

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Online-Seminarreihe „Radon in und um Hessen“

Geologie in Hessen – Verbreitung der Mutternuklide des Radon

Dr. Heiner Heggemann

HESSEN



Für eine lebenswerte Zukunft





Radon - Stichpunkte

- Radon-222 ist ein radioaktives Edelgas, dass in unserer Umwelt in sehr unterschiedlichen messbaren Konzentrationen vorkommt.
- Radon-222 entsteht als Zwischenprodukt beim radioaktiven Zerfall des natürlichen Mutternuklids Uran-238 in den Erdschichten unter unseren Füßen.
- Radongas entweicht aus dem Erdboden in unseren Lebensraum hinein, kann aber auch aus mineralischen Baumaterialien entweichen.
- Radon-222 hat eine Halbwertszeit von 3,8 Tagen
Ausreichend lang um in unsere Atemluft zu gelangen.
- Zerfallsprodukte des Radon-222 senden Alphastrahlen aus, die Zellen unserer Lunge schädigen können.



Zerfall radioaktiver Elemente U, Th, K₂O, Rn mit hoher Relevanz für terrestrische Strahlenbelastung



Die Mutternuklide U, Th, K₂O finden sich in zahlreichen Mineralen unter anderem in: Feldspat, Zirkon, Monzonit, Titanit, Allanit, Tonminerale und Vererzungen wie dem Uranerz.

Diese Elemente sind zusammen mit allen anderen Elementen des Periodensystems die Bausteine aus denen sich unsere Erde und ihre Gesteine und Mineralien zusammensetzt.

Sie sind somit Bestandteil der natürlichen terrestrischen Strahlenbelastung.

Radonaktivitätskonz. Bodenluft in Deutschland

Radonaktivität-Prognosekarte von Deutschland (BfS 2020) ist eine mathematische Simulation.

Bereiche mit hoher, mittlerer und geringer Radonaktivität werden dargestellt.

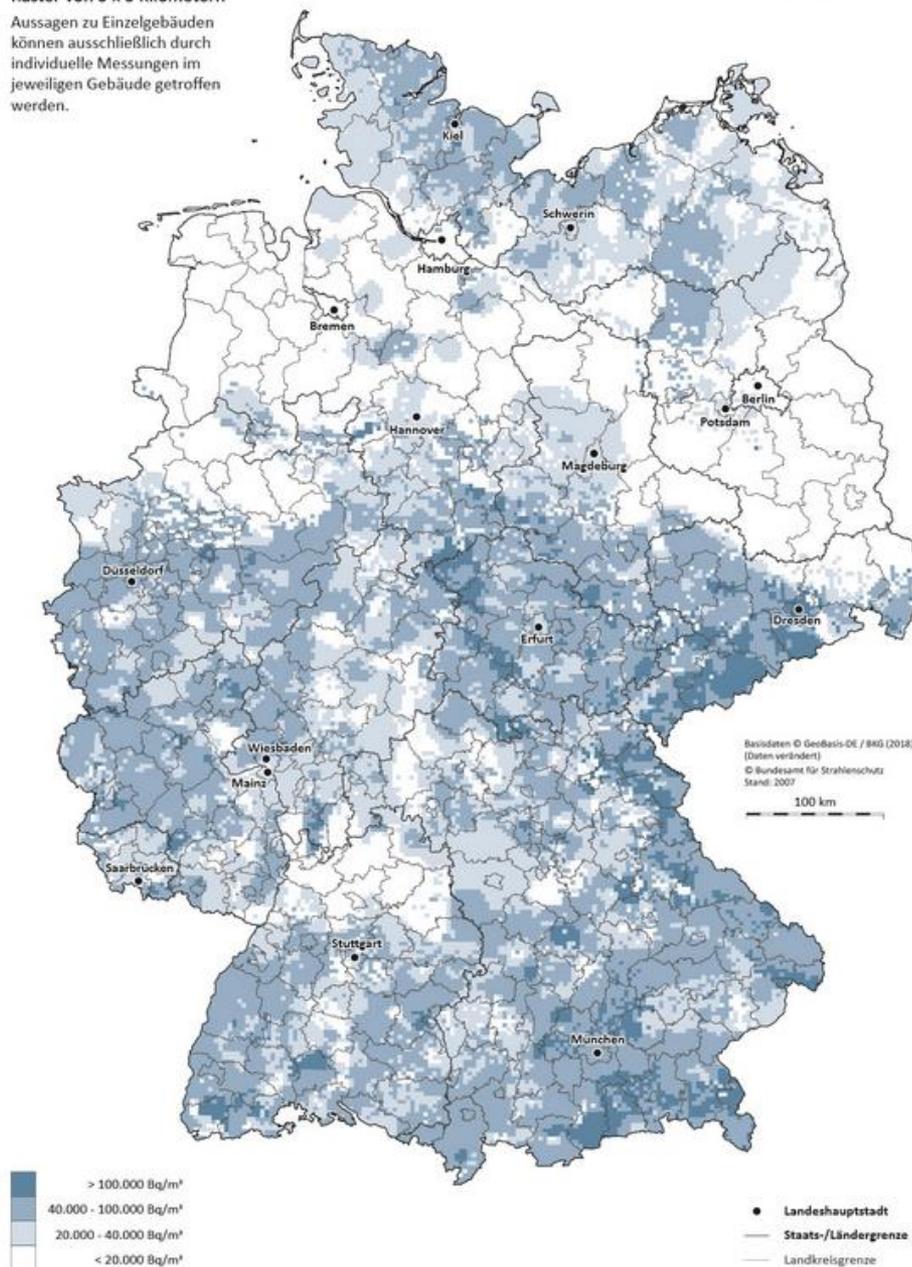
Datengrundlage

- Mehr als 6000 Messpunkte zur Radonkonzentration in der Bodenluft und Gasdurchlässigkeit
- Daten der Geologischen Karte von Deutschland (GK 1000)

Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft

Schätzung der Radon-Konzentration im Boden für ein Raster von 3 x 3 Kilometern

Aussagen zu Einzelgebäuden können ausschließlich durch individuelle Messungen im jeweiligen Gebäude getroffen werden.

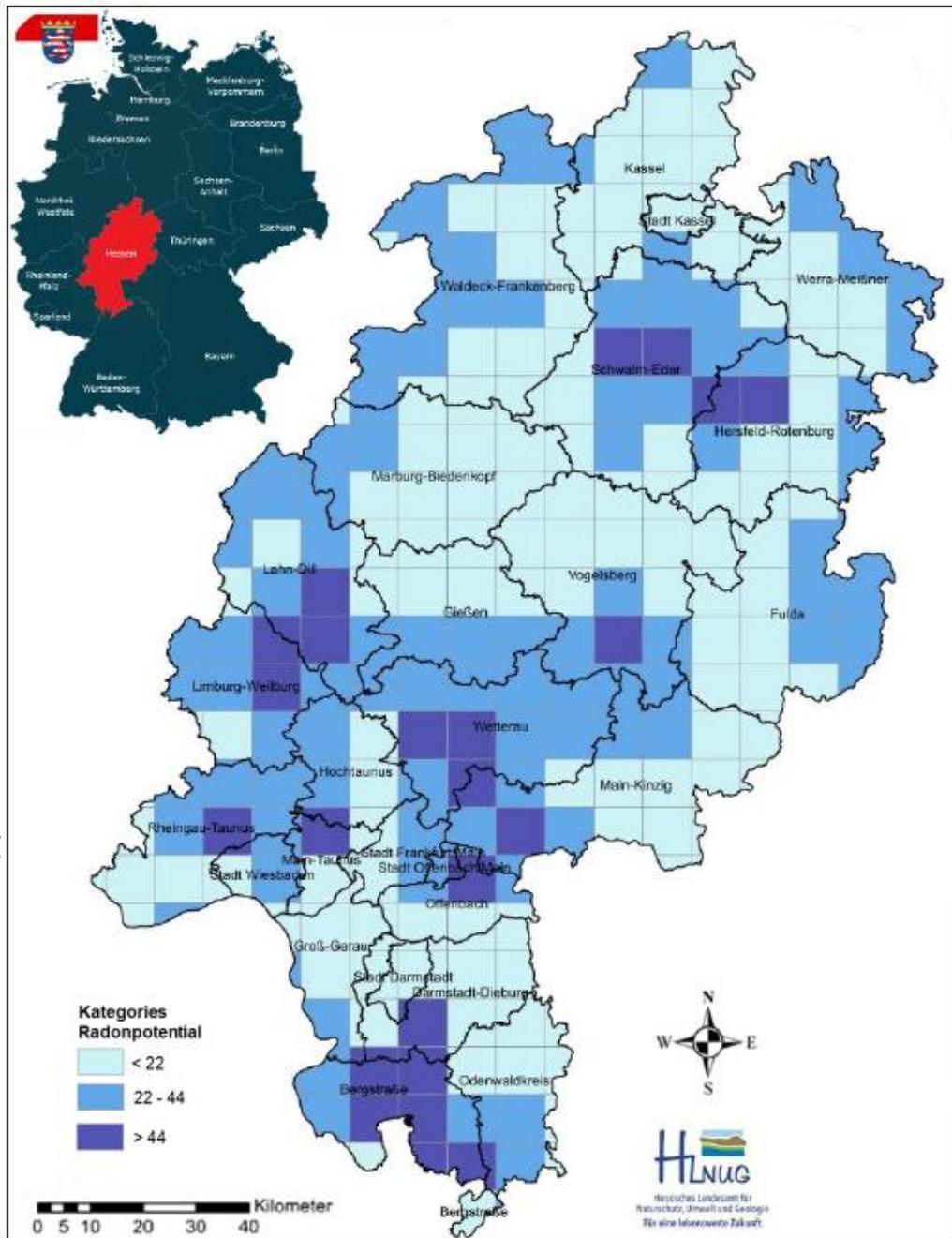


Radon-Potenzialkarte Hessen

Radon-Potenzial-Prognosekarte
Hessen (BfS, 2020) ist eine
mathematische Simulation

Datengrundlage

- 338 Messpunkten zur Radonkonzentration in der Bodenluft und Gasdurchlässigkeit
- Daten der Geologischen Karte von Deutschland GK 1000



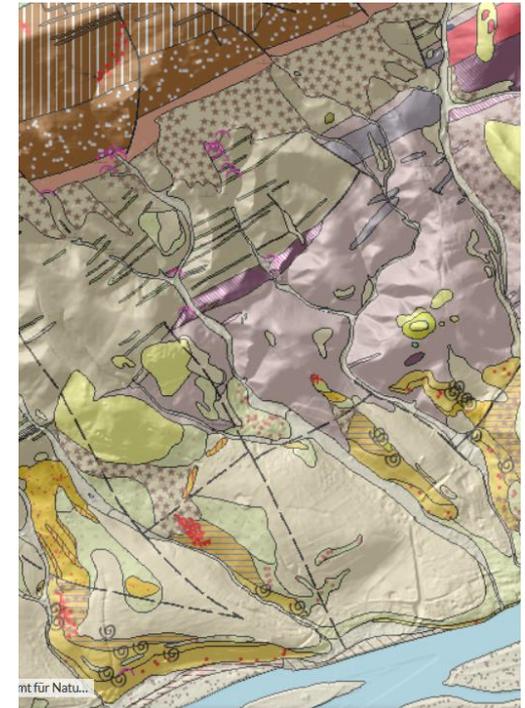
Staatliche Geologischen Landesaufnahme

Flächendaten

- Kartenwerke verschiedener Maßstäbe
- Geologische Grundkarte, Maßstab 1:25:000
- Geologische Übersichtskarte, Maßstab 1:300.000
- Themen- und Sonderkarten

Punktdaten

- Bohrdokumentationen von mehr als 120.000 hessischen Bohrungen
- Gesteinssammlung
- Gesteinsanalysedatenbank



Geologie Viewer,
Hessen



Uran und Thorium im Gestein

Durchschnittliche Konzentration der Mutternuklide in der Erdkruste

Uran = 2 - 4 ppm

Thorium = 7 - 13 ppm

Sehr gute Radonquellen = sekundäre Uranlagerstätten

- **Schwermineralsande oder Vererzungen**

Gute Radonquellen = saure magmatische Gesteine reich an K, Ca, SiO₂

- **Granit, Rhyolith, Trachyt, Paragneis, Glimmerschiefer**

Mittlere Radonquellen = sedimentäre Gesteine

- **Sandstein, Tonstein, Konglomerat, Kalkstein**

Schlechte Radonquellen = mafische Gesteine, reich an Fe und Mg

- **Basalt, Gabbro, Diorit, Amphibolith, Orthogneis**

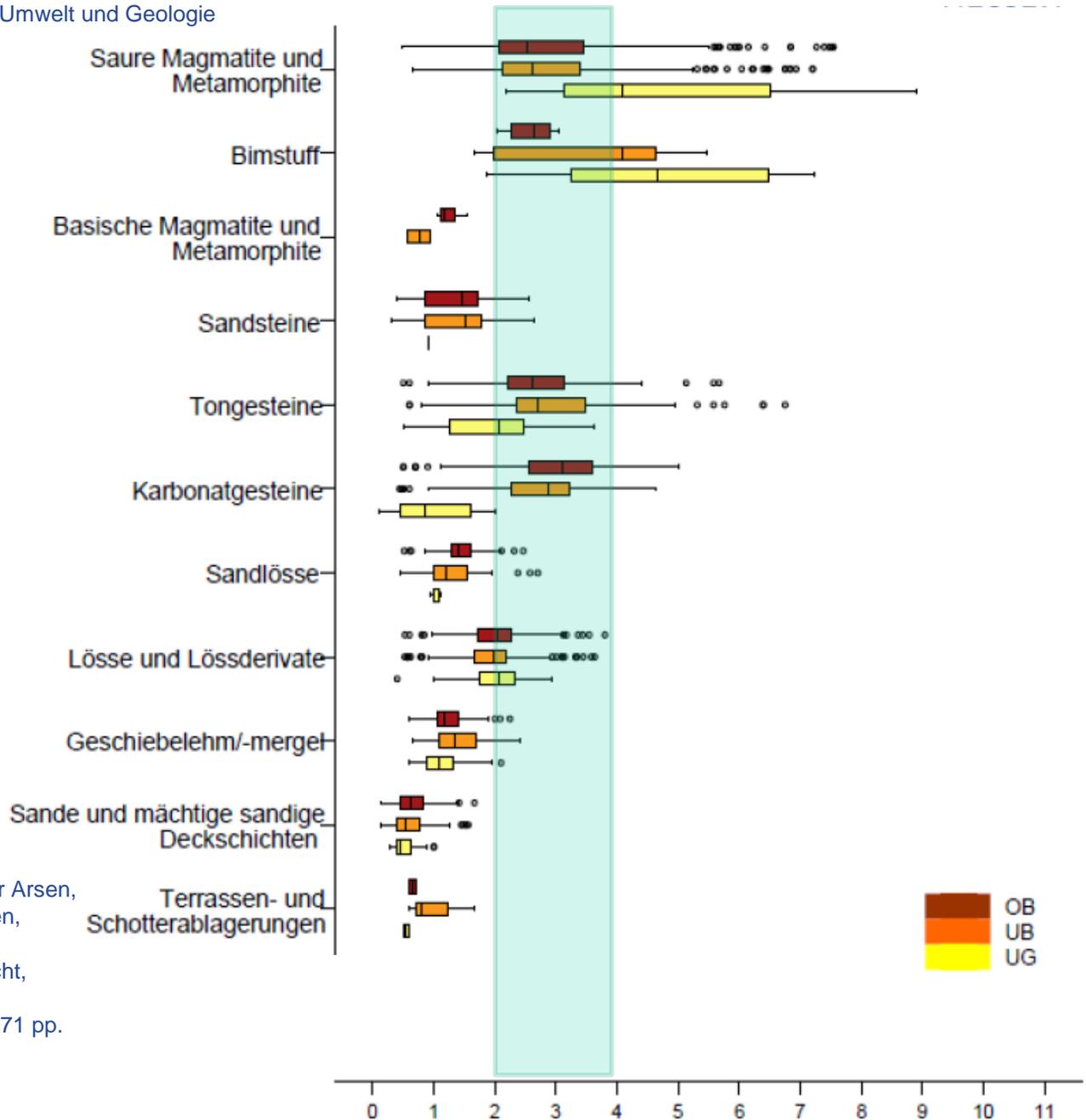
Die bundesweit gemittelten Hintergrundwerte für Uran Boxplots in mg/kg

Uran in Böden und Wasser,
Claudia Dienemann, Jens Utermann
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

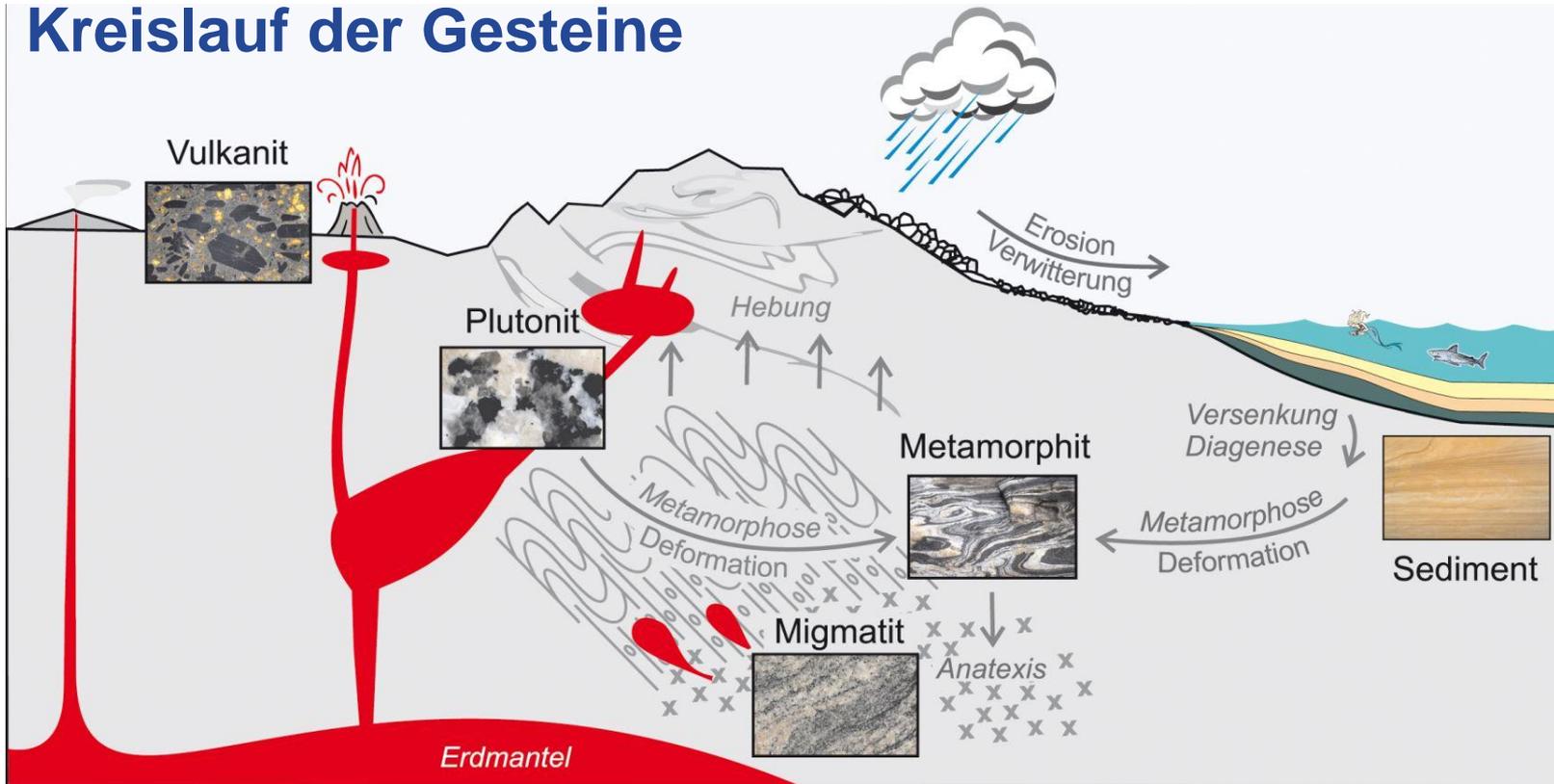
OB = Oberböden
UB = Unterböden
UG = Untergrund

 Ø Erdkruste 2 – 4 ppm

Utermann, J.; Fuchs, M.; Düwel, O. (2008):
Flächenrepräsentative Hintergrundwerte für Arsen,
Antimon, Beryllium, Molybdän, Kobalt, Selen,
Thallium, Uran und Vanadium in Böden
Deutschlands aus länderübergreifender Sicht,
Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe, Hannover, Archiv Nr. 10040/08, 71 pp.



Wo entstehen diese Gesteine: Kreislauf der Gesteine



Gesteinstypen:

Sedimentgesteine – Ton/Tonstein, Sand/Sandstein, Kalkstein, usw.

metamorphe Gesteine – Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Migmatit

magmatische Gesteine – Vulkanite (Basalt, Tuff, Rhyolith), Plutonite (Granit, Diorit)

Wo kommen Gesteine mit einem hohen, mittleren oder geringen Uran- und Thorium-Gehalt und somit Radonpotenzial in Hessen vor?

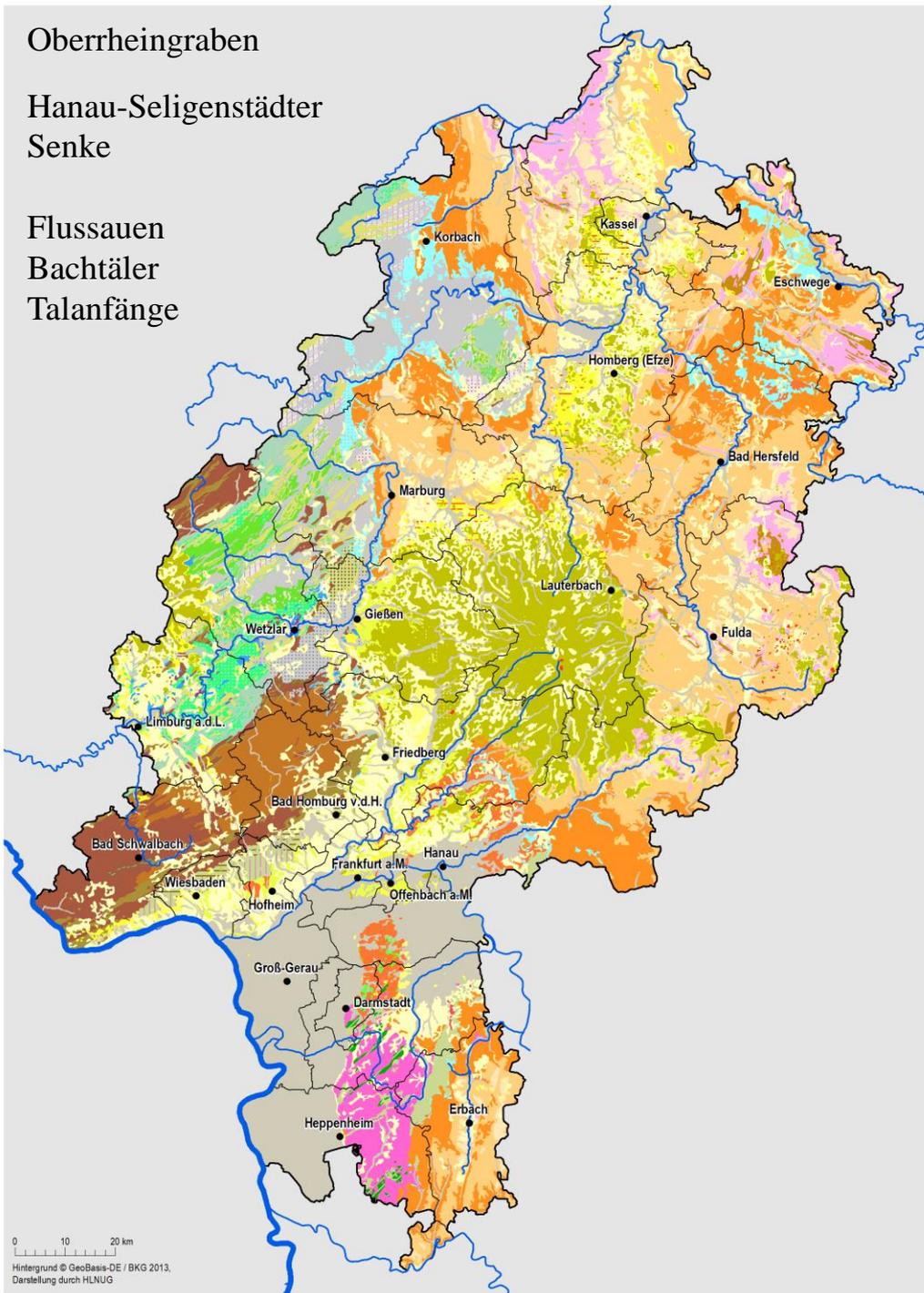


Oberrheingraben

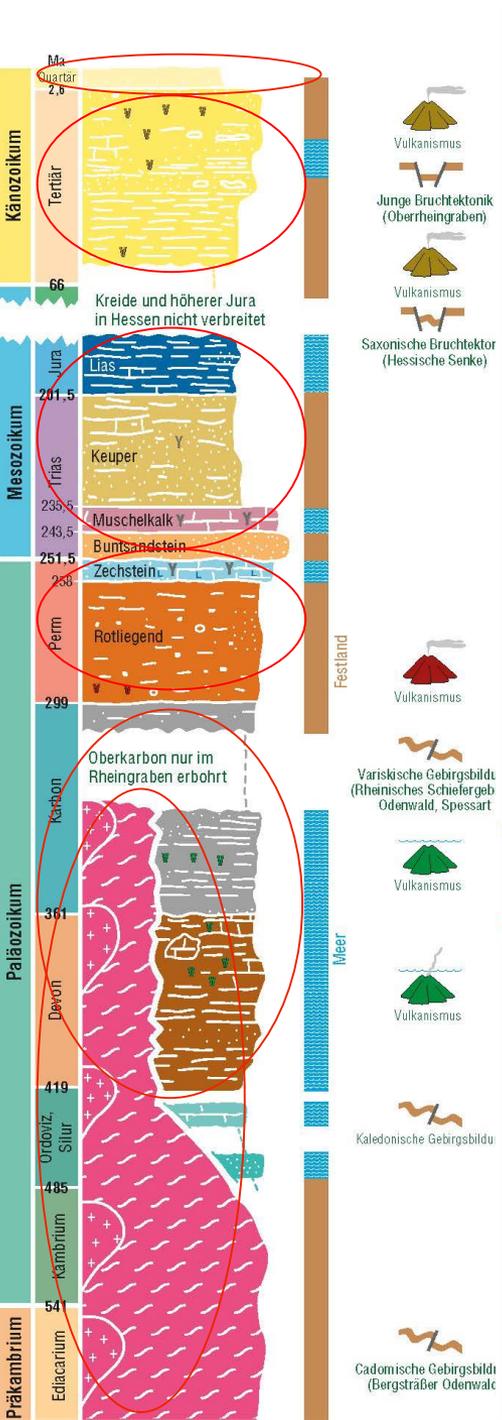
Hanau-Seligenstädter Senke

Flussauen Bachtäler Talanfänge

Hintergrund © GeoBasis-DE / BKG 2013, Darstellung durch HLNUG



	Lehm, Sand, Kies	Auensediment, ungegliedert
	Ton, Silt, oft mit Steinen, Grus und Sand	Fließe, ungegliedert
Tertiäre Sedimente		
	Ton-Silt, Sand-Kies, Braunkohle	Pliozän, ungegliedert
	Ton-Silt, Sand-Kies, Quarzit, Mergel, Kalkstein, Tuff, Braunkohle	Miozän, ungegliedert
	Ton-Silt, Sand, Mergel, Kalkstein, Sand-Kies	Oligozän, ungegliedert
	Ton-Silt, Sand, Braunkohle	Eozän-Oligozän, ungegliedert
	Quarzit, Ölschiefer von Messel	Tertiär, ungegliedert
	Ton-Silt, Sand-Kies, Mergel, Kalkstein, Braunkohle, Quarzit	
Tertiäre Vulkanite		
	Basalt, Alkalibasalt, tholeiischer Basalt, Bauxit	Vulkanische Gesteine
	Trachyt, Phonolith	
	Basaltische Lapilli- u. Ascheruffe, Agglomerate u. Tuffbrekzien	Basaltische Vulkaniklaste des Miozän („Tuff“)
Jura		
	Tonstein, Kalkstein	Unterrjura, ungegliedert
Keuper		
	Sandstein, Ton-Siltstein, Dolomit, mergelstein u. Gips/Anhydrit, Dolomit	ungegliedert
Muschelkalk		
	Tonstein, Mergelstein, Dolomit, Kalkstein, örtl. Gipsstein	ungegliedert
Buntsandstein		
	Ton-Siltstein, Mergelstein, Gipsstein, Quarzit, Sandstein	ungegliedert
	Sandstein, z.T. mit Geröllen, Ton-Siltstein	
	Sandstein, z.T. mit Geröllen, Ton-Siltstein	
	Sandstein, z.T. mit Geröllen, Ton-Siltstein	
Zechstein		
	Dolomit, Kalkstein, Konglomerat, Gips/Anhydrit, Tonstein, Sandstein	Zechstein, ungegliedert
	Konglomerat, Tonstein, Sandstein, Mergelstein, Dolomit	Zechstein-Randfazies, ungegliedert
Rotliegend		
	Andesit, Lalt	Vulkanite des Rotliegend
	Rhyolith	
	Sandstein, bzw. Arkose, Silt- u. Tonstein, Konglomerat, rhyolithische Vulkaniklaste, Kalkstein, Kohleflöz	ungegliedert
Karbon		
	Tonschiefer, Grauwacke, Konglomerat, Kalkstein, Kieselschiefer	Unterkarbon, ungegliedert
	Alkalibasaltische Pillow-fragmentbrekzien	Alkalibasaltische Metavulkaniklaste des Unterkarbon 2 – 3
	Tholeiischer Metabasalt, Metaporphyr	Tholeiische Metavulkanite des Unterkarbon 1 – 3
	Kieselschiefer, Kieselkalkstein, Schwarzschiefer	Kiesel, Übergangsschiefer, Kulkiesel, Kiesel, Legende Alauco
	Quarzit	Kammquarzit-Formation
	Grauwacken	Gießen-Grauwacke
Devon		
	Tonschiefer, Sandstein, Grauwacke, Quarzit, Kalkstein	Oberdevon, ungegliedert
	Quarzwacken, Grauwacken	Gießen-Grauwacke (alterer Teil)
	Kalkstein, Dolomit	Massenkalk
	Kieselschiefer, Tonschiefer, Sandstein, Quarzit	Mitteldevon, ungegliedert
	Tonschiefer, Flaserschiefer, Bänderschiefer, Sandstein, Grauwacke, Kalkstein, Quarzit	Hunsrück-schiefer
	Quarzit, Tonschiefer, Sandstein	Taunusquarzit, Emsquarzit
Devon, vulkanisch		
	Metatrachyt, Metarhyolith	Trachytische und rhyolithische Me
	Metaalkalibasalt („Diabas“)	Alkalibasaltische Metavulkanite
	Pillow-fragmentbrekzien, Hyaloklastite, Lapilli- u. Ascheruffe	Alkalibasaltische Metavulkanite
	Tholeiischer Metabasalt	Tholeiische Metavulkanite
Silur, Ordovizium, Kristallin		
	Kalkstein, Tonschiefer	Silur des Rheinischen Schiefergebirges, ungegliedert
	Quarzit	Ordovizium, ungegliedert
	Metarhyolith, -hyodazit und -andesit	Wiesbaden-Metarhyolith, Rosser-Metaandesit
	Phyllit	Metasedimente des Vordertaunus
	Marmor, Kalksilikatfels	
	Amphibolit	Amphibolite des Odenwaldes und Spessarts
	Metasedimente, Metakonglomerate, Gneise	Metasedimente, ungegliedert, Gneise
	Granit, Diorit, Gabbro	Plutonische Gesteine des Odenwaldes und Spessarts



Festland

Meer

Vulkanismus

Junge Bruchtektonik (Oberrheingraben)

Vulkanismus

Saxonische Bruchtektonik (Hessische Senke)

Vulkanismus

Variskische Gebirgsbildung (Rheinisches Schiefergeb. Odenwald, Spessart)

Vulkanismus

Vulkanismus

Kaledonische Gebirgsbildung

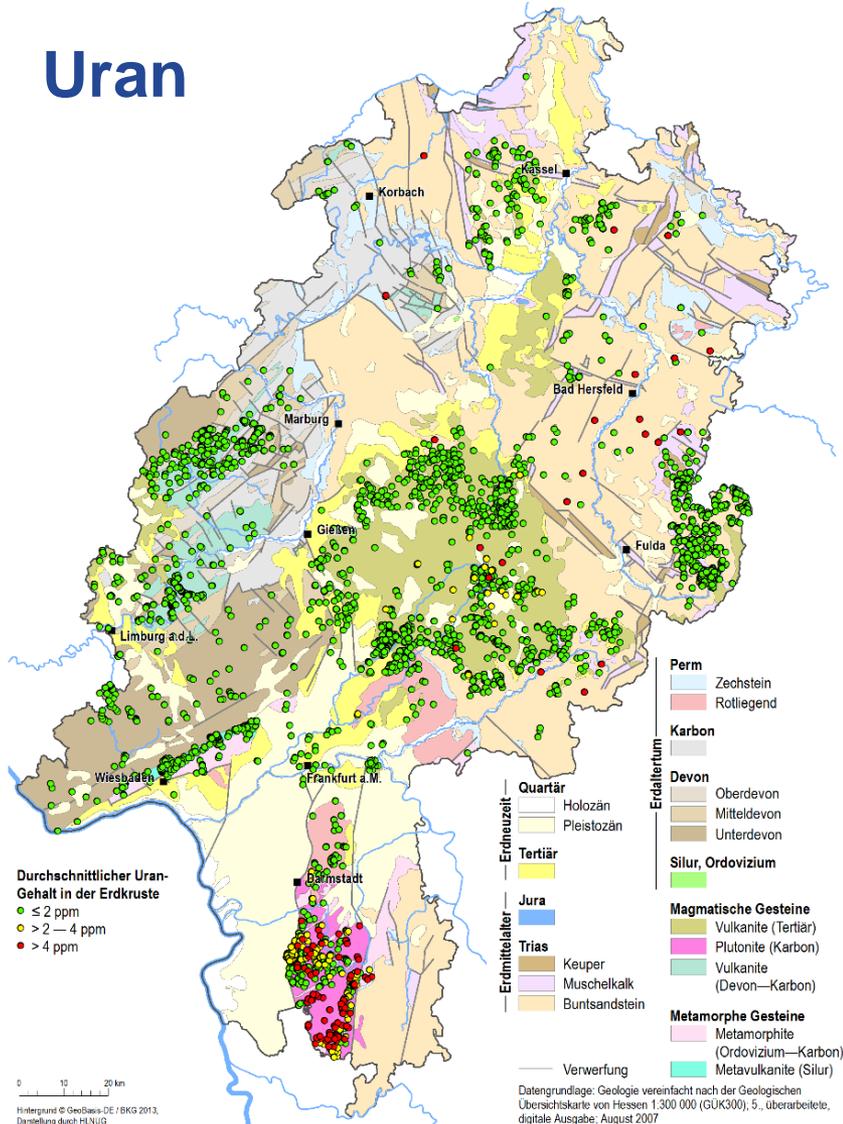
Vulkanismus

Cadomische Gebirgsbildung (Bergstraße Odenwald)

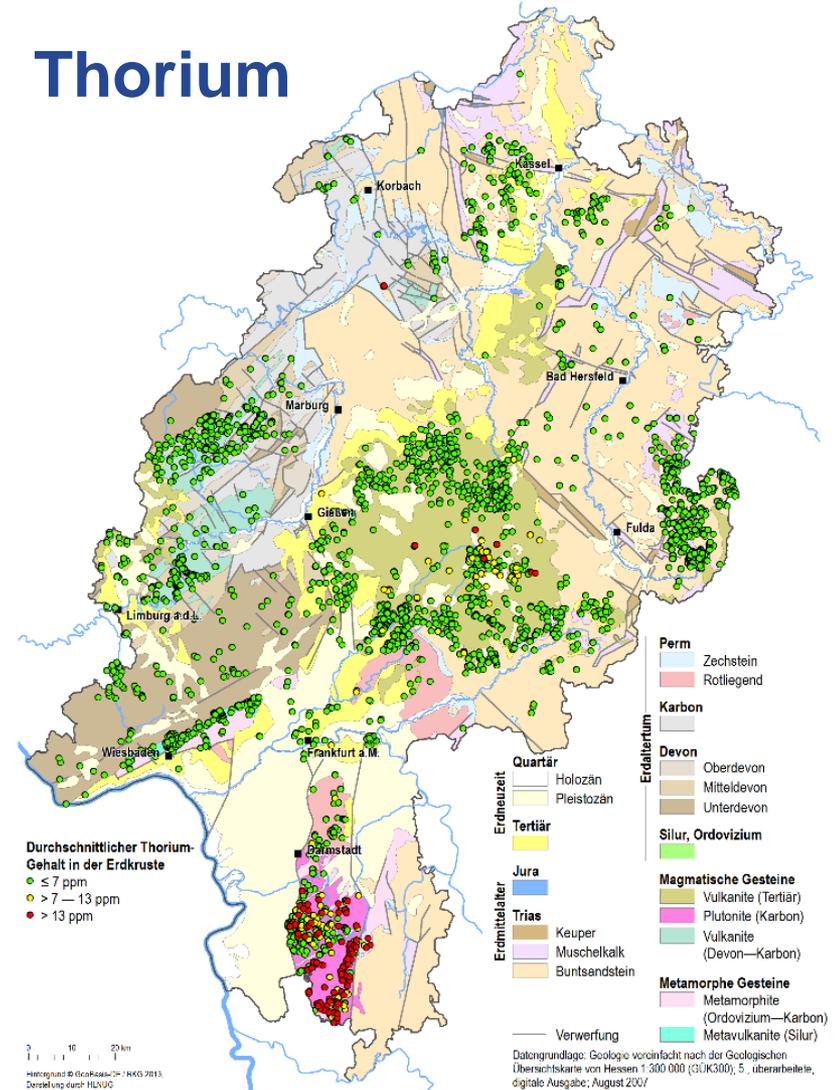
Geographie, Geologie, Übersichtskarte von Hessen 1:300.000, 6. überarbeitete, ergänzte Ausgabe, August 2007

Potenzielle Radonverfügbarkeit in Hessen anhand der Uran- und Thorium-Gehalte im Gestein

Uran



Thorium



Potenzielle Radonverfügbarkeit

Uran Odenwald Sprendlinger Horst

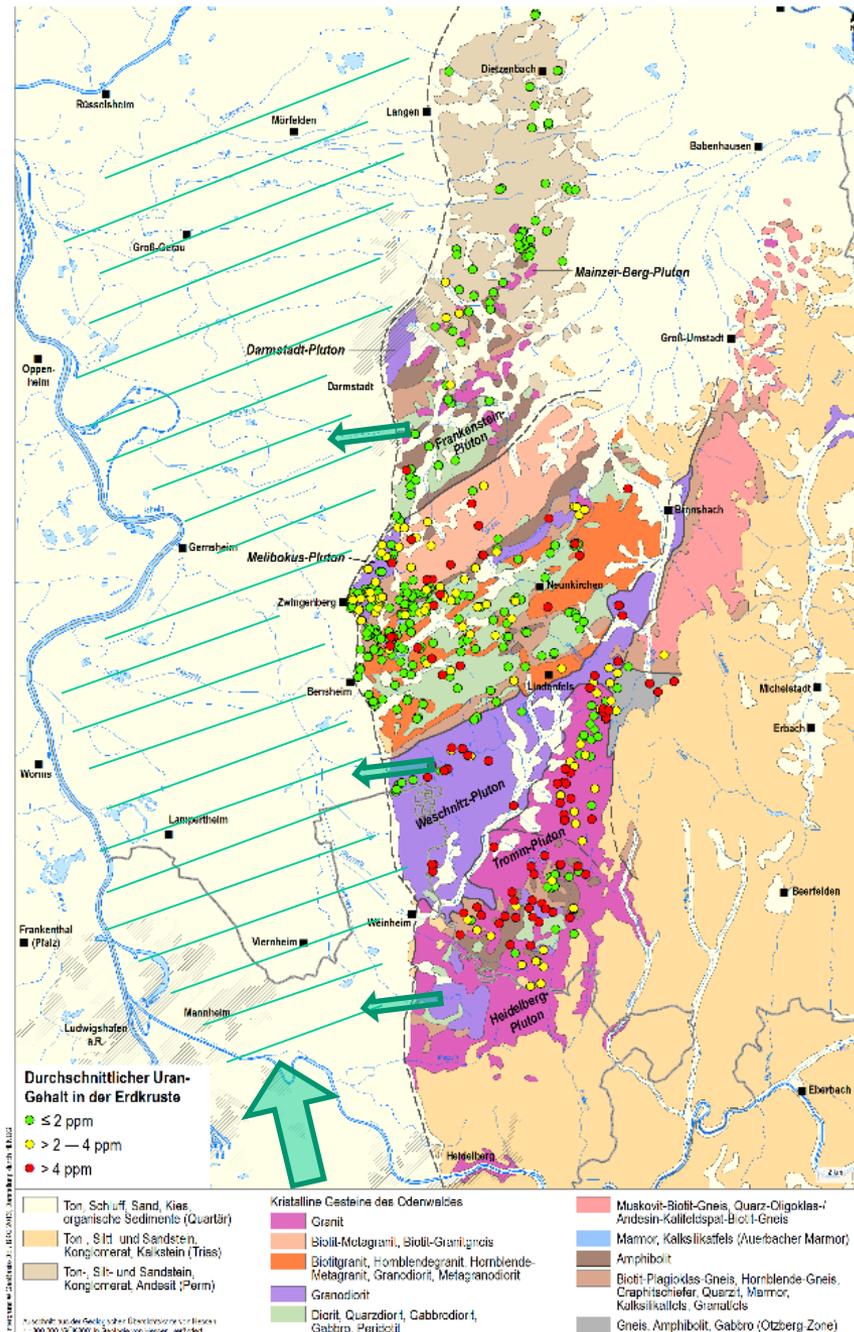
Perm-Sandstein, Konglomerat
Uran-Gehalte überwiegend
< 2 ppm, selten zwischen 2 – 4 ppm

Diorit, Quarzdiorit, Gabbro u.a.
Uran-Gehalte überwiegend
< 2 ppm, selten zwischen 2 – 4 ppm

Granit, Gneis, Granodiorit
Uran-Gehalte überwiegend
> 4 ppm, selten zwischen 2 – 4 ppm

Uran im Grundwasser

Schwermineraleintrag



Analysedatenbank HLNUG

Strukturraum Kristalliner Odenwald



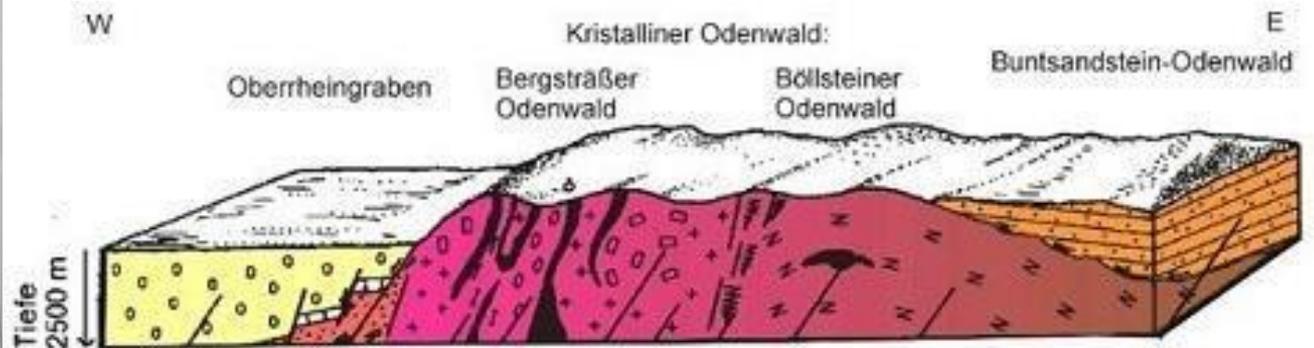
Granitbruch bei Biebesheim



Gneis in verschiedener Ausprägung



Diorit – verwittert mit Lehm und frisch



Schematisches Profil durch den Odenwald

Potenzielle Radonverfügbarkeit

Uran

Taunus und Vordertaunus

Metaandesit, Metarhyolith

Uran-Gehalte

< 2 ppm

Quarzit, quarzit. Sandstein

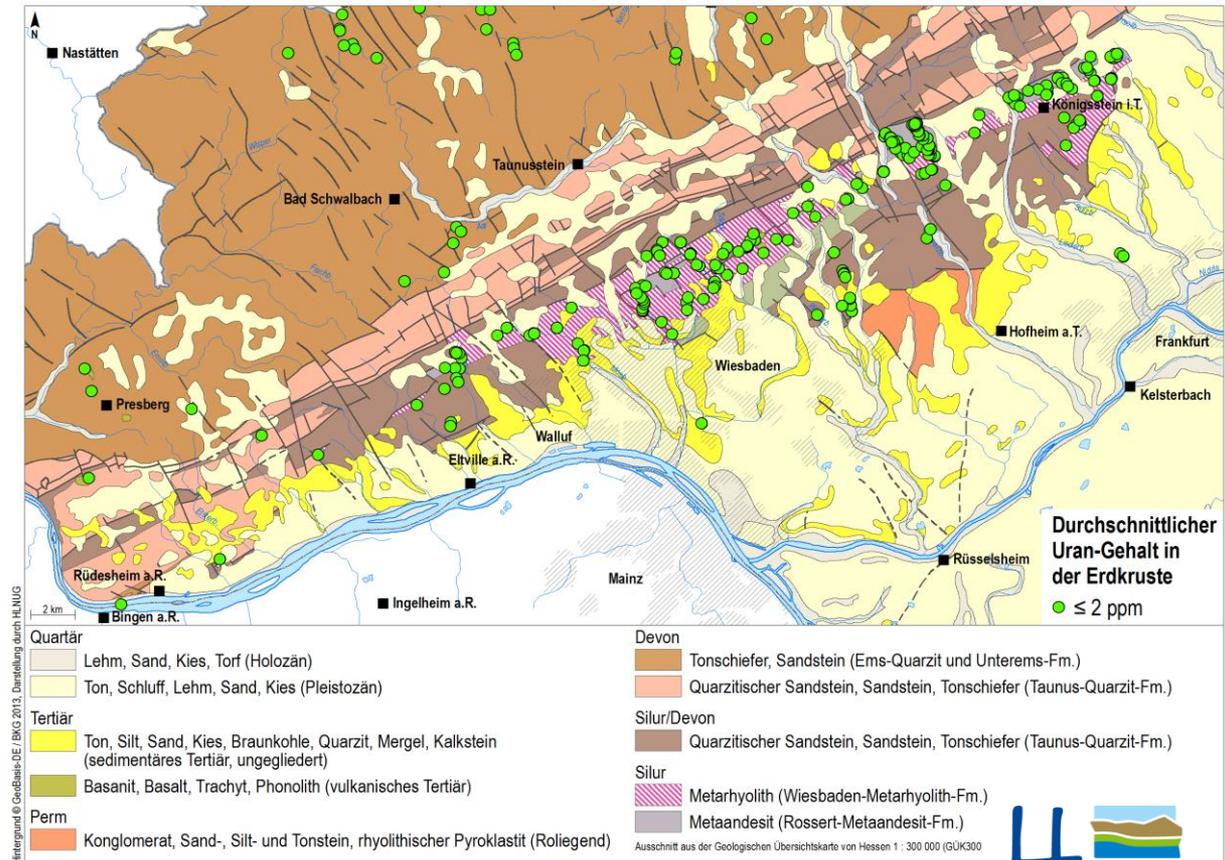
Uran-Gehalte

< 2 ppm

Tonschiefer, Phyllit

Uran-Gehalte

< 2 ppm



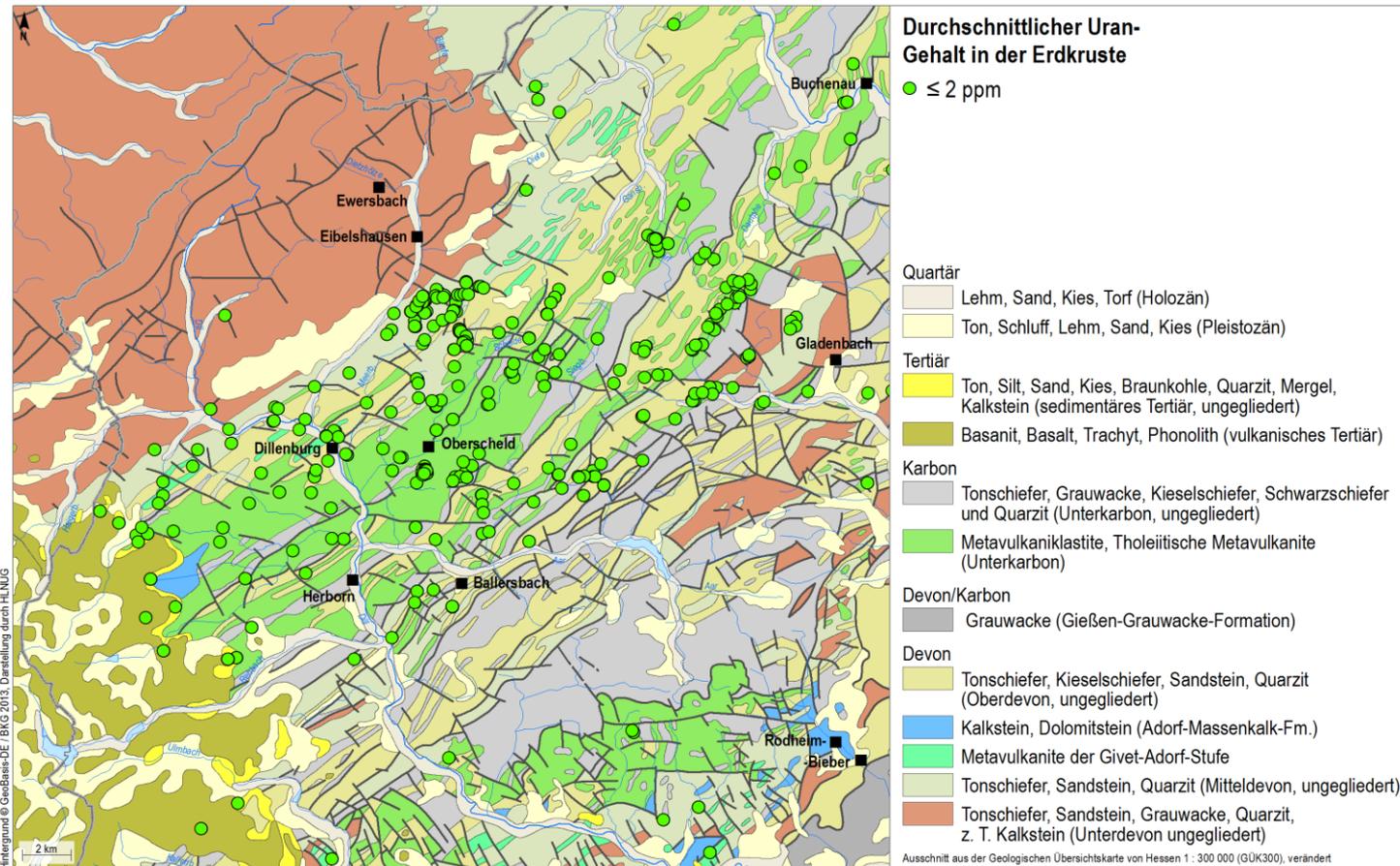
Potenzielle Radonverfügbarkeit

Uran

Rheinisches Schiefergebirge Lahn-Dill Mulde

Metavulkanite
Uran-Gehalte
< 2 ppm

Tonschiefer, Grauwacke
Uran-Gehalte
< 2 ppm



Hintergrund © GeoBasis-DE/ BKG 2013, Darstellung durch HLNUG

Strukturraum Rheinisches Schiefergebirge



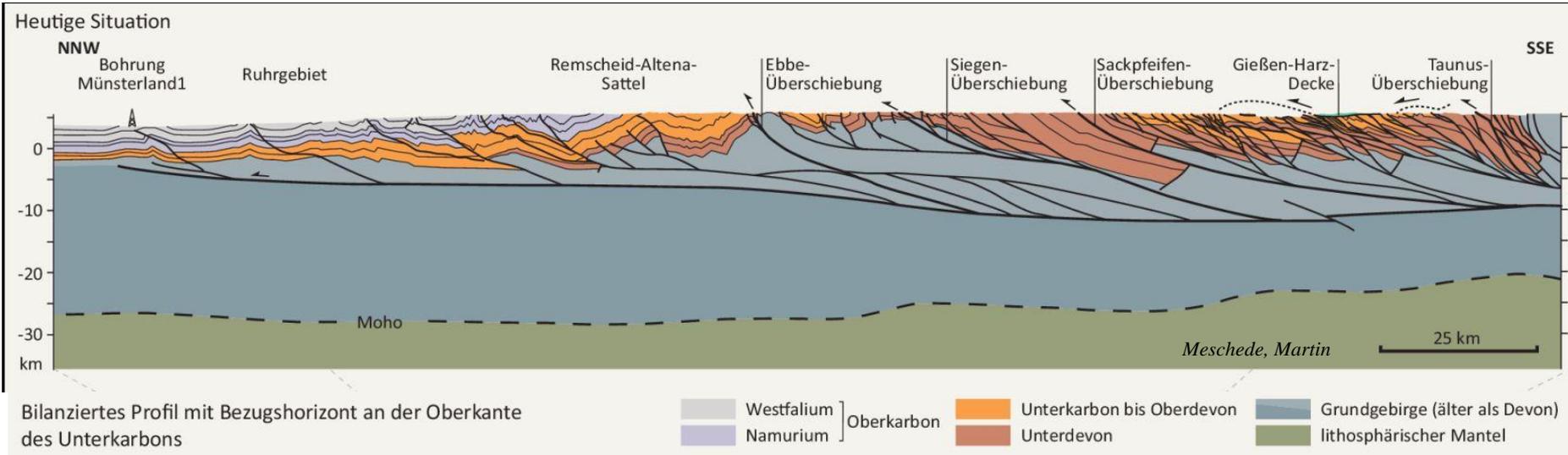
Kieselschieferfalte in Düdinghausen



Massenkalkbruch bei Breitscheid



Tonschieferfalte im Taunus



Uran Vogelsberg



**Vulkanisches Gestein
Basalt**

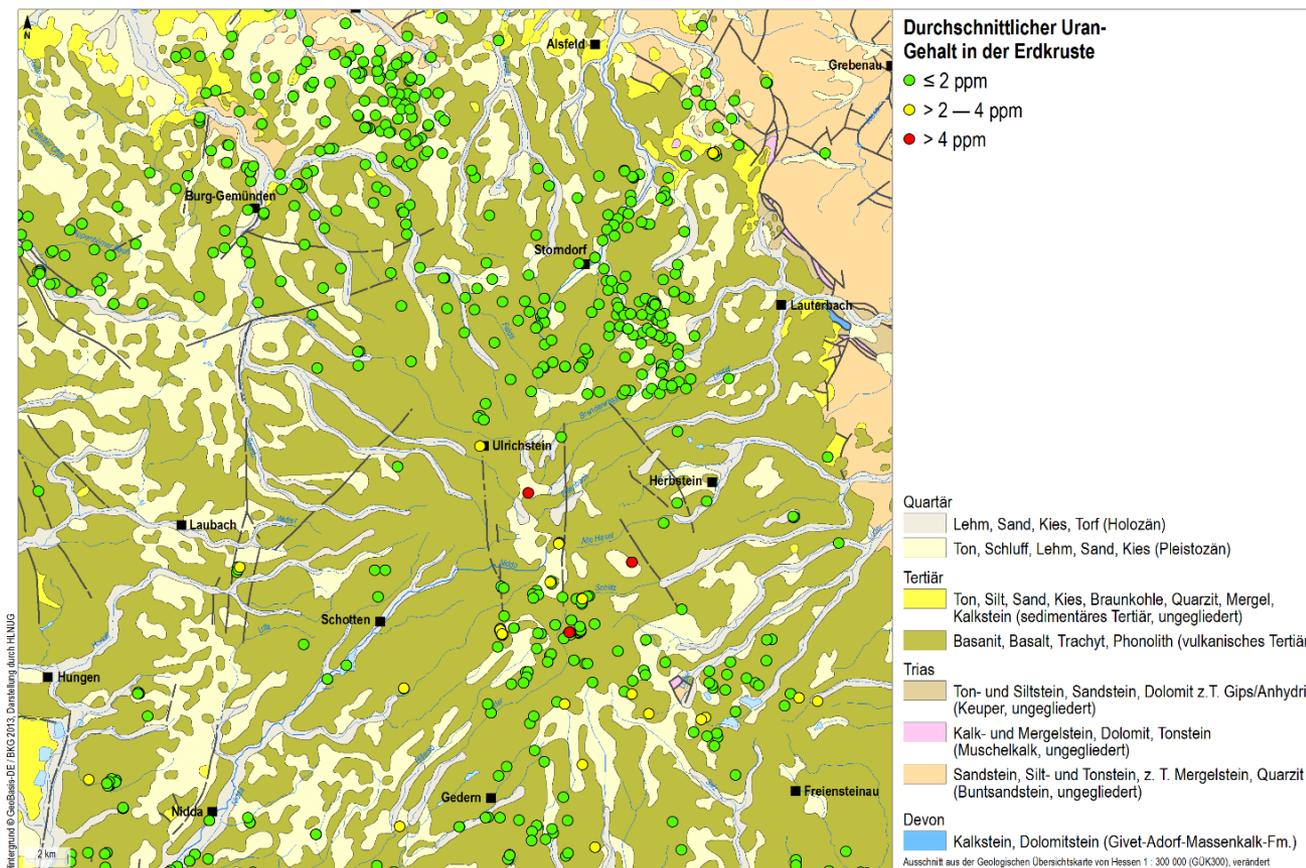
Uran-Gehalte

< 2 ppm, selten 2-4 ppm

**Vulkanisches Gestein
Trachyt**

Uran-Gehalte

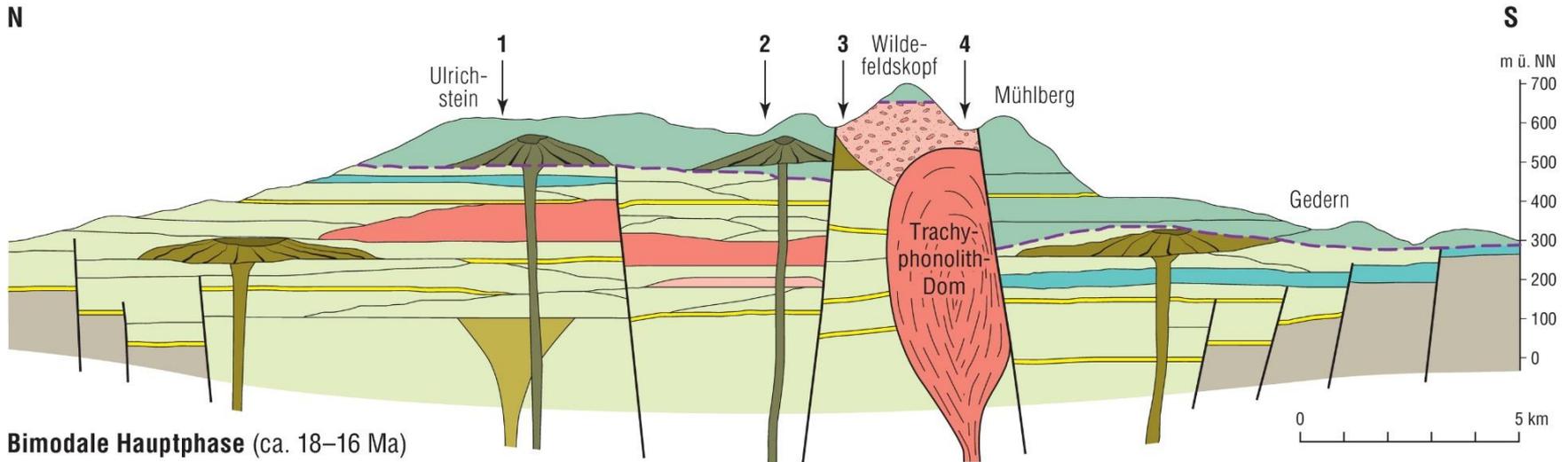
> 4 ppm



Analysedatenbank HLNUG



Strukturraum Vogelsberg - Profilschnitt



Bimodale Hauptphase (ca. 18–16 Ma)

- Trachyphonolithische Block- und Aschestromablagerungen
- Trachytische Surge- und Fallablagerungen
- Trachyte
- Alkalibasaltische Schlackenkegel
- Basanitische Maar-Vulkan
- Alkalibasaltische Lavaströme und pyroklastische Ablagerungen
- Tholeiitische Lavaströme

Primitive Spätphase (ca. 16–15 Ma)

- Alkalibasaltisch/basanitische Schlackenkegel
- Alkalibasaltisch/basanitische Lavaströme und pyroklastische Ablagerungen
- Sedimentgesteine des Tertiärs und Buntsandsteins
- Tertiäre Landoberfläche vor ca. 16 Ma

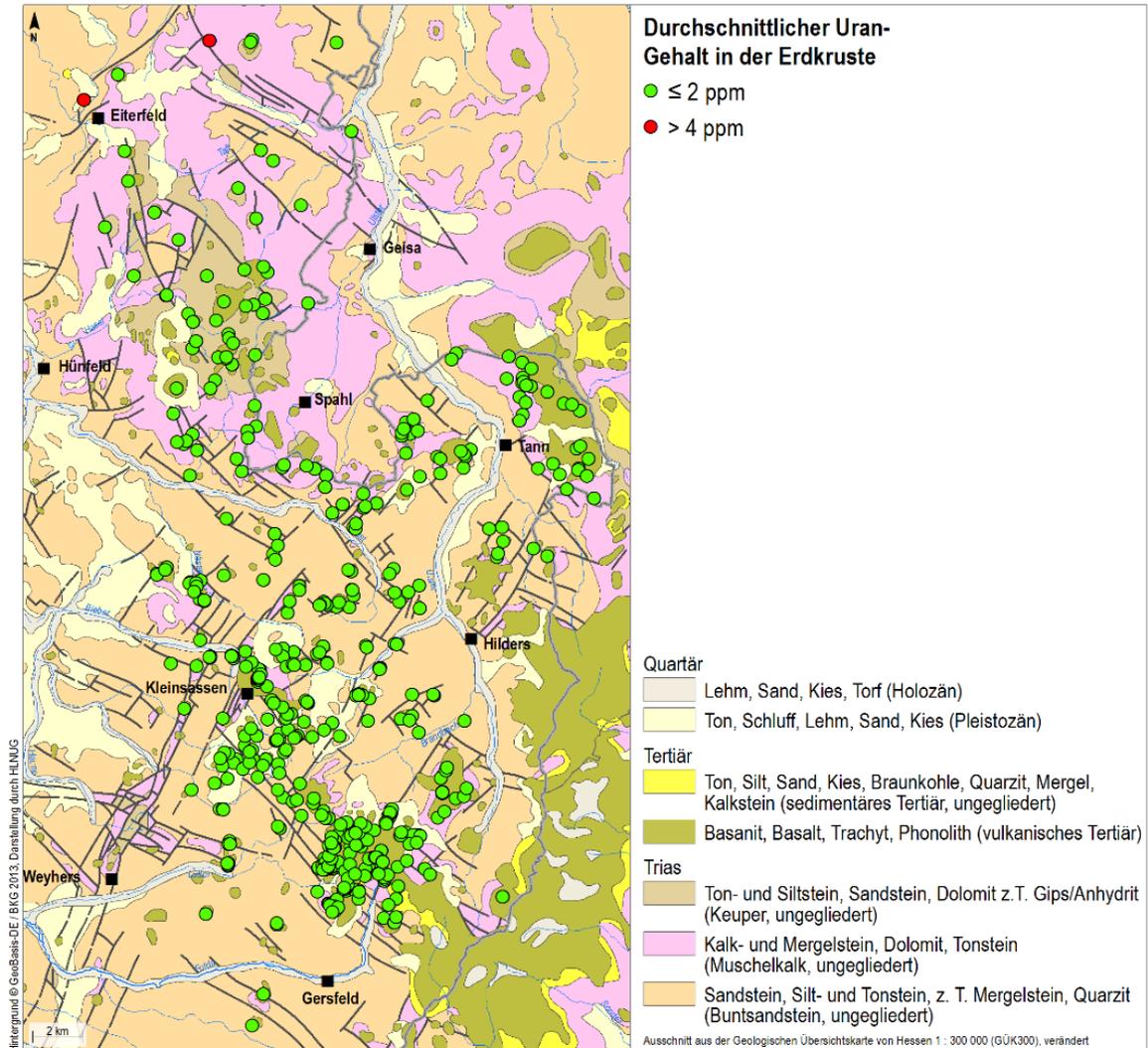
- 1** Bohrung Ulrichstein (Tiefe: 656,5 m)
- 2** Bohrung Hasselborn (Tiefe: 490,35 m)
- 3** Bohrung Flößer Schneise (Tiefe: 200,9 m)
- 4** Bohrung Sichenhausen-Eschwald (Tiefe: 305,0 m)

Uran Hessische Rhön

**Vulkanisches Gestein
Basalt**

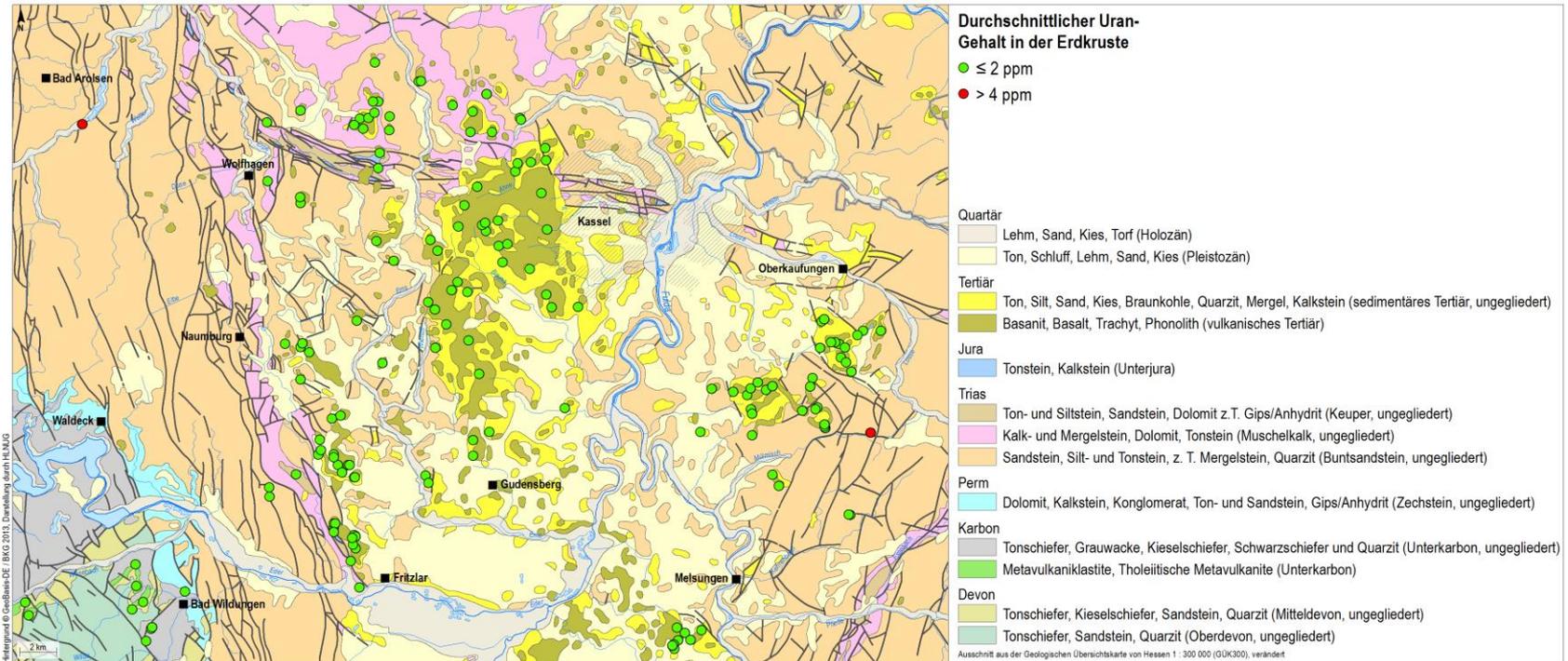
Uran-Gehalte
< 2 ppm

Trias Kalkstein, Sandstein
Uran-Gehalte
> 4 ppm



Potenzielle Radonverfügbarkeit

Uran Nordost-Hessen bis Kellerwald



**Vulkanisches Gestein
Basalt**
Uran-Gehalte < 4 ppm

Trias Sandstein
Uran-Gehalte > 4 ppm

**Karbon/Devon
Tonschiefer**
Uran-Gehalte < 2 ppm

Strukturraum Nord- und Osthessen



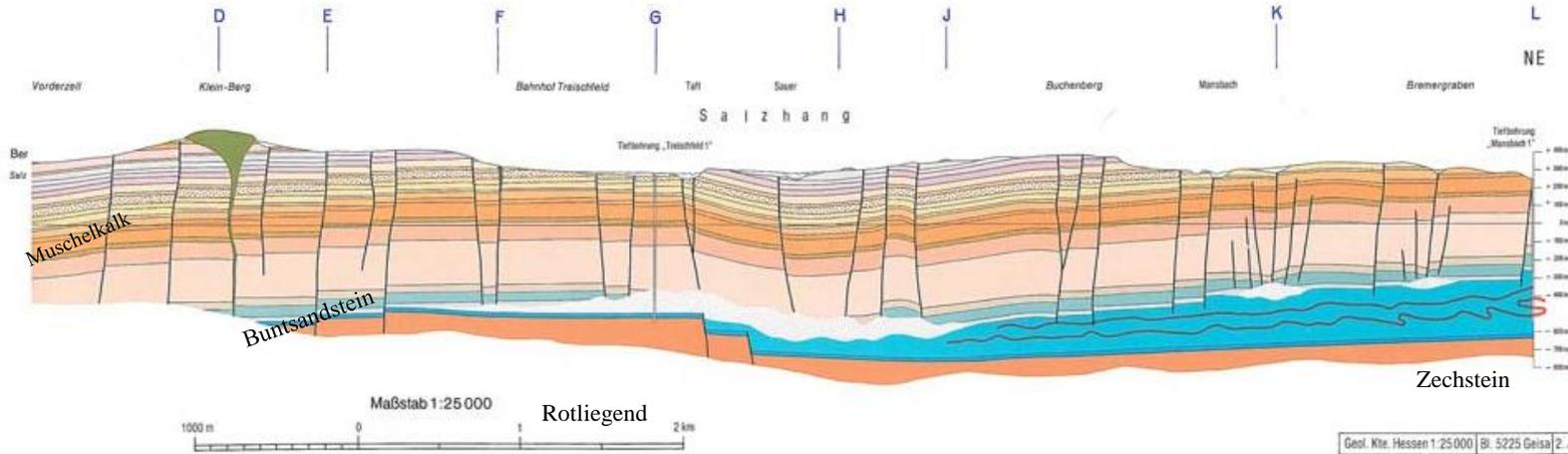
Muschelkalkbruch, Großlüder



Buntsandsteinbruch, Odenwald



Mittlerer Buntsandstein mit Tonlagen, Bohrkern



Geol. Kte. Hessen 1:25 000 | Bl. 5225 Geisa | 2. Aufl. | Wiesbaden 1975



Zusammenfassung

- Gesteine enthalten U und Th und stellen damit natürliche Radonquellen dar.
- Die Bewertung einer „potenziellen Radonverfügbarkeit“ kann aufgrund der Kenntnis der Geologie und der bisherigen, nicht repräsentativen, Messungen der Radonkonzentrationen in der Bodenluft erfolgen.
- U- und Th-Gehalt ist erheblich vom Gesteinstyp abhängig und variiert in den geologischen Großstrukturräumen von Hessen.
- Höchste natürliche U- und Th-Gehalte an magmatisch plutonische Gesteine (Granite) im kristallinen Odenwald gebunden. Geringste Gehalte an die magmatisch vulkanischen Basalte des Vogelsberges, der Rhön und anderen Basaltgebieten gebunden.

Ausblick

Die Datenlage zur Geochemie des geologischen Untergrunds von Hessen muss auf alle Gesteinstypen und die geologischen Einheiten ausgeweitet werden.

- ✓ Gute Datenbasis für magmatische und metamorphe Gesteine
- Keine ausreichende oder fehlende Daten für Sedimentgesteine

Themenkarten wie z. B. eine Urankarte Hessen sind für eine Aussage zur Verbreitung des Mutternuklids Uran wichtig und zumindest für einen Übersichtsmaßstab wünschenswert.

Vielen Dank!

