

Radon

Messung und Bewertung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

AUTONOME PROVINZ
BOZEN - SÜDTIROL

Landesagentur
für Umwelt



PROVINCIA AUTONOMA
DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Agenzia provinciale
per l'ambiente



Bayerisches Landesamt für
Umwelt





Inhalt

Eigenschaften, Vorkommen und Wirkung von Radon	4
Einflussfaktoren auf die Radonkonzentration in Innenräumen.....	6
Wann sind Radonmessungen erforderlich?	7
Schwankung der Radonkonzentration in Wohngebäuden	8
Messungen für Richt- und Grenzwertvergleiche	9
Messungen für Sanierungsplanung und -überprüfung	11
Orientierende Messungen	12
Messungen von Radon in der Bodenluft.....	13
Radon-Information	14

Eigenschaften, Vorkommen und Wirkung von Radon

Eigenschaften und Vorkommen

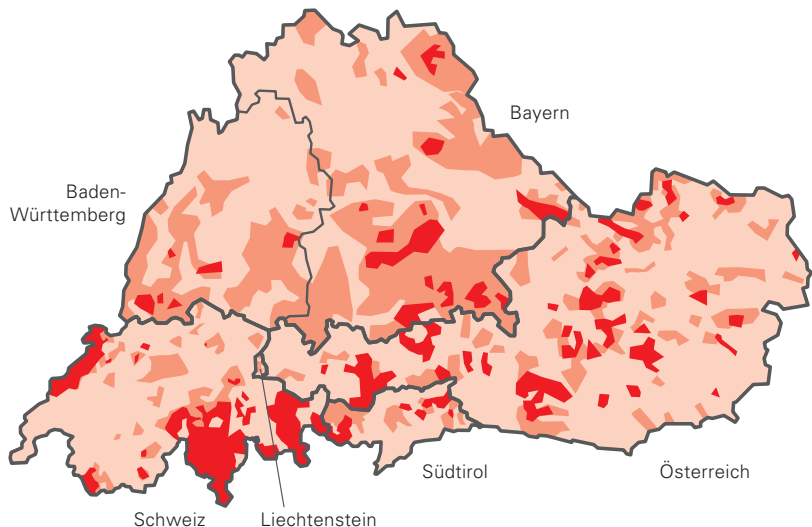
Radon ist ein natürliches, überall vorkommendes radioaktives Edelgas, das farb-, geruch- und geschmacklos ist. Es ist ein Zerfallsprodukt des in Böden und Gesteinen vorkommenden radioaktiven Schwermetalls Uran. Aus Böden und Gesteinen kann Radon relativ leicht entweichen und sich über Bodenluft oder gelöst in Wasser ausbreiten. Dabei kann es auch in die Raumluft von Gebäuden gelangen.

Einen ersten Anhaltspunkt, ob mit erhöhten Radonkonzentrationen in der Raumluft von Gebäuden gerechnet werden muss, erhalten Sie über die Radonpotential- und Radonrisikokarten einzelner Länder.

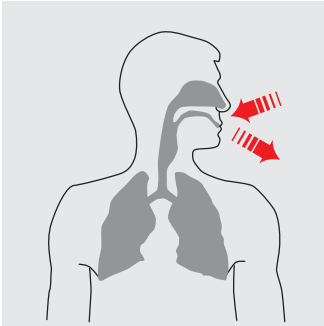
Die nachfolgende Grafik zeigt eine stark vereinfachte Darstellung der Radonrisikogebiete in Österreich, Süddeutschland, Südtirol, Liechtenstein und der Schweiz.

Radonrisiko

gering 
erhöht 



Detaillierte Informationen zum Thema Radon finden Sie auf den länderspezifischen Websites. Diese Adressen sind auf Seite 15 dieser Broschüre aufgelistet.



Auswirkung auf die Gesundheit

Nach dem Rauchen (ca. 85 %) sind Radon beziehungsweise seine Zerfallsprodukte die zweithäufigste Ursache (ca. 10%) für Lungenkrebs.

Über die Luft eingeatmetes Radongas wird zum überwiegenden Teil gleich wieder ausgeatmet. Das grösste gesundheitliche Risiko geht also nicht vom radioaktiven Edelgas Radon selbst aus, sondern von dessen kurzlebigen Zerfallsprodukten – ebenfalls radioaktive Schwermetalle. Die in der Raumluft vorhandenen freien Zerfallsprodukte lagern sich an luftgetragene Schwebeteilchen (Aerosole) an.

Beim Atmen werden die freien Zerfallsprodukte und die Aerosole in der Lunge abgelagert. Von dort senden sie ionisierende Strahlung aus, die das unmittelbar umgebende Lungengewebe schädigen und letztendlich Lungenkrebs auslösen kann.

Richtwerte und Grenzwerte

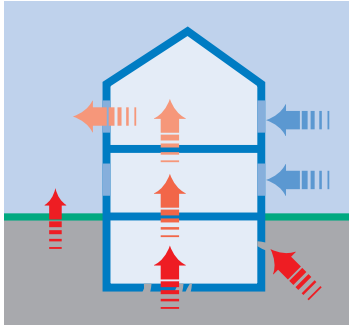
Die folgende Tabelle zeigt die derzeitigen Richt- und Grenzwerte für Jahresmittelwerte der Radonkonzentration in Wohnräumen der verschiedenen Länder.

Land	Richtwerte		Grenzwerte
	Neubauten	Bestehende Gebäude	
Baden-Württemberg Bayern	250 Bq/m ³	250 Bq/m ³	—
Österreich	200 Bq/m ³	400 Bq/m ³	—
Schweiz	400 Bq/m ³	400 Bq/m ³	1000 Bq/m ³
Südtirol	200 Bq/m ³	400 Bq/m ³	500 Bq/m ³ (für Arbeitsräume)

Die Jahresmittelwerte der Radonkonzentration reichen normalerweise von 50 bis 500 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m³) Luft. Es können aber auch – insbesondere in Radonrisikogebieten – Werte bis zu mehreren 1000 Bq/m³ erreicht werden.

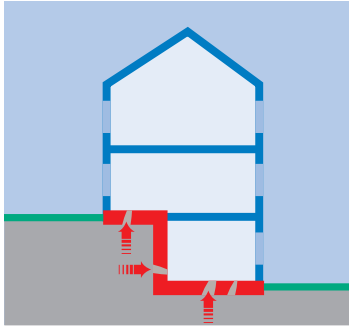
Einflussfaktoren auf die Radonkonzentration in Innenräumen

Die Höhe der Radonkonzentration in der Innenraumluft hängt von verschiedenen Faktoren ab:



Luftwechsel im Gebäude

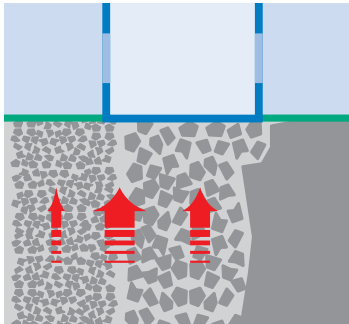
Der Austausch zwischen Raumluft und Aussenluft hat einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Radonkonzentration in Innenräumen. Undichte Fenster und Türen führen dabei zu höheren Luftwechselraten. Wird der Luftwechsel dagegen verringert, zum Beispiel durch den Einbau dicht schliessender Fenster und Türen, kann die Raumluftkonzentration von Radon erheblich ansteigen.



Gebäudezustand

Entscheidend ist die Durchlässigkeit eines Gebäudes gegenüber der Bodenluft im Fundamentbereich ebenso wie im Mauerwerk mit Erdkontakt. Eindringmöglichkeiten gibt es etwa über Spalten und Risse sowie entlang von Kabel- und Rohrdurchführungen. Die radonhaltige Bodenluft wird durch einen im Bauwerk entstehenden Unterdruck (Kamineffekt durch Temperaturdifferenzen von Raum- und Aussenluft beziehungsweise durch Winddruck) in das Gebäude gesaugt (siehe Abbildung links oben).

Sind Keller oder andere Gebäudebereiche mit Erdkontakt gegenüber darüber liegenden Stockwerken offen, kann sich Radon besonders leicht nach oben ausbreiten.



Beschaffenheit des Untergrunds

Neben der Zusammensetzung von Boden und Gestein (Uran-, Radiumgehalt) spielen vor allem die Korngrösse des Gesteins (Abgabe von Radon an die Bodenluft) und die Durchlässigkeit des Untergrunds (Weitertransport der radonhaltigen Bodenluft) eine wichtige Rolle.

Besondere Vorsicht ist bei Schuttkegeln und Hanglagen, verwittertem Granit, Karst- und Schotterböden geboten – im Gegensatz zu sehr kompakten oder lehmhaltigen Böden.

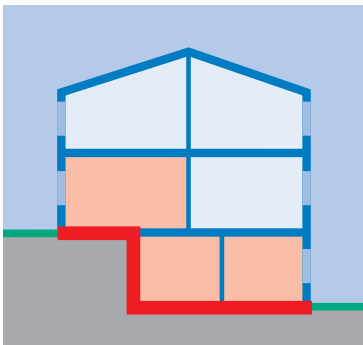
Wann sind Radonmessungen erforderlich?

Die Konzentration des Edelgases Radon in Innenräumen lässt sich mit speziellen Messgeräten auf einfache Art bestimmen. Untersuchungen haben ergeben, dass der Radon-Jahresmittelwert eines Gebäudes hauptsächlich von der Bauweise (Fundamentausführung, Unterkellerung, Gebäudedichtheit) und dem Benutzerverhalten (Lüftungsgewohnheiten) abhängig ist. Deshalb weisen auch benachbarte Wohnhäuser oft sehr unterschiedliche Radonkonzentrationen auf.

Gewissheit über die Radonkonzentration in Ihrem Gebäude erhalten Sie ausschliesslich über eine Messung. Aus diesem Grunde sind Radonmessungen in Häusern, in denen Wohnräume Erdkontakt haben (zum Beispiel bei Hanglage, keinem oder bewohntem Kellergeschoss), oder in Gebäuden in Gebieten mit erhöhtem Radonrisiko empfohlen.

Sind in Wohnräumen mit Erdkontakt Umbauarbeiten an Böden und Wänden vorgesehen, zum Beispiel energetische Sanierungen oder Zubauten, lassen sich Radonschutzmassnahmen deutlich kostengünstiger und effektiver als im Nachhinein planen und umsetzen. Daher wird in diesen Fällen eine Messung angeraten.

Die Kenntnis der Radonkonzentration ist ebenso beim Kauf einer Immobilie wünschenswert.



Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m³)

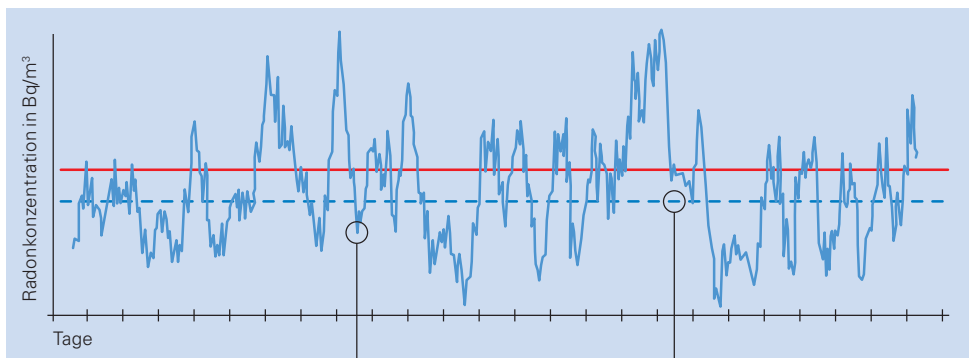
Die Radonkonzentration wird in Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m³) gemessen. 400 Bq/m³ bedeuten, dass in einem Volumen von einem Kubikmeter Luft pro Sekunde 400 Radonatomkerne unter Aussendung ionisierender Strahlung zerfallen.

- Flächen mit Erdkontakt
- Wohnräume mit Erdkontakt

Schwankung der Radonkonzentration in Wohngebäuden

Bei der Radonkonzentration in Gebäuden treten üblicherweise starke zeitliche und räumliche Schwankungen auf (siehe Grafik). Das ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen, die bei der Planung und Interpretation von Messungen von Bedeutung sind.

Es gibt tageszeitliche und jahreszeitliche Schwankungen, in Abhängigkeit von der Witterung. Diese entstehen überwiegend durch den auf Seite 6 bereits erwähnten Kamineffekt im Haus, also wenn erhebliche Temperaturdifferenzen zwischen Raum- und Aussenluft gegeben sind. Diese Schwankungen werden durch das Bewohnerverhalten (Lüften, Heizen etc.) noch verstärkt. Zusätzlich sorgen Unterschiede bei Raumnutzung, Verteilung von Radoneintrittsstellen und Luftaustausch für verschieden hohe Konzentrationen in Räumen. In der Regel nimmt die Radonkonzentration in höheren Stockwerken ab.



- Beispielhafter Radonverlauf in einem Wohnzimmer
- Richtwert
- - Mittelwert im Wohnzimmer



Messgerät für Radonverlauf



Dosimeter für Mittelwerte

Messungen für Richt- und Grenzwertvergleiche

In Innenräumen lassen sich Messungen für Richt- und Grenzwertvergleiche einfach, zuverlässig und kostengünstig durch anerkannte oder akkreditierte Messstellen durchführen.

Richtwerte und – sofern vorhanden – Grenzwerte sind als Jahresmittelwerte für Wohnungen bei üblicher Nutzung angegeben (siehe Tabelle auf Seite 5). Optimal wäre es, Messungen über ein Jahr und in allen bewohnten Räumen durchzuführen. Dies würde jedoch einen hohen Aufwand und ein langes Warten auf das Ergebnis bedeuten. Deshalb geht man in der Praxis Kompromisse bezüglich Wirtschaftlichkeit und Schnelligkeit ein.

Daraus resultieren folgende Anforderungen an eine Messung:

Messdauer: Mindestens drei Monate

Messzeitraum: Mindestens die halbe Messzeit im Winterhalbjahr (15. Oktober bis 15. April)

Messorte: Räume mit den längsten Aufenthaltszeiten (mindestens zwei getrennte Räume); bevorzugt im Bereich mit Erdkontakt

In nicht oder nur gelegentlich genutzten Wohnungen (zum Beispiel in Wochenendhäusern) sind Standardmessungen für Richt- und Grenzwertvergleiche nicht sinnvoll. Bei Bedarf können in Absprache mit einer Radonfachperson an individuelle Bedingungen angepasste Messungen durchgeführt werden.

Hinweis: Nationale Regelungen können höhere Anforderungen an die Messung stellen. So ist beispielsweise in Italien eine Ganzjahresmessung in der Hälfte der bewohnten Räume mit Erdkontakt (jedoch in mindestens zwei der bewohnten Räume) vorgeschrieben, üblicherweise aufgeteilt in zwei Halbjahresmessungen (Sommer- und Winterhalbjahr).

Bei grossen Messkampagnen kann aus Gründen der Wirtschaftlichkeit der Messaufwand reduziert werden. Beispielsweise wird in der Schweiz eine Wintermessung mit jahreszeitlicher Korrektur im tiefstgelegenen, bewohnten oder beheizten Raum durchgeführt.

Durchführung der Messung

Messungen werden in der Regel mit passiven Dosimetern durchgeführt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Geräte nur Radon messen. Sogenannte «offene» Dosimeter sind nicht dafür geeignet. Passive Dosimeter sind klein, handlich und werden per Post verschickt. Die Handhabung ist ausgesprochen einfach. Die Dosimeter strahlen nicht und sind ungiftig. Die Kosten einer Messung liegen im Bereich von 70 bis 200 Franken pro Wohnung. Für die Aufstellung des Dosimeters im Raum ist ein freier Platz zu wählen, der

- fern von Türen und Fenstern und frei von Zugluft ist
- nicht direkt an der Wand liegt (mindestens 10 cm Abstand)
- nicht stark erwärmt wird (zum Beispiel durch direkte Sonneneinstrahlung oder Heizung)
- sich ungefähr in Atemhöhe befindet
- für Kinder und Haustiere unzugänglich ist
- keine kondensierende Feuchtigkeit aufweist

Ferner gilt: Das Dosimeter muss über den gesamten Messzeitraum am selben Ort bleiben. Während der Messung sollte die Wohnung in gewohnter Weise genutzt werden. Über Messstellen können Sie sich bei den auf Seite 15 angeführten Institutionen informieren.



Dosimeter zur Bestimmung der Radonkonzentration

Messungen für Sanierungsplanung und -überprüfung

Soll eine Radonsanierung durchgeführt werden, ist für deren Planung die Bestimmung des zeitlichen Verlaufes der Radonkonzentration zweckmässig. Messungen, bei denen mehrere Messgeräte zur gleichen Zeit in verschiedenen Räumen im Einsatz sind, liefern die beste Information. Es ist jedoch auch möglich, mit einem einzigen Messgerät mehrere Räume nacheinander zu messen. So können Eintrittsstellen und Ausbreitungswege von Radon besser eingegrenzt sowie Auswirkungen des Bewohnerverhaltens oder die Wirksamkeit von provisorischen Massnahmen besser abgeschätzt werden.

Auch die unmittelbare Überprüfung der Wirksamkeit von Sanierungsmassnahmen erfolgt mit zeitaufgelösten Messungen oder mit einfacheren elektronischen Messgeräten.

Die Durchführung der Messungen sowie die Beurteilung der Ergebnisse erfordern einige Erfahrung. Informationen erhalten Sie bei den auf Seite 15 dieser Broschüre angeführten Institutionen.

Nach Abschluss der Sanierung ist von einer unabhängigen Messstelle eine Messung für Richt- und Grenzwertvergleiche (siehe Seite 9) durchzuführen. Eine derartige Messung soll in regelmässigen Abständen (fünf bis zehn Jahre, je nach der Radonkonzentration vor der Sanierung) wiederholt werden.



Messgeräte für die Überprüfung der Wirksamkeit von Sanierungsmassnahmen

Orientierende Messungen

Eine orientierende Messung ist ein Schnellverfahren, das bei hohem Zeitdruck – etwa bei Veräusserung einer Immobilie oder bei bevorstehenden Umbauten – eingesetzt wird. Sie dient primär zur Abschätzung der möglichen Radonbelastung eines Wohngebäudes. Die Planung der Messung und die Bewertung der Messergebnisse sind von einer Radonfachperson durchzuführen.

Da orientierende Messungen nur schwer einen Rückschluss auf den Jahresmittelwert zulassen, empfiehlt es sich, nach Möglichkeit eine Messung für Richt- und Grenzwertvergleiche (siehe Seite 9) durchzuführen.

Empfohlene Messmethode

Die Messung erfolgt zeitauflösend über eine Woche:

- 6 Tage in verschiedenen bewohnten Räumen (zum Beispiel Schlaf-, Kinder- oder Wohnzimmer sowie Aufenthaltsräume), bevorzugt mit Erdkontakt; Messdauer pro Raum mindestens 1 Tag
- 1 weiterer Tag in einem, falls vorhanden, nicht bewohnten Raum mit Erdkontakt und der höchsten zu erwartenden Radonkonzentration (Erdkeller, Waschküche etc.), ansonsten im Badezimmer

Da die Radonkonzentration wesentlich vom Benutzerverhalten (Lüften) der Bewohner und der Witterung beeinflusst wird, soll bei orientierenden Messungen

- vor Beginn der Messung gründlich gelüftet werden
- während der Messung so wenig wie möglich gelüftet werden
- während der Messung auf geschlossene Innentüren geachtet werden
- das Gebäude bewohnt oder zumindest beheizt sein

Messungen von Radon in der Bodenluft

Prinzipiell ist auch die Bestimmung der Radonkonzentration in der Bodenluft möglich. Sie wird vorwiegend für die Feststellung von Radonrisikogebieten und zu wissenschaftlichen Zwecken ermittelt. Für die Baupraxis ist eine Bodenluftmessung jedoch sehr aufwändig, kostenintensiv und nicht aussagekräftig genug.

Daher wird bei Neubauten empfohlen, Vorsorgemassnahmen gemäss der Broschüre «Radon – Vorsorgemassnahmen bei Neubauten» ohne vorhergehende Bodenluftmessung am Baugrund durchzuführen.

Fakten und Hinweise

- Radon ist nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs
- Nur eine Messung gibt Gewissheit über die Radonkonzentration im jeweiligen Gebäude
- Richt- und Grenzwertvergleiche können einfach, zuverlässig und kostengünstig durchgeführt werden
- In Risikogebieten ist die Radonmessung besonders wichtig
- Anerkannte Messstellen bieten zuverlässige Messungen an

Vorsorgemassnahmen bei Neubauten sind zuverlässiger und kostengünstiger als die Messung von Radon in der Bodenluft



Radon-Information

Broschüren dieser Serie

- Radon – Vorsorgemassnahmen bei Neubauten
- Radon – Messung und Bewertung
- Radon – Sanierungsmassnahmen bei bestehenden Gebäuden
- Radon – Einfluss der energetischen Sanierung

Im Internet

Deutschland: www.bfs.de (Suche *Radon*)

– Baden-Württemberg: www.uvm.baden-wuerttemberg.de
(Suche *Radon*)

– Bayern: www.lfu.bayern.de (Suche *Radon*)

Österreich: www.radon.gv.at

– Oberösterreich: [www.land-oberoesterreich.gv.at/Thema/
Radon](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/Thema/Radon)

Schweiz und Liechtenstein: www.ch-radon.ch

Südtirol: www.provinz.bz.it/umweltagentur (Suche *Radon*)

Hinweis

Der Inhalt der Broschüren entspricht dem Konsens unter den beteiligten Ländern, kann aber von nationalen Empfehlungen abweichen.



**Österreichische Agentur für Gesundheit
und Ernährungssicherheit (AGES)
Österreichische Fachstelle für Radon**

Wieningerstrasse 8
A-4020 Linz
Tel. : +43 50 555 41 550
radon@ages.at
www.ages.at

**Bayerisches Landesamt für Umwelt
Abteilung Strahlenschutz**

Bürgermeister-Ulrich-Strasse 160
D-86159 Augsburg
Tel. : +49 821 9071 0
poststelle@lfu.bayern.de
www.lfu.bayern.de

Landesagentur für Umwelt Bozen

Amba Alagistrasse 5
I-39100 Bozen
Tel. : +39 0471 417101
luigi.minach@provinz.bz.it
www.provinz.bz.it

**Amt der Oö. Landesregierung
Abt. Umweltschutz / Strahlenschutz**

Kärntnerstrasse 10–12
A-4021 Linz
Tel. : +43 732 7720 14543
radon.us.post@ooe.gv.at
www.land-oberoesterreich.gv.at

**Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg**

Kernerplatz 9
D-70182 Stuttgart
Tel.: +49 711 126 0
poststelle@uvm.bwl.de
www.uvm.baden-wuerttemberg.de

**Bundesamt für Gesundheit (BAG)
Sektion Radiologische Risiken**

CH-3003 Bern
Tel. : +41 31 324 68 80
radon@bag.admin.ch
www.ch-radon.ch

Impressum

© Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Herausgeber: Gemeinsame Veröffentlichung von Radon-Fachstellen aus Österreich, Schweiz, Süddeutschland, Südtirol

Publikationszeitpunkt: 2012

Weitere Informationen: BAG, Sektion Radiologische Risiken, CH-3003 Bern

E-Mail: radon@bag.admin.ch, www.ch-radon.ch

Diese Publikation erscheint ebenfalls in französischer und italienischer Sprache.

Text: Gräser Joachim (AGES, Österreich), Grimm Christian (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg), Kaineder Heribert (Amt der Oö. Landesregierung), Körner Simone und Heidler Michael (beide Bayerisches Landesamt für Umwelt), Minach Luigi (Landesagentur für Umwelt, Südtirol), Ringer Wolfgang (AGES, Österreich), Palacios-Gruson Martha (Bundesamt für Gesundheit, Schweiz), Valsangiacomo Claudio (SUPSI, Schweiz). Durchsicht: Diessa Diana (Bundesamt für Gesundheit, Schweiz).

BAG-Publikationsnummer: BAG VS 09.12 15'000 d 10'000 f 5'000 i 40EXT1221

Vertrieb:

BBL, Vertrieb Bundespublikationen, CH-3003 Bern

www.bundespublikationen.admin.ch

Bestellnummer: 311.340.d

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier