



Immobilien-Check Radon - Bodengasmessung

In der Allgemeinbevölkerung in Deutschland ist Radon noch wenig bekannt. Eine aktuelle Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz zeigt, dass nur jeder fünfte Radon als gefährlich einschätzt. In den meisten Fällen werden zuerst „Radonkarten“ herangezogen, um eine eventuelle Betroffenheit abschätzen zu können. Die derzeit verfügbaren Karten der Radonkonzentration in der Bodenluft und des geogenen Radonpotentials liefern nur eine recht grobe Übersicht [2]. Die Karte basiert auf Daten von relativ wenigen Messpunkten und zeigt rein statistische Zusammenhänge bzw. Wahrscheinlichkeiten auf. Daher kann eine Prognose des geogenen Radonpotentials auf Basis von Radonkarten für ein individuelles Baufeld **nicht** abgeleitet werden und eine Prognose der Radonkonzentration in der Innenraumlufte auf Basis von Radonkarten für ein individuelles Bestandsgebäude **nicht** abgeleitet werden.

Radon kommt überall im Erdreich vor. In manchen Gebieten zeigen sich jedoch erhöhte und überdurchschnittliche Radonkonzentrationen in der Bodenluft vor allem in Bayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen sowie im südlichen Schwarzwald, in der Eifel, im Harz und im Sauerland. Fast jedes Bundesland hat einige „Hot-Spots“, welche bei der Festlegung der Radonvorsorgegebiete nach § 121 StrlSchG nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Radonmessungen in der Bodenluft sind geeignete Möglichkeiten, das **geogene Radonpotential** für ein abgegrenztes Gebiet (Verwaltungseinheit oder geologische Einheit) abzuschätzen oder an einem konkreten Standort (Baufeld) zu bestimmen. Die Ergebnisse dienen dazu, ein erhöhtes Risiko für eine Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumlufte und das damit verbundene gesundheitliche Risiko erkennen zu können und ggf. geeignete Maßnahmen zum Radonschutz in Betracht zu ziehen. Nach dem neuen Strahlenschutzgesetz (2017) bzw. der Strahlenschutzverordnung (2018) besteht in den ab 1.1.2021 von den Ländern auszuweisenden „Radonvorsorgegebieten“ sogar eine Pflicht, zusätzliche Maßnahmen zum Radonschutz bei Neubauvorhaben einzubeziehen. Weiterhin besteht in diesen Gebieten auch eine Messpflicht zur Messung der Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumlufte an Arbeitsplätzen im Erd- und Untergeschoss eines Gebäudes, unabhängig von der Branche.

Im Mittelpunkt der Radon-Bodengasmessung steht ein geeignetes und bewährtes Verfahren, um die **Radon-Aktivitätskonzentration** (Rn-222) in der Bodenluft zu messen. Zusätzlich wird die **Gaspermeabilität** messtechnisch bestimmt. Beide Messgrößen werden zu einem **geogenen Radonpotential** verrechnet und sind ein Maß für die statistische Wahrscheinlichkeit des Radoneintritts in ein Gebäude. Entsprechende rechnerische Vorgaben sind in dem Forschungsvorhaben des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS-SW-24/18, 2018) beschrieben.

Die **Radon-Aktivitätskonzentration** (Rn-222) in der Bodenluft wird in der Regel über aktive Probenahmen mit Sonden in bis zu 1 Meter Tiefe und anschließender Auswertung mit Radonmessverfahren. Entsprechende technische Vorgaben sind in der DIN EN ISO 11665-11 beschrieben.

Die **Gaspermeabilität** in der Bodenluft wird in der Regel über die Messung des Volumenstroms und des korrelierenden Differenzdrucks bestimmt und beschreibt die Beweglichkeit und Verfügbarkeit der radonhaltigen Bodenluft für ein ankoppelndes Gebäude. Entsprechende technische Vorgaben sind in dem Forschungsvorhaben des BfS (FV 3609S10003, Abschlussbericht vom 22.9.2011) beschrieben.

Die **Radonmessung in der Bodenluft** stellt somit ein wichtiges diagnostisches Werkzeug dar, um Wahrscheinlichkeiten für erhöhte und auffällige Radon-Aktivitätskonzentration in der Raumlufte und damit auch gesundheitliche Risiken abbilden zu können. Die bisher verfügbare Radonkarte in Deutschland (BfS) basiert auf Daten von einigen tausend Messpunkten der Radon-Aktivitätskonzentration (Rn-222) in der Bodenluft (siehe Radon-Handbuch Deutschland). Es zeichnen sich jedoch Korrelationen mit den Innenraummessungen der Radonkonzentration ab. Während in 1 Meter Tiefe im Erdreich entsprechend hohe Konzentrationen von ca. 5 bis 1000 kBq/m³ vorherrschen, liegen die Innenraumkonzentrationen im Bestand häufig um den Faktor 1000 niedriger. So liegt der derzeit aus den vorliegenden Messdaten abgeleitete Mittelwert im Erdreich bei 36 kBq/m³ und in der Raumlufte bei ca. 50 Bq/m³.

Das Bundesumweltministerium bereitete schon im Jahr 2004 ein Radonschutzgesetz vor, das für den Zielwert **100 Bq/m³** Maßnahmen für Neu- und Altbauten unter dem Aspekt der Vorsorge regeln sollte. Dieser Wert gilt derzeit als Empfehlung des Bundesamtes für Strahlenschutz, des Umweltbundesamtes (Ausschuss für Innenraumrichtwerte AIR), der Weltgesundheitsorganisation WHO und des BfS auf Basis der jüngeren wissenschaftlichen Erkenntnisse. Ab einer langfristigen Aktivitätskonzentration von 100 Bq/m³ in der Innenraumlufte sollen Sanierungsmaßnahmen bei bereits bestehenden Gebäuden durchgeführt werden. Neu zu errichtende Gebäude sollen so geplant und gebaut werden, dass Radonkonzentrationen von mehr als 100 Bq/m³ im Jahresmittel vermieden werden. (Hinweis: Derzeit liegen in etwa 10% der deutschen Wohnungen Radonkonzentrationen über 100 Bq/m³ vor)





Hierfür wurden Radonverdachtsgebiete definiert, in denen aufgrund einer erhöhten Radonkonzentration im Untergrund mit erhöhten Radonkonzentrationen in Gebäuden zu rechnen ist. Bei Neubauten (Planung) sind dabei entsprechend den Verdachtsgebieten I, II, III bauliche Schutzmaßnahmen der Klasse I, II, III zu berücksichtigen. Die Planung hat so zu erfolgen, dass möglichst 100 Bq/m³ nicht überschritten werden. Dies gilt für alle Neubauten. In bestehenden Gebäuden in Radon-Verdachtsgebieten der Klasse III ist grundsätzlich mit Radonkonzentrationen von mehr als 100 Bq/m³ zu rechnen.

Vorgehensweise Radon-Bodengasmessung

Bei der Messung der **Radon-Aktivitätskonzentration** im Erdreich werden mit einem Erdbohrer Löcher gebohrt und eine Packersonde (Abb. 1) bis in eine Messtiefe von 1 m eingeführt (Abb. 2). Alternativ kann bei sehr steinigem Böden eine Einschlagssonde verwendet werden (Tschechische Sonde). Anschließend wird die Dichtheit des Messaufbaus überprüft und die Bodenluft aus der Messtiefe über eine aktive Luftprobenahme (integrierte oder manuelle Pumpe) in die Messkammer überführt. Die Kammer wird mehrmals (ca. 10 mal) mit Bodenluft gespült und anschließend die Radon-Aktivitätskonzentration (über Po-218) sowie die CO₂- und O₂-Konzentrationen bestimmt (Abb. 3). In kurzer Zeit wird die Gleichgewichtskonzentration erreicht (ca. 15 Min.) und die Messwerte notiert bzw. abgespeichert (Abb. 4). Für einen Messort werden mehrere Messpunkte (mindestens 3 Messpositionen im Abstand von 3 bis 5 Metern in Dreiecksanordnung) benötigt. Der höchste Messwert wird zur Bewertung herangezogen.

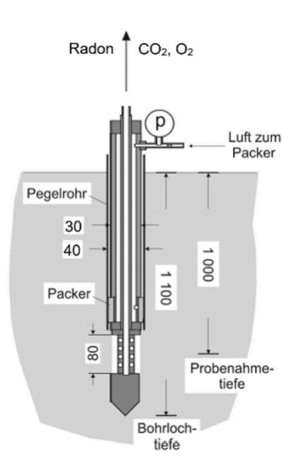


Abb. 1: Packer-Bodengassonde

Abb. 2: Erdbohrer im Einsatz

Abb. 3: Packersonde mit Radonmonitor

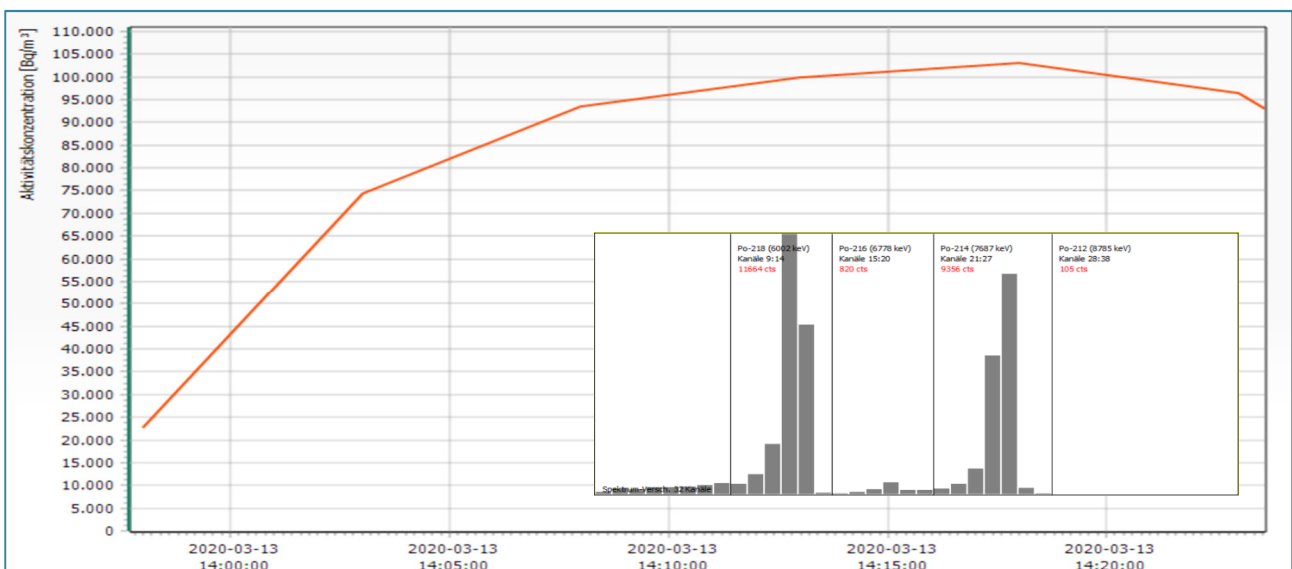


Abb. 4: Messung der Radon-Aktivitätskonzentration im Erdreich in 1 m Tiefe inkl. Alphaspektrum





Die Messung der **Gaspermeabilität** im Erdreich wird unmittelbar nach der Radonmessung durchgeführt. Hierzu wird an die Sonde eine elektronische Laborpumpe mit integriertem Volumenstromsensor und einem externen digitalen Differenzdrucksensor angeschlossen. Der hierbei im Überdruck ins Erdreich wirksame Volumenstrom wird stufenweise erhöht und der zugehörige Differenzdruck gemessen. Aus den Messdaten Volumenstrom und Differenzdruck wird die Gaspermeabilität je Messposition berechnet [7].

Für ein Baufeld werden mehrere Messpunkte benötigt. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Messpunktverteilung für zwei Mehrfamilienhäuser (jeweils ca. 250 m² mit jeweils 5 Messpunkten):

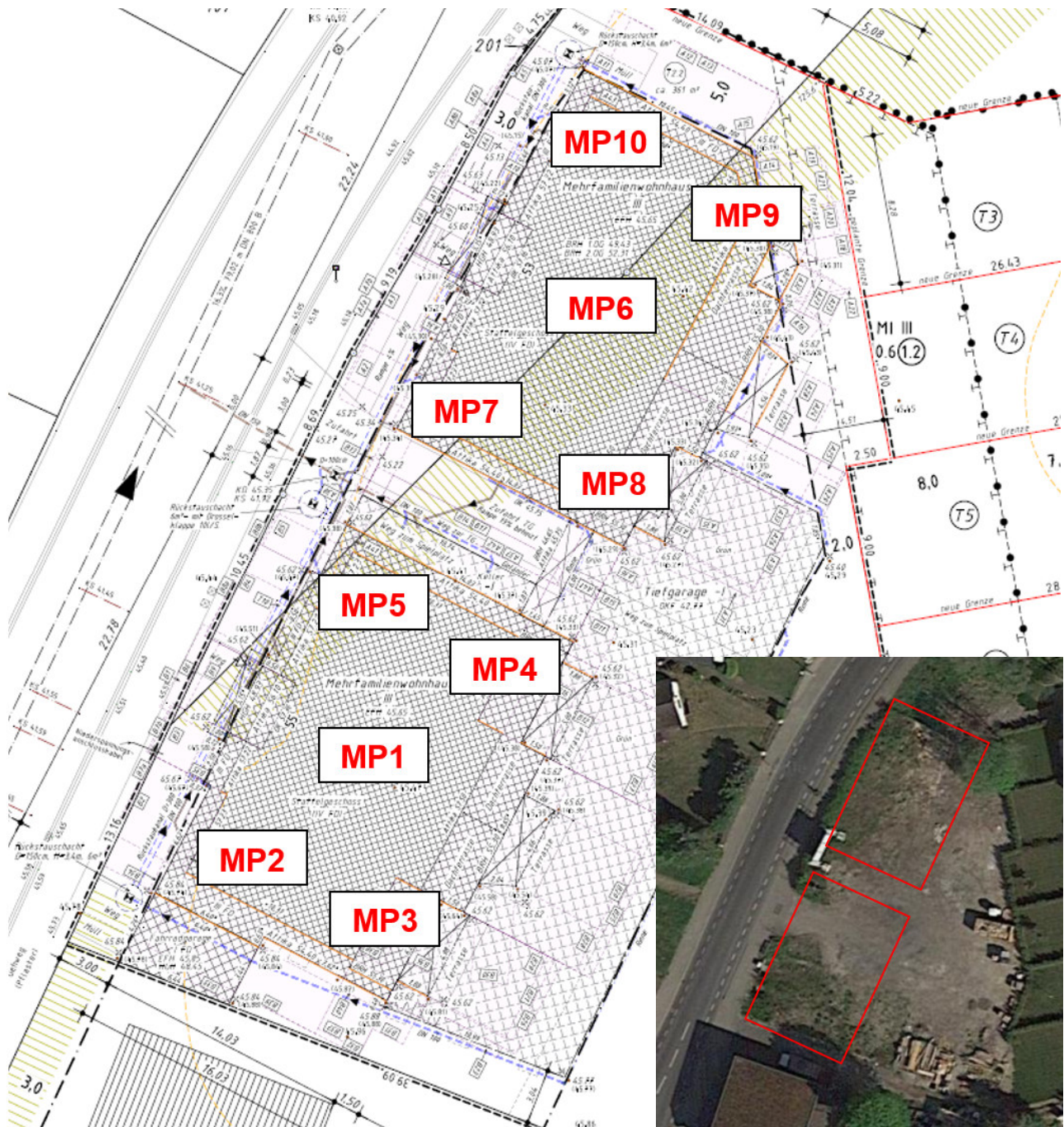


Abb. 5: Baufeld mit Messpunkten zur Messung der Radon-Aktivitätskonzentration (Rn-222) in der Bodenluft





Einteilung der Radonverdachtsgebiete (Entwurf Radonenschutzgesetz 2004)

Klasse I:	20.000 Bq/m ³ bis 40.000 Bq/m ³
Klasse II:	40.000 Bq/m ³ bis 100.000 Bq/m ³
Klasse III:	über 100.000 Bq/m ³ Radon in der Bodenluft

Hinweis: Auch **unter 20.000 Bq/m³** Bodenkonzentration kann können schon bei ungünstiger Bauweise (insbesondere in Bestandgebäuden) Radonauffälligkeiten in Häusern auftreten.

Unter Einbezug der **Gaspermeabilität** in der Bodenluft wurde mit der Bestimmung des **geogenen Radonpotentials** nun ein neues Verfahren eingeführt, welches derzeit auch für die Ausweisung der Radonvorsorgegebiete verwendet wird. Das Radonpotential (RP) ist eine dimensionslose, empirische und einfach zu berechnende, handhabbare Größe, die sich üblicherweise im Bereich von 1 bis 200 bewegt. Das geogene Radonpotential wurde als Variable im Gegensatz zu früheren Ansätzen, in denen nur die Bodenluftkonzentration verwendet wurde, gewählt, um auch dem Transport des Radons im Boden Rechnung zu tragen, der mit der Permeabilität quantifiziert werden kann. Mit der Einführung des **geogenen Radonpotentials** wurden die Korrelationen zwischen den bei Radon-Bodengasmessungen verfügbaren Messgrößen und den Innenraumkonzentrationen verbessert [3].

Einteilung der Radonvorsorgegebiete (BfS-SW-24/18, 2018)

Klasse 1:	RP unter 20	Referenzwert in nicht beträchtlicher Anzahl überschritten
Klasse 2:	RP zwischen 20 und 44	Bewertung noch unsicher
Klasse 3:	RP über 44	Referenzwert in beträchtlicher Anzahl überschritten

Die Klassifizierungen beschreiben statistische Wahrscheinlichkeiten, den aktuellen Referenzwert (derzeit 300 Bq/m³ im Jahresmittel) in Gebäuden überschritten.

So wird bei der Gebietsausweisung für einen Radonpotentialwert von **unter 20 nicht** von einer Überschreitung von 300 Bq/m³ in einer beträchtlichen Anzahl von Gebäuden ausgegangen.

Bei Radonpotentialwerten zwischen **20 und 44** bestehen Unsicherheiten. Hier können nach dem derzeitigen Kenntnis- und Datenstand keine eindeutigen Zuordnungen abgeleitet werden. In diesen Regionen sind weitergehende Untersuchungen (Radonpotential/Innenraumkonzentrationen) notwendig.

Bei einem Radonpotentialwert von **über 44** wird mit einer Überschreitung von 300 Bq/m³ in einer beträchtlichen Anzahl von Gebäuden gerechnet, welcher definitionsgemäß laut Strahlenschutzgesetz als Kriterium für die Ausweisung von Radonvorsorgegebieten gem. § 121 Absatz 1 StrlSchG gilt, sofern sich diese Beurteilung auf über 75% der zu betrachtende Gebietsfläche erstreckt.

Hinweis: Diese Betrachtungen gelten für den derzeit noch gültigen Referenzwert von **300 Bq/m³** Radon-Aktivitätskonzentration in der Innenraumluft im Jahresmittel und muss für die zukünftig zu erwartenden gesetzlichen Änderungen angepasst werden.

Literatur

1. Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.: **VDB-Richtlinien Band 2**, 2018 (www.baubiologie.net)
2. Bundesamt für Strahlenschutz: **Radon-Handbuch Deutschland**, 2019 (www.bfs.de)
3. Bundesamt für Strahlenschutz, Bossew und Hoffmann, „**Die Prognose des geogenen Radonpotentials in Deutschland und die Ableitung eines Schwellenwertes zur Ausweisung von Radonvorsorgegebieten**“ BfS-SW-24/18 urn:nbn:de:0221-2017122814454 (2018)
4. BVS-Standpunkt 02-2017 „**Radon in Gebäuden**“, BVS e.V. 2017 (www.bvs-ev.de)
5. DIN EN ISO 11665-11:2020: „**Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt – Teil 11: Verfahren zur Probennahme und Prüfung von Bodenluft**“ Beuth-Verlag 2020
6. Haumann Th.; „**Radon – ein signifikantes Lungenkrebsrisiko im Innenraum**“, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 79 (2019) Nr. 3 – März, VDI-Fachmedien
7. Kemski & Partner, „**Erarbeitung fachlicher Grundlagen zum Beurteilung der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Messmethoden zur Bestimmung der Radonbodenluftkonzentration**“ - Vorhaben 3609S10003, BfS-RESFOR-63/12-Bd.1 urn:nbn:de:0221-201203237824 (2012)
8. Umweltbundesamt/Ausschuss für Innenraumrichtwerte AIR, „**Gesundheitliche Bewertung von Radon in der Innenraumluft**“ Ergebnisprotokoll der 50. Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der IRK und der AOLG (2014)
9. Weltgesundheitsorganisation WHO, WHO Air Quality Guidelines 2nd edition, Chapter 8.3 Radon (WHO 2000)

