

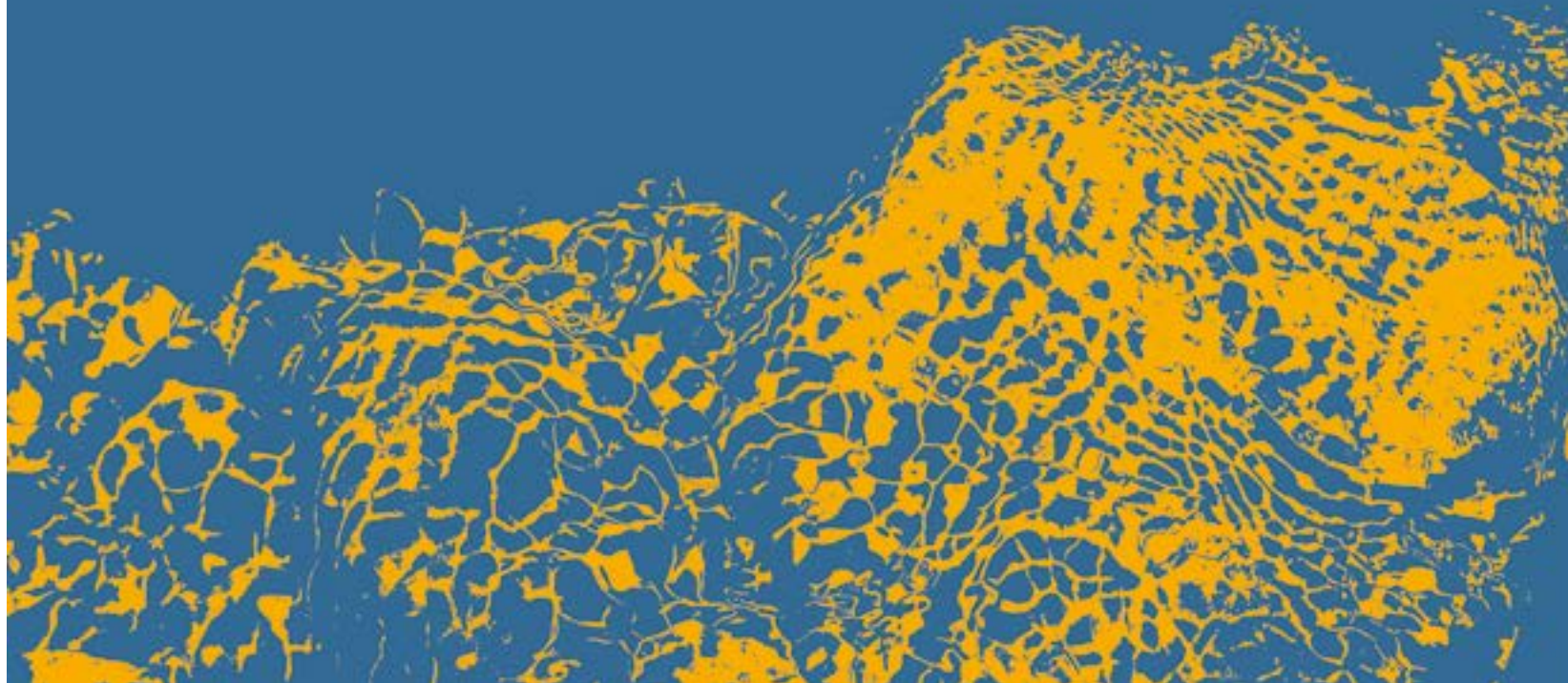
Saarland

Landesamt für Umwelt-  
und Arbeitsschutz

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt

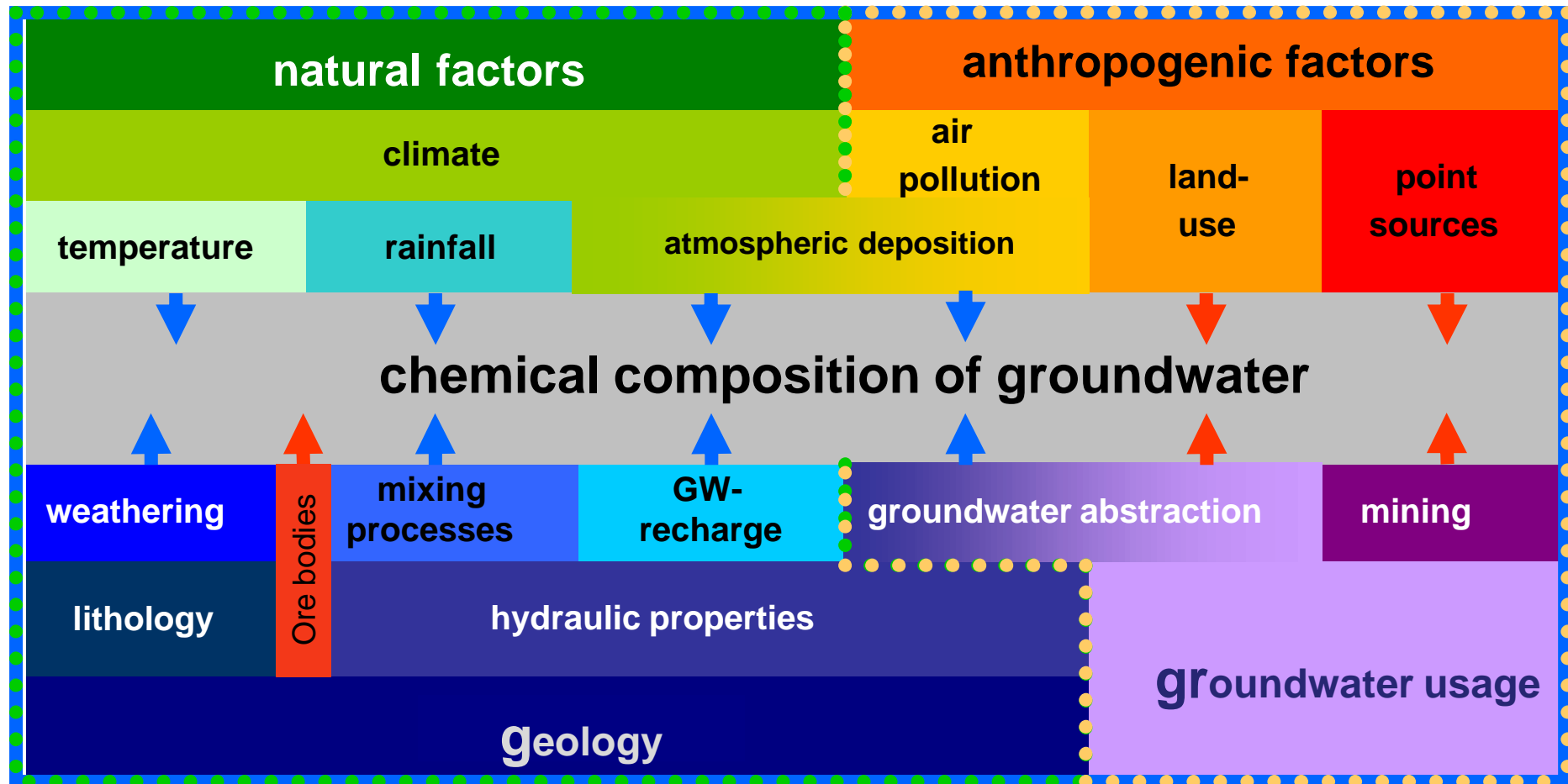
# WEB MAP SERVICE FOR INORGANIC BACKGROUND VALUES OF GROUNDWATER IN GERMANY

B. Wagner, T. Walter



## Groundwater chemistry as a result of interacting factors:

### influences from the surface



### underground processes



## Conceptual model of parameter distribution

factors influencing groundwater chemistry have different ranges and intensities in time and space:

widespread, natural longterm factors will produce a stable equilibrium with definite statistical parameters

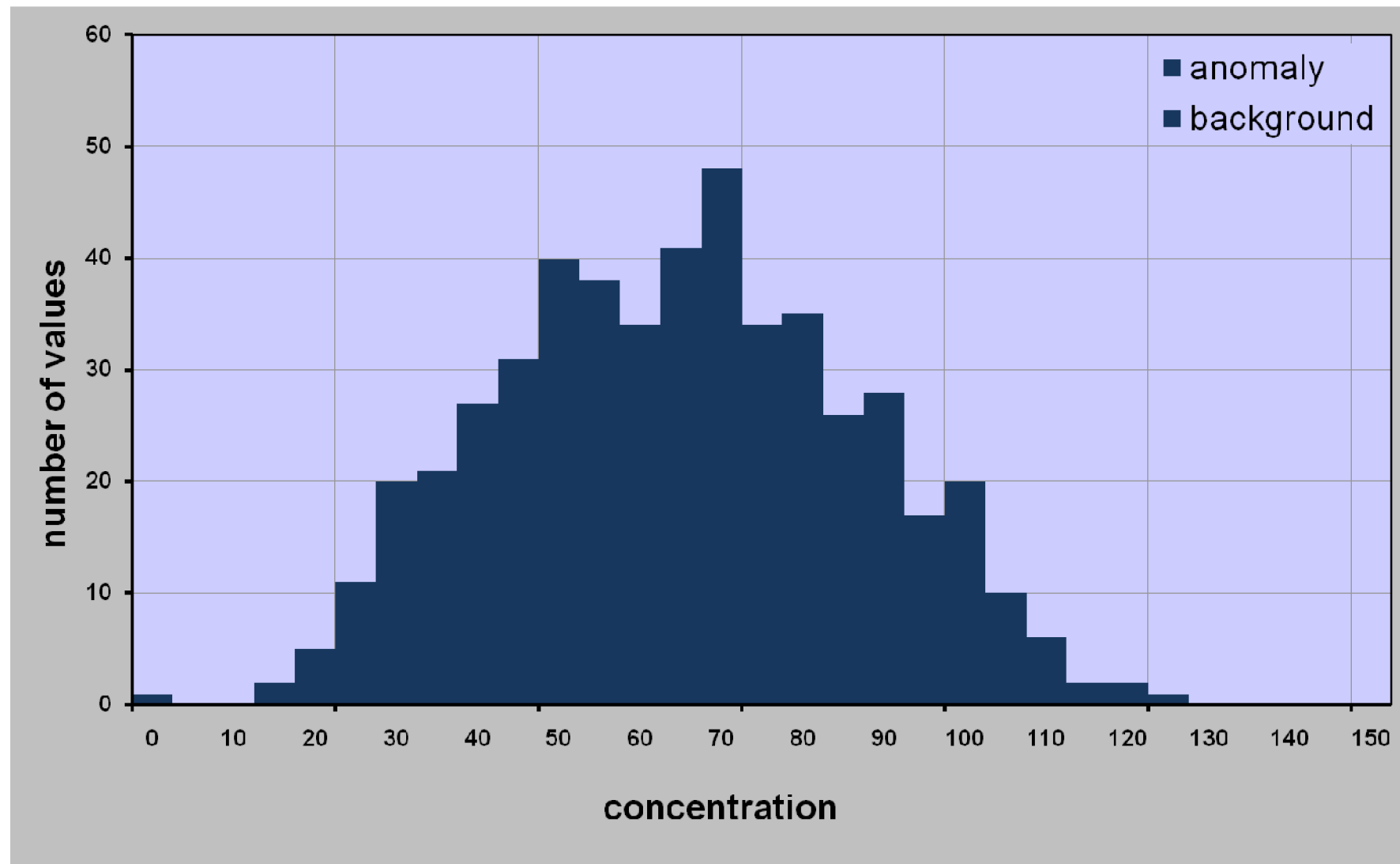
 **BACKGROUND**

Short term anthropogenic influences will act on a more local scale and at a different range of values, natural mineralisations are also limited in space

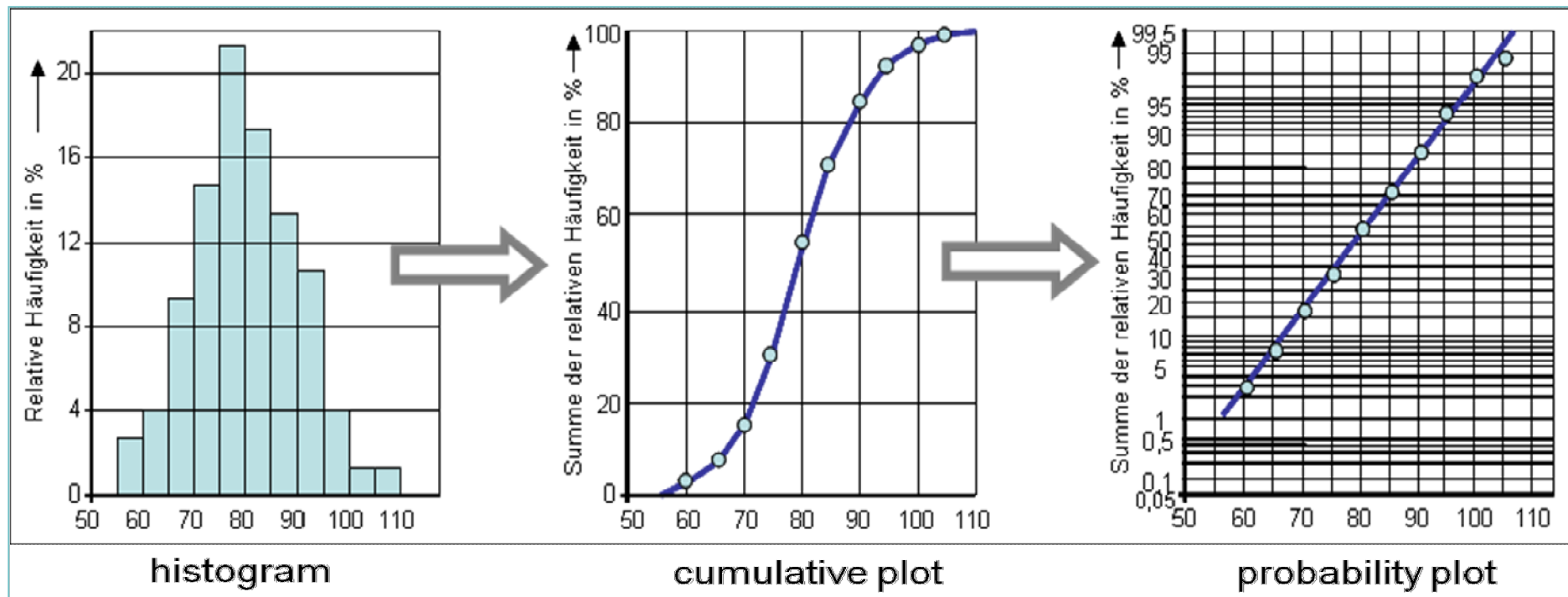
 **ANOMALY**



### Overlapping of a normal and an anomalous distribution



## histogram and probability plot:





# Background Values of Groundwater in Germany

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Saarland

Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz

Chart 1

file:	Probenahme Sommer 2008.xls				
dataset:	Quellen				
parameter:	Sulfat [mg/l]				
tails:	2 -tailed	distribution:	lognormal		
number of data below detection limit: 0					
alpha:	8,64%	entire data set		normal population	
		normal	lognormal	normal	lognormal
number of data		81		74	74
maximum		560,00		47,00	54,00
median		24,00		22,50	24,00
minimum		2,9		2,9	8,0
mean	-standard deviation	-30,43	11,17	11,85	13,06
	+standard deviation	34,60	23,32	25,19	22,82
		99,64	48,66	38,54	39,88
d'Agostino-Pearson-K2-Test	K <sup>2</sup> =	152,44	25,03	140,38	1,36
	p =	0,0000	0,0000	0,0000	0,5069
lognormal distribution can		not be assumed!	not be assumed!	not be assumed!	be assumed!
goodness of fit	r =	0,5230	0,9472	0,9729	0,9953
quantiles	5,0%	-72,4	7,0	3,2	8,3
	10,0%	-48,7	9,1	8,1	10,3
	25,0%	-9,3	14,2	16,2	15,0
	50,0%	34,6	23,3	25,2	22,8
	75,0%	78,5	38,3	34,2	34,6
	90,0%	117,9	59,9	42,3	50,4
95,0%	141,6	78,2	47,1	63,0	
excluded values	high	2	2	7	4
	low		3		3
excluded (%)				8,64%	8,64%

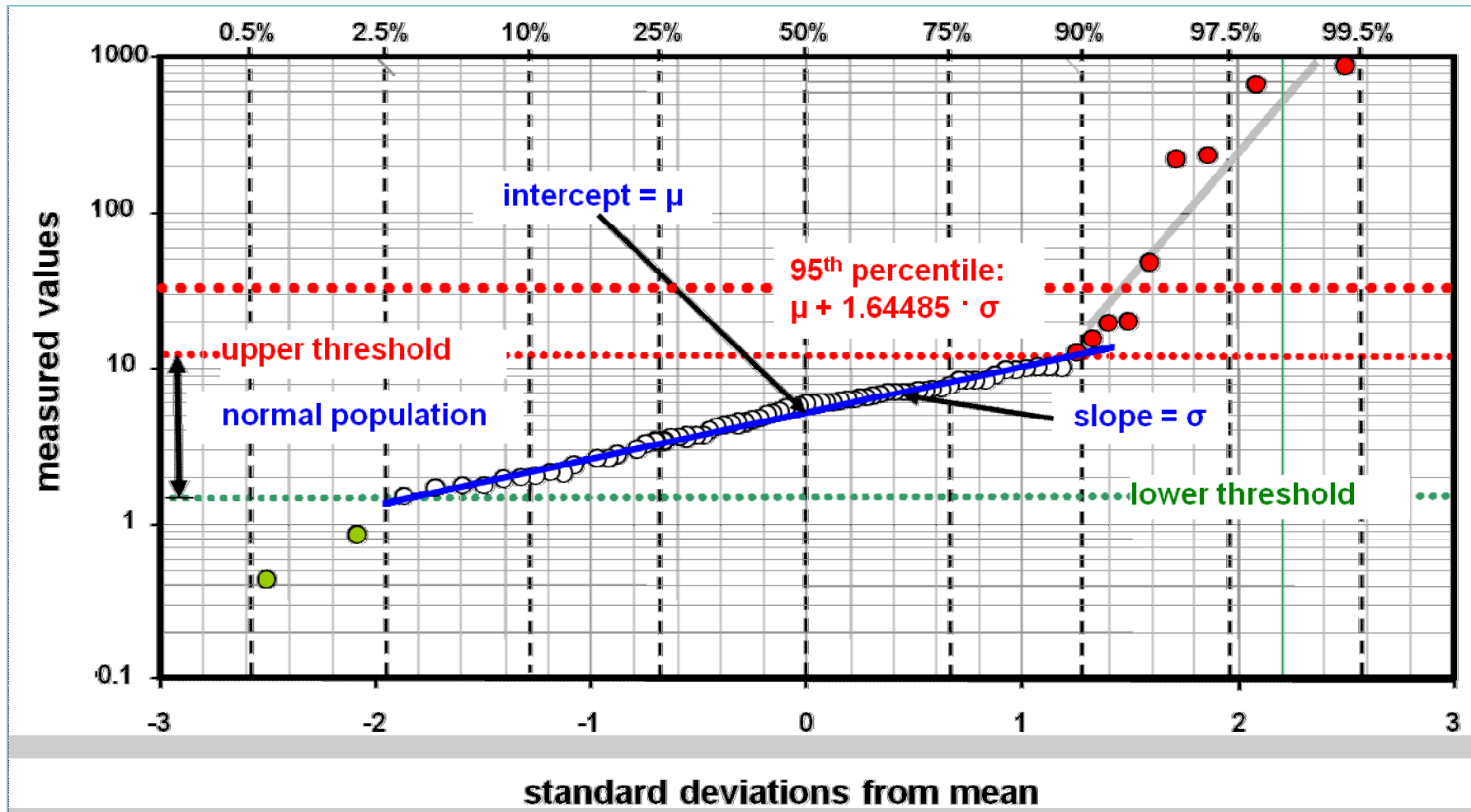
read data	sort data	prepare data export
rebuild graphic	delete graphic	print page
fit line to background population	fit line changing alpha-value	
deutsch	delete data at extremes	
english		

excluded in last step  
 high 4  
 low 3  
 total 7

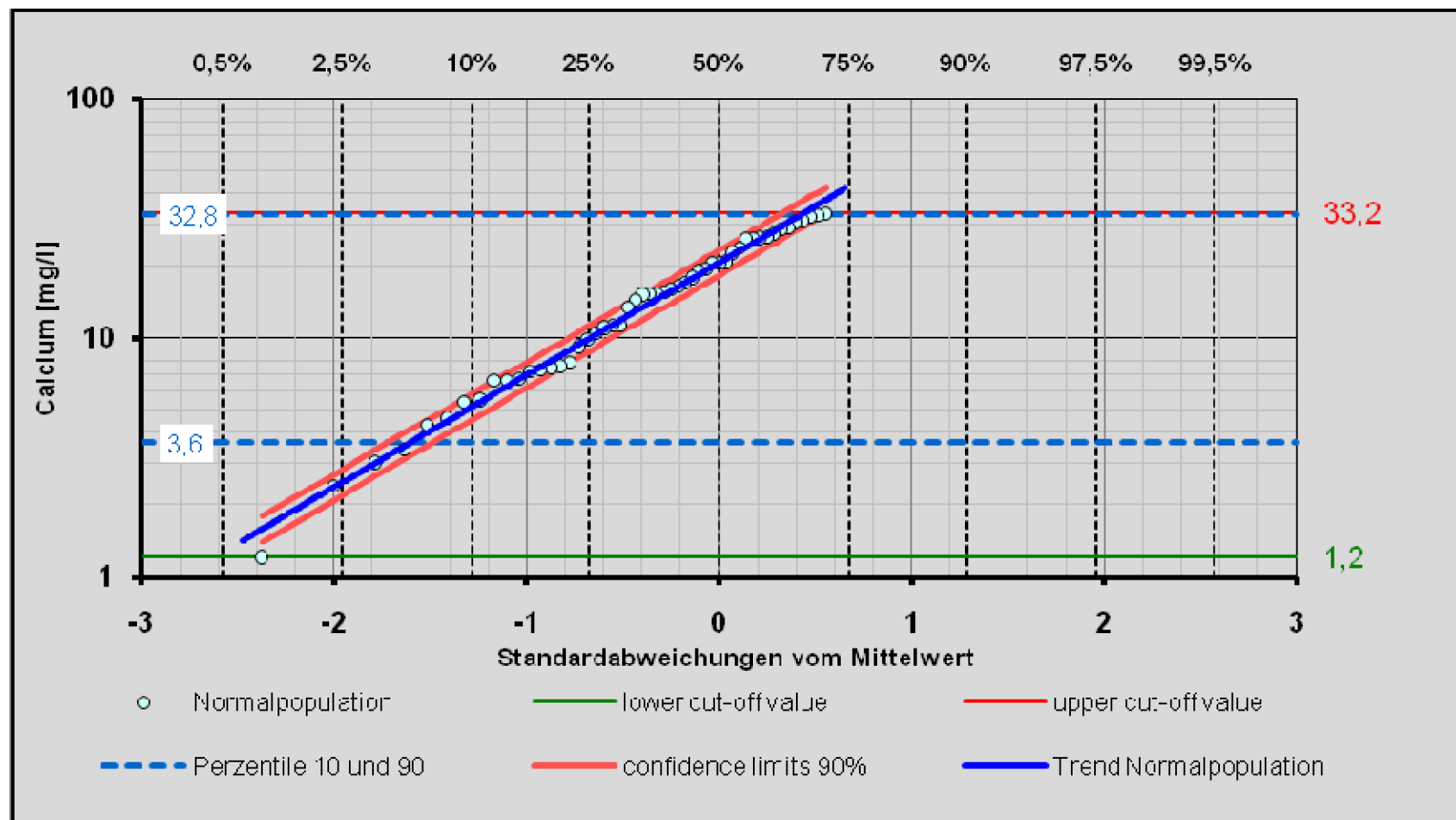
data deleted  
 high  include  
 low  include  
 total

print virtual printing 1 nr. of copies

## The probability plot as diagnostic and statistical tool

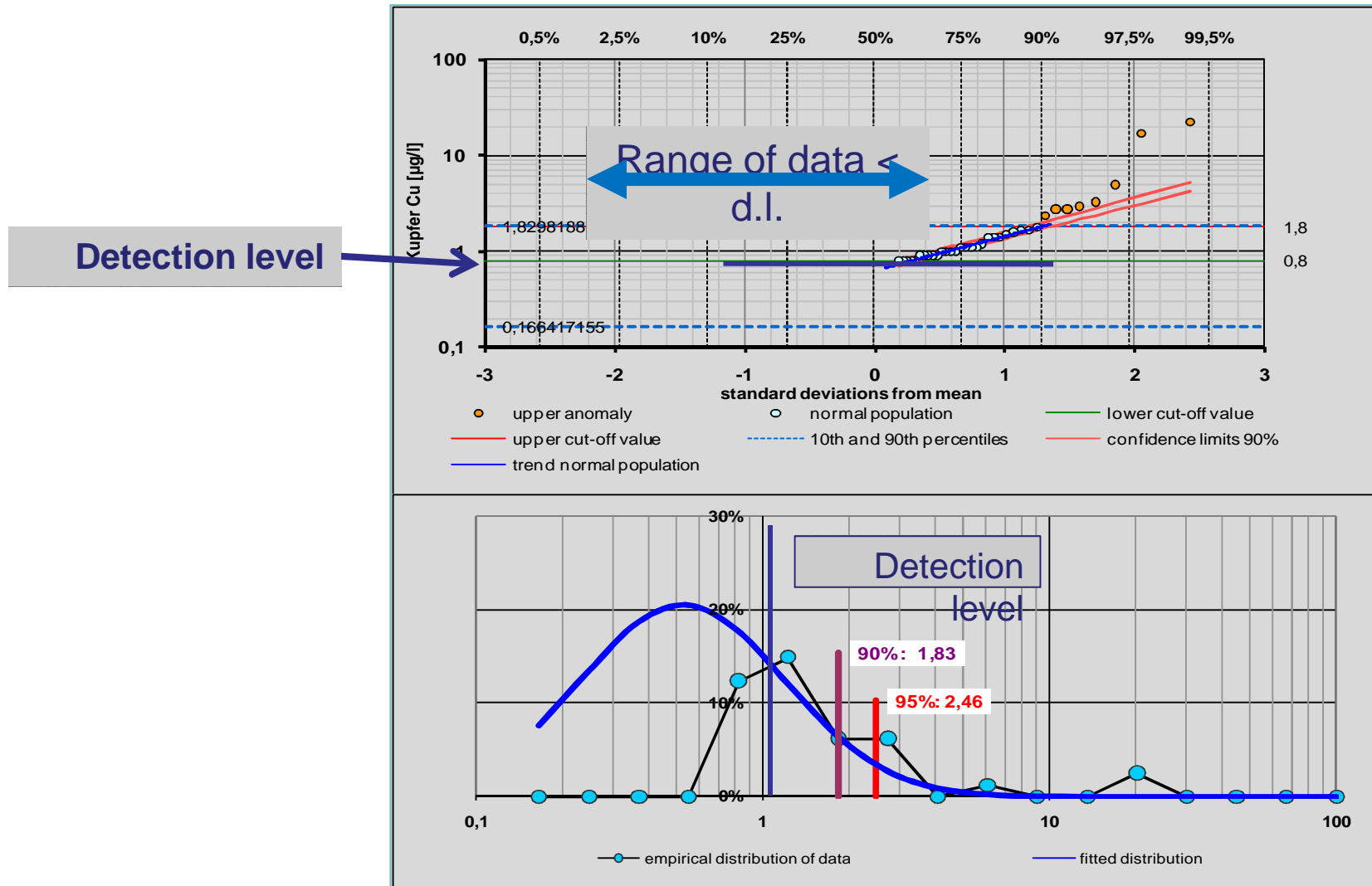


### Treatment of censored data





## Treatment of values below detection level:





## Project goals and concept

- **Working group "Background values of groundwater":**  
launched by the Geological Surveys of Germany within the context of the EG-Water Framework Directive
- Goal: determine background values of groundwater in Germany and illustrate them in a map
- Reference: upper aquifer
- Data basis: abt. 48.000 groundwater measuring points
- Parameters: anorganic major and trace elements  
physicochemical parameters



## Parameters

Major elements: Ca, K, Mg, Na, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl

Trace elements: Br, F, PO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe, Mn, Ba, Sr

Ag, Al, As, B, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Li, Mo, Ni,  
Pb, Sb, Se, Sn, T, Tl, U, V, Zn

Physicochemical  
parameters: electrical conductivity, pH



## Definition background value

Background value: the upper margin of the concentration of an element to be expected in the groundwater of a hydrogeochemical unit under natural conditions

The background value is defined as the 90th percentile of the normal distribution of the parameters.

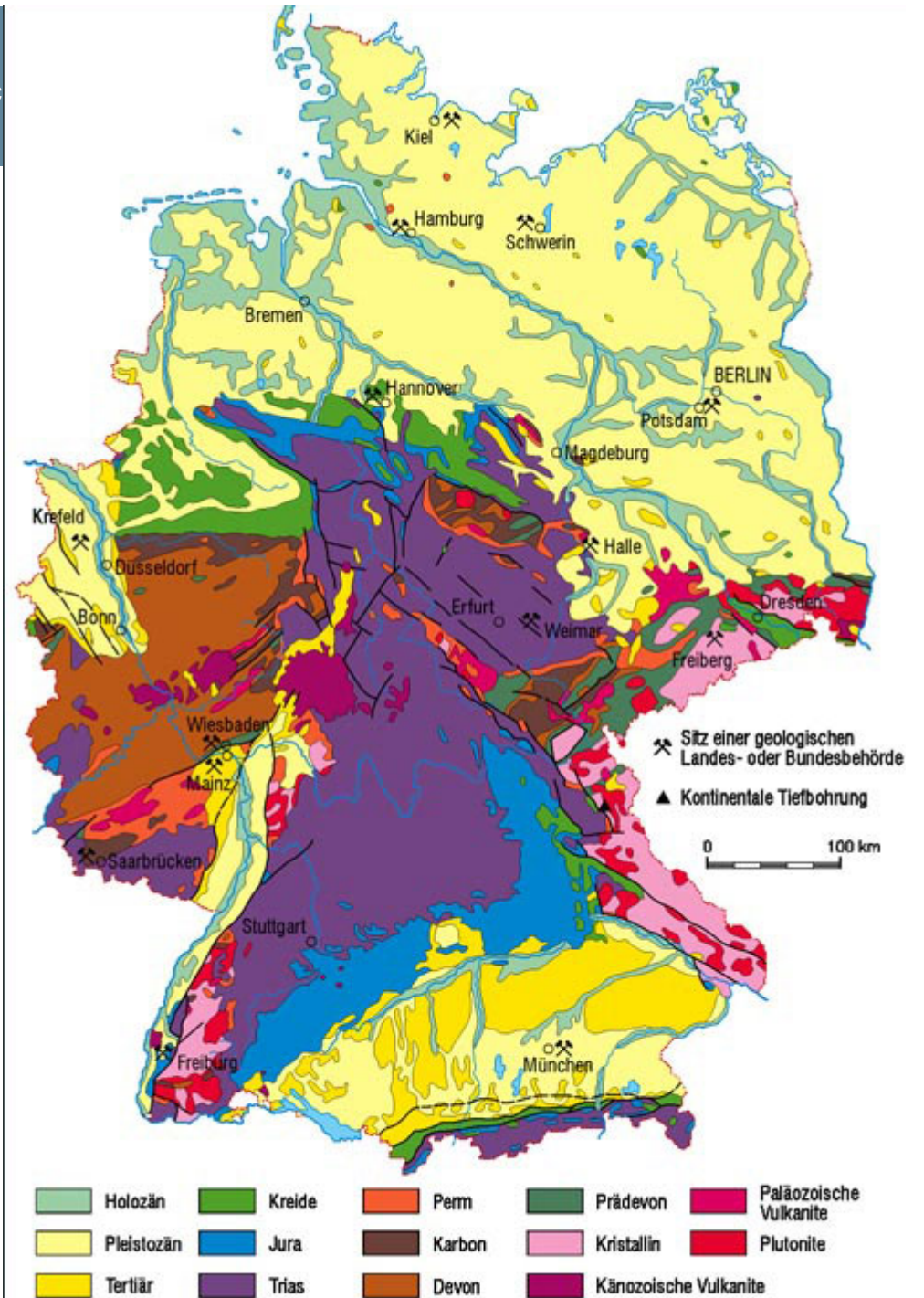
### Challenge:

Separation of the background population from geogenic or anthropogenic anomalies within the data sets (component separation)

# Background Values of Groundwater in Germany

Bayerisc

## Geology of Germany



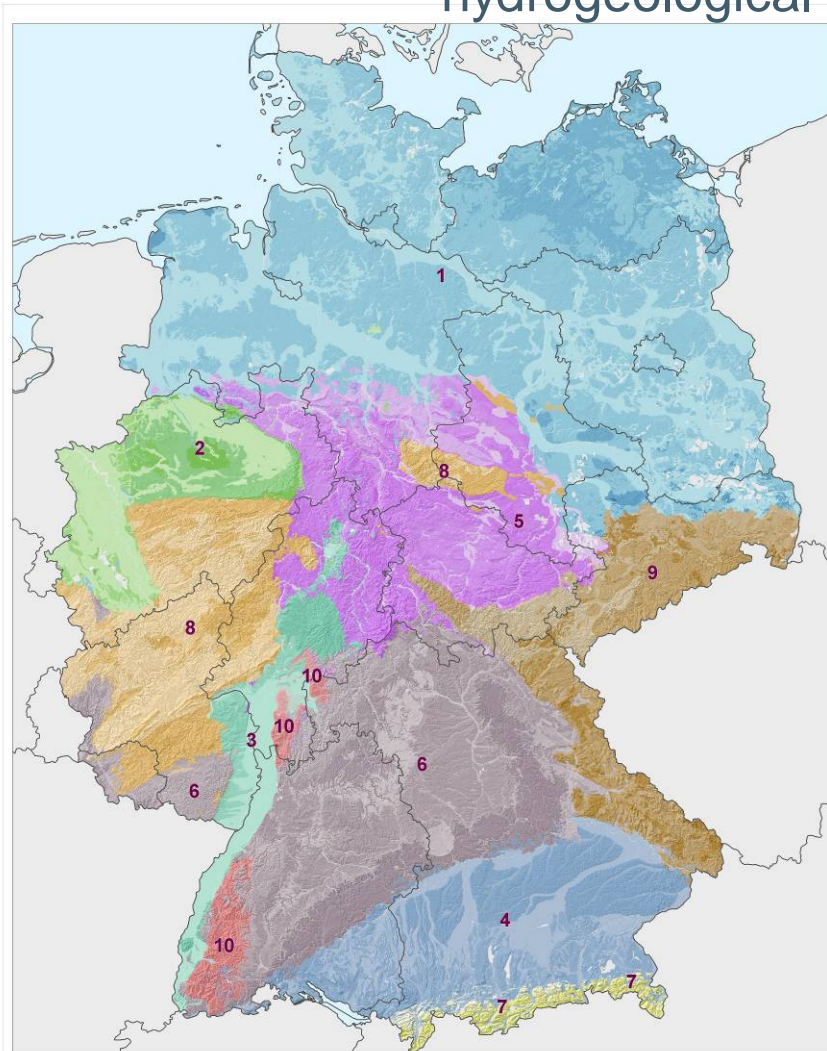


## Hydrogeochemical units:

resulting from aggregation of hydrogeological units of the  
hydrogeological map of Germany 1:200.000 (HÜK200)

abt. 1000 hydrogeological units à

186 hydrogeochemical units



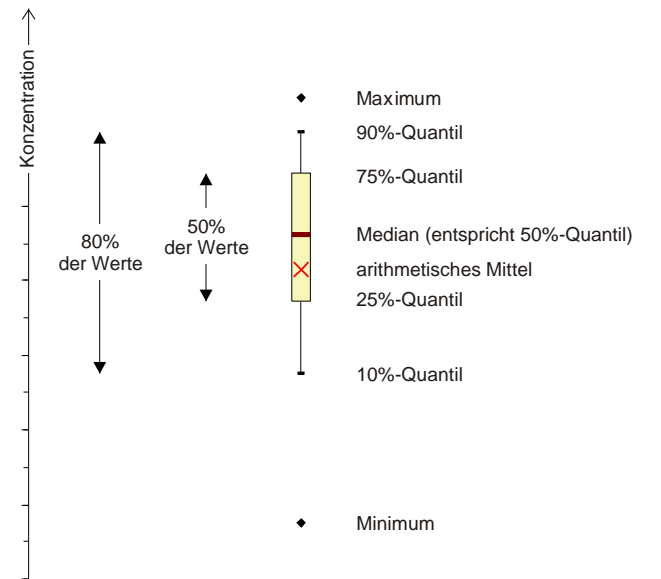
### larger hydrogeological units

- |  |                                                                  |
|--|------------------------------------------------------------------|
|  | 1, Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet                |
|  | 2, Rheinisch-Westfälisches Tiefland                              |
|  | 3, Oberrheingraben mit Mainzer Becken und nordhessischem Tertiär |
|  | 4, Alpenvorland                                                  |
|  | 5, Mitteldeutsches Bruchschollenland                             |
|  | 6, West- und süddeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland   |
|  | 7, Alpen                                                         |
|  | 8, West- und mitteldeutsches Grundgebirge                        |
|  | 9, Südostdeutsches Grundgebirge                                  |
|  | 10, Südwestdeutsches Grundgebirge                                |



## Statistical information of the hydrogeochemical units

Statistical measures: 5-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90-, 95-percentiles





## Presentation of results

- WMS-application in the internet: access from any computer connected to the internet (integration e.g. in GIS or Google-Earth)

[http://www.bgr.de/Service/grundwasser/huek200/hgc\\_p90/](http://www.bgr.de/Service/grundwasser/huek200/hgc_p90/)

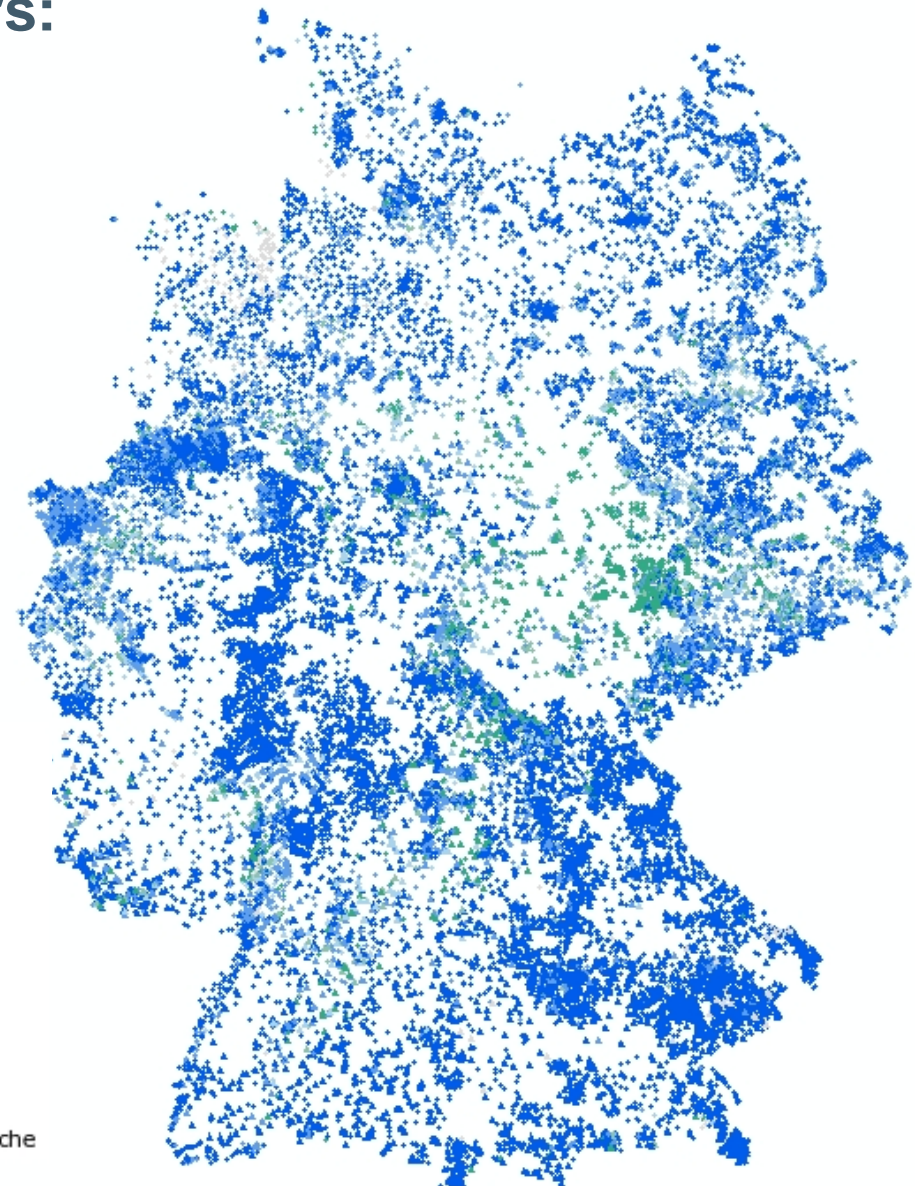
- Subdivision of the element concentration ranges in 5 classes:
  - 90th percentiles of hydrogeochemical units
  - point data of measuring points
- highest class: concentrations above GFS-, TVO- or WHO-limit values where they exist
- grey areas: units with insufficient measuring points



## Examples for different parameters:

### Sulphate observation points

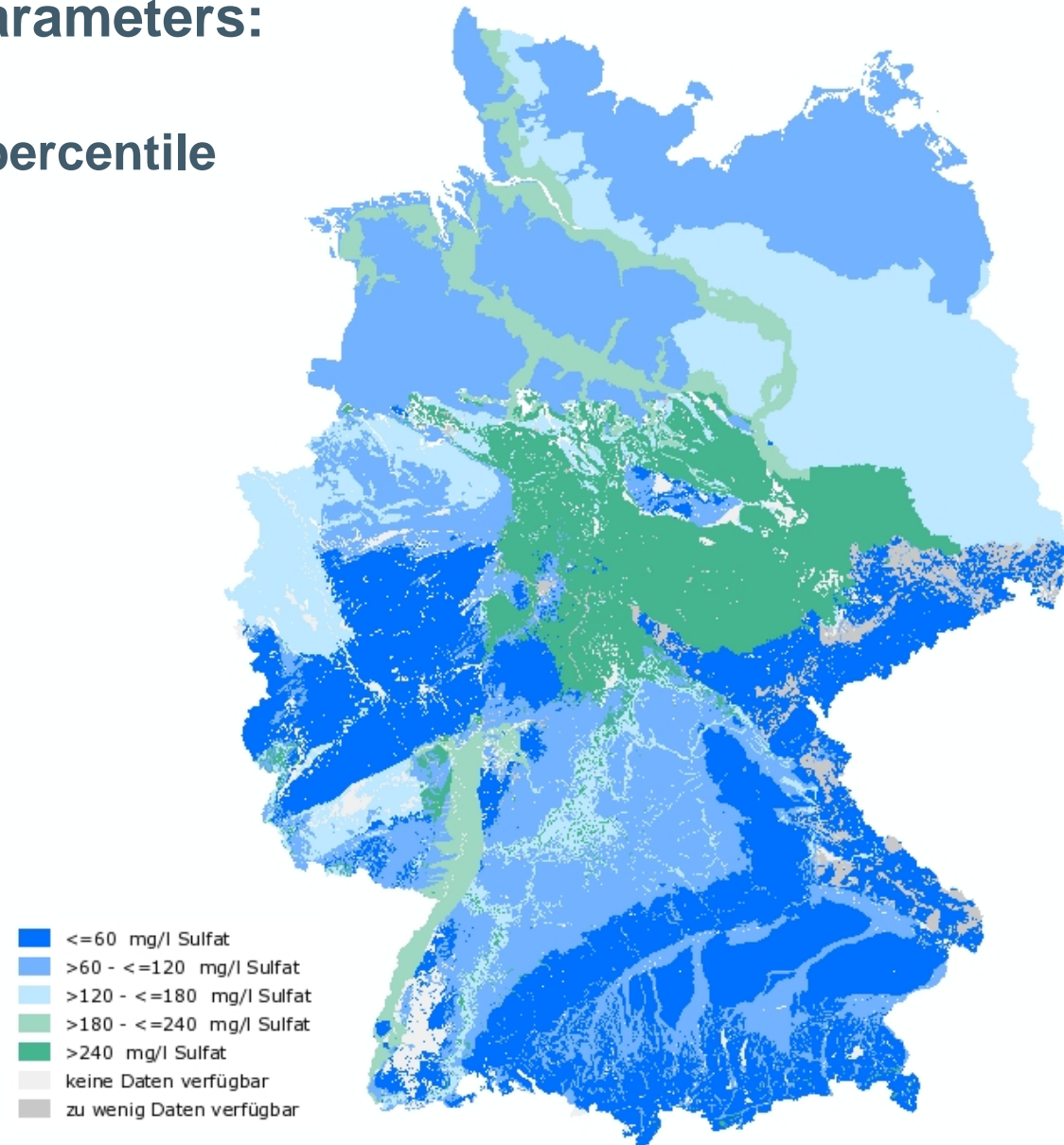
- ◆ ≤60 mg/l Sulfat, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲ ≤60 mg/l Sulfat, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- >60 - ≤120 mg/l Sulfat, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲ >60 - ≤120 mg/l Sulfat, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- >120 - ≤180 mg/l Sulfat, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲ >120 - ≤180 mg/l Sulfat, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- >180 - ≤240 mg/l Sulfat, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲ >180 - ≤240 mg/l Sulfat, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- >240 mg/l Sulfat, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲ >240 mg/l Sulfat, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- Messwert kleiner Nachweisgrenze, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲ Messwert kleiner Nachweisgrenze, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche





### Examples for different parameters:

### Sulphate distribution 90th percentile

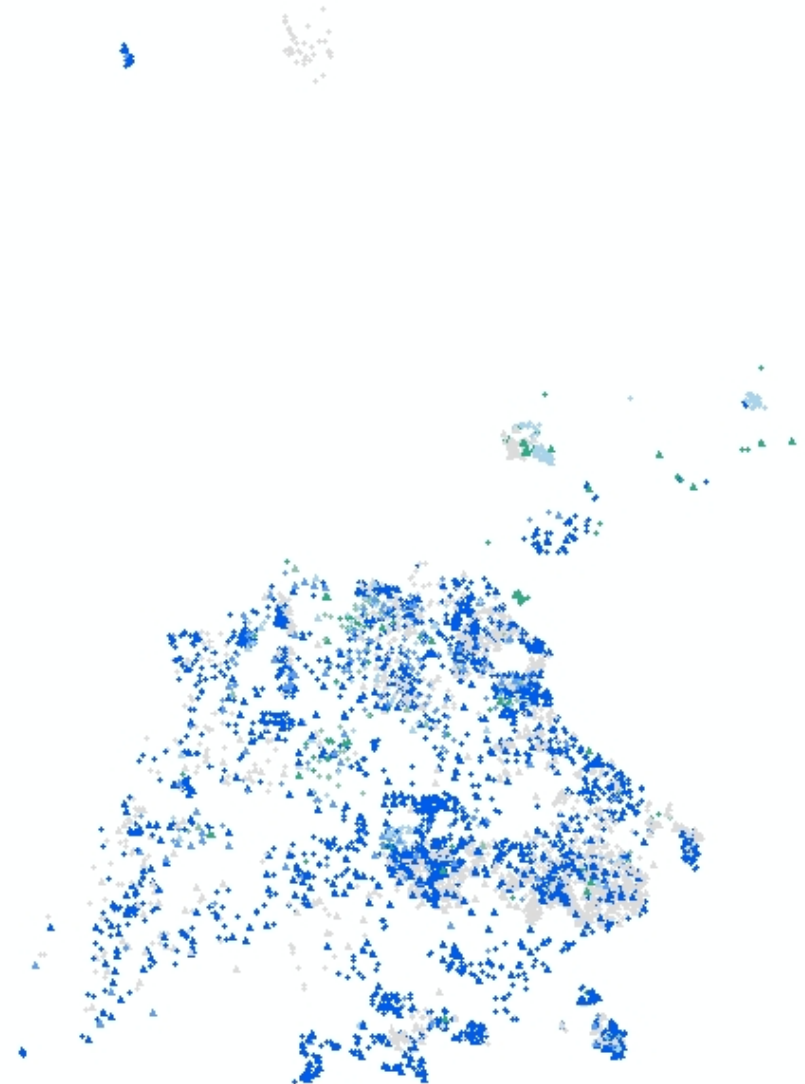




## Examples for different parameters:

### Vanadium observation points

- $\leq 1$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲  $\leq 1$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- $> 1 - \leq 2$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲  $> 1 - \leq 2$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- $> 2 - \leq 3$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲  $> 2 - \leq 3$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- $> 3 - \leq 4$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲  $> 3 - \leq 4$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- $> 4$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲  $> 4$   $\mu\text{g/l}$  Vanadium, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche
- Messwert kleiner Nachweisgrenze, Messstelle liegt auf zugeordneter Fläche
- ▲ Messwert kleiner Nachweisgrenze, Messstelle liegt nicht auf zugeordneter Fläche

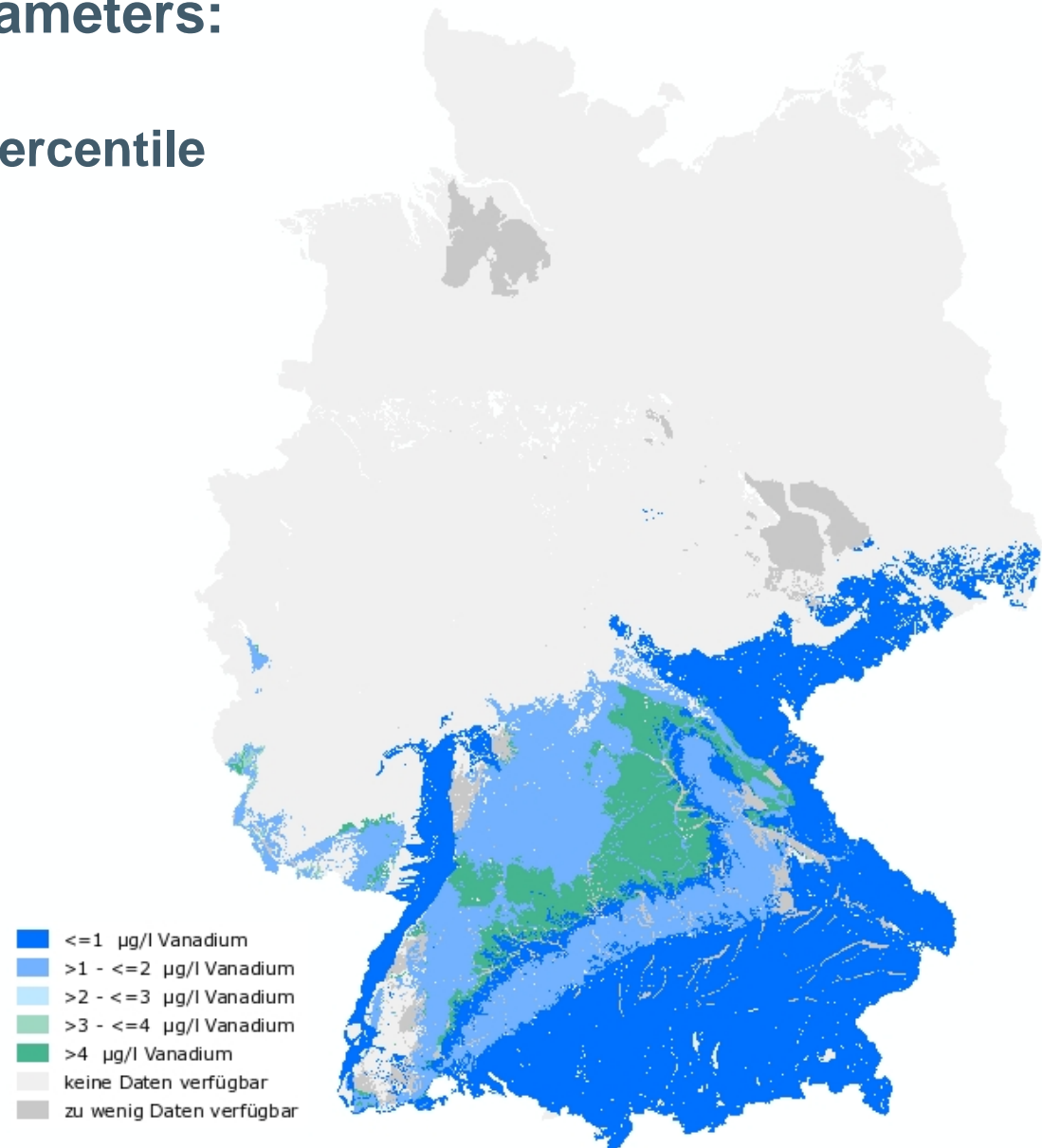






### Examples for different parameters:

### Vanadium distribution 90th percentile





http://www.bgr.de/app/FISHy/hgc/php/Erläuterung\_WMS-HGC\_21072009\_P.Clos.pdf - Windows Internet Explorer bereitgestellt von LFU

http://www.bgr.de/app/FISHy/hgc/php/Erläuterung\_WMS-HGC\_21072009\_P.Clos.pdf

http://www.bgr.de/app/FISHy/hgc/php/Erläuterung\_...

## Erläuterung zum Web Map Service (WMS) „Hintergrundwerte Grundwasser“

Personenkreis Hintergrundwerte Grundwasser<sup>1</sup> der Ad-hoc AG Hydrogeologie der Staatlichen Geologischen Dienste von Deutschland (SGD)

### Gliederung

Erläuterung zum Web Map Service (WMS) „Hintergrundwerte Grundwasser“ ..... 1

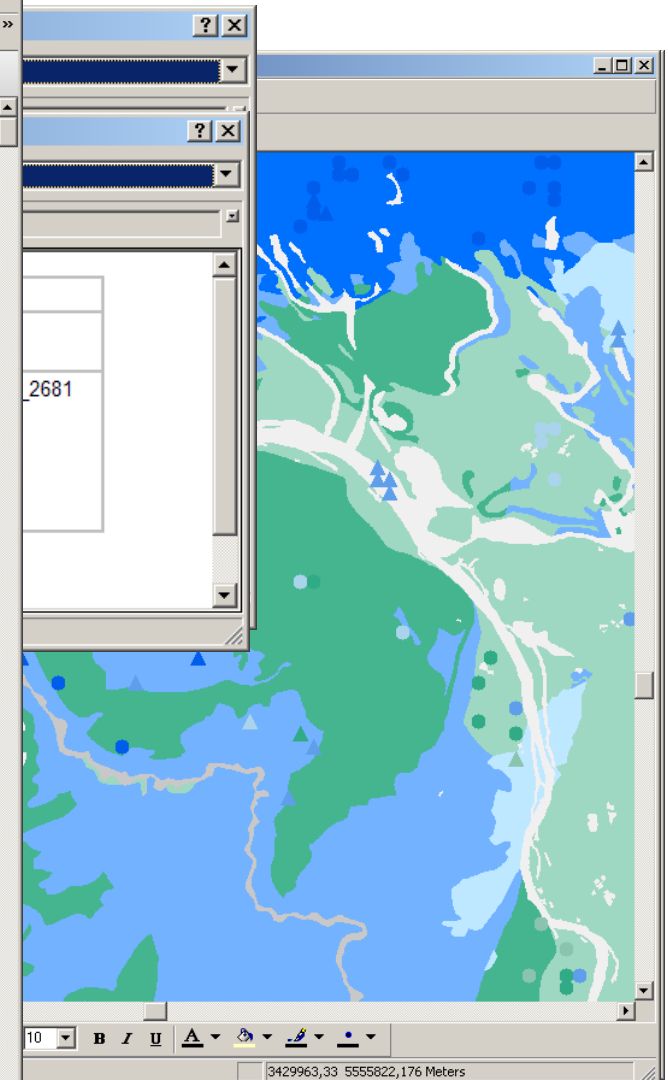
Gliederung ..... 1

1. Überblick ..... 1
2. Zielsetzung und Vorgehen ..... 2
3. Methodik: Ermittlung der Hintergrundwerte mit Wahrscheinlichkeitsnetzen . 4
4. Datenbereitstellung als Web Map Service ..... 9
5. Dargestellte Inhalte ..... 10
6. Schlussfolgerungen und Ausblick ..... 14
7. Literatur ..... 15

Anhang ..... 16

### 1. Überblick

Die Staatlichen Geologischen Dienste in Deutschland (SGD) haben für die Bereitstellung der geowissenschaftlichen Grundlagen zur Erfüllung der Aufgaben aus der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) die Unterarbeitsgruppe EG-WRRL (UAG EG-WRRL) als koordinierende Arbeitsgruppe gegründet..Wesentliches Produkt der bisherigen Aktivitäten ist die Hydrogeologische Übersichtskarte von



## Example: combination of different WMS in ArcGIS

The screenshot displays the ArcGIS Identify window for a specific groundwater unit. The window is titled 'Identify' and shows the following information:

**Location:** 3,638,407.106 5,527,513.201 Meters

**Abfrageergebnis: HÜK200, Hydrogeochemie des oberen Grundwasserleiters, 90 Perzentil**

Hydrogeochemische Einheit (Name)	quartäre Kiese und Sande, vorwiegend silikatisch/karbonatisch
Hydrogeochemische Einheit (ID)	06K2.2
Flächengröße	463 km <sup>2</sup>
Parameter	Arsen (As)
95 Perzentil	9.76 µg/l
<b>90 Perzentil</b>	<b>5.97 µg/l</b>
75 Perzentil	2.62 µg/l
50 Perzentil	1.05 µg/l
25 Perzentil	0.422 µg/l
10 Perzentil	0.185 µg/l
5 Perzentil	0.113 µg/l
Messwerte - nachgewiesen	35
Messwerte - kleiner Nachweisgrenze	3
Messwerte - ausserhalb Normalverteilung	3
Anteil ausgeschlossener Messwerte	15 %
Richtwert nach WHO (2004)	10 µg/l
Grenzwert nach TrinkwV (2001)	10 µg/l
Geringfügigkeitsschwellenwert (LAWA, 2004)	10 µg/l

**Arsen (As) Box Plot:** A box plot showing the distribution of Arsen (As) concentrations for unit 06K2.2. The y-axis represents concentration in µg/l, ranging from 0.0 to 6.0. The plot shows a median around 1.0 µg/l, with whiskers extending from approximately 0.2 to 6.0 µg/l.

**Map:** A map showing the spatial distribution of the selected unit (06K2.2) in yellow against a blue background. A legend at the bottom indicates 'ausgewählte Einheit' (selected unit).

**Identify from:** Arsen (As), Messstellen

**Identified 1 feature**



## Benefits

- Direct and straightforward availability of data via the internet
- Basis for evaluation of the chemical status of groundwater bodies
- Evaluation of groundwater analyses based on the regional background values
- Easier identification of groundwater contaminations
- Local specific features of groundwater chemical properties can be identified through the point data



## Further plans

- Following requirements of the EG-WFD, many additional measurements have been performed in the meantime
- trace elements with larger gaps in the dataset will be re-evaluated: antimon, cobalt, molybdenum, selen, thallium, uranium, vanadium
- WMS with enlarged dataset shall be available at the end of the year