

Hessische Messkampagne der Radonkonzentration in der Bodenluft

Um ein statistisch repräsentatives Bild der Radonsituation in Hessen zu erhalten, hat das hessische Umweltministerium (HMUKLV) 2018 eine auf fünf Jahre angelegte, landesweite Messkampagne der Radonkonzentration in der Bodenluft und der Bodenpermeabilität (Gasdurchlässigkeit des Bodens) veranlasst. Die Betreuung inkl. der Auswahl der Messorte nach geologischen Gesichtspunkten obliegt dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) (siehe: <https://www.hlnug.de/geologie/radon-in-hessen/geowissenschaftliche-begleitung-der-landesradonstrategie>). Die Durchführung der Messkampagne erfolgt durch die Technische Hochschule Mittelhessen (THM) in Gießen und wird vom Hessischen Radonzentrum (HeRaZ) koordiniert (siehe: <https://www.thm.de/heraz/index.php>). Die gemessenen Daten werden dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) für seine Prognosen des Radonpotentials zur Verfügung gestellt. Abbildung 1 zeigt einen Zwischenstand der Messkampagne zum Ende des Jahres 2020.

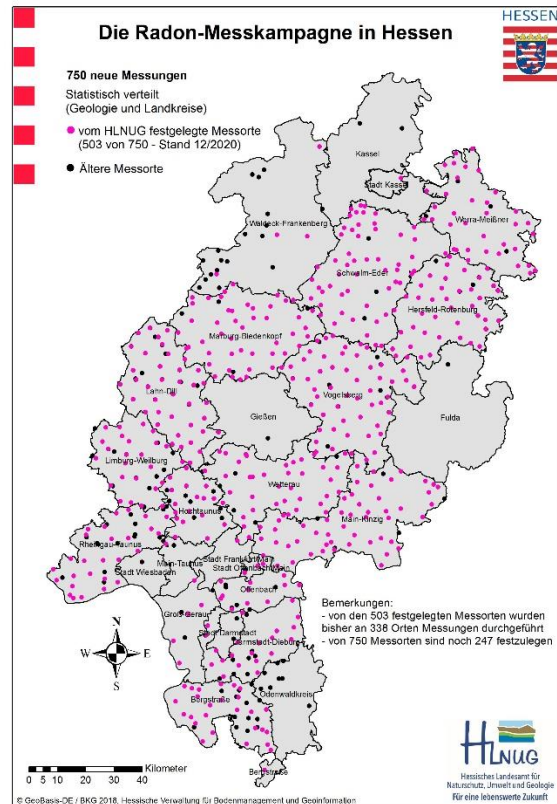


Abbildung 1 Stand der hessischen Radonbodenluftmesskampagne 12/2020. 503 Messorte hat das HLNUG festgelegt, an 338 dieser Messorte hat die THM bis Ende 2020 gemessen.

Nach Beendigung der Messkampagne in 2022 werden für Hessen 135 alte und 750 neue Bodenluftmessungen zur Verfügung stehen und ein statistisch belastbares Bild der Radonsituation in Hessen ergeben.

Die Messkampagne Hessens zur Radonkonzentration in der Bodenluft garantiert nach ihrem Abschluss ein statistisch repräsentatives Bild der Radonsituation in Hessen.

Festlegung der Radonvorsorgegebiete in den Verwaltungsgrenzen der Landkreise und kreisfreien Städte

Die Festlegung der Radonvorsorgegebiete erfolgt innerhalb der im Land bestehenden Verwaltungsgrenzen. Für Hessen ist eine Betrachtung bezogen auf die Landkreise und kreisfreien Städte zweckmäßig.

Die Radonpotentialkarte des BfS mit einer Rasterung von 10 mal 10 Kilometer skaliert nur schlecht mit der Größe vieler hessischer Gemeinden. Die minimale Fläche, für die mit einer Rasterung von 10 mal 10 Kilometer eine belastbare Aussage möglich ist, beträgt 25 Quadratkilometer ¹. 98 der

¹ Das Modell des BfS prognostiziert das Radonpotential in einem Raster von 10 mal 10 Kilometer. Verschiebt man das Raster um 10 Kilometer, so ändert sich nichts (Permutation). Verschiebt man das Raster

427 hessischen Gemeinden sind jedoch kleiner. Für eine Festlegung der Radonvorsorgegebiete auf Gemeindeebene in Hessen ist das Raster der Radonprognosen des BfS zu grob. Zudem liegen nicht für jede Gemeinde ausreichend lokale Informationen zur Überschreitung des Referenzwerts der Radonkonzentration in der Raumluft der Gebäude vor, auf deren Grundlage die Festlegung von Radonvorsorgegebieten dennoch erfolgen kann. Deutlich besser skalieren die Radonprognosen des BfS mit den Flächen der hessischen Landkreise und kreisfreien Städte.

Die hessenweite Messkampagne der Radonkonzentration in der Bodenluft und der Bodenpermeabilität ist zurzeit nicht abgeschlossen. Mithin liegt noch kein statistisch signifikantes Bild der Radonsituation für das gesamte Bundesland vor. In einigen Regionen sind die Prognosen des BfS durch dichte Messungen gut validiert in anderen Regionen nicht. Die Unsicherheit der Prognosen des BfS ist für die bereits gut vermessenen Raster geringer als für die Raster, in denen noch keine Messungen der Radonkonzentration in der Bodenluft erfolgt sind. Die Unsicherheit einer Festlegung der Radonvorsorgegebiete in den Verwaltungsgrenzen der Gemeinden würde je nach Vermessungsstand der Region unterschiedlich groß. Auf dieser Grundlage eine Festlegung der Radonvorsorgegebiete in den Verwaltungsgrenzen der hessischen Gemeinden vorzunehmen, erscheint nicht sachgerecht. Für die flächenmäßig größeren Landkreise und kreisfreien Städte nivelliert sich dieser unterschiedliche Stand der Vermessungen heraus.

Für Hessen ist die Prüfung zur Festlegung der Radonvorsorgegebiete vorerst in den Verwaltungsgrenzen der Landkreise und kreisfreien Städte sachgerecht.

um 5 Kilometer, erhält man ggf. andere Ergebnisse, da sich z. B. die führende Geologie eines Rasters ändern kann. Eine solche Verschiebung entspricht einer Fläche von maximal 5 Kilometer mal 5 Kilometer, also 25 Quadratkilometer. Für eine Gemeinde mit einer Fläche kleiner 25 Quadratkilometer kann es mithin sein, dass das unterliegende Raster wegen der führenden Geologie in diesem Raster das Vorliegen eines Radonvorsorgegebiets zeigt, während diese Gemeinde jedoch flächenmäßig keinen Anteil an der führenden Geologie hat und ggf. über einer Geologie mit einem geringen geogenen Radonpotential liegt. Dies würde ggf. zu einer falschen Festlegung dieser Gemeinde als Radonvorsorgegebiet führen. Auch der umgekehrte Fall kann eintreten.

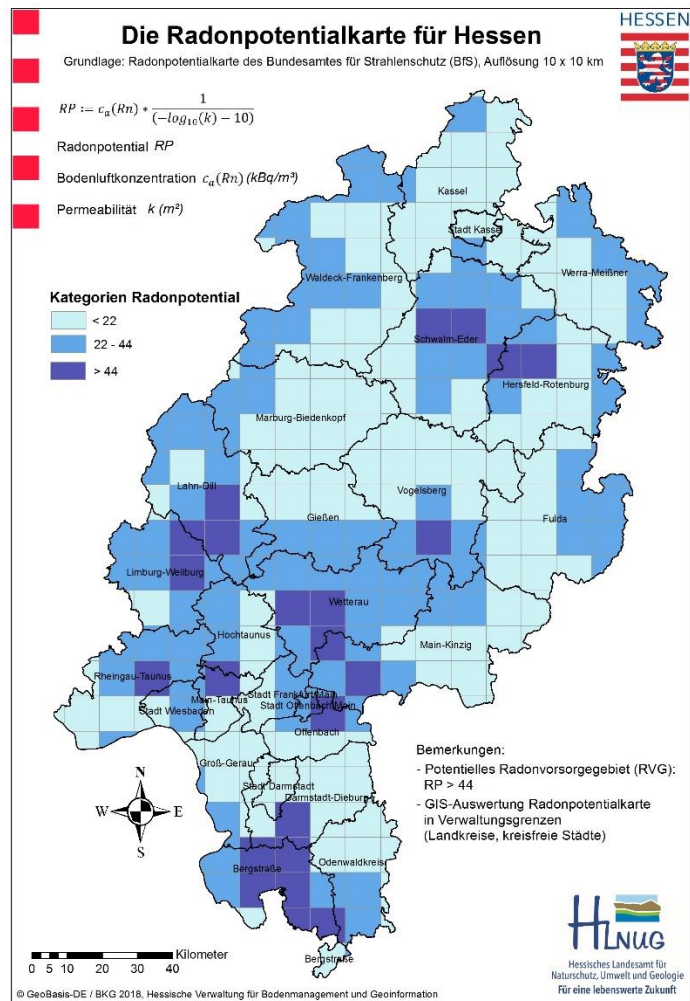


Abbildung 2 Radonpotentialverteilung in Hessen. Der Abbildung kann für jedes Raster mit einer Fläche von 10 x 10 Kilometern der Wert für das vom BfS prognostizierte Radonpotential in den Kategorien kleiner 22, 22 bis 44 und größer 44 entnommen werden.

Betrachtung zur Festlegung der Radonvorsorgegebiete für Hessen (Dezember 2020)

Die Methode des BfS ergab für Hessen einen Flächenanteil von 9,9 % mit einem prognostizierten Radonpotential über 44. 90,1 % der Fläche Hessens haben ein prognostiziertes Radonpotential kleiner oder gleich 44 (siehe Abbildung 2). Da die Betrachtung der Festlegung der Radonvorsorgegebiete zu dem Ergebnis geführt hat, die Verwaltungsgrenzen der Landkreise oder kreisfreien Städte heranzuziehen, würden Landkreise oder kreisfreie Städte Radonvorsorgegebiet, für die der Flächenanteil mit einem prognostizierten Radonpotential über 44 mindestens 75 % der Fläche der Verwaltungseinheit ist.

Die Verteilung der 10 x 10 Kilometer-Raster mit einem Radonpotential größer 44 über das Bundesland Hessen ist heterogen. Es gibt keine größeren zusammenhängenden Gebiete, für die nach der Prognose des BfS Radonvorsorgegebiete festzulegen wären. Von den 26 hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten haben 8 überhaupt keinen Flächenanteil mit einem Radonpotential größer als 44, die anderen 18 haben solche Flächenanteile mit Werten zwischen 2% und maximal 57% (Kreis Bergstraße). Kein Landkreis und keine kreisfreie Stadt erreicht folglich den für ein Radonvorsorgegebiet erforderlichen Flächenanteil von mindestens 75% (siehe Abbildung 3).

Landkreis / kreisfreie Stadt	Flächenanteil mit einem Radonpotential größer 44 in %
Bergstraße	57
Main-Taunus	32
Kreisfreie Stadt Offenbach	29
Limburg-Weilburg	23
Lahn-Dill-Kreis	22
Wetterau	22
Offenbach	21
Darmstadt-Dieburg	20
Hersfeld-Rothenburg	15
Schwalm-Eder	15
Rheingau-Taunus	11
Vogelsberg	7
Hochtaunus	6
Kreisfreie Stadt Darmstadt	6
Landeshauptstadt Wiesbaden	5
Main-Kinzig	5
Odenwaldkreis	4
Groß-Gerau	2

Die Anwendung der wissenschaftlich basierten Methode des BfS auf Basis der vorliegenden Daten hat ergeben, dass für keinen der 21 hessischen Landkreise und keine der 5 kreisfreien Städte der Referenzwert von 300 Becquerel pro Kubikmeter auf mindestens 75 % der Fläche in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen überschritten wird. Damit sind die gesetzlichen Voraussetzungen für die Festlegung von Radonvorsorgegebieten für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte nicht gegeben. Das HMUKLV kommt deshalb

in enger Zusammenarbeit mit den Bundesbehörden und nach sorgfältiger Prüfung zu dem Ergebnis, dass in Hessen derzeit keine Radonvorsorgegebiete festzulegen sind.

Für Hessen sind auf Grundlage der Prognosen des BfS derzeit keine Landkreise und kreisfreien Städte als Radonvorsorgegebiete festzulegen.

Validierung der Festlegung der Radonvorsorgegebiete

In angemessener Zeit, nach Abschluss der Hessischen Messkampagne der Radonkonzentration in der Bodenluft im Jahr 2022, soll eine Validierung der Festlegung der Radonvorsorgegebiete erfolgen. Falls erforderlich, können die Radonvorsorgegebiete für Hessen dann auf einer verbesserten Datengrundlage und einer feineren Prognose des BfS auf die Verwaltungsebene der Gemeinden heruntergebrochen werden.

In angemessener Zeit soll eine Validierung der Radonvorsorgegebiete für Hessen erfolgen.

Fehlerhafte Prognosen für das Radonpotential um Marburg (Marburg-Cluster)

In der Radonpotentialkarte des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), welche den Bundesländern im IV. Quartal 2020 zur Verfügung gestellt wurde, sind in der Region um Marburg Raster durch unerwartet große Radonpotentiale auffällig geworden (Marburg-Cluster). Dieses Gebiet ist bisher nicht durch hohe Radonkonzentrationen in Erscheinung getreten. Weder sind die gemessenen Radonkonzentrationen in Innenräumen oder in der Bodenluft überdurchschnittlich hoch, noch ist das geogene Radonangebot (unterliegende Geologie) besonders groß. Die Nicht-Plausibilität der Prognosen des Radonpotentials des BfS im Landkreis Marburg-Biedenkopf ist Konsens zwischen dem Land Hessen und dem Bund. Die 3 mal 3 Raster, deren Radonpotentialprognose das BfS als nicht valide ansieht, sind in der Radonpotentialkarte, die das BfS auf seinem Onlineauftritt veröffentlicht hat, markiert: <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/karten/boden.html>.

Ursächlich für diese Überschätzung der Radonsituation um Marburg ist das berechnete Radonpotential, welches der Prognose des BfS zugrunde liegt. Das geogene Radonpotential wird nach der modifizierten empirischen Beziehung von Neznal et al. aus der Radonkonzentration $c_a(Rn)$ in Kilobecquerel pro Kubikmeter und der Permeabilität k des Bodens in Quadratmeter berechnet:

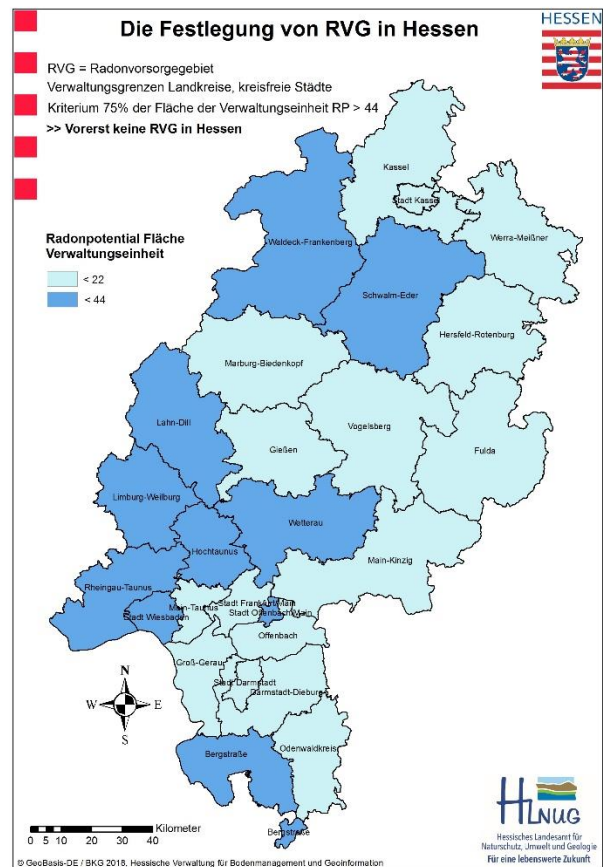


Abbildung 3 Über die Fläche gemittelt Radonpotential in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten. In keinem der hessischen Landkreise und kreisfreien Städte liegt der Flächenanteil mit einem prognostizierten Radonpotential größer 44 über 75 %.

$$RP := c_a(Rn) * \frac{1}{\underbrace{(-\log_{10}(k) - 10)}_{Pm}}$$

Für eine Permeabilität von $k = 1 \cdot 10^{-10}$ Quadratmeter ist wegen Division durch Null kein Radonpotential definiert (Polstelle der Formel). Für Permeabilitäten kleiner $k = 1 \cdot 10^{-11}$ Quadratmeter (geringpermeable Böden) bewegt sich der Faktor Pm im Bereich zwischen 0,2 und 1. Die Gasdurchlässigkeit des Bodens verhindert, dass das gesamte Radon in den oberflächennahen Schichten aus dem Boden austreten kann. Der Boden bildet für die Radonmigration einen Widerstand. Für Permeabilitäten von $k = 1 \cdot 10^{-11}$ bis $1 \cdot 10^{-10}$ Quadratmeter (hochpermeable Böden) ergeben sich für den zweiten Faktor Pm Zahlenwerte zwischen 1 und gegen unendlich. Physikalisch entspricht die Multiplikation der gemessenen Radonkonzentration mit einem Faktor größer 1 einer Erzeugung von Radon in den bodennahen Schichten, wo die Bodenluft gemessen wird (bis 1 Meter unter der Geländeoberfläche). Es wird im Modell mehr Radon angenommen, als überhaupt vorhanden ist. Das Radonpotential wird in diesem Bereich unphysikalisch. Für Permeabilitäten größer $k = 1 \cdot 10^{-10}$ Quadratmeter würde das Radonpotential sogar negativ.

Nahe Marburg ergab eine Bodenluftmessung der THM eine Radonkonzentration von $c_a(Rn) = 68$ Kilobecquerel pro Kubikmeter und eine Permeabilität von $k = 9,5 \cdot 10^{-11}$ Quadratmeter (hochpermeabler Boden). Dieser Permeabilitätswert liegt bereits deutlich in dem Bereich, wo die Formel für das Radonpotential unphysikalisch hohe Werte liefert ($Pm = 47,16$; $RP = 3.207$). Aufgrund dieser mathematischen Unzulänglichkeit der Formel für das Radonpotential liefert die Prognose des BfS für das betroffene 10 x 10 Kilometer-Raster viel zu hohe Radonpotentiale. Auch die angrenzenden Raster sind wegen der Ausstrahlung der Prognosen des BfS auf benachbarte Raster überschätzt.

Hessen geht nach Analyse der Messwerte und der unterliegenden Geologie davon aus, dass über die 3 mal 3 durch das BfS markierten Raster weitere Raster im Raum Marburg-Biedenkopf nicht valide beschrieben sind. Das HMKLV hat mit Unterstützung des HLNUG und der THM eine Korrektur der Radonpotentiale der 5 mal 5 betroffenen Raster vorgenommen. Die Radonpotentiale wurden auf der Grundlage geologischer Informationen durch das HLNUG und unter Zuhilfenahme der Messwerte für die Radonkonzentration in der Bodenluft der THM korrigiert. Die Korrektur der Radonpotentiale im zentralen Raster sowie der jeweils zwei zum zentralen Raster benachbarten Raster ist in der Radonpotentialkarte für Hessen angegeben.