

# Uran in hessischen Grund- und Rohwässern

F. LUDWIG & G. BERTHOLD

## Sachstand des laufenden Projektes

## Inhalt des Vortrages

1. Veranlassung der Untersuchungen, chemische und physikalische Eigenschaften Uran
2. Betrachtung einzelner Bereiche mit erhöhten Uran-Konzentrationen im Grundwasser unter Berücksichtigung aktueller Untersuchungen:
  - Buntsandstein-Abfolge Nordhessen
  - Rotliegend-Gesteinsabfolge
  - sedimentäre Ablagerungen Oberrheingraben
3. Bewertung der aktuellen Datengrundlage
4. Erläuterung der Uran-Isotopenuntersuchungen im Hessischen Ried
5. Zusammenfassung

# 1. Veranlassung der Untersuchungen, chemische und physikalische Eigenschaften Uran

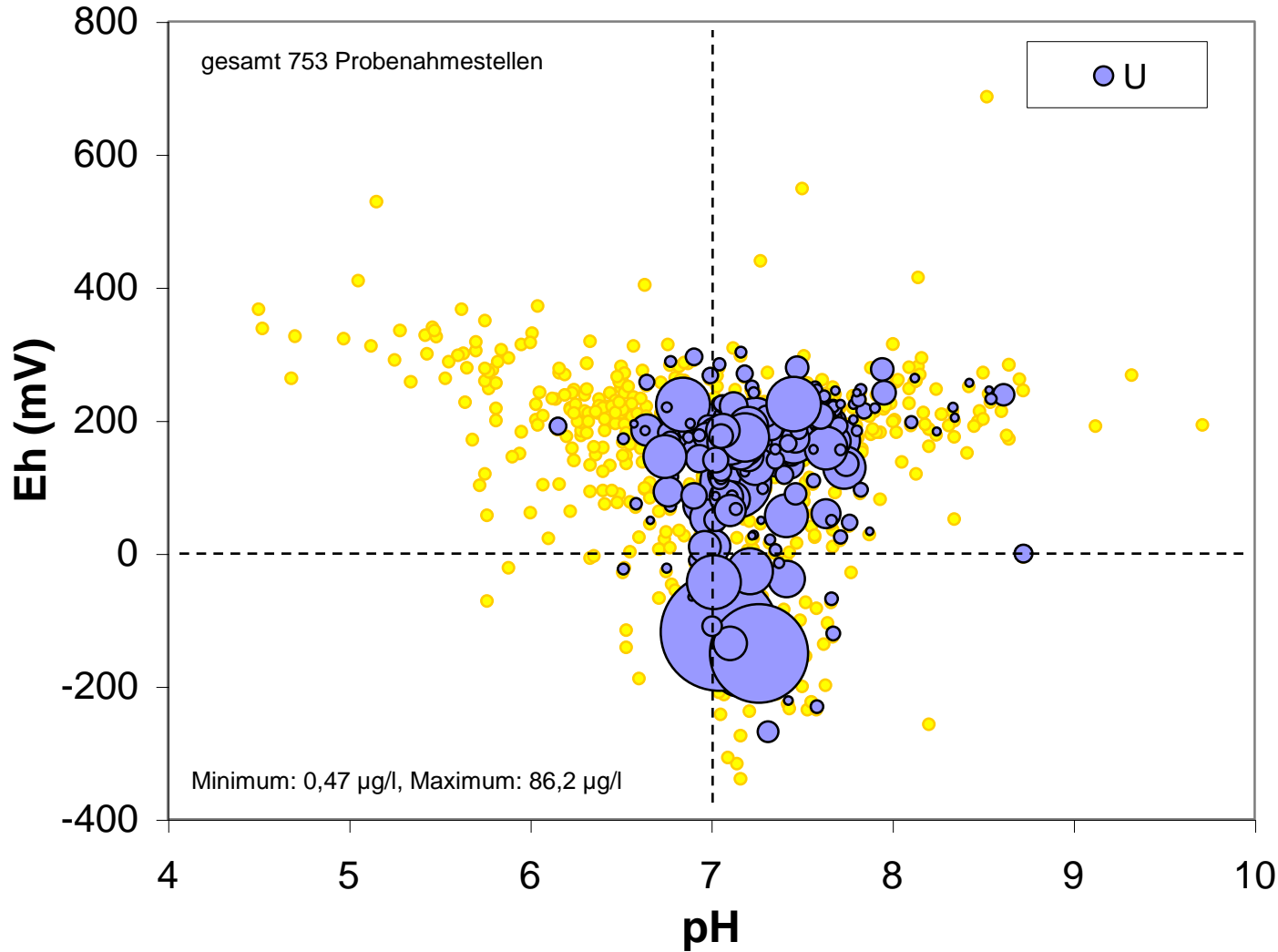
- Uran ist ein für den Menschen nicht essentielles Spurenelement mit chemotoxischem und radiotoxischem Gefährdungspotential
- Vorkommen Uran in der Erdkruste ca. 2 - 3 ppm
- Uran primär geogener Herkunft oder sekundär durch Sorption an organischer Substanz sowie durch Düngemittel-Eintrag, Herkunft aus Nutzung der Kernenergie sehr unwahrscheinlich
- Luft, Trinkwasser und Böden sowie Nahrungsmittel enthalten Spuren von natürlichem Uran

Isotopenverteilung des natürlichen Urans

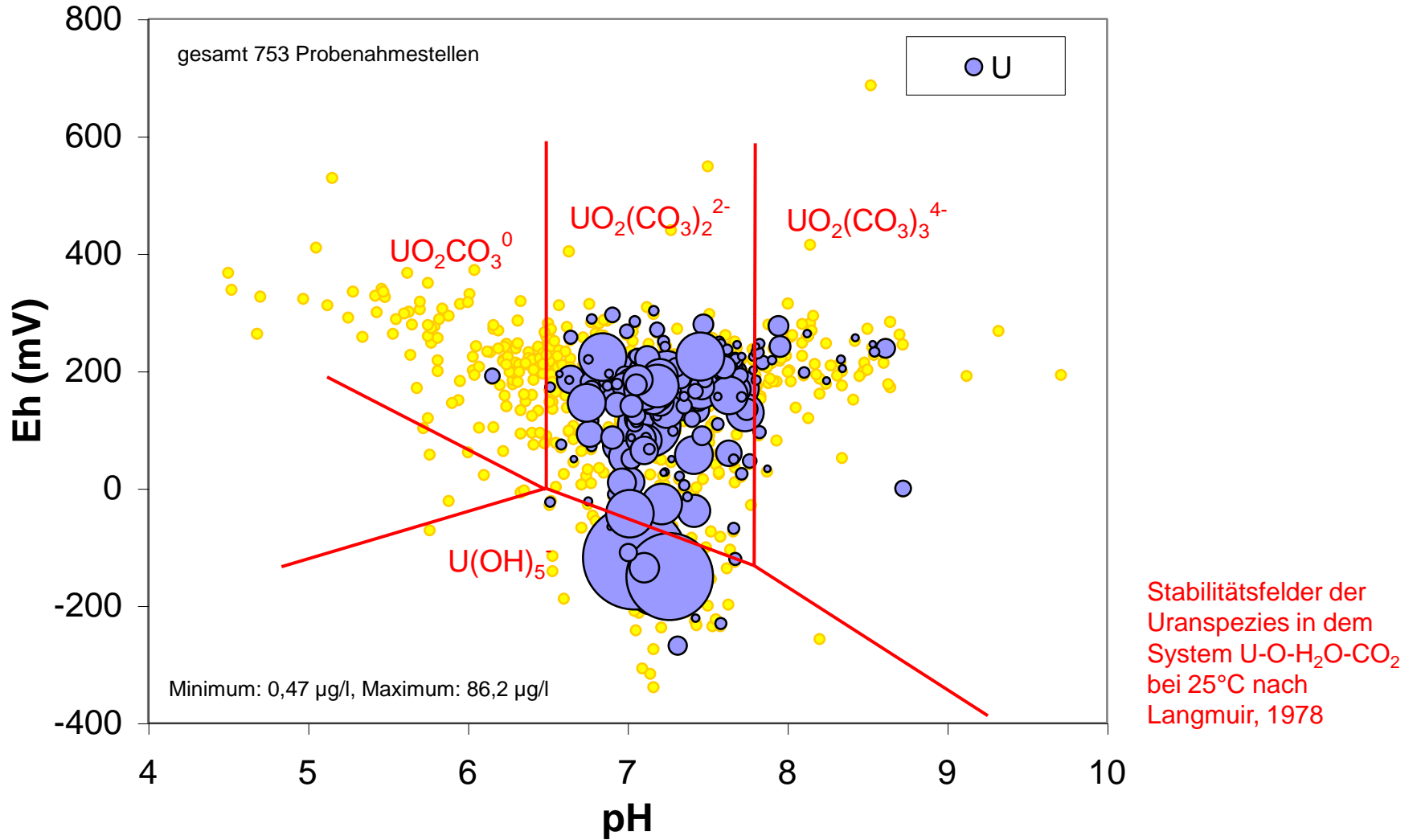
	Anteil (%)	Halbwertszeit (a)	spez. Aktivität (Bq/g)
Uran-238	99,28	4.468.000.000	12.450
Uran-235	0,71	703.800.000	80.040
Uran-234	0,0054	245.000	230.410.000

- Bildung eines sehr stabilen Uranyl-Karbonato-Komplexes (U VI+) im Grundwasser → geringe Adsorption, hohe Mobilität und Verbreitung im Vergleich zu anderen Schwermetallen
- Uranmobilität sensitiv zu pH-Wert und Redoxpotential → unter reduzierenden Bedingungen als U IV+ nur gering mobil

# Verteilung der Uran-Konzentrationen in Abhängigkeit von pH-Wert und Redoxpotential



# Verteilung der unterschiedlichen Uran-Spezies und -Komplexe



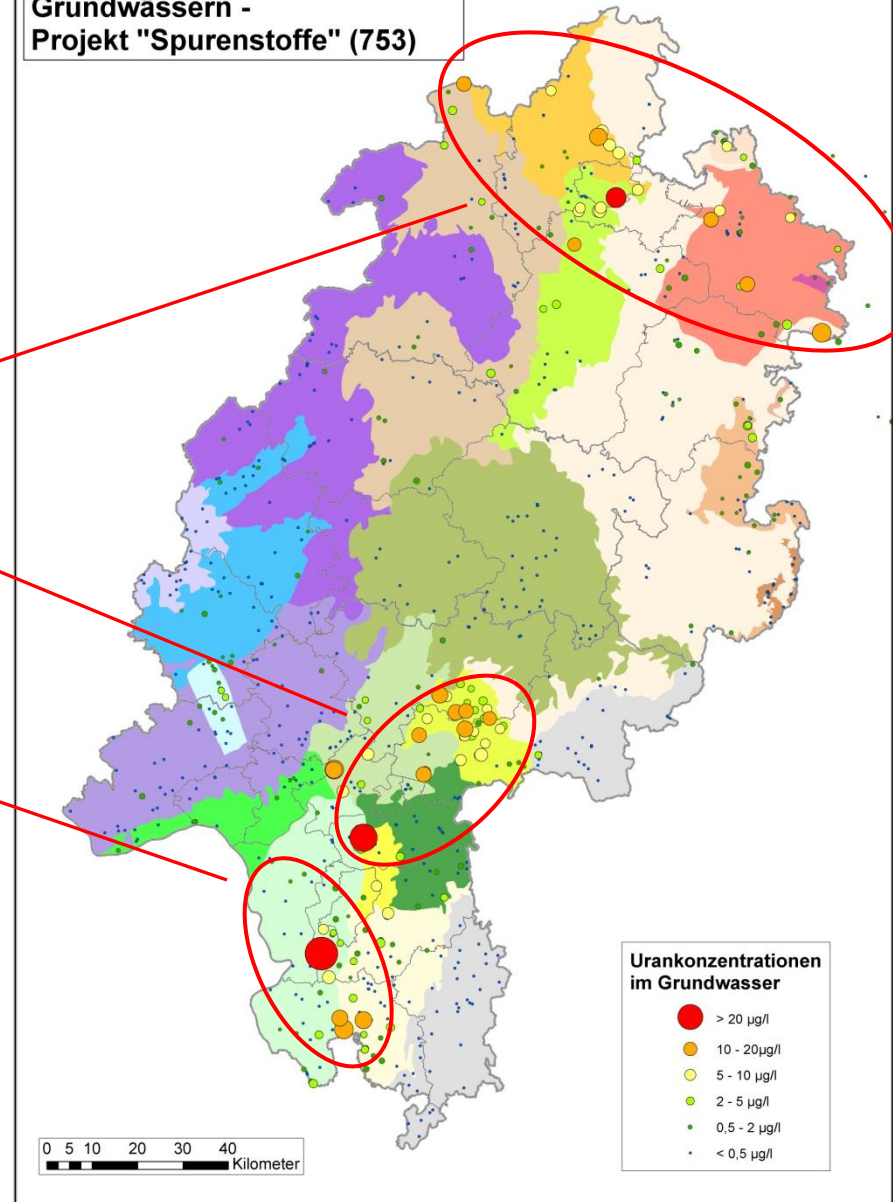
## Kennntnisstand Urankonzentrationen im Grundwasser, August 2008

- Buntsandstein Nordhessen

- Rotliegend zwischen Darmstadt  
und Büdingen

- Lockergesteine des  
Oberrheingrabens

### Spurenelemente in Hessischen Grundwässern - Projekt "Spurenstoffe" (753)



1. Veranlassung der Untersuchungen, chemische und physikalische Eigenschaften Uran
2. Betrachtung einzelner Bereiche mit erhöhten Uran-Konzentrationen im Grundwasser unter Berücksichtigung aktueller Untersuchungen:
  - Buntsandstein-Abfolge Nordhessen
  - Rotliegend-Gesteinsabfolge
  - sedimentäre Ablagerungen Oberrheingraben

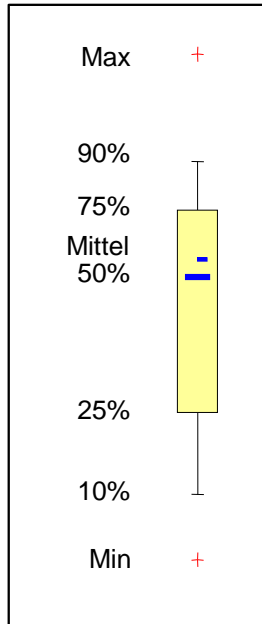


## Teilbereich Buntsandstein Nordhessen nordöstlich der Linie Bad Arolsen - Bad Wildungen - Bad Hersfeld

„[...] Die nordhessischen Uranfunde im Buntsandstein, die geologisch den Lagerstätten des Colorado-Plateaus in den USA entsprechen, bestehen offenbar aus stark verstreuten kleinen Einzelvorkommen, die schwer zu orten sind. Die zukünftige Bedeutung dieses Reviers ist noch nicht abzusehen; vorläufig sind keine wirtschaftlich abbauwürdigen Vorkommen entdeckt worden. [...]“

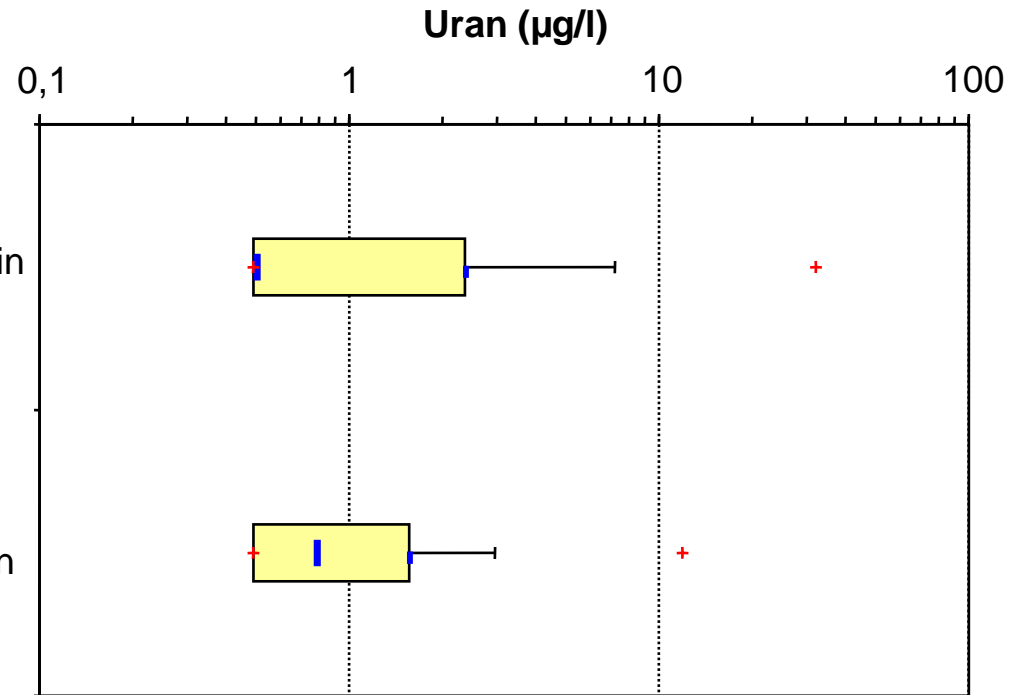
Zitat aus „Die Zeit“, 31.10.1957, S. 14

# Statistische Verteilung der Uran-Konzentrationen

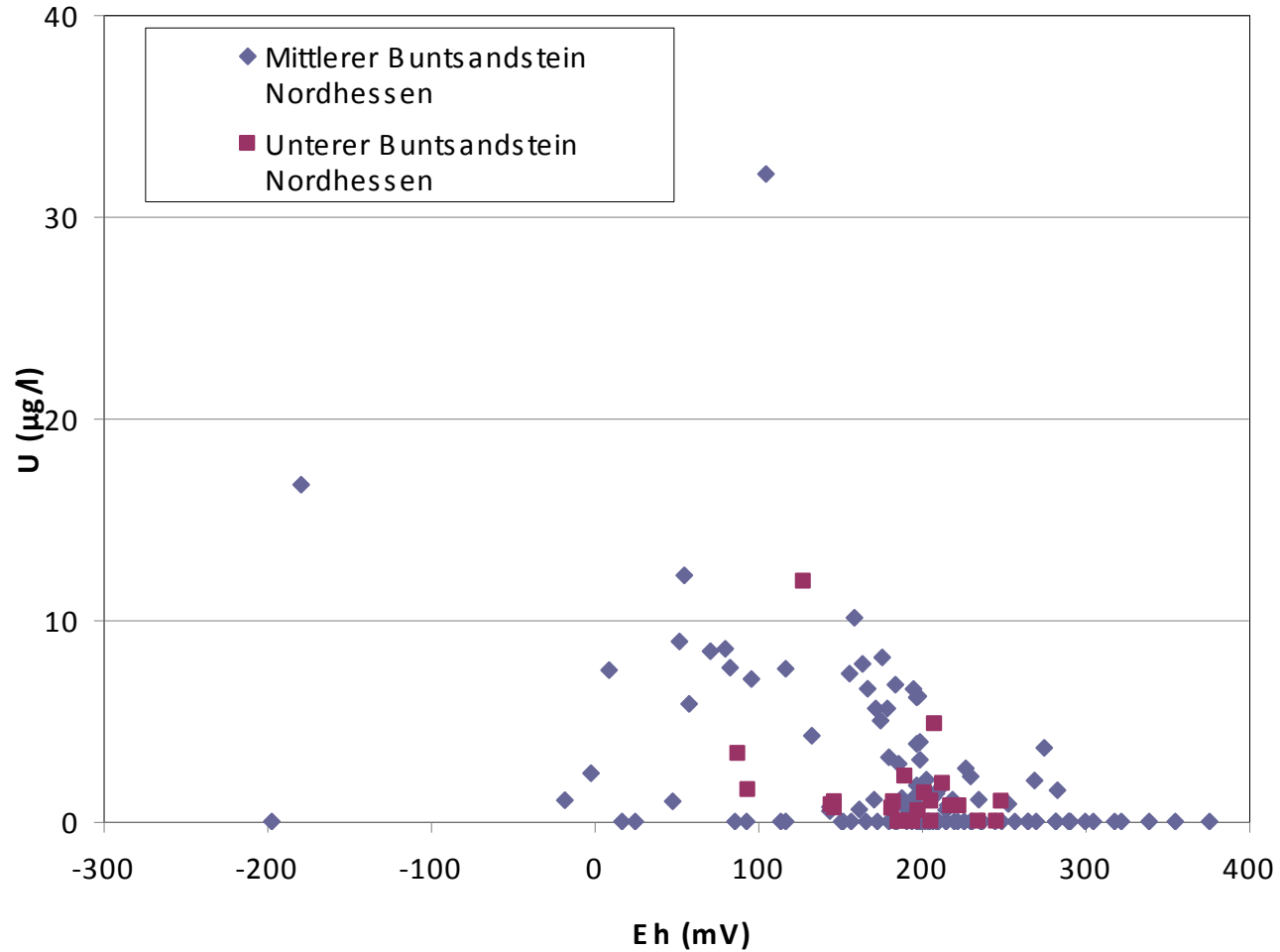


Mittlerer Buntsandstein  
 $\Sigma = 136$

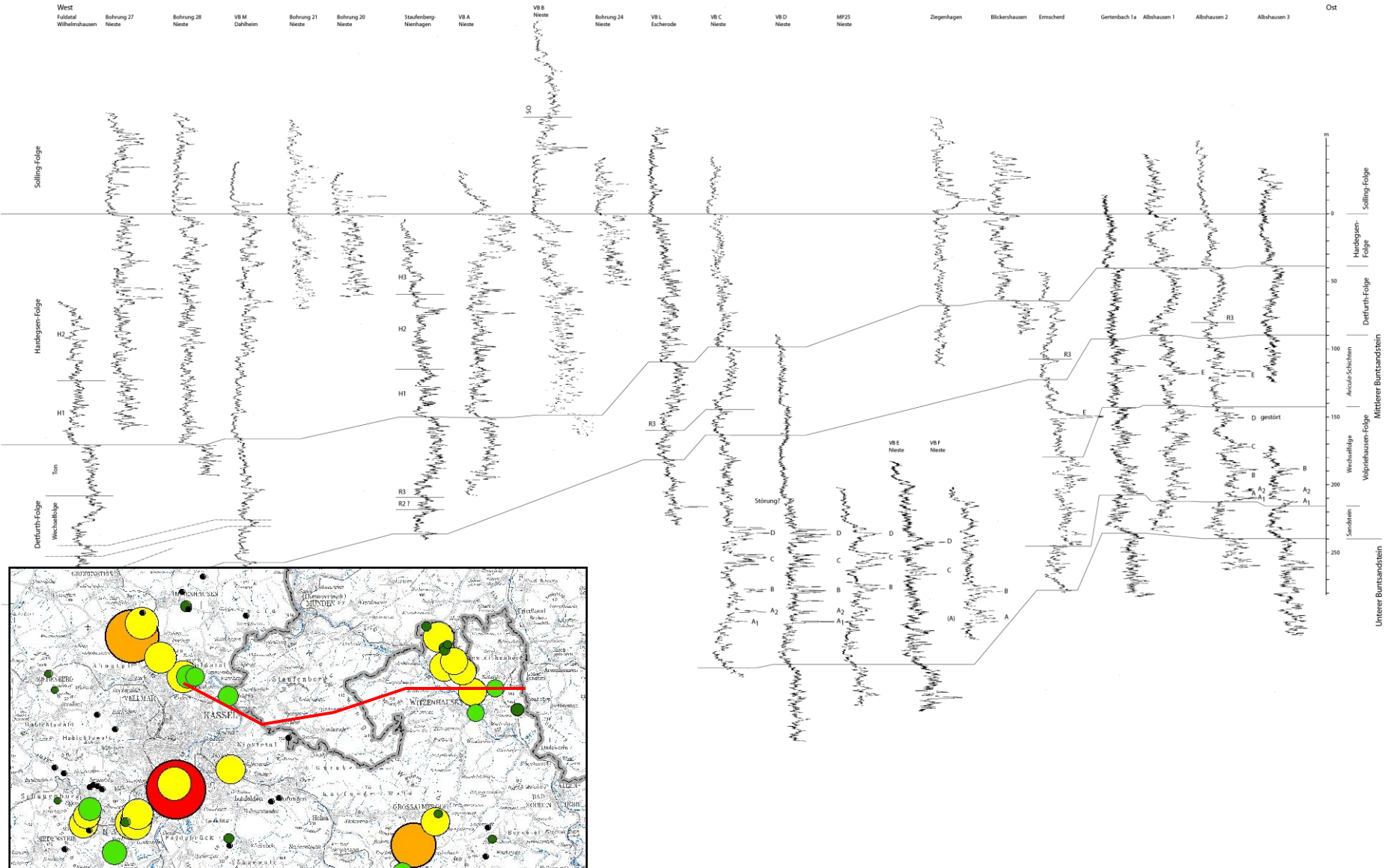
Unterer Buntsandstein  
 $\Sigma = 28$



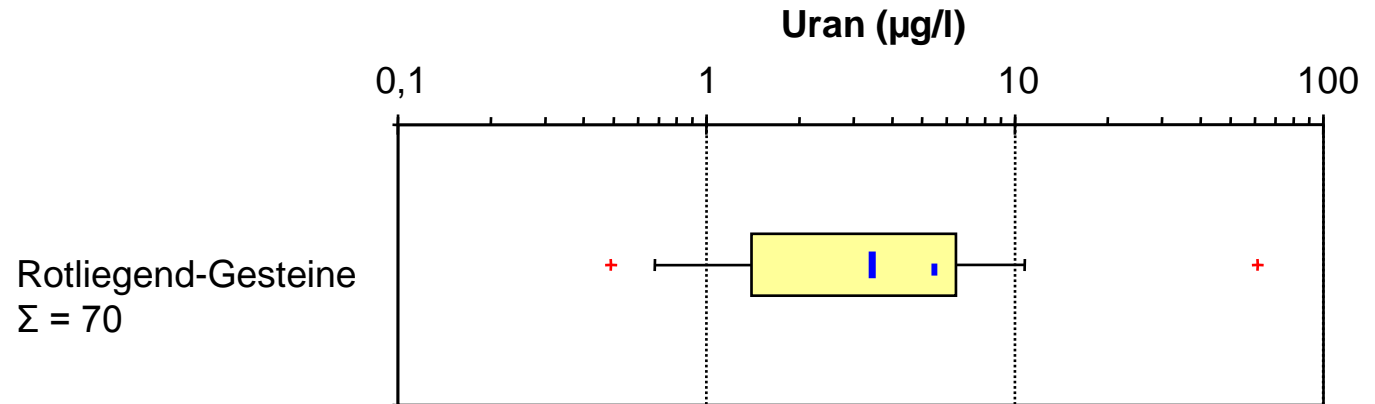
# Buntsandstein Nordhessen: Verteilung der Uran-Konzentrationen im GW in Abhängigkeit vom Redoxpotential



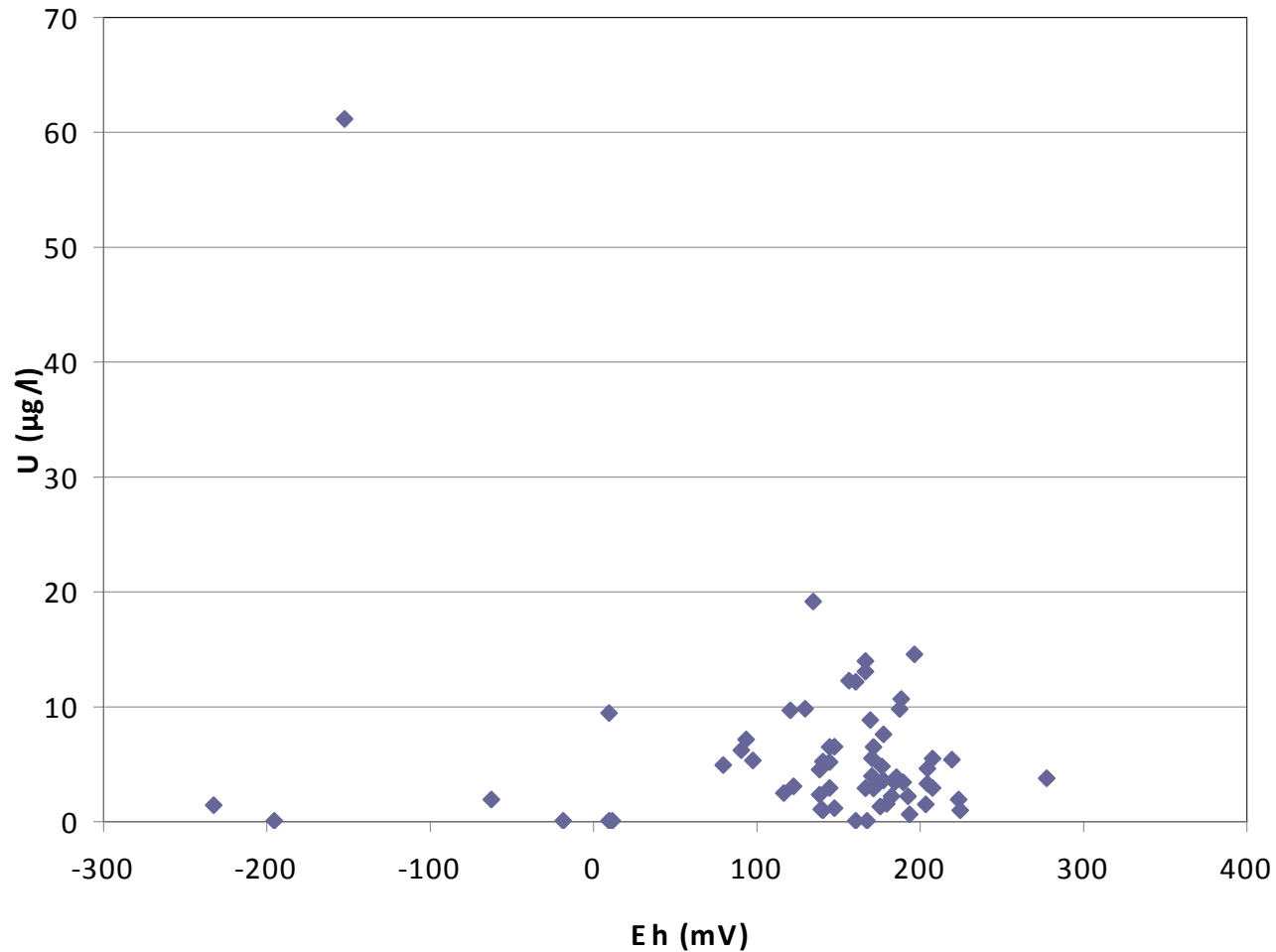
# γ-logs Bohrungen Buntsandstein Nordhessen



## Teilbereich Rotliegend-Gesteine Sprendlinger Horst - östliche Wetterau

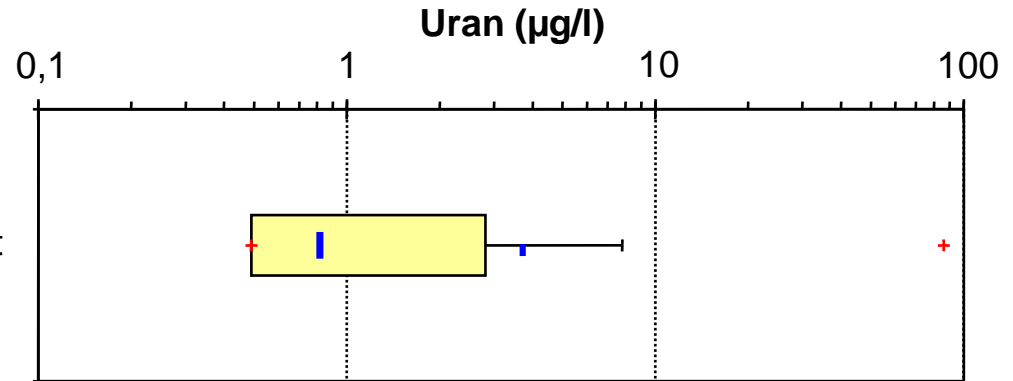


# Rotliegend-Gesteine: Verteilung der Uran-Konzentrationen im GW in Abhängigkeit vom Redoxpotential

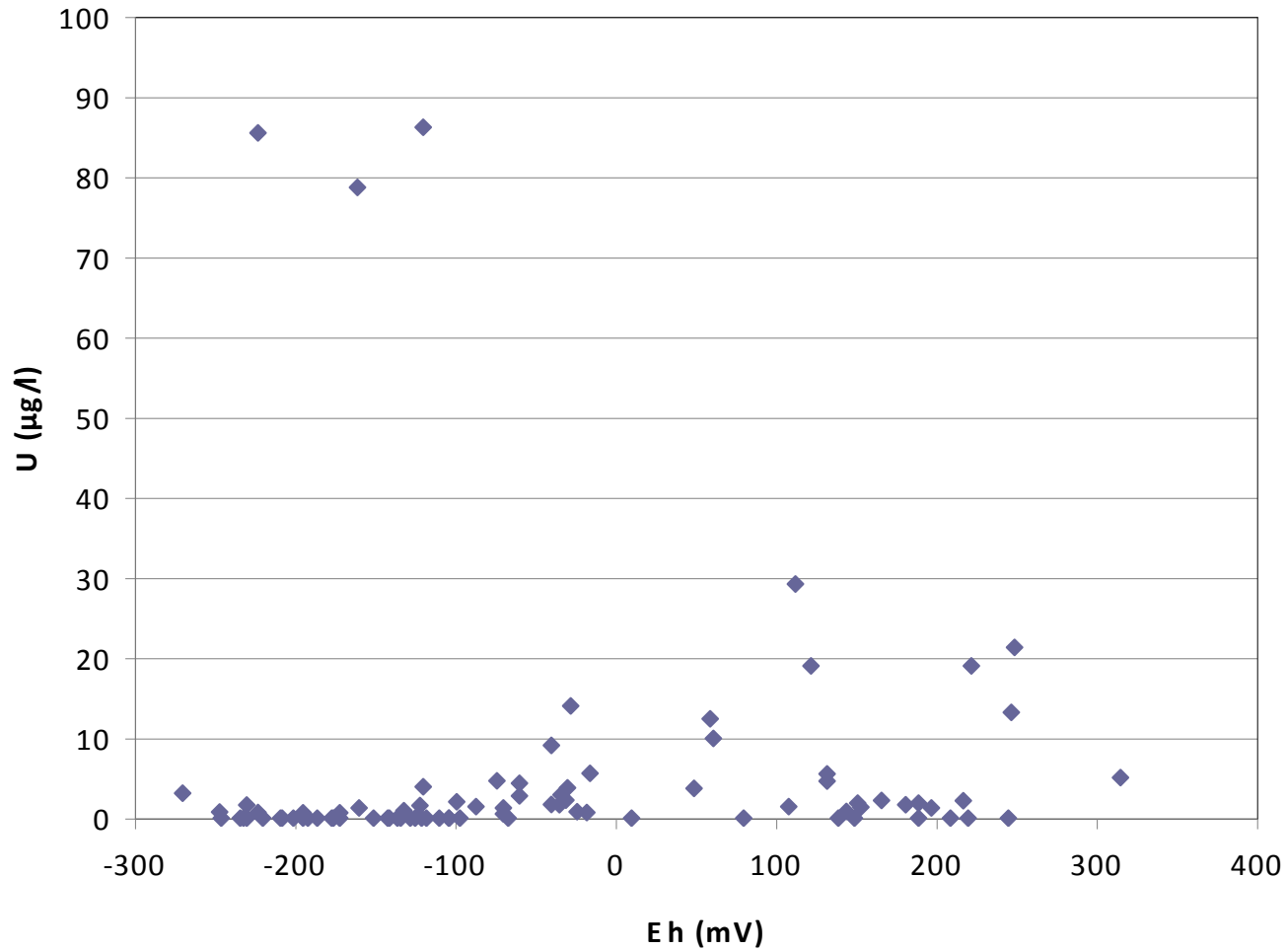


Teilbereich Hessisches Ried mit oberflächennahen Ablagerungen im Bereich von Paläoflussläufen mit hohem Anteil organischer Substanz

Rheingrabenscholle gesamt  
 $\Sigma = 119$

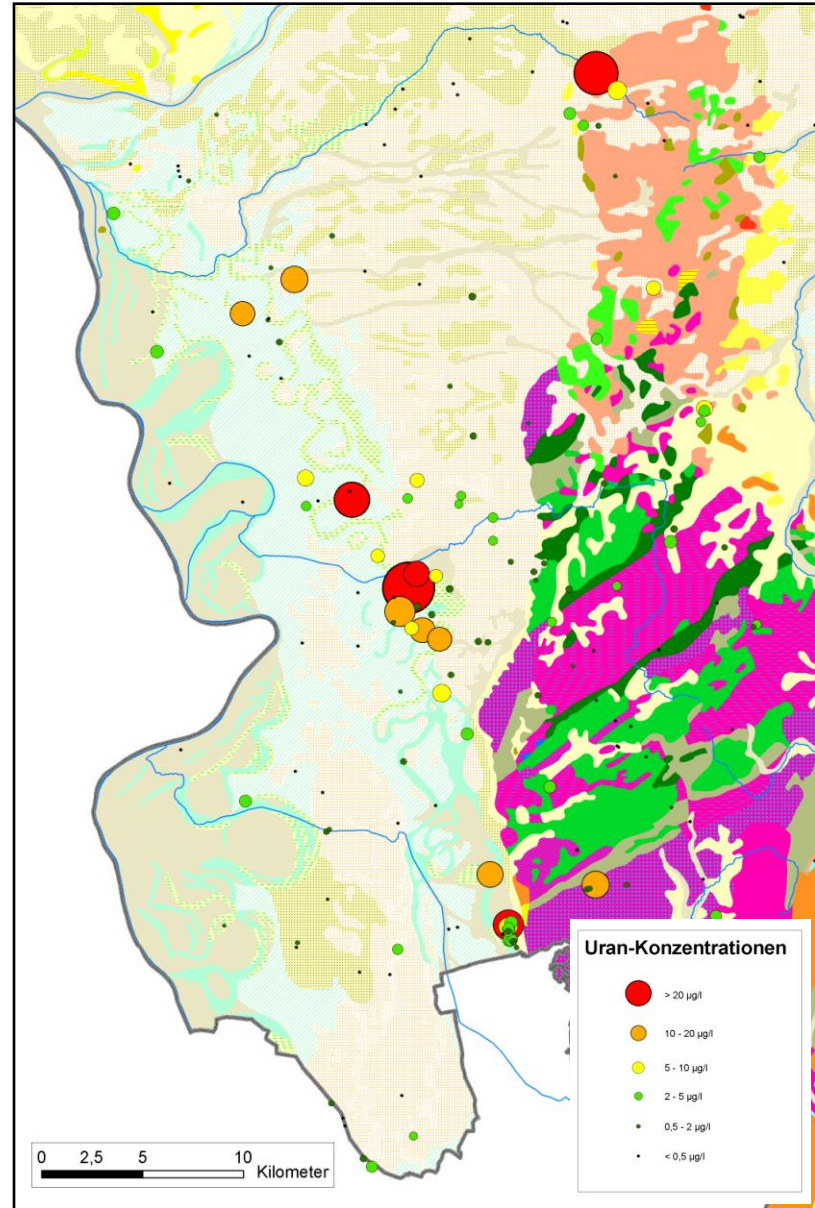
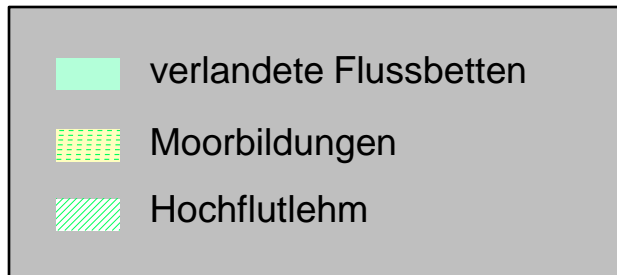


# Oberrheinigraben: Verteilung der Uran-Konzentrationen im GW in Abhängigkeit vom Redoxpotential



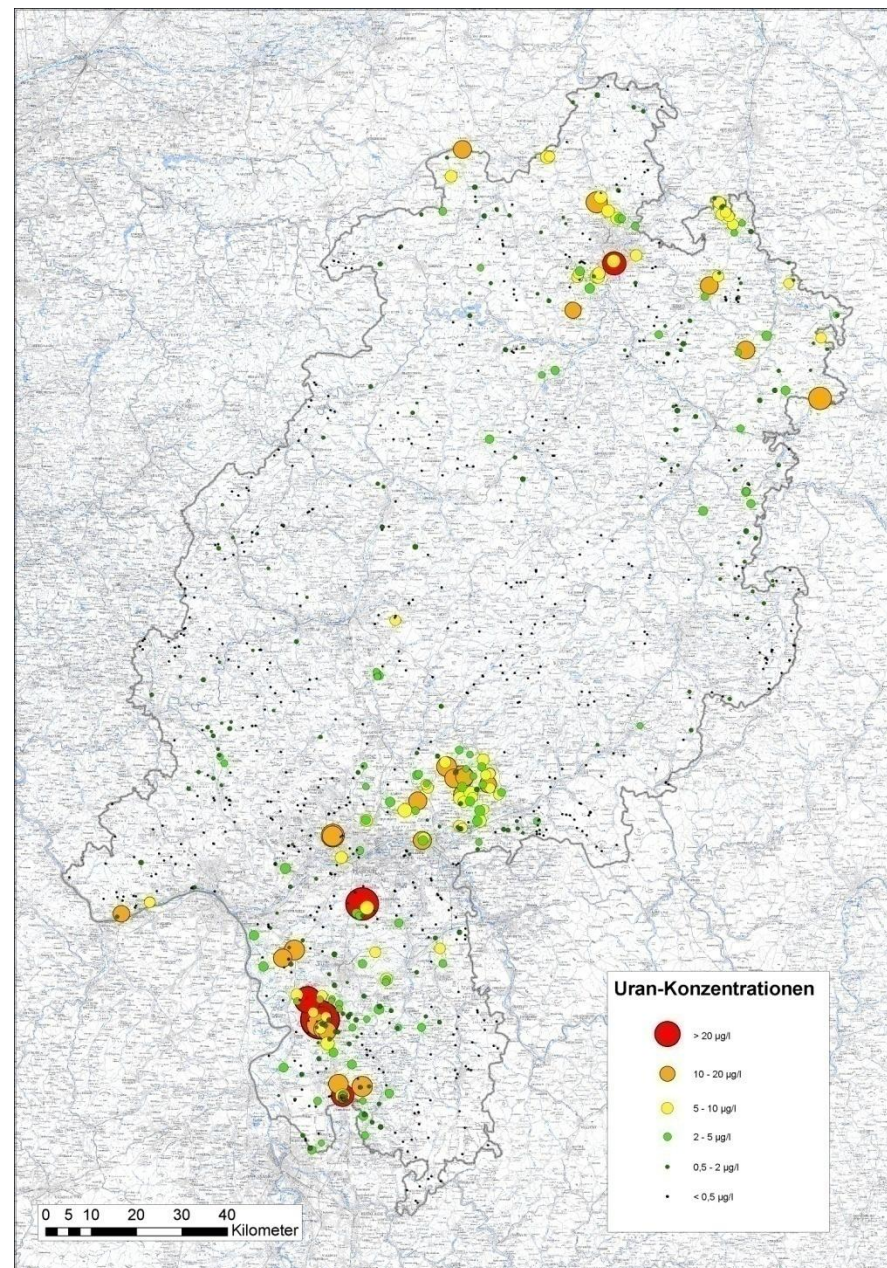


## Oberrheinigraben: Orientierung erhöhter Uran-Konzentrationen entlang von Paläoflussläufen und Moorbildungen



1. Veranlassung der Untersuchungen, chemische und physikalische Eigenschaften Uran
2. Betrachtung einzelner Bereiche mit erhöhten Uran-Konzentrationen im Grundwasser unter Berücksichtigung aktueller Untersuchungen:
  - Buntsandstein-Abfolge Nordhessen
  - Rotliegend-Gesteinsabfolge
  - sedimentäre Ablagerungen Oberrheingraben
3. Bewertung der aktuellen Datengrundlage

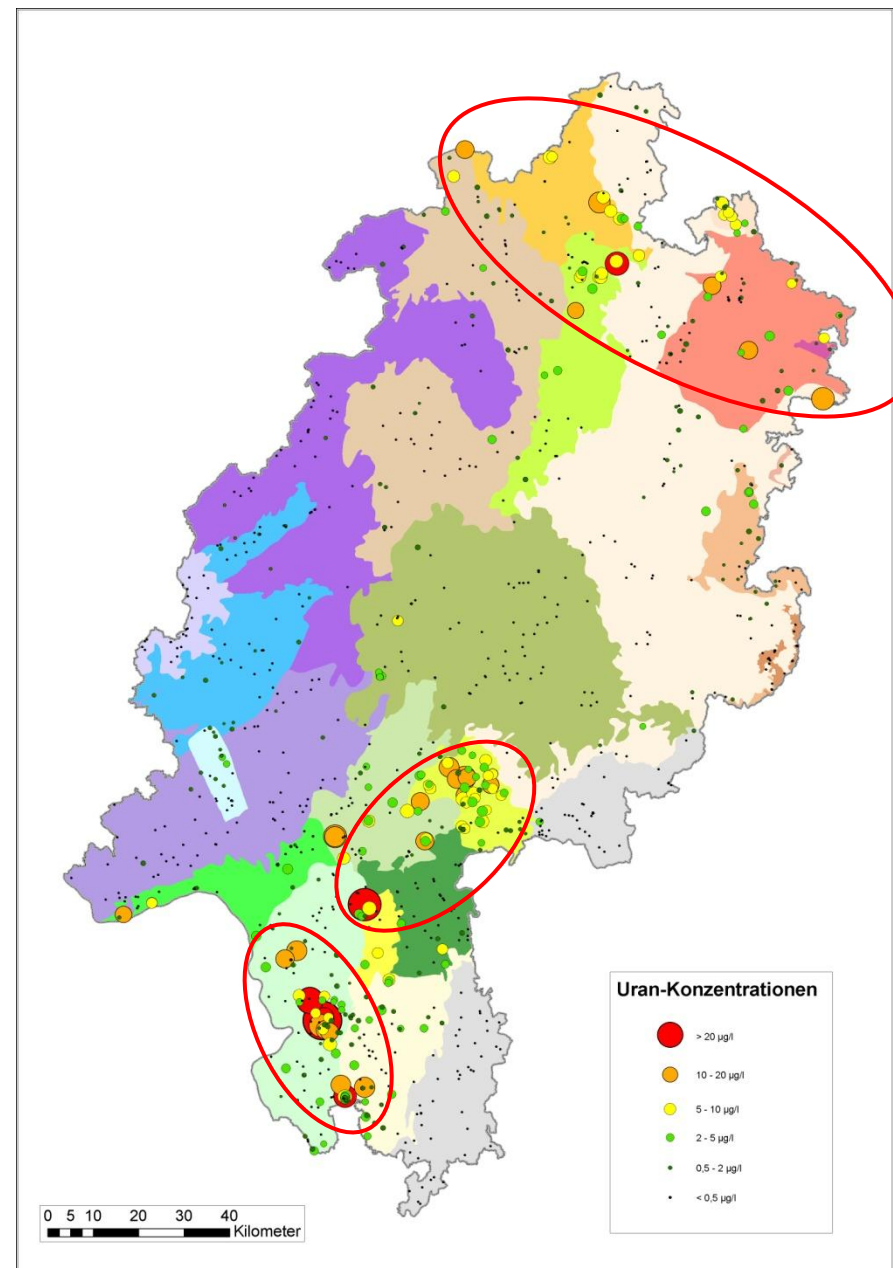
# Karte mit Gesamtübersicht der Urangehalte in hessischen Grundwässern, 1017 Probenahme- stellen, Stand Mai 2008



## Karte der hydrogeologischen Teilräume

→ Die Zusammenhänge zwischen erhöhten Uran-Konzentrationen und Speichergesteinen werden durch die zusätzlichen Untersuchungen weiter verdeutlicht

→ Im Oberrheingraben erlaubt das Verteilungsmuster eine räumliche Zuordnung erhöhter Uran-Konzentrationen im Grundwasser zu verlandeten Flussläufen und Moor-bildungen



1. Veranlassung der Untersuchungen, chemische und physikalische Eigenschaften Uran
2. Betrachtung einzelner Bereiche mit erhöhten Uran-Konzentrationen im Grundwasser unter Berücksichtigung aktueller Untersuchungen:
  - Buntsandstein-Abfolge Nordhessen
  - Rotliegend-Gesteinsabfolge
  - sedimentäre Ablagerungen Oberrheingraben
3. Bewertung der aktuellen Datengrundlage
4. Erläuterung der Uran-Isotopenuntersuchungen im Hessischen Ried

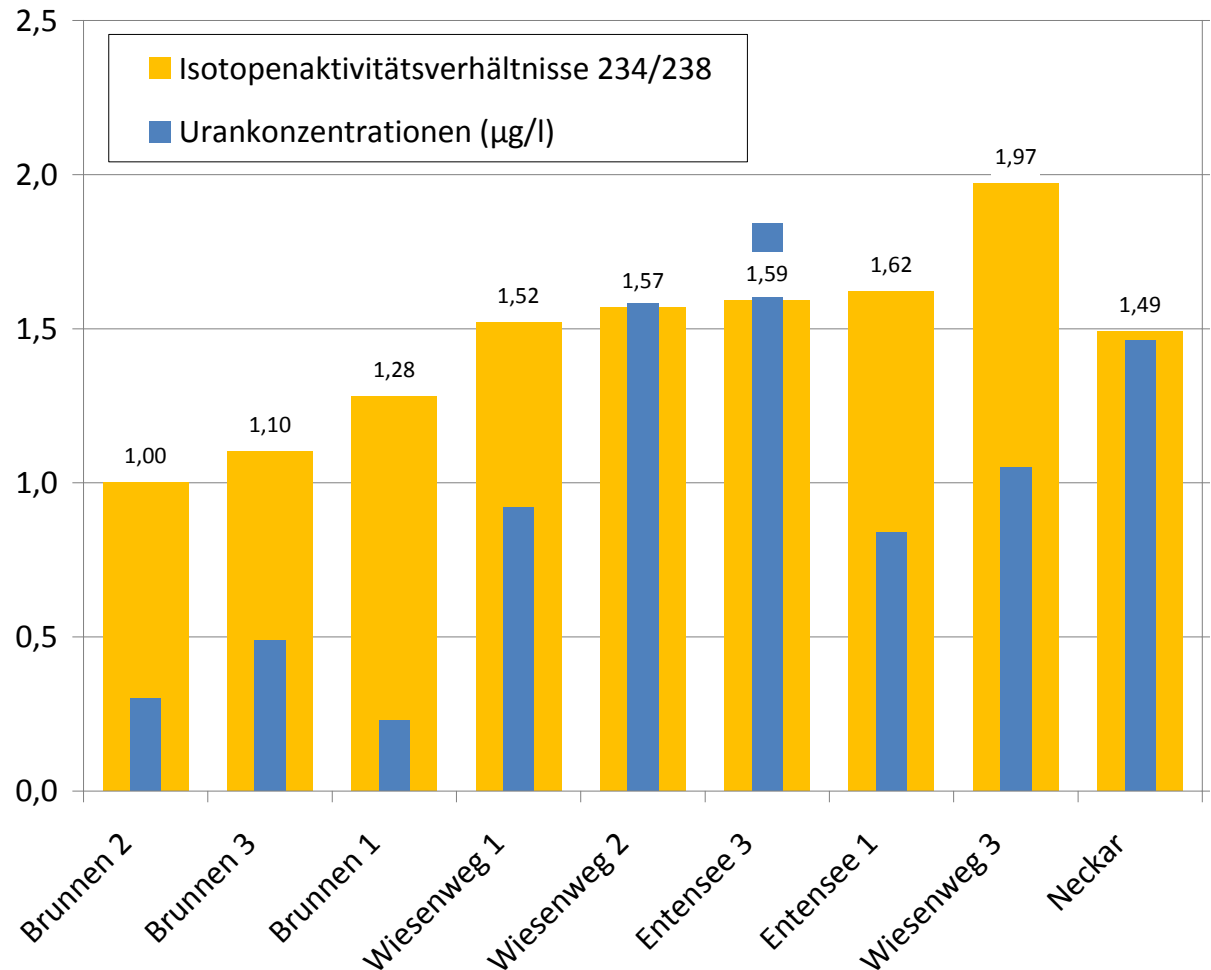
## Uranisotopen-Aktivitätsverhältnisse als Indikator für eine mögliche anthropogene Beeinflussung der natürlichen Uran-Konzentrationen durch uranhaltige Düngemittel (P-Dünger)

- Phosphat-Düngemittel weisen produktionsbedingt vergleichsweise hohe Urangelhalte auf. Die Urankonzentrationen liegen dabei zwischen 20 und 300 ppm bzw. mg/kg. (Mangini et al. 1979, Zielinski et al. 2000)
- Das Isotopenaktivitätsverhältnis  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  des im P-Düngemittel enthaltenen Urans liegt bei 1,00 (+/- 0,05). Das Isotopenaktivitätsverhältnis natürlicher Wässer liegt dagegen bei Werten  $> 1,00$ . (Zielinski et al. 2000)
- Untersuchungen im Bereich des landwirtschaftlich intensiv genutzten „Handschuhsheimer Feldes“ bei Heidelberg haben gezeigt, dass das durch P-Düngemittel eingebrachte Uran zum größten Teil in der obersten Bodenzone gebunden wird. Nur ein sehr geringer Anteil (ca. 0,01%) gelangt bis in das Grundwasser. (Mangini et al. 1979)
- Lediglich bei sehr geringen natürlichen Hintergrundkonzentrationen (0,1 - 0,2 µg/l) kann ein möglicher Uraneintrag durch die Verwendung von P-Düngemitteln identifiziert werden. (Zielinski et al. 2000)

# Fallbeispiel Handschuhsheimer Feld, Heidelberg: Isotopenaktivitätsverhältnisse und Gesamturan- Konzentrationen der Grundwässer (Mangini 1979)

Isotopenaktivitätsverhältnis  
P-Dünger: 1,00 +/- 0,05

Isotopenaktivitätsverhältnis  
natürlicher Grund- und  
Oberflächenwässer: > 1,00;  
überwiegend in einem Bereich  
zwischen 1 und 3  
(Zielinski et al. 2000)

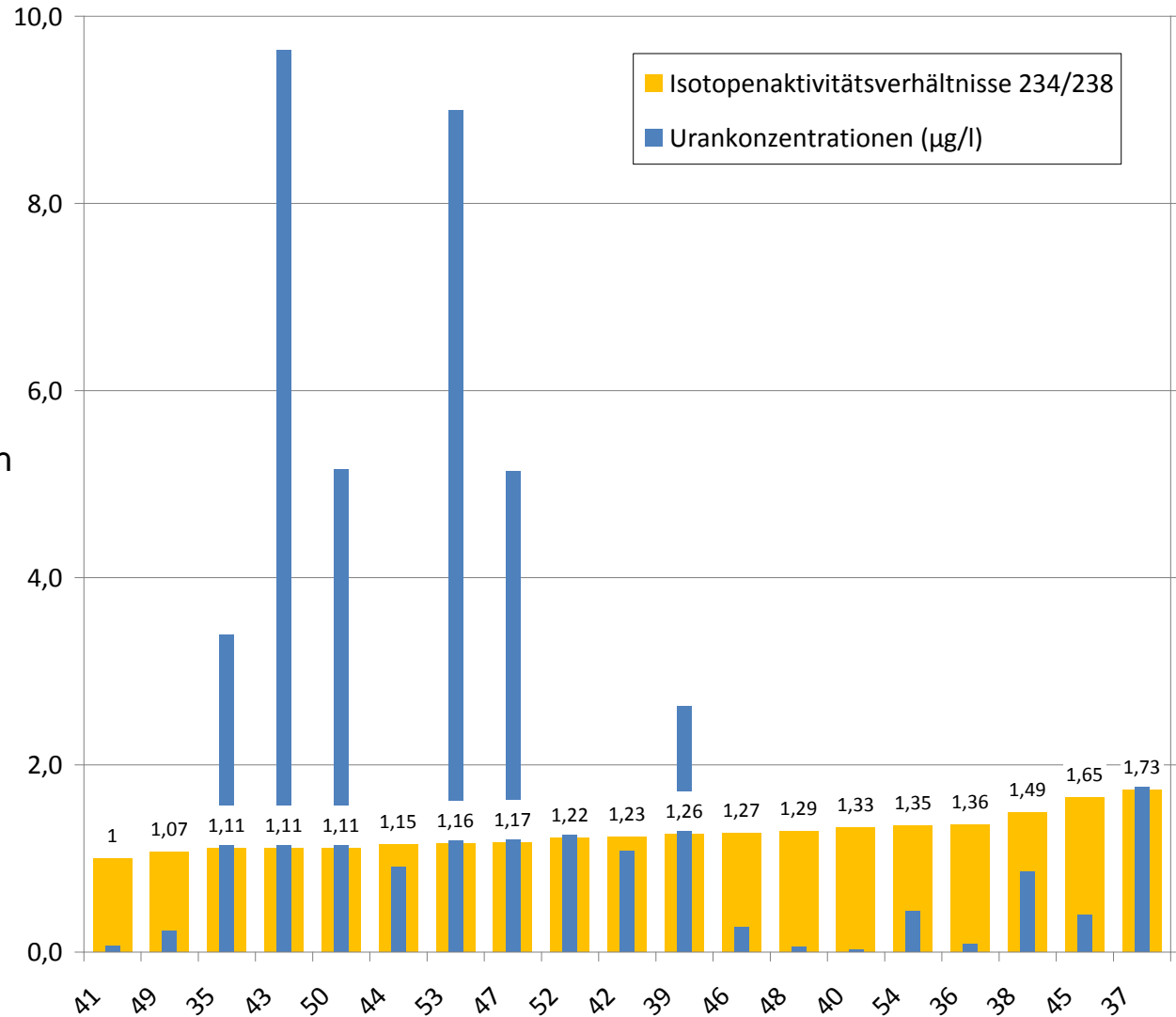




# Untersuchungen Grundwassermessstellen Hessisches Ried, Mai 2009: Isotopenaktivitätsverhältnisse und Gesamturan-Konzentrationen der Grundwässer

Isotopenaktivitätsverhältnis P-Dünger: 1,00 +/- 0,05

Isotopenaktivitätsverhältnis natürlicher Grund- und Oberflächenwässer: > 1,00; überwiegend in einem Bereich zwischen 1 und 3 (Zielinski et al. 2000)



1. Veranlassung der Untersuchungen, chemische und physikalische Eigenschaften Uran
2. Betrachtung einzelner Bereiche mit erhöhten Uran-Konzentrationen im Grundwasser unter Berücksichtigung aktueller Untersuchungen:
  - Buntsandstein-Abfolge Nordhessen
  - Rotliegend-Gesteinsabfolge
  - sedimentäre Ablagerungen Oberrheingraben
3. Bewertung der aktuellen Datengrundlage
4. Erläuterung der Uran-Isotopenuntersuchungen im Hessischen Ried
5. Zusammenfassung

## Zusammenfassung

- Uran tritt hessenweit in zahlreichen untersuchten Grundwässern aus unterschiedlichen Speichergesteinen in Spuren auf

Uran (µg/l)	Anzahl d. Messstellen	Gesamtanteil (%)	% kummulativ	% invers kummulativ
< 0,5	631	62,0	62,0	100,0
0,5 - 2	205	20,2	82,2	38,0
2 - 5	94	9,2	91,4	17,8
5 - 10	57	5,6	97,0	8,6
10 - 20	24	2,4	99,4	3,0
> 20	6	0,6	100,0	0,6
	<b>1017</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>

- In den Grundwässern im Nordhessischen Buntsandstein, insbesondere im Mittleren Buntsandstein, in der Rotliegend-Abfolge im Bereich zwischen Darmstadt und Büdingen sowie im Bereich verlandeter Flussmäander im Oberrheingraben treten geogen bedingt erhöhte Uran-Konzentrationen auf.
- Die Urankonzentrationen im Grundwasser werden im wesentlichen durch die Verfügbarkeit im Speichergestein und von den vorherrschenden Redox-Bedingungen mitbestimmt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!