



Bundesamt
für Strahlenschutz

Radon – ein kaum wahrgenommenes Risiko

STRAHLENSCHUTZKONKRET



Der Mensch ist seit jeher von natürlichen radioaktiven Stoffen umgeben. Etwa 40% der dadurch verursachten Strahlenexposition sind auf das Gas Radon (Rn) in Wohnräumen zurückzuführen. Wo Radon entsteht und wie es sich in Gebäuden anreichern kann, erfahren Sie in dieser StrahlenschutzKonkret-Ausgabe. Außerdem erhalten Sie Informationen dazu, wie Radon zur Erhöhung Ihres persönlichen Krebsrisikos beiträgt, wie die Radon-Verteilung in Deutschland ist und was Sie dafür tun können, Ihre persönliche Radon-Belastung zu verringern.

Radon entsteht im Erdboden

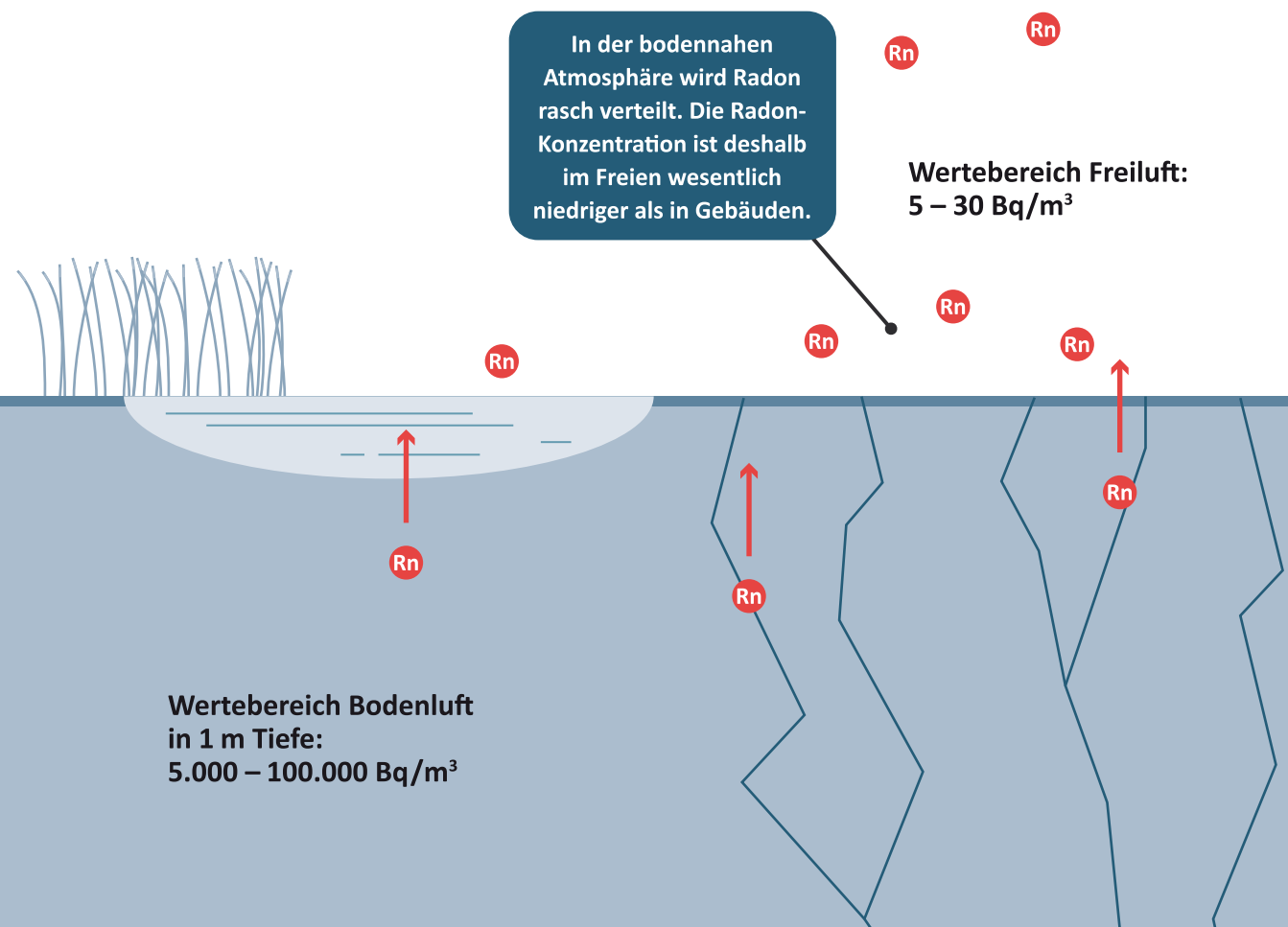
Die Erdkruste enthält seit Milliarden Jahren radioaktive Stoffe. Das in verschiedenen Gesteinen eingebundene Uran-238 (^{238}U) ist stark verbreitet. Zerfällt der Atomkern von Uran-238, entstehen weitere Radionuklide, darunter das radioaktive Gas Radon (^{222}Rn). Es ist besonders mobil, weil es mit anderen Elementen unter normalen Umständen keine chemischen Verbindungen eingeht. Ein Teil des entstehenden Radons wird im Porenraum der Böden und in Gesteinen freigesetzt. Von dort wandert es zur Erdoberfläche. Dieser Transport wird durch Spalten und Risse im Untergrund begünstigt. Dadurch kann es über Klüfte, Bergsenkungen oder an der Grenze zweier Gesteinsarten zu lokal erhöhten Radon-Konzentrationen kommen.

Darüber hinaus kann Radon auch im Grundwasser gelöst und mit diesem im geologischen Untergrund transportiert werden.

Radon kann sich in Gebäuden anreichern

Radon steigt im Erdboden nach oben und gelangt schließlich in die Atmosphäre. Im Freien verdünnt sich das Gas sehr schnell. Die Konzentrationen verändern sich witterungsbedingt und sind regional unterschiedlich. Während im norddeutschen Tiefland nur geringe Konzentrationen auftreten, sind sie im Bergland und in größerem Abstand zu den Küsten meist höher. Die Jahresmittelwerte in der bodennahen Luft liegen gewöhnlich bei 5 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3) bis etwa $30 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Kleinräumig kommen jedoch auch höhere Konzentrationen vor.

In Gebäuden treten meist höhere Radon-Konzentrationen als im Freien auf. In Deutschland ist die Hauptquelle für erhöhte Radon-Konzentrationen in Häusern die jeweilige



Radon-Konzentration in der Bodenluft. Radon-Freisetzungen aus Baumaterialien oder aus Trinkwasser spielen dagegen eine untergeordnete Rolle.

Über durchlässige, insbesondere undichte Fundamentbodenplatten, Risse im Mauerwerk oder über Kabel- und Rohrdurchführungen kann Radon aus dem Baugrund in Gebäude gelangen und sich dann in der Raumluft anreichern. Die Radon-Konzentration ist üblicherweise in bodenberührenden Gebäudebereichen (Keller und nicht unterkellerte Räume) am höchsten und nimmt dann von Stockwerk zu Stockwerk ab. In Deutschland beträgt der Jahresmittelwert der Radon-Konzentration in Aufenthaltsräumen durchschnittlich etwa 65 Bq/m^3 .

Ungefähr 13% der Bevölkerung in Deutschland sind in ihren Aufenthaltsräumen Werten von über 100 Bq/m^3 ausgesetzt; 0,25% der Bevölkerung sogar Werten von über 1.000 Bq/m^3 .

Messungen geben verlässliche Informationen

Wegen der Vielzahl von Einflussfaktoren können die Radon-Konzentrationen von Haus zu Haus schwanken. Verlässliche Aussagen über die Höhe der Radon-Konzentration sind nur über Messungen möglich. Aufgrund der großen Tages- und Jahresschwankungen der Radon-Konzentrationen sollten diese möglichst über einen Zeitraum von einem Jahr gemessen werden. Außerdem sind Messungen in häufig über mehrere Stunden hinweg genutzten Räumen sinnvoll, wie zum Beispiel Schlafzimmer, Wohnzimmer, Kinderzimmer.

BECQUEREL

Ist die Maßeinheit der „Aktivität“ eines radioaktiven Stoffes und gibt an, wie viele Kernzerfälle pro Sekunde stattfinden.

1 Bq = 1 Kernzerfall/Sekunde

Die Einheit Bq alleine ist nicht ausreichend. Sie nimmt immer Bezug auf eine Menge, zum Beispiel „pro Kilogramm“, „pro Liter“ oder „pro Kubikmeter“.

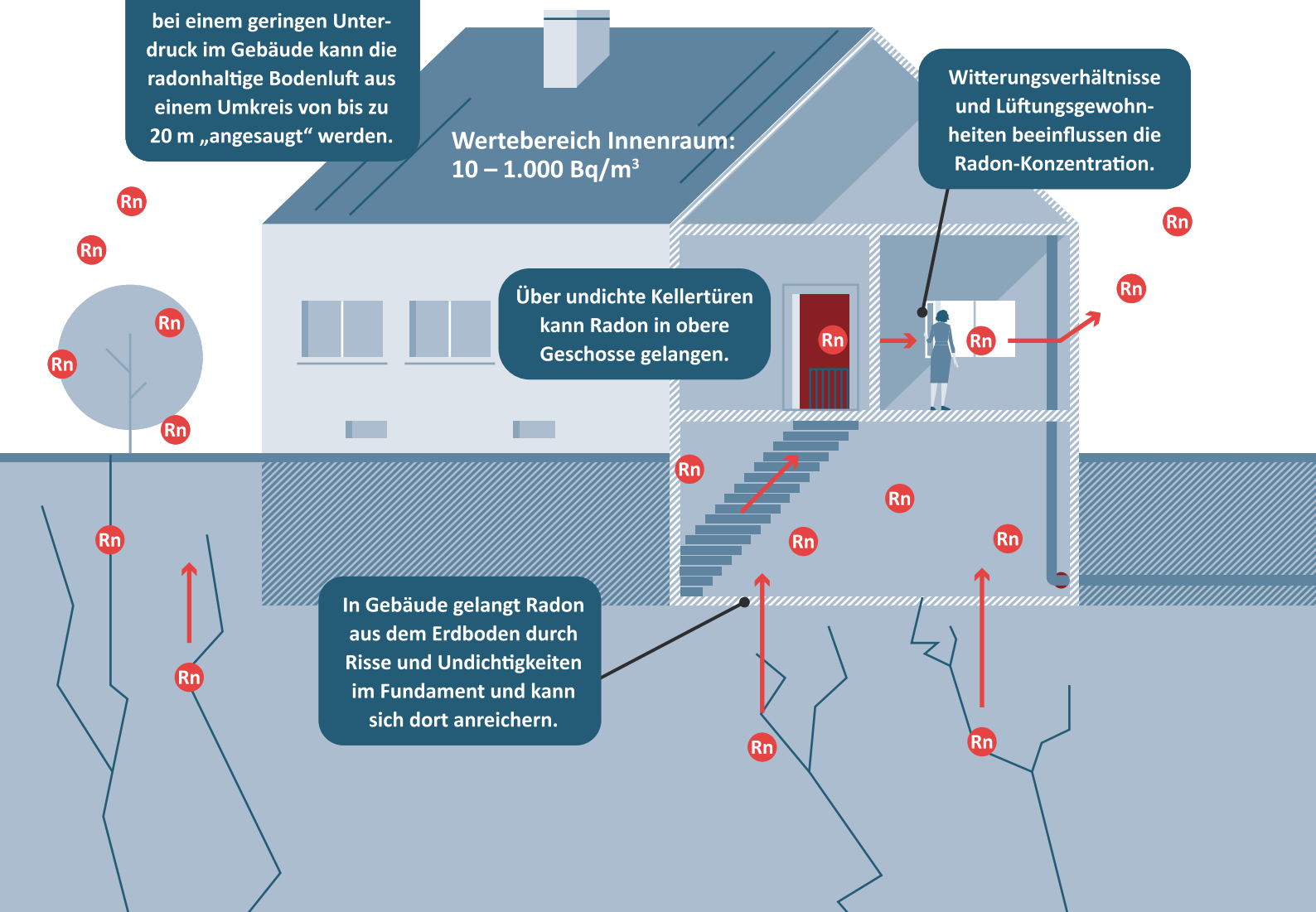
Ist das Haus gegenüber dem Baugrund auch nur geringfügig undicht, wirkt es wie ein Kamin. Bereits bei einem geringen Unterdruck im Gebäude kann die radonhaltige Bodenluft aus einem Umkreis von bis zu 20 m „angesaugt“ werden.

Wertebereich Innenraum:
 $10 - 1.000 \text{ Bq/m}^3$

Witterungsverhältnisse und Lüftungsgewohnheiten beeinflussen die Radon-Konzentration.

Über undichte Kellertüren kann Radon in obere Geschosse gelangen.

In Gebäude gelangt Radon aus dem Erdboden durch Risse und Undichtigkeiten im Fundament und kann sich dort anreichern.



In Deutschland beträgt die durchschnittliche jährliche Strahlenexposition durch Radon circa 1,1 mSv, wobei davon circa 0,9 mSv durch den Aufenthalt in Häusern und 0,2 mSv durch den Aufenthalt im Freien verursacht wird. Damit ist Radon für mehr als die Hälfte der natürlichen Strahlenbelastung verantwortlich.

Radon kann Krebs verursachen

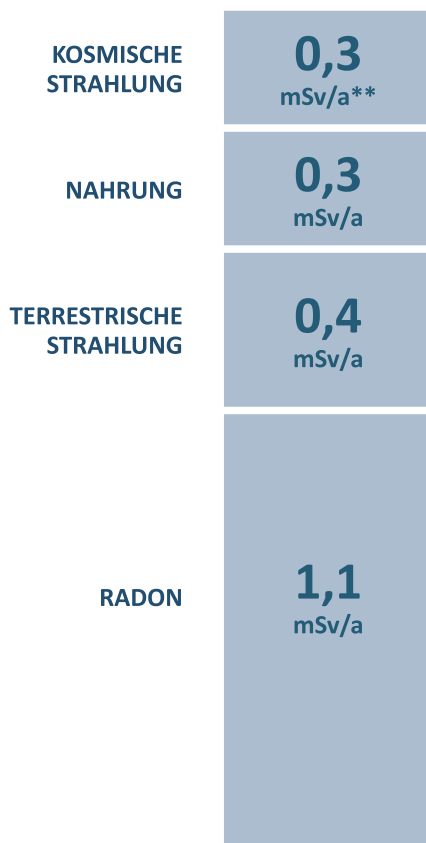
Radon und seine Zerfallsprodukte werden vom Menschen mit der Atemluft aufgenommen. Das Radon-Gas selbst gefährdet die Gesundheit weniger, denn es wird zum größten Teil wieder ausgeatmet, anders als seine kurzlebigen Zerfallsprodukte. Dabei handelt es sich um die ebenfalls radioaktiven Schwermetalle Polonium (Po) und Wismut (Bi), die an festen oder flüssigen Schwebeteilchen in der Luft angelagert sind. Nach dem Einatmen lagern sie sich im Atemtrakt ab und zerfallen dort. Die dabei entstehende energiereiche Alphastrahlung trifft die strahlenempfindlichen Zellen des Lungengewebes und kann die Zellen schädigen und damit eine Lungenkrebserkrankung begünstigen. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Radon und Lungenkrebs wurde bei Bergarbeitern, die

unter Tage extrem hohen Radon-Belastungen ausgesetzt waren, bereits vor vielen Jahrzehnten nachgewiesen. Das Internationale Krebsforschungszentrum der Weltgesundheitsorganisation (WHO) stufte deshalb Radon 1980 als für den Menschen krebserregenden Stoff ein.

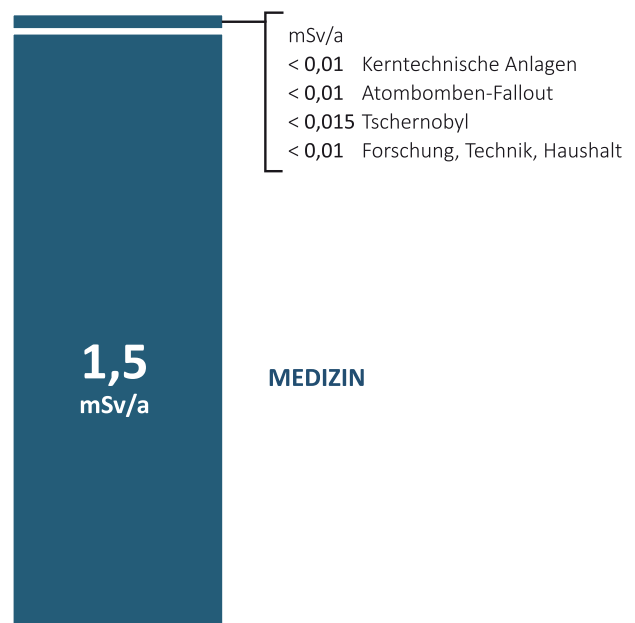
Ein weltweites Problem

Weltweit liefert Radon den mit Abstand größten Beitrag zur natürlichen Strahlenbelastung der Bevölkerung. Um die Gesundheitsgefahren durch Radon zu reduzieren, hat die Weltgesundheitsorganisation 2005 das WHO International Radon Project gestartet. Von deutscher Seite aus war das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) als WHO-Kooperationszentrum an dieser Initiative maßgeblich beteiligt. Ziel war es, Verfahren (Messung, Sanierung, Risikokommunikation, nationale Radon-Programme) zu entwickeln, mit denen Gesundheitsgefahren durch Radon reduziert werden können.

NATÜRLICHE STRAHLENQUELLEN Zivilisatorisch veränderte natürliche Strahlenquellen



KÜNSTLICHE STRAHLENQUELLEN Zivilisatorische Strahlenexposition



* Die biologische Wirkung der Strahlung auf den Körper und auf einzelne Organe wird in Millisievert (mSv) angegeben.
 ** mSv/a gibt an, wie viele Millisievert in einem Jahr auf den Körper einwirken.

Wie hoch ist das Krebsrisiko?

Die gemeinsame Auswertung mehrerer europäischer epidemiologischer Studien (Vergleiche von Lungenkrebspatient*innen und gesunden Personen) zu diesem Thema erbrachte folgende Erkenntnisse:

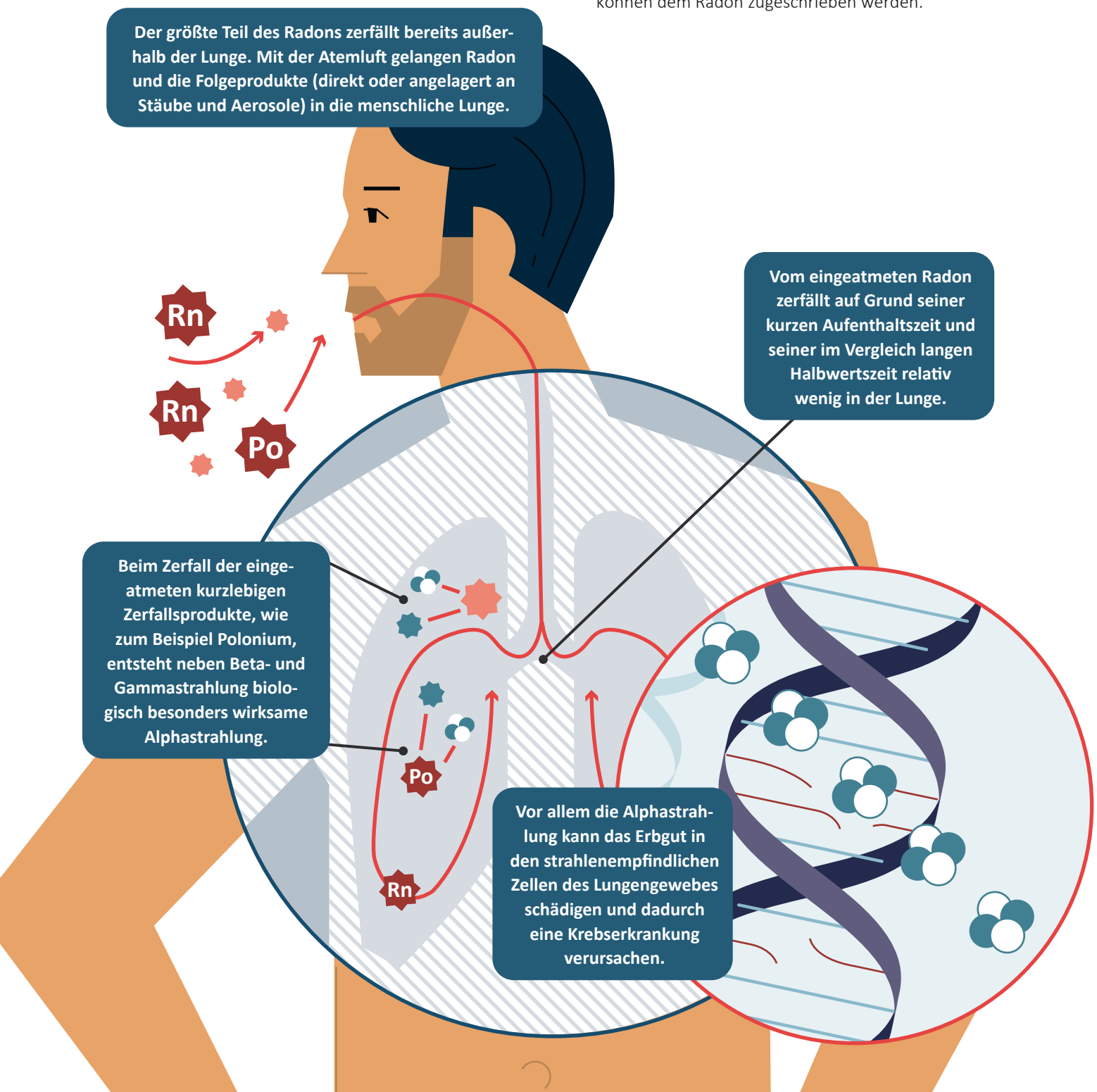
- Eine langjährige Radon-Belastung, auch in niedrigeren Konzentrationen, wie sie in Wohnungen vorkommen, kann Lungenkrebs verursachen. Es gibt keinen Hinweis für einen Schwellenwert, unterhalb dessen Radon ungefährlich ist.
- Mit zunehmender Radon-Konzentration in den Aufenthaltsräumen steigt das Risiko für Lungenkrebs gleichermaßen (proportional) an.
- Radon und Rauchen verstärken wechselseitig ihre Wirkung. Deshalb haben Raucher*innen ein besonders hohes Lungenkrebsrisiko durch Radon. Man geht davon aus, dass sich deren ohnehin hohes Lungenkrebsrisiko je 600 Bq/m^3 verdoppelt. Dies gilt entsprechend auch für das geringere Risiko bei Nichtrauchern.
- Radon in Wohnungen ist laut WHO nach dem Rauchen eine der wichtigsten Ursachen von Lungenkrebs. Über 6% der in Deutschland auftretenden Lungenkrebstodesfälle, etwa 2.800 von 45.000, können dem Radon zugeschrieben werden.

Der größte Teil des Radons zerfällt bereits außerhalb der Lunge. Mit der Atemluft gelangen Radon und die Folgeprodukte (direkt oder angelagert an Stäube und Aerosole) in die menschliche Lunge.

Vom eingeatmeten Radon zerfällt auf Grund seiner kurzen Aufenthaltszeit und seiner im Vergleich langen Halbwertszeit relativ wenig in der Lunge.

Beim Zerfall der eingeatmeten kurzlebigen Zerfallsprodukte, wie zum Beispiel Polonium, entsteht neben Beta- und Gammastrahlung biologisch besonders wirksame Alphastrahlung.

Vor allem die Alphastrahlung kann das Erbgut in den strahlenempfindlichen Zellen des Lungengewebes schädigen und dadurch eine Krebserkrankung verursachen.

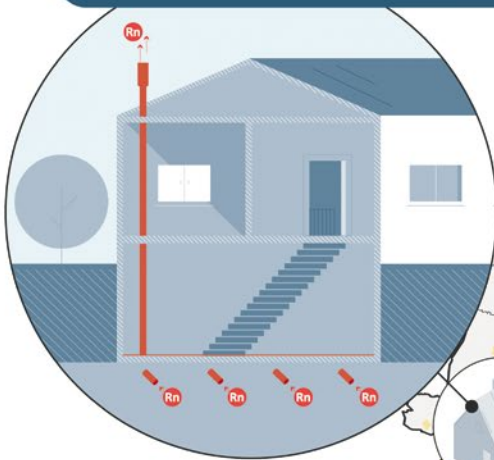


Radon-Verteilung in Deutschland

Die Karte zeigt, welchen Radon-Konzentrationen Menschen in Städten und Gemeinden in ihren Wohnräumen im Durchschnitt ausgesetzt sind (Stand 2022). In der Karte ist gut zu erkennen, in welchem Maße die Radon-Konzentrationen in Wohnräumen regional variieren. Die in der Karte abgebildeten unterschiedlichen durchschnittlichen Radon-Konzentrationen hängen dabei nicht nur von der

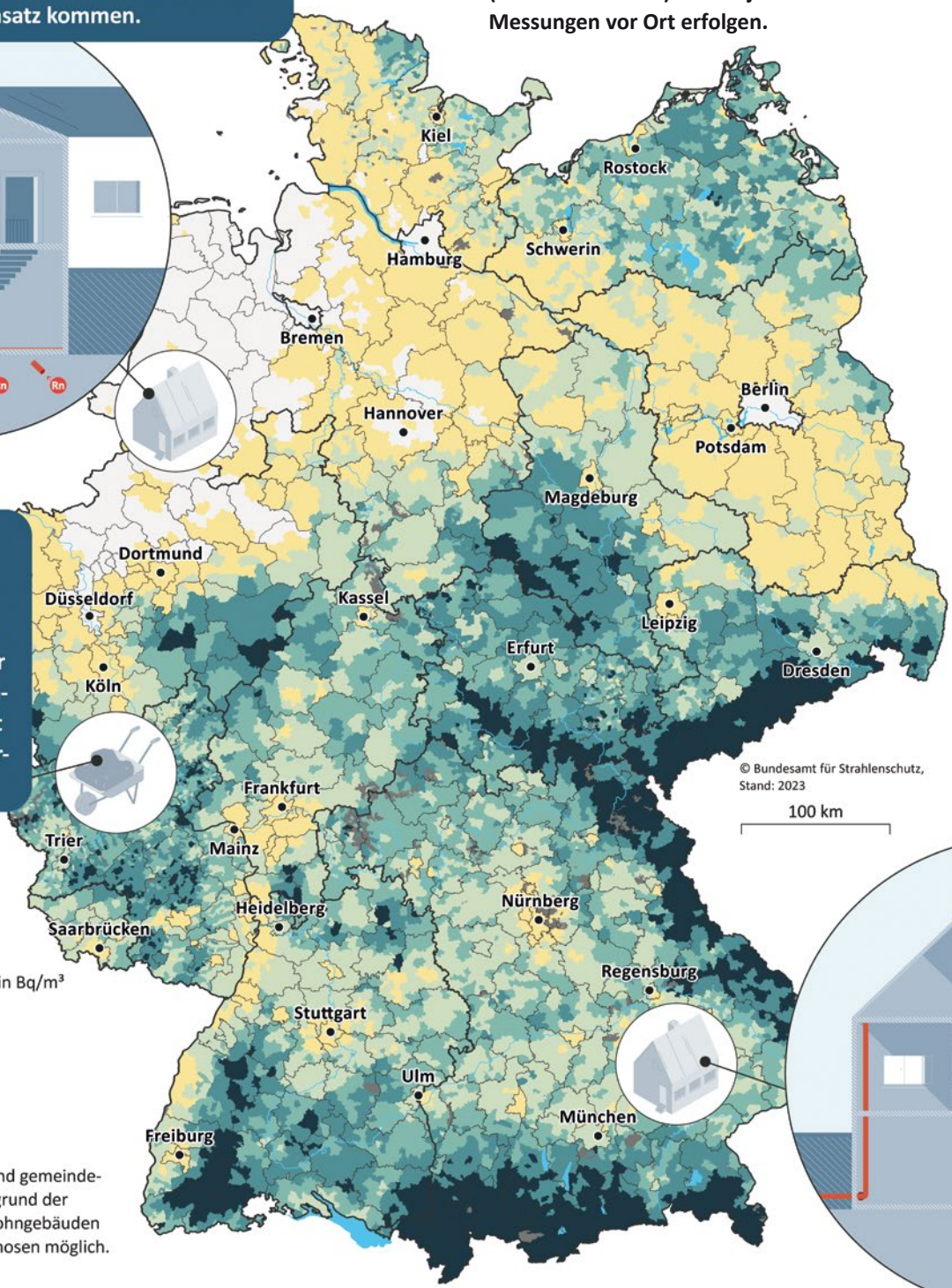
Radon-Konzentration im Baugrund der Gebäude ab, sondern auch von der Siedlungsstruktur. Niedrige Geschosse sind aufgrund ihres geringeren Abstandes zum Baugrund in der Regel stärker gefährdet. Daher sind ländliche Räume (mehr Einfamilienhäuser) bei gleicher Radon-Gefährdung aus dem Untergrund stärker betroffen als Städte (mehr Mehrfamilienhäuser).

Radon-Drainagen und die Abdichtung der Bodenplatte schützen in Neubauten vor erhöhter Radon-Konzentration und sollten vor allem in Gebieten mit erhöhtem Radon-Potenzial zum Einsatz kommen.



Die Karte gibt eine Orientierung, welche Radon-Werte in Städten und Gemeinden zu erwarten sind. Für die konkrete Planung (z. B. Hausneubau) sollten jedoch zusätzlich Messungen vor Ort erfolgen.

Auch Baustoffe können je nach Material und Herkunft unterschiedliche Mengen an Radon abgeben. Der Beitrag der Baustoffe zur Radon-Konzentration in Häusern ist in Deutschland von untergeordneter Bedeutung.

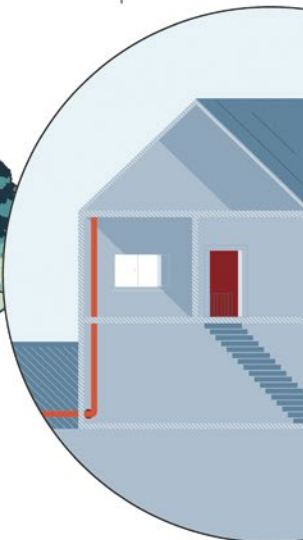


© Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 2023

100 km

Radon in der Innenraumluft in Bq/m³

> 150 Bq/m ³
100 – 150 Bq/m ³
75 – 100 Bq/m ³
55 – 75 Bq/m ³
35 – 55 Bq/m ³
< 35 Bq/m ³
In diesen Gemeinden und gemeindefreien Gebieten sind aufgrund der geringen Anzahl von Wohngebäuden keine belastbaren Prognosen möglich.



Bauliche Maßnahmen zum Schutz vor erhöhten Radon-Konzentrationen in Gebäuden

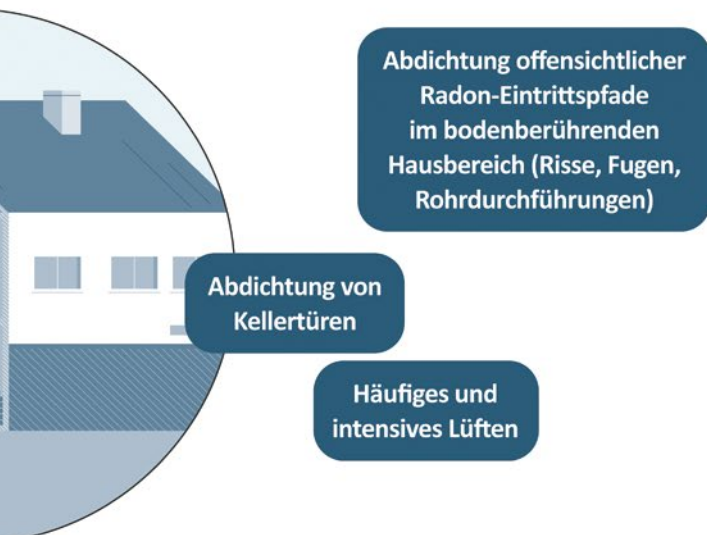
Das BfS hat auf Basis der wissenschaftlichen Erkenntnisse bereits 2004 in Zusammenarbeit mit dem Bundesumweltministerium ein Konzept für Schutzmaßnahmen entwickelt. Ziel ist es, die Strahlenbelastung durch Radon in Aufenthaltsräumen zu vermindern. Damit sollen nicht nur Spitzenwerte gekappt, sondern die Radon-Konzentrationen in Aufenthaltsräumen generell gesenkt werden.

Was ist bei Neubauten zu beachten?

Das BfS empfiehlt, neue Gebäude so zu planen, dass in den Aufenthaltsräumen Radon-Konzentrationen von mehr als 100 Bq/m³ im Jahresmittel vermieden werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sind bereits in vielen Fällen Isolierungsmaßnahmen ausreichend, die beim Bauen ohnehin angewendet werden. Für Standorte mit hohen Radon-Konzentrationen oder einer hohen Durchlässigkeit des Baugrundes sind aber auch zusätzliche Maßnahmen wie Radon-Drainagen sinnvoll. Um die im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen auszuwählen, sollte im Rahmen des Baugrundgutachtens die lokale Radon-Situation bewertet werden.

Was ist in bestehenden Gebäuden zu beachten?

In der Regel treten im Winter in Gebäuden höhere Konzentrationen auf als in den wärmeren Jahreszeiten. Daher sollten Messungen der Radon-Konzentration in Aufenthaltsräumen möglichst über den Zeitraum von einem Jahr durchgeführt werden. Momentanmessungen oder Messungen über einige Tage eignen sich im Allgemeinen nicht für Sanierungsentscheidungen.



Abwägung von Aufwand und Nutzen einer Sanierung

Wird im Jahresmittel der Wert von 100 Bq/m³ überschritten, sollte die Radon-Konzentration gesenkt werden. Helfen kann es, wenn man häufiger intensiv lüftet, Radon-Eintrittspfade im bodenberührenden Bereich (Risse, Fugen, Rohrdurchführungen) oder auch Kellertüren abdichtet. Ergeben Messungen Radon-Konzentrationen über 1.000 Bq/m³, sollten unbedingt bauliche Maßnahmen innerhalb von drei Jahren abgeschlossen werden. Das BfS empfiehlt, dass vor einer aufwendigeren Sanierung die Ursachen der erhöhten Radon-Konzentrationen fachlich fundiert ermittelt werden und die bauliche Situation bewertet wird. Die verschiedenen Sanierungsmöglichkeiten sollten hinsichtlich ihres Aufwandes und ihrer Erfolgsaussichten gegeneinander abgewogen werden. Zunächst ist die Frage zu beantworten: Kann man auch auf einfache Weise eine ausreichende Senkung der Radon-Konzentration erreichen? Sind ohnehin Um- oder Ausbauarbeiten vorgesehen, können dabei Sanierungsmaßnahmen einbezogen werden. Das BfS empfiehlt, den Erfolg durchgeführter Maßnahmen durch Messungen zu überprüfen.

Rechtliche Regelungen zu Radon

Der Schutz vor Radon ist im Strahlenschutzgesetz geregelt. Als Richtschnur für eine erhöhte Konzentration von Radon in Innenräumen ist hier ein sogenannter Referenzwert von 300 Bq/m³ im Jahresmittel festgelegt. Für Neubauten besteht die Pflicht, durch bauliche Maßnahmen weitgehend zu verhindern, dass Radon in das Gebäude eindringen kann. In den von den Bundesländern festgelegten „Radon-Vorsorgegebieten“ sind dabei besondere bauliche Maßnahmen vorgesehen, die in der Strahlenschutzverordnung festgelegt sind. Für private, bereits bestehende Wohngebäude können Eigentümer*innen und Bewohner*innen freiwillig Maßnahmen ergreifen. Werden Gebäude zum Arbeiten genutzt und wird bei Messungen der Referenzwert von 300 Bq/m³ überschritten, so sind die für die jeweiligen Arbeitsplätze Verantwortlichen verpflichtet, Maßnahmen einzuleiten, die die Radon-Konzentration senken. In den „Radon-Vorsorgegebieten“ muss an Arbeitsplätzen im Erd- und Untergeschoss gemessen werden.

Um den Schutz der Bevölkerung vor Radon zu verbessern, hat das Bundesumweltministerium zusammen mit den Bundesländern und dem BfS einen Radon-Maßnahmenplan erarbeitet. Der Plan soll darüber informieren, welche Maßnahmen Bund und Länder planen, um die Radon-Belastung in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen zu senken.



So schützen Sie sich vor hohen Radon-Konzentrationen



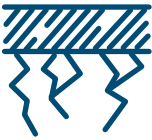
Fenster

Lüften Sie häufig und intensiv die von Ihnen genutzten Aufenthaltsräume!



Kellertüren

Dichten Sie Kellertüren sorgfältig ab!



Boden

Dichten Sie offensichtliche Radon-Eintrittspfade im bodenberührenden Hausbereich (Risse, Fugen, Rohrdurchführungen) ab!



Messung

Für die Messung der Jahresmittelwerte der Radon-Konzentration werden Messeinrichtungen an die Auftraggeber*innen (Besitzer*innen, Nutzer*innen) verschickt und nach Aufstellung an die Lieferant*innen zurückgeschickt. Nach Auswertung bekommen die Auftraggeber*innen das Messergebnis mitgeteilt. Dies ist preiswert. Wenn Radon-Expert*innen diese Untersuchung durchführen, kann es deutlich teurer werden.



Information

Informieren Sie sich weiterführend unter <https://www.bfs.de/radon>



Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter
Tel.: +49 3018 333-0
Fax: +49 3018 333-1885
E-Mail: ePost@bfs.de
www.bfs.de

Redaktion: Melanie Bartholomäus
Gestaltung: Orca Affairs
Druck: Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG
Fotos: Titel Gettyimages/Kentaroo Tryman,
alle weiteren BfS
Stand: Juni 2024

