



Einsatz von DV-Verfahren der künstlichen Intelligenz zur flächenhaften Darstellung von Schadstoffgehalten in Siedlungsgebieten

Thomas Hertwig, Karl-Otto Zeißler (Beak)
Ingo Müller (LfULG)



Saxon State Office for
Environment, Agriculture and
Geology

28./29.09.2010

beak
CONSULTANTS

Ziel:

Darstellung von flächendeckenden Elementverteilungskarten im Siedlungsgebiet für *Bodenbelastungskarten*

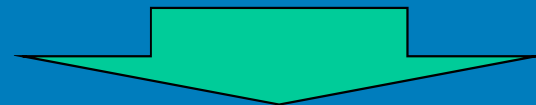
Aufgabenstellung:

An Hand von diskreten Bodenproben soll die Verteilung der Elementgehalte im Siedlungsgebiet flächendeckend abgeleitet werden



Methodische Ansätze für konventionelle Bearbeitung beruhen auf unterschiedlichen Interpolationsverfahren. Dabei kommen für die Bildung von Homogenbereichen drei Ansätze zur Anwendung:

- raumanalytischer Ansatz
- Immissionsansatz
- Substratansatz



Homogene Raumeinheit HRE

- sie spiegelt natürliche und anthropogene Verhältnisse wider
- Verteilung des zu modellierenden Schadstoffes innerhalb einer HRE
- innerhalb → gleichbleibende Verhältnisse
- sprunghafte Veränderungen der Verhältnisse an den Grenzen der HRE



Gehalte in Böden werden ursächlich bestimmt durch das Bodensubstrat und bestimmte pedogene und andere Vorgänge:

$C_i = f(\text{Bodensubstrat} \leftarrow \text{geogen})$

Geologie Bodenausgangsgestein

periglaziale Vermengungen

$\leftarrow \text{pedogen}$

untergeordneter Einfluss

$\leftarrow \text{anthropogen}$

Boden-/Flächennutzung

Baumaßnahmen

Kriegs- und Altlasten

Agrikultur

Immissionen)



Analytischer Ansatz: **mathematische Modellierung**

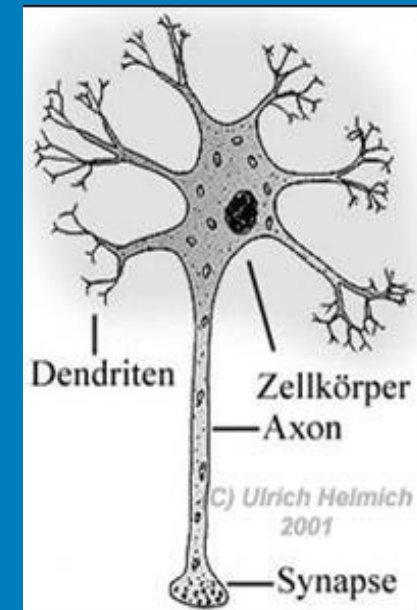
- Tiefes Verständnis des Sachverhaltes notwendig
- Felduntersuchungen, Modellkalibrierung und -anwendung
- zeitaufwändig, teuer
- In der Praxis oft nicht bzw. eingeschränkt anwendbar
- Modellierbar sind meist nur Teilaspekte bei sonstigen konstanten Bedingungen

Statistischer Ansatz: z.B. Regression, Diskriminanzanalyse, ...

→ **künstliche neuronale Netze:**

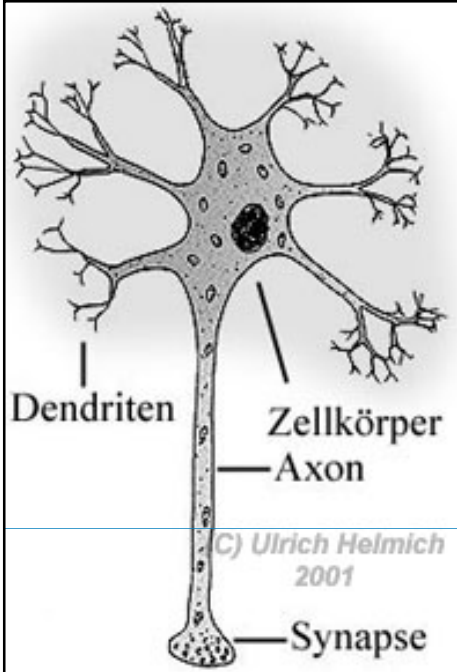
Analyse von komplexen, nichtlinearen Zusammenhänge möglich

- **lernfähig**
- **generalisierungsfähig**
- **arbeitet mit verfügbaren Daten**
- **qualitative und quantitative Analysen**



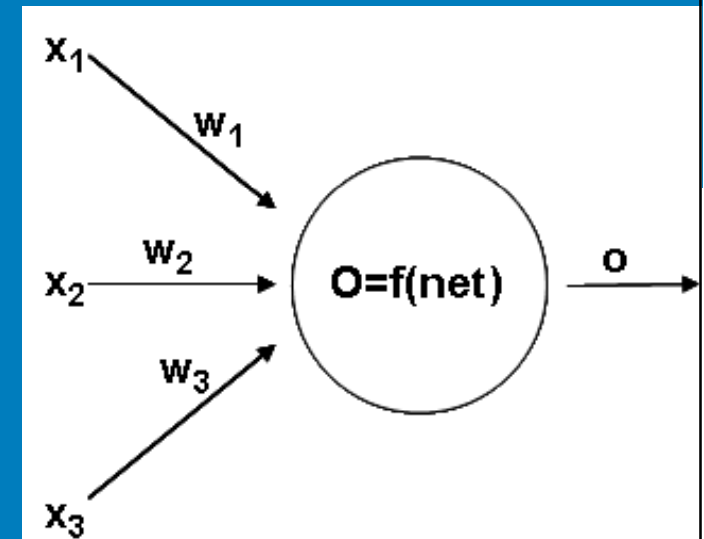
Modell: natürliches Neuron

- Das Prinzip künstlicher neuronaler Netze orientiert sich an der Wirkungsweise des biologischen Nervensystems.
- Es besteht aus einer Vielzahl von Nervenzellen (Neuronen).



Die Nervenzelle als Prozessor

- Verbindungen zwischen den Neuronen als Gewichte w
 - ✓ **stärken oder schwächen das Eingangssignal**
 - ✓ **sind gerichtet und werden trainiert**
- Eingangssignale
 - ✓ **werden zu einem einzigen Eingangssignal verrechnet: Propagierungsfunktion**
- Aktivierungsfunktion berechnet den Ausgabestatus des Neurons



Vorteile:

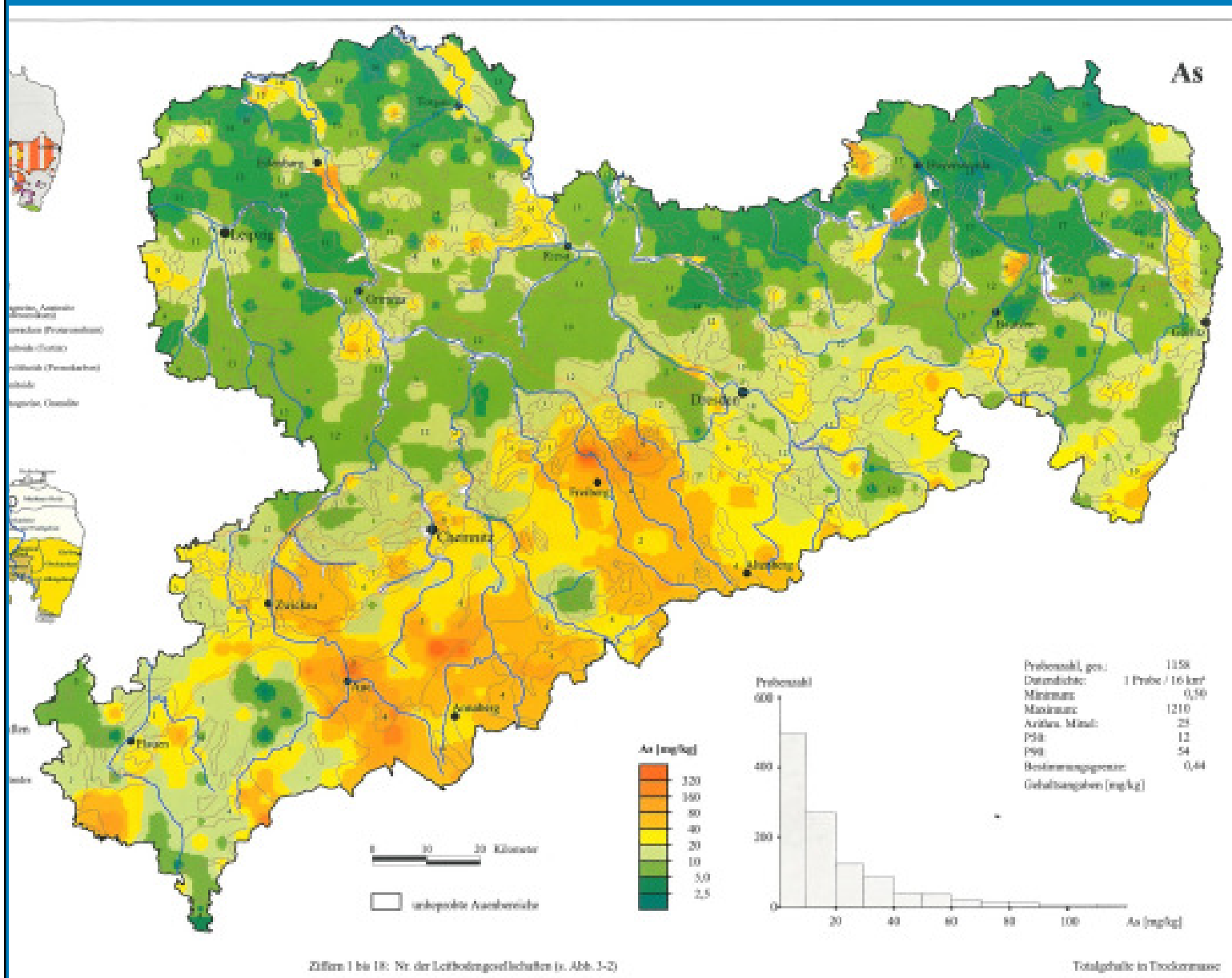
- lernt an Beispielen
- analysiert **komplexe, nicht-lineare Beziehungen**
- **tolerant** gegenüber „verrauschten“ Daten (z. B. Gesichtserkennung)

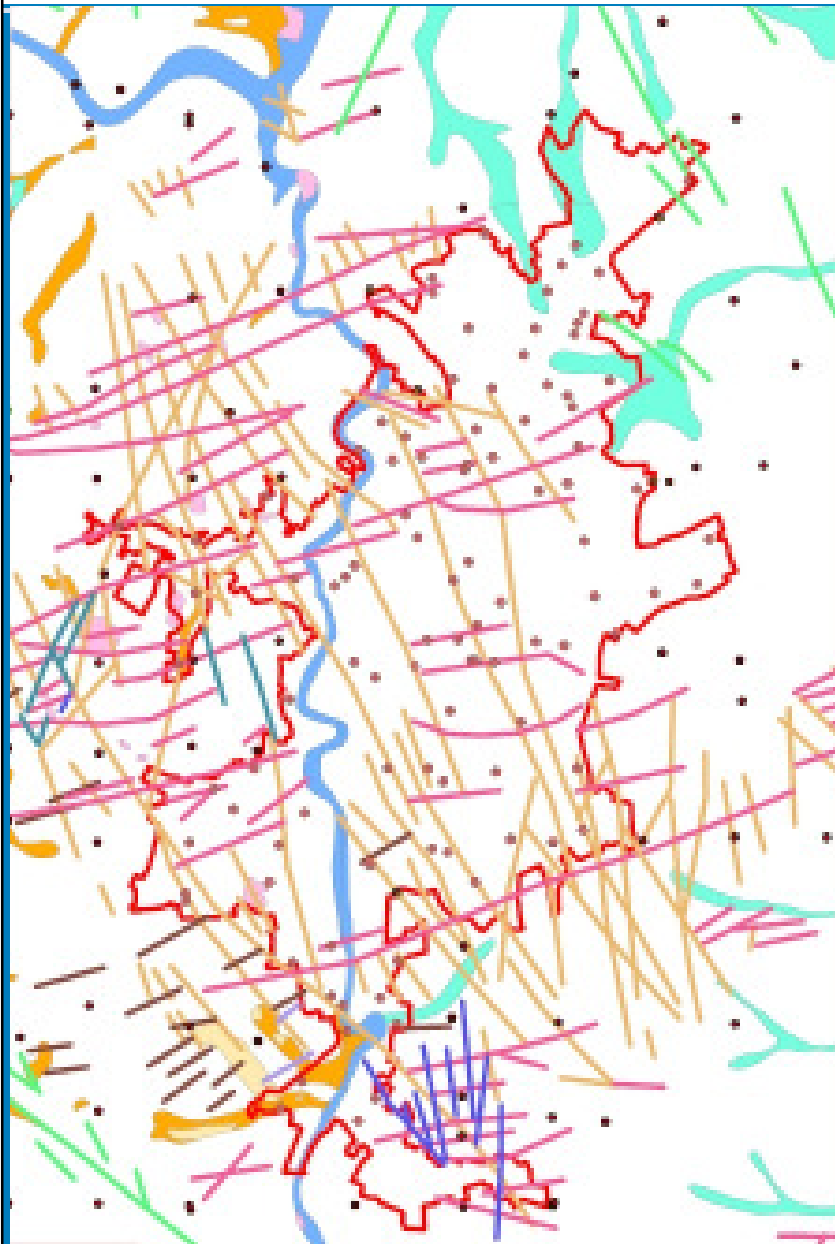
Nachteile:

- System ist eine **black box**: Netzgrenzen sind unklar



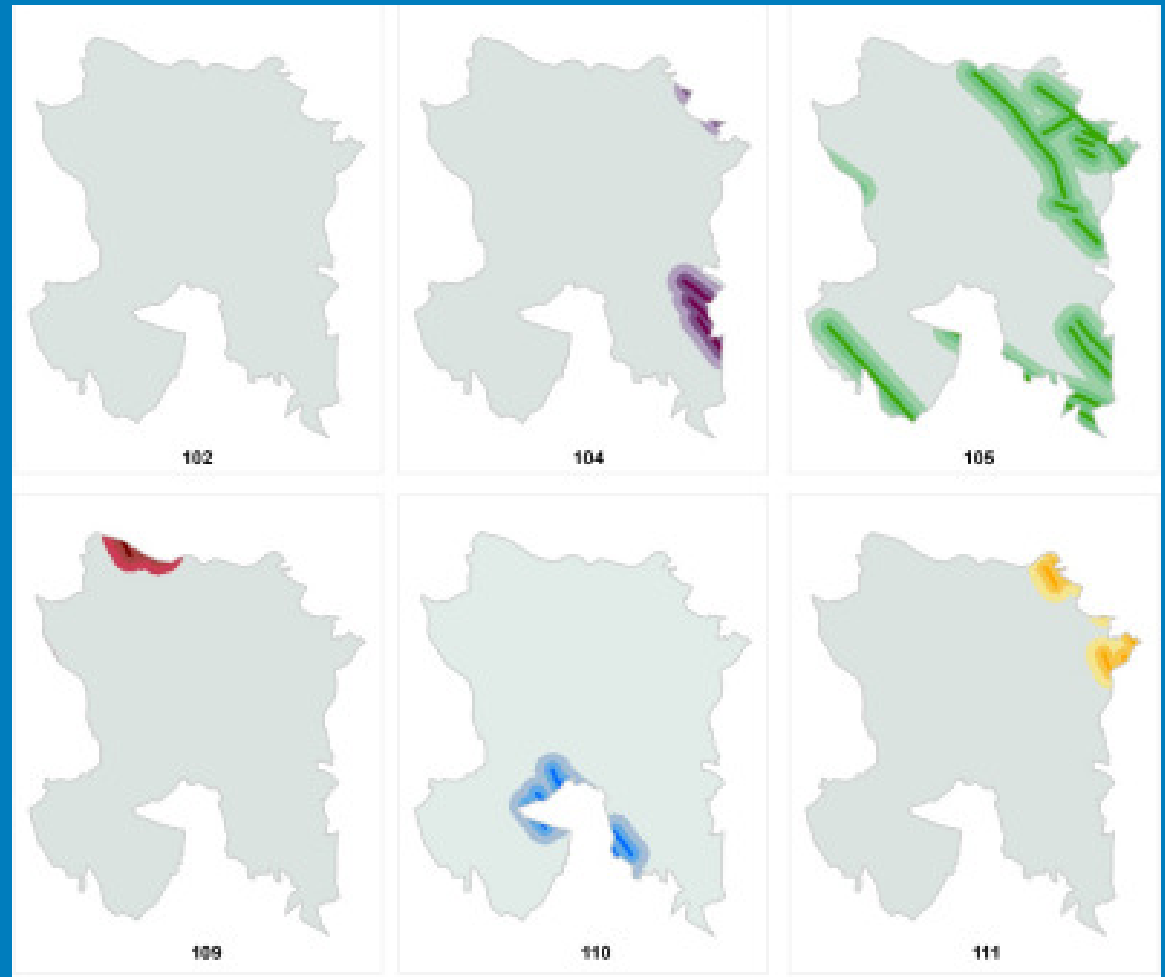
Testgebiete Erzgebirge

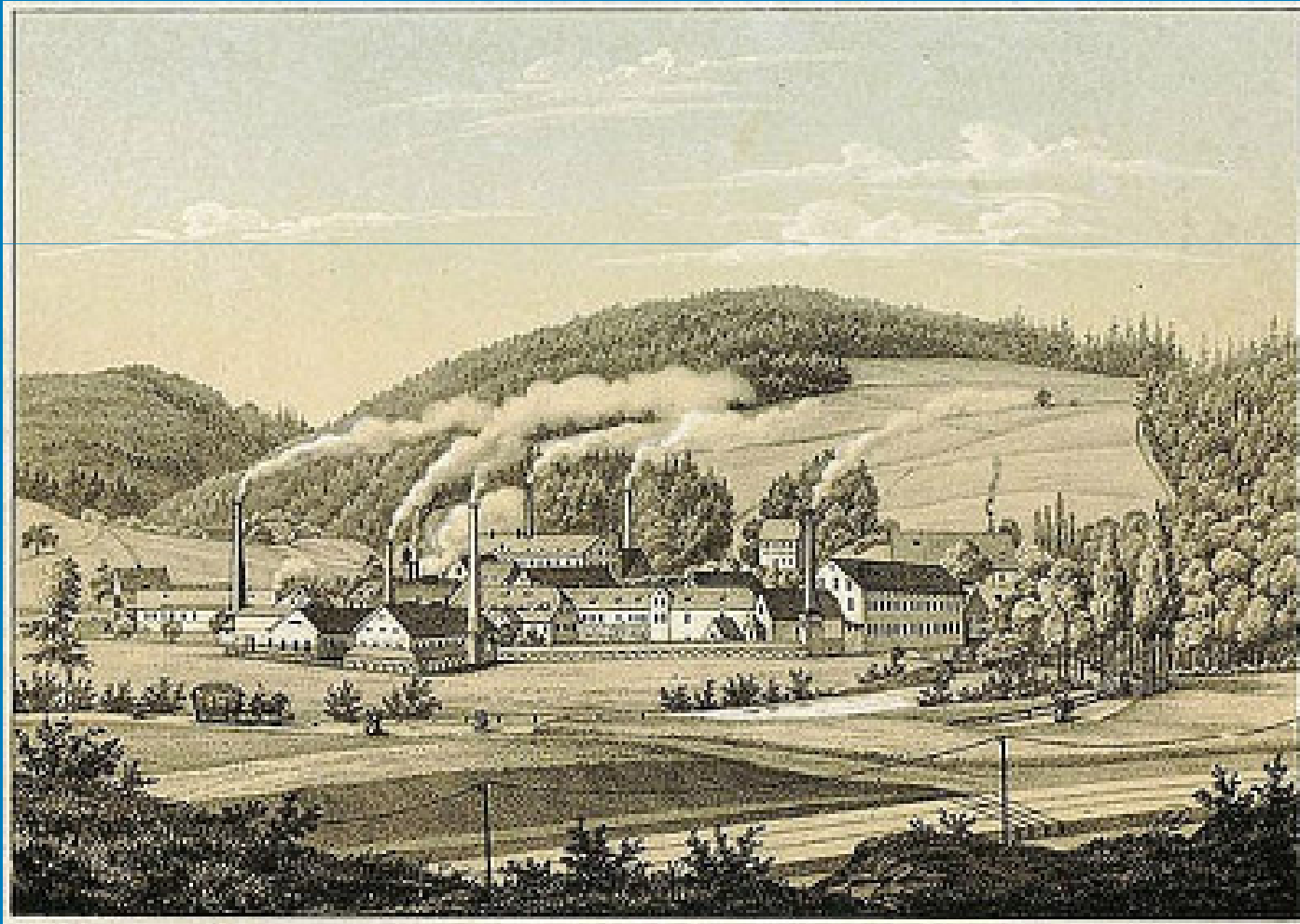




Annaberg

Aue

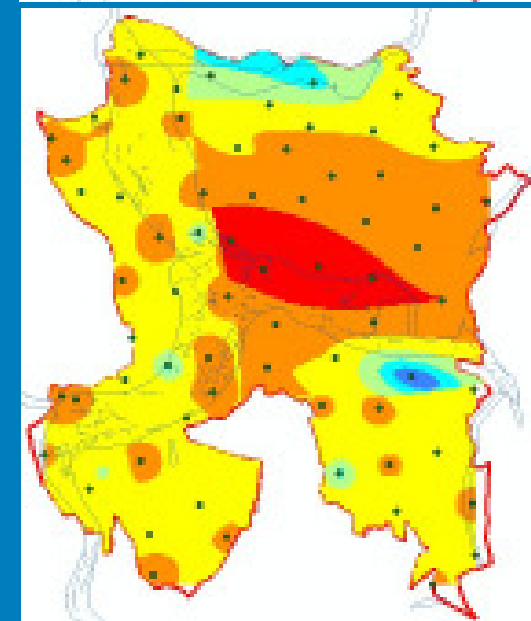
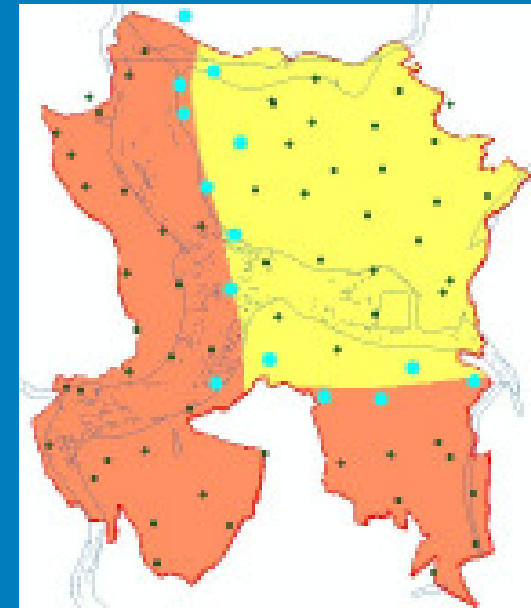
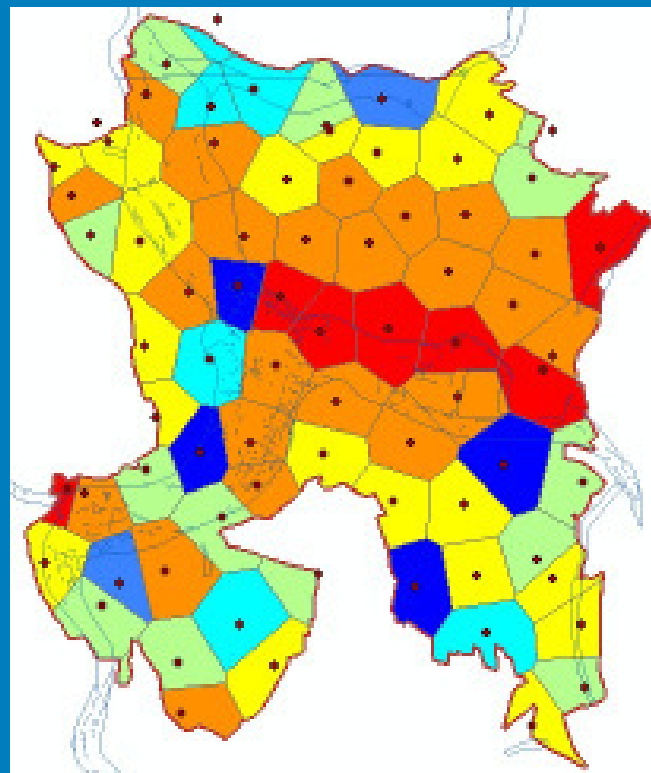
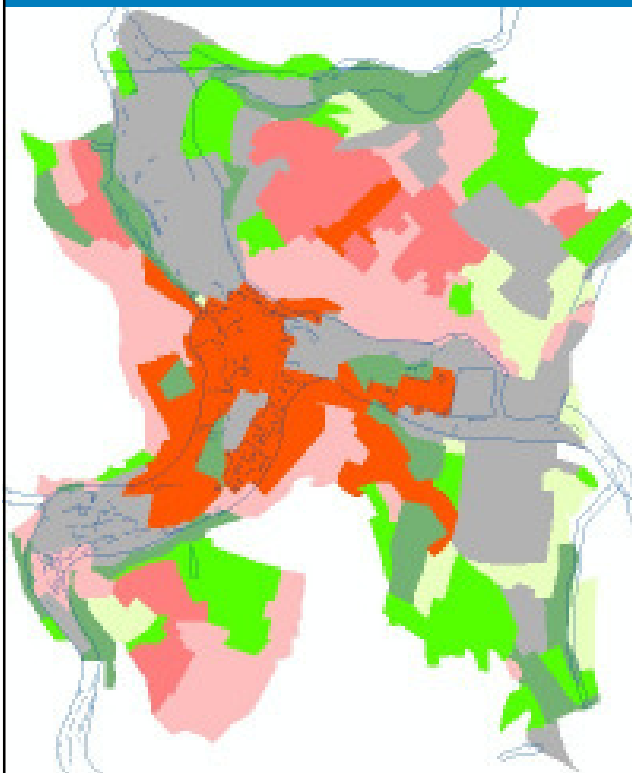




Aue
(1635)



Immissionsansatz



- FE
- GA
- GL
- IG
- WG_BL
- WG_EHB
- WG_RH

- CDKW_A_N_VOR
CD_KW
- 0,050000 - 0,100000
 - 0,100001 - 0,200000
 - 0,200001 - 0,300000
 - 0,300001 - 0,500000
 - 0,500001 - 0,900000
 - 0,900001 - 2,000000
 - 2,000001 - 4,200000

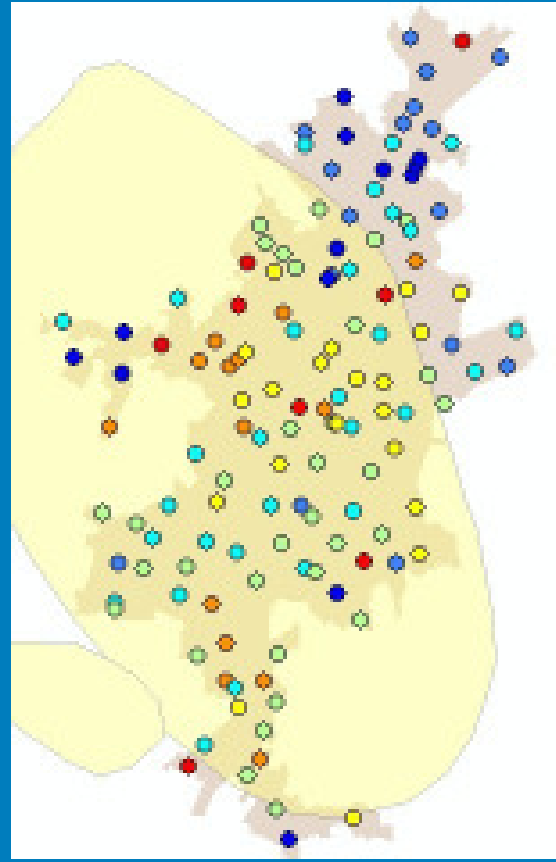


Geologie

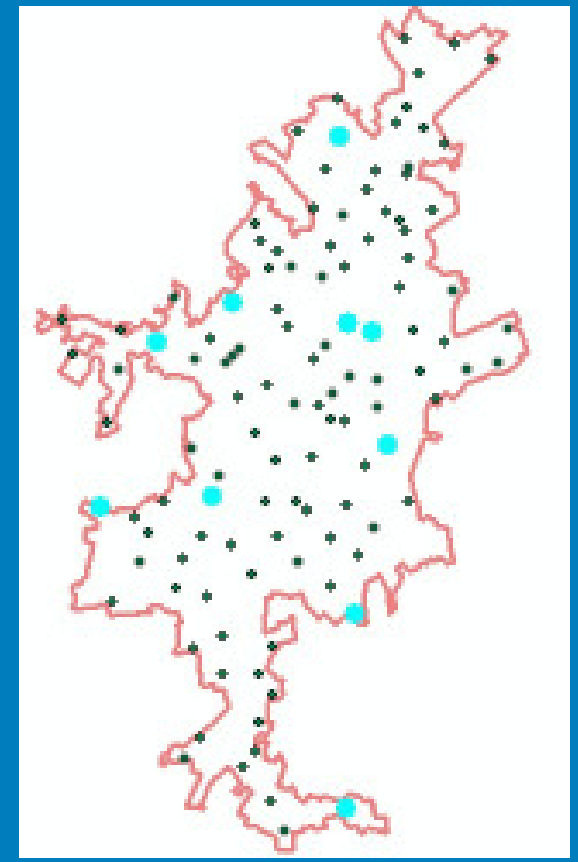
Bodengeologie

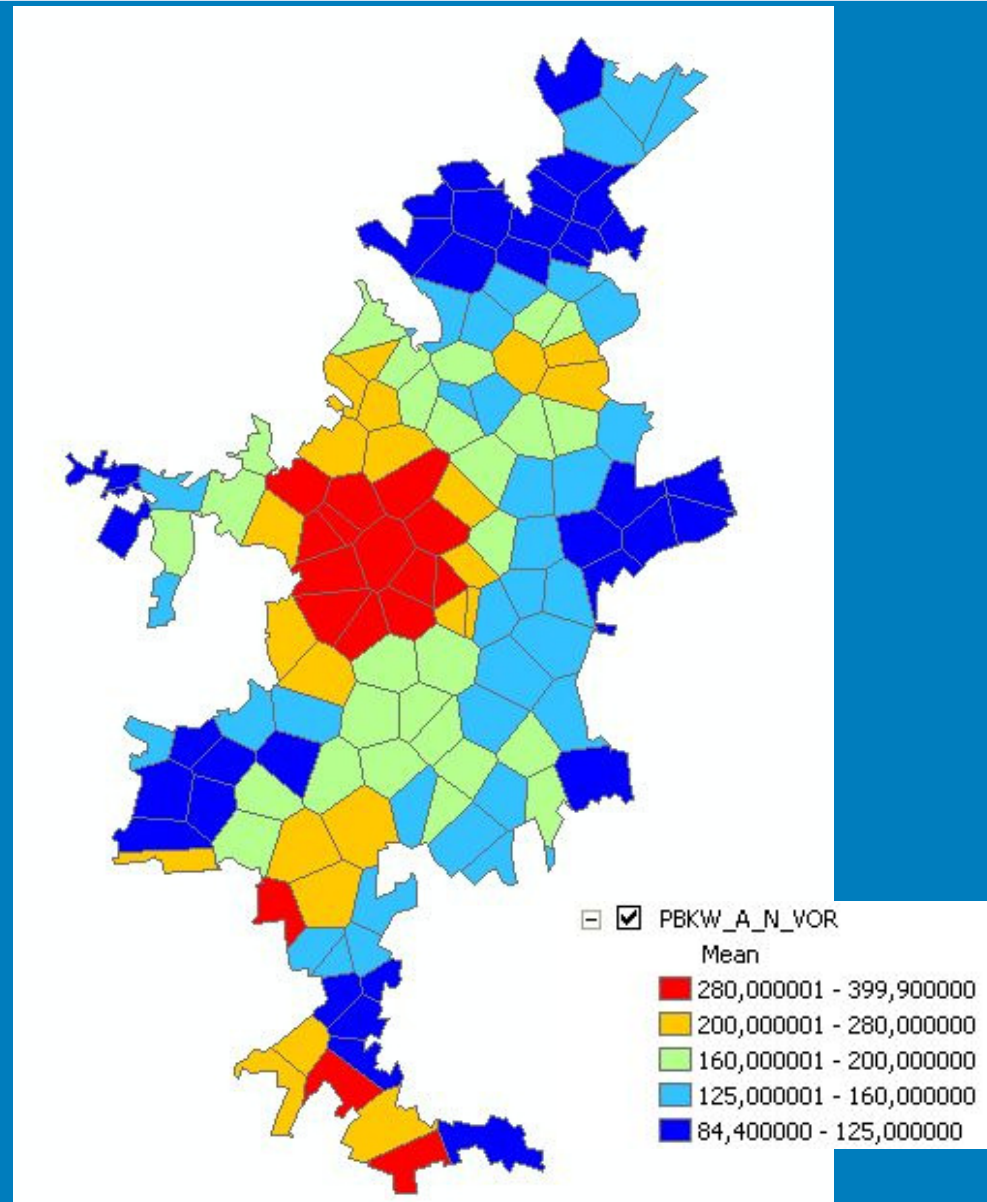
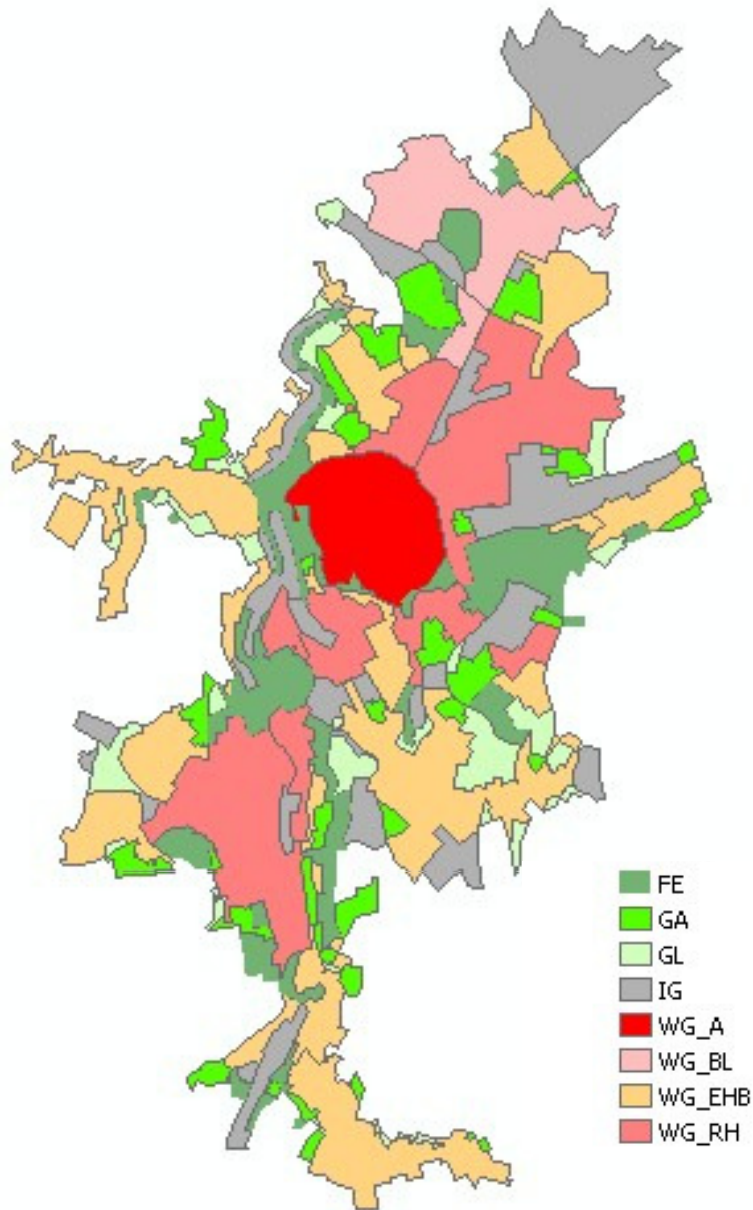
Proben mit Schlackebestandteilen

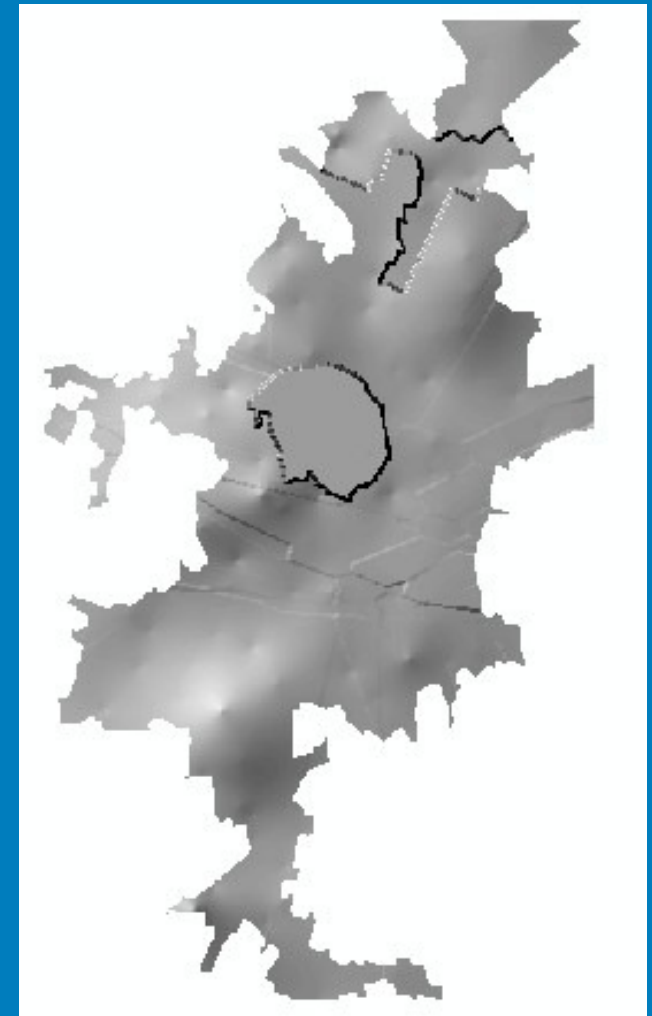
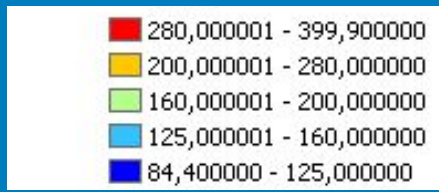
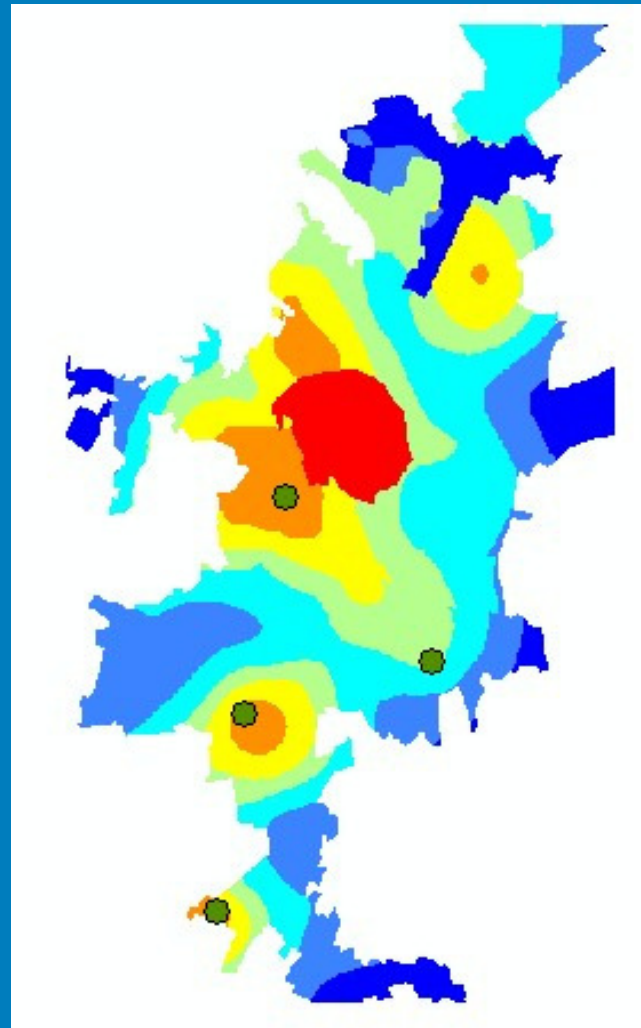
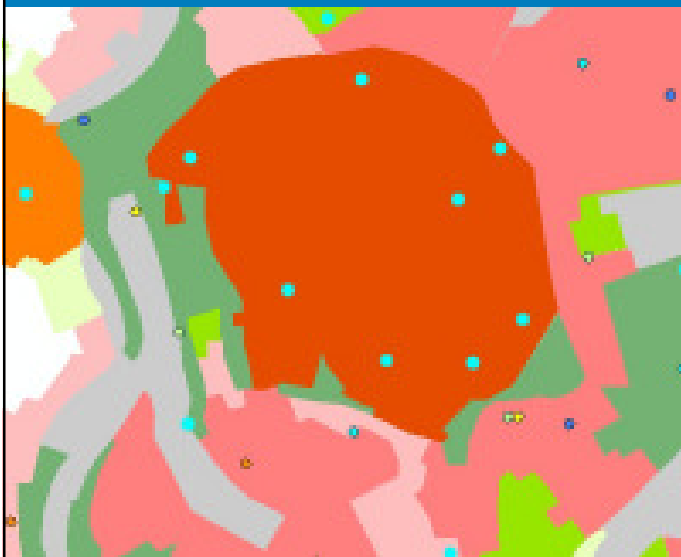
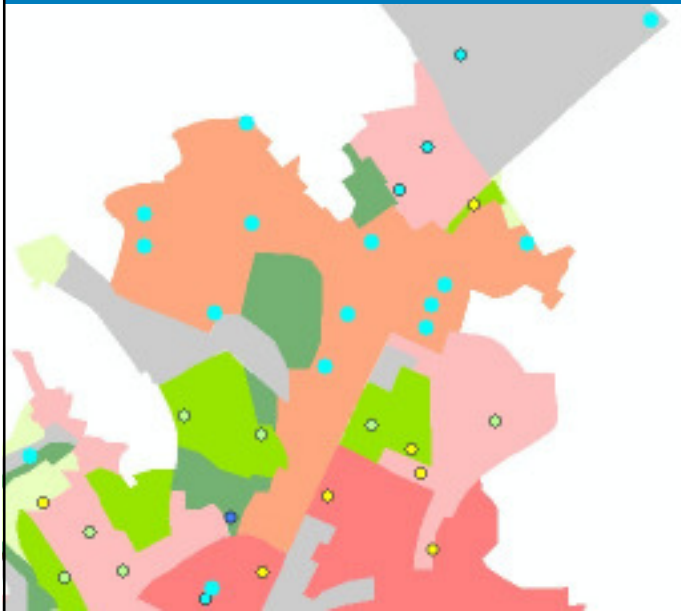
anthropogene Auffülle



Interpolation





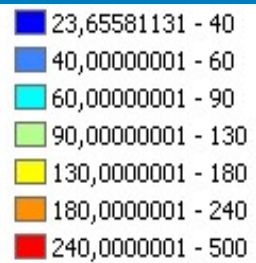
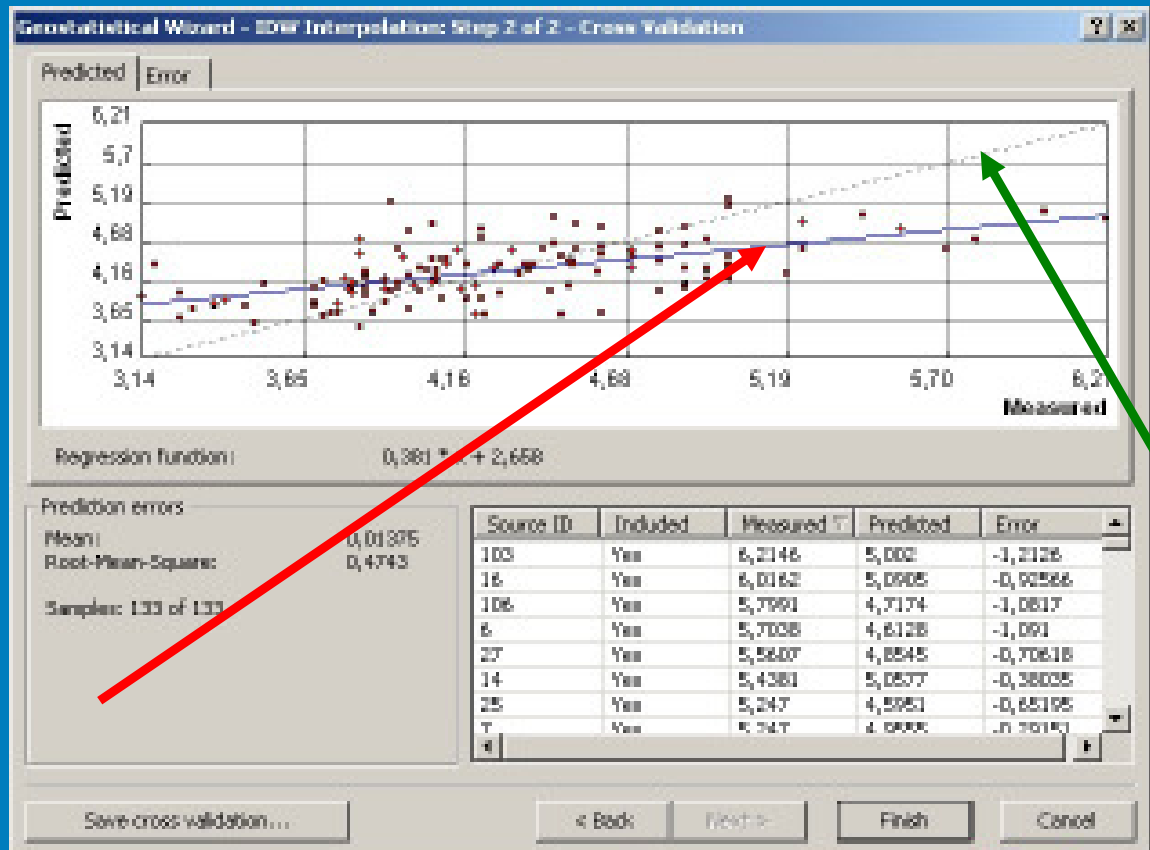
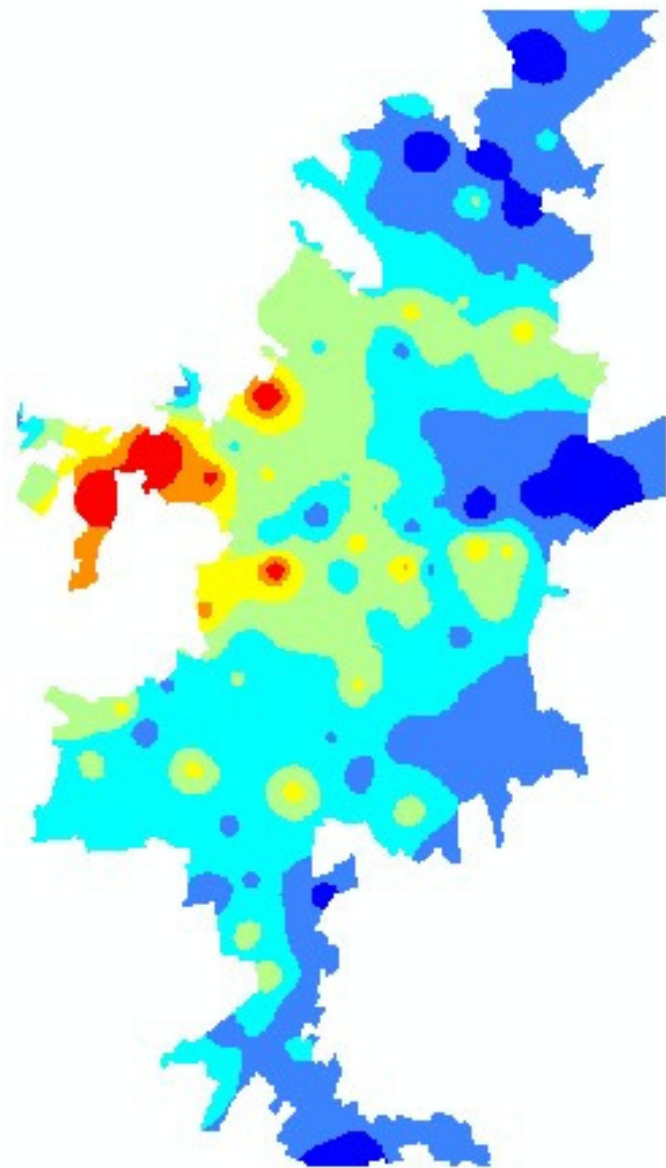


Statistische Methoden

- Voronoi-Mosaik
- Inverse Distance Weighting (IDW)
- Ordinary und Universal Kriging (OK, UK)
- artificial intelligence (artificial neural networks)
(advangeo®)**

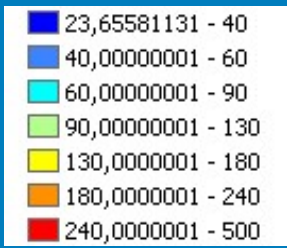


Interpolation - IDW

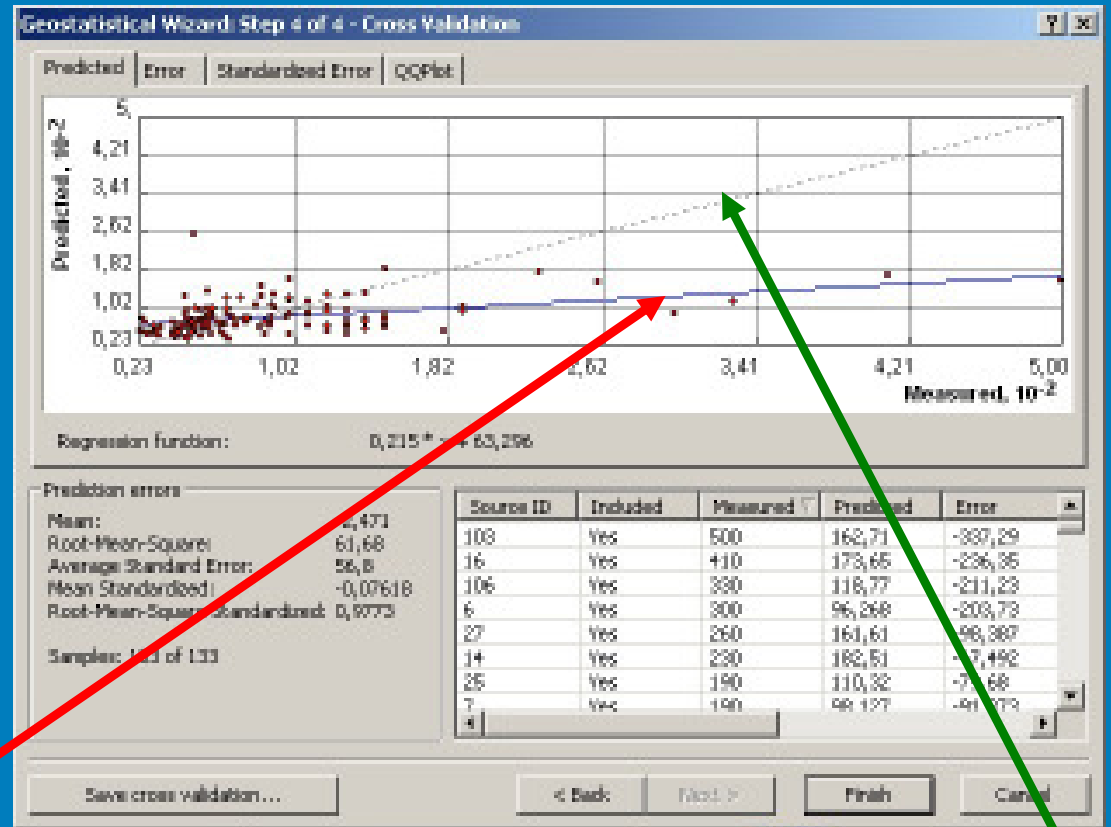


As [ppm]

Interpolation - OK



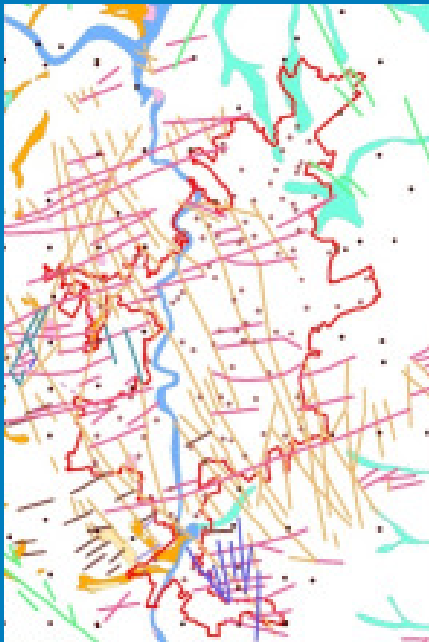
As [ppm]



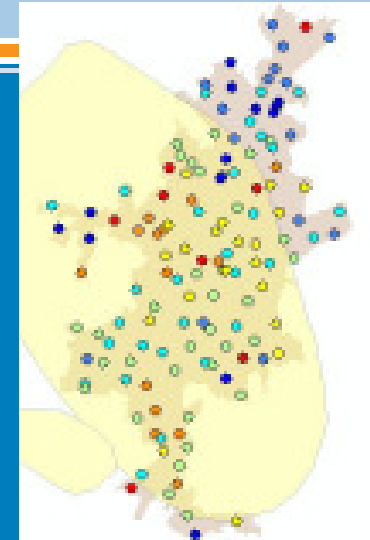
künstliche neuronale Netzwerke - advangeo

Eingangsparameter

Höhenmodell und dessen Derivate
Geologie: Lithologie, Gänge
Flächennutzung
Schlacke

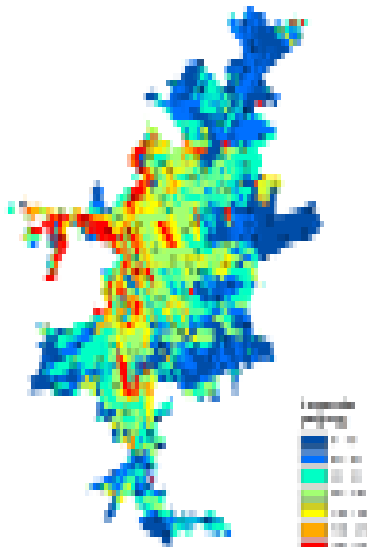


advangeo®
Prediction Software

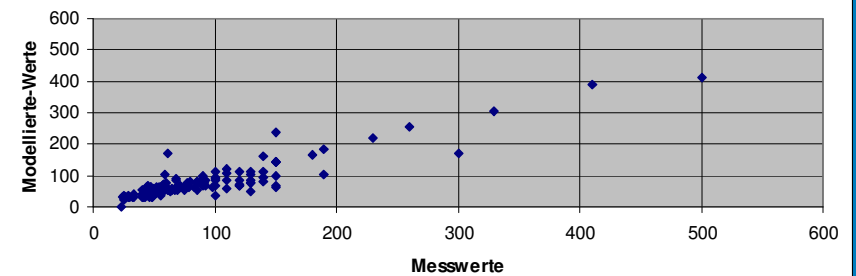


Training

Probenpunkte mit bekannten
Gehalten (130 Proben)

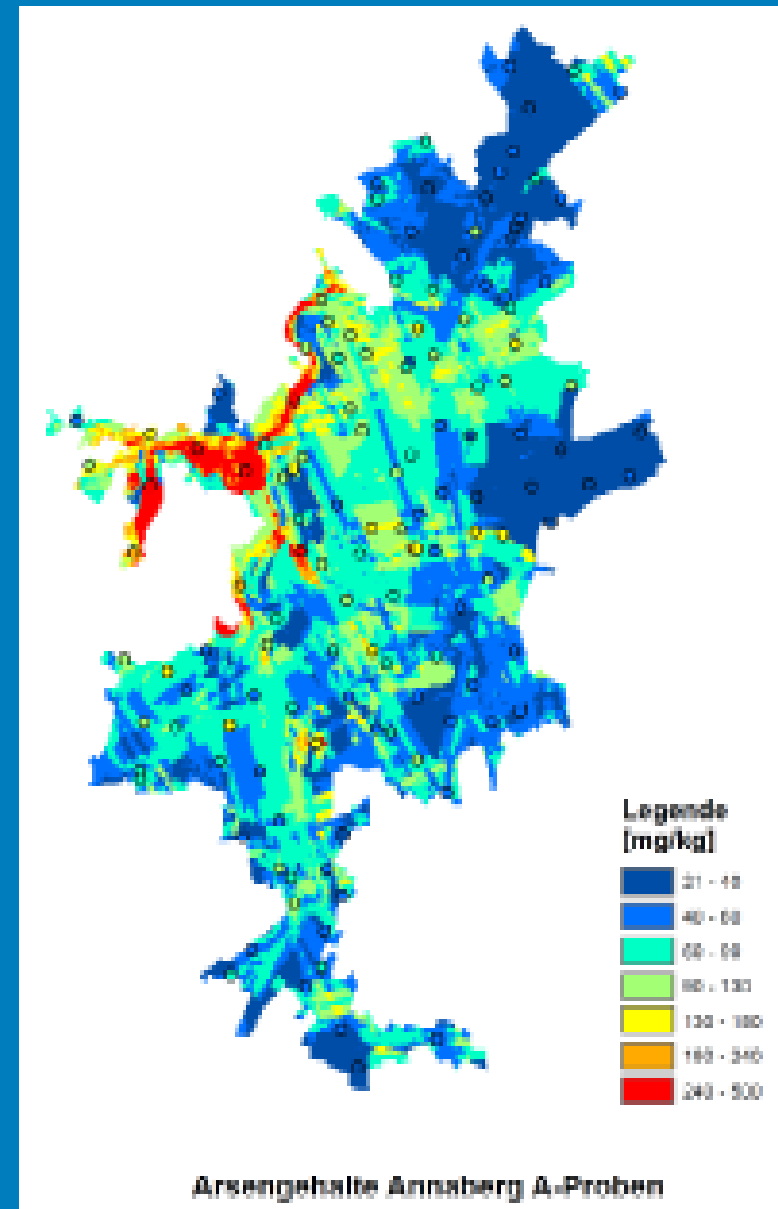


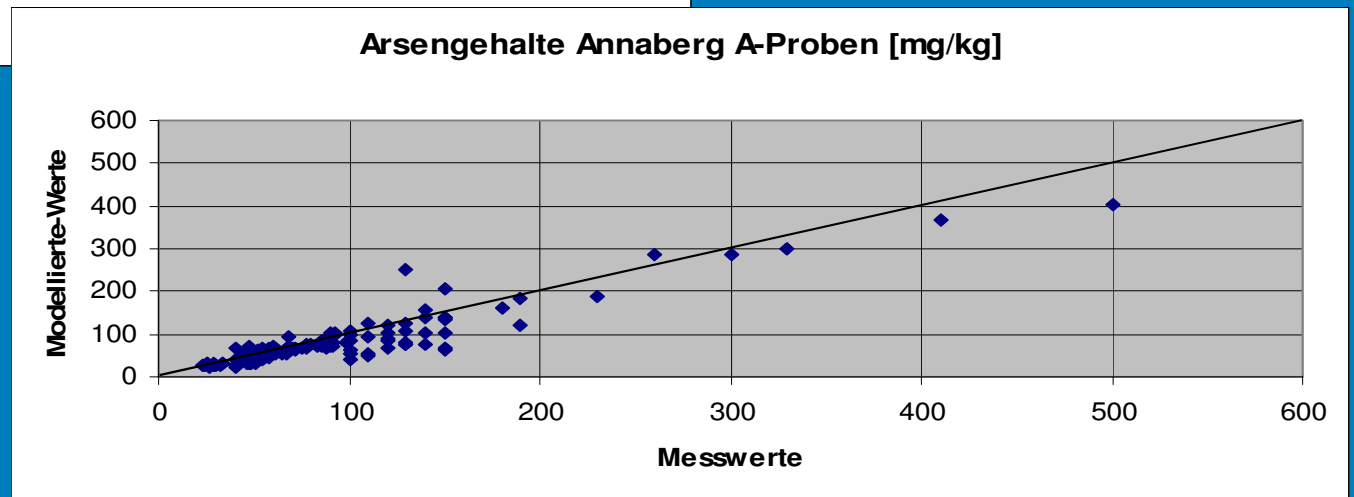
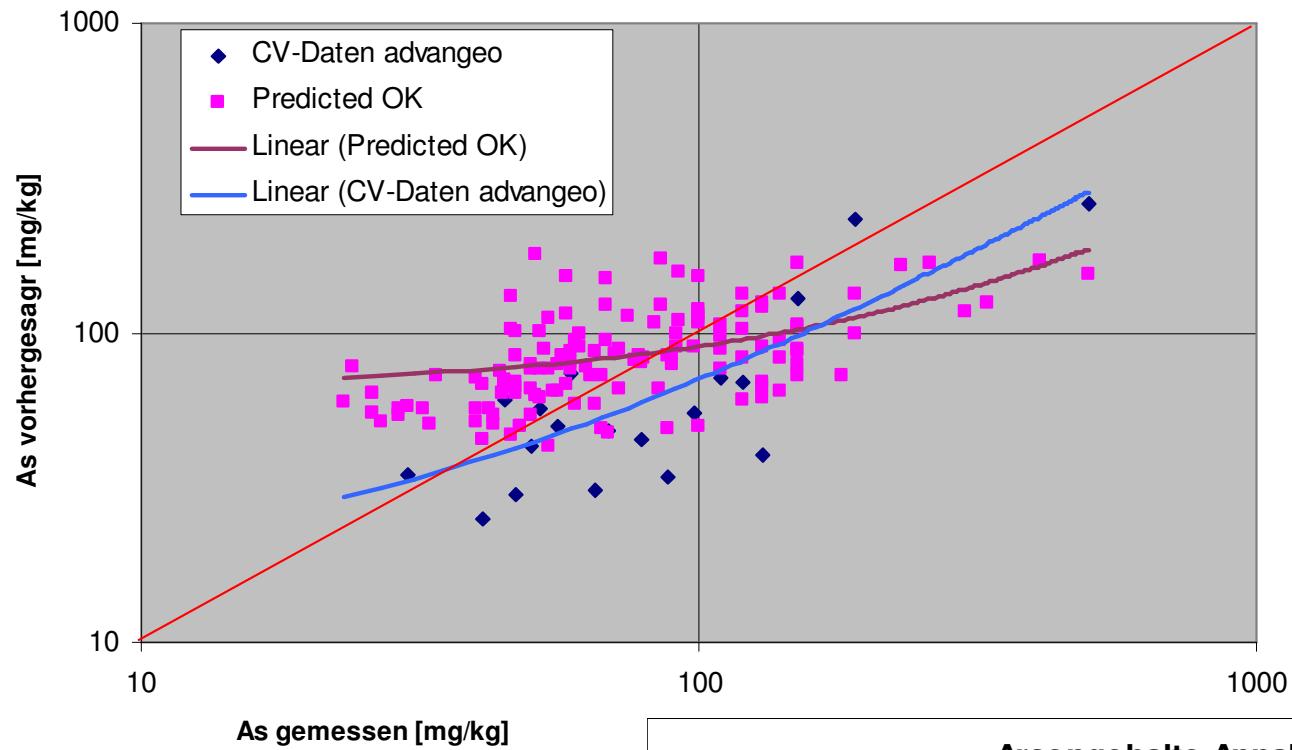
Ergebnisse der Modellierung

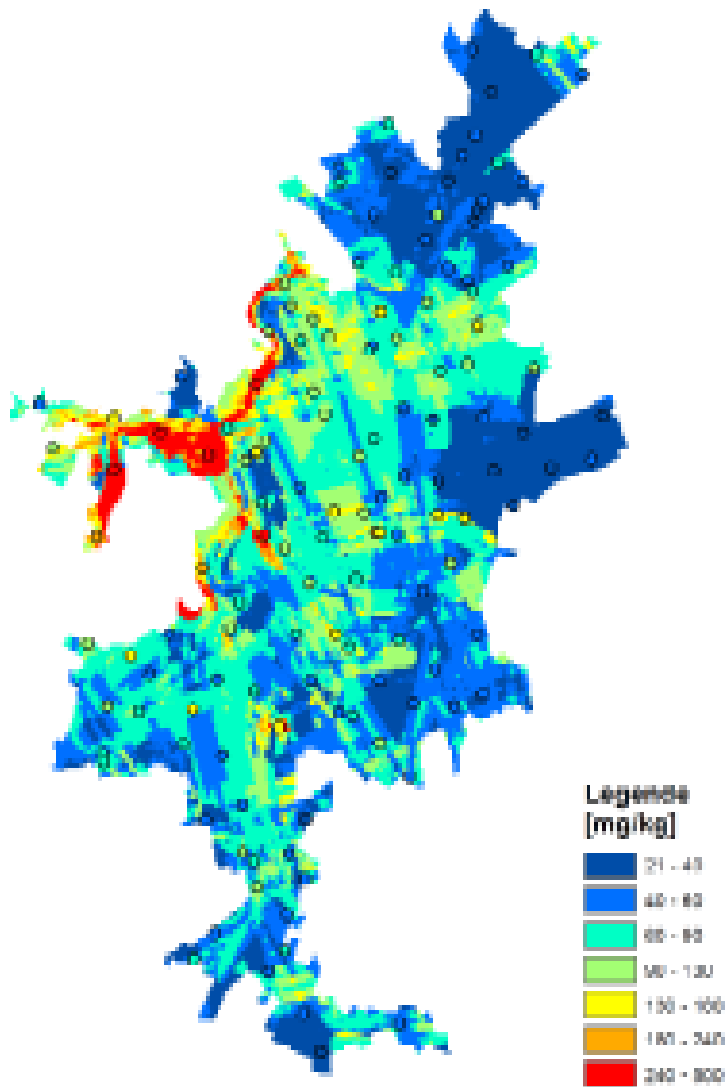


Eingangsdaten:

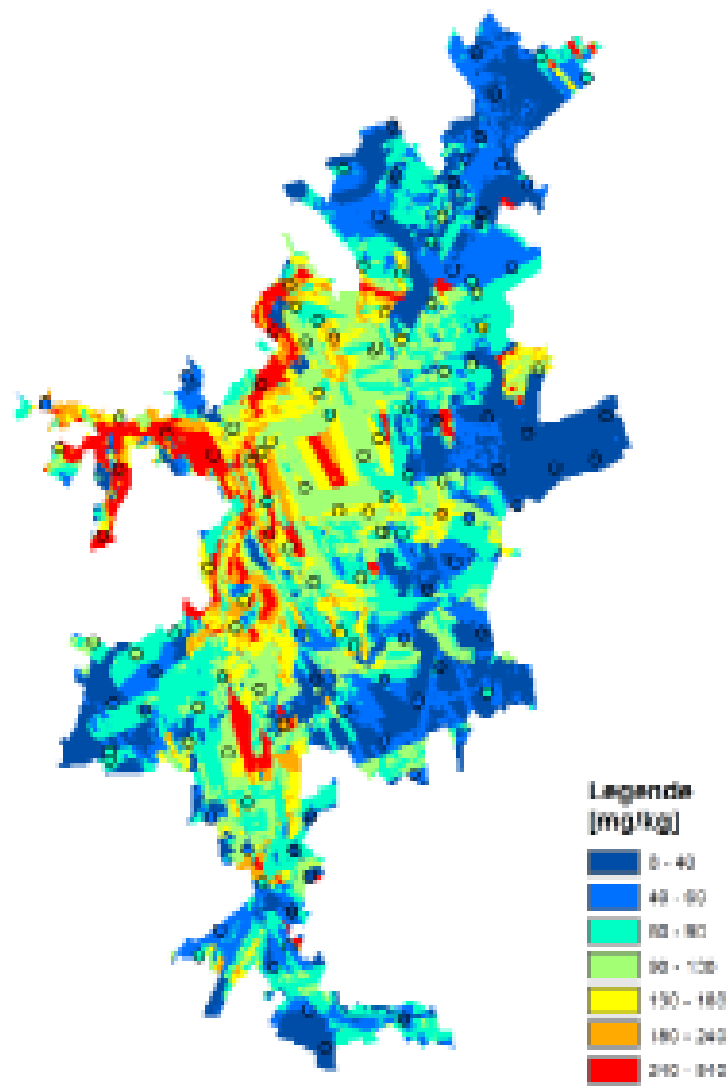
- Mineralgänge (7 Formationen)
- Flächennutzung (9 Klassen)
- Lagerstättengebiet
- Proben mit Schlackebestandteilen
- DTM





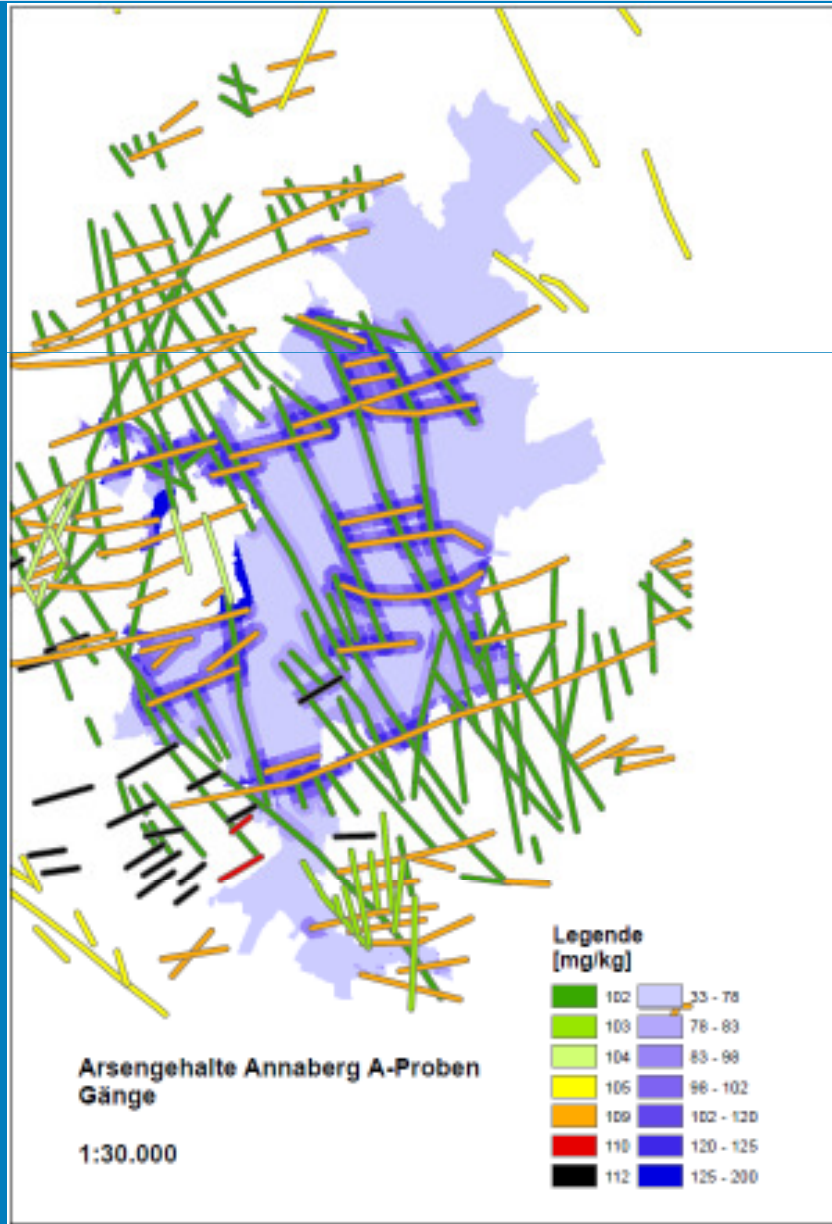


Arsengehalte Annaberg A-Proben

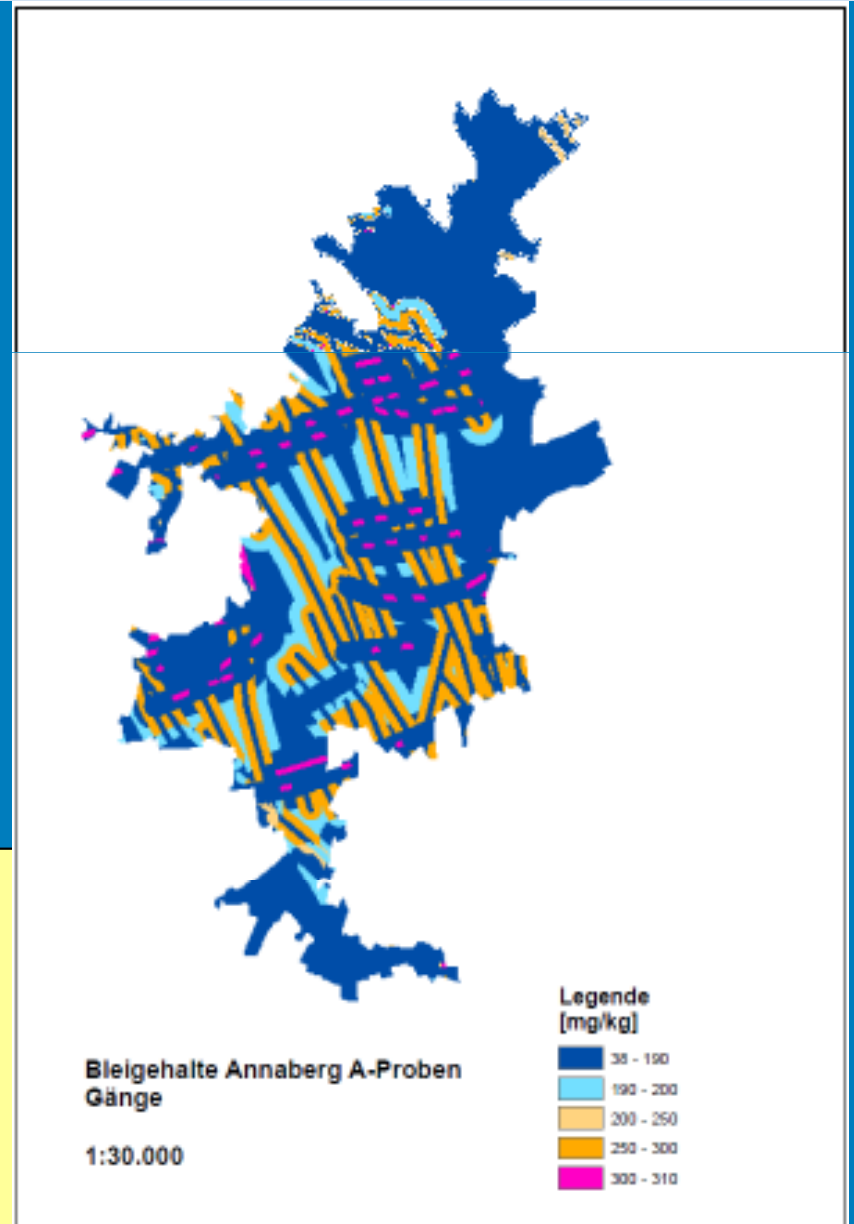


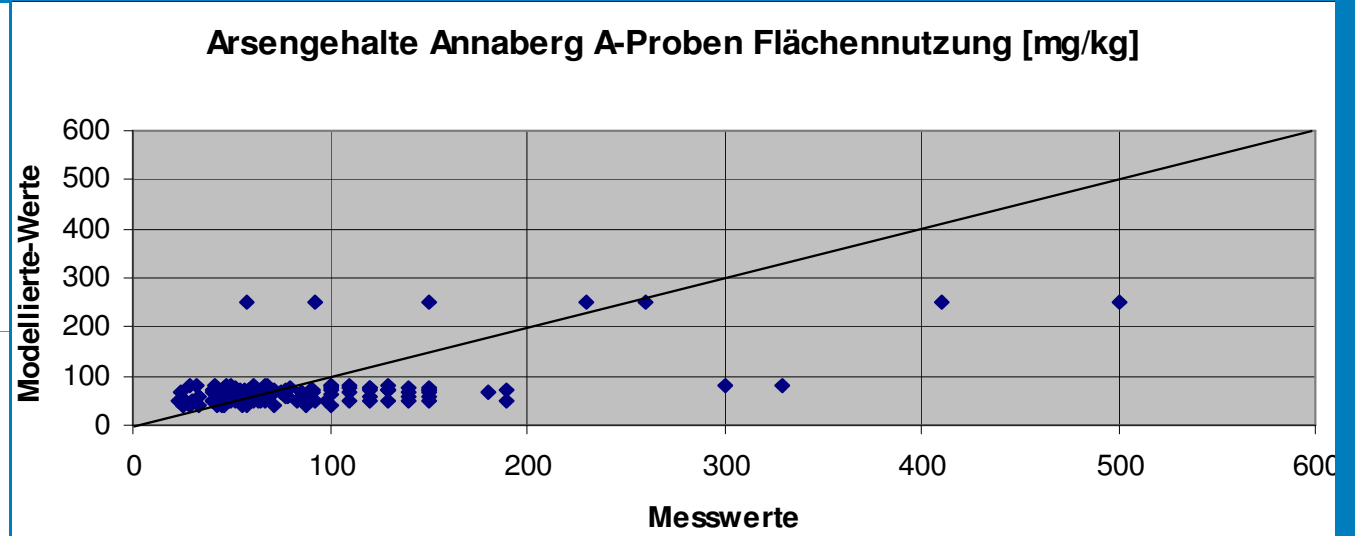
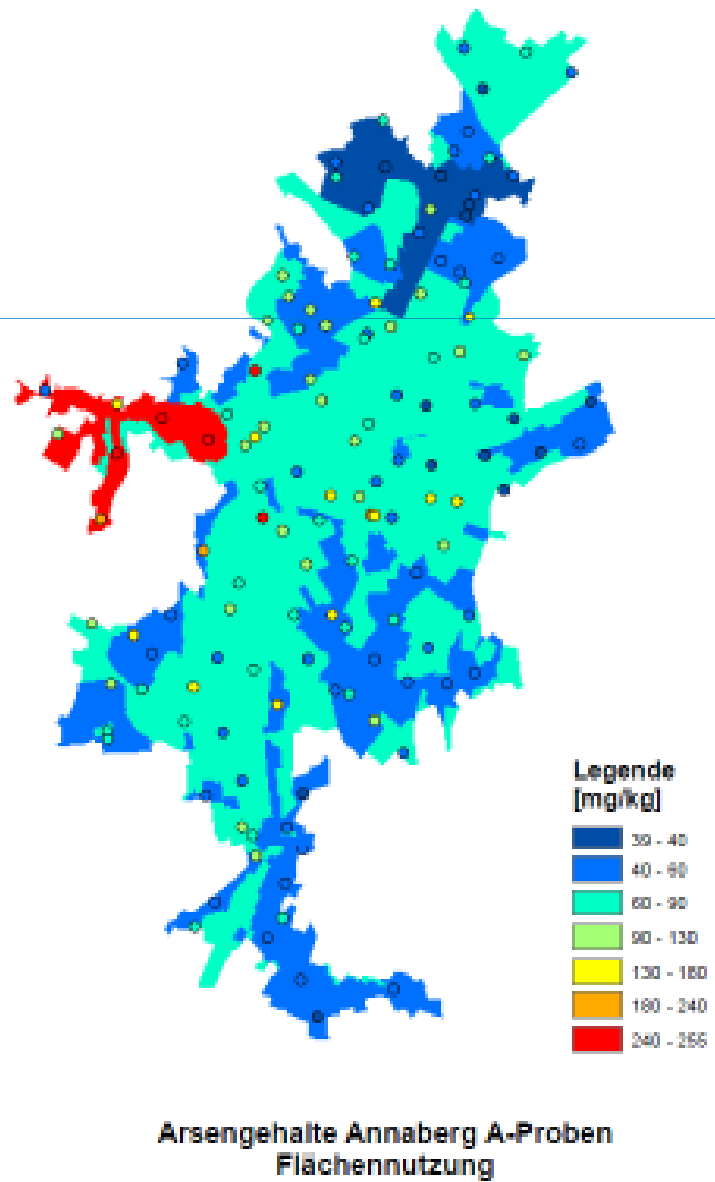
Arsengehalte Annaberg B-Proben

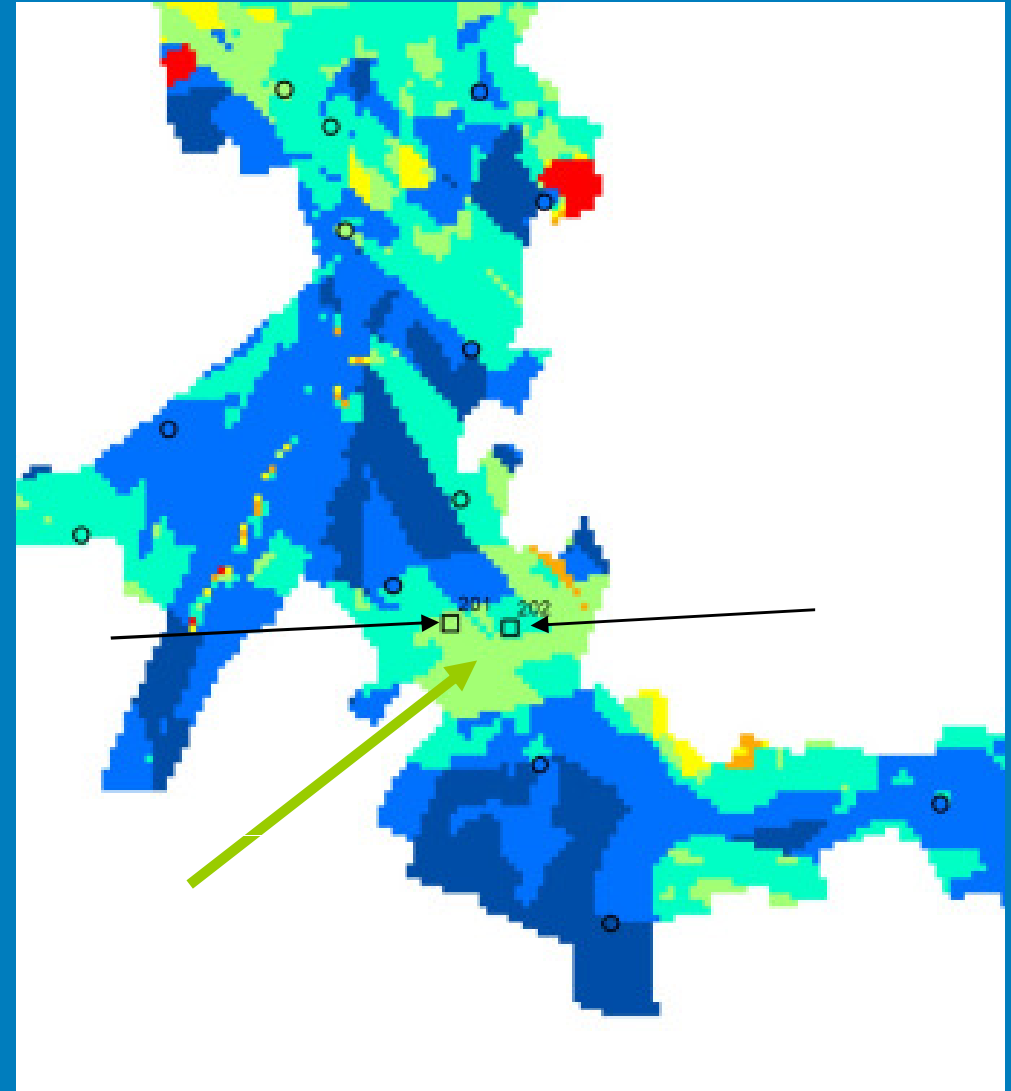
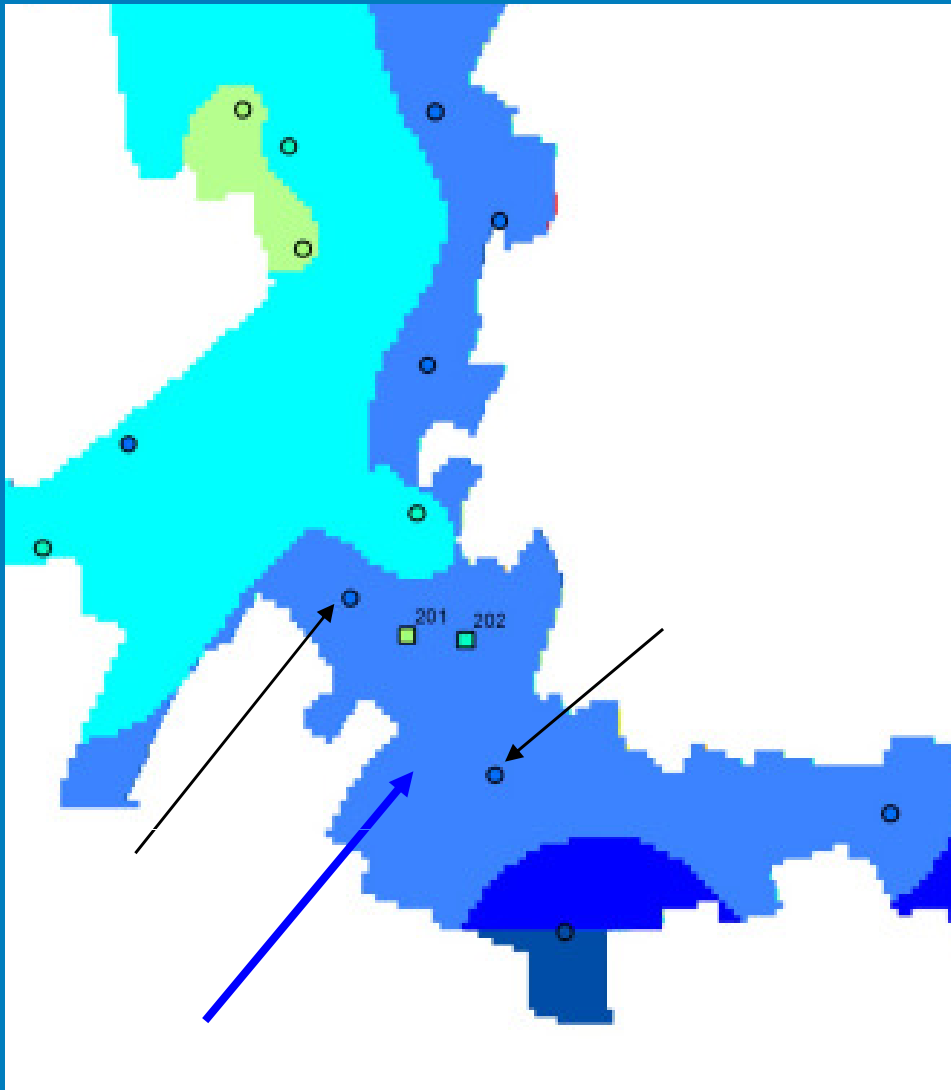


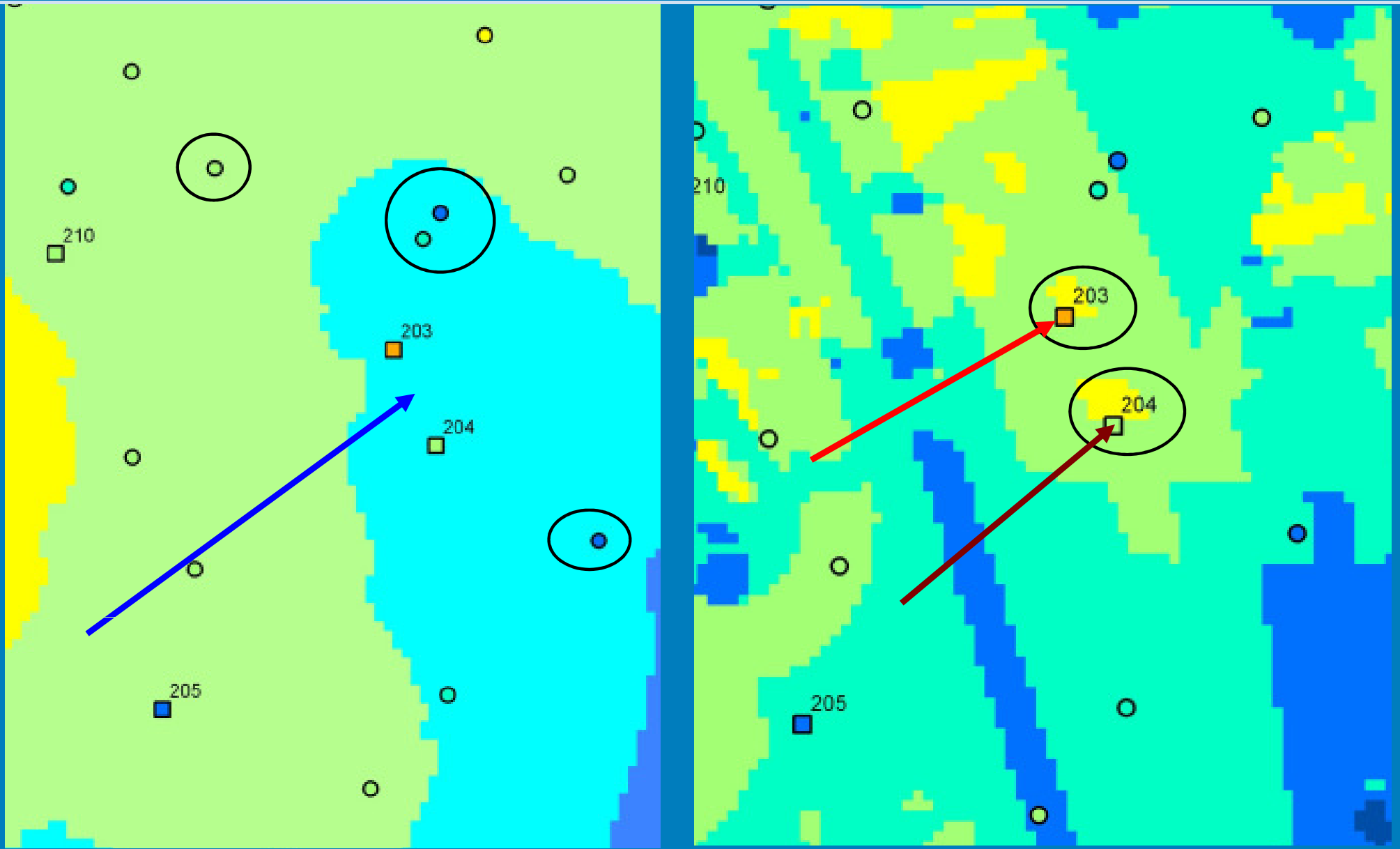


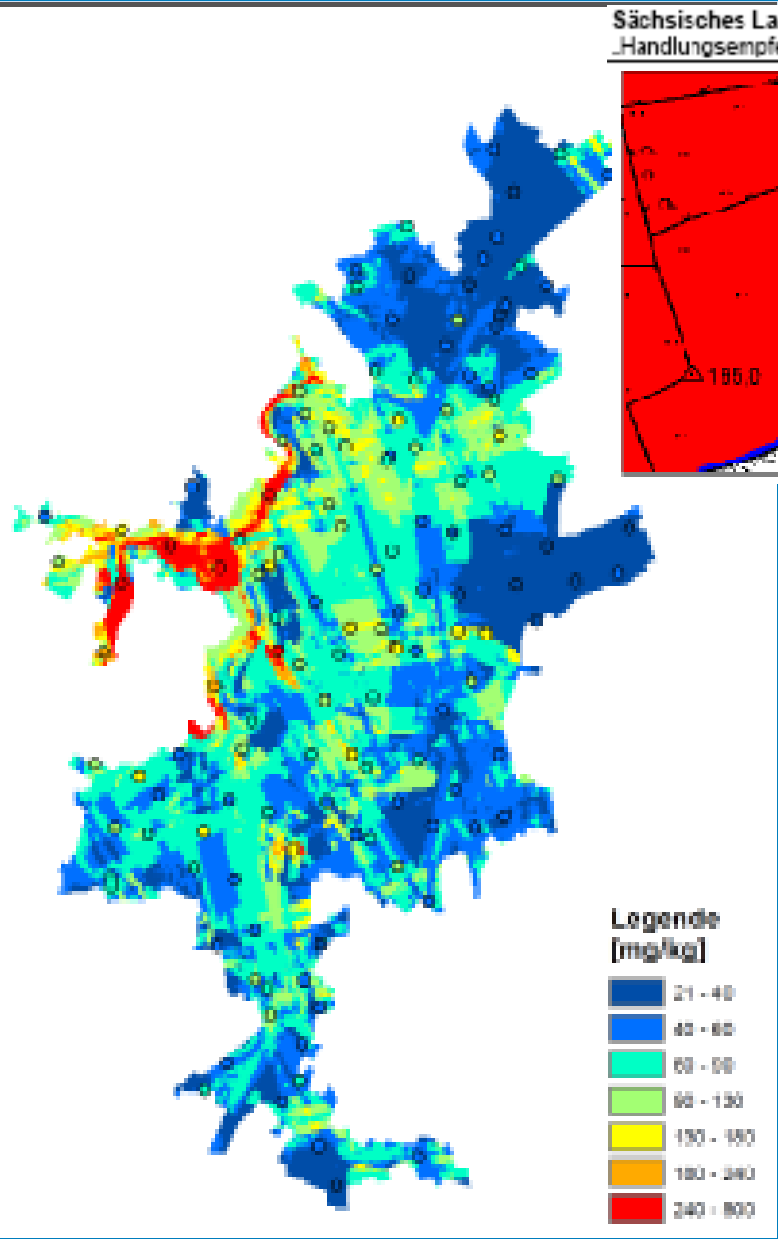
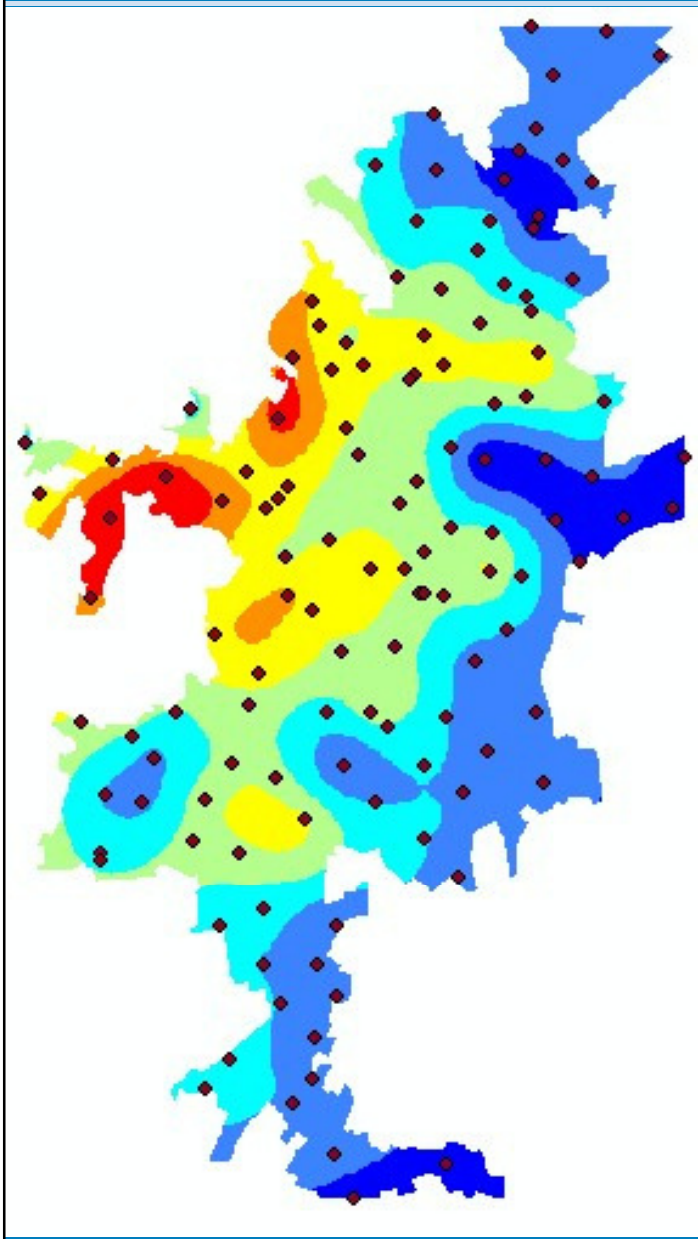
102	BiCoNi
103	bafl
104	hmba
105	flq
109	kb
110	kssf
112	z



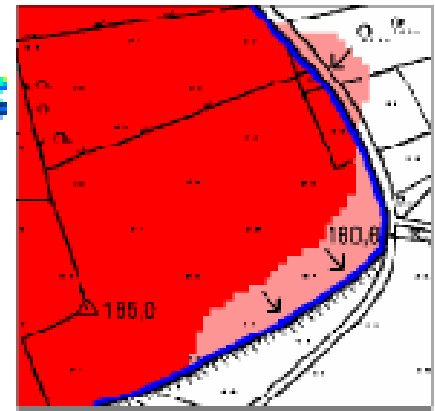








Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 „Handlungsempfehlung für Gebiete mit großflächig erhöhten Schadstoffgehalten“



- Deckschutzgebiet
- Gebietsanpassung an markante Geländegrenzen
- Grenze des Biotopplanungsgelbietes



- Flächiger Bodenabtrag → Einzugsgebiet Talsp. Klingenberg, Glashütte
- Hangrutschungen/ Bodenkriechen → Gebiet Tharandt/ Freital, Glashütte
- Rinnenerosion → Südafrika/ Limpoporegion, Tharandt/ Freital
- Lagerstättenprognose (Au, Pb/Zn, Cr) → Kosovo, Burkina Faso, Ghana
- Lateritverbreitung → Burkina Faso
- Geologische Kartierung → Kosovo, Burkina Faso
- Forstschädlinge → Osterzgebirge, Tharandter Wald
- **Regionalisierung von Punktdaten
im Bodenschutz → Stadtböden Aue/ Annaberg**
- Forstliche Standortskartierung → Karten der Feuchtestufen
- Kohlebrände → China
- ...



Zusammenfassung

- advangeo ® macht KI Verfahren in einem Standard – GIS – Umfeld einfach nutzbar
- advangeo ® ist ausgezeichnet geeignet, Punktdaten in die Fläche zu bringen
- advangeo ® analysiert komplexe Ursachen-/Wirkungsbeziehungen; Beziehungen zwischen den Einflussgrößen und der abhängigen Variable werden durch Training selbst erlernt (Lernvermögen)
- advangeo ® ist im Bodenschutz als Standardprognoseverfahren nahezu universell einsetzbar

