

Übersicht von studentischen Abschlussarbeiten mit Radonbezug von 2011-2020, die (bis auf die beiden „internationalen“ Arbeiten) einen Bezug zu Hessen haben und vom HLNUG initiiert und (mit)betreut wurden

Reinheimer, Hanna (2011): Radonmessungen in der Bodenluft zur Detektion und Beschreibung neotektonischer Prozesse – Die Methode und ihre praktische Anwendung. – Bachelorarbeit TU Darmstadt

Radon ist ein Edelgas, welches in den radioaktiven Zerfallsreihen entsteht und natürlich im Boden vorkommt. Die Konzentration des Radons in der Bodenluft wird hauptsächlich vom Radionuklidgehalt des Festgesteins bestimmt, aus welchem der Boden entstanden ist. Über advective und diffusive Mechanismen kann sich das Radon im Porenraum bewegen und auch in Gebäude eindringen, was bei den Bewohnern zu Gesundheitsschäden führen kann.

Der Möglichkeiten von Radonkartierungen sind vielfältig. Sie werden hauptsächlich eingesetzt, um das Radonpotential eines Gebietes zu beurteilen und auf Basis dieser Erkenntnisse geeignete Baufortschriften festzulegen. Eine weitere Möglichkeit der Methode ist die Detektion rezent aktiver Störungen. Außerdem wird der Zusammenhang zwischen erhöhten Radonkonzentrationen in der Bodenluft und dem Auftreten von Erdbeben untersucht.

Im Bereich rezent aktiver Störungen steigen die Werte der Radonkonzentration in der Bodenluft meist deutlich an, was eine Kartierung der Störungen erlaubt. Die Messwerte, für die Konzentration des Radons in der Bodenluft, stehen jedoch noch unter dem Einfluss zahlreicher, natürlicher wie anthropogener Parameter, was die Interpretation der Ergebnisse erschwert. Eine korrekte Bewertung der Messwerte ist aber unerlässlich, da häufig Gefahrenabschätzungen für Mensch und Umwelt auf diesen Messungen basieren. Um die Verlässlichkeit der Daten und die damit verbundene Belastbarkeit der Interpretationen zu erhöhen, können Bodenproben genommen und gammaspektrometrisch untersucht werden.

Die Methode der Radonkartierung zur Detektion rezent aktiver Störungen wird bereits erfolgreich angewendet (Ioannides et al., 2003; Wiegand, 2001). Dabei hat sich gezeigt, dass die Messungen im Feld von zahlreichen Parametern beeinflusst werden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Methode vorzustellen und die Einflussfaktoren auf die Messungen herauszuarbeiten. Darauf basierend werden Empfehlungen abgegeben, worauf bei der Durchführung von Radonmessungen zu achten ist. Außerdem werden die Möglichkeiten ergänzender Untersuchungen erläutert, die die Belastbarkeit der Ergebnisse erhöhen und die Schwachpunkte der Methode kompensieren können.

Während einer Geländekampagne wurde die Methode einem Praxistest unterzogen, außerdem erfolgte im Anschluss eine Auswertung der Ergebnisse im Labor.

Merz, Nicole (2011): GIS-basierte Evaluation von Georisiken im Raum Olympia, Griechenland. – Masterarbeit Universität Bremen

Im Zusammenhang mit der geologischen Entwicklung des antiken Olympia (Griechenland) soll eine Evaluation der Georisiken in diesem Gebiet erfolgen. Die angewandten Methoden sollen dabei eine Abschätzung möglicher zukünftiger Szenarien anhand vergangener Ereignisse und Untersuchungen ermöglichen.

Seismische und Tsunami-Ereignisse werden anhand von Datenbanken für die vergangenen 4000 Jahre zusammengetragen und auf der Basis von Magnitude und Lokalität analysiert und interpretiert. Geologische und neotektonische Gegebenheiten werden in den Prozess miteinbezogen. Ebenso werden Massenverlagerungen im Untersuchungsgebiet dokumentiert. Diese werden im Zusammenhang mit einem DGM (Digitales Geländemodell) und den korrespondierenden Parametern, wie Hangneigung, Exposition des Hanges und Geologie zur Erstellung einer Karte für potentiell gefährdete Gebiete im Raum Olympia herangezogen.

Zur Evaluation rezenter neotektonischer Prozesse kamen verschiedene Messverfahren zum Einsatz. Mithilfe eines Radon-Detektors wurde die Konzentration an emittierten Alpha-Partikeln in der Bodenluft im Untersuchungsgebiet gemessen. Diese können im Fall erhöhter Konzentrationen aufgrund zusätzlicher Migrationspfade in Form von Störungen im Untergrund rezente Aktivitäten belegen. Zur langfristigen Verifizierung dieses Kurzzeit-Messverfahrens wurden zusätzlich Bodenproben an den jeweiligen Messpunkten genommen. Durch gammaspektrometrische Messungen konnte so die Konzentration vom Radium (^{226}Ra), und Blei (^{210}Pb) bestimmt werden. Diese Radionuklide befinden sich innerhalb der ^{238}U -Zerfallskette. Aus diesem Grund stellt sich innerhalb der Mutter- und Tochternuklide mit der Zeit (ca. 5x die Halbwertszeit) ein Konzentrationsgleichgewicht ein. Wenn ^{210}Pb als Folgeprodukt von ^{226}Ra daher eine höhere Konzentration als sein Mutternuklid aufweist, kann angenommen werden, dass es eine zusätzliche ^{210}Pb -Quelle geben muss. Somit kann in diesem Fall ebenfalls von einer advektiv getriebenen Migration durch aktive Störungspfade ausgegangen werden.

Die Korrelation aller vorhandenen Daten, Parameter und verzeichneter Georisiken ermöglicht somit eine allgemeine Abschätzung der rezenten tektonischen und geologischen Prozesse im Untersuchungsgebiet.

Bonanati, Christina (2012): GIS-based feasibility study on detecting hidden recent active tectonic structures by means of soil air radon measurements in the Canterbury Plains, New Zealand. – Diplomarbeit TU Darmstadt

Prior to recent seismic events in Canterbury, New Zealand, only a few faults were mapped beneath the Canterbury Plains despite the fact that the area lies within a zone capable of generating large and relatively frequent earthquakes (Pettinga et al. 2001). The lack of knowledge regarding faults in this region was the motivation for testing the method of soil gas radon measurements in this area with thick sedimentary overburden. In total 175 soil air samples were taken in three different areas at 80 cm depth and analysed in-situ by an Alpha-GUARD, which measures the ^{222}Rn levels. The maximum ^{222}Rn value is 79 kBq/m^3 and the overall average value is 26 kBq/m^3 . In order to localize structural radon anomalies it is required to differentiate between the in-situ radon background and the so called excess-radon. Therefore 69 representative soil samples have been gamma-spectrometrically analysed at the UFZ Leipzig in order to derive their specific radium activity. Radium values show a low range with an average of 34 kBq kg^{-1} (STD +/- 6). Additionally values for ^{238}U and ^{210}Pb have been

determined. Adequately taking into consideration any influencing factors, e.g. meteorological or soil parameters or seismic events during the measurement campaign, the results are put into the local geodynamic context. GIS helps to blend data, conduct spatial analysis and share results. The obtained data reveal no spatial patterns of radon anomalies, nor can a radium background level be determined for specific soil types.

Kuhn, Georg (2013): Messung von Radonkonzentrationen in Boden- und Raumluft im Stadtgebiet Darmstadt zur Beurteilung von Radonmigration im geodynamischen Kontext. – Bachelorarbeit TU Darmstadt

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das in Zerfallsreihen entsteht und natürlich in der Boden- und Umgebungsluft vorkommt. Aufgrund der geologischen Situation an den Campus ‚Lichtwiese‘ und ‚Botanischer Garten‘ an der TU Darmstadt treten in der Bodenluft hohe Konzentrationen von Radon auf. Radon kann durch Eindringungspfade in Gebäude gelangen und sich besonders in den Kellerräumen ansammeln. Da Radon, wenn es eingeatmet wird, in der Lunge weiterzerfällt und seine Zerfallsprodukte Alpha-Strahler darstellen, ist es die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs.

Um mögliche Verbindungen zwischen der hohen Radonkonzentration in der Bodenluft und eventuell erhöhten Konzentrationen in der Raumluft der Gebäude an beiden Campus erkennen zu können, wurden Raum- und Bodenluftmessungen durchgeführt. In der Bodenluft wurden, wie erwartet, hohe Radonkonzentrationen gemessen. Die Gebäude auf der ‚Lichtwiese‘ und dem ‚Botanischen Garten‘ weisen nur geringe Radonkonzentrationen in der Raumluft auf. Die im Darmstadtium durchgeführten Raumluftmessungen zeigen hingegen sehr hohe Werte in zwei von drei gemessenen Räumen. Der Grund hierfür ist die östliche Haupttrandverwerfung des Oberrheingrabens, die stellenweise unterhalb des Darmstadiums verläuft, da an solchen Störungen Radon in großen Mengen migrieren kann.

Die Radonkonzentration in der Raumluft eines Gebäudes lässt sich nicht prognostizieren, da eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf die Konzentration einwirken. Wenn die Radonkonzentration von Interesse ist, muss sie gemessen werden.

Wewior, Stefan (2013): Messung von Radonkonzentrationen in der Bodenluft zur Beurteilung der Aktivität von tektonischen Störungen im Raum Darmstadt. – Bachelorarbeit TU Darmstadt

Mit der vorliegenden Arbeit wird versucht eine qualitative Aussage zur rezenten Aktivität von Störungen im Raum Darmstadt zu treffen. Dabei wird mit Hilfe eines mobilen Radonmessgerätes die oberflächennahe Radonaktivität in der Bodenluft ermittelt. Um repräsentative und raumbezogene Aktivitätswerte zu erhalten, werden die Rohdaten statistisch aufbereitet und mit Koordinaten versehen. Anschließend werden sie in Profilen zusammengefasst, sodass die Daten relativ miteinander verglichen werden können. Zusätzlich wird über den Raumbezug versucht die natürlichen Einflussparameter auf die Radonaktivität über hydrologische und geologische Informationen zu bestimmen.

Insgesamt sind 2091 Aktivitätswerte in 63 Radonmessungen generiert worden. Daraus sind 7 relevante Aktivitätsprofile zur Beantwortung der Fragestellung entstanden. Die Aktivitätswerte weisen in Folge stark variierender Untergrundverhältnisse eine hohe Streuung auf, die mit den in der Arbeit vorhandenen Daten nicht verringert werden kann. Außerdem ist eine Fehlerabschätzung der Ausgangsdaten, also der Störungsposition, nicht möglich gewesen. Dadurch ist eine Radonanomalie nicht zweifelsfrei mit einer Störung korrelierbar. Aus diesen Gründen kann keine fundierte Aussage zur Störungsaktivität getroffen werden.

Es gibt dennoch einige nennenswerte Trends. Unter anderem wird die untersuchte Störung West von einem Radonpeak genau auf der Störung bestätigt, wohingegen bei der Störung Ost wiederholt ein östlich verlagertes Radonpeak ausgemacht worden ist.

Kuhn, Georg (2015): Radonmessungen in der Bodenluft bei Trebur einschließlich der Entwicklung eines standardisierten Messverfahrens zur Lokalisation von Verwerfungen. Masterarbeit TU Darmstadt

Zusammenfassung:

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das in Zerfallsreihen entsteht und natürlich in der Boden- und Umgebungsluft vorkommt. Es kann, wenn es über längere Zeiträume von Menschen eingeatmet wird, zu Lungenkrebs führen. Aufgrund dieser Tatsache wurden im Laufe der Bürgergespräche zum Bau eines Geothermiekraftwerks in Groß-Gerau Bedenken aus der Bevölkerung geäußert. Um dem Rechnung zu tragen, wurde eine Kooperation zwischen den Überlandwerken Groß-Gerau, dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und dem Institut für Angewandte Geowissenschaften der TU Darmstadt beschlossen. Ziel dieser Vereinbarung, aus der die hier vorgestellte Masterarbeit resultiert, ist es, den Radonhintergrund in der Bodenluft im Gebiet zwischen Groß-Gerau und Trebur zu bestimmen. Des Weiteren sollen die durch die seismischen Untersuchungen entdeckten Störungen im Tertiär daraufhin untersucht werden, ob sich die Störungen im Quartär fortsetzten und Wegsamkeiten bis an die Geländeoberfläche darstellen und ob eine rezente Aktivität besteht.

Zur Klärung dieser Frage wurde an 96 Punkten die Radon- und die CO₂-Konzentration in der Bodenluft bestimmt, weiterhin wurden Bodenproben aus einem Meter Tiefe genommen und mittels Gammaskopie auf Radium-226, dem Mutternuklid des für die Störungskartierung wichtigen Radon-222, bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Radonkonzentration in der Bodenluft zu einem großen Anteil von der Bodenbeschaffenheit abhängt. Es lässt sich feststellen, dass mit sich verringernder Korngröße des Bodensubstrates die Radonkonzentration in der Bodenluft steigt. Für die CO₂-Konzentrationen hat sich dieser Zusammenhang nicht gezeigt.

Weiterhin hat die Permeabilität des Bodens einen großen Einfluss auf die Bodengaskonzentrationen, besonders in Bereichen, in denen eine niedrig permeable Schicht eine hoch permeable überlagert, werden sehr hohe Konzentrationen gemessen. Dies liegt an der abdichtenden Wirkung der niedrig permeablen Schicht, sodass im Liegenden die Bodengase akkumulieren können.

Die gemessenen Ra-226 Aktivitäten in den Bodenproben liegen mit Werten zwischen 13,8 und 43,6 [Bq/kg TM] in den vom Bundesamt für Strahlenschutz herausgegebenen durchschnittlichen Aktivitätsbereichen der untersuchten Böden. Das Bundesamt für Strahlenschutz gibt für Sand einen üblichen Ra-226 Gehalt von 1 – 39 [Bq/kg TM] (Mittelwert 15 [Bq/kg TM]) und für Ton/Lehm von < 20 – 90 [Bq/kg TM] (Mittelwert < 40 [Bq/kg TM]) an (BfS, 2014; Pavlidou 2004).

Es hat sich gezeigt, dass von einem erhöhten Radiumgehalt auf erhöhte Radonkonzentrationen in der Bodenluft geschlossen werden kann, umgekehrt ist dies nicht möglich. In manchen Bereichen, vgl. Abb. 21, zeigt sich ein Anstieg der Radon- und der CO₂- Konzentrationen in der Bodenluft im Bereich der Störungen. Allgemein lässt sich feststellen, dass in vielen Fällen in den Störungszonen diese beiden Anteile an der Bodenluft erhöht sind. Eindeutige Peaks, die die Hintergrundkonzentration um deren mehrfaches übersteigen, konnten nicht festgestellt werden.

Auf Basis der Ergebnisse der Messungen ist es unwahrscheinlich, dass Bau und Betrieb des Geothermiekraftwerks Einfluss auf die Radonmigration entlang der Störungen haben werden.

Gärtner, David (2014): Radonkartierung der Kinzig- und Salztalstörung im Raum Bad Soden-Salmünster. - Bachelorarbeit TU-Darmstadt

Die Soleaufstiegswege bei Bad Soden-Salmünster sind an die Kinzig- und Salztalstörung gebunden. Der genaue Verlauf der Störungen ist nicht bekannt. Das Gutachten von Mestwerdt (1927) resultiert in einem alternativen Vorschlag zu dem der Geologischen Karte. Die Kenntnis des genauen Störungsverlaufs ist wichtig für die Erschließung der Sole. In dieser Arbeit werden Radonmessungen zur Störungskartierung verwendet. Insgesamt 74 Bodenluftmessungen, gruppiert zu 8 Profilen, wurden durchgeführt. Die Anwendbarkeit der Methode wird überprüft und bestätigt. Im Schluss werden die Ergebnisse interpretiert und in einer Geologischen Karte visualisiert.

Heil, Oliver (2017): Schwermineralführung und Radonemanation von Lockergesteinen in Darmstadt und Umgebung. – Bachelorarbeit TU Darmstadt

Die stetig wachsende Aufmerksamkeit rund um das radioaktive Edelgas Radon in der Bevölkerung und Politik und die dadurch entstehenden Fragen bezüglich gesundheitlicher Gefährdungen für den Menschen und Prozessverständnis zur Emanation, Migration und Exhalation gaben Anreiz zu dieser Arbeit. Es sollen unter anderem Zusammenhänge zwischen Schwermineralen und emanierendem Radon untersucht und besser verstanden werden. Zusätzlich werden die geologischen Gegebenheiten und neue Erkenntnisse aus der Masterthesis Habenberger (2017) und des dort erstellten 3D-Untergrundmodells für das Stadtgebiet Darmstadt mit einbezogen.

Das Untersuchungsgebiet wird durch die östliche Haupttrandverwerfung des Oberrheingrabens, dessen Grabenöffnung im Zuge der alpidischen Orogenese begann, geprägt. Die Haupttrandverwerfung teilt das Untersuchungsgebiet somit in oberflächennahen Bereich in einen westlichen und einen östlichen Bereich. Der östliche Bereich ist geprägt durch den kristallinen Odenwald und das Rotliegendes des Sprendlinger Horsts. Der westliche Bereich ist dominiert durch sedimentäre Grabenverfüllungen des Quartärs.

Im Rahmen der Arbeit wurden 55 Bodenluftmessungen zur Bestimmung der Radon- und CO₂-Konzentration der Bodenluft durchgeführt. Zur Bestimmung geeigneter Messstellen wurde das 3D-Untergrundmodell (Habenberger, 2017), topographischen und geologischen Karten, digitalisierte Störungen sowie die Lagen von Schwermineralanalysen und Bohrungen berücksichtigt. Zur weiteren Betrachtung und Interpretation wurden 37 der zuvor 55 durchgeführten Messungen herangezogen.

Die durchgeführten Messungen zeigen teilweise eine gute Korrelation zwischen verschiedener Faktoren auf. Ein Zusammenhang zwischen gemessenen Radonwerten und der Lage zur Haupttrandverwerfung konnte ebenso gezeigt werden, wie eine Korrelation der gemessenen Radon- und CO₂-Werte. Es konnten somit weitere Kenntnisse, die dem Prozessverständnis und besseren Untersuchungsmethoden zur Thematik Radon dienen, erlangt werden.

Fischer, Lena (2018): Ermittlung von Radionuklidkonzentrationen in Grundwassermessstellen in Darmstadt. – Bachelorarbeit TU Darmstadt

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, im wissenschaftlichen Rahmen zu belegen, ob es einen Zusammenhang zwischen den Uran- und Radonkonzentrationen im Grundwasser gibt. Zudem soll eine mögliche Erklärung für die Herkunft dieser Uran- und Radonkonzentrationen gefunden werden. Wird das Uran bzw. Radon mit dem Grundwasser antransportiert oder lassen ihre Konzentrationen sich durch die geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften des grundwasserleitenden Gesteins

erklären. Dazu sollen Grundwasserproben entnommen und anschließend im Labor analysiert werden. Zusätzlich sollen die Radonkonzentrationen vor Ort gemessen werden. Eine weitere Frage ist der Zusammenhang zwischen Uran- und Radonkonzentrationen im Grundwasser und den lateralen Einträgen in zwei Bereichen westlich der östlichen Haupttrandverwerfung des Oberrheingrabens (ORG). Das 3D-Modell der Stadt Darmstadt, das in Zusammenarbeit der TU Darmstadt mit dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie erarbeitet wurde, dient als Grundlage. Untersucht werden soll, ob anhand der Messergebnisse dieser Arbeit die Theorie der lateralen Einträge weiter interpretiert werden kann. Anzeichen dafür könnten im Vergleich zu anderen Bereichen erhöhte Radonkonzentrationen sein. Aus den Ergebnissen dieser Arbeit lassen sich keine Zusammenhänge zwischen den Uran- und Radonkonzentrationen ableiten. Radon ist somit kein Indikator für Urangelhalte im Untergrund. Es konnte ebenfalls keine Verbindung zwischen den Radonkonzentrationen und den lateralen Einträgen hergestellt werden, da die Radonwerte für diese Bereiche sehr gering sind. Die Hypothese der lateralen Einträge konnte somit nicht bestätigt werden. Der Grenzwert für Uran wurde an zwei Messstellen überschritten. Der Grenzwert für Radon im Grundwasser wurde an keiner der beprobten Messstellen überschritten.

Möll, Carl (2019): Bestimmung der Radonkonzentration in Boden- und Innenraumlufmessungen zur Kartierung von Störungen im Stadtgebiet von Bad Nauheim. – Masterarbeit TU Darmstadt

Mit Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes zum Ende des Jahres 2018, das mit der Gültigkeit einer EU-Richtlinie von 2013 erforderlich wurde, sind die Bundesländer bis Ende 2020 verpflichtet, sogenannte „Radonvorsorgegebiete“ auszuweisen. Im Radon-Projekt „Radonstrategie Hessen“, unter der Leitung des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV), hat das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) die geowissenschaftliche Begleitung übernommen. In Kooperation zwischen HLNUG und dem Institut für Angewandte Geologie der Technischen Universität (TU) Darmstadt werden im Rahmen dieses Projektes eine Reihe begleitender Forschungsansätze zum Thema Radon in Abschlussarbeiten untersucht.

In dieser Arbeit sollen die Radon(Rn^{222})-Aktivitätskonzentration und die Kohlenstoffdioxid(CO_2)-Konzentration durch Boden- und Innenraumlufmessungen im Stadtgebiet Bad Nauheim bestimmt werden. Der Forschungsschwerpunkt liegt hierbei darauf, ob die Messungen zur Kartierung von Störungen geeignet sind und darauf, wie sich das Radonpotential im lokalen urbanen Raum in Verbindung mit einem gestörten Untergrund zeigt. Außerdem soll untersucht werden, welche Rolle das Radonpotential für die konzeptionelle Ausweisung als mögliches Gebiet zur Probennahme bei Radonvorsorgegebietsuntersuchungen spielt.

Dazu wurden 231 Bodenluftmessungen an 77 Messpunkten, sowie 10 Innenraumlufmessungen im Stadtgebiet von Bad Nauheim durchgeführt. Die Messungen erfolgten, angelegt in Transsekten (Profilen), senkrecht zu den Störungsverläufen der Thermalquellenspalte und zwei dazugehörigen Querstörungen, sowie abseits dieser Störungssegmente. Zudem erfolgte eine Bodenansprache nach Kartieranleitung 5 über die Messtranssekte hinweg. Die Innenraummessungen wurden in unmittelbarer Umgebung der kartierten Störungen durchgeführt. Die Messungen über die Thermalquellenspalte sowie die dazugehörigen Querstörungen bestätigen advective Radonanomalien mit Konzentrationen von bis zu 2000 kBq/m³. Die positive Korrelation von Radon- und CO_2 -Konzentration bestätigen einen advectiven Gastransport. Hierbei konnte mit den Messungen über die Thermalquellenspalte im Bereich des Inhalatoriums ein rezent aktives Störungssegment identifiziert werden, welches nicht auf geologischen Karten vermerkt ist. Darüber hinaus zeigt sich auch in den

Bereichen abseits von bekannten Störungsverläufen eine starke Variation der Radon- und CO₂-Konzentrationen mit tendenziell abnehmenden Konzentrationen bei zunehmender Entfernung zu den bekannten Störungsverläufen. Allerdings zeigt hier die Korrelation der Konzentrationen keinen klaren Zusammenhang. Die Innenraummessungen bestätigen - wie die Bodenluftmessungen - abnehmende Konzentrationen mit zunehmender Entfernung zu Störungsverläufen.

Die hohen Radonaktivitätskonzentrationen im Stadtgebiet verdeutlichen, dass bei der Einteilung in Radonvorsorgegebiete tektonisch gestörte Räume eine zusätzliche Aufmerksamkeit und eine individuelle Beurteilung erforderlich machen. Boden- und Innenraumluftmessungen sind als Hilfsmittel zur Kartierung von Störungen zwar als „Indikator“ geeignet, sollten jedoch immer in Kombination mit weiteren, z. B. geophysikalischen Methoden, durchgeführt werden.

Sauerwein, Timo (2019): Radonkonzentrationen im Buntsandstein von Nordhessen (Schwalm-Eder-Kreis) – Bodenluftmessungen und 3D-Modellierung der Untergrundstruktur. – Masterarbeit TU Darmstadt

Als Reaktion auf das erneuerte Strahlenschutzgesetz Teil 4 / Kapitel 2: „Schutz vor Radon“ aus dem Jahr 2017, sind alle Länder der Bundesrepublik verpflichtet bis zum Jahr 2020 „Radonschutzgebiete“ festzulegen. Als Beitrag zu den Arbeiten der „Radonstrategie Hessen“ werden vom Institut für Angewandte Geowissenschaften (IAG) an der Technischen Universität Darmstadt (TUD) ergänzende Untersuchungen zum Thema Radon ausgeführt. In dieser Thesis werden im Schwalm-Eder-Kreis die Gesteine des Mittleren Buntsandsteins durch 119 Bodenluftmessungen auf ihre Variationen der Rn-222-Konzentration und des CO₂-Gehaltes untersucht. Teile der Messungen werden als Transekte über kartierte Störungen gelegt und durch die Bestimmung weiterer bodenphysikalischer Parameter (Durchfluss, Differentialdruck, Permeabilität) ergänzt. Anhand der Untersuchungen werden verschiedene Einflüsse auf die Variation der Rn-222-Konzentration diskutiert. Die Betrachtung der Messwerte wird durch ein in GOCAD erzeugtes Strukturmodell des Arbeitsgebietes ergänzt. Darstellung der Daten erfolgt mit ArcGIS 13.1 und GOCAD 18. Die Auswertung der Bodenluftmessungen zeigt starke räumliche Schwankungen der Rn-222-Konzentrationen. Innerhalb des Mittleren Buntsandsteins liegen in Abständen von 50 m und weniger, Änderungen der Rn-222-Konzentration von mehreren 10000 Bq/m³ vor. Der Mittelwert der gemessenen Rn-222-Konzentration im Arbeitsgebiet beträgt 25745 Bq/m³, jedoch wurden auch Werte bis zu 80640 Bq/m³ gemessen. Entlang der Transektmessungen kann ein Zusammenhang von erhöhten CO₂-Gehalten und hohen Rn-222-Konzentrationen über den Störungsverlauf hinweg festgestellt werden. Die gemessenen Rn-222-Konzentrationen sind das Produkt vieler Steuerfaktoren, sodass eine flächendeckende Prognose von Werten nicht möglich ist. Die Radonkarte von Deutschland ordnet das Arbeitsgebiet zwar nach dem bestimmten Rn-222-Konzentrationsmittelwert von 25745 Bq/m³ richtig in die Kategorie 2 der Karte (20000-40000 Bq/m³) ein, jedoch fallen viele Messwerte nicht in den angegebenen Wertebereich. Auf regionaler Ebene zeigt sich, dass die Radonkarte von Deutschland nicht ausreicht um Radonschutzgebiete festzulegen. Das erstellte Strukturmodell besteht aus einer digitalen Geländeoberfläche, welche die wichtigsten Einheiten des Mittleren Buntsandsteins auf der Fläche des Arbeitsgebietes enthält. Unterhalb des digitalen Geländemodells (DGM) werden 7 Störungen und der Horizont des Unteren Buntsandsteins modelliert. Im fertigen Modell werden die Transektmessungen der Rn-222-Konzentration in Form von Isolinien darstellungen über dem DGM abgebildet um bessere

Veranschaulichung zu erreichen. Um Radonschutzgebiete flächig festzulegen, wird empfohlen zahlreiche Bodenluftmessungen sowie Untersuchungen des regionalen geologischen Aufbaus durchzuführen.

Gips, David (2019): Überprüfung der Variabilität von Radonkonzentrationen in der Bodenluft anhand von Wiederholungsmessungen im Hochtaunuskreis (Hessen). – Masterarbeit TU Darmstadt

In den vergangenen Jahren ist das natürlich vorkommende radioaktive Edelgas Radon in Deutschland vermehrt in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Dazu hat eine neue EU-Richtlinie beigetragen, welche eine Bestimmung der Radonkonzentration an Arbeitsplätzen vorgibt. Radon entsteht aus dem natürlichen radioaktiven Zerfall von z.B. Uran im Gestein und kann über verschiedene Wege in die Bodenluft gelangen. Über undichte Stellen im Bauwerk kann es in Kellerräume eindringen und schließlich in die Wohnräume gelangen. Wird Radon in höheren Konzentrationen über lange Zeiträume eingeatmet, können Radon sowie weitere radioaktive Folgeprodukte des Alpha - Zerfalls von Radon in der Lunge Schäden anrichten, welche zu Lungenkrebs führen können. Um eine Gefährdung durch Radon abschätzen zu können, wurde eine Radonkarte der Bodenluftkonzentration für Deutschland erstellt, welche vier Gefährdungsstufen beinhaltet. Bei Radonkartierungen wird häufig lediglich nur einmal gemessen, d.h. der gemessene Radonwert ist maßgebend für die spätere Kartierung. Viele Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass einzelne Messwerte nur von sehr beschränkter Aussagekraft sind, da diese unabhängig der meteorologischen Bedingungen aufgenommen werden. Radonkonzentrationen zeigen jahreszeitliche Schwankungen und sind von vielen Einflussfaktoren abhängig, die bei den Einfachmessungen zumeist unberücksichtigt bleiben. In dieser Arbeit liegt der Fokus auf den Einflussfaktoren von Radon in der Bodenluft. Außerdem wurden für jeden Messort drei Bodenluftmessungen mittels Bodensonde, in einem Abstand von maximal 5 m durchgeführt, um eine höhere statistische Aussagekraft zu erreichen.

Da die Radonkonzentration in der Bodenluft von vielen Einflussfaktoren abhängig ist, liegt der Fokus dieser Arbeit auf der Untersuchung von meteorologischen und bodenabhängigen Einflüssen wie der Temperatur, dem Luftdruck und der Bodenfeuchte. Um mögliche Abhängigkeiten dieser Einflüsse auf die Radonkonzentration herauszufinden, wurden an 14 Messorten 45 Bodenluftmessungen in drei unterschiedlichen geologischen Einheiten (Quartär, Tertiär und Devon) im Hochtaunuskreis (Hessen) durchgeführt. Um Variabilitäten und Abhängigkeiten sichtbar zu machen, wurden an sechs Messorten Wiederholungsmessungen durchgeführt. Sowohl für das gesamte Untersuchungsgebiet, als auch für die einzelnen Wiederholungsmessorte wurden Ergebnisse ausgewertet. Im Untersuchungsgebiet zeigen sich positive Abhängigkeiten der Radonkonzentration mit dem Luftdruck, der relativen Luftfeuchtigkeit, dem Durchfluss und der Bodenfeuchte. Die Temperatur zeigt wiederum eine negative Abhängigkeit. In den einzelnen geologischen Einheiten wurden diese Ergebnisse teilweise nicht bestätigt. Die Wiederholungsmessungen zeigen Variabilitäten der Radonkonzentration. Um diese erklären zu können, wurden einzelne Messreihen auf mögliche Ausreißer untersucht und diskutiert. Auch innerhalb der drei Messungen gibt es große Variabilitäten mit Abweichungen von bis zu 90 % vom Mittelwert. Um einen möglichen Fehler gering zu halten ist es sinnvoll, mehrere Messungen durchzuführen. Einmalige Messungen sind oft fehlerbehaftet und können in der Ausweisung von Radonschutzgebieten zu gravierenden Fehlern führen. Eine Einteilung der 14 Messorte würde zu drei unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Einstufung eines Radonpotenzials ergeben.

Kupfer, Hanna (2019): Bestimmung der Uran-, Nitrat- und Radonkonzentrationen im Grundwasser des Hessischen Rieds und deren Zusammenhang. – Masterarbeit TU Darmstadt

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Bestimmung der Uran-, Radon- und Nitratkonzentrationen im Grundwasser des Hessischen Rieds. Uran in größeren Mengen wirkt weniger radioaktiv, sondern vielmehr toxisch auf den menschlichen Körper. Radon und vor allem seine Zerfallsprodukte können hingegen über Inhalation zu Lungenkrebs führen. Erstbefunde von Urankonzentrationen im Grundwasser aus den Jahren 2004 bis 2010, die im Rahmen einer Studie des HLNUG erhoben wurden, zeigen lokal erhöhte Urankonzentrationen über dem Grenzwert von 10 µg/l. Inwiefern die Radionuklidkonzentrationen im Grundwasser eher durch geogene (Hauptstrandverwerfung des Oberrheingrabens, Gesteinsverwitterung, Grundwasserströmung) oder anthropogene (Landwirtschaft) Faktoren beeinflusst wird, wird in dieser Arbeit untersucht. So kann Nitrat im Grundwasser als möglicher Einflussfaktor des Urans, durch vermehrten Eintrag aus Düngemitteln, die Redoxbedingungen verändern und potentiell zu lokal erhöhten Urankonzentrationen führen.

Entlang dreier Transsekte wurden Grundwasserproben entnommen und im Labor auf die Hauptanionen und -kationen, Uran und weitere Spurenelemente mit der Ionenchromatographie sowie dem induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometer untersucht. Vor Ort wurden zudem Messungen von Excess-Radon im Grundwasser mit dem Messgerät RadAqua von Saphymo vorgenommen, wodurch mögliche Hinweise auf Radionuklidquellen gezogen werden können. Die Messwerte wurden mit der Software Dataview, GeODin und ArcGIS aufbereitet und mit der Geologie, den Aquifermerkmalen sowie der Landnutzung im Zusammenhang betrachtet.

Die Messergebnisse zeigen lokal begrenzt erhöhte Urankonzentrationen bis auf wenige Ausnahmen im Bereich der Altneckarschlingen bzw. in Sedimenten mit organischer Substanz. Im Pfungstädter Moor liegt die Messstelle mit dem maximal gemessenen Messwert von 95 µg/l. Des Weiteren korrelieren diese Konzentrationen mit reduzierenden Bedingungen und geringen Nitratwerten bei vorwiegend oberflächennahen Grundwassermessstellen. Die Ergebnisse der Radonaktivitätskonzentrationen zeigen allgemein geringe Messwerte bis 10 Bq/l. Bei zwei Messstellen im östlichen Bereich des Einflussgebiets granitischen Gesteins, liegen die Messwerte bei 83,42 und 24,01 Bq/l. Demnach weisen diese auf eine naheliegende Radionuklidquelle hin, vermutlich der im Untergrund anstehende Granodiorit.

Daum, Jessica (2020): Vergleich des zur Ausweisung von Radonvorsorgegebieten ermittelten Radonpotentials für Deutschland mit den regionalgeologischen Gegebenheiten in Hessen. – Masterarbeit TU Darmstadt, laufend

Dilewski, Jan (2020): Untersuchung des Zusammenhangs von Radon in der Bodenluft im Bereich von Störungen und der Innenraumkonzentration von Radon am Beispiel des Sprudelhofs Bad Nauheim. – Masterarbeit TU Darmstadt, laufend

Gühne, Sven (2020): Messung von Radonbodenluftkonzentrationen über tektonische Strukturen hinweg im Bereich der aktuellen HLNUG-Forschungsbohrung. – Masterarbeit TU Darmstadt, laufend.