

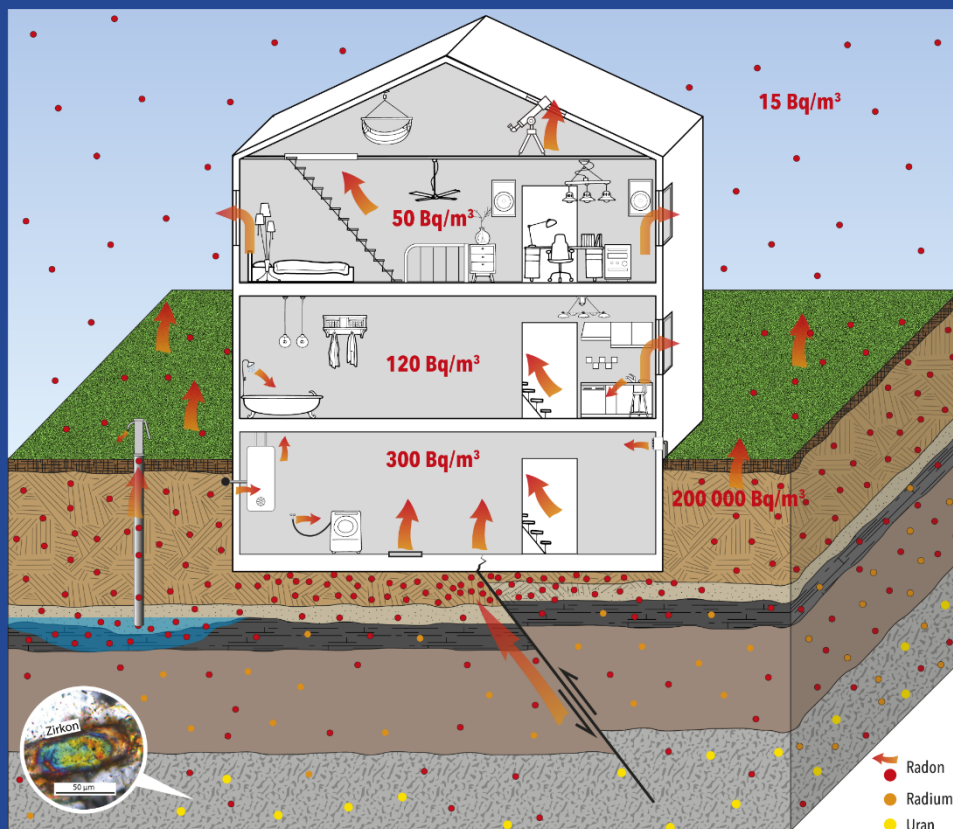


Radon und Geologische Landesaufnahme

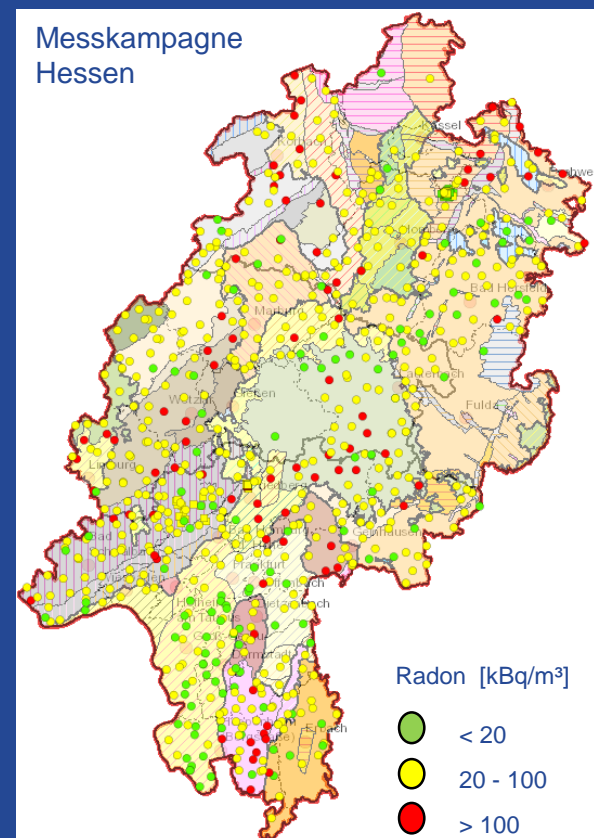
Dr. Heiner Heggemann & Dr. Charlotte Redler



Für eine lebenswerte Zukunft



Messkampagne
Hessen



Geologische Landesaufnahme und Radonvorsorge

1853

1934 1946

2018
2020

Zeitlich betrachtet treffen hier zwei Welten aufeinander

1853: Kurhessische Geologische Landesanstalt Marburg > Beginn der geol. Landesaufnahme

1934: Lagerstättengesetz > gesetzl. Verpflichtung zur Anzeige von Bohrungen

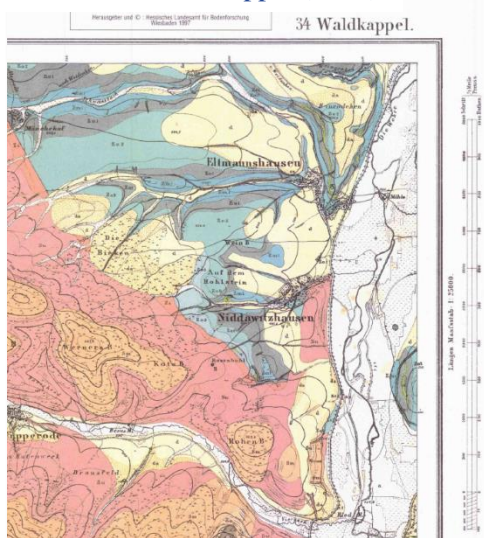
1946: Hessisches Landesamt für Bodenforschung > moderne geol. Landesaufnahme

2018: Strahlenschutzgesetz

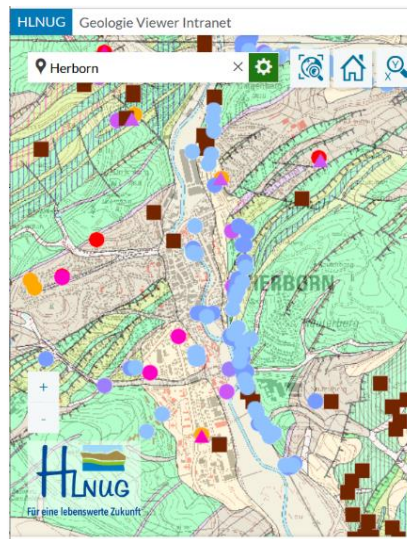
2018: Geowissenschaftliche Begleitung der Messkampagne zur Ausweisung von Radonvorsorgegebieten

2020: GeoIDG > Datenübermittlung, dauerhafte Sicherung und öffentliche Bereitstellung

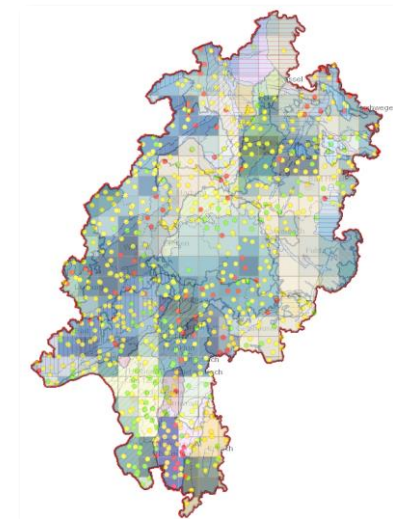
GK25 4825 Waldkappel (1876)



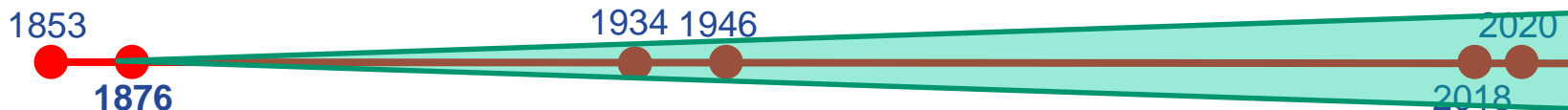
Digitale GK 25, Herborn (2021)



Geologie-Messwerte-Radonpotenzial (2022)



Welche Datenquellen der geologischen Landesaufnahme können wir nutzen?

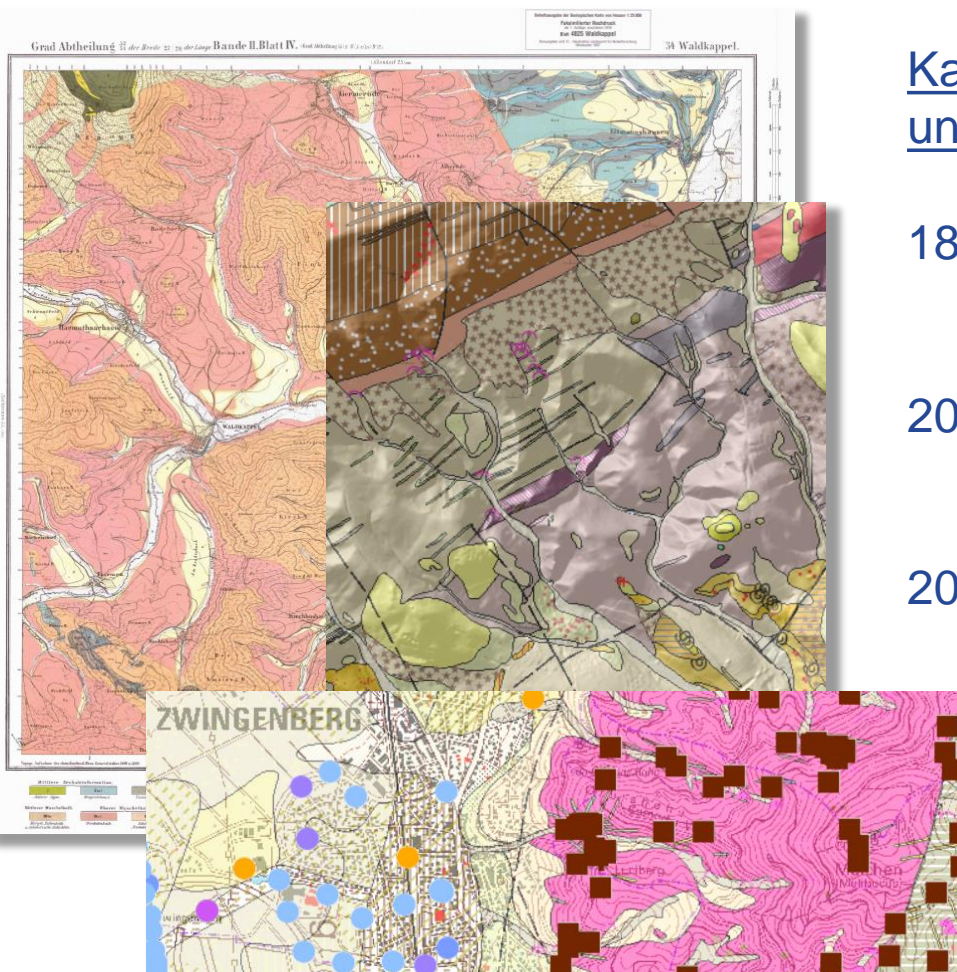


Karten zur Verbreitung der Gesteine und geologischer Einheiten

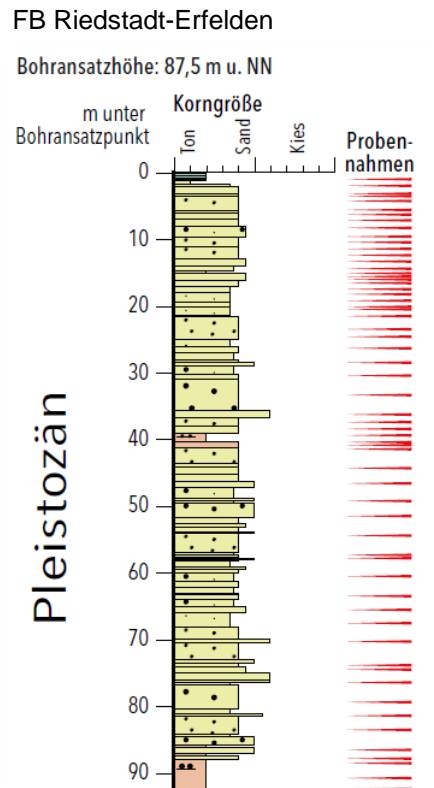
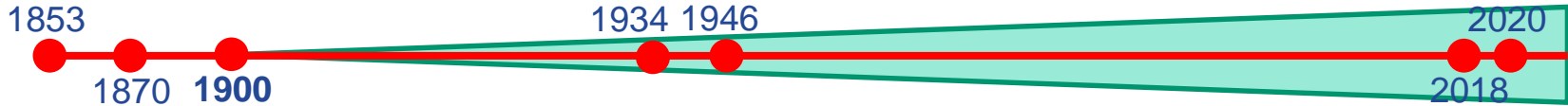
1876: älteste geologische Karte
Blatt 4825 Waldkappel

2022: digitaler Datensatz von 163 GK
im Maßstab 1:25 000 (GK25)

2022: zahlreiche Sonderkarten/
thematische Karten
verschiedener Maßstäbe
(GÜK300, 200, 250, u.a.)



Welche Datenquellen der geologischen Landesaufnahme können wir nutzen?



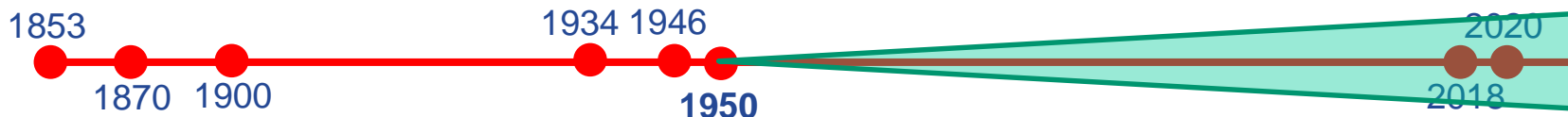
Probenmaterial - Bohrkerne

1900: älteste eingelagerte Bohrung
Sprudelhof, Bad Nauheim

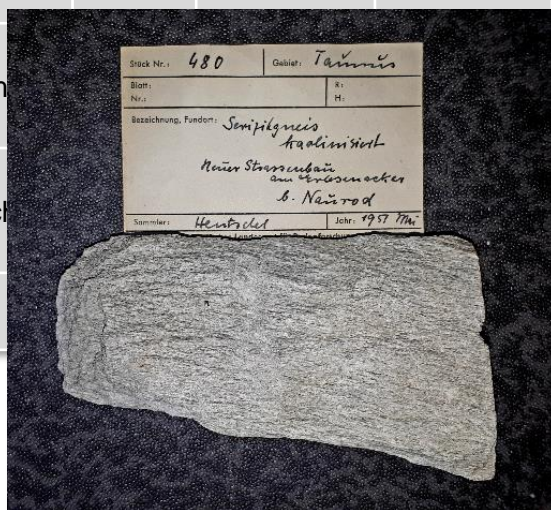
700 Bohrungen mit Kernen/Proben über
140.000 Bohrmeter repräsentieren den
geol. Untergrund Hessen

Forschungsbohrung Riedstadt, 323m
langer Bohrkern – „längstes Radon-
Tiefenprofil der Welt“ (Gasmessungen - Poster)

Welche Datenquellen der geologischen Landesaufnahme können wir nutzen?



Ort	Name	Jahr	U_ppm	TH_ppm
Taunus, Erbsenacker Naurod	Prof. Hentschel	1950	3,34	11,13
Sprendlinger Horst, Heusenstamm - Trachyt	Prof. Hentschel	1954	0,595	2,61
Fulda-Haune-Tafelland - Olivinbasalt	Dr. Laemmle			
Bergsträßer Odenwald - Granitporphyr	Prof. Hentschel			



Probenmaterial – Handstücke und Daten geochemischer Analysen

1950: älteste geochemische Analyse mit Bezug zum Uran

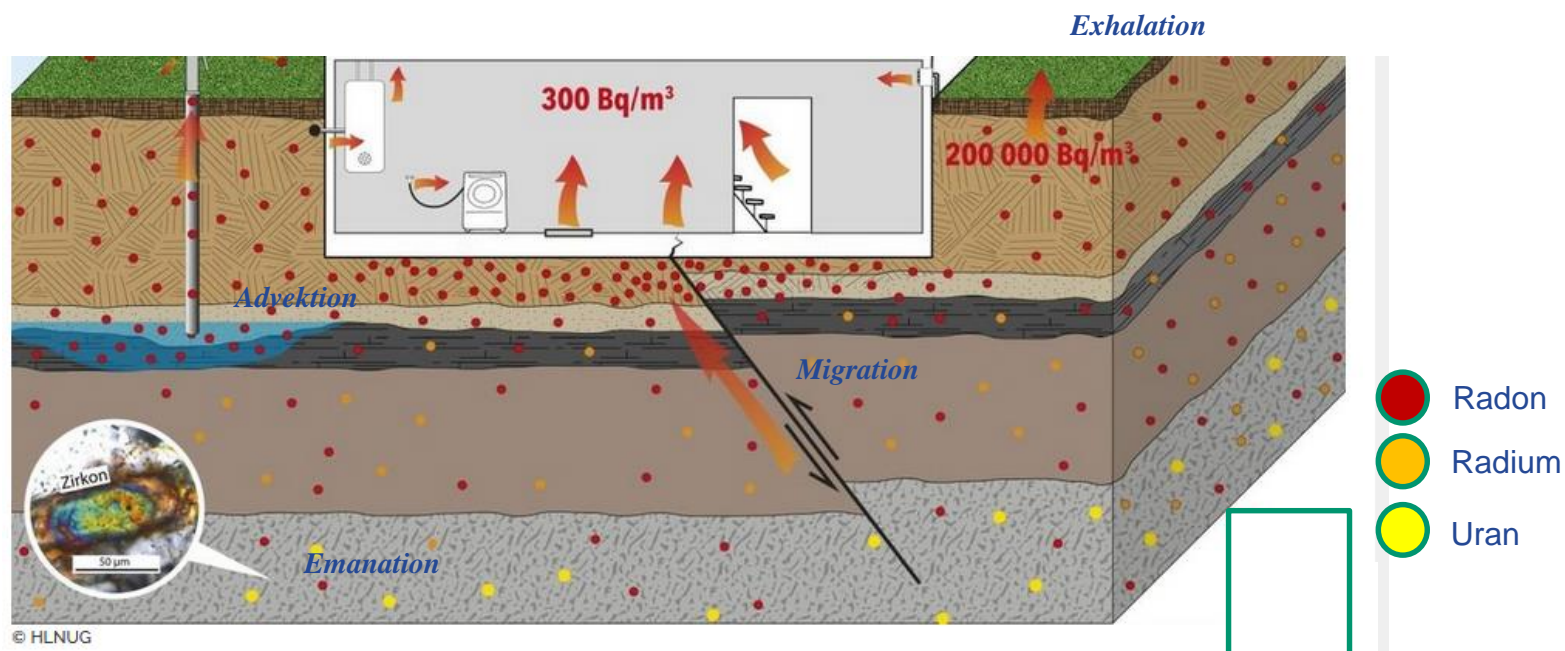
Heute: 8563 Einzelanalysen, 2200 Uranwerte

48.000 katalogisierte Handstücke

5.000 Bodenproben der BDB

Geologische Landesaufnahme und Radonvorsorge

- Gesteine und Böden enthalten Uran und seine Zerfallsprodukte in unterschiedlichen Konzentrationen.
- Sie stellen natürliche Radonquellen dar.
- Das Gas breitet sich über vorhandene Migrationswege bis in unseren Lebensraum hinein aus.
- Mobilisation über Emanation, Migration, Advektion, Exhalation.

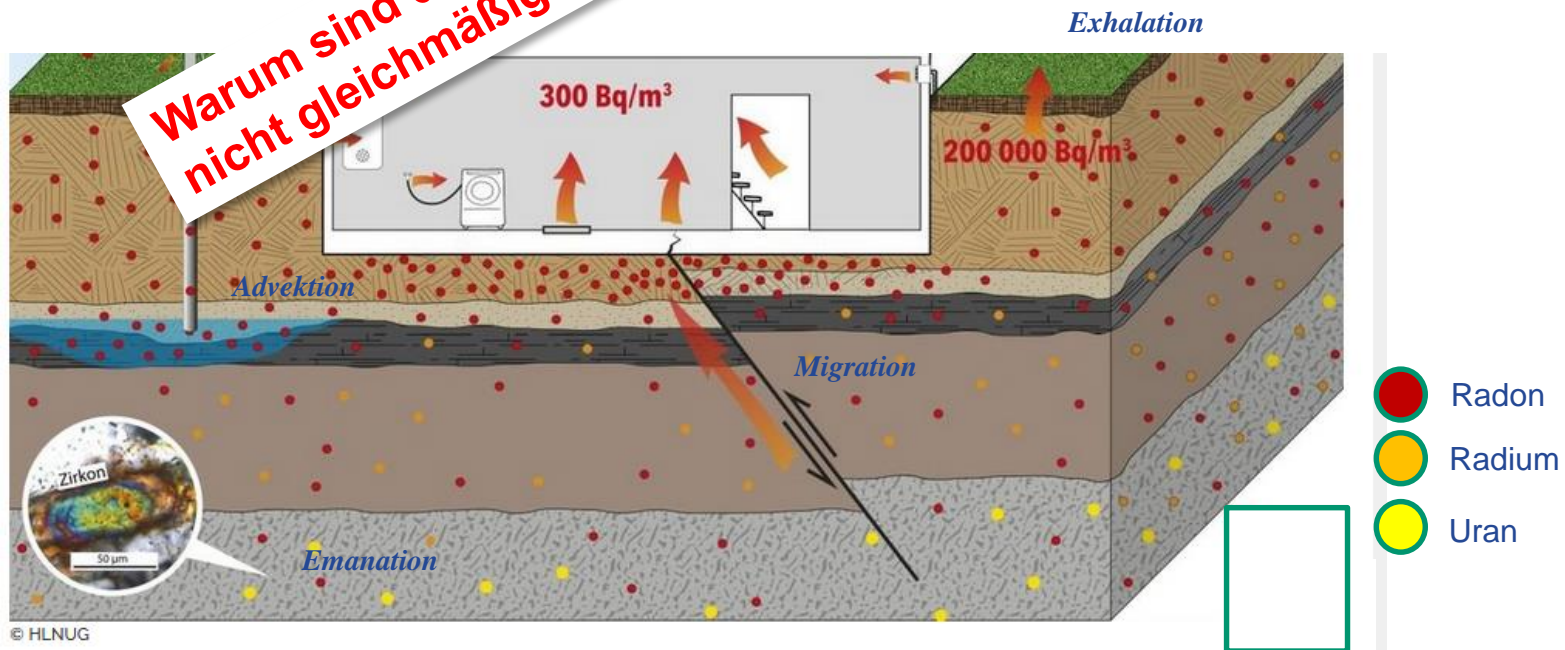


Geologische Landesaufnahme und Radonprognose

Was wir wissen:

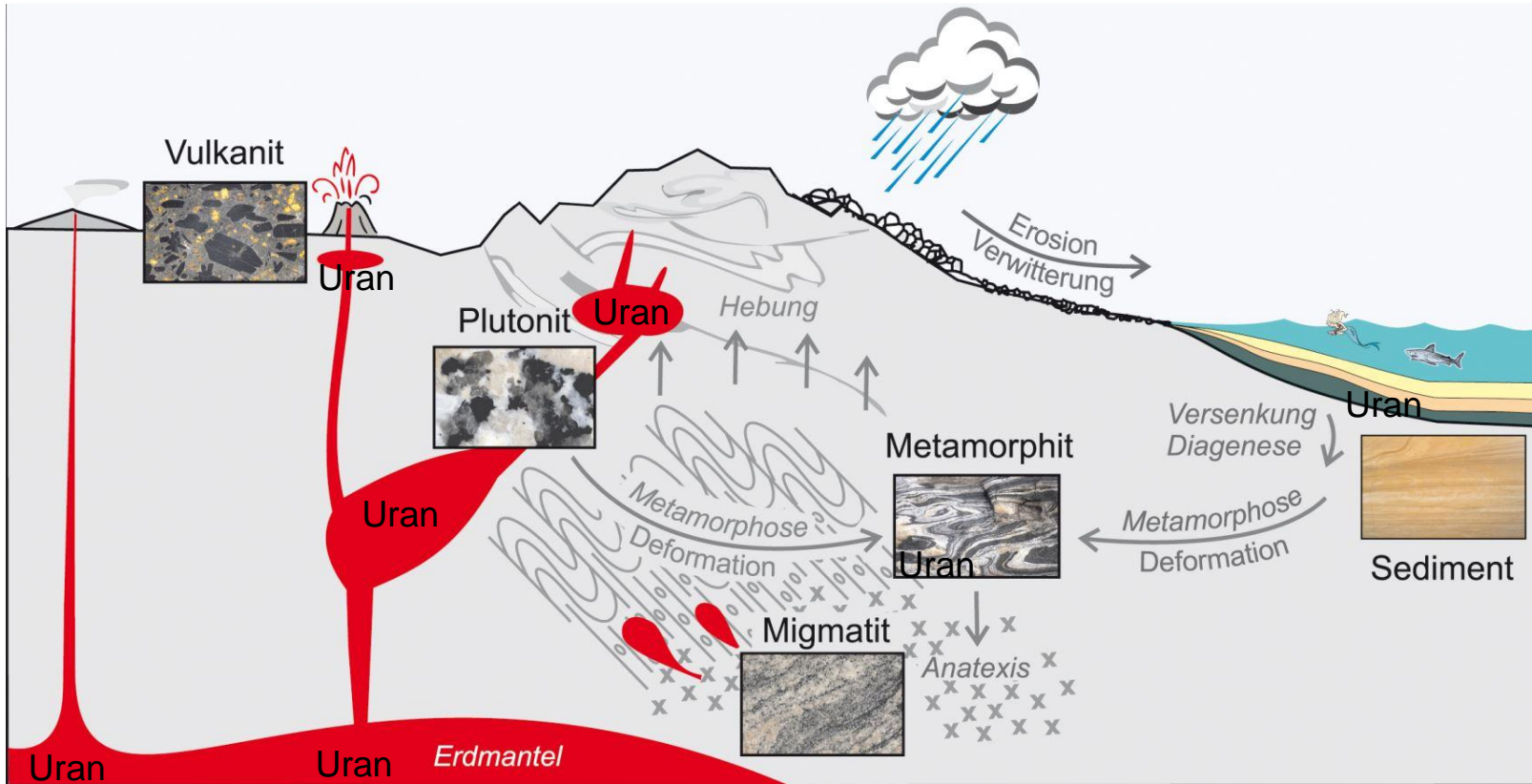
- Gesteine und Böden enthalten Uran und Thorium, die zu Radonprodukten in unterschiedlichen Konzentrationen.
- Sie stellen natürliche Radonquellen dar.
- Das Gas breitet sich über verschiedene Migrationswege bis in unseren Lebensraum hinein aus.
- Mobilisation über Migration, Advektion, Exhalation

Warum sind die Mutternuklide und damit die Radonquellen nicht gleichmäßig in den Erdschichten verteilt?





Kreislauf der Gesteine



- Magmatisches Gestein: Plutonite (Granit, Granodiorit, Diorit, Gabbro)
Vulkanite (Rhyolith, Phonolith, Tuff, Basalt)
- Sedimentgestein: Ton/Tonstein, Sand/Sandstein, Kalkstein, Schwarzschiefer usw.
- Metamorphes Gestein: Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Migmatit

Kreislauf der Gesteine



Urangehalte und somit auch das Radonpotenzial schwankt in dieser groben Klassifizierung in jedem Gesteinstyp. Allerdings enthalten in der Regel felsische Magmatite wie Granit als Plutonit oder Rhyolith als Vulkanit die höchsten Konzentrationen dieses Elements.



U- und Th-Gehalt verschiedener Gesteine = unterschiedliches Radonpotenzial

Beispiele „Geochemische Datenbank Hessen“

Gestein	U (ppm)		Th (ppm)	
	min	max	min	max
Basalt, Diabas, "Melaphyr"	0,03	6	0,03	40,7
Trachyte, Phonolithe	0,59	12,1	0,07	34
Tonschiefer, Schluffstein, Quarzit, Kieselschiefer	0,3	7,1	0,09	21,9
Sandstein, Tonstein, Mergel, Konglomerat (z.T. *vererzt)	1,0	29		
Kupferschiefer (*vererzt)	0,8	253		
Granodiorit	2,19	7,7	4,9	22,5
Gabbro, Diorit, Amphibolit	0,1	6,24	0,07	18,6
Gneis i.w.S.	0,02	12,1	0,05	57,1
Granite i.w.S. (inklusive Biotit-, Hornblende-Granit)	0,12	15,08	1,29	33

*vererzt = Anreicherung von U-haltigen Mineralen durch natürliche Prozesse



U- und Th-Gehalt verschiedener Gesteine = unterschiedliches Radonpotenzial

Beispiele „Geochemische Datenbank Hessen“

Gestein	U (ppm)		Th (ppm)	
	min	max	min	max
Basalt, Diabas, "Melaphyr"	0,03	6	0,03	40,7
Trachyte, Phonolithe	0,59	12,1	0,07	34
Tonschiefer, Schluffstein, Quarzit, Kieselschiefer	0,3	7,1	0,09	21,9
Sandstein, Tonstein, Mergel, Konglomerat (z.T. *vererzt)	1,0	29		
Kupferschiefer (*vererzt)	0,8	253		
Granodiorit	2,19	7,7	4,9	22,5
Gabbro, Diorit, Amphibolit	0,1	6,24	0,07	18,6
Gneis i.w.S.	0,02	12,1	0,05	57,1
Granite i.w.S. (inklusive Biotit-, Hornblende-Granit)	0,12	15,08	1,29	33

*vererzt = Anreicherung von U-haltigen Mineralen durch natürliche Prozesse



U- und Th-Gehalt verschiedener Gesteine = unterschiedliches Radonpotenzial

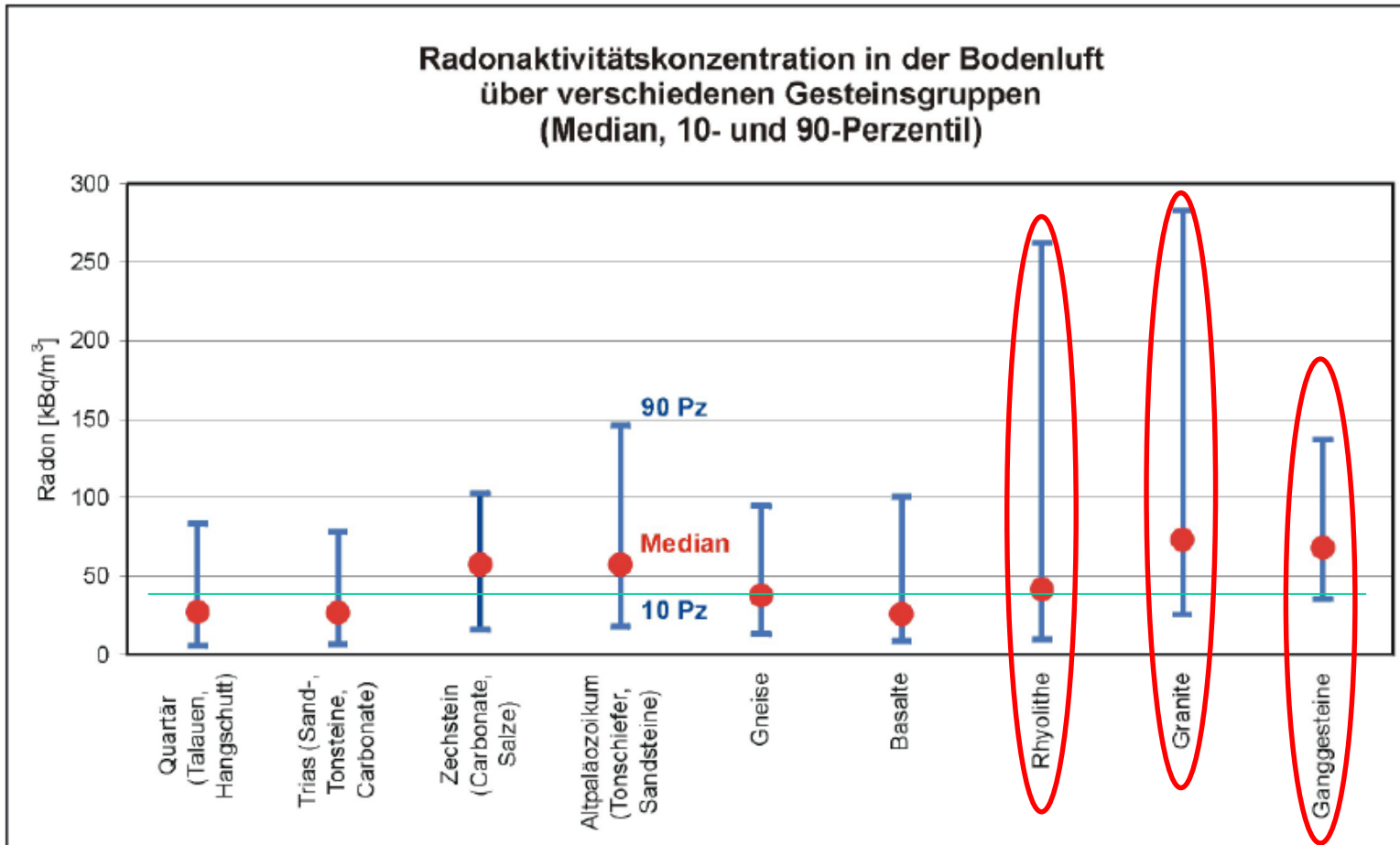
Beispiele „Geochemische Datenbank Hessen“

Gestein	U (ppm)		Th (ppm)	
	min	max	min	max
Basalt, Diabas, "Melaphyr"	0,03	6	0,03	40,7
Trachyte, Phonolithe	0,59	12,1	0,07	34
Tonschiefer, Schluffstein, Quarzit, Kieselschiefer	0,3	7,1	0,09	21,9
Sandstein, Tonstein, Mergel, Konglomerat (z.T. *vererzt)	1,0	29		
Kupferschiefer (*vererzt)	0,8	253		
Granodiorit	2,19	7,7	4,9	22,5
Gabbro, Diorit, Amphibolit	0,1	6,24	0,07	18,6
Gneis i.w.S.	0,02	12,1	0,05	57,1
Granite i.w.S. (inklusive Biotit-, Hornblende-Granit)	0,12	15,08	1,29	33

*vererzt = Anreicherung von U-haltigen Mineralen durch natürliche Prozesse

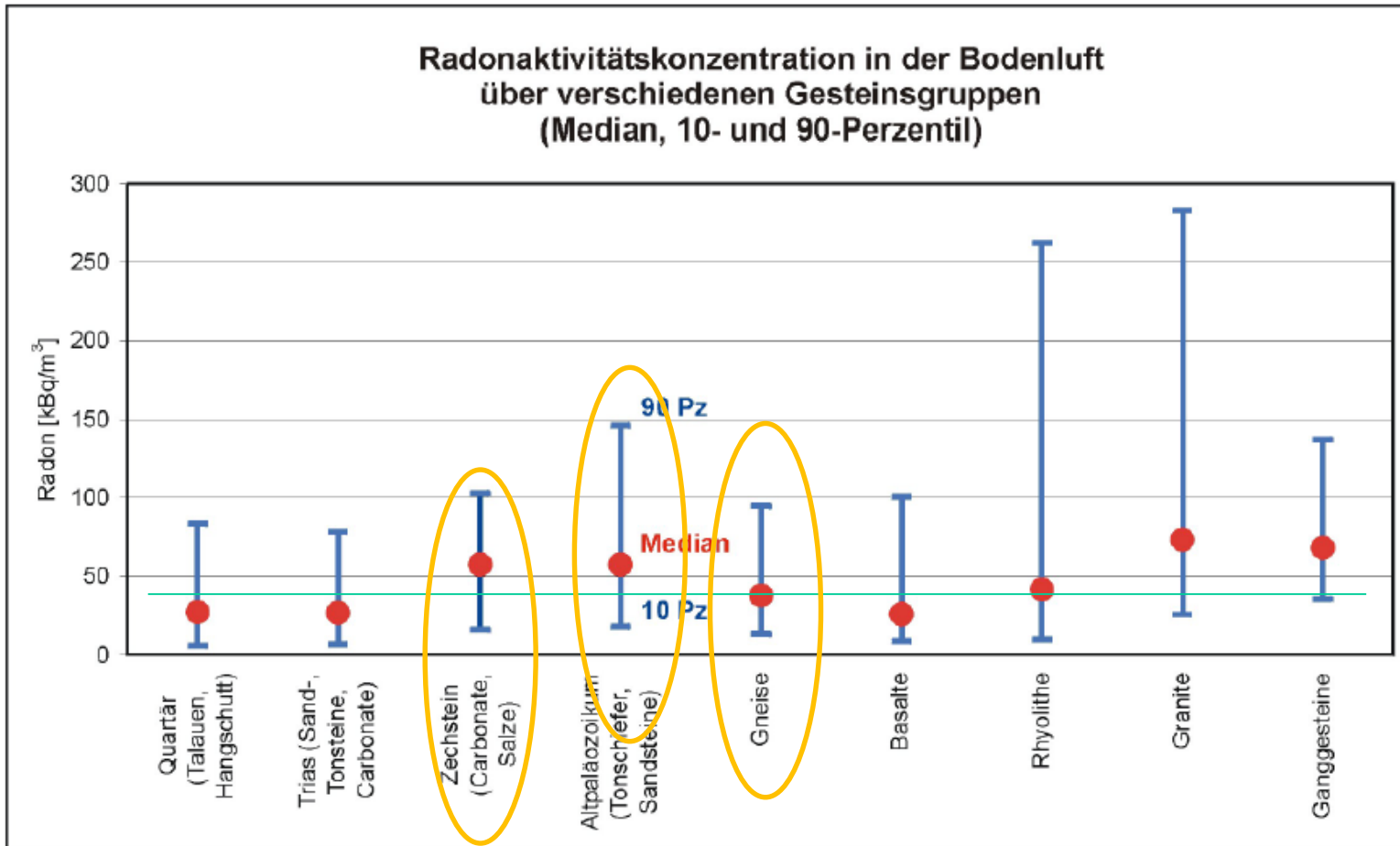
Radonpotenzial unterschiedlicher Gesteine

Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft über verschiedenen Gesteinsgruppen (nach Kemski 2004)



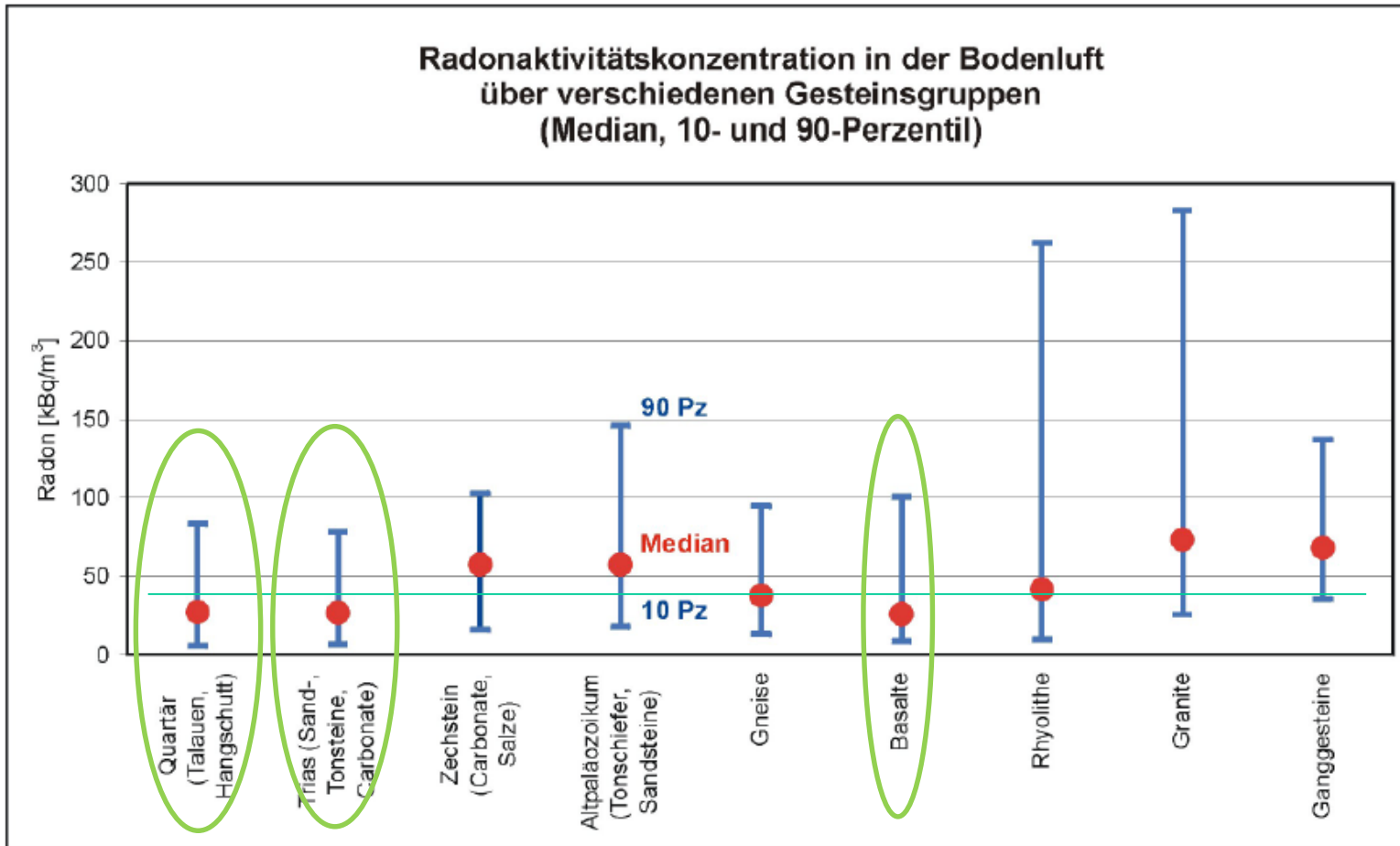
Radonpotenzial unterschiedlicher Gesteine

Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft über verschiedenen Gesteinsgruppen (nach Kemski 2004)



Radonpotenzial unterschiedlicher Gesteine

Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft über verschiedenen Gesteinsgruppen (nach Kemski 2004)



Geochemische Karte – Uran

Bildung von petrochemischen Einheiten

- vergleichbare Materialeigenschaften
- ähnliche erdgeschichtliche Entstehung
- ähnliche Mineral-Zusammensetzung

GÜK 300 – **99 geol. Einheiten**



PÜK 300 – **21 petrochemische Einheiten**

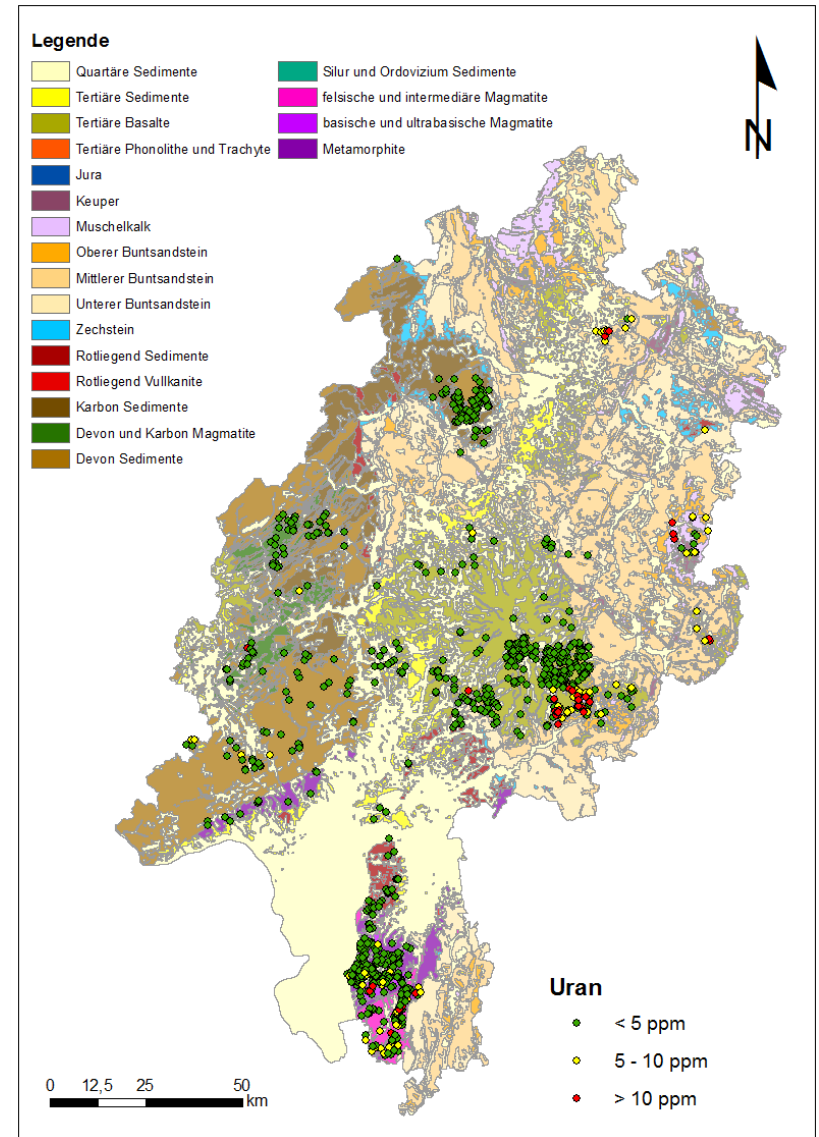
Darstellung aller Uran-Analysen auf der PÜK300

Klassifizierung des Uran-Gehalts in 3 Klassen:

gering = < 5 ppm

mittel = 5-10 ppm

hoch = > 10 ppm





Berechnung des 90. Perzentil (P 90) für die jeweilige petrochemische Einheit Hessen (PÜK300)

	petrochemische Einheiten	Anzahl (n)	Minimum	Maximum	P 90 (ppm)	Media P50	Fläche (km ²)	Prozent
1	Quartäre Sedimente	0					6764,52	32,04
2	Tertiäre Sedimente	1	0,66	0,66	0,66		968,02	4,58
3	Tertiäre Basalte	306	0,17	11,8	3,12	1,44	1908,7	9,04
4	Tertiär&Kreide Phonolithe&Trachyte	76	0,59	12,1	7,3	2,31	9,34	0,04
5	Kreide Sedimente	0						
6	Jura	0					4,53	0,02
7	Keuper	0					110,16	0,52
8	Muschelkalk	0					605,8	2,87
9	Oberer Buntsandstein	0					651,73	3,09
10	Mittlerer Buntsandstein	4	4	6	6	9	3336,32	15,8
11	Unterer Buntsandstein	0					1820,69	8,62
12	Zechstein	1064	0,8	253	24	8	326,01	1,56
13	Rotliegend Sedimente	0					294,92	1,4
14	Rotliegend Vulkanite	36	0,08	3,18	2,41	1,65	16,57	0,08
15	Karbon Sedimente	8	0,3	7,1	2,67	1,24	945,02	4,48
16	Devon und Karbon Magmatite	212	0,03	6	3,25	0,84	423,35	2
17	Devon Sedimente	18	0,64	7	5	3,81	2304,34	10,91
18	Silur und Ordovizium Sedimente	2	2,75	2,94	2,94	2,85	1,23	0,01
19	felsische und intermediäre Magmatite	229	0,12	15,8	6,6	3,1	381,38	1,81
20	basische und ultrabasische Magmatite	47	0,1	6,24	3,6	0,88	170,96	0,81
21	Metamorphite	121	0,02	12,1	6,4	2,9	72,22	0,34
	Summe aller Messwerte	2124	0,02	253			21115,81	100,02

Uran

- keine Messwerte
- < 5 ppm
- 5-10 ppm
- > 10 ppm



Geochemische Karte für Uran im Gestein

Bewertung der 21 petrochemischen Einheiten anhand ihres P 90 – Wertes des typischen geogenen Urangehaltes

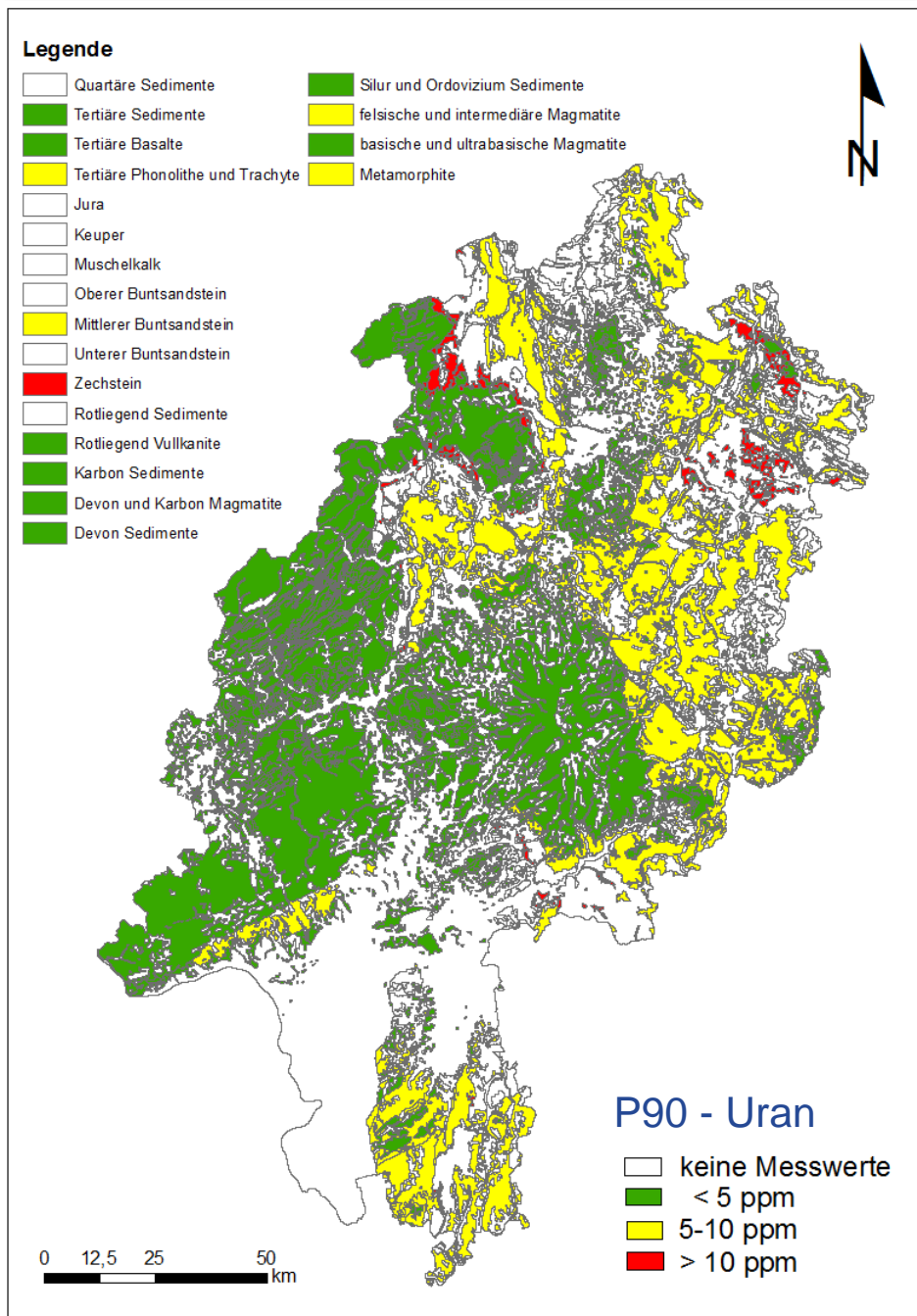
Dreiteilung in Klassen

< 5 ppm U = gering

5 – 10 ppm U = mittel

10 ppm = hoch

vorläufige Karte



Geochemische Karte für Uran im Gestein

Bewertung der 21 petrochemischen Einheiten anhand ihres P 90 – Wertes des typischen geogenen Urangehaltes

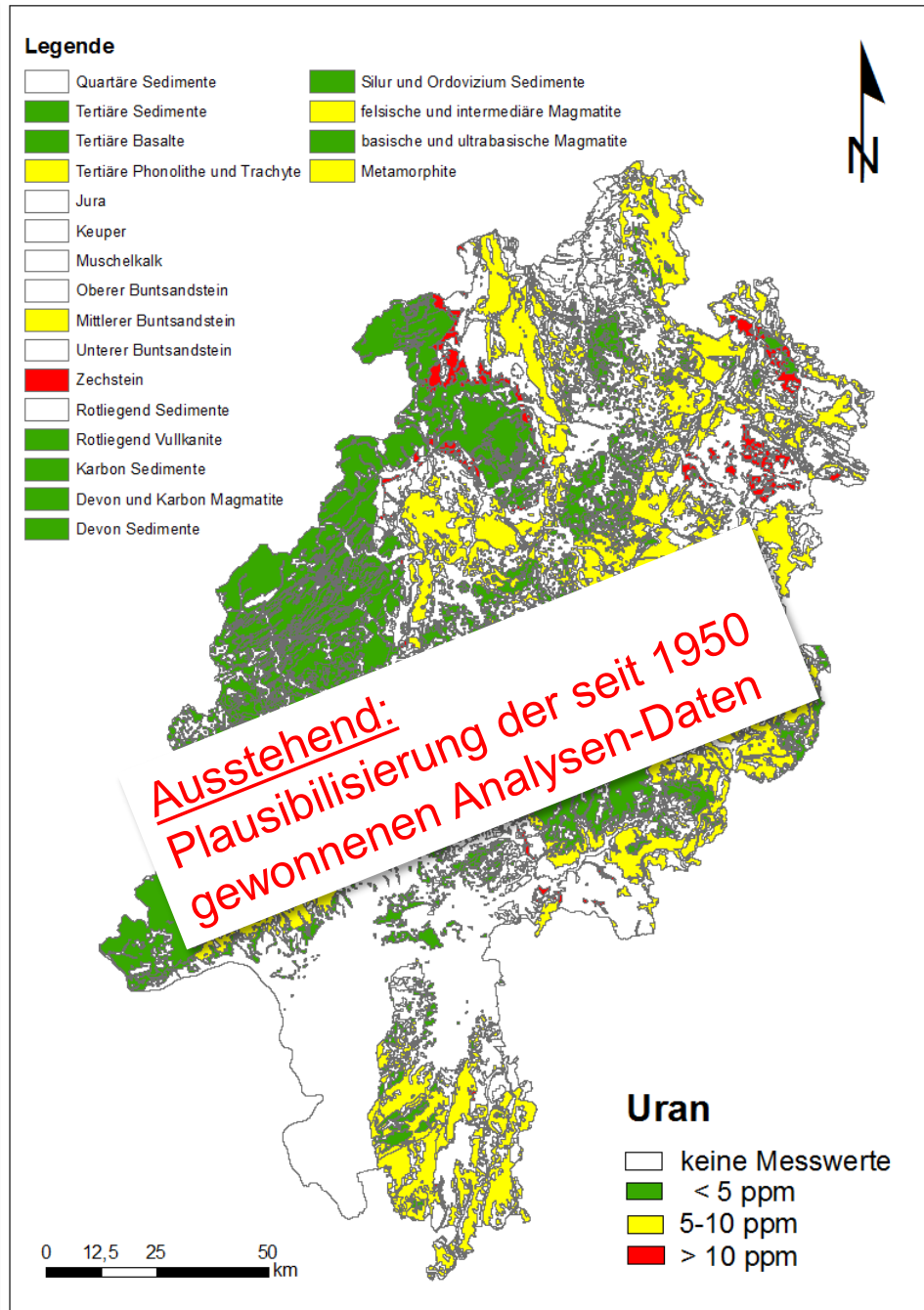
Dreiteilung in Klassen

< 5 ppm U = gering

5 – 10 ppm U = mittel

10 ppm = hoch

vorläufige Karte



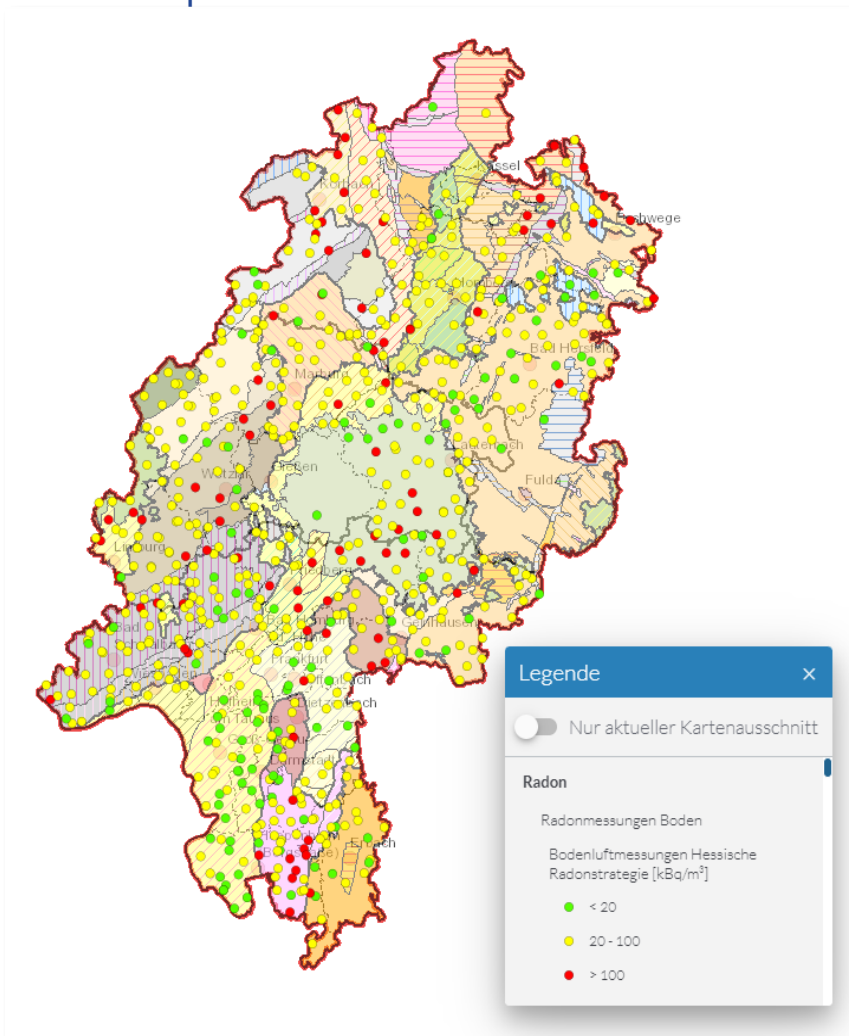
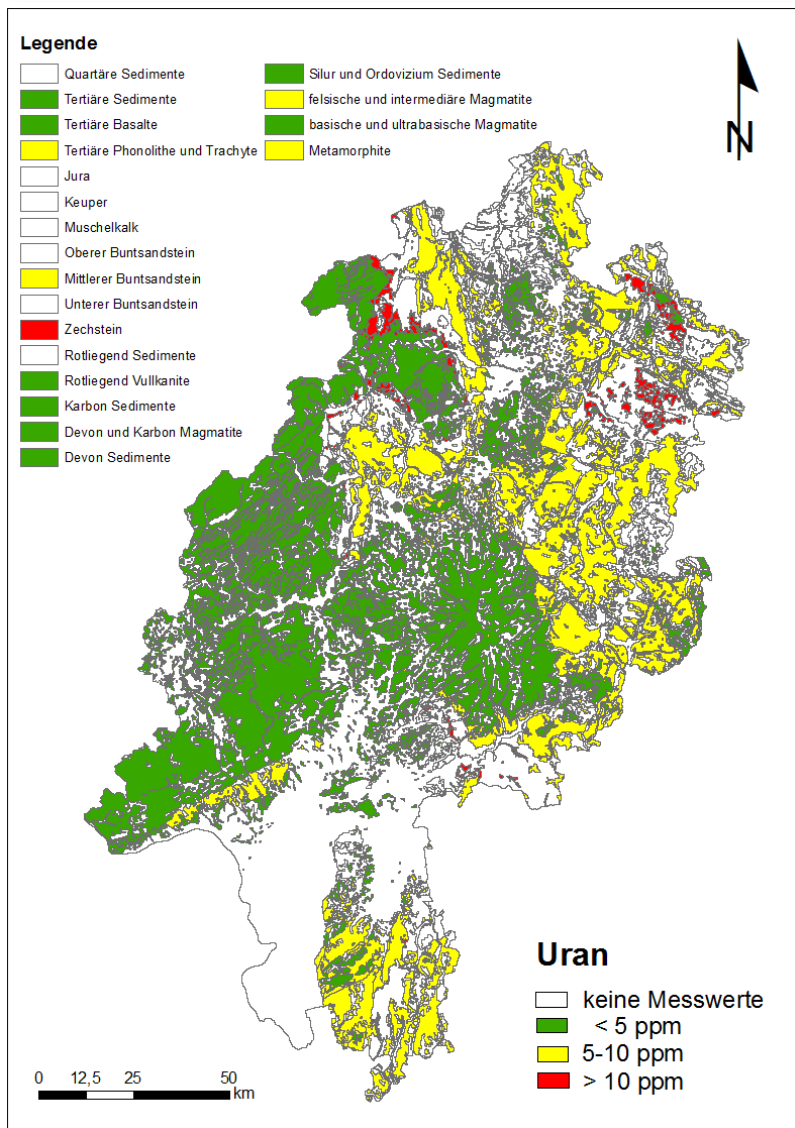
Radondargebot = Urankonzentration?

Uran-Karte

versus

Radonfeldmessungen

Messkampagne Radonvorsorgegebiete
650 Messpunkte





Einflussfaktoren Radondargebot

Radonbodenluftkonzentration in Hessen heterogen verteilt

Weiterer Forschungsbedarf zu den Einflussfaktoren notwendig:

- geologische Gesamtsituation (Tektonik, Hohlräume)
- Gesteinseigenschaften (Geochemie - U-, Th-, Ra-Gehalt, Migrationswege)
- Bodeneigenschaften (Permeabilität, Porösität, Bodenfeuchte)
- meteorologische Randbedingungen (Temperatur, Wind, Luftdruck, Luftfeuchte)

HLNUG initiiert:

- Abschlussarbeiten (Postersession) - Tektonik (Vortrag Johannes Mair „Neotektonik im ORG“, dichtes Radonmessnetz)
- Einsatz zusätzlicher Messmethoden für Radon (Glasflaschenmessungen an Boden- und Bohrkernproben, Stand)



Geologische Landesaufnahme – seit 2011 wurden 16 BSc/MSc Arbeiten zum Thema initiiert/betreut

Radonbodenluftmessungen zur Lokalisation von Störungen und Verwerfungen im Untergrund (10 Arbeiten)

Uran und Radonkonzentration in Grundwassermessstellen (2 Arbeiten)

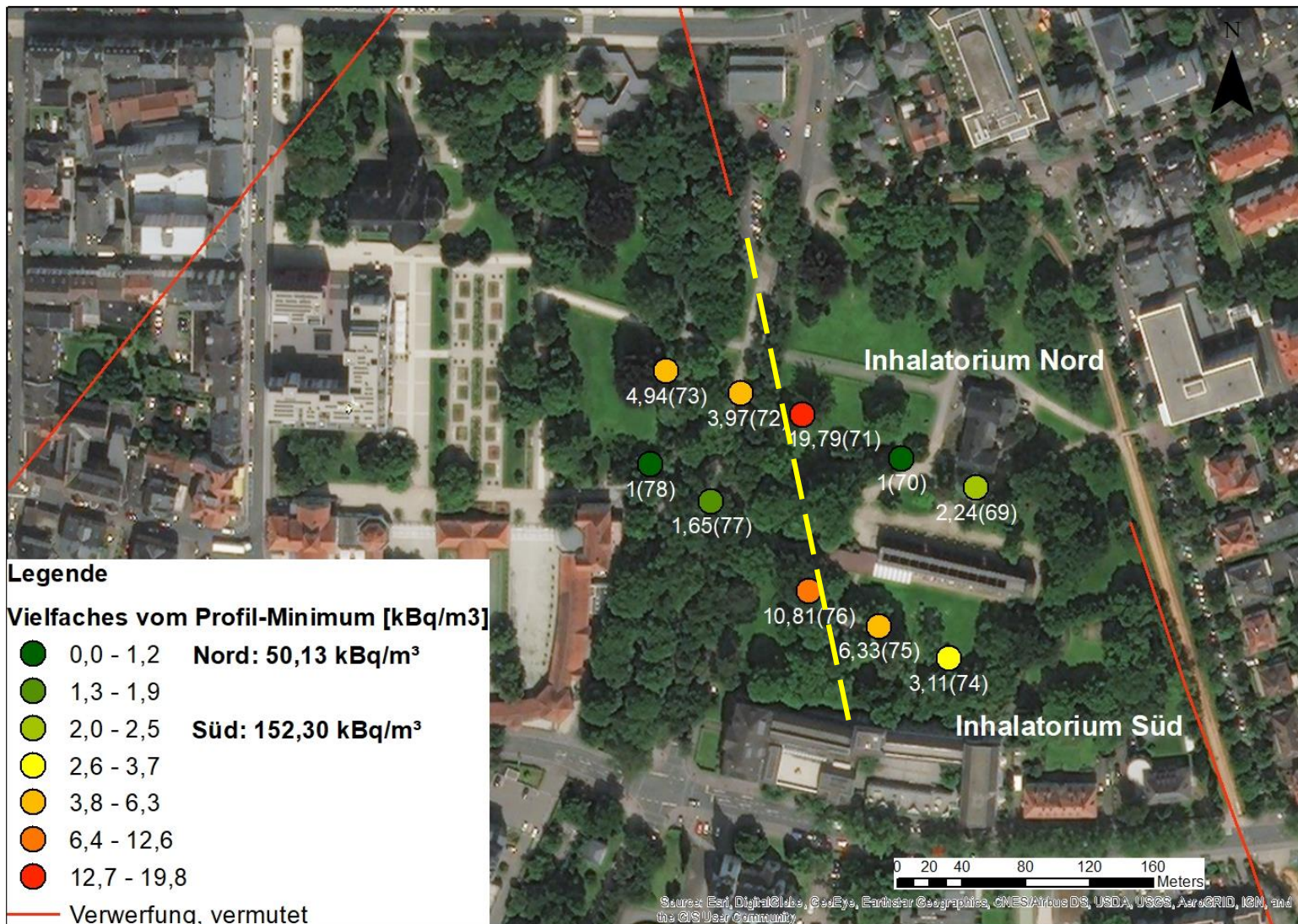
Radonkonzentrationen im Buntsandstein von Nordhessen (2 Arbeiten)

Radonbodenluft Wiederholungsmessungen und zum Vergleich von Messmethoden (2 Arbeiten)



Radondargebot an Störungszonen

Carl Möll (2019): Bestimmung der Radonkonzentration in Boden- und Innenraumluftmessungen zur Kartierung von Störungen im Stadtgebiet von Bad Nauheim; MSc TUDarmstadt



Methodenvergleich Radon (Feldmittelwert und Labor) sowie Gammaskopie Ra-226 (Daum 2020)

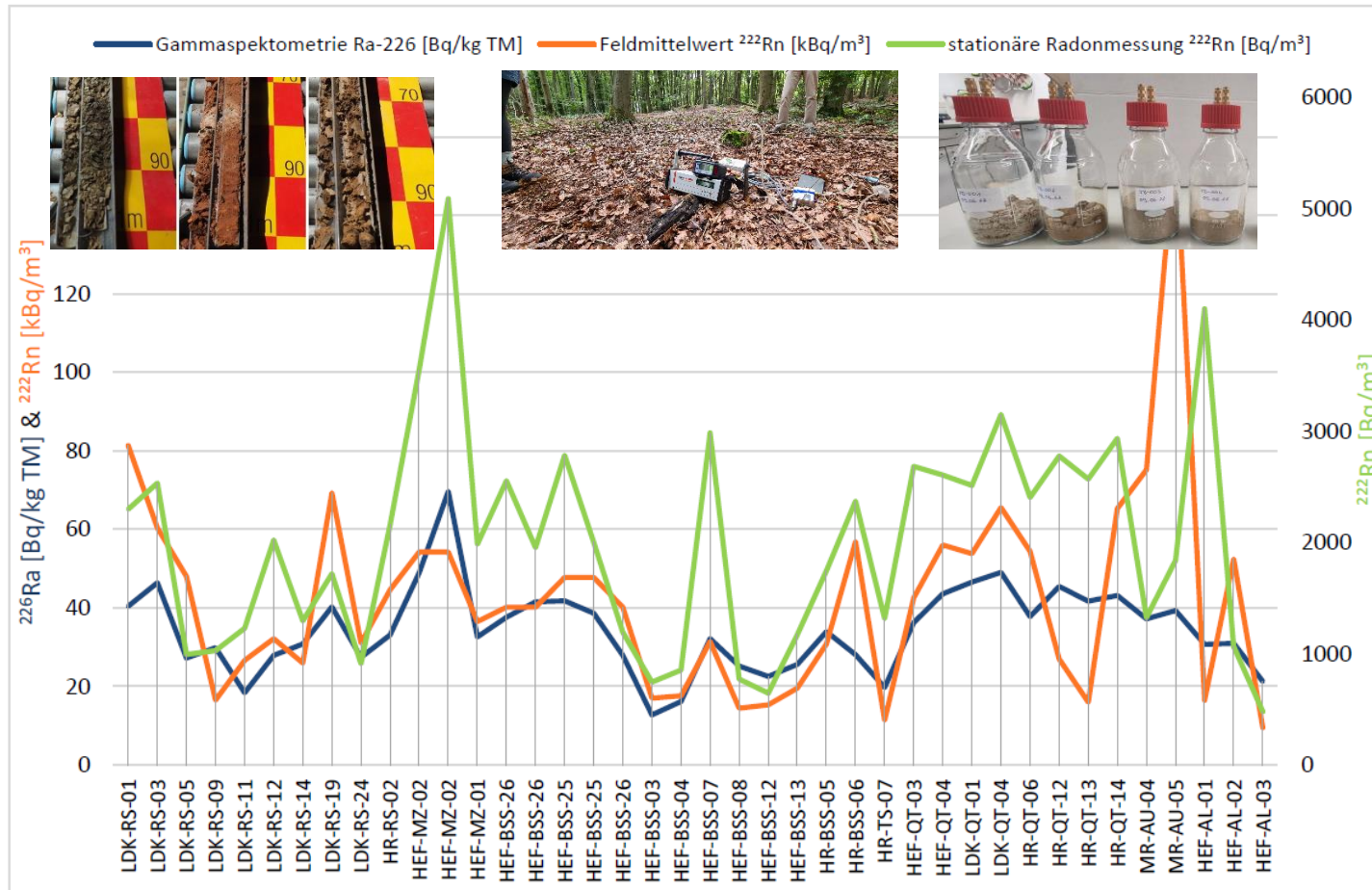


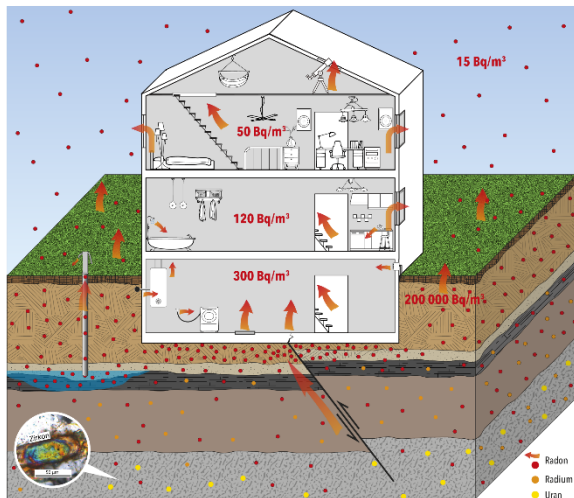
Abbildung 74: Vergleich der Feldmittelwerte ^{222}Rn [kBq/m³], der stationären Radonwerte ^{222}Rn [Bq/m³] und der Gammaskopie Ra-226 [Bq/kg TM] im Liniendiagramm. Sortiert nach den geologischen Großeinheiten.

Zusammenfassung

- Gesteine stellen natürliche Radonquellen dar
- Daten der geologischen Landesaufnahme sind für die Bearbeitung des Themas Radon von großer Bedeutung
- Vorläufige geochemische Karte zeigt Uran-Gehalte/Verteilung der hessischen petrochemischen Einheiten in drei Klassen (P90) an
- höchste Uran-Gehalte:
 - Kupferschiefer / Zechstein
- mittlere bis vereinzelt hohe Uran-Gehalte
 - sauer-magmatische Gesteine im Kristallinen Odenwald
 - Sandsteine, Tonsteine im Buntsandstein, N-, NE- & S-Hessen
- geringe Uran-Gehalte
 - basisch-magmatischen Basalten in Hessens Vulkangebieten
 - Tonschiefer und Grauwacken im Rheinischen Schiefergebirge
- Radonkonzentrationen der Bodenluftmessungen sind heterogen verteilt
 - Dateninterpretation vor allem von Gebieten mit hohem Radonpotenzial bedarf weiterer Untersuchungen

Ausblick – Geologische Landesaufnahme

- Datenlage zur Geochemie auf alle geologische Einheiten ausweiten
ca. 5.000 Analysedatensätze erforderlich
- Weiterentwicklung Karte „Petrochemischer Einheiten“ PÜK300 – PK25
- geochemisches Kartenwerk für Hessen
- Bearbeitung weiterer Fragestellungen zum Radonpotenzial – Geologie in Kooperation mit Universitäten



Ziel

Geologische Grundlagen schaffen für die Unterstützung bei der Ausweisung von Radonvorsorgegebieten zum Schutz der Bevölkerung



Vielen Dank!



Für eine lebenswerte Zukunft

