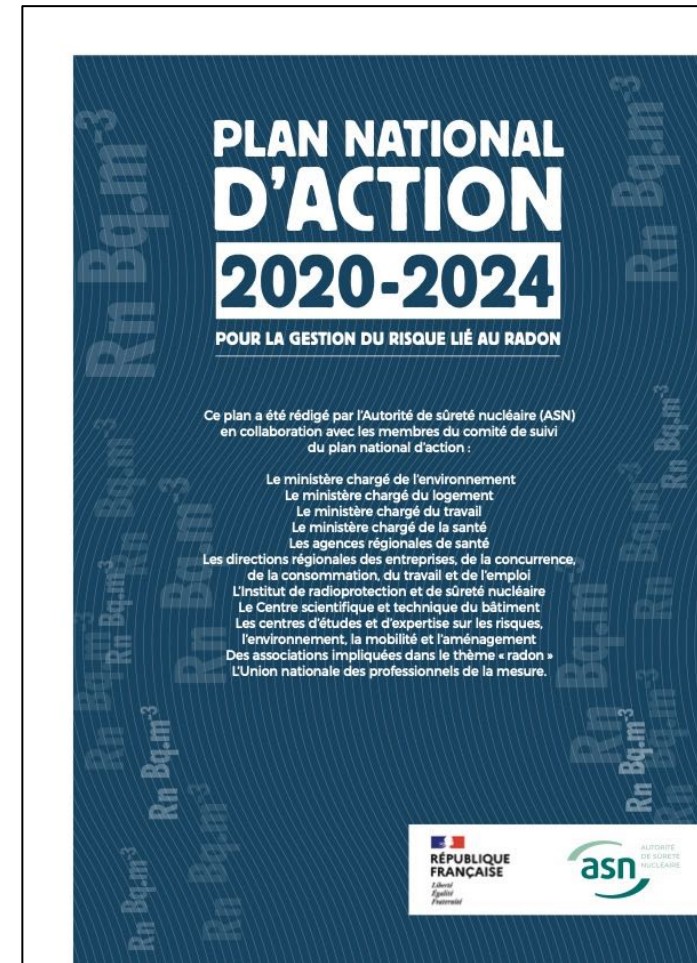
## Europäische Radonmaßnahmenpläne



<https://www.epa.ie/publications/monitoring--assessment/radon/nrcs-phase-2.php>



<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/strategie-und-politik/politische-auftraege-und-aktionsplaene/radonaktionsplan.html>

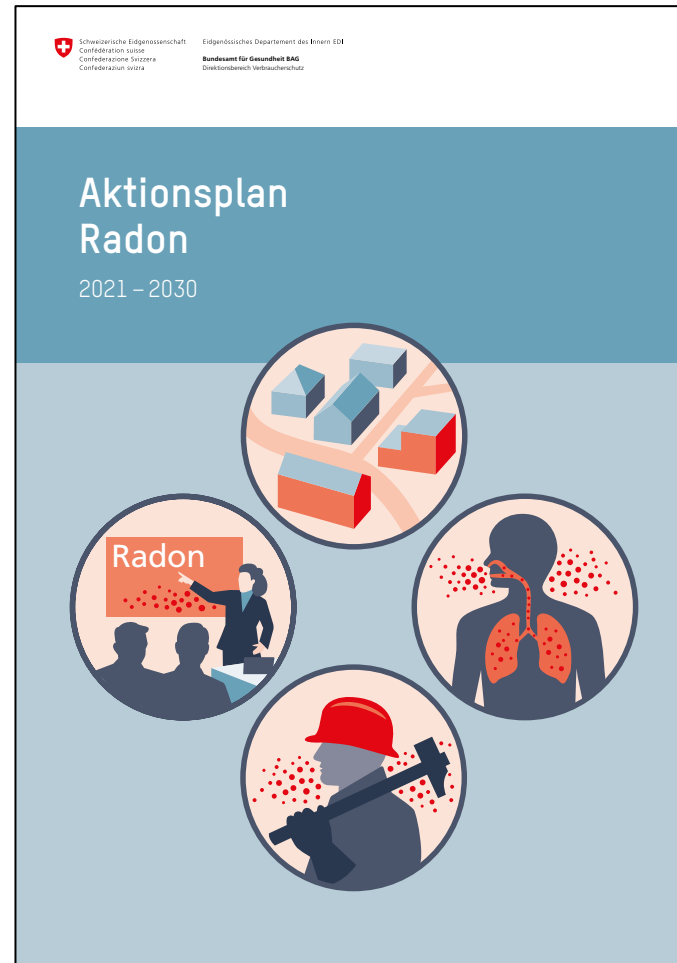


<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/plan-national-d-action-radon-pnar>

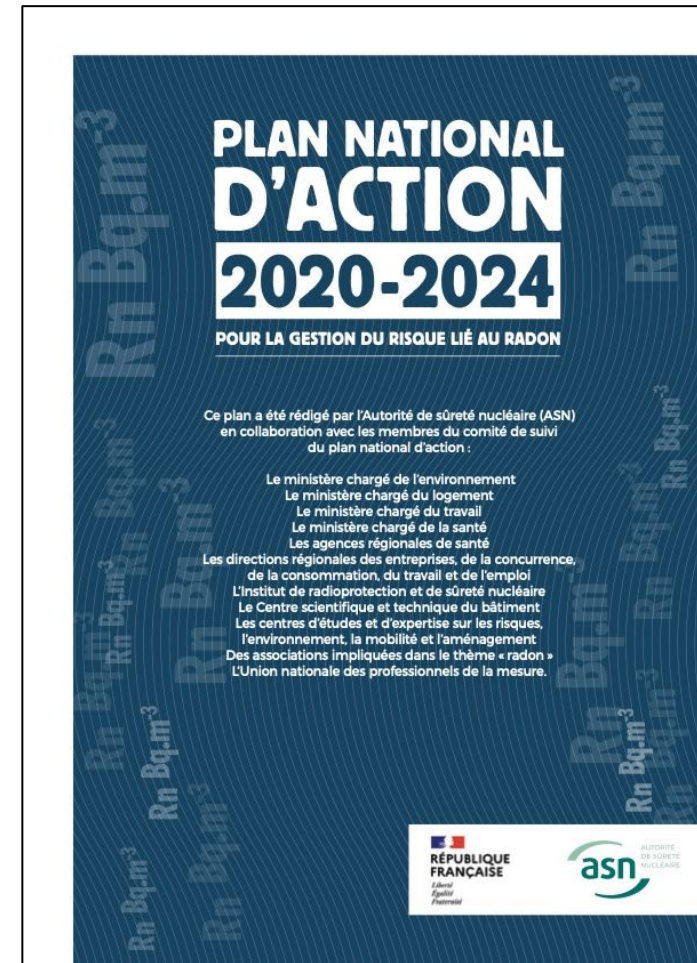
## Europäische Radonmaßnahmenpläne



der zweite irische Plan



der dritte schweizer Plan



der vierte französische Plan

## Der deutsche Radonmaßnahmenplan



- Herausforderung für den Gesetzgeber
  - Es ist verpflichtend, einen Plan aufzustellen.
  - Es ist nicht verpflichtend, ihn auch zu erfüllen.
  - 16 Bundesstaaten mit Ministerien und Behörden für Umwelt, Strahlenschutz, Bau, Gesundheit, Arbeit, Kultur, ... und unterschiedlicher Betroffenheit und Interessen
- Lösung
  - Möglichst viel im Gesetz und Verordnung verankern
  - „Er erläutert die Maßnahmen nach diesem Gesetz und enthält Ziele für die Bewältigung der langfristigen Risiken.“

## 2013/59/Euratom → StrlSchG, StrlSchV

1. Strategie für die Durchführung von Erhebungen → §122 StrlSchG
2. Abgrenzung von Gebieten → §121 StrlSchG, §153 StrlSchV
3. Ermittlung von Kategorien von Arbeitsplätzen → §121, Annex 8 StrlSchG
4. Grundlage für die Festlegung von Referenzwerten → §124, §126 StrlSchG
5. Zuweisung von Zuständigkeiten (staatlich und nicht-staatlich), Koordinierungsmechanismen und verfügbare Ressourcen für die Umsetzung des Maßnahmenplans.
6. Strategie für die Verringerung der Radon-Exposition in Wohnräumen → §125 StrlSchG, §154 StrlSchV
7. Strategien zur Ermöglichung von Sanierungsmaßnahmen nach der Bauausführung. → §125 StrlSchG
8. Strategie, einschließlich Methoden und Instrumenten, zur Verhinderung des Radon-Eintritts in neue Gebäude, einschließlich der Ermittlung von Baustoffen mit erheblicher Radon-Exhalation. → §123 StrlSchG
9. Zeitpläne für Überprüfungen des Maßnahmenplans. → §122 StrlSchG

## 2013/59/Euratom → StrlSchG, StrlSchV

10. Kommunikationsstrategie → §125 StrlSchG

11. Leitlinien für Messmethoden und -instrumente sowie Sanierungsmaßnahmen. → Radon Handbuch, DIN, ...  
Zu erwägen sind auch Kriterien für die Akkreditierung von Mess- und Sanierungsdiensten.

12. Gegebenenfalls Bereitstellung finanzieller Hilfe für Radonerhebungen und für Sanierungsmaßnahmen

13. Langfristige Ziele in Bezug auf die Verringerung des durch Radon-Exposition bedingten Lungenkrebsrisikos (für Raucher und Nichtraucher).

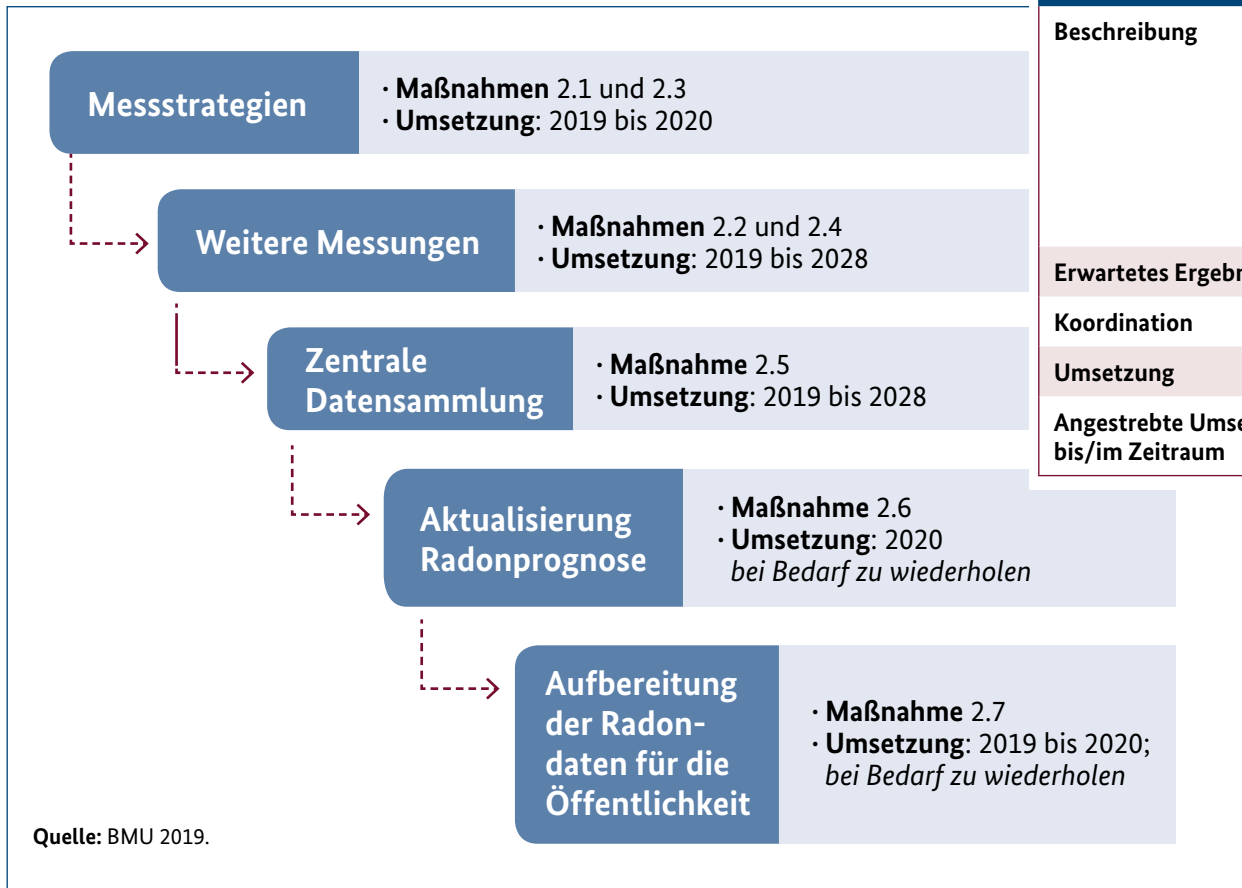
14. Gegebenenfalls Erwägung anderer damit verbundener Fragen und entsprechender Programme wie Energieeinsparprogramme und Programme zur Luftqualität in Innenräumen. → §123 StrlSchG

## Der deutsche Radonmaßnahmenplan



- Öffentlichkeitsarbeit
- Erhebung der Radonsituation sowie Identifikation und Ausweisung von Gebieten
- Maßnahmen, um den Zutritt von Radon in Aufenthaltsräume von Neubauten zu verhindern oder erheblich zu erschweren
- Maßnahmen, um die Radonaktivitätskonzentration in der Luft von bestehenden Gebäuden zu reduzieren
- Radon am Arbeitsplatz
- Forschung zu Radon und zu Schutzmaßnahmen
- Radonvorsorge bei Trinkwasser
- Evaluation der Umsetzung von Maßnahmen

# Der deutsche Radonmaßnahmenplan



Maßnahme 2.4	Durchführung von weiteren Messungen der Radonaktivitätskonzentration in der Innenraumluft
<b>Beschreibung</b>	Eine höhere Anzahl von repräsentativen Messungen in Aufenthaltsräumen soll im gesamten Bundesgebiet durchgeführt werden. Messungen sollen durch das Bundesamt für Strahlenschutz organisiert werden, aber auch durch Länder, die weitere Messungen für erforderlich halten.  Finanzierungsmöglichkeiten zur Förderung von Messungen, insbesondere in Aufenthaltsräumen, Bildungseinrichtungen und öffentlichen Gebäuden, sollen in Betracht gezogen werden.
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Messungen der Radonaktivitätskonzentration in der Innenraumluft im Bundesgebiet
<b>Koordination</b>	BFS
<b>Umsetzung</b>	BFS, zuständige Behörde(n) der Länder
<b>Angestrebte Umsetzung bis/im Zeitraum</b>	2019 bis 2028

- 23 Maßnahmen
- Evaluierung nach 10 Jahren (2028)

Koordinierung durch den Lenkungskreis von Bund und Länder: LAA (FAS, AK NR) + Vertreter\*in ARGEBAU + Vertreter\*in LAUG



## Fazit

Radon kommt überall vor!

„Radongebiete“ kommen überall vor!

Jedes Land hat ähnliche Probleme!

Harmonisierung wäre hilfreich!

Einen Plan zu haben ist (noch) nicht die Lösung!

Ohne Plan geht es aber auch nicht!

Extrem spannende Zeit!





**Bundesamt  
für Strahlenschutz**

### **Impressum**

Bundesamt für Strahlenschutz  
Postfach 10 01 49  
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0  
Fax: +49 30 18333-1885  
E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)

[www.bfs.de](http://www.bfs.de)

### **Kontakt für Rückfragen**

Bernd Hoffmann  
[bhoffmann@bfs.de](mailto:bhoffmann@bfs.de)  
+49 30 18333-4210