



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Empfehlung zur Festlegung von Gebieten nach
§ 121 Absatz 1 Satz 1 StrISchG



Niedersachsen

Auftraggeber:

Niedersächsisches Ministerium für
Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz
Archivstr. 2
30169 Hannover

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Am Sportplatz 23
26506 Norden

1	Einleitung.....	1
2	Grundlage zur Ausweisung der Radonvorsorgegebiete.....	1
3	Prognosekarte des geogenen Radonpotentials	1
4	Radonmessungen in Niedersachsen	5
4.1	Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft	5
4.2	Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Innenräumen.....	6
5	Ausweisung von Radonvorsorgegebieten auf Landkreisebene	9
5.1	Ergebnisse der Radon-Potentialkarte	9
5.2	Ergebnisse der Innenraum-Messkampagne	9
5.3	Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit.....	10
6	Ausweisung von Radonvorsorgegebieten auf Gemeindeebene	11
6.1	Landkreis Goslar	11
6.1.1	Goslar (Stadt).....	13
6.1.2	Bad Harzburg	16
6.1.3	Clausthal-Zellerfeld	18
6.1.4	Braunlage.....	21
6.1.5	Restliche Gemeinden in Goslar.....	23
6.2	Zusammenfassung der Ergebnisse Landkreis Goslar	25
6.3	Landkreis Göttingen	26
6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse Landkreis Göttingen	29
7	Fazit.....	30
8	Anhang.....	32
9	Literaturverzeichnis	36

1 Einleitung

Radon ist ein natürlich vorkommendes, radioaktives Edelgas. Es ist Bestandteil der natürlichen Zerfallsreihen und kommt somit überall im Boden vor, jedoch in sehr unterschiedlichen Konzentrationen. Aufgrund seiner Eigenschaften als Edelgas kann es aus dem Boden über Undichtigkeiten in Gebäude gelangen und sich dort ansammeln. Durch epidemiologische Untersuchungen konnte in den vergangenen Jahren nachgewiesen werden, dass eine Erhöhung des Lungenkrebsrisikos durch eine längere Radonexposition ab einer Konzentration von einigen hundert Bq/m³ besteht.

In ihrer Richtlinie 2013/59/EURATOM vom 17. Januar 2014 hat die Europäische Union unter anderem den Schutz vor Radon gesetzlich verankert. Mit dem Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 2017 wurde die Richtlinie in deutsches Recht umgesetzt. Das Kapitel 2 in Teil 4 des StrlSchG befasst sich mit dem „Schutz vor Radon“. Das Ziel ist eine Reduzierung der Strahlenexposition in der Bevölkerung, beispielsweise durch die Festlegung eines Referenzwerts für die Radon-Aktivitätskonzentration in Innenräumen von 300 Bq/m³ sowie durch die Festlegung von sogenannten „Radonvorsorgegebieten“.

In dem vorliegenden Bericht wird, auf Basis aller verfügbaren Daten, eine Empfehlung für die bevorstehende Gebietsausweisung gegeben.

2 Grundlage zur Ausweisung der Radonvorsorgegebiete

Der § 121 des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG, [1]) verpflichtet die zuständigen Behörden Gebiete festzulegen, in denen die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen den Referenzwert von 300 Bq/m³ überschreitet. Darüber hinaus wird in § 153 Absatz 1 Satz 1 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV, [2]) gefordert, dass die Festlegung auf Grundlage einer wissenschaftlichen Methode vorzunehmen ist, die unter Zugrundelegung geeigneter Daten Vorhersagen hinsichtlich der Überschreitung des Referenzwertes in der Luft von Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen ermöglicht. Als geeignete Daten werden dabei insbesondere geologische Daten, Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft, Messdaten der Bodenpermeabilität, Messdaten zur Radon-222-Aktivitätskonzentration in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen sowie Fernerkundungsdaten genannt (§ 153 Absatz 1 Satz 2 StrlSchV). Die Ausweisung soll innerhalb bestehender Verwaltungsgrenzen erfolgen (§ 153 Absatz 3 StrlSchV), wenn aufgrund der Vorhersage davon ausgegangen werden kann, dass auf mindestens 75 % des auszuweisenden Gebietes der Referenzwert in mindestens 10 % der Anzahl der Gebäude überschritten wird (§ 153 Absatz 2 StrlSchV).

3 Prognosekarte des geogenen Radonpotentials

Zur Unterstützung der Länder bei der Ausweisung der Radonvorsorgegebiete nach § 121 StrlSchG wurde diesen durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) am 30. September 2020 eine deutschlandweite Karte zur Verfügung gestellt, in der die räumliche Verteilung des geogenen Radonpotentials in einem Raster von 10x10 Kilometern dargestellt wird (vgl. Abbildung 8.1 im Anhang). Diese Karte soll als Grundlage für die Eingrenzung von Gebieten mit erhöhtem Radonpotential dienen und eine bundeseinheitliche Vergleichbarkeit schaffen.

Die Erstellung der Karte basiert auf einer wissenschaftlichen Methode nach § 153 Absatz 1 StrlSchV, mit deren Hilfe umfangreiche Daten zur Geologie und Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration berücksichtigt wurden [3]. In der aktuellen Version dieser Karte sind Messdaten eingegangen, die bis zum 30.06.2020 an das BfS übermittelt wurden.

Das in der Karte dargestellte Radonpotential wird anhand von Messwerten der Radonbodenluftkonzentration und der Gaspermeabilität des Bodens nach folgender Formel berechnet [3]:

$$RP = \frac{\text{Radonmesswert (in } \frac{kBq}{m^3})}{-\log_{10} \text{ Permeabilität (in } m^2) - 10}$$

Es handelt sich dabei um eine dimensionslose Größe, die nicht nur die Radon-222-Konzentration des Bodens berücksichtigt, sondern auch den Einfluss der Gaspermeabilität und damit den Transport des Gases aus dem Boden. Jedem Datenpunkt des Radonpotentials wurde eine zugrundeliegende Geologie zugeordnet, wobei die vorherrschende Geologie innerhalb eines Rasterpunktes berücksichtigt wurde [3].

Abbildung 3.1 zeigt das so bestimmte geogene Radonpotential für Niedersachsen. In den nördlichen Gebieten des Landes wird für große Flächen ein niedriges bis sehr niedriges geogenes Radonpotential vorhergesagt. Einigen Flächen entlang von Flussläufen (Weser und Elbe) und im südlichen Teil des Landes wird ein mittleres Radonpotential zugeordnet. Ein hohes bzw. sehr hohes geogenes Radonpotential wurde im Landkreis Göttingen und im Landkreis Goslar (Harzgebirge) lokalisiert.

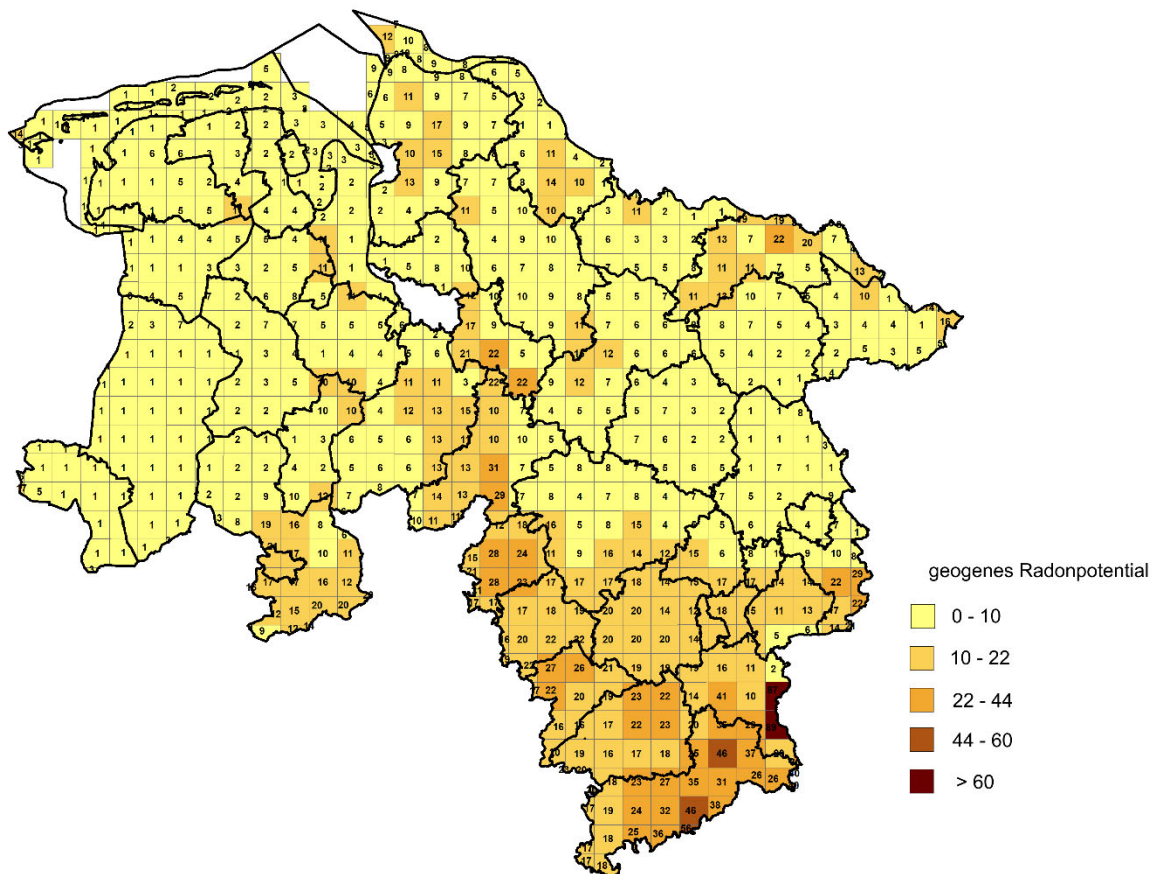


Abbildung 3.1: Darstellung der Radonpotential-Karte des Bundesamtes für Strahlenschutz für Niedersachsen (erstellt auf Grundlage der durch das BfS zur Verfügung gestellten Daten)

Die Festlegung eines Schwellenwertes des geogenen Radonpotentials soll eine Einschätzung ermöglichen, in welchen Gebieten der Referenzwert von 300 Bq/m^3 auf mindestens 75 % der Fläche in mindestens 10 % der Anzahl an Gebäuden überschritten wird (§ 153 Absatz 2 StrlSchV). Für die Quantifizierung eines solchen Schwellenwertes wurde die Prognose mit den vorhandenen Innenraummessungen verknüpft und eine Fehlerklassifizierungsrate von weniger als 10 % angesetzt. Die Fehlerklassifizierung ist in Abbildung 3.2 dargestellt und zeigt, dass ab einem Schwellenwert von 44 das oben genannte Kriterium mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % auf das entsprechende Gebiet zutrifft. Der Fehler 1. Art, bei dem ein Gebiet fälschlicherweise ausgewiesen werden würde, liegt in diesem Fall somit bei 10 %. Die untere Schwelle des Radonpotentials, bei der die Kriterien für ein Radonvorsorgegebiet mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % nicht eingehalten werden, wird mit 22 angegeben. Hier liegt der Anteil der Flächen, die das Kriterium erfüllen, aber dennoch unterhalb der gesetzten Potentialschwelle liegen und deswegen nicht ausgewiesen werden würden, bei 10 % (Fehler 2. Art). Für den Bereich zwischen 22 und 44 kann keine gesicherte Aussage getroffen werden, ob in diesen Gebieten der Referenzwert in mindestens 10 % der Gebäude überschritten wird oder nicht.

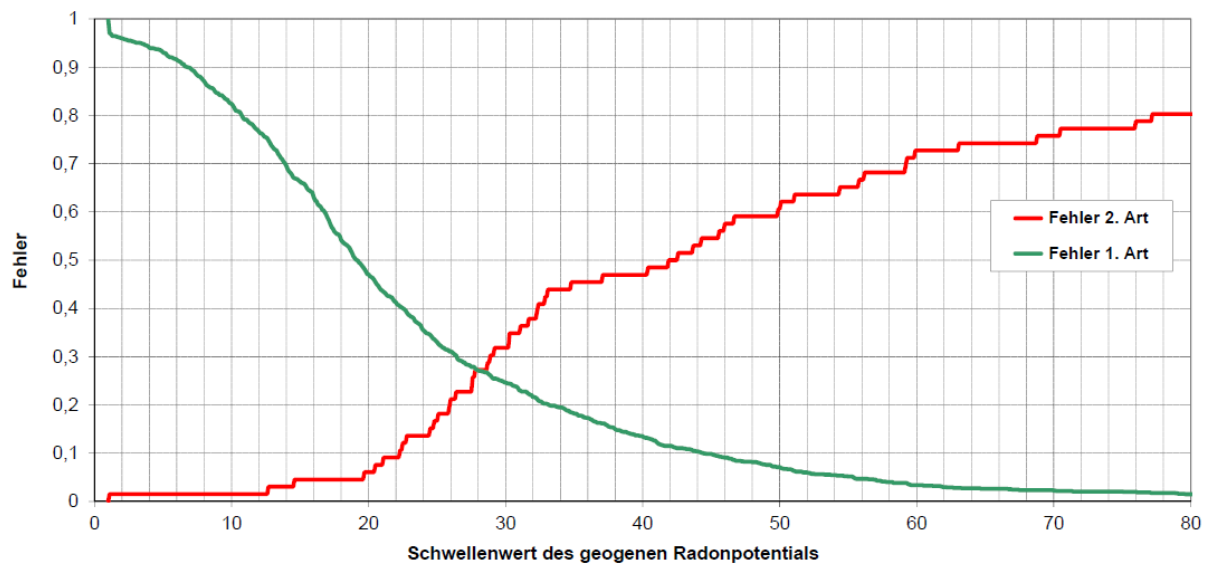


Abbildung 3.2: Angabe der Fehlerklassifizierung in Abhängigkeit des Schwellenwertes (zur Verfügung gestellt durch B. Hoffmann, BfS)

4 Radonmessungen in Niedersachsen

Auf Erlass des MU vom 19.07.2019 [4] wurden durch den NLWKN verstärkt Erhebungen von Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Niedersachsen durchgeführt, um die Datengrundlage für die Erstellung der Radonpotential-Karte durch das BfS zu erweitern und Gebiete mit hohem Radonpotential in Niedersachsen identifizieren zu können. Dafür wurden Messkampagnen für die Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft und in Innenräumen geplant und umgesetzt.

4.1 Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft

Im Rahmen der durchgeführten Bodenluft-Messkampagne konnten bis Ende Juni 2020 (Frist für die Übermittlung der Messdaten an das BfS) 140 Messorte erfolgreich beprobt werden, die nun zusätzlich zu den 131 Messwerten aus früheren Messkampagnen vorliegen.

In Abbildung 4.1 sind die Messergebnisse der Radon-Bodenluftmessungen für Niedersachsen und die nähere Umgebung dargestellt. Eine deutliche Häufung von Messwerten im höheren Bereich zeigt sich vor allem im Gebiet des Harzes, also dem südlichen Teil des Landkreises Goslar, und im Landkreis Göttingen. Einige Messpunkte mit höheren Radon-222-Aktivitätskonzentrationen zeigen auch der Landkreis Osnabrück sowie das Flussgebiet der Weser im Landkreis Nienburg. Ansonsten zeigt sich kaum ein einheitliches Bild, höhere Messwerte liegen eher vereinzelt vor, zwischen niedrigen bis mittleren Radon-222-Aktivitätskonzentrationen.

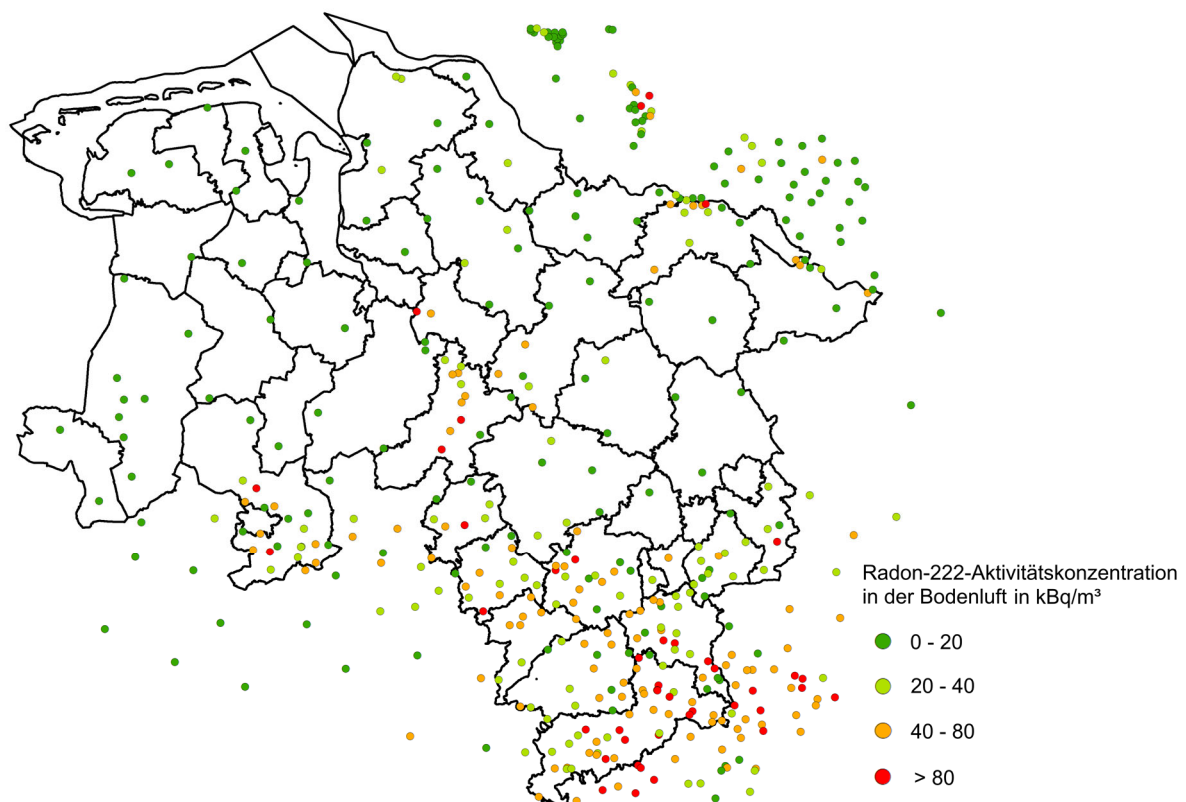


Abbildung 4.1: Übersicht der Ergebnisse der Radon-Bodenluftmessungen in Niedersachsen und Umgebung

Die Auswertung der Radon-Bodenluftmessungen soll eine Einschätzung des Radonpotentials der vorliegenden geologischen Strukturen ermöglichen. Besonders für Gebiete mit einer eher homogenen Geologie, wie sie vor allem im Norden des Landes vorliegt, können bereits wenige Bodenluftmesswerte aussagekräftige Hinweise über das Radonpotential des Bodens liefern. Bei sehr kleinräumigen Strukturen, wie beispielsweise im Harzgebiet, ist eine sehr viel größere Anzahl an Messorten notwendig, um das Radonpotential eines Gebietes anhand der Radon-Bodenluftmessungen einschätzen zu können.

4.2 Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Innenräumen

Im Rahmen der Innenraum-Messkampagne konnten bis Ende Juni 2020 (Frist für die Übermittlung der Messdaten an das BfS) 2.511 Einzelmesswerte aus 890 Privathaushalten und 11 öffentlichen Einrichtungen gewonnen werden. Bis Ende Oktober 2020 wurden aus Rücksendungen, welche im NLWKN nach dem 30. Juni 2020 eingingen, zusätzliche 418 Einzelmesswerte aus weiteren 149 Privathaushalten ausgewertet. Insgesamt liegen dem NLWKN damit 2.929 ausgewertete Einzelmesswerte aus 1.050 der teilnehmenden Privathaushalte und öffentlichen Einrichtungen vor. Die Auswertung der Radon-Innenraummessungen soll eine realere Einschätzung der tatsächlichen Radonbelastung einzelner Siedlungsgebiete und Häuser unterstützen, welche aufgrund des großflächig bestimmten Radonpotentials nur als Annahme möglich ist.

In Abbildung 4.2 sind die Messergebnisse der Radon-Innenraummessungen dargestellt. Wie der abgebildeten Karte zu entnehmen ist, sind die teilnehmenden Haushalte nicht gleichmäßig über das Landesgebiet verteilt und es kommt zu starken regionalen Häufungen im südöstlichen Niedersachsen und der Region Hannover. Diese sind auf Zeitungsartikel zurückzuführen, welche durch die lokale Presse veröffentlicht wurden. In Folge dessen gab es ein stark gesteigertes Interesse der dortigen Bevölkerung an der Radon-Innenraummesskampagne, sodass die hohe Anzahl an Messergebnissen in den Landkreisen Goslar, Hannover und Wolfenbüttel, sowie den kreisfreien Städten Salzgitter und Braunschweig eine statistische Auswertung für diese Gebiete ermöglicht.

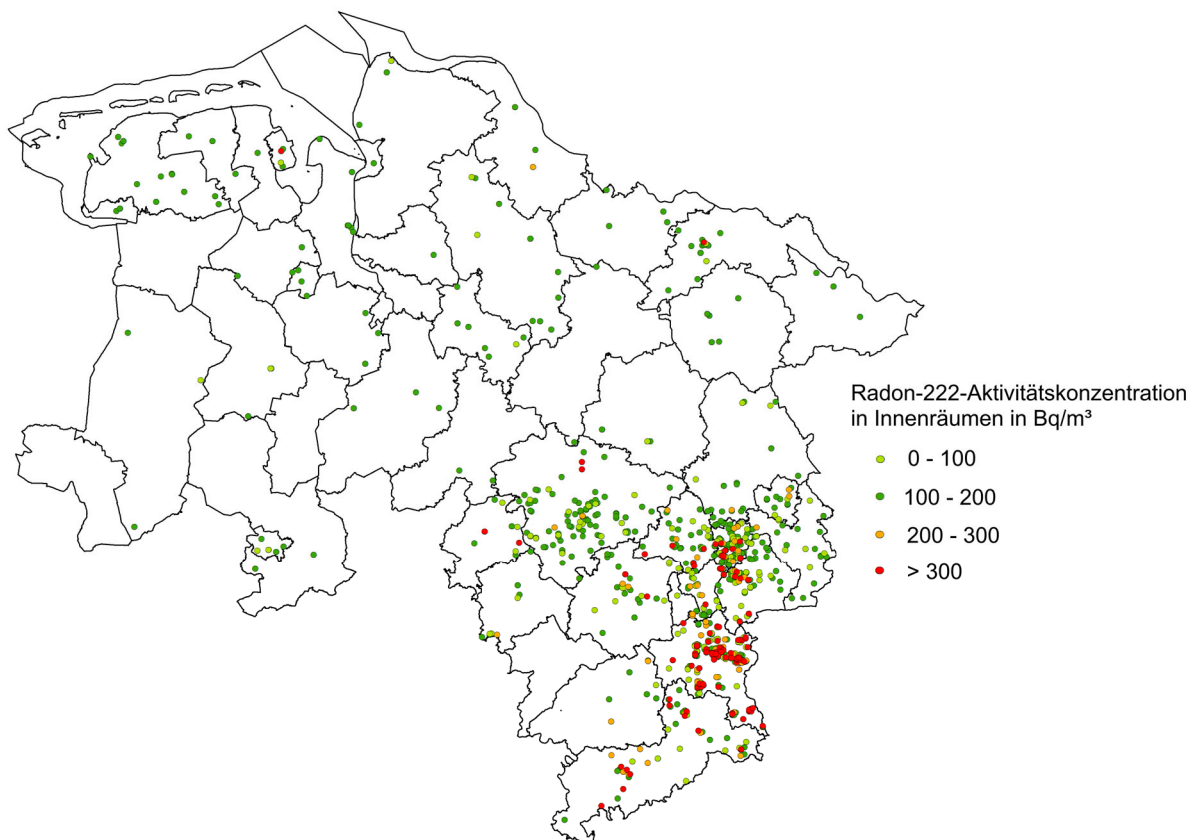


Abbildung 4.2: Ergebnisse der Radon-Innenraummessungen in Niedersachsen

Betrachtet man Abbildung 4.2 mit Blick auf den Referenzwert nach § 121 StrlSchG, ist auffällig, dass insbesondere im Harz und den nordöstlichen und südwestlichen Entwässerungsgebieten des Harzes, Referenzwertüberschreitungen festgestellt wurden. Für ganz Niedersachsen betrachtet weisen insgesamt 6,4 % der Einzelmessungen eine Überschreitung des Referenzwertes auf. Dies entspricht einer Anzahl von 187 Einzelmesswerten (vgl. Tabelle 4.1) aus allen von den Teilnehmern angegebenen Messräumen. Diese Zahl ist jedoch wenig zielführend, da sie alle Raumtypen, Aufstellorte und Aufenthaltszeiten der Teilnehmer miteinbezieht. Zudem wirkte sich bei der Auswertung erschwerend aus, dass Teilnehmerangaben häufig unzureichend oder wenig aussagekräftig waren.

Tabelle 4.1: Ergebnisse der Radon-Innenraummessungen (bezogen auf alle Einzelmessungen)

Radon-222-Aktivitätskonzentration [Bq/m³]	Anzahl	Prozent
>= 1000	33	1,13
500 - 999	48	1,64
400 - 499	27	0,92
300 - 399	79	2,70
200 - 299	150	5,12
100 - 199	424	14,48
50 - 99	823	28,10

< 50	1345	45,92
Gesamt	2929	100

Um eine repräsentative Unterscheidung und damit Aussage über die Radonbelastung in Innenräumen zu ermöglichen, sind die Messwerte entsprechend ihres Aufstellungsortes in Aufenthaltsräume und Nicht-Aufenthaltsräume kategorisiert. In der für die Gebietsausweisung durchgeführten Auswertung wurden Aufenthaltsräume als Räume definiert, in welchen sich Personen für mehr als zwei Stunden pro Tag aufhalten (zum Beispiel Wohnzimmer, Schlafzimmer, Arbeitszimmer, unter Umständen auch Hobbyräume, Werkstätte, Küchen etc.). Grund für diese Festlegung waren die stark unterschiedlichen Angaben der Teilnehmer in Bezug auf die Nutzungsdauer der Räume. So wurde beispielsweise für viele Kellerräume oder Kriechkeller die tägliche Aufenthaltsdauer mit einer Stunde pro Tag angegeben, was zu einer deutlichen Überschätzung der Radonbelastung in der statistischen Auswertung geführt hätte.

Betrachtet man alle niedersachsenweiten Einzelmesswerte unterschieden nach Aufenthaltsräumen und Nicht-Aufenthaltsräumen, ergibt sich für Niedersachsen folgendes Bild: Insgesamt entsprechen 1.950 der erfassten Räume der oben genannten Definition als Aufenthaltsraum. Hier wurden in rund 3,3 % der Räume, also bei 65 Messungen, Referenzwertüberschreitungen festgestellt (vgl. Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Ergebnisse der Radon-Innenraummessungen (bezogen auf Messungen in Aufenthaltsräumen)

Radon-222-Aktivitätskonzentration in Aufenthaltsräumen [Bq/m³]	Anzahl	Prozent
>= 1000	5	0,26
500 - 999	21	1,08
400 - 499	10	0,51
300 - 399	29	1,49
200 - 299	65	3,33
100 - 199	232	11,90
50 - 99	562	28,82
< 50	1026	52,62
Gesamt	1950	100

5 Ausweisung von Radonvorsorgegebieten auf Landkreisebene

Eine Ausweisung von Radonvorsorgegebieten auf der Verwaltungsebene der Landkreise ist geeignet für Gebiete mit größtenteils homogener Geologie, in denen keine bekannten Besonderheiten mit Bezug auf Radon vorliegen und bisher keine lokal stark erhöhten Radon-Bodenluftkonzentrationen identifiziert wurden. Dies trifft hauptsächlich auf den nördlichen Teil des Landes zu, für den anhand der Radonpotential-Karte und den bisher vorliegenden Messdaten ein insgesamt niedriges Radonpotential prognostiziert wird.

5.1 Ergebnisse der Radon-Potentialkarte

Auf Grundlage der Radonpotential-Karte erfüllt kein Landkreis das in § 153 Absatz 2 StrlSchV genannte Kriterium, nach dem auf mindestens 75 % des auszuweisenden Gebietes eine Überschreitung des Referenzwertes in mindestens 10 % der Anzahl an Gebäuden festzustellen ist. Dieses Kriterium gilt mit einer Sicherheit von 90 % als erfüllt, wenn das berechnete Radonpotential den Schwellenwert von 44 erreicht. Lediglich die Landkreise Goslar und Göttingen weisen anhand der Potentialkarte Gebiete auf, die oberhalb des Schwellenwertes von 44 liegen. Diese Gebiete erreichen jedoch keinen Flächenanteil von 75 %.

Auch bei der theoretischen Betrachtung einer konservativeren Vorgehensweise mit der Herabsetzung des Schwellenwertes auf 30, entsprächen die betroffenen Gebiete jeweils weniger als 75 % der Landkreisfläche. Die Sicherheit, dass das genannte Kriterium bei einer Ausweisung eines Gebietes erfüllt ist, läge in diesem Fall bei 75 % (Fehler 1. Art). Der Anteil an Gebieten, die das Kriterium erfüllen, aber dennoch unterhalb der gesetzten Potentialschwelle von 30 liegen, würde in diesem Fall etwa 33 % betragen (Fehler 2. Art).

5.2 Ergebnisse der Innenraum-Messkampagne

Die Ergebnisse der Innenraum-Messkampagne können die Prognose der Radonpotential-Karte direkt und indirekt bestätigen. Für einige Landkreise (Region Hannover, Goslar, Wolfenbüttel und die kreisfreien Städte Braunschweig und Salzgitter, vgl. Tabelle 8.1 und Tabelle 8.2 im Anhang) liegen Messergebnisse in hoher Anzahl vor, sodass eine Überprüfung des 10 %-Kriteriums nach § 153 Absatz 2 StrlSchV ermöglicht wird. Die Auswertung in Tabelle 5.1 zeigt, dass in keinem dieser Landkreise und keiner der kreisfreien Städte der Referenzwert von 300 Bq/m³ in 10 % der Anzahl der teilnehmenden Gebäude bzw. Haushalte überschritten wird. Die kreisfreie Stadt Salzgitter und der Landkreis Wolfenbüttel wurden für diese Auswertung als eine Region betrachtet und die Ergebnisse zusammengefasst.

Tabelle 5.1: Vergleich verschiedener Landkreise hinsichtlich der Referenzwertüberschreitungen in Aufenthaltsräumen

Landkreis/ kreisfreie Stadt	Braunschweig	Goslar	Hannover	Salzgitter und Wolfenbüttel
Anteil an Referenzwert- überschreitungen in Aufenthaltsräumen	0 %	7,47 %	0 %	4,5 %

Zu Beginn der Messkampagnen wurde eine Kategorisierung aller Landkreise zur Priorisierung der Messungen durchgeführt (Abbildung 5.1, [5]). Dabei wurde anhand der Einschätzung des

Radonpotentials der Bodengeologie durch das LBEG (Abbildung 8.2 im Anhang) eine Einteilung der Landkreise und kreisfreien Städte von schwach belastet bis potentiell stärker belastet vorgenommen.

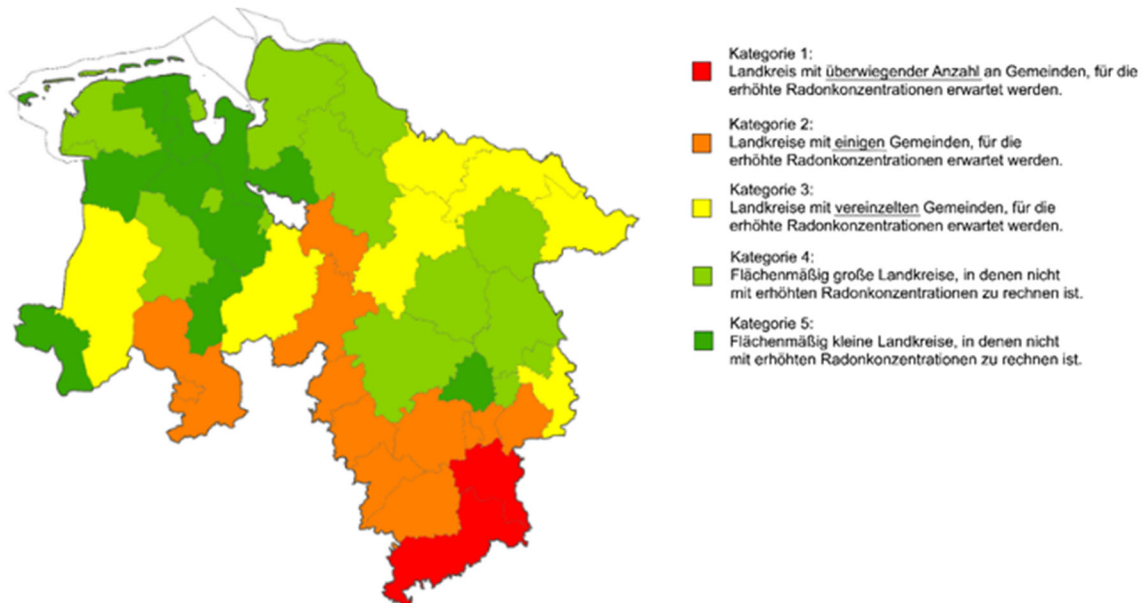


Abbildung 5.1: Kategorisierung der Landkreise

Die in Tabelle 5.1 dargestellten Ergebnisse bestätigen die vorgenommene Einteilung. Im Landkreis Hannover und der kreisfreien Stadt Braunschweig, die als Gebiete mit sehr niedrigem Radonpotential eingeordnet wurden (grün), konnten keine Überschreitungen des Referenzwertes in Aufenthaltsräumen festgestellt werden. Die in Kategorie 2 eingeordnete kreisfreie Stadt Salzgitter sowie der Landkreis Wolfenbüttel weisen wie erwartet insgesamt eine mittlere Überschreitungshäufigkeit in Aufenthaltsräumen auf. Der größte Anteil an Überschreitungen des Referenzwertes wurde im Landkreis Goslar festgestellt, der zuvor als Landkreis eingeordnet wurde, für den in der überwiegenden Anzahl an Gemeinden mit erhöhten Radonkonzentrationen zu rechnen ist. Die Messdaten innerhalb der restlichen Landkreise reichen für eine statistische Auswertung zurzeit noch nicht aus. Die bisherigen Ergebnisse zeigen jedoch, dass die anhand der Geologie vorgenommene Kategorisierung bzw. Prognose hinsichtlich des zu erwartenden Radonpotentials gute Übereinstimmungen liefert.

5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit

Bei einer landesweiten Ausweisung der Radonvorsorgegebiete auf der Verwaltungsebene der Landkreise wird festgestellt, dass kein Landkreis die nach § 153 StrlSchV anzusetzenden Kriterien sicher erfüllt.

Große Teile des Landes weisen ein sehr geringes prognostiziertes Radonpotential ohne bisher erkennbare erhöhte Radon-Bodenluftkonzentrationen auf, sodass die Überprüfung zur Ausweisung der Radonvorsorgegebiete auf der Landkreisebene dort zweckmäßig ist. Auf Grundlage der aktuellen Datenbasis erscheint lediglich für die Landkreise Goslar und Göttingen eine Überprüfung anhand der nächstkleineren Verwaltungseinheit (Gemeindeebene) zwingend notwendig zu sein, um im Sinne des Strahlenschutzgesetzes (auch kleinräumigere) Gebiete mit erhöhtem Radonpotential zu identifizieren.

6 Ausweisung von Radonvorsorgegebieten auf Gemeindeebene

Eine Ausweisung von Radonvorsorgegebieten auf der Verwaltungsebene der Gemeinden ist geeignet, um Gebiete zu betrachten, die aufgrund heterogener geologischer Strukturen kleinräumig ein hohes Radonpotential aufweisen können. Für eine Einschätzung des Radonpotentials innerhalb dieser Gebiete werden die vorhandenen Messdaten sowie die Radonpotential-Karte und die zugrundeliegende Geologie (auf Grundlage der Geologischen Karte im Maßstab 1:25.000, GK25 [6]) berücksichtigt. In Niedersachsen ist diese Betrachtung zunächst für das Harzgebirge und die umliegenden Gebiete innerhalb der Landkreise Goslar und Göttingen sinnvoll. Andere Regionen sollten zukünftig ebenfalls berücksichtigt werden, sobald entsprechende Messdaten eine genauere Betrachtung zulassen.

6.1 Landkreis Goslar

Die Radonpotential-Karte zeigt, dass für einige Teile des Landkreises Goslar mit einem erhöhten Radonpotential gerechnet werden kann (Abbildung 6.1). Anhand dieser Darstellung befinden sich die Gemeinden Clausthal-Zellerfeld, Bad Harzburg, Braunlage, Goslar und Langelsheim vollständig oder teilweise innerhalb eines Rasterfeldes mit mittlerem bis hohem Radonpotential (RP = 29 bis 89).

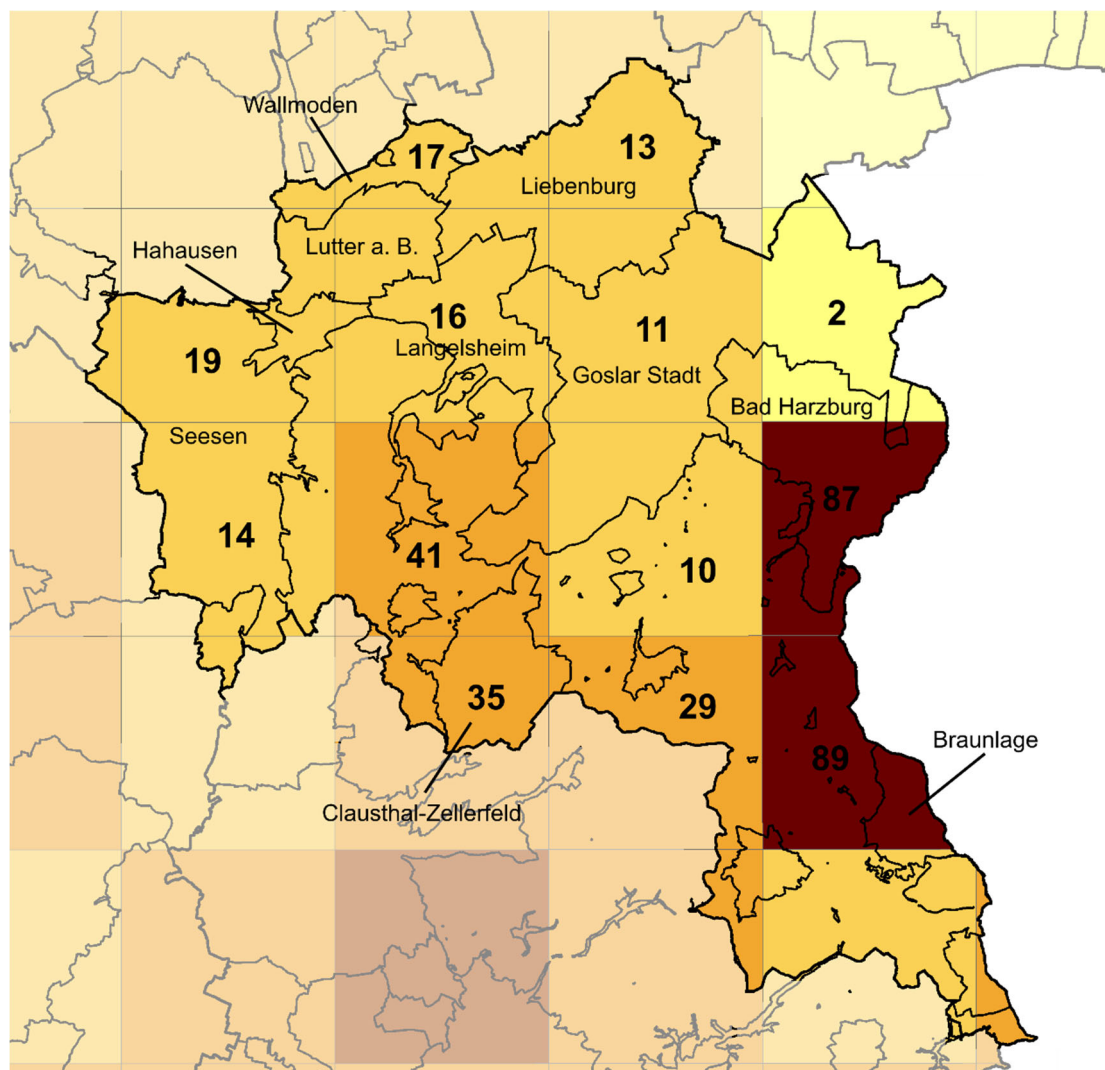


Abbildung 6.1: Übersicht über den Landkreis Goslar mit Angabe des geogenen Radonpotentials

Aus dem Landkreis Goslar konnte bei der Innenraum-Messkampagne 2019/2020 eine große Anzahl an Teilnehmern gewonnen werden. Die geographische Verteilung der Teilnehmer entspricht jedoch keiner gleichmäßigen Verteilung über die Landkreisfläche, sondern konzentriert sich hauptsächlich auf die Gemeinde Goslar Stadt mit 150 Teilnehmern (vgl. Tabelle 6.1 und Abbildung 6.2). Aber auch für die Gemeinden Clausthal-Zellerfeld, Bad Harzburg, Braunlage und Langelsheim konnten die Ergebnisse der Innenraummessungen für eine Einschätzung des Radonpotentials herangezogen werden. Lediglich für die Gemeinden Hahausen, Wallmoden, Liebenburg und Seesen liegen nur sehr wenige bis keine Innenraum-Messdaten vor.

Tabelle 6.1: Anzahl der Teilnehmer der Innenraummesskampagne

Gemeinde	Anzahl Teilnehmer
Bad Harzburg	65
Braunlage	28
Clausthal-Zellerfeld	35
Goslar	150
Hahausen	0
Langelsheim	42
Liebenburg	13
Lutter am Barenberge	2
Seesen	2
Wallmoden	1
Gesamt	338

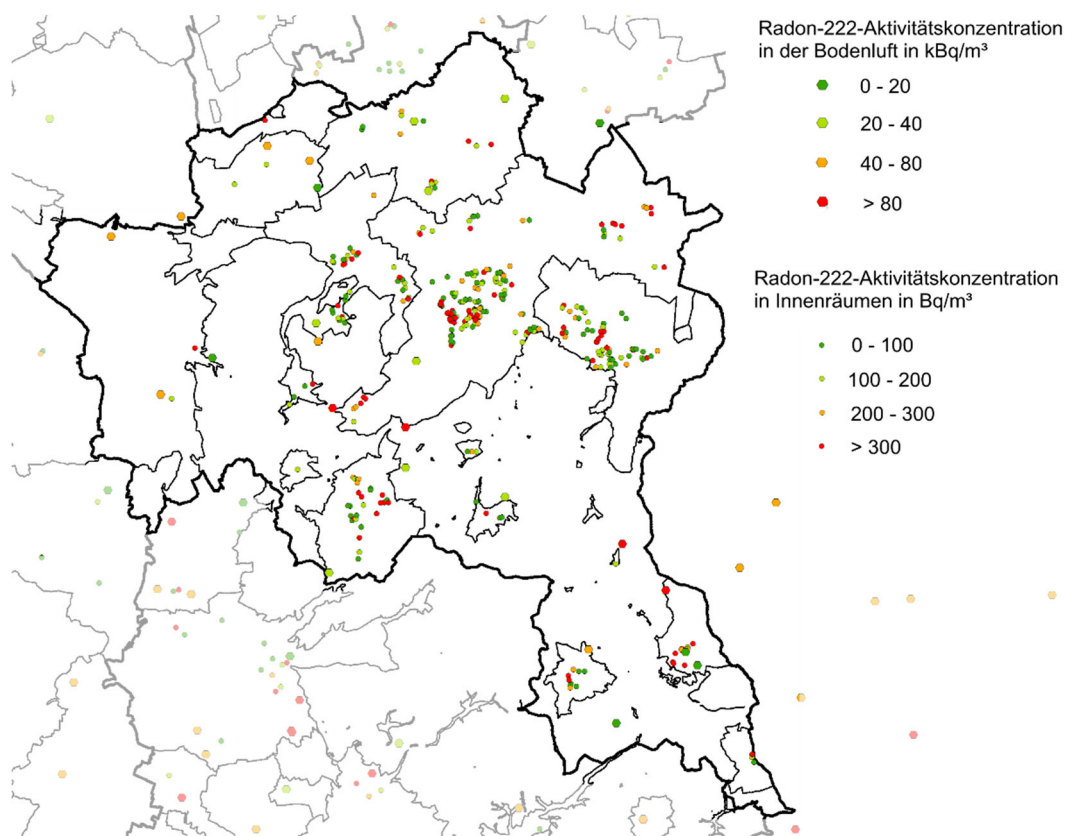


Abbildung 6.2: Übersicht der Radonmessungen im Landkreis Goslar

Große Teile des Landkreises Goslar bestehen aus gemeindefreiem, nicht besiedeltem Gebiet und werden nicht hinsichtlich des Radonpotentials bewertet. Auch innerhalb der Gemeinden ergeben sich große Unterschiede in der Betrachtung von Gemeinde- und Siedlungsgebiet. Da durch eine Einschätzung des Radonpotentials versucht wird, eine Wahrscheinlichkeit für die Überschreitung des Referenzwertes innerhalb von Gebäuden zu bestimmen, ist diese Einschätzung hauptsächlich für Siedlungsgebiete relevant. Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft sind jedoch auch in gemeindefreien oder nicht besiedelten Gebieten sinnvoll, um Korrelationen zu der dort vorherrschenden Geologie herstellen zu können. Wie Abbildung 6.2 zeigt, wurden Bodenluftmessungen hauptsächlich im nordwestlichen Teil des Landkreises durchgeführt. Im Bereich des Harzes wurden dagegen häufig sehr schwierige Messbedingungen vorgefunden, da an vielen Stellen nicht die nötige Bodendeckung bis in einem Meter Tiefe vorgefunden wurde.

6.1.1 Goslar (Stadt)

Die Gemeinde Goslar (Stadt) wird durch die Potentialkarte größtenteils als Gebiet mit geringem Radonpotential eingeordnet. Lediglich der südwestliche Rand liegt in einem Rasterfeld mit einem mittleren Radonpotential (vgl. Abbildung 6.3). Diese Einordnung erschließt sich auch aus der Betrachtung der Geologie (vgl. Abbildung 6.4). Im nördlichen Teil des Gemeindegebietes dominieren das Okertal mit den weitläufig ausgebildeten quartären Flussauen (Mittelterrassen) und Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit. Bei den dort anstehenden Festgesteinen handelt es sich um Schichtfolgen aus Trias, Jura und Kreide (Mesozoikum). Der südliche Teil der Gemeinde weist jedoch deutlich andere Lithologien auf und wird dem Oberharzer Devonsattel, einer geologischen Einheit des Harzes, zugeordnet.

Dieser ist hauptsächlich charakterisiert durch mittel- und unterdevonische Tonschieferabfolgen sowie einer starken tektonischen Beanspruchung bzw. Überprägung.

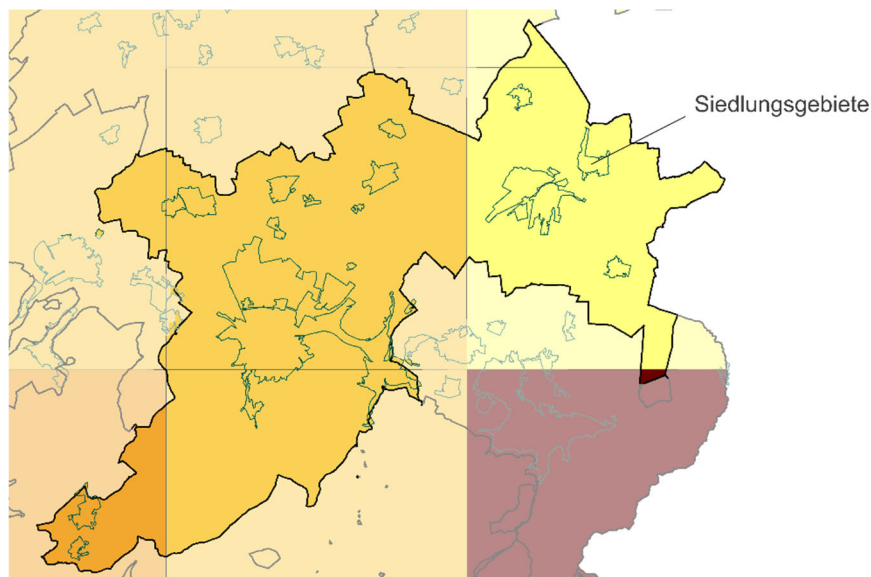


Abbildung 6.3: Gemeinde Goslar Stadt (Siedlungsgebiete) mit geogenem Radonpotential

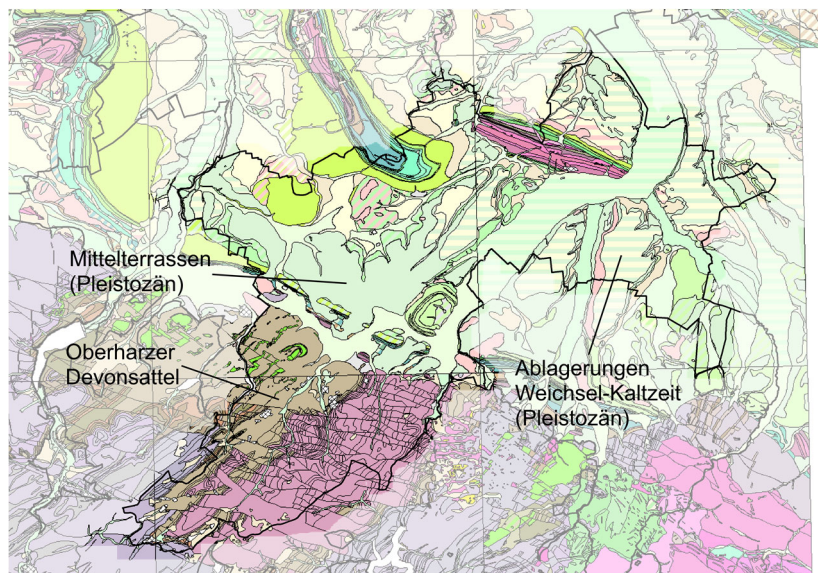


Abbildung 6.4: Geologie der Gemeinde Goslar (Stadt) anhand der GK25 [6]

In Goslar (Stadt) liegen aus der Innenraum-Messkampagne 437 Einzelmesswerte aus 150 Haushalten vor, die in Abbildung 6.5 dargestellt sind. Dabei ist entsprechend der geologischen Gegebenheiten innerhalb des Siedlungsgebietes ein deutliches Gefälle hinsichtlich der Höhe der Messwerte zu erkennen. Im südlichen Bereich des Stadtgebietes, der innerhalb der devonischen Schieferabfolgen liegt bzw. an diese angrenzt, konnten deutlich mehr Überschreitungen des Referenzwertes festgestellt werden, als im restlichen Siedlungsgebiet der Gemeinde. Die Kommunikation mit den Teilnehmern der Messkampagne aus dem südlichen Stadtbereich Goslars hat ergeben, dass Gebäude in dieser Gegend häufig direkt in den dort vorliegenden Schieferhang gebaut wurden.

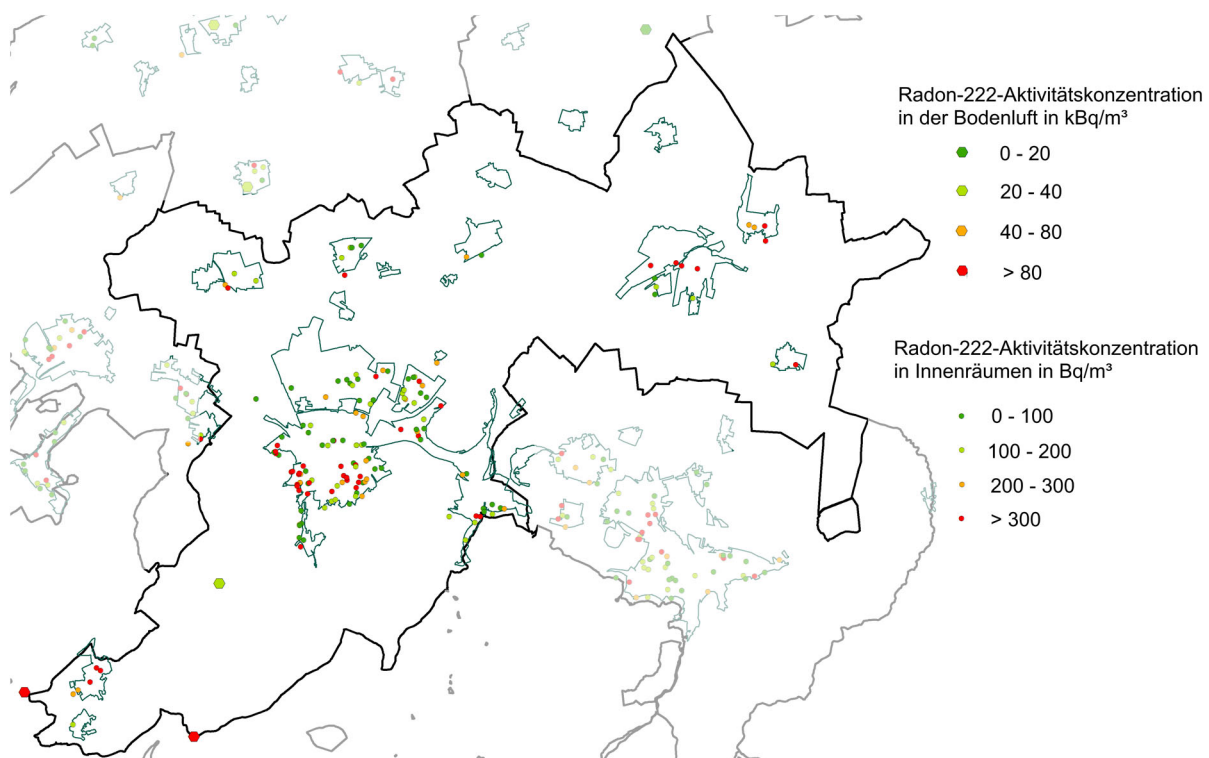


Abbildung 6.5: Messwerte der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Gemeinde Goslar (Stadt)

Die statistische Auswertung der Ergebnisse in Tabelle 6.2 zeigt im oberen Abschnitt die Anteile an Messergebnissen bezogen auf alle Einzelmessungen in Aufenthaltsräumen. Hier weisen 9,22 % der Räume eine Überschreitung des Referenzwertes von 300 Bq/m³ auf.

Der untere Teil der Tabelle 6.2 zeigt die Überschreitungswahrscheinlichkeit bezogen auf die teilnehmenden Haushalte bzw. Gebäude (relevant für die Überprüfung des Kriteriums nach § 153 Absatz 2 StrlSchV). Dabei wird ersichtlich, dass obwohl ein Großteil der Gemeinde in einem Gebiet mit vermeintlich geringem geologischem Radonpotential liegt, eine Überschreitung des Referenzwertes in 20 von 136 Haushalten bzw. Gebäuden festgestellt wurde (14,0 %). Die betroffenen Gebäude liegen allerdings fast ausschließlich im südlichen Stadtgebiet.

Tabelle 6.2: Übersicht der Radonmessungen in Aufenthaltsräumen in der Gemeinde Goslar (Stadt)

Messungen in Aufenthaltsräumen in Goslar, Stadt		
	Anzahl Einzelmessungen	Anteil an Einzelmessungen
$\geq 1000 \text{ Bq/m}^3$	2	0,71 %
$\geq 300 \text{ Bq/m}^3$	22	8,51 %
$< 300 \text{ Bq/m}^3$	236	90,78 %
Gesamt	260	100 %
Anzahl teilnehmende Haushalte (Haushalte mit Überschreitungen)		150 (21)
Überschreitungswahrscheinlichkeit (bezogen auf Haushalte)		14,0 %

Sowohl die Ergebnisse der Innenraummessungen als auch die geologischen Einheiten zeigen innerhalb des Gemeindegebietes deutliche Unterschiede auf. Im nördlichen Teil dominieren mesozoische Einheiten (u. a. Sandstein, Kalksteinfolgen) das Gebiet, welche zu großen Teilen durch quartäre Sedimente überlagert werden. Hier wurden vereinzelt Überschreitungen des Referenzwertes festgestellt (vgl. Abbildung 6.5). Im südlichen Teil der Gemeinde ließ sich dagegen durch die Auswertung der Innenraummessungen ein Gebiet mit stark erhöhtem Radonpotenzial und somit überdurchschnittlich vielen Referenzwertüberschreitungen in Aufenthaltsräumen identifizieren. Dieser südliche Teil des Gemeindegebietes ist geologisch dem Harzgebirge zugeordnet. Die dort vorliegenden Gesteine des Paläozoikums unterliegen einerseits einer stärkeren Tektonisierung (womöglich bessere Wegsamkeiten für Radon durch Störungen, Kluftscharen o. ä.) und weisen im von Kemski [7] aufgestellten, deutschlandweiten Vergleich der Radonpotentiale von Gesteinen unterschiedlicher geologischer Perioden, ein mittleres Radonpotential auf.

Trotz dieser Inhomogenität ließ sich eine Wahrscheinlichkeit der Referenzwertüberschreitung in Gebäuden von 14 % feststellen, wobei die teilnehmenden Haushalte relativ gut über das ganze Siedlungsgebiet der Gemeinde verteilt waren. Bei der Betrachtung der Gemeinde als kleinste, auszuweisende Verwaltungseinheit, erfüllt die Gemeinde Goslar (Stadt) das Kriterium nach § 153 Absatz 2 StrlSchV und wird daher für eine Ausweisung als Radonvorsorgegebiet empfohlen.

6.1.2 Bad Harzburg

Bad Harzburg liegt laut Potentialkarte innerhalb eines Gebietes mit einem sehr hohem Radonpotential von 89. Bei Betrachtung dieser Einordnung im Vergleich mit der vorliegenden Geologie (Abbildung 6.6) wird klar, dass dieses Potential sehr wahrscheinlich durch den südöstlich von Bad Harzburg vorkommenden Brocken-Granit verursacht wird. Granitgesteinen (sauren Plutoniten) konnte durch Radonmessungen in der Bodenluft ein höheres Radonpotential zugeordnet werden [7]. Die Gemeinde Bad Harzburg, und insbesondere die vorliegende Siedlungsfläche, liegt deutlich außerhalb dieser geologischen Struktur. Es ist davon auszugehen, dass die Überschneidung in der Potentialkarte auf deren grobe Auflösung zurückzuführen ist, da innerhalb eines 10x10 km-Rasters lediglich die vorherrschende Geologie berücksichtigt wird.

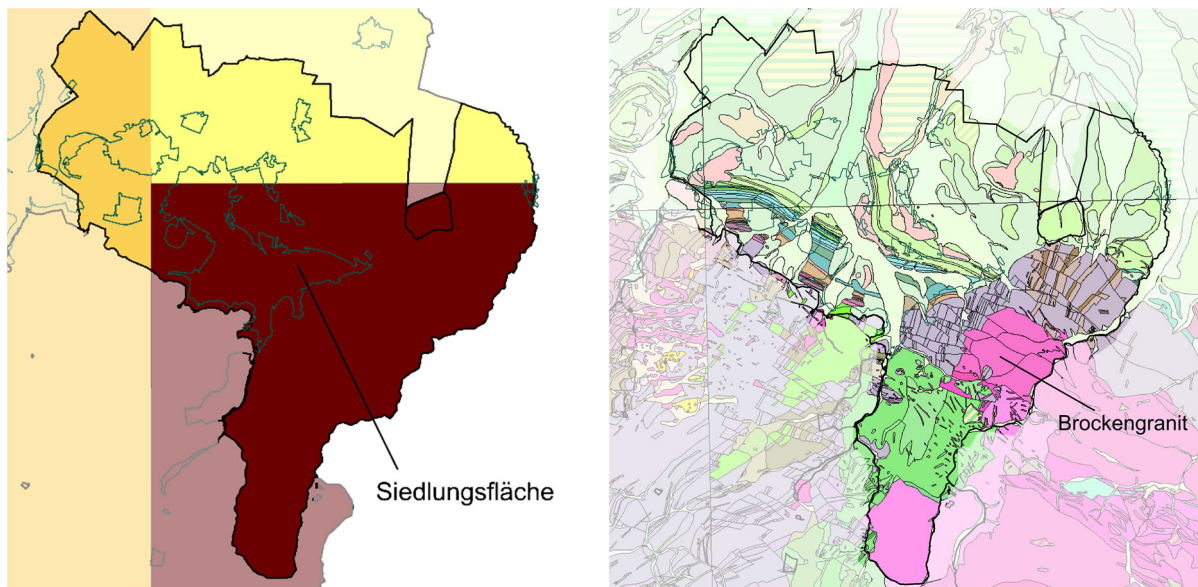


Abbildung 6.6: Gemeinde Bad Harzburg mit Siedlungsflächen (links) und der Geologie (rechts, anhand GK25 [6])

Im Rahmen der Innenraum-Messkampagne wurden in Bad Harzburg 198 Einzelmessungen in 65 Haushalten vorgenommen, von denen 121 Messwerte jeweils einem Aufenthaltsraum (mit einer Aufenthaltsdauer von mindestens zwei Stunden pro Tag) zugeordnet werden konnten. Die Teilnehmer stammen aus verschiedenen Teilen der Gemeinde, sodass sich eine gute Verteilung der gewonnenen Messwerte ergibt (Abbildung 6.7).

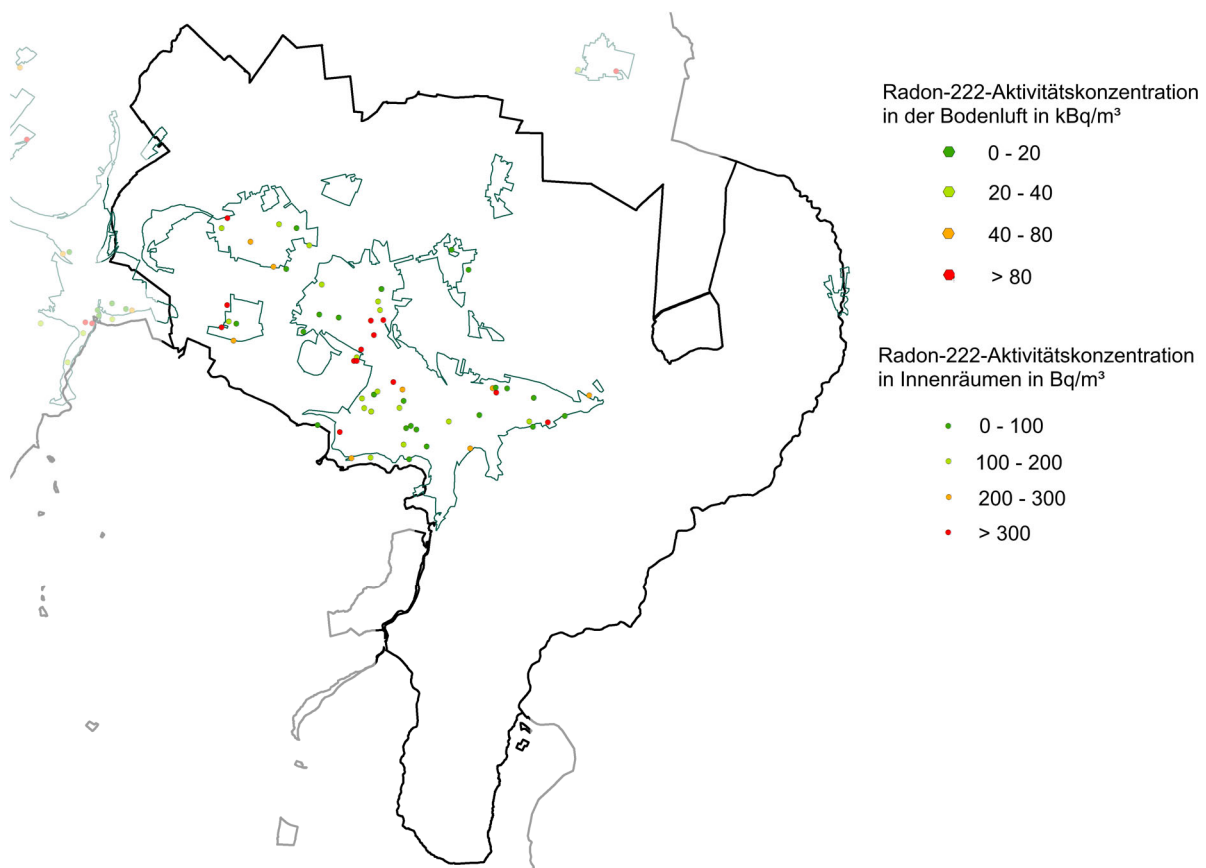


Abbildung 6.7: Messwerte der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Gemeinde Bad Harzburg

Tabelle 6.3 zeigt die Ergebnisse der Innenraum-Messdaten, bezogen auf Messungen in Aufenthaltsräumen. Lediglich in zwei Aufenthaltsräumen (1,65 %) wurde der Referenzwert von 300 Bq/m³ überschritten. Bei 65 teilnehmenden Haushalten entspricht dies einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 3,08 %.

Tabelle 6.3: Übersicht der Radonmessungen in Aufenthaltsräumen in der Gemeinde Bad Harzburg

Messungen in Aufenthaltsräumen in Bad Harzburg		
	Anzahl Einzelmessungen	Anteil an Einzelmessungen
300 Bq/m ³ und mehr	2	1,65 %
unter 300 Bq/m ³	104	98,35 %
Gesamt	106	100 %
Anzahl teilnehmende Haushalte (Haushalte mit Überschreitungen)		65 (2)
Überschreitungswahrscheinlichkeit		3,08 %

Aufgrund der erklärbaren Abweichungen zwischen der Potentialkarte und den geologischen Gegebenheiten der Gemeinde Bad Harzburg sowie auf Grundlage der Ergebnisse der Innenraummessungen wird nach jetzigem Kenntnisstand empfohlen, die Gemeinde Bad Harzburg nicht als Radonvorsorgegebiet nach § 121 StrlSchG auszuweisen.

6.1.3 Clausthal-Zellerfeld

Die Gemeinde Clausthal-Zellerfeld liegt im südlichen Teil des Landkreises Goslar, mitten im Gebiet des Oberharzes. Die einzelnen Gemeindeteile weisen laut Potentialkarte ein Radonpotential von 29 bis 41 auf (Abbildung 6.8). Geologisch lässt sich das Gebiet innerhalb der Clausthaler Kulmfalten-Zone einordnen (Abbildung 6.9), die von (Kulm-)Grauwacke und Tonschiefer des Unterdevons geprägt und von Niederterrassen (Flusstälern) durchzogen ist. Es liegen sehr viele Störungszonen vor, die potentiell kleinräumig ein sehr hohes Radonpotential aufweisen können.

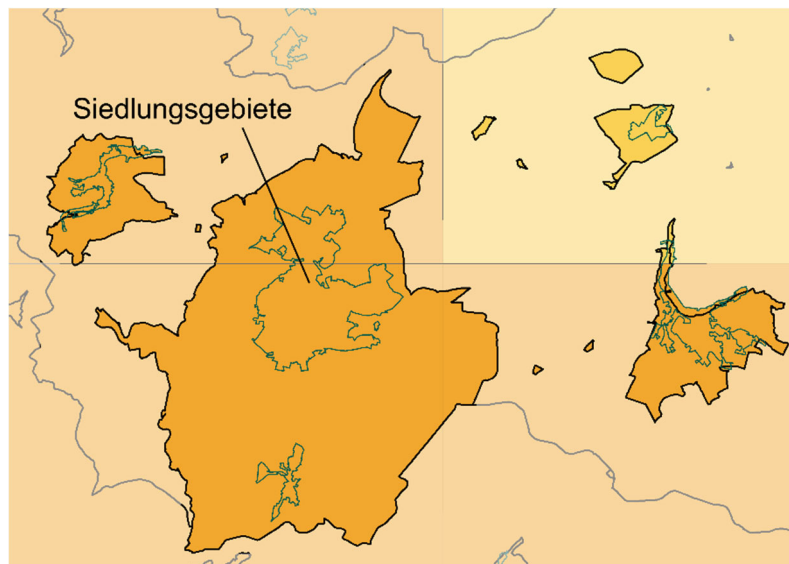


Abbildung 6.8: Gemeinde Clausthal-Zellerfeld mit Siedlungsgebieten und geogenem Radonpotential

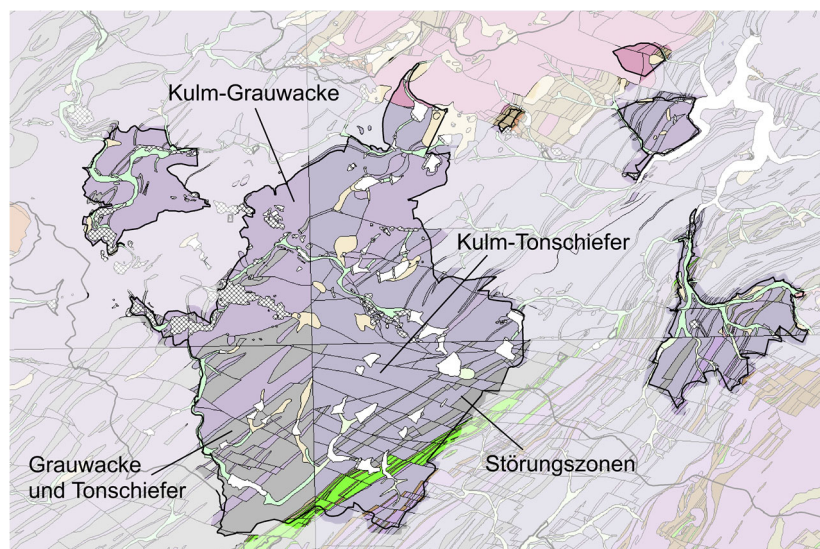


Abbildung 6.9: Geologie der Gemeinde Clausthal-Zellerfeld anhand der GK25 [6]

Im Rahmen der Innenraum-Messkampagne wurden in Clausthal-Zellerfeld 104 Einzelmessungen in 35 Haushalten vorgenommen, von denen 56 Messwerte jeweils einem Aufenthaltsraum (Aufenthaltsdauer länger als zwei Stunden pro Tag) zugeordnet werden konnten. Die geografische Verteilung der Messteilnehmer ist in Abbildung 6.10 dargestellt.

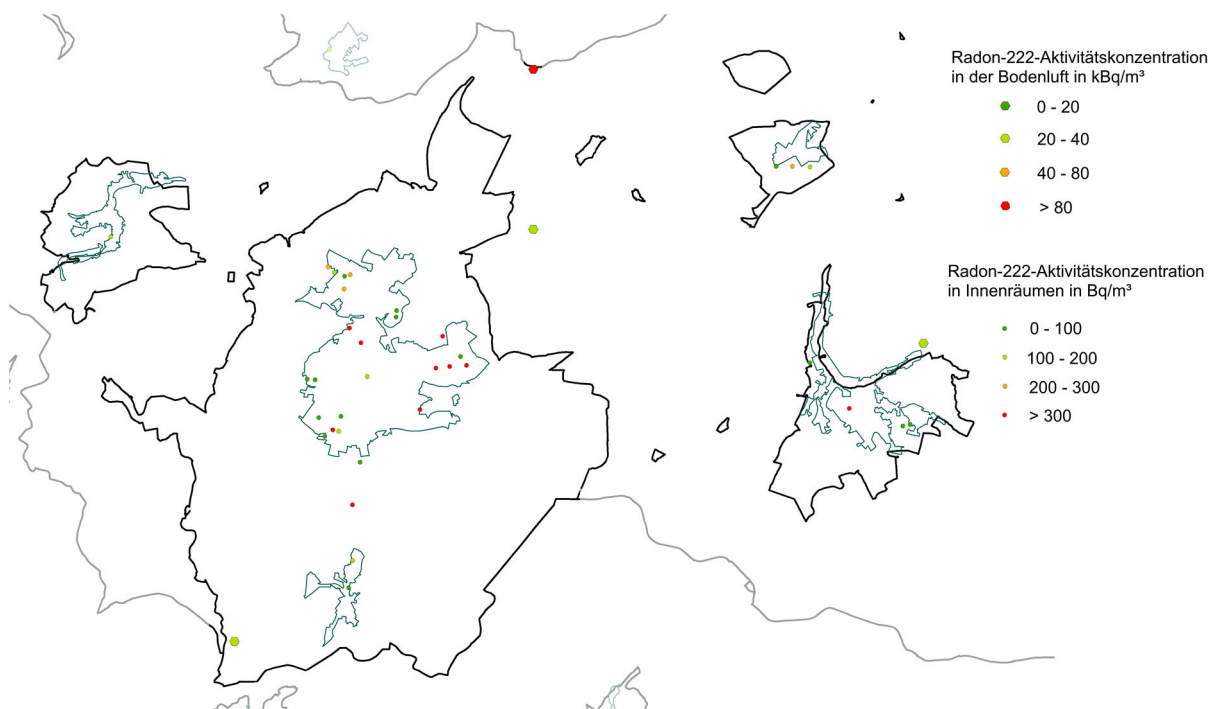


Abbildung 6.10: Messwerte der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Gemeinde Clausthal-Zellerfeld

Bei der Betrachtung der Innenraum-Messdaten bezogen auf die Messungen in Aufenthaltsräumen (Tabelle 6.4) ergeben sich Überschreitungen des Referenzwertes in 5 der 61 untersuchten Räume (8,57 %). In zwei dieser Aufenthaltsräume wurden Messwerte von über 1000 Bq/m³ festgestellt. Bei 35 teilnehmenden Haushalten entspricht dies einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 8,57 %.

Tabelle 6.4: Übersicht der Radonmessungen in Aufenthaltsräumen in der Gemeinde Clausthal-Zellerfeld

Messungen in Aufenthaltsräumen in CLZ		
	Anzahl Einzelmessungen	Anteil an Einzelmessungen
$\geq 1000 \text{ Bq/m}^3$	2	3,28 %
$\geq 300 \text{ Bq/m}^3$	3	4,92 %
$< 300 \text{ Bq/m}^3$	56	91,80 %
Gesamt	61	100 %
Anzahl teilnehmende Haushalte (Haushalte mit Überschreitungen)		35 (3)
Überschreitungswahrscheinlichkeit		8,57 %

Die Ergebnisse der Radon-Potentialkarte zeigen nicht eindeutig, dass das Kriterium nach § 153 Absatz 2 StrlSchV erfüllt ist, allerdings sollte hier auch die Möglichkeit einer gewissen Schwankungsbreite berücksichtigt werden. Die Anzahl der an den Innenraummessungen beteiligten Haushalte reicht nicht aus, um mit Sicherheit einen Anteil an Referenzwertüberschreitungen für die gesamte Gemeinde vorherzusagen, dient aber als Orientierung und zur Bestätigung des prognostizierten Radonpotentials. Die Messungen liefern starke Hinweise auf ein entsprechendes Radonpotential, welches zu Überschreitungen

des Referenzwertes innerhalb von Gebäuden führt. Bei der Auswertung der Innenraummessung im Hinblick auf alle Räumlichkeiten wurden in Clausthal-Zellerfeld relativ die meisten Messwerte mit Radon-222-Aktivitätskonzentrationen von über 1000 Bq/m³ festgestellt (5,77 %, siehe Tabelle 8.5 im Anhang). Dies steht auch im Zusammenhang mit der regional gebräuchlichen Bauweise (Fachwerkhaus, Kriechkeller), wie in der Bachelorarbeit zur Validierung der Radon-Innenraummesskampagne [8] dargelegt.

Es wird empfohlen, die Gemeinde Clausthal-Zellerfeld als Radonvorsorgegebiet nach § 121 StrlSchG auszuweisen und weitere Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration für eine genauere Einordnung des Radonpotentials zu erheben.

6.1.4 Braunlage

Das Gebiet der Stadt Braunlage liegt am Fuße des Brockens. In der geologischen Übersicht ist zu erkennen, dass der nördliche Teil des Gebietes vom Brocken-Granit und devonischen Abfolgen mit zahlreichen Störungszonen dominiert wird (vgl. Abbildung 6.11, rechts). Diesen Lithologien und geologischen Strukturen wird anhand der Radonpotential-Karte ein höheres Radonpotential zugeordnet (vgl. Abbildung 6.11, links). In diesem Bereich wurden im Rahmen der Innenraum-Messkampagne besonders häufig Überschreitungen des Referenzwertes festgestellt (vgl. Abbildung 6.12).

Die Gemeindeteile St. Andreasberg und Hohegeiß liegen überwiegend in Schieferschichten des Unter- und Mitteldevon, denen durch die Radonpotential-Karte ein geringes bis mittleres Radonpotential zugeordnet wird (30 bis 37, vgl. Abbildung 6.11). Das gemeindefreie Gebiet zwischen den Ortsteilen weist hauptsächlich Schiefergestein, Kalkgestein und Grauwacke des Unterdevons auf. In diesen Gebieten gestaltete sich die Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft besonders schwierig, da häufig keine ausreichende Boden-Deckschicht für eine Messung in einem Meter Tiefe vorliegt.

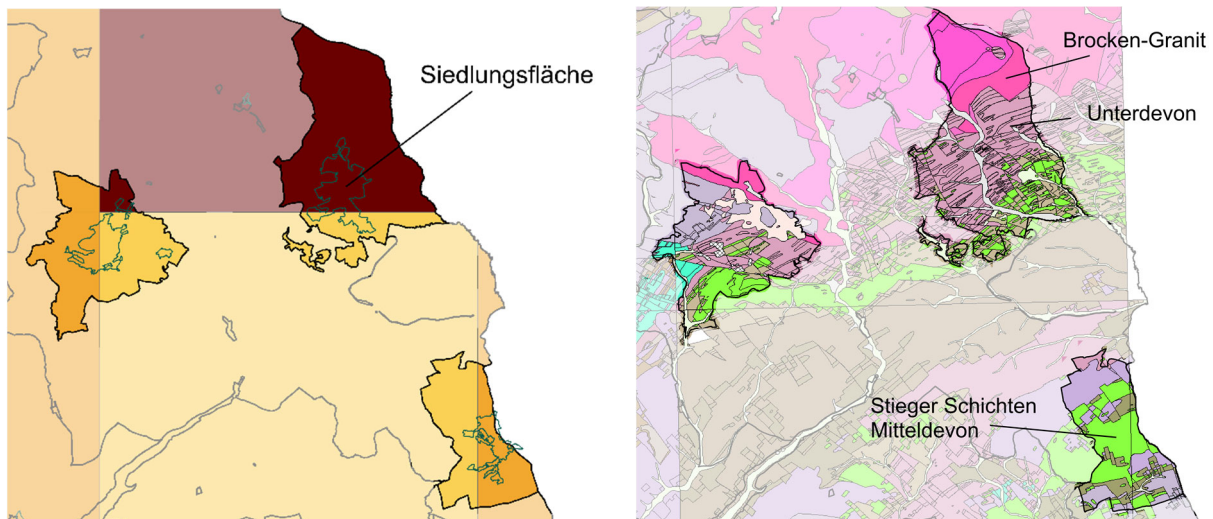


Abbildung 6.11: Gemeinde Braunlage mit Siedlungsflächen (links) und der Geologie (rechts, anhand GK25 [6])

Insgesamt konnten aus Braunlage 28 Teilnehmer für die Innenraummesskampagne gewonnen werden, wobei 88 Einzelmessungen, davon 56 in Aufenthaltsräumen (mit einer Aufenthaltsdauer von mindestens zwei Stunden pro Tag), ausgewertet wurden. Der überwiegende Teil der Innenraummessungen stammt aus den Gemeindeteilen Braunlage und

St. Andreasberg (Abbildung 6.12). Für den Ortsteil Hohegeiß liegen lediglich Messergebnisse für drei Gebäude vor.

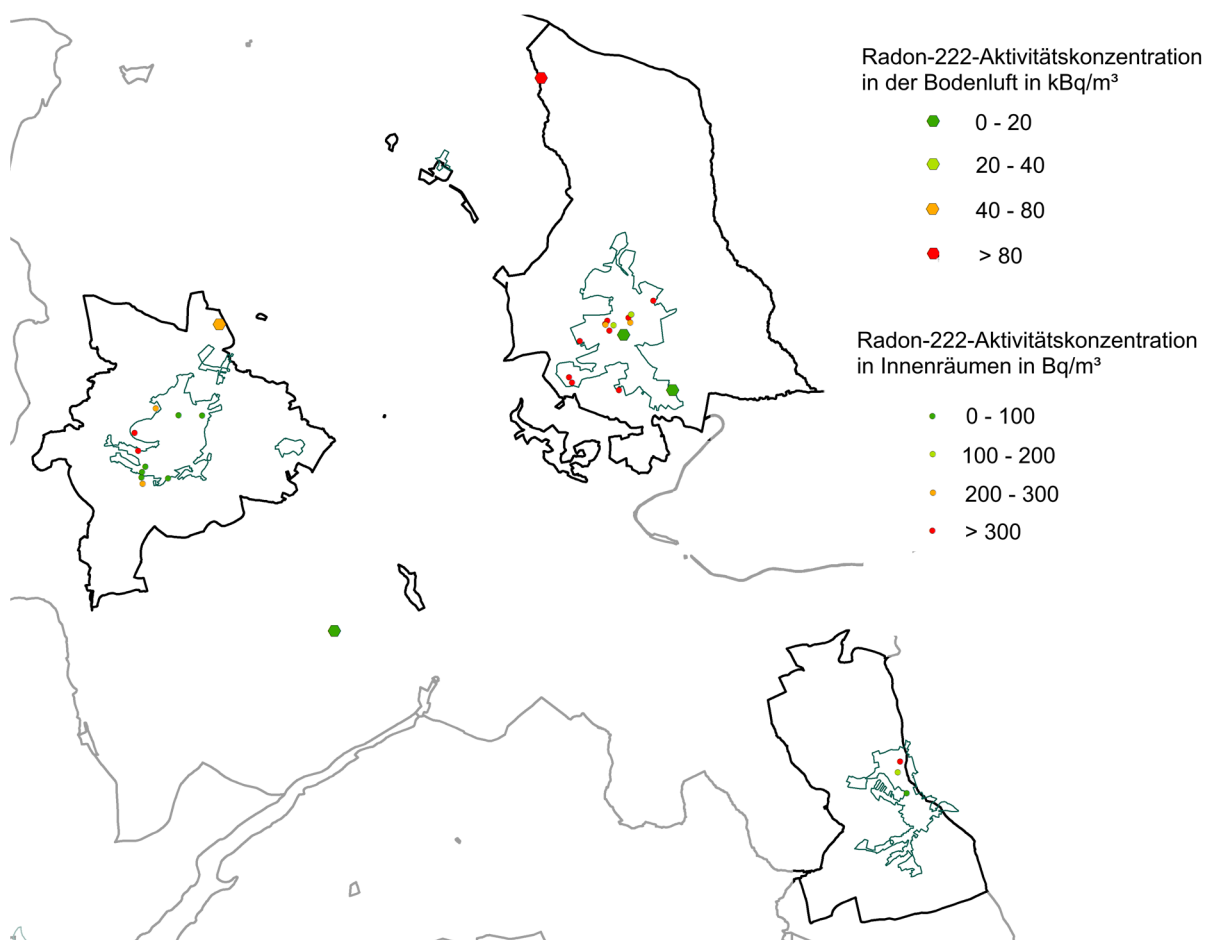


Abbildung 6.12: Messwerte der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Gemeinde Braunlage

Die Auswertung der Innenraum-Messdaten unter Berücksichtigung der Aufenthaltsräume in Tabelle 6.5 zeigt Überschreitungen des Referenzwertes in 14 der 56 untersuchten Räume (25 %). Dabei wurde in einem der Aufenthaltsräume ein Messwert von über 1000 Bq/m³ festgestellt. Bezogen auf die Anzahl der teilnehmenden Haushalte entspricht dies einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 21,43%. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse ist allerdings die geringe Anzahl an Messdaten in der Gemeinde zu berücksichtigen.

Tabelle 6.5: Übersicht der Radonmessungen in Aufenthaltsräumen in der Gemeinde Braunlage

Messungen in Aufenthaltsräumen in Braunlage		
	Anzahl Einzelmessungen	Anteil an Einzelmessungen
$\geq 1000 \text{ Bq/m}^3$	1	1,79 %
$\geq 300 \text{ Bq/m}^3$	13	23,21 %
$< 300 \text{ Bq/m}^3$	42	75,0 %
Gesamt	56	100 %

Anzahl teilnehmende Haushalte (Haushalte mit Überschreitungen)	28 (6)
Überschreitungswahrscheinlichkeit	21,43 %

Sowohl die Radonpotential-Karte, die zugrundeliegende geologische Einordnung als auch die Ergebnisse der Innenraummessungen zeigen, dass zumindest in einem großen Teil der Gemeinde ein erhöhtes Radonpotential vorhanden ist und dadurch der Referenzwert in einer Vielzahl an Gebäuden überschritten wird. Die Ergebnisse der Innenraum-Messkampagne liefern einen starken Hinweis auf ein hohes Radonpotential, können aber aufgrund der geringen Teilnehmerzahl, besonders in den Gemeindeteilen Hohegeiß und St. Andreasberg, nicht für die Fragestellung herangezogen werden, ob die Gemeinde das Kriterium nach § 153 Absatz 2 StrlSchV erfüllt.

Auch wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass das Kriterium nach § 153 Absatz 2 StrlSchV erfüllt wird, deuten die vorliegende Erkenntnisse darauf hin, dass der Referenzwert in der Gemeinde Braunlage in einer Vielzahl an Gebäuden überschritten wird. Daher wird empfohlen, die Gemeinde Braunlage als Radonvorsorgegebiet nach § 121 StrlSchG auszuweisen und weitere Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration für eine genauere Einordnung des Radonpotentials zu erheben.

6.1.5 Restliche Gemeinden in Goslar

Die restlichen Gemeinden des Landkreises Goslar weisen laut Radonpotential-Karte ein geringes Radonpotential auf (Abbildung 6.13). Unterstützt wird diese Einschätzung durch die vorliegenden Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft und in Innenräumen.

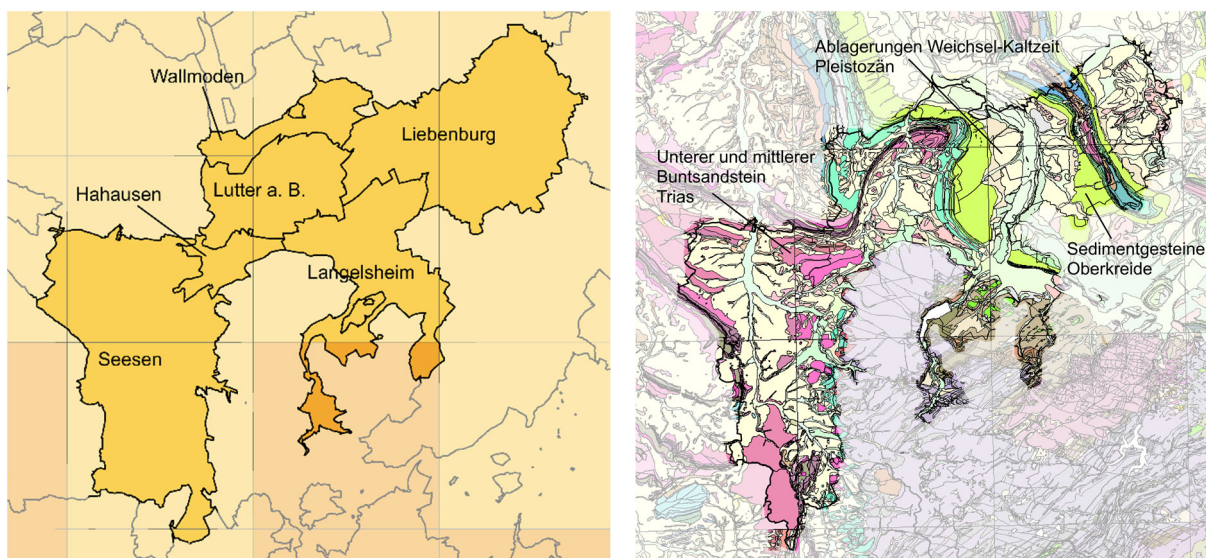


Abbildung 6.13: Nördlicher Teil des Landkreises Goslar mit Siedlungsflächen (links) und der Geologie (rechts, anhand GK25 [6])

Die Geologie der nördlichen und westlichen Gemeinden unterscheidet sich von dem durch das Harzgebirge dominierten restlichen Teil des Landkreises. Es handelt sich wie in Abbildung 6.13 dargestellt um jüngere, eiszeitliche Ablagerungen (Pleistozän), ehemalige

Flussterrassen, Sedimentgesteine (Ober- und Unterkreide) sowie unteren und mittleren Buntsandstein (Trias).

Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Innenräumen liegen für die fraglichen Gemeinden größtenteils nur vereinzelt vor, lediglich die Ergebnisse der Gemeinde Langelsheim können für eine Einordnung des Radonpotentials herangezogen werden. In diesem Fall konnten in 2 von 42 teilnehmenden Haushalten (4,76 %) Überschreitungen des Referenzwertes in Aufenthaltsräumen festgestellt werden. Aus der Gemeinde Liebenburg nahm eine Anzahl von 13 Haushalten teil, in denen keine Überschreitung des Referenzwertes festgestellt wurde.

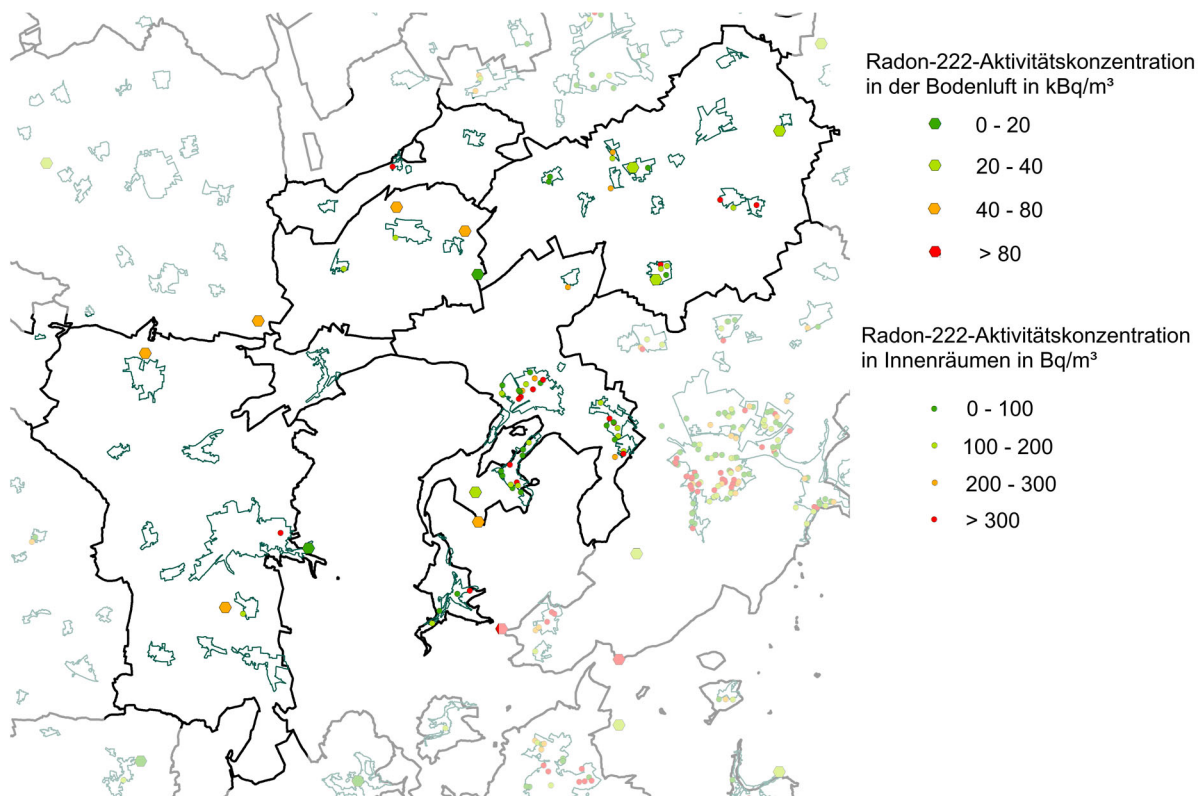


Abbildung 6.14: Messwerte der Radon-222-Aktivitätskonzentration im nördlichen Teil des Landkreises Goslar

Die durchgeführten Bodenluftmessungen zeigen in diesem Bereich niedrige bis mittlere Radon-222-Aktivitätskonzentration im Boden (Abbildung 6.14). Das unter Berücksichtigung der Gaspermeabilität des Bodens berechnete Radonpotential liegt jeweils im niedrigen Bereich (Tabelle 6.6), mit Ausnahme einer Messung in Lutter am Barenberge, die ein mittleres berechnetes Radonpotential von 33,9 aufweist.

Tabelle 6.6: Ergebnisse der Radon-Bodenluftmessungen im nördlichen Teil des Landkreises Goslar

Gemeinde	Koordinaten	Radon-222-Aktivitätskonzentration (kBq/m ³)	Radonpotential
Langelsheim	51.90411, 10.30185	23,2	16,85
Liebenburg	52.010057, 10.388948	31,4	
Liebenburg	51.973003, 10.400167	27,6	

Liebenburg	52.021158, 10.467552	33,4	
Lutter am Barenberge	51.99013, 10.29873	68,9	22,15
Lutter am Barenberge	51.99841, 10.26246	60	33,86
Seesen	51.86758, 10.16770	48	17,66
Seesen	51.88657, 10.21243	14,4	12,42
Seesen	51.95171, 10.12727	43,3	26,70

Insgesamt zeigen die vorhandenen Messdaten sowie die Radonpotential-Karte, dass für die Gemeinden Seesen, Lutter am Barenberge, Liebenburg, Hahausen, Langelsheim und Wallmoden ein niedriges bis mittleres Radonpotential zu erwarten ist. Auch die Geologie weist hier deutlich andere Strukturen auf, als die vom Harz geprägten Gebiete. Es liegen keine Hinweise vor, dass der Referenzwert in einer beträchtlichen Anzahl an Gebäuden überschritten wird. Daher wird empfohlen, diese Gemeinden nicht als Radonvorsorgegebiete nach § 121 StrlSchG auszuweisen.

6.2 Zusammenfassung der Ergebnisse Landkreis Goslar

Für den Landkreis Goslar wird die Ausweisung auf Gemeindeebene für die Gemeinden Goslar Stadt, Clausthal-Zellerfeld und Braunlage als Radonvorsorgegebiet nach § 121 StrlSchG empfohlen. Die Empfehlung erfolgt auf Grundlage der Potentialkarte, der Messdaten und der Geologie.

Für alle anderen Gemeinden des Landkreises Goslar liegen nach aktueller Datenlage keine Anhaltspunkte vor, dass der Referenzwert in einer beträchtlichen Anzahl an Gebäuden überschritten oder das Kriterium nach § 153 Absatz 2 StrlSchV erfüllt wird.

6.3 Landkreis Göttingen

Die Radonpotential-Karte zeigt, dass einige Teile des Landkreises Göttingen ein erhöhtes Radonpotential aufweisen (Abbildung 6.15). Die (Samt-)Gemeinden Osterode am Harz, Herzberg am Harz, Gleichen, Duderstadt, Hattorf am Harz und Radolfshausen befinden sich jeweils mit einem Teil der Gemeindefläche innerhalb eines Rasterfeldes mit erhöhtem Radonpotential (RP = 46 bis 56). Dem Großteil des restlichen Landkreises wird ein mittleres Radonpotential zugeordnet.

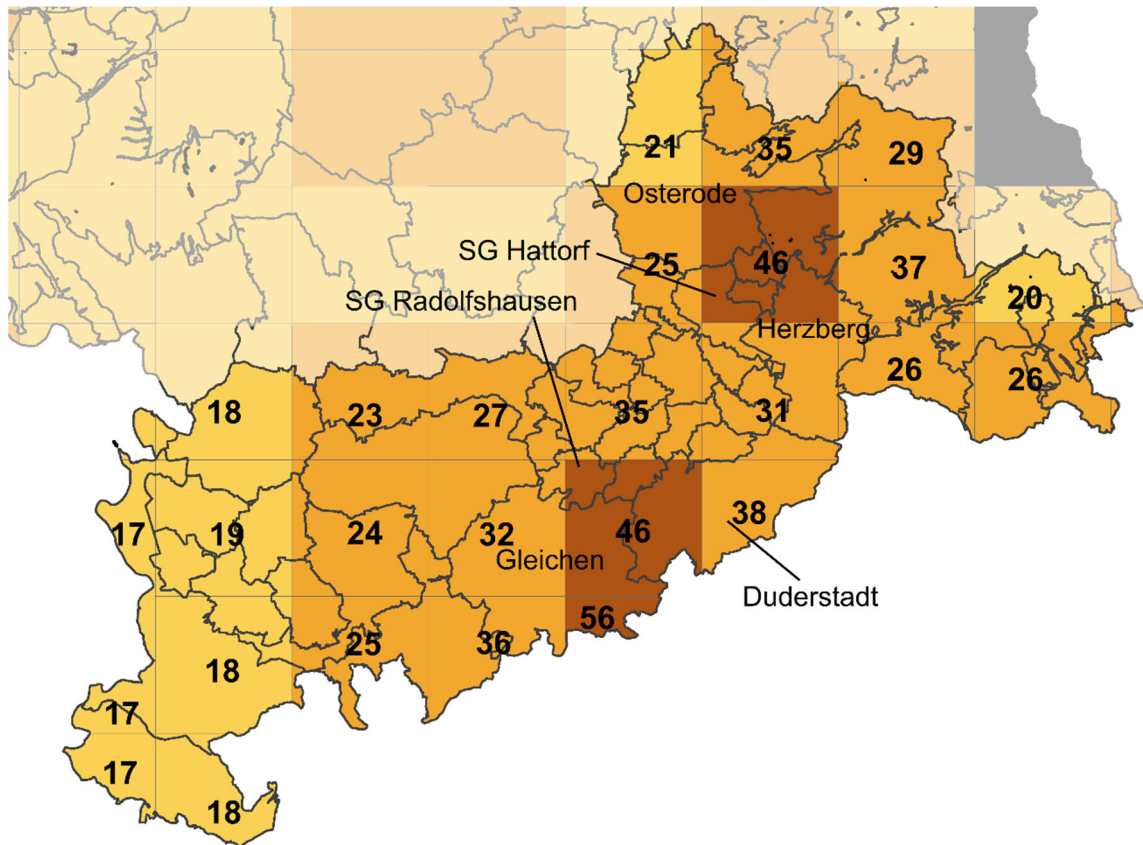


Abbildung 6.15: Potentialkarte des Landkreises Göttingen

Im Zuge der Radon-Innenraummesskampagne konnten aus dem Landkreis Göttingen leider nur wenige Teilnehmer (135 Einzelmessungen, Tabelle 8.3) generiert werden. Von den teilnehmenden Haushalten kam ein überwiegender Anteil aus dem Stadtgebiet Göttingen. Es können daher aktuell keine statistischen Auswertungen der Radon-Innenraummessungen aus den fraglichen Gemeinden zur Unterstützung der Ausweisung der Radonvorsorgegebiete beitragen. Aus diesem Grund ist im Einzelnen keine sichere Einschätzung möglich, ob das Kriterium nach § 153 Absatz 2 StrlSchV für eine der Verwaltungseinheiten oder dessen Siedlungsgebiete erfüllt wird.

Hinweise darauf, dass zumindest lokal hohe Radonpotentiale vorliegen können, liefern dagegen die durchgeführten Radon-Bodenluftmessungen. In Abbildung 6.16 sind zunächst die Ergebnisse der Bodenluftmessungen im nördlichen Teil des Landkreises dargestellt, sowie in Abbildung 6.17 mit Bezug zu den vorliegenden geologischen Einheiten und Strukturen auf Basis der GK25 [6]. Die Siedlungsgebiete der Gemeinden Osterode am Harz, Herzberg am Harz, Bad Grund, Bad Lauterberg, Bad Sachsa, und Walkenried liegen am Rand des Harzgebirges innerhalb sehr heterogener, tektonisch stark beanspruchter geologischer

Einheiten und werden durchzogen von aus dem Harz kommenden Entwässerungskanälen und Flussläufen. In diesen Gebieten wurden mittlere bis sehr hohe Radon-222-Aktivitätskonzentrationen in der Bodenluft nachgewiesen. Insbesondere die Zechstein-Folgen (in Abbildung 6.17 in einem türkisenen Farbton dargestellt), die sich von Bad Grund bis Bad Lauterberg erstrecken, scheinen ein höheres Radonpotential aufzuweisen. Dieser Hinweis sollte durch weitere Messungen untersucht werden, um mögliche Siedlungsflächen mit hohem Radonpotential identifizieren zu können.

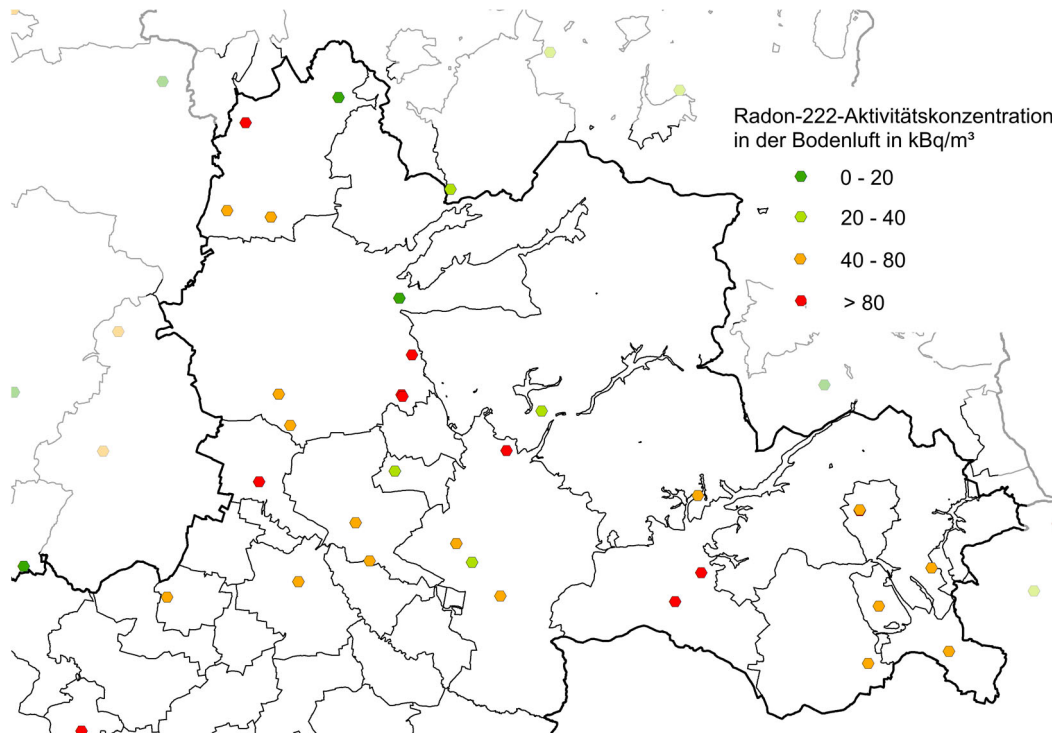


Abbildung 6.16: Übersicht der Radon-Bodenluftmessungen im nördlichen Teil des Landkreises Göttingen

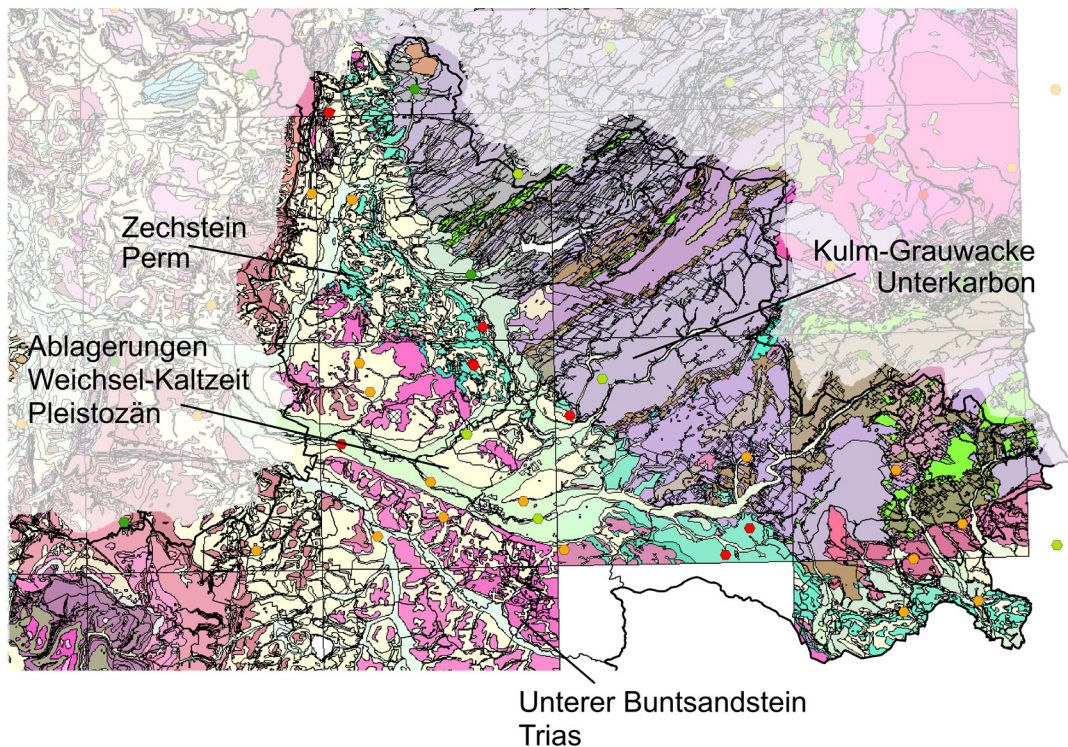


Abbildung 6.17: Geologische Übersicht (anhand GK25, [6]) des nördlichen Teils des Landkreises Göttingen mit Bodenluftmessungen

Bei der Betrachtung des südlichen Teils des Landkreises (Abbildung 6.18 und Abbildung 6.19) spiegelt sich in den Ergebnissen der Radon-Bodenluftmessungen die Einschätzung durch die Radonpotential-Karte wider. Hohe Konzentrationen in der Bodenluft wurden hauptsächlich innerhalb der Buntsandsteinformationen in den Gemeinden Gleiches, Duderstadt und der Samtgemeinde Radolfshausen festgestellt.

Der westliche Teil des Landkreises ist geprägt durch Flusstäler (Pleistozän) und Muschelkalk-Formationen (Trias). In diesen Gebieten wurden niedrige bis mittlere Radon-222-Aktivitätskonzentrationen in der Bodenluft gemessen.

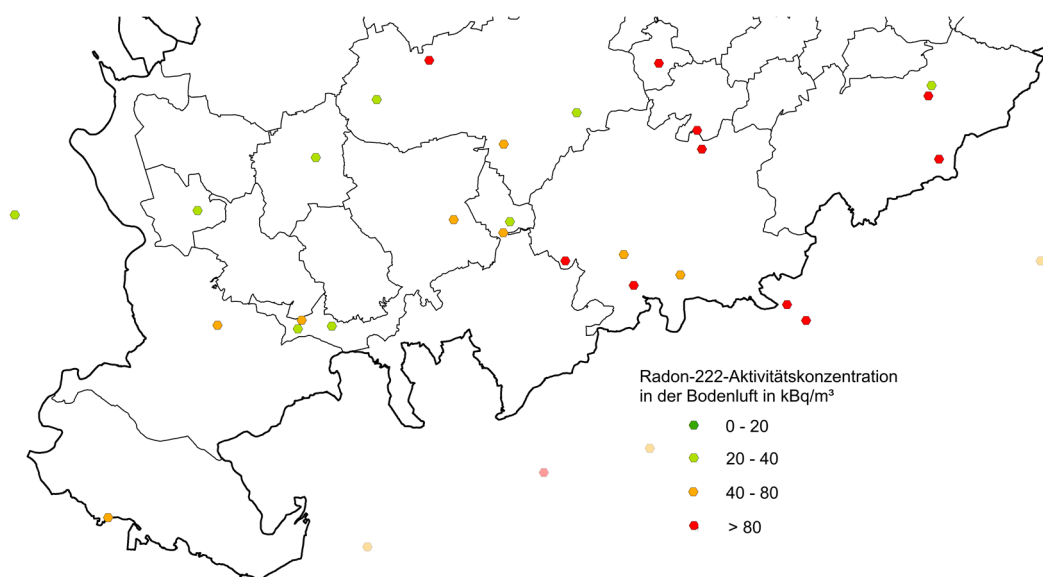


Abbildung 6.18: Übersicht der Radon-Bodenluftmessungen im südlichen Teil des Landkreises Göttingen

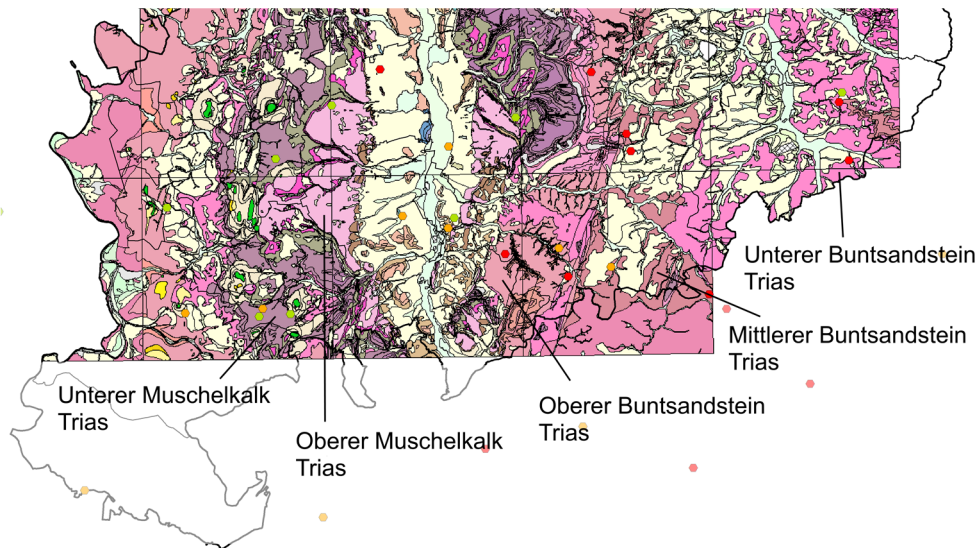


Abbildung 6.19: Geologische Übersicht (anhand GK25, [6]) des südlichen Teils des Landkreises Göttingen mit Bodenluftmessungen

Insgesamt gestaltet sich eine Einschätzung des Radonpotentials auf Gemeindeebene aufgrund der wenigen Messdaten sehr schwierig. Die Geologie innerhalb des Landkreises weist wechselhafte Strukturen unterschiedlicher Perioden auf, denen gegebenenfalls auch stark unterschiedliche Radonpotentiale zugeordnet werden können. Die vorliegenden Bodenluftmessdaten unterstützen das Ergebnis der Radonpotential-Karte, für eine kleinräumigere Beurteilung sind jedoch deutlich mehr Messpunkte in den fraglichen Gebieten erforderlich.

6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse Landkreis Göttingen

Nach jetzigem Kenntnisstand wird empfohlen, keine Gemeinde im Landkreis Göttingen als Radonvorsorgegebiet nach § 121 StrlSchG auszuweisen.

Die Radon-Potentialkarte liefert Hinweise, dass vor allem in den nordöstlichen Gebieten des Landkreises Göttingen höhere Radon-222-Aktivitätskonzentrationen im Boden vorliegen können. Jedoch gibt es nur wenige Messwerte, die eine genauere Eingrenzung der betroffenen Gebiete erlauben würden oder den bestehenden Verdacht bestätigen können. Auch die geologischen Gegebenheiten, die sich besonders im Südharz sehr heterogen darstellen, können nur bedingt belastbare Nachweise über hohe Radonbelastungen liefern. Es kann daher nicht mit Sicherheit festgestellt werden, dass die geforderten Kriterien zur Ausweisung eines Radonvorsorgegebietes von einzelnen Gemeinden des Landkreises erfüllt werden. Umfangreiche weitere Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration, sowohl in der Bodenluft als auch in Innenräumen sind unbedingt notwendig, um eine genauere Abschätzung des Radonpotentials und eine geografische Eingrenzung von möglicherweise als Radonvorsorgegebiet auszuweisenden Gebieten zu erhalten.

7 Fazit

Auf Basis aller aktuell vorliegenden Daten für Niedersachsen aus den folgenden Quellen:

- Radonpotential-Karte des BfS,
- Geologische Übersichtskarten,
- Auswertung der geologischen Gegebenheiten durch das LBEG,
- Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Innenräumen und
- Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft,

empfiehlt die Sachverständige Stelle „Schutz vor Radon“ des NLWKN, die Ausweisung von Radonvorsorgegebieten nach § 121 StrlSchG im Harz auf Gemeindeebene vorzunehmen.

Nach bisherigem Erkenntnisstand werden in folgenden Gemeinden des Landkreises Goslar die Kriterien nach § 153 Absatz 2 StrlSchV erfüllt, somit wird empfohlen diese Gemeinden als Radonvorsorgegebiete nach § 121 StrlSchG auszuweisen:

- Goslar Stadt,
- Clausthal-Zellerfeld und
- Braunlage.

Die Erhebung neuer Messdaten und deren Analyse sollte stets zu einer Überprüfung der Ausweisung von Radonvorsorgegebieten führen. Das Ziel ist es, auf Grundlage weiterer Messkampagnen, die zum Teil bereits begonnen haben, die bisher vorliegenden Ergebnisse aus dem Landkreis Goslar zu bestätigen und eine möglichst sichere Einordnung der Gemeinden des Landkreises Göttingen, insbesondere im südlichen Bereich des Harzes, zu erreichen.

Durch die in 2019 gestarteten Messkampagnen zur Radonmessung in Innenräumen und der Bodenluft konnten bereits wertvolle Messdaten gesammelt werden, die eine teilweise Identifizierung von Gebieten mit erhöhtem Radonpotential ermöglichen. Gebiete, in denen bisher nur wenige oder keine Messdaten vorliegen, können allein auf der Grundlage der Radon-Potentialkarte und der geologischen Gegebenheiten nicht mit ausreichender Sicherheit anhand der vorgegebenen Kriterien eingeordnet werden. Für eine Beurteilung der weiterhin fraglichen Gebiete sind mehr Messdaten nötig.

Besonders geeignet für die Anwendung der Kriterien nach § 153 StrlSchV sind Radonmessungen in Innenräumen, wenn sie in einem Gebiet in ausreichender Anzahl vorliegen. Je mehr repräsentative Daten für ein Gebiet vorliegen, desto verlässlicher sind die daraus resultierenden statistischen Aussagen zu werten. Da viele Gebiete noch nicht ausreichend mit Innenraummessungen erfasst werden konnten, sind weitere Messkampagnen mit Beteiligung der privaten Haushalte und einer gezielten Akquirierung von Teilnehmern verschiedener Gebiete sinnvoll.

Die durchgeführten Bodenluftmessungen konnten zu einer Verbesserung der durch das BfS erstellten Potentialkarte beitragen und weitere Anhaltspunkte für die Radonsituation in Niedersachsen liefern. Auf dieser Grundlage kann für weite Teile des Landes vorerst von einer niedrigen Radonbelastung ausgegangen werden, wobei weitere Messungen zum Ausschluss eines regional erhöhtem Radonpotential (z. B. entlang verschiedener Flussläufe) erforderlich sind. Für eine kleinräumigere Einordnung (im Harzgebiet) sind die Bodenluftmessungen im

bisherigen Umfang noch nicht aussagekräftig genug. Hier sollte die zugrundeliegende, sehr heterogene Geologie mit vielen Störungzonen weiter untersucht werden. Ebenso sollte versucht werden, die Repräsentativität sowie die Wiederholbarkeit der Bodenluftmessungen durch geeignete Messungen (z. B. an Dauermessstationen) zu bestimmen.

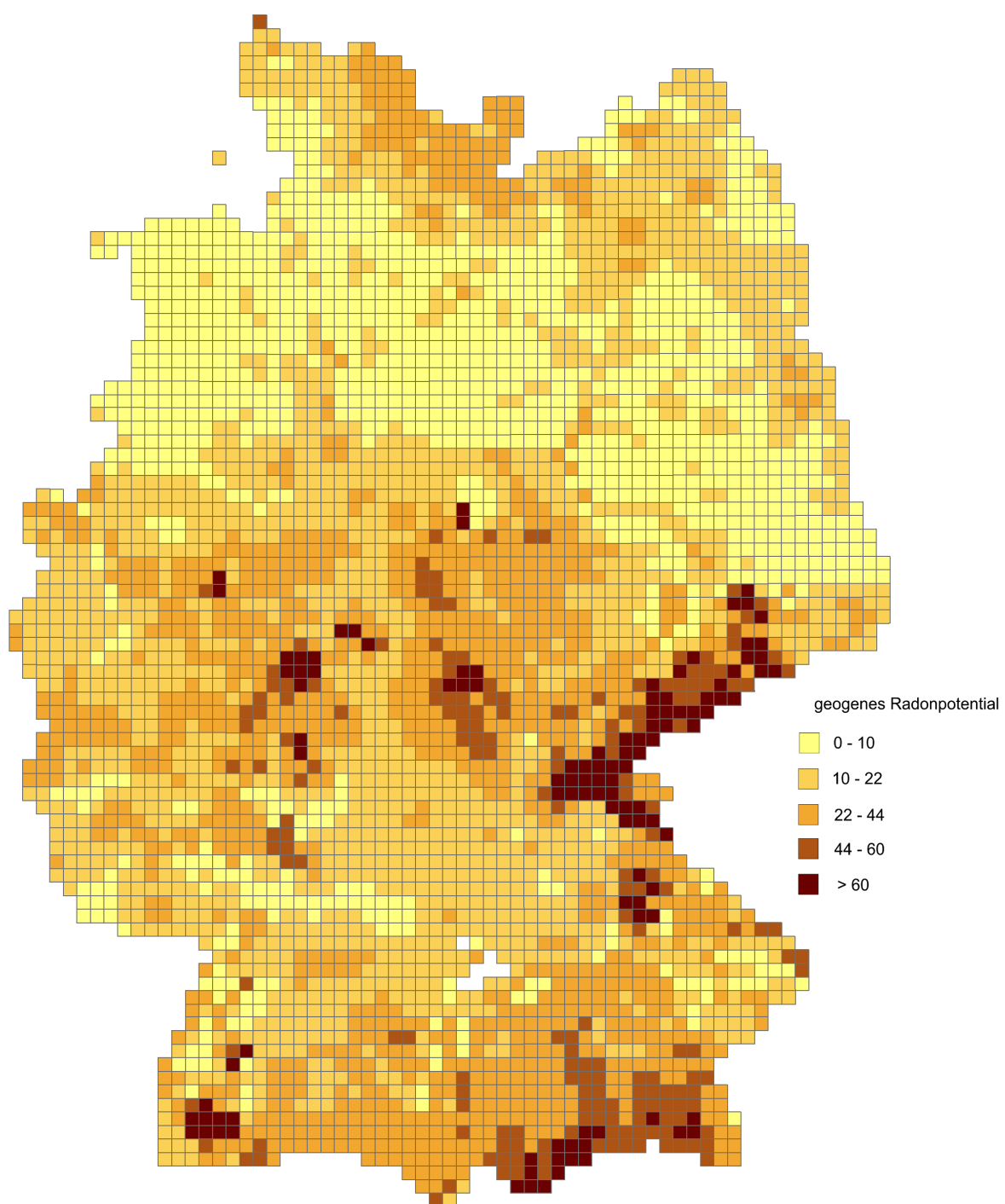


Abbildung 8.1: Deutschlandweite Karte des geogenen Radonpotentials des BfS

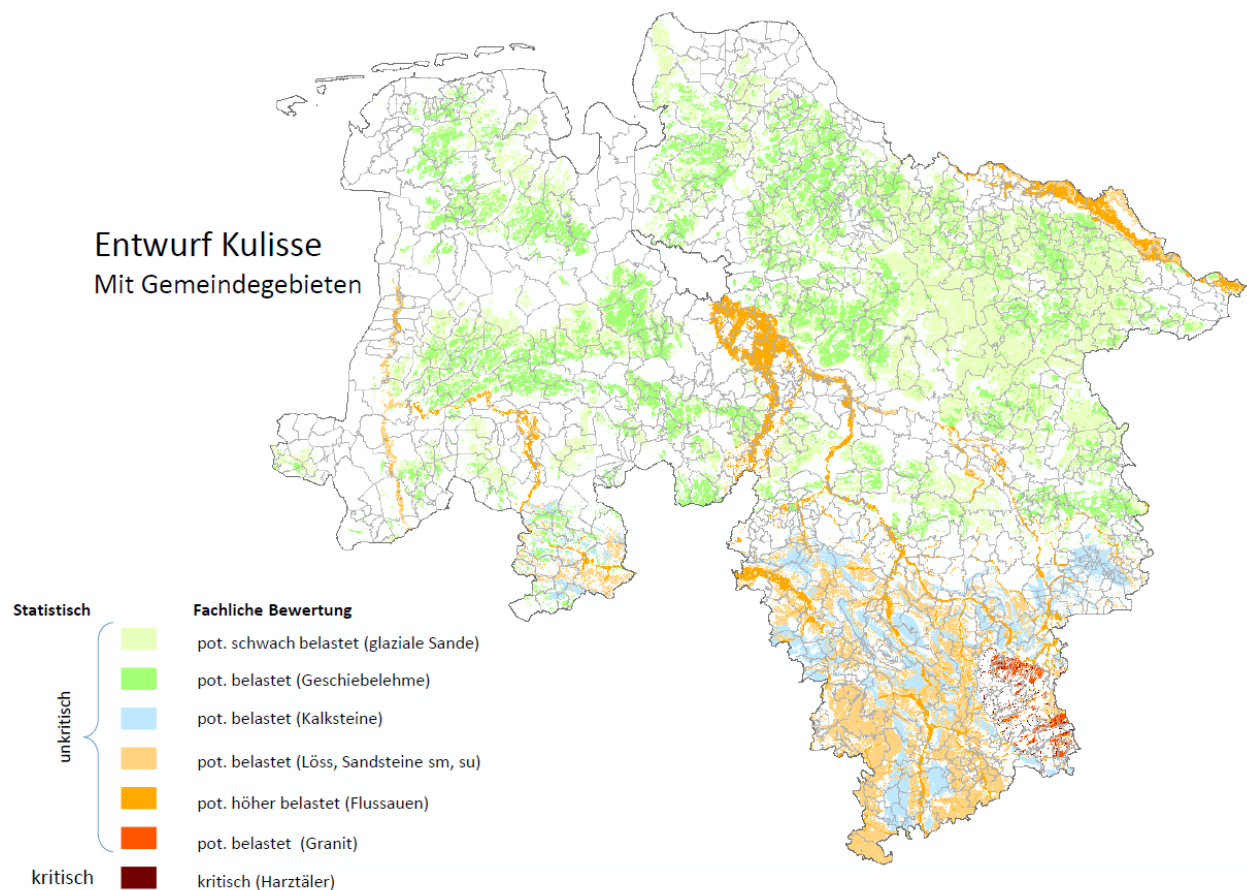


Abbildung 8.2: Auswertung der geologischen Gegebenheiten des Landes Niedersachsen durch das LBEG

Tabelle 8.1: Regionale Verteilung der Radon-Innenraummessungen nach Landkreisen

Landkreis	Anzahl Messungen		Landkreis	Anzahl Messungen
Ammerland	4		Lüchow-Dannenberg	3
Aurich	18		Lüneburg	14
Celle	3		Nienburg	2
Cloppenburg	1		Northeim	8
Cuxhaven	2		Oldenburg	5
Diepholz	4		Osnabrück	2
Emsland	4		Osterholz	1
Friesland	1		Peine	45
Gifhorn	25		Rotenburg (Wümme)	11
Goslar	338		Schaumburg	9
Göttingen	47		Stade	2
Grafschaft Bentheim	0		Uelzen	5
Hameln-Pyrmont	9		Vechta	0

(Region) Hannover	101		Verden	8
Harburg	7		Wesermarsch	5
Heidekreis	2		Wittmund	3
Helmstedt	23		Wolfenbüttel	93
Hildesheim	27			
Holzminden	0			
Leer	0			

Tabelle 8.2: Regionale Verteilung der Radon-Innenraummessungen nach kreisfreien Städten

Kreisfreie Stadt	Anzahl Messungen
Braunschweig	152
Delmenhorst	0
Emden	2
Oldenburg	4
Osnabrück	4
Salzgitter	37
Wilhelmshaven	4
Wolfsburg	15

Tabelle 8.3: Ergebnisse der Radon-Innenraummessungen im Landkreis Göttingen (alle Einzelmessungen)

Radonaktivitätskonzentration LK Göttingen [Bq/m³] Gesamt	Anzahl	Prozent
>= 1000	2	1,48
500 - 999	3	2,22
400 - 499	1	0,74
300 - 399	8	5,93
200 - 299	15	11,11
100 - 199	28	20,74
50 - 99	43	31,85
< 50	35	25,93
Gesamt	135	100,00

Tabelle 8.4: Ergebnisse der Radon-Innenraummessungen im Landkreis Goslar (alle Einzelmessungen)

Radonaktivitätskonzentration LK Goslar [Bq/m³] Gesamt	Anzahl	Prozent
>= 1000	25	2,57
500 - 999	40	4,12
400 - 499	22	2,26
300 - 399	42	4,32
200 - 299	83	8,54
100 - 199	203	20,88
50 - 99	252	25,93
< 50	305	31,38
Gesamt	972	100,00

Tabelle 8.5: Ergebnisse der Radon-Innenraummessungen in der Gemeinde Clausthal-Zellerfeld (alle Einzelmessungen)

Radonaktivitätskonzentration Gemeinde CLZ [Bq/m³] Gesamt	Anzahl	Prozent
>= 1000	6	5,77
500 - 999	3	2,88
400 - 499	2	1,92
300 - 399	2	1,92
200 - 299	7	6,73
100 - 199	16	15,38
50 - 99	24	23,08
< 50	44	42,31
Gesamt	104	100,00

9 Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966) in der jeweils gültigen Fassung
- [2] Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036) in der jeweils gültigen Fassung
- [3] „Die Prognose des geogenen Radonpotentials in Deutschland und die Ableitung eines Schwellenwertes zur Ausweisung von Radonvorsorgegebieten“, Peter Bossew und Bernd Hoffmann, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS-SW-24/18), Salzgitter 2018
- [4] Erlass des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU) vom 19.07.2019, Erhebung von Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration, Az.: 43-40350/06/10
- [5] Quartalsbericht 4/2019 „Erhebung von Messdaten der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Niedersachsen zur Festlegung von Gebieten nach § 121 Absatz 1 Satz 1 StrlSchG“, NLWKN Hannover-Hildesheim, Hildesheim 2020
- [6] Geologische Karte 1:25.000. NIBIS – Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie. Abgerufen am 20.10.2020 von: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/#>
- [7] „Validierung der regionalen Verteilung der Radonkonzentration in Häusern mittels Radonmessungen unter Berücksichtigung der Bauweise“, Joachim Kemski, Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz BMU 2004-641, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn 2004
- [8] „Validierung der Radon-Innenraummesskampagne des Landes Niedersachsen“, Hendrik Adam, Bachelorarbeit, Hochschule Hannover, Hannover 2020