

HöfFIGKEITSBEWERTUNG DES MITTLEREN ERZGEBIRGES AUF ZINN, WOLFRAM, FLUSSSPAT UND SCHWERSPAT MIT HILFE DES VERFAHRENS DER KÜNSTLICHEN NEURONALEN NETZE (KNN): DATENGRUNDLAGEN, METHODIK UND ERGEBNISSE

Andreas Barth, Andreas Brosig,
Ellen Dickmayer, Daniel Franke,
Henrik Kaufmann,
Andreas Knobloch, Claus Legler

www.smul.sachsen.de/lfulg/
www.beak.de

Ist da noch
etwas ?

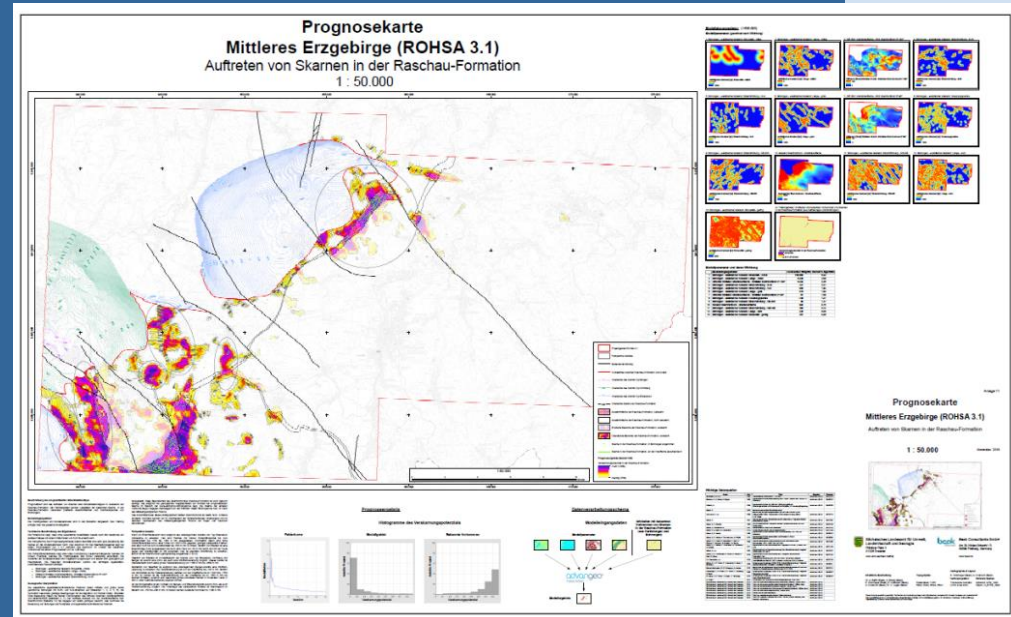


beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Agenda

1. Zielstellung
2. Untersuchungsgebiet
3. Methodik
4. Datengrundlagen
5. Datenvorbereitung
6. Ergebnisse
7. Wie weiter?



beak
CONSULTANTS

advangeo
Prediction Software

Zielstellung

2012 hat die sächsische Staatsregierung in ihrer Rohstoffstrategie als Aufgabe unter anderem festgelegt, dass *durch Fortschreibung der vorhandenen Rohstoffdatenbanken die Rahmenbedingungen für den Abbau heimischer Rohstoffe so gestaltet werden, dass ein wirtschaftlicher Abbau nachhaltig gewährleistet ist.* Dieser Auftrag wird u. a. durch das Pilotprojekt ROHSA 3.1 umgesetzt. Ein wesentlicher Schritt ist die Verfügbarmachung der umfangreichen geowissenschaftlichen und montanen Datenbestände Sachsens zum Zwecke der wirtschaftlich/wissenschaftlichen Neubewertung der Rohstoffvorkommen. Im Ergebnis sollen u. a. in einer Region im mittleren Erzgebirge (siehe Abb.1) neue hoffige Rohstoffgebiete mittels rechnergestützter Höffigkeitsprognose ermittelt werden.

LfULG, April 2016

Zu beurteilende Rohstoffe und Lagerstättentypen:

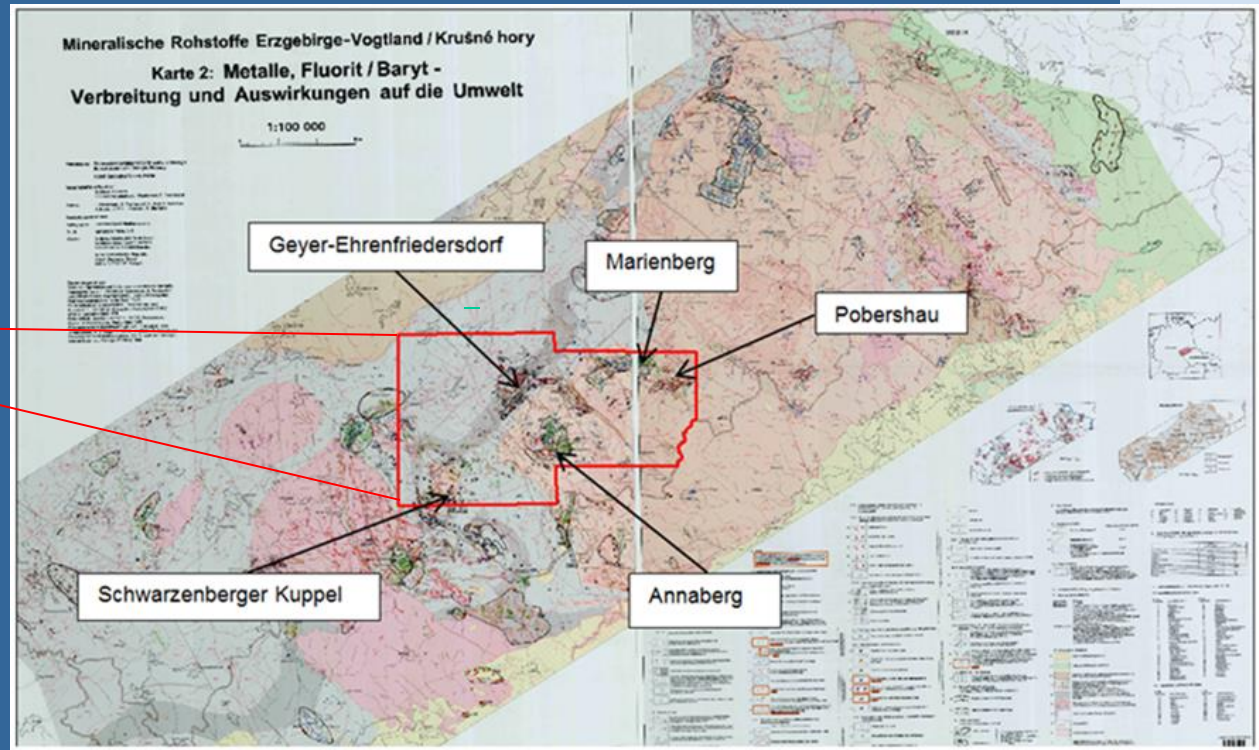
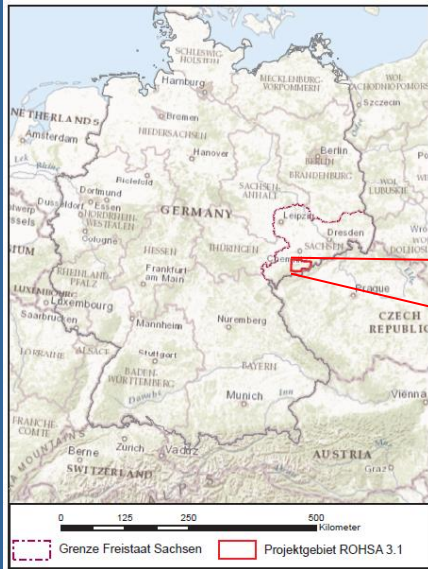
- Sn in Greisen, auf Gängen und in Skarnen
- W auf Gängen und in Skarnen
- Fluss- und Schwerspat auf Gängen



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Untersuchungsgebiet



Kartengrundlage: Hösel, G., u.a. (1990): Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland – Krušné Hory 1:100.000. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie, Freiberg.

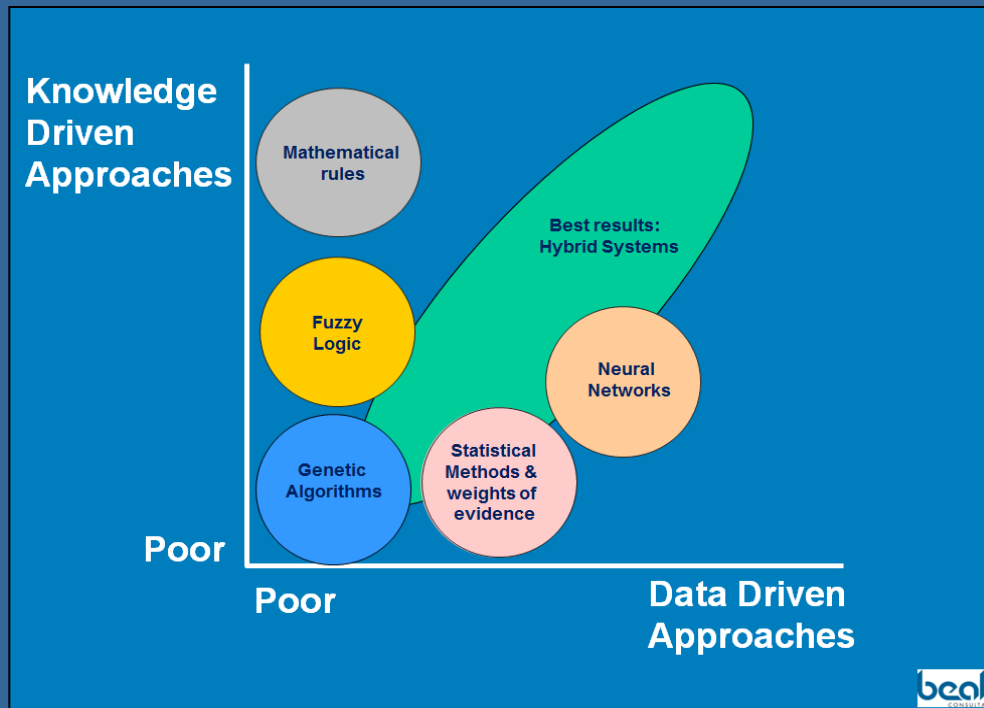
- Mittleres Erzgebirge
- Traditionelle Bergbauggebiete: Marienberg, Annaberg, Pobershau, Geyer-Ehrenfriedersdorf, Schwarzenberg
- Rohstoffe: Sn, W, Ag, Cu, Fe (Flussspat, Schwerspat, U)
- Größe: 740 km²



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Genutztes Prognoseverfahren



Hybrides Verfahren


Kombination von Datenanalyse mit künstlichen neuronalen Netzen und wissensbasierter Vorbereitung der Daten



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Das KNN

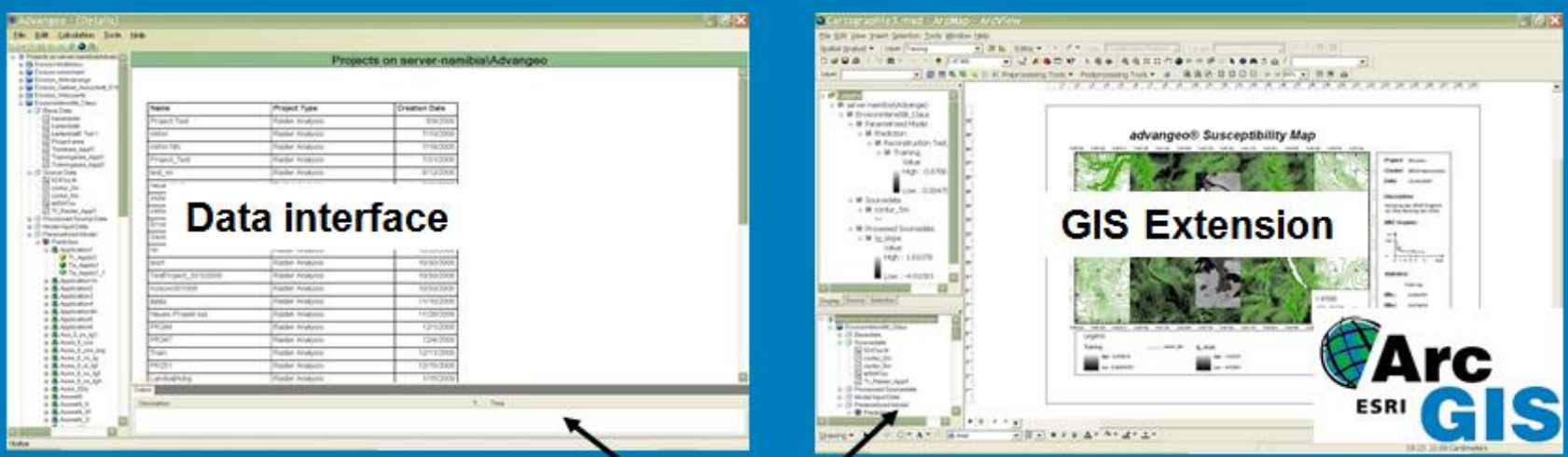
- erkennt **vorhandene** Zusammenhänge,
- erkennt **fehlende** Zusammenhänge,
- Bewertet die **Höhe des Einflusses** der kontrollierenden Parameter auf die abhängige Variable (Gewichte),
- Kann **qualitative** (z.B. Potenzial des Auftretens) und **quantitative** (z.B. Mengen, Inhalte) **Prognosen** rechnen.
- Ist implementiert in der  **Prediction Software** von Beak Consultants GmbH



beak
CONSULTANTS

advangeo
Prediction Software

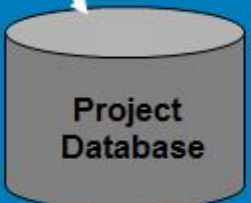
Struktur der advangeo® Prediction Software



& 3D Software



SQL Server /
SQL Server Express
Modellparameter

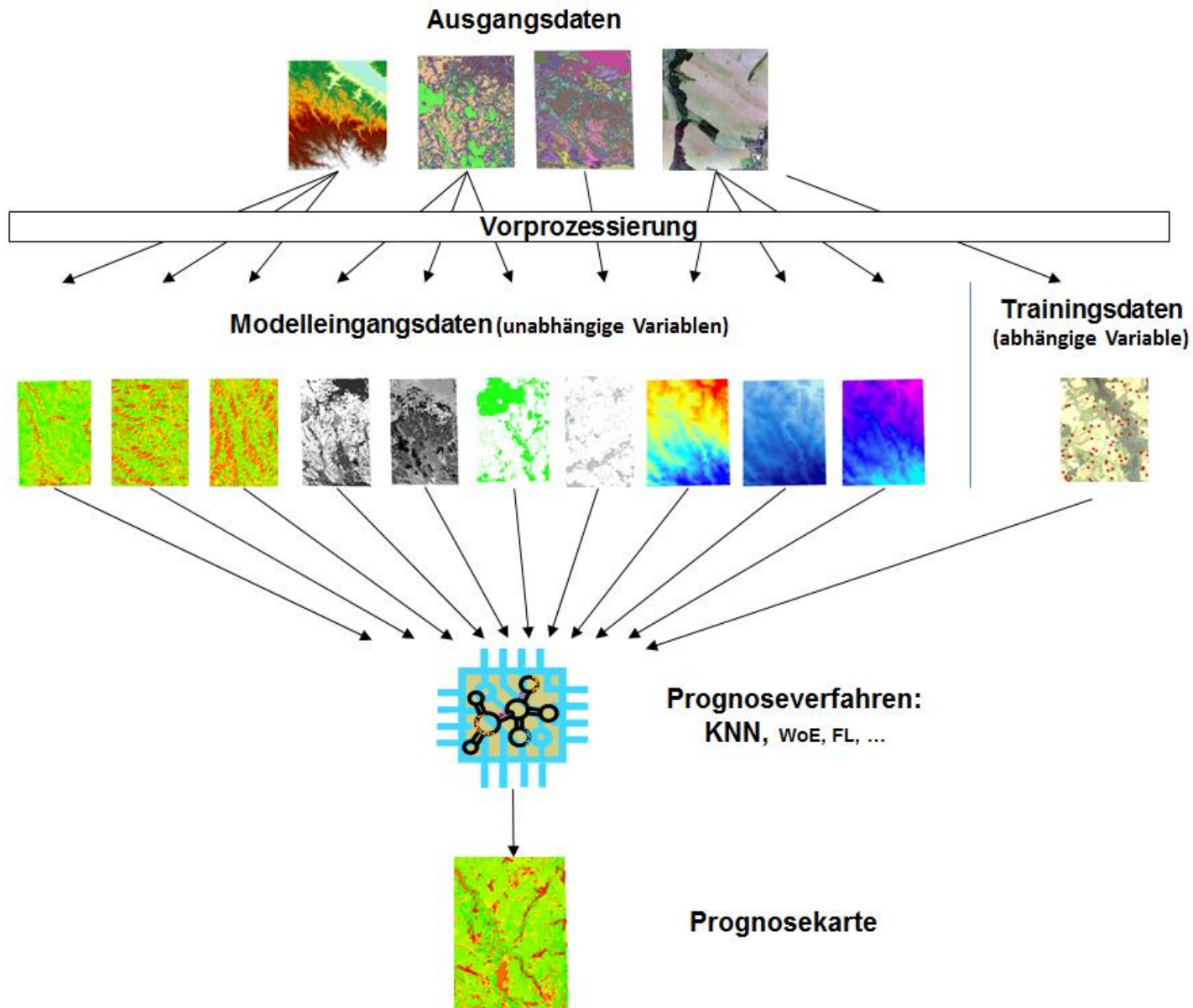


ESRI Grid + Shapefile /
FGDB / PGDB
3D Griddaten



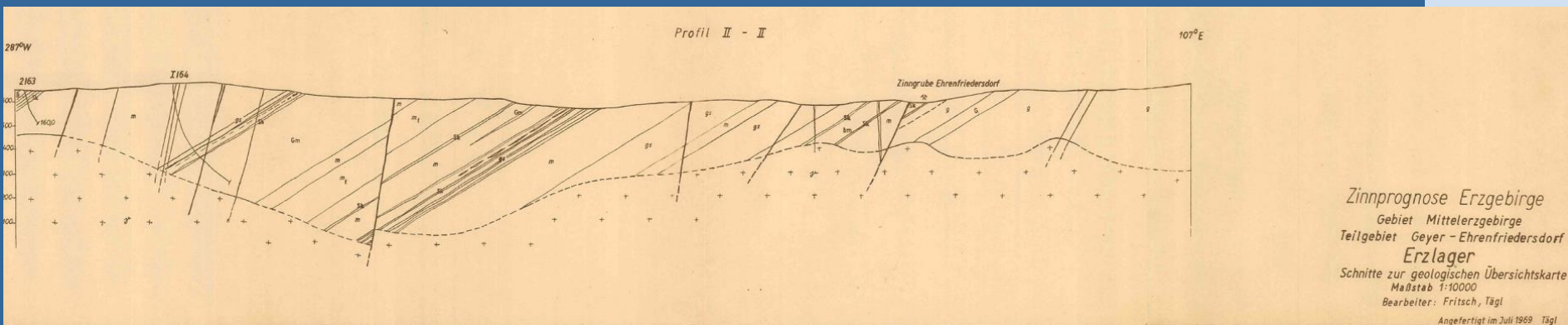
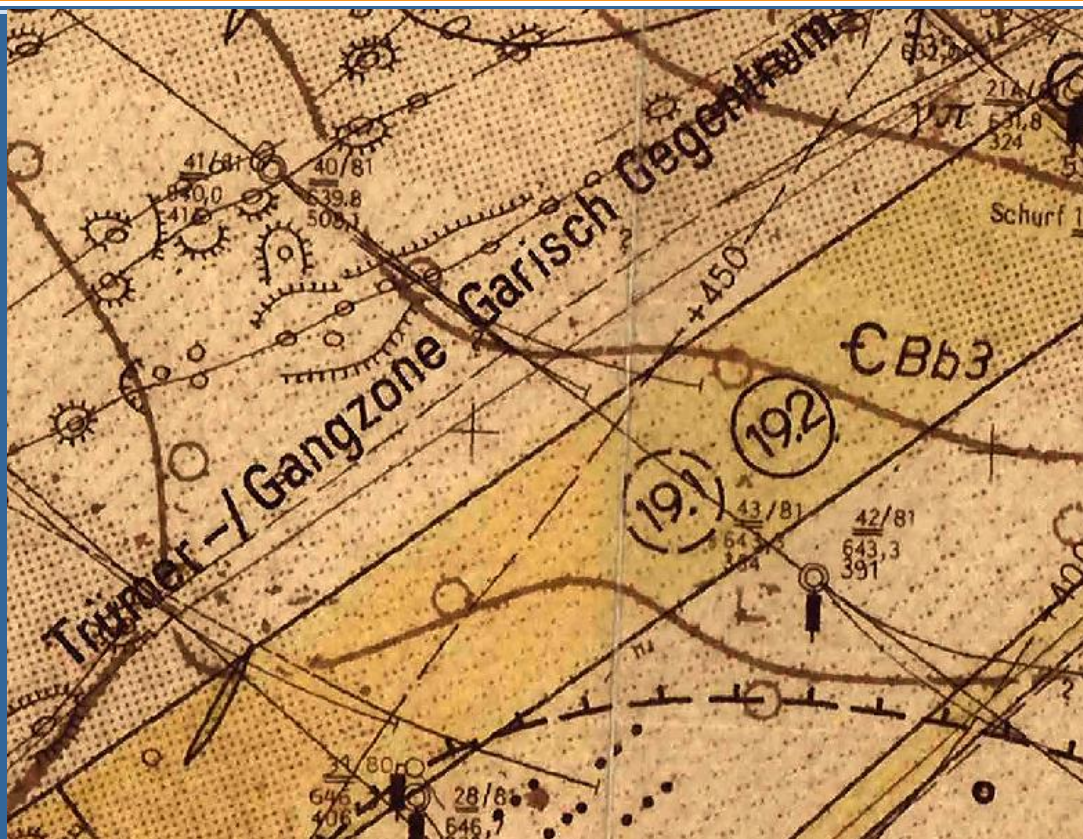
Referenzierte
Datenquellen



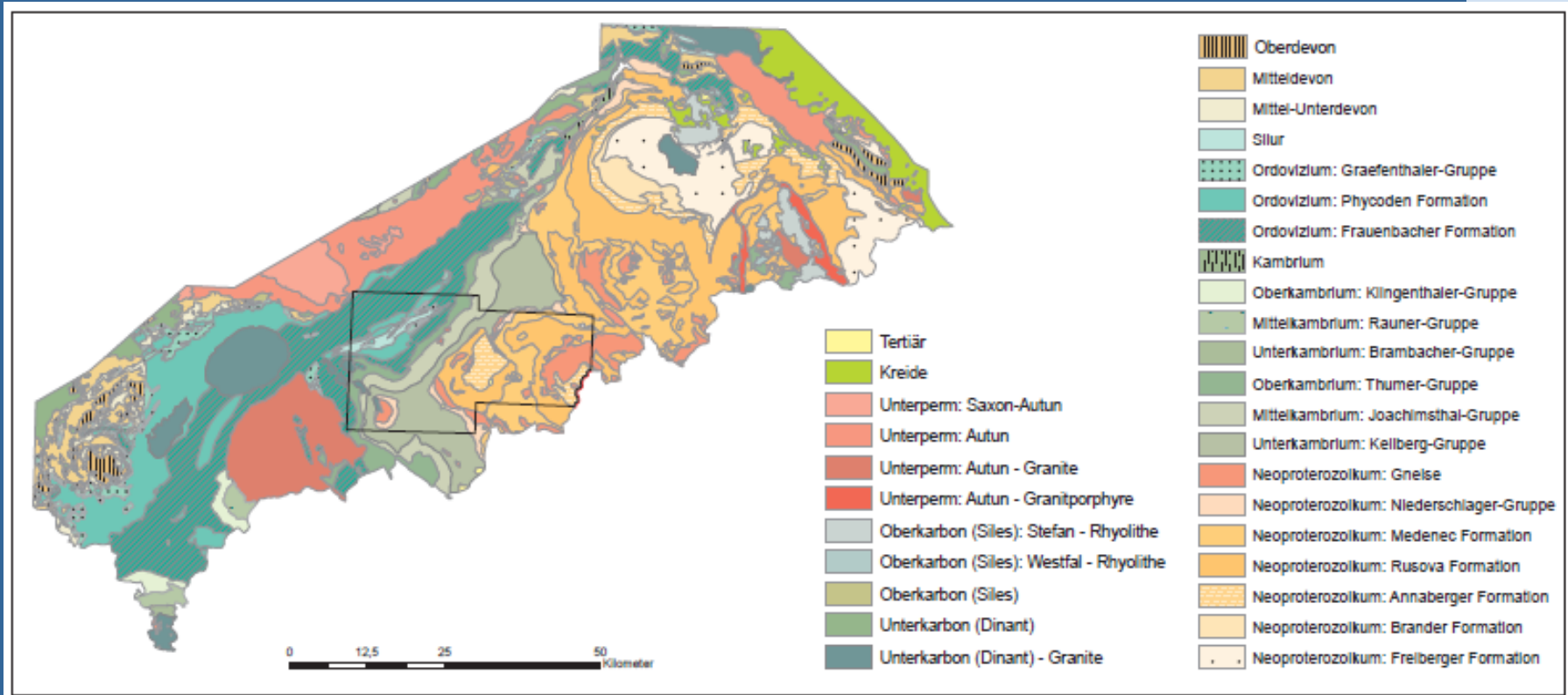


Datengrundlagen

- 24 GB Daten
- 196 Berichte
- 531 Karten, Risse u.ä.
- 423 Schnitte
- 28.833 Bohrungen
- Geochemische Analysen
- Geophysikalische Daten
- Öffentlich zugängliche Literatur



Geologie des Untersuchungsgebietes



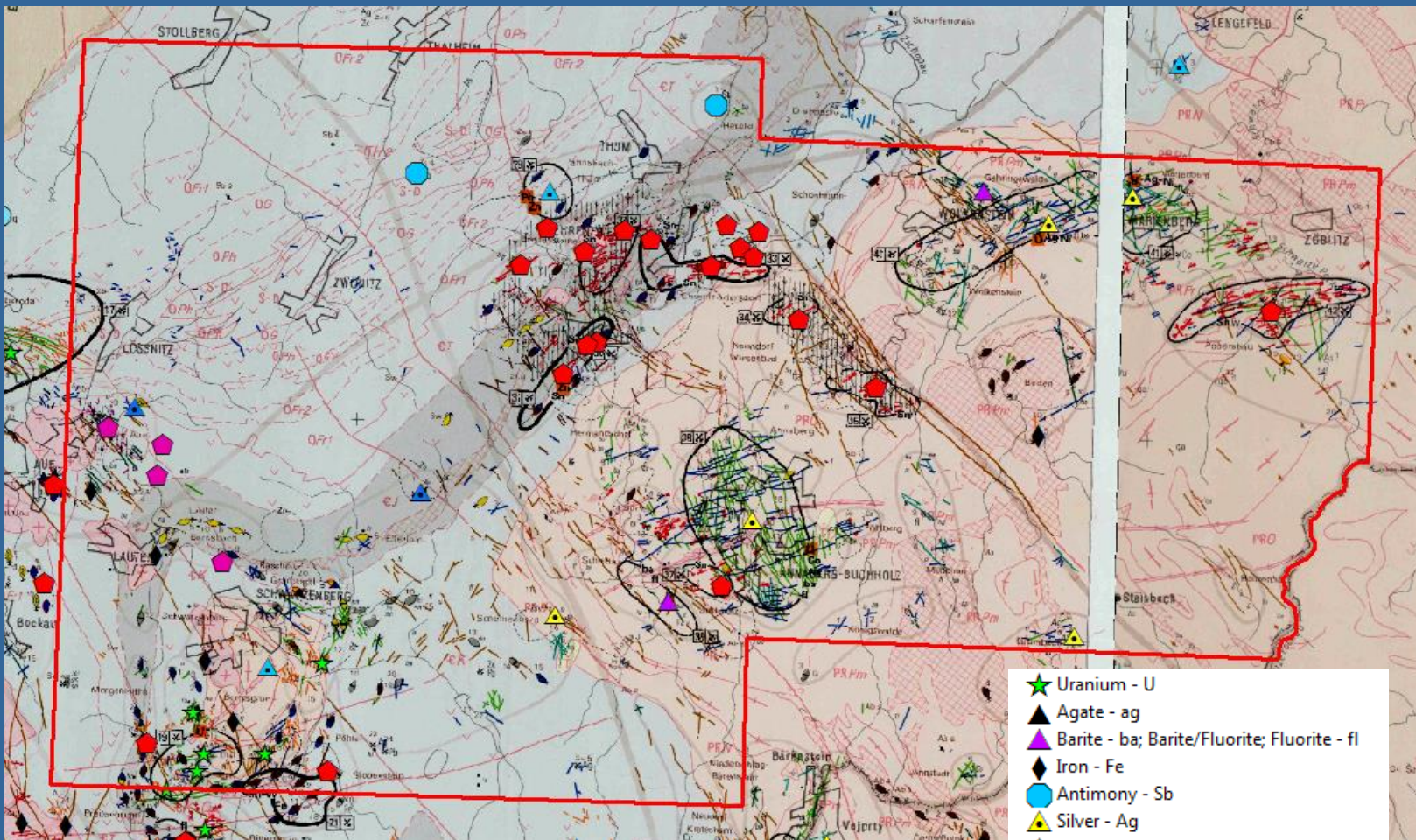
- Metasedimente verschiedener Metamorphosegrade mit hochreaktiven Gesteinen (z.B. Karbonate, kohlenstoffhaltige Gesteine, Metabasite)
- Synkinematische Magmatite
- Unterlagert von hochspezialisierten postkinematischen Granitoiden
- Starke Bruchtektonik verschiedenster Richtungen



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Rohstoffe im Untersuchungsgebiet



- ★ Uranium - U
- ▲ Agate - ag
- ▲ Barite - ba; Barite/Fluorite; Fluorite - fl
- ◆ Iron - Fe
- Antimony - Sb
- ▲ Silver - Ag
- ▲ Lead - Pb
- ▲ Zinc - Zn
- ▲ Pyrite
- Mercury - Hg
- ▲ Copper - Cu
- ◆ Tin - Sn
- Molybdenum - Mo
- ◆ Tungsten - W

Kartengrundlage: Hösel, G., u.a. (1990): Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland / Krusne Hory 1:100.000. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie, Freiberg.

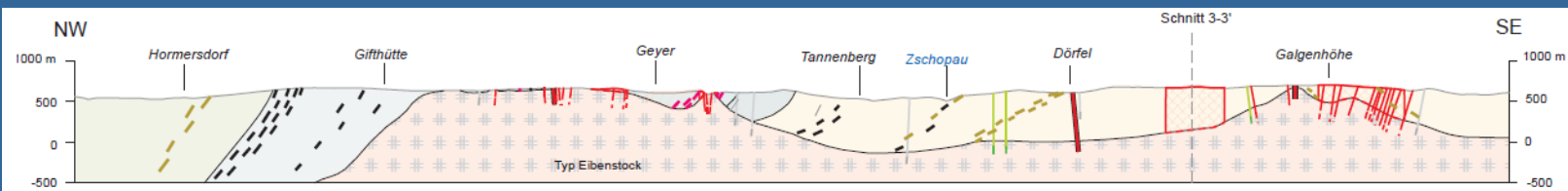
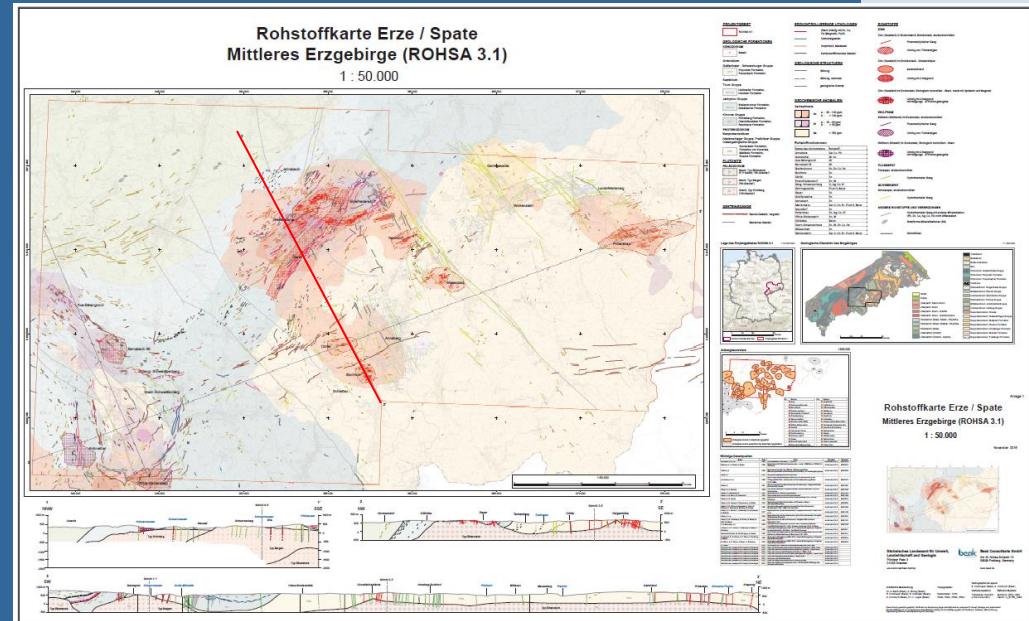


beak
CONSULTANTS

advangeo
Prediction Software

Die neue Rohstoffkarte: alles über Sn, W, Spate

- Druckmaßstab: 1:50.000
- Genauigkeit der rohstoffgeologischen Information: 1:2.000-1:50.000
- Enthält die verfügbaren Informationen zu den Rohstoffen, inkl. Vorratsblöcke, Ausbisslinien der Erzgänge und erzkontrollierenden Lithologien
- Entstanden durch Aufarbeitung der Primärunterlagen

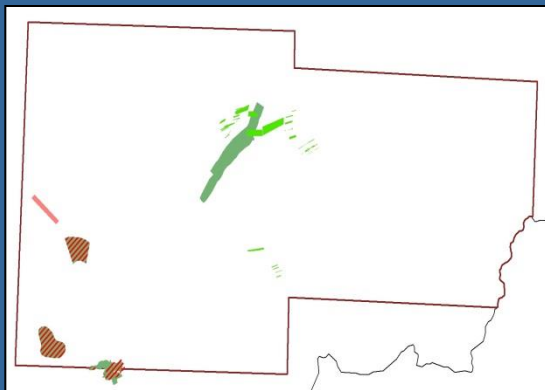


beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Bekannte Vorräte

- Erfassung aller bekannten Blöcke
- Genauigkeit der rohstoffgeologischen Information: 1:1.000 – 1:5.000

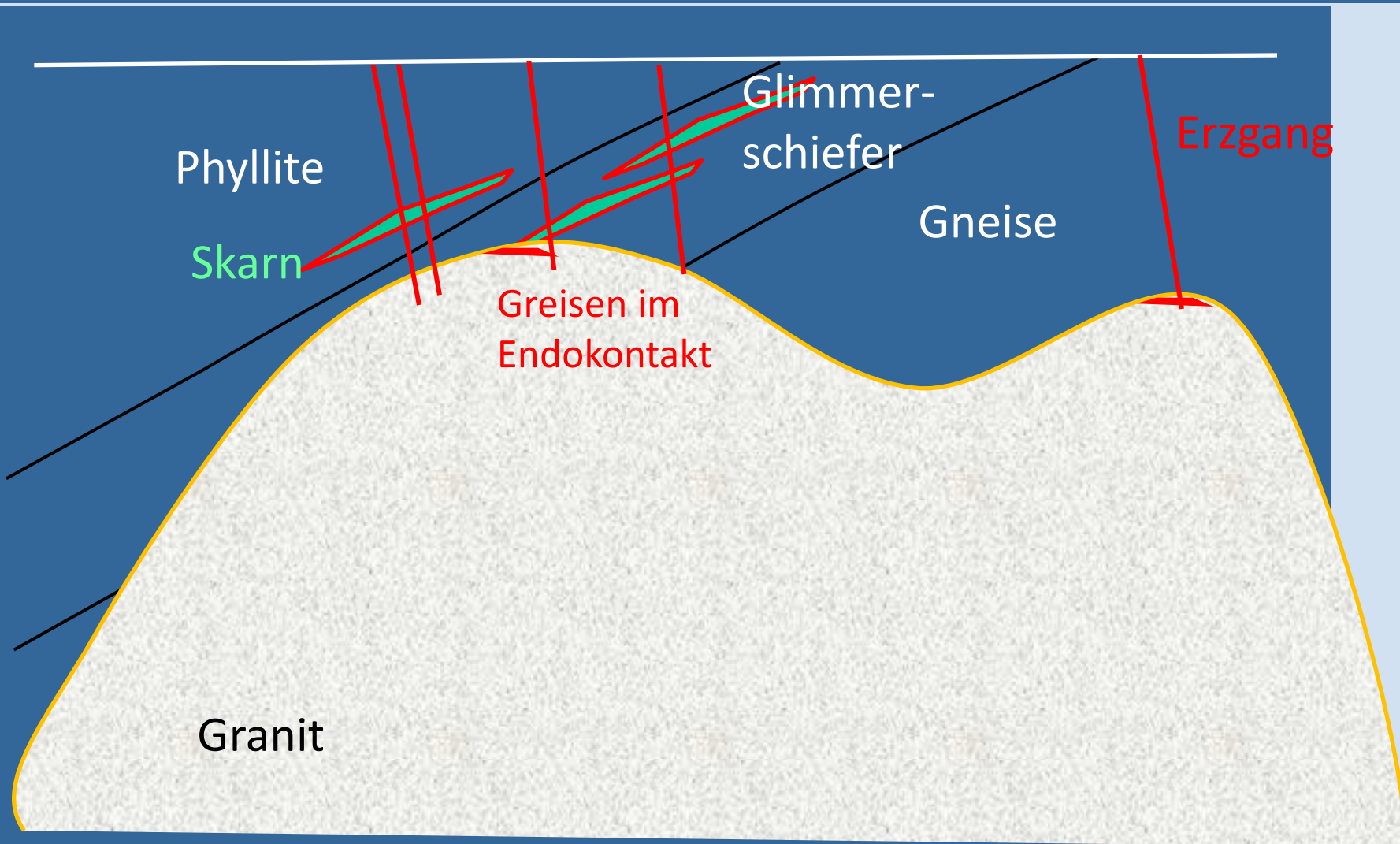


Rohstoff	Lagerstättentyp						
	strukturkontrolliert: gangförmig						
	bekannte Vorräte (Gehalte und Metallinhalte)						
	C1,C2			c1,c2		Delta	
	Gehalte (%)	Rohstoff-inhalte (t)	davon abgebaut (%)	Gehalte (%)	Rohstoff-inhalte (t)	Gehalte (%)	Rohstoff-inhalte (t)
Sn	0,24	53.491	10 bis 32	0,107	815	0,23	12.230
WO3	0,046	4.093	30	0,037	40	0,26	2.595
Flussspat	70	86.400	100	-	-	-	-
Schwerspat	77,5	53.750	100	67	7700	-	-
WO3 nur Aue-Lauter	0,29	191	0	-	-	0,29	2301

Rohstoff	Lagerstättentyp						
	lithologisch kontrolliert: Skarn						
	bekannte Vorräte (Gehalte und Metallinhalte)						
	C1,C2			c1,c2		Delta	
	Gehalte (%)	Rohstoff-inhalte (t)	davon abgebaut (%)	Gehalte (%)	Rohstoff-inhalte (t)	Gehalte (%)	Rohstoff-inhalte (t)
Sn	0,59	83.753	0	0,38	45.837,00	0,44	126.226
WO3	0,48	43.437	0	-	-	0,96	78.300
Flussspat (Nebenkomponente in Pöhla-Gl.)	17,1	38.317	-	-	-	-	-
Schwerspat	-	-	-	-	-	-	-



Konzeptionelles Modell der Sn-W-Vererzung im Untersuchungsgebiet



Aufbau des Modells



- **Wesentliche Parameter:**
 - **Rastergröße: 50 x 50 m**
 - **Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N**
 - **Eckpunkte**
 - Westen (min. Rechtswert): 337.000
 - Osten (max. Rechtswert): 378.000
 - Norden (max. Hochwert): 5.619.000
 - Süden (min. Hochwert): 5.595.000
 - **Modelltiefe: -3000 m NN**
 - **Projektgebiet: ROHSA 3.1 Fläche**

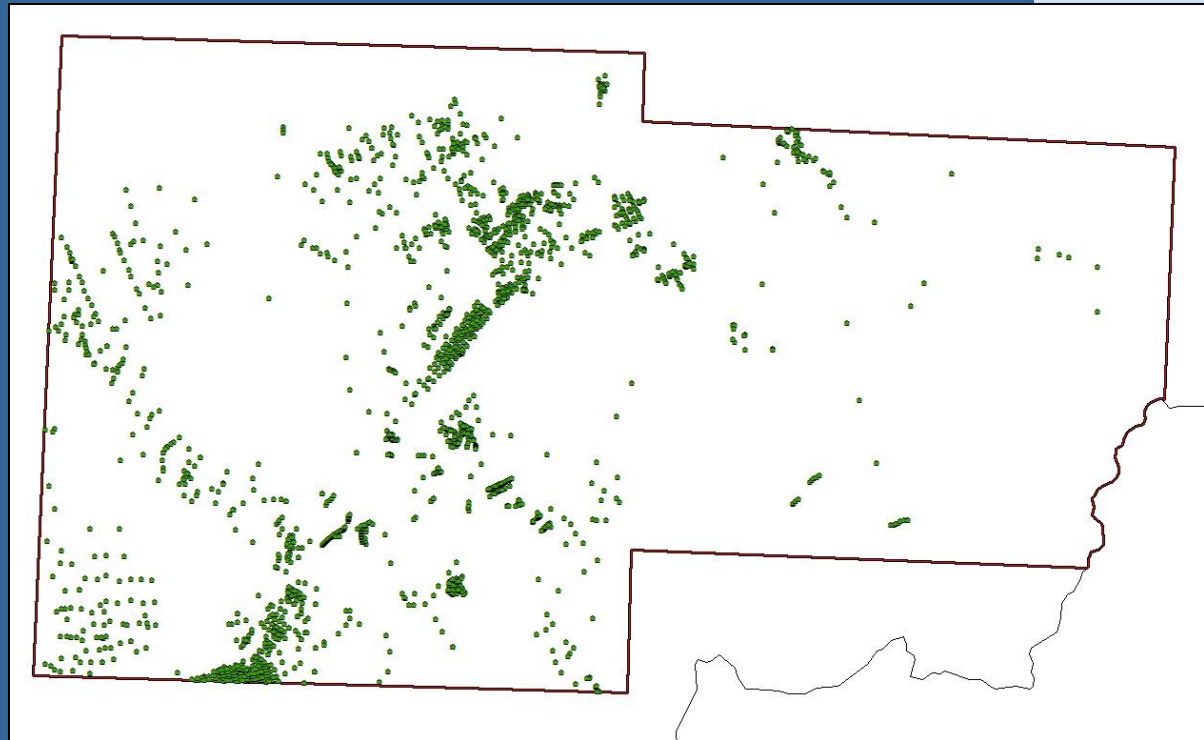


beak
CONSULTANTS

advangeo
Prediction Software

Datenvorbereitung - Bohrungen

- 28.833 Bohrungen in der Kontur
- Ausfiltern der nicht zutreffenden Bohrungen (ohne SVZ, <20m, Ziel Geothermie, Hydrogeologie, usw.)
- Verbleiben 2.014 Bohrungen mit 42.759 Schichtdatensätzen
- Bohrlochabweichung z.T. neu erfasst oder anhand der Kopfdaten berechnet



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

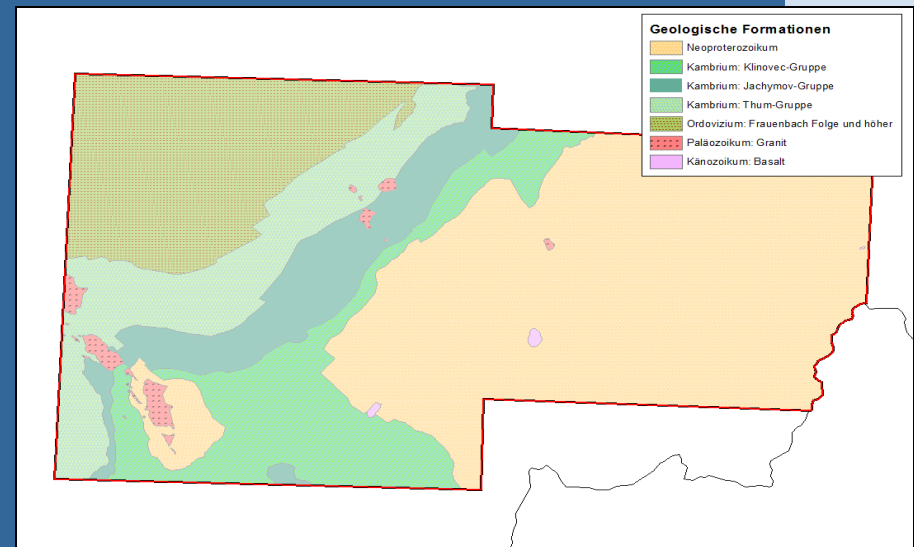
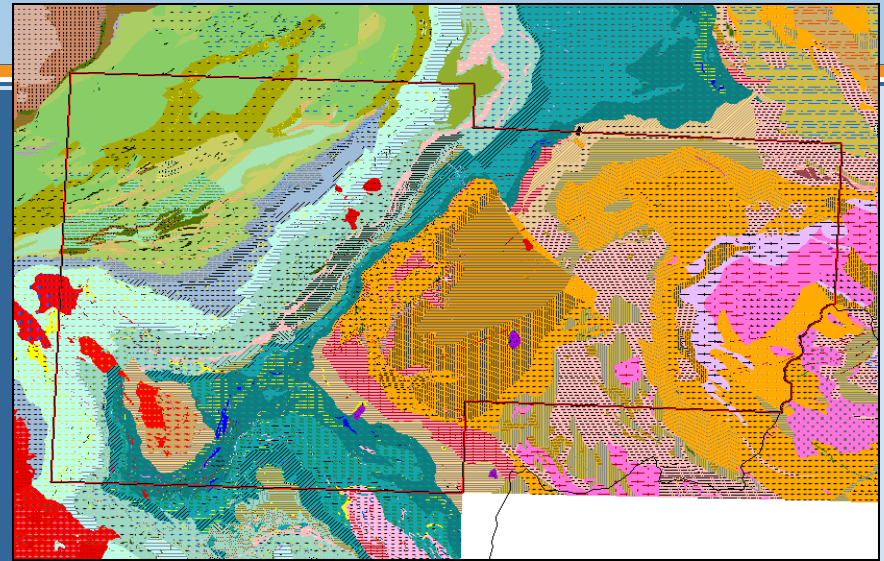
Datenvorbereitung – Geologische Modellkarte

- Nutzung der dGK50 des LfULG
- Generalisierung für die 3 D Modellierung:

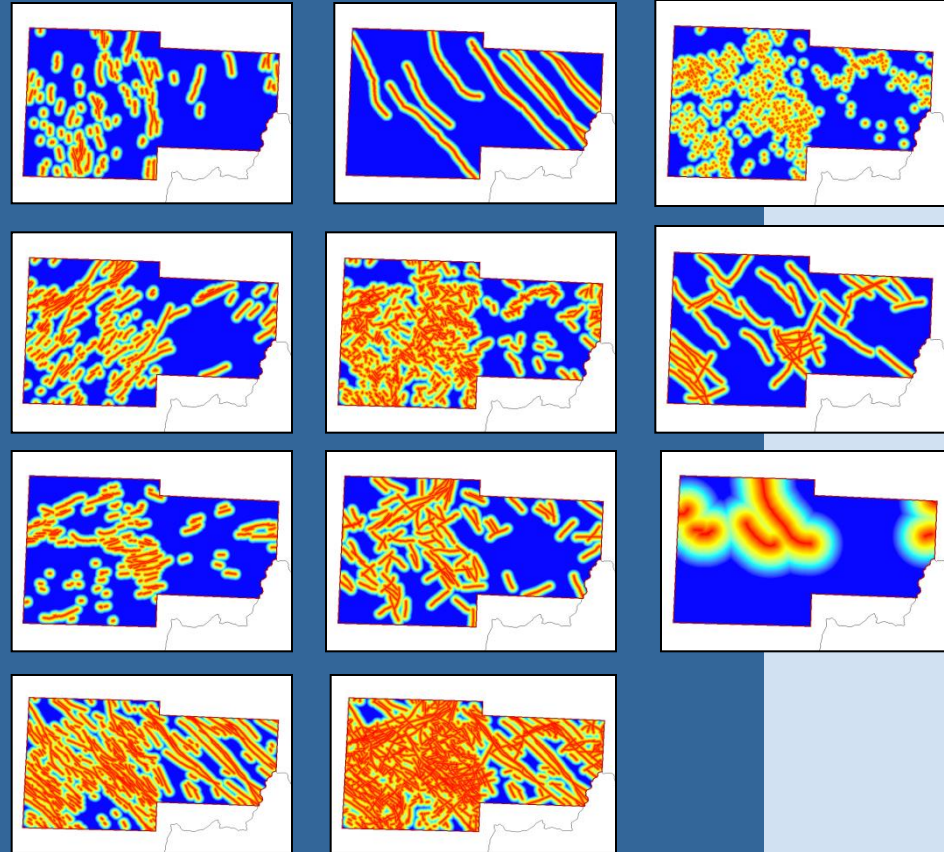
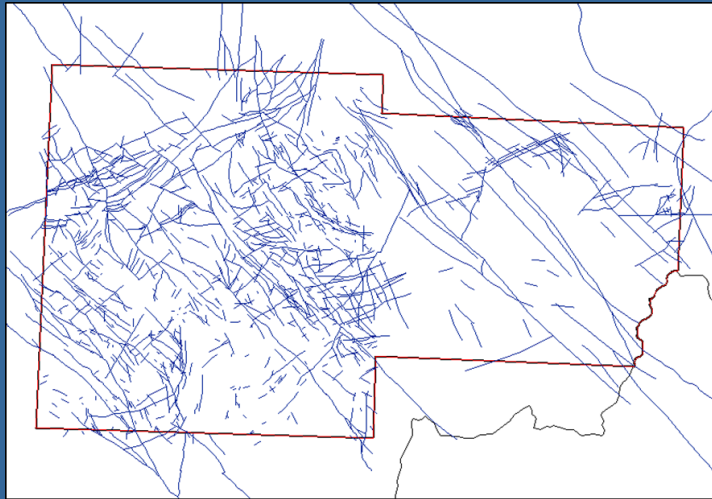
Känozoikum: Basalt

Paläozoikum:

- Granit
- Ordovizium: Gräfenthal- bis Schwarzbunger Gruppe:
 - Phycoden-Formation
 - Frauenbach-Formation
- Kambrium:
 - Thum-Gruppe
 - Jáchymov-Gruppe
 - Klínovec-Gruppe
- Proterozoikum
 - Neoproterozoikum



Datenvorbereitung – bruchstrukturelle Daten



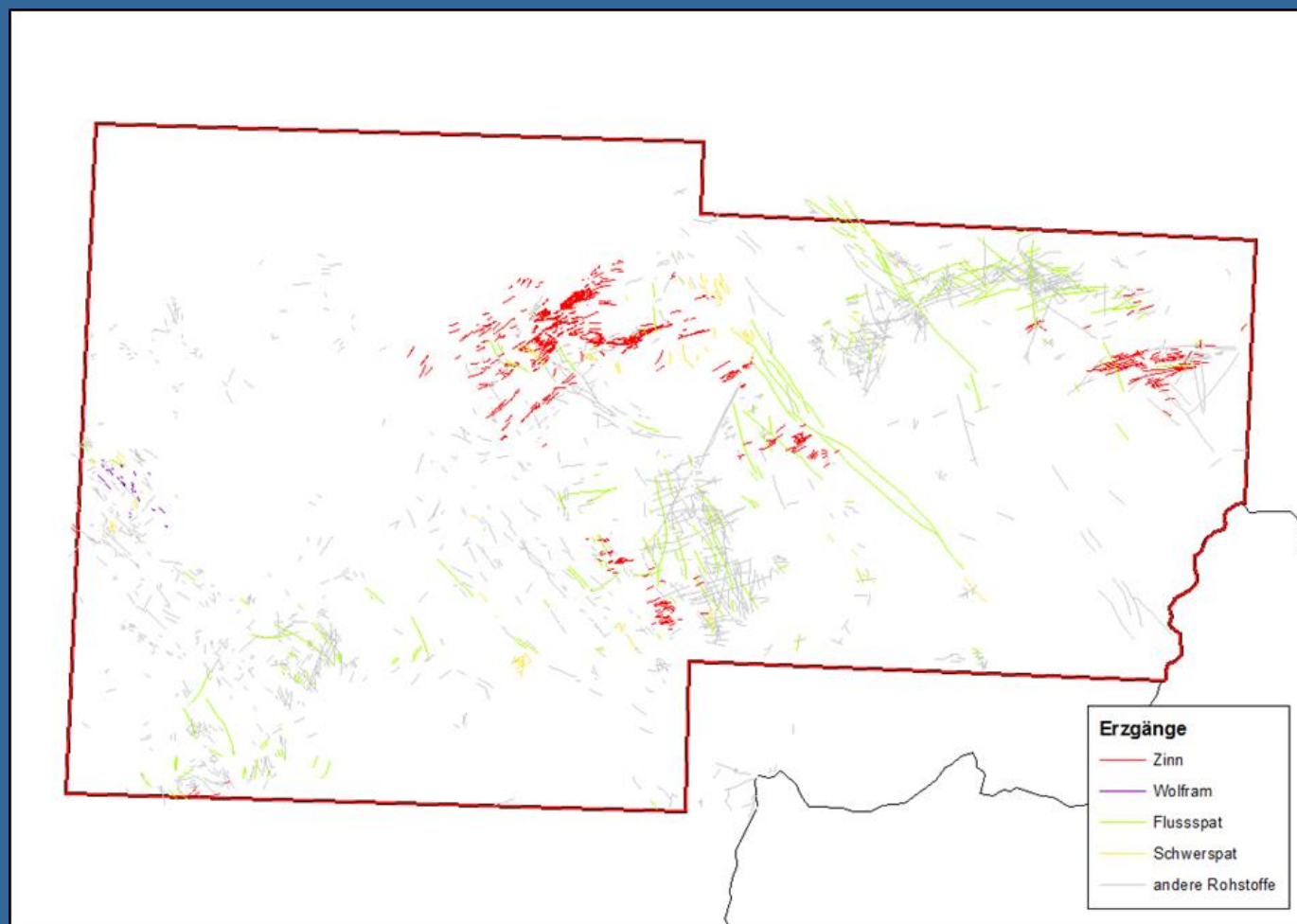
Ableitung von Daten: z.B. Richtung, Länge, Kreuzungen, Ausformung,



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Datenvorbereitung – Mineralisierte Bruchstrukturen



Erfassung und Homogenisierung aller verfügbarer Daten in der höchsten Auflösung: Berichte, Karten, Gliederung nach dem Rohstoffinhalt.

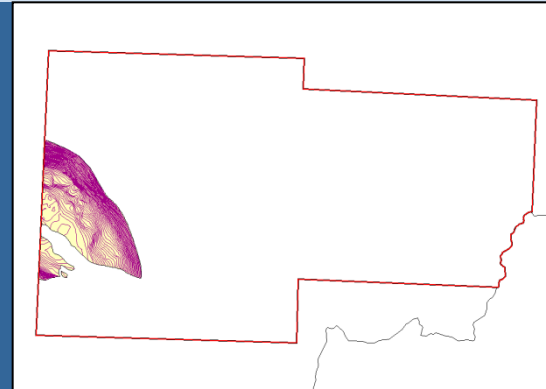


beak
CONSULTANTS

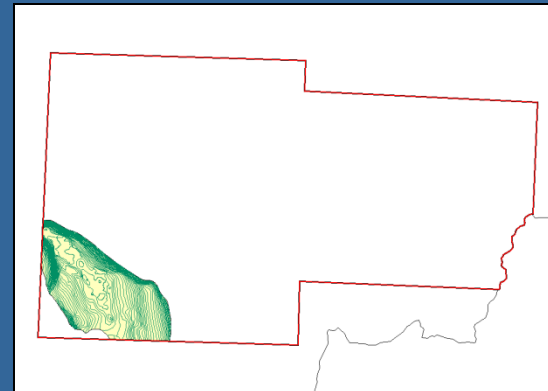
advangeo®
Prediction Software

3D –Daten: Granite

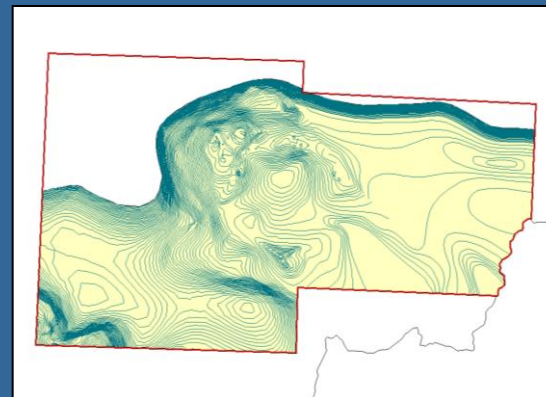
Oberkante Granit Typ
Kirchberg



Oberkante Granit Typ
Bergen



Oberkante Granit Type
Eibenstock

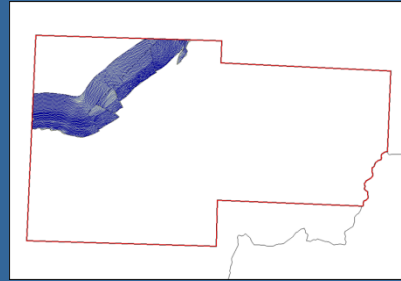


beak
CONSULTANTS

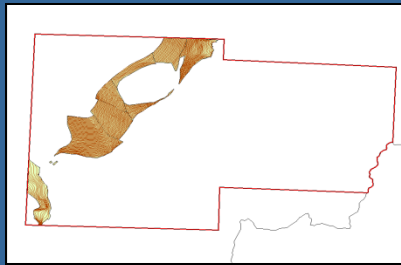
advangeo®
Prediction Software

3D-Daten: Metamorphite und Skarne

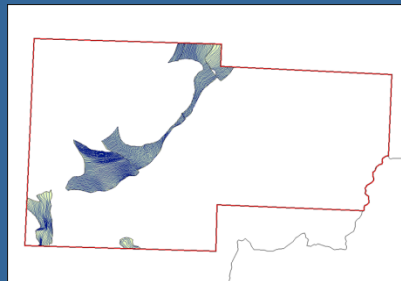
OK Thum Gruppe



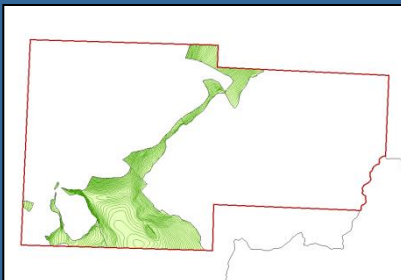
OK Jachymov Gruppe



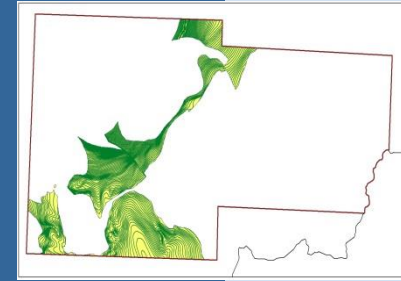
OK Klinovec Gruppe



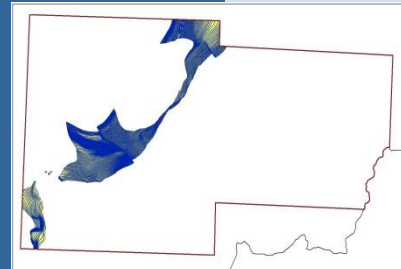
OK Neoproterozoikum



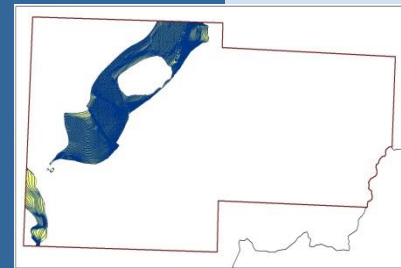
OK Skarn Raschau-Formation



OK Skarn Gießbach-Formation



OK Skarn Herold-Formation

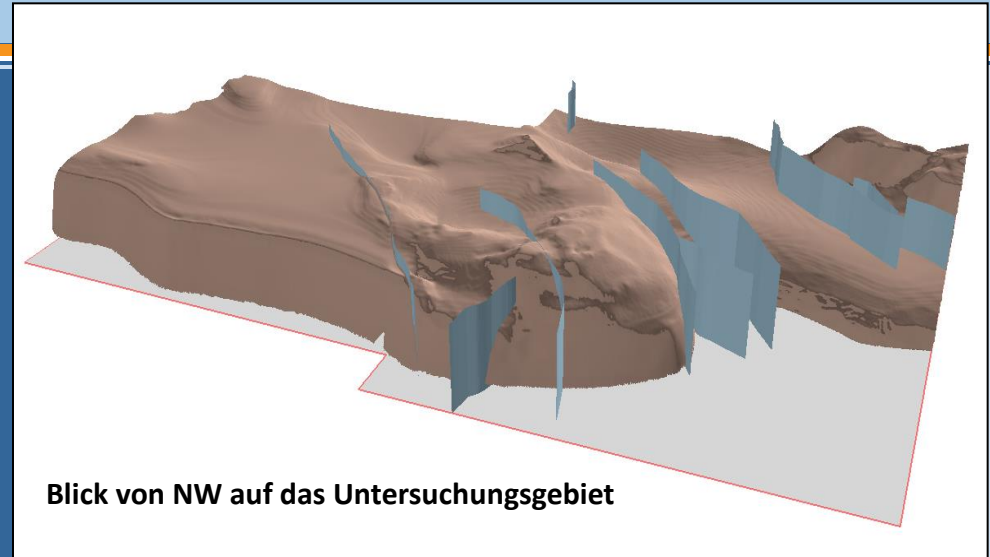


beak
CONSULTANTS

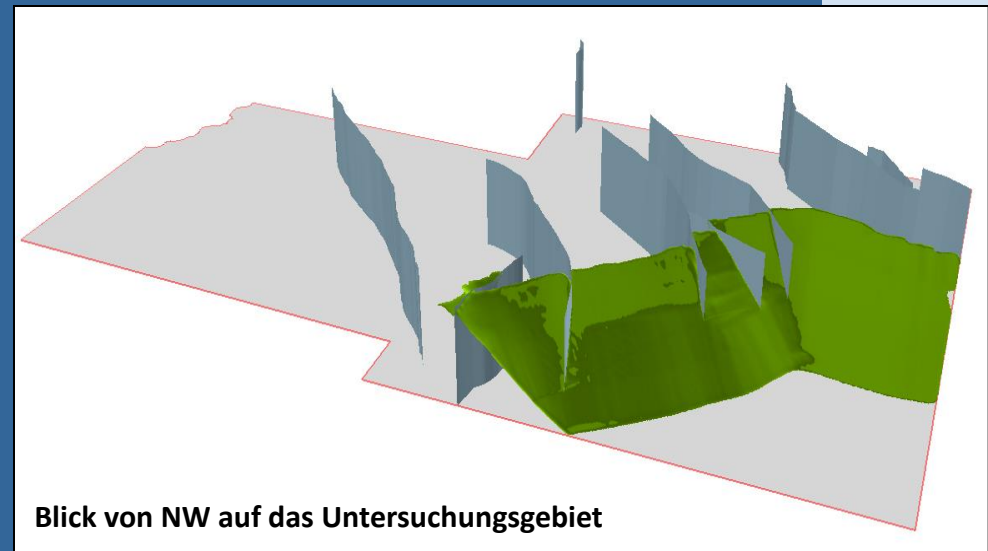
advangeo®
Prediction Software

3D Daten: Berücksichtigung der Störungen

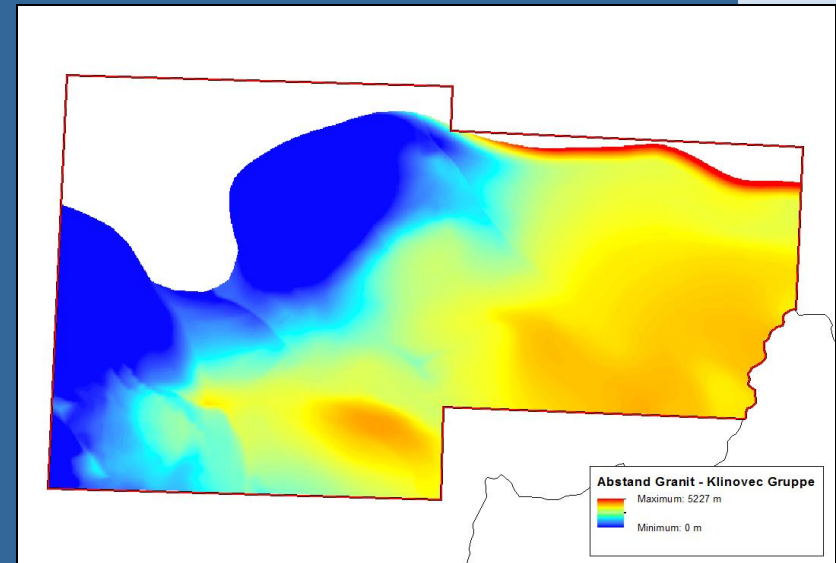
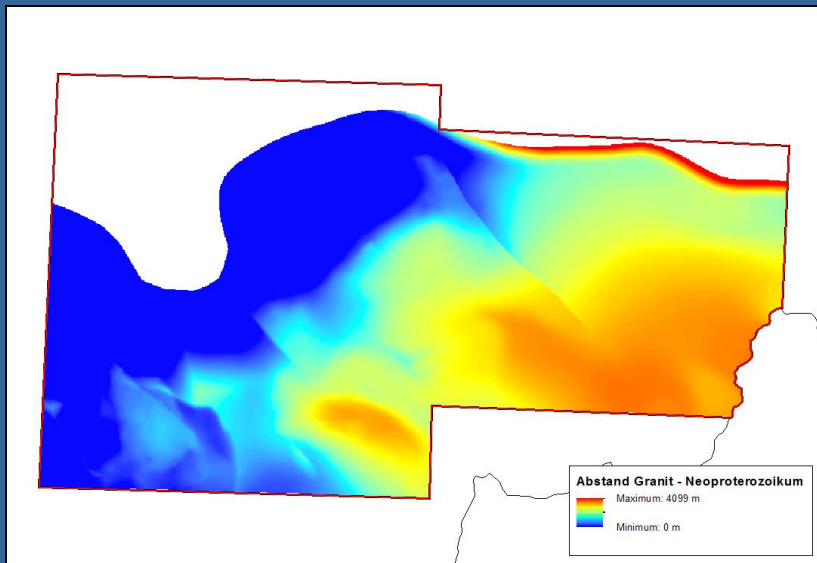
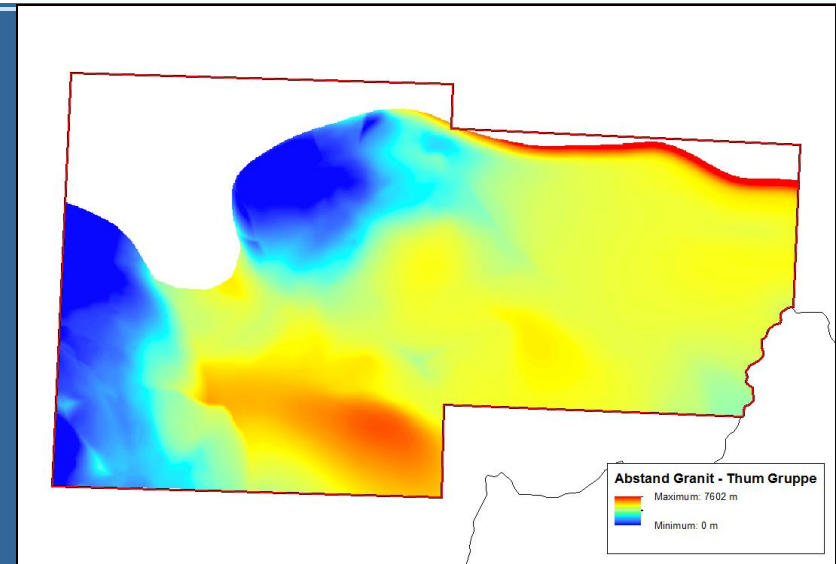
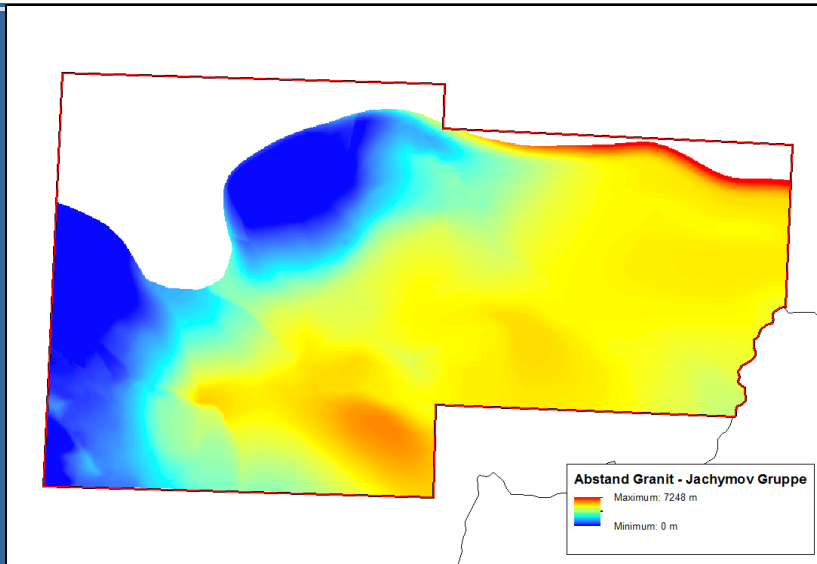
Granitoberfläche
Typ Eibenstock mit
Hauptstörungen



Oberkante der Thum-
Gruppe mit
Hauptstörungen

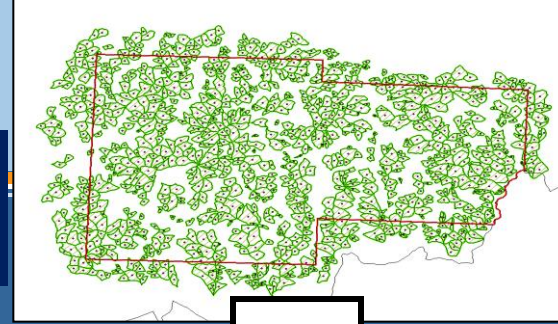


Erzeugung von Rastern: z.B. Distanz Granit - Metamorphite

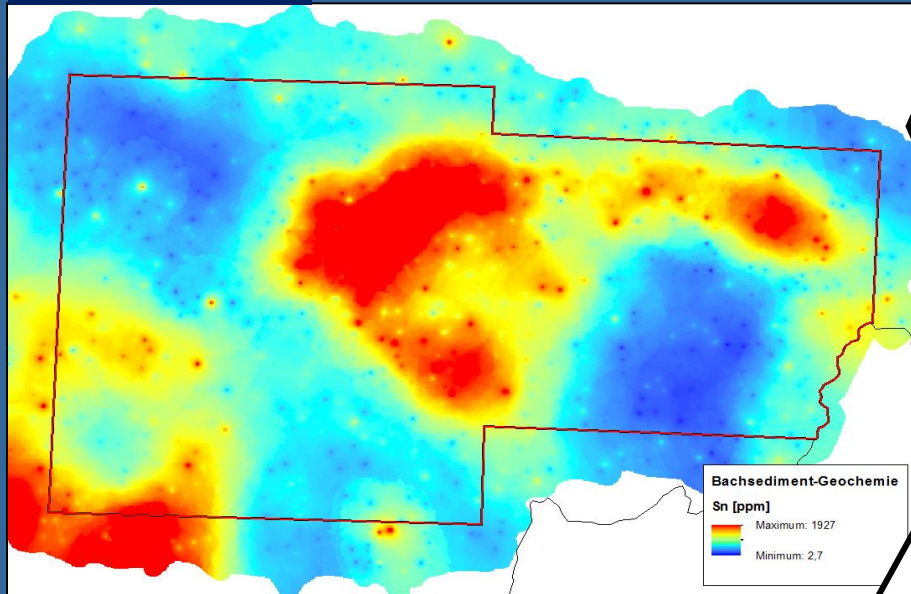


Streamsedimentgeochemie

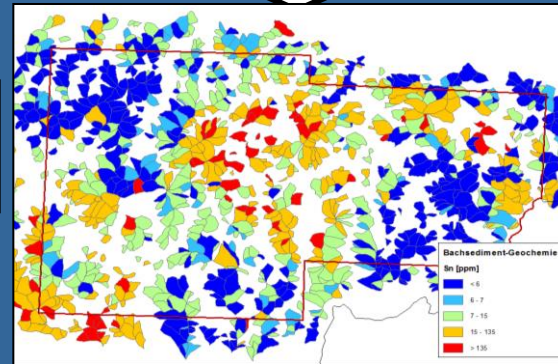
Probenpunkte
und
Einzugsgebiete



Raster (IDW) 20
Punkte Einfluss

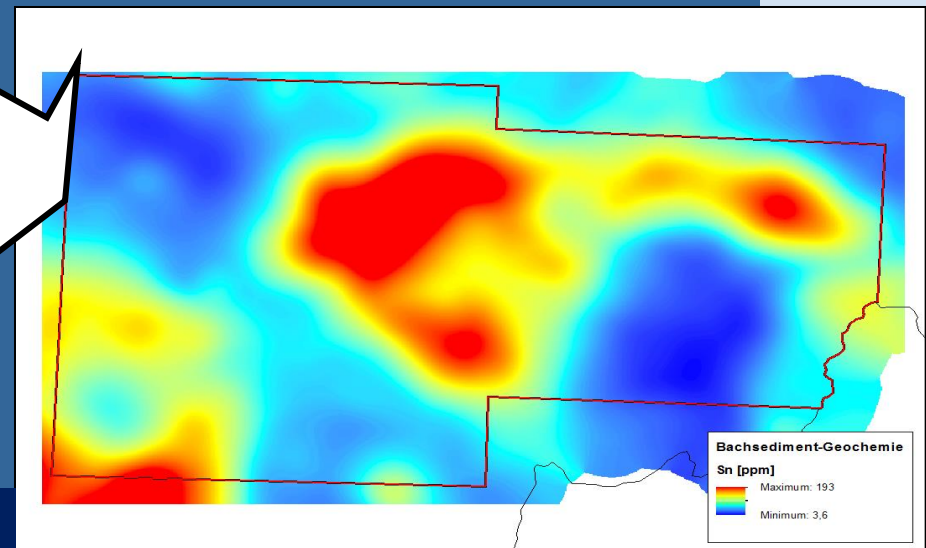


Zuordnung der
Gehalte

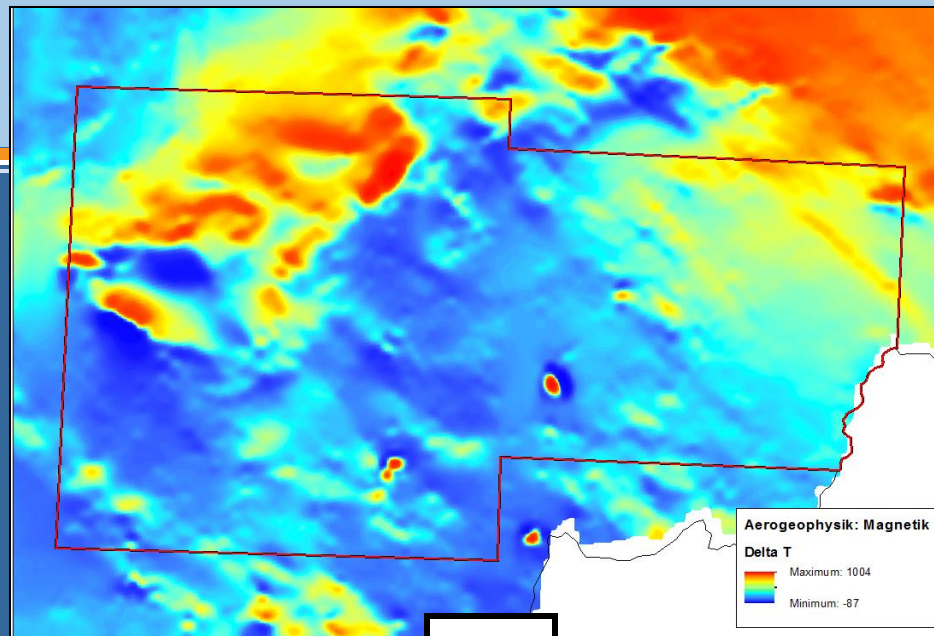


Erzeugung der Raster für
16 Elemente

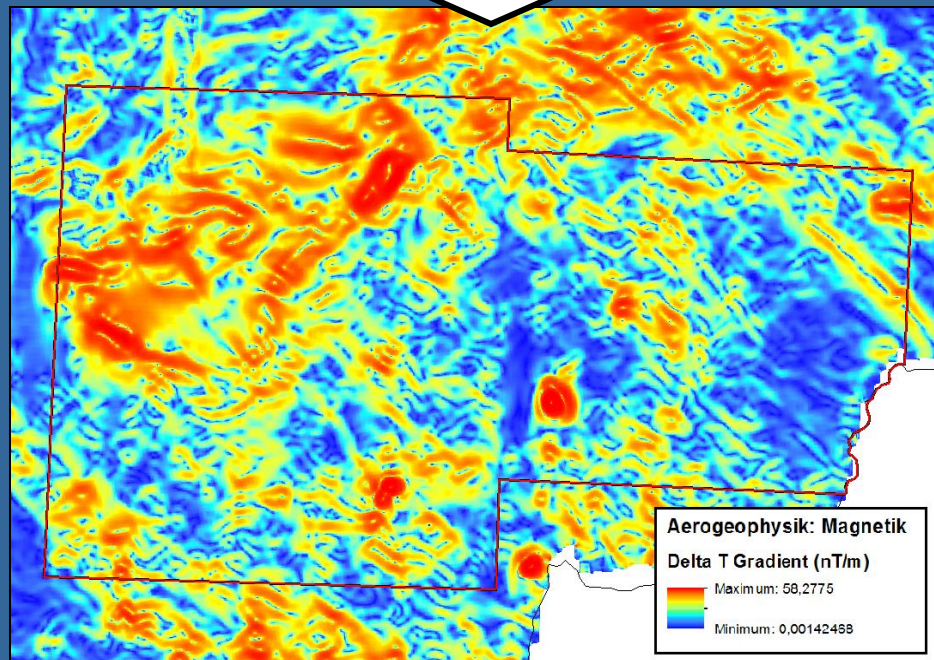
Raster: Focal statistics



Magnetik



Erzeugung der
Ableitungen



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Gravimetrie

Korrektur der Daten:

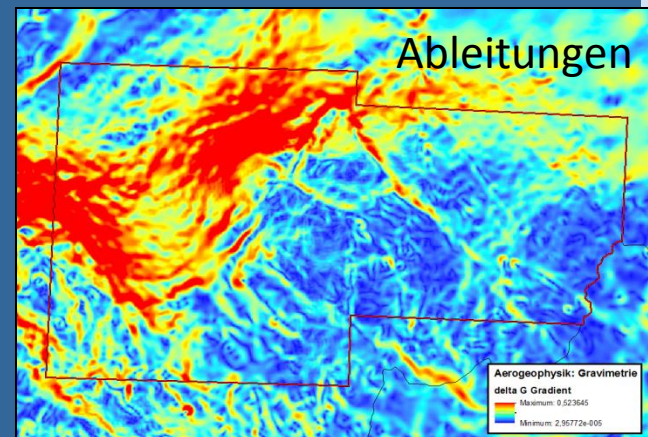
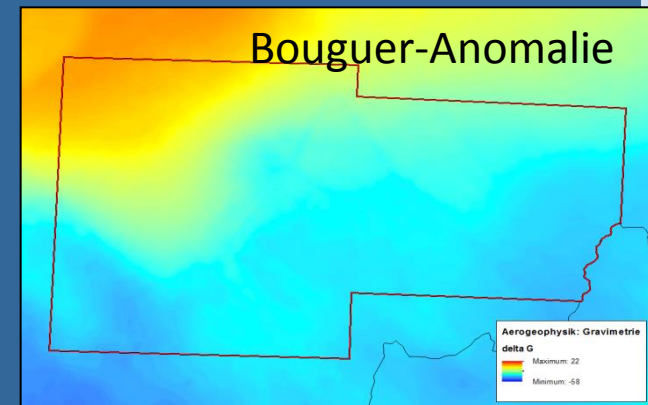
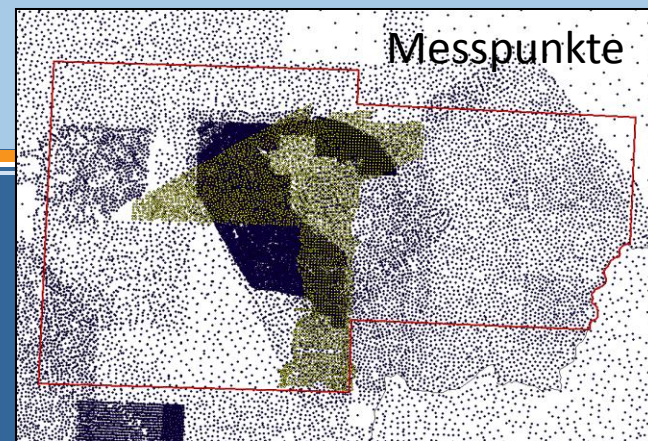
Freiluftkorrektur, C_F

Bouguer-Plattenkorrektur, C_B

Normalschwere C_ϕ

Topographische Korrektur C_T

$$\Delta \mathbf{g} = \Delta \mathbf{g}_{\text{obs}} + C_\phi + C_F - C_B + C_T$$

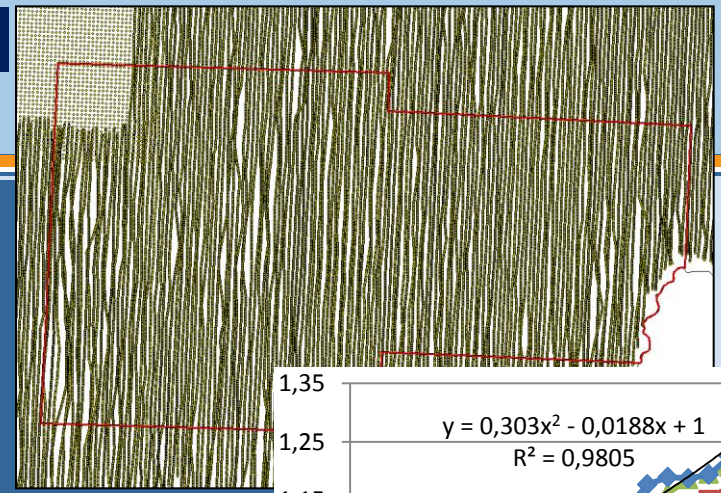


beak
CONSULTANTS

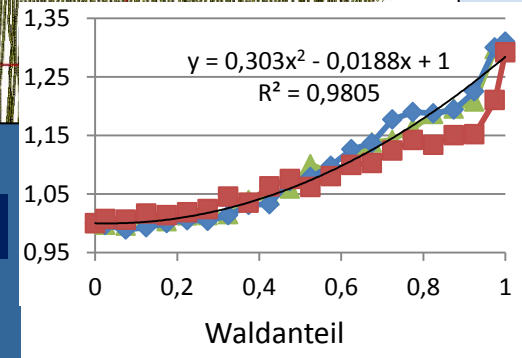
advangeo®
Prediction Software

Radiometrie

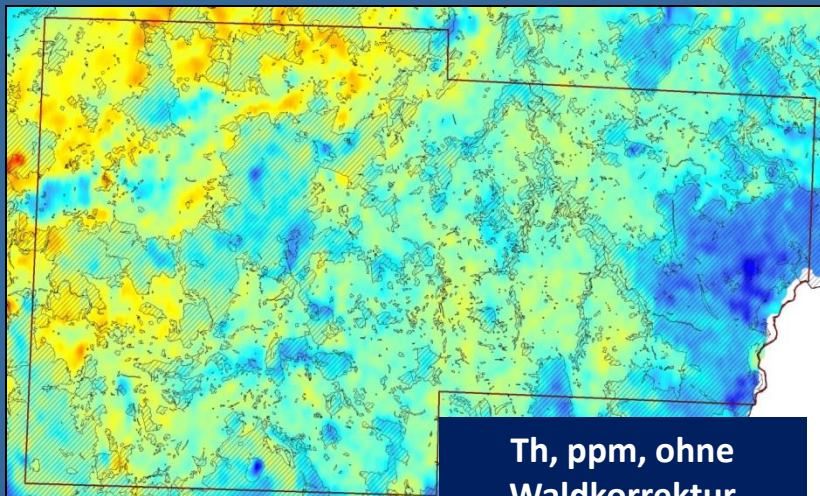
Messpunkte



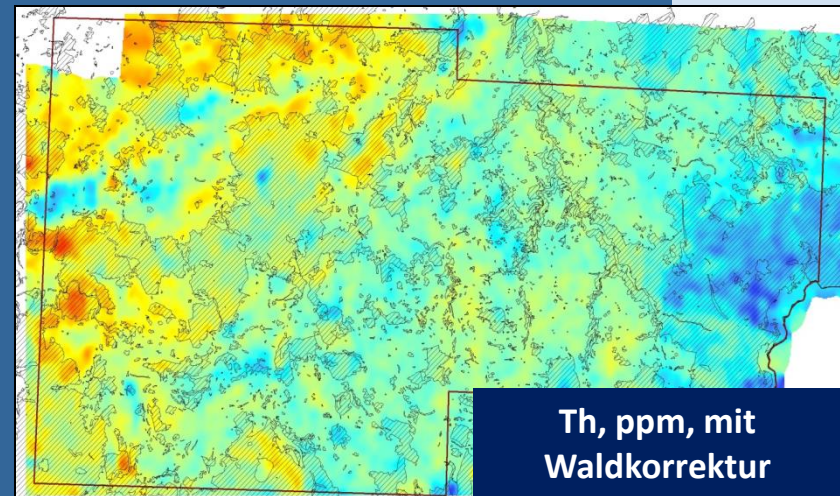
Korrekturpolynom



- Uran ist nicht verwertbar
- „Waldkorrektur“ der Daten für K und Th zur Berücksichtigung der abschirmenden Wirkung von Vegetation
- Empirische Ermittlung der Korrekturen



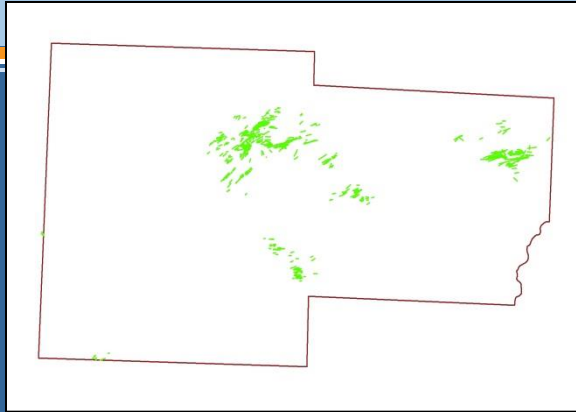
Th, ppm, ohne
Waldkorrektur



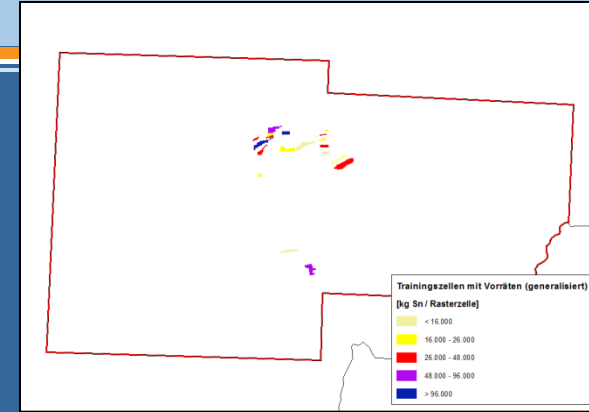
Th, ppm, mit
Waldkorrektur

Trainingsdaten: Zinn

Zinn in Gängen:
ja/nein



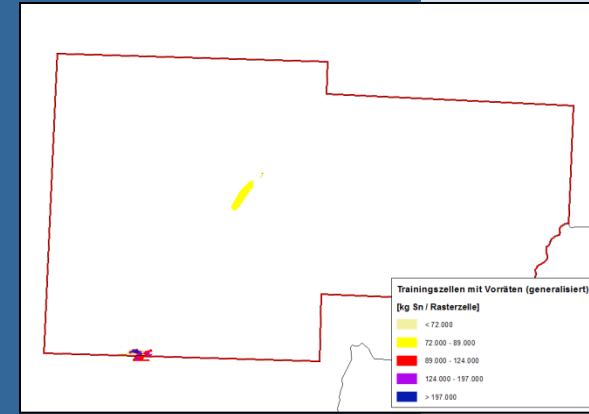
Zinn in Gängen:
kg Sn/Zelle



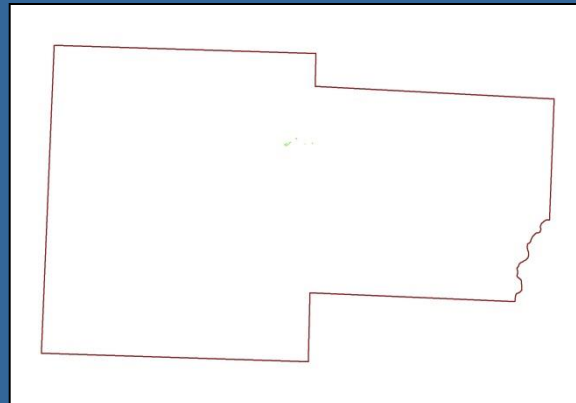
Zinn in Skarnen:
ja/nein



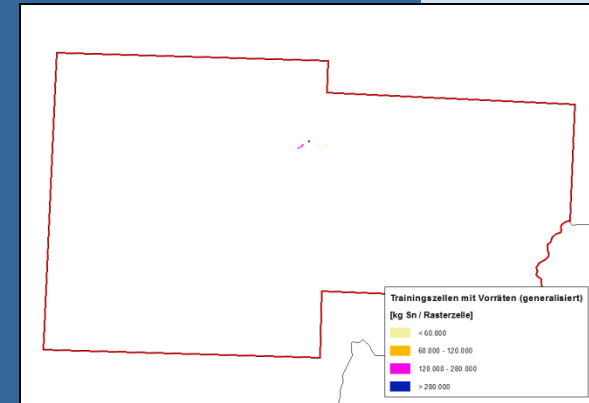
Zinn in Skarnen:
kg Sn/Zelle



Zinn in Greisen:
ja/nein

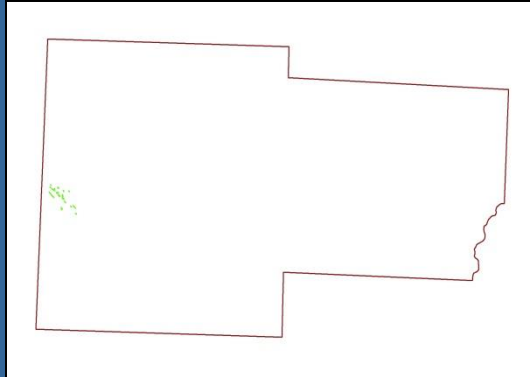


Zinn in Greisen:
kg Sn/Zelle

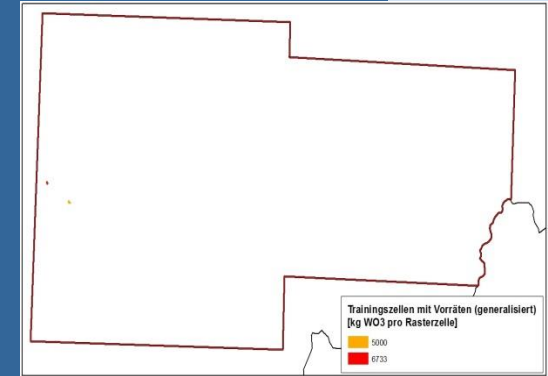


Trainingsdaten: Wolfram

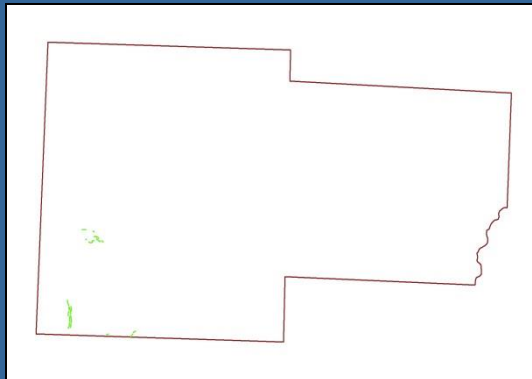
Wolfram in
Gängen: ja/nein



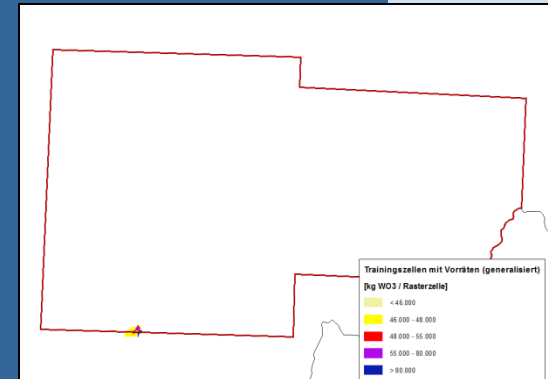
Wolfram in
Gängen: kg
WO₃/Zelle



Wolfram in
Skarnen: ja/nein



Wolfram in
Skarnen: kg
WO₃/Zelle

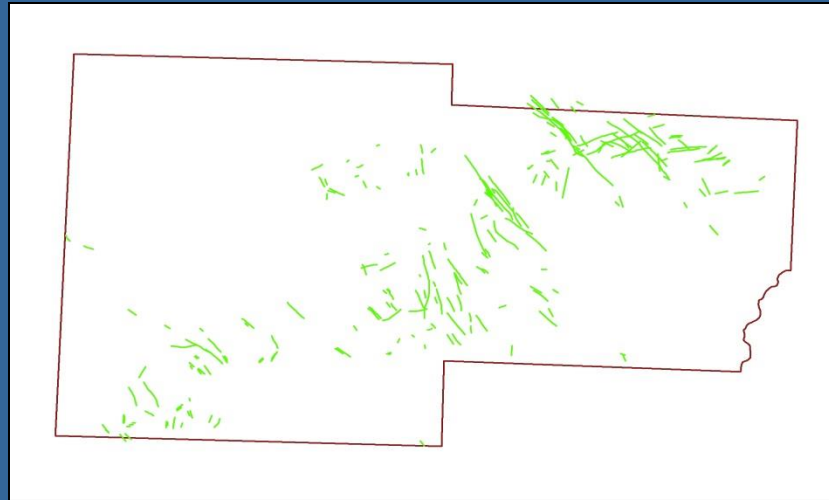


beak
CONSULTANTS

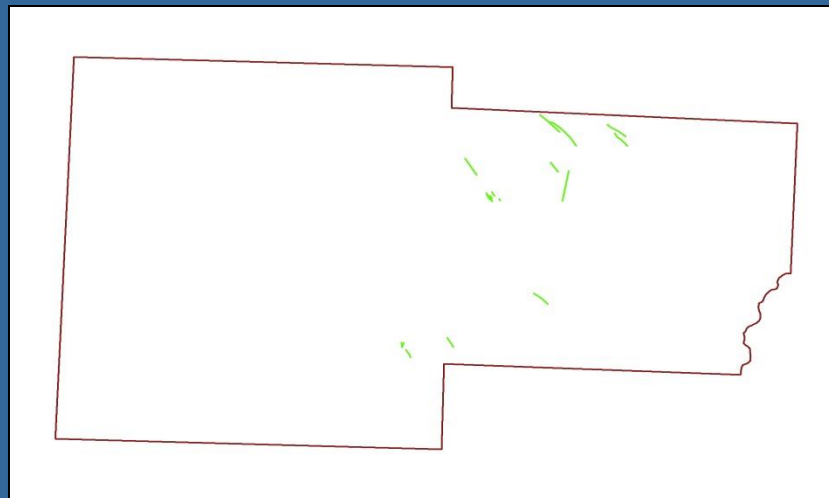
advangeo®
Prediction Software

Trainingsdaten: Spate

Flussspat auf
Strukturen
ja/nein



Schwerspat auf
Strukturen
ja/nein

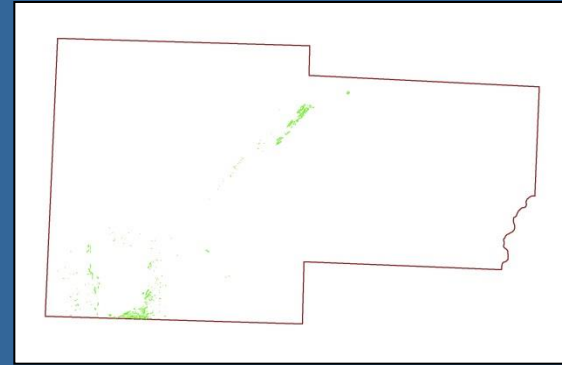


beak
CONSULTANTS

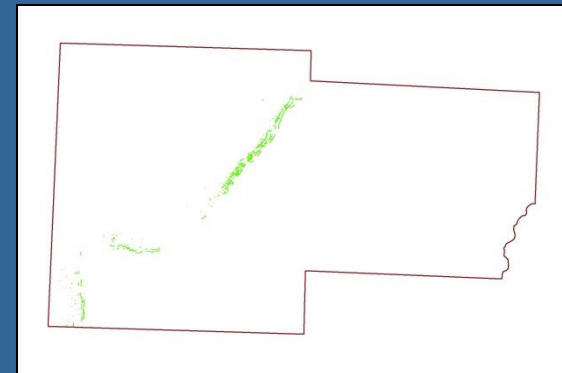
advangeo®
Prediction Software

Trainingsdaten: Skarne

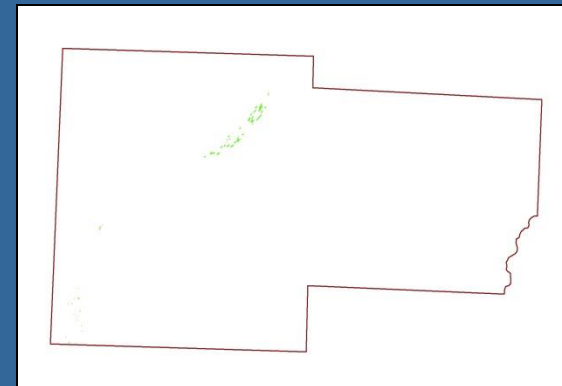
Skarne in der Raschau -
Formation



Skarne in der Grießbach-
Formation



Skarne in der Herold -
Formation



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Schätzung der Rohstoffpotenziale

Insgesamt wurden 231 Prognosemodelle gerechnet:

- 139 für **Zinn** (85 für strukturkontrollierte Mineralisationen, 39 für lithologisch kontrollierte Mineralisationen, 15 für Greisenkörper im Endokontakt),
- 50 für **Wolfram** (29 für strukturkontrollierte Mineralisationen, 21 für lithologisch kontrollierte Mineralisationen),
- 18 für **Flussspat**,
- 2 für **Schwerspat**,
- 22 für **Skarne**.



beak
CONSULTANTS

advangeo
Prediction Software

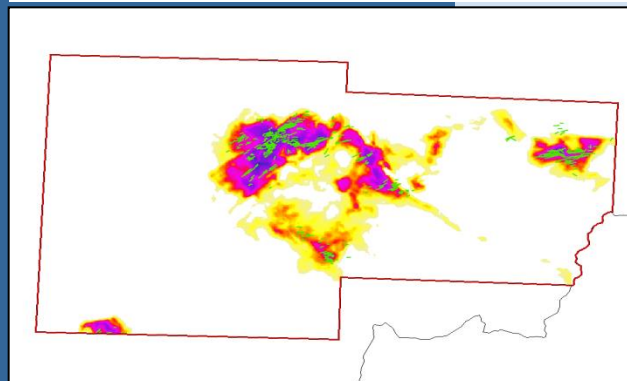
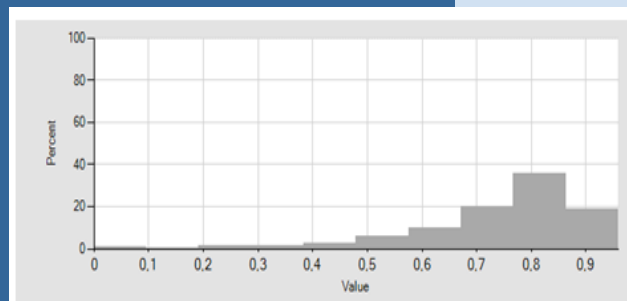
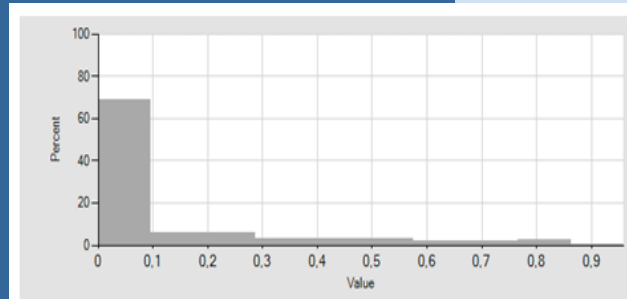
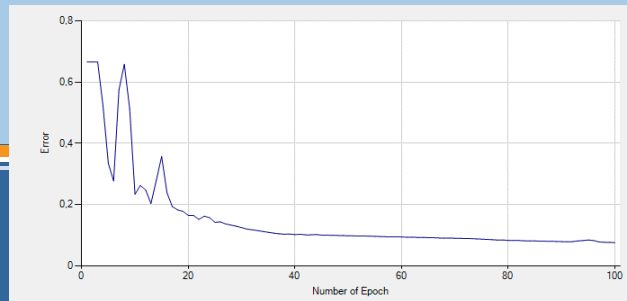
Qualitative Prognose – Sn in Gängen

Abhängige Variable:

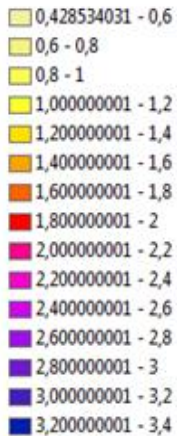
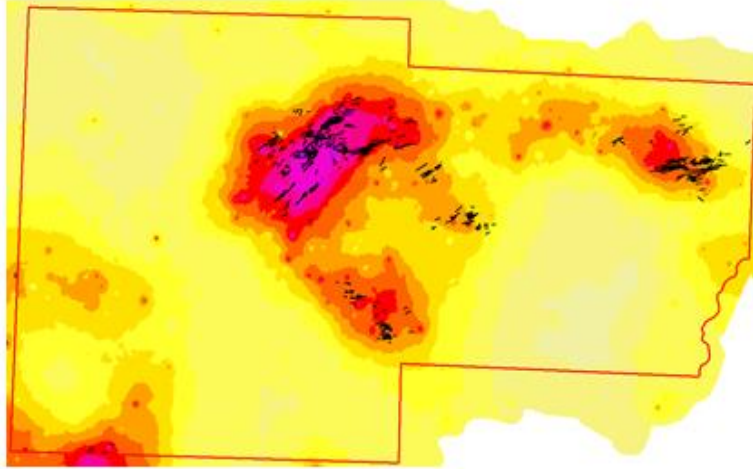
- Ausstrichlinien zinnführender Gänge innerhalb von Vorratsblöcken,

Modellparameter:

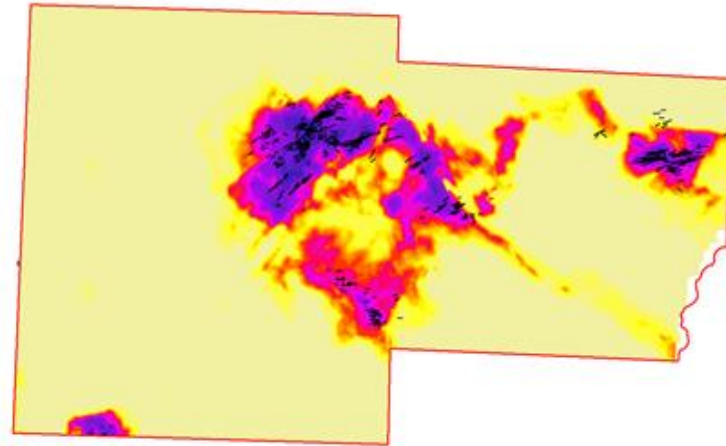
- Abstand Granit Typ Eibenstock – Erdoberfläche,
- Bachsediment-Geochemie - log10 Cu: Absolutwert,
- Bachsediment-Geochemie - log10 Pb: Absolutwert,
- Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Jáchymov-Gruppe,
- Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Klínovec-Gruppe,
- Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Neoproterozoikum,
- Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Thum-Gruppe,
- Gravimetrie - delta G: Absolutwert,
- Gravimetrie - delta G: Gradient,
- Magnetik - delta T: Absolutwert,
- Magnetik - delta T: Gradient,
- Störungen - euklidischer Abstand: Kreuzungspunkte,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge – groß,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge – kurz,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge – mittel,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge - sehr groß,
- Störungen - euklidischer Abstand: Sinuosität – gering,
- Störungen - euklidischer Abstand: Sinuosität – mittel,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - E-W,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - NE-SW,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - N-S,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - NW-SE,
- Verbreitungsgebiet - Granite (insgesamt).



Vergleich: Prognose Sn in Gängen mit der Streamsedimentgeochemie



lg Sn (ppm)



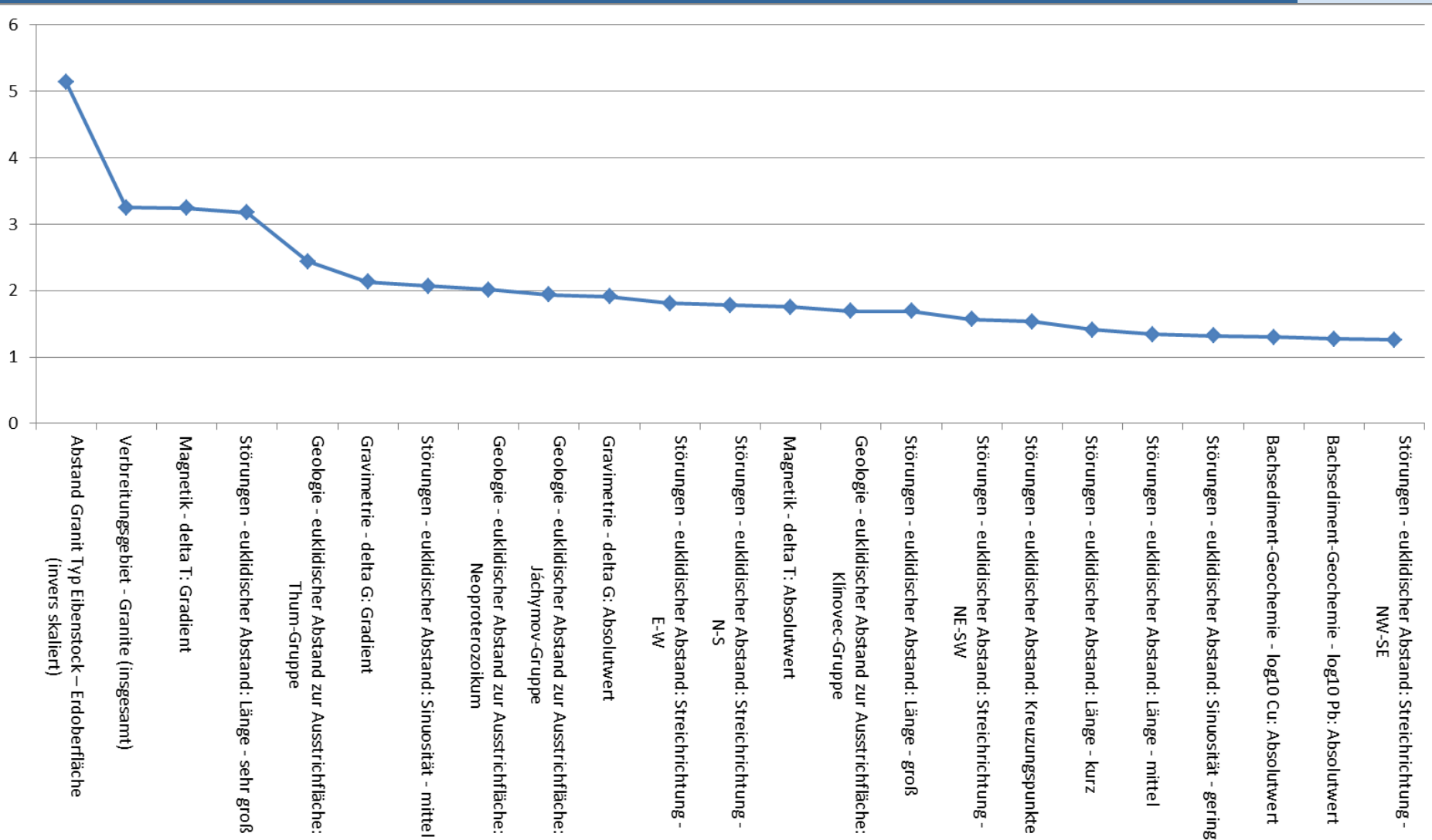
Rohstoffpotenzial



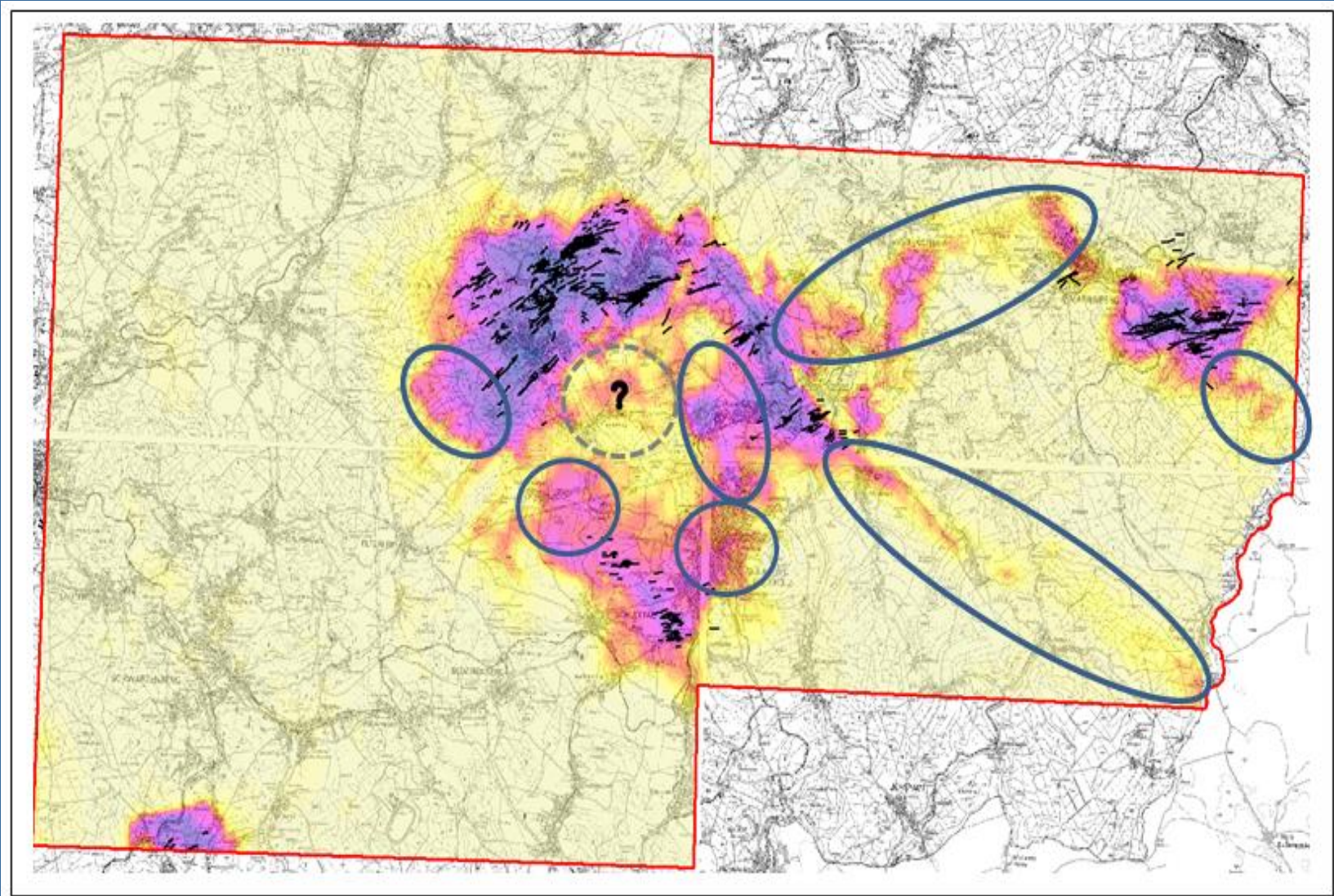
beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Gewichte der Parameter



Qualitative Prognose – Sn in Gängen



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Quantitative Prognose: Sn in Gängen (t Sn/ Rasterzelle)

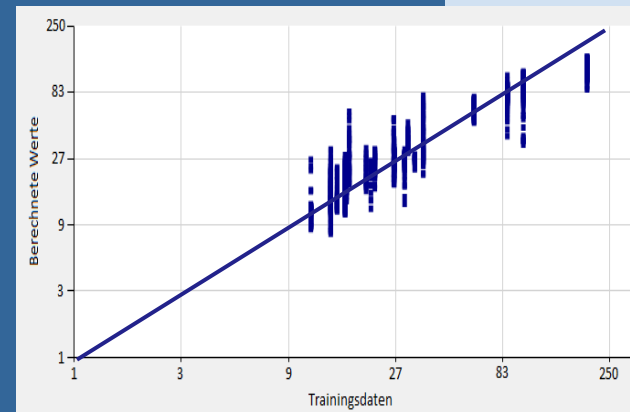
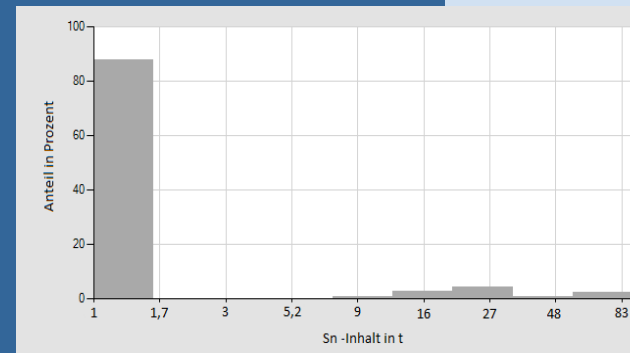
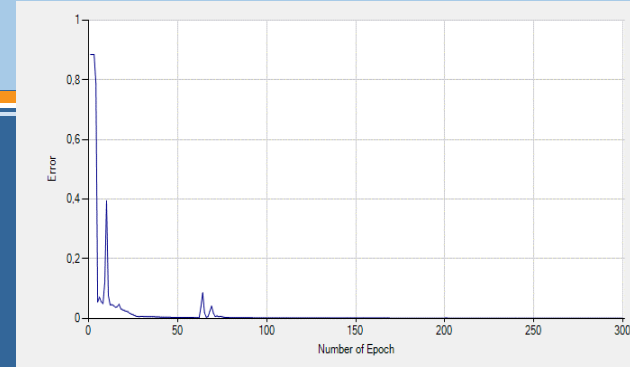
Abhängige Variable:

- Zinnmenge je Gridzelle

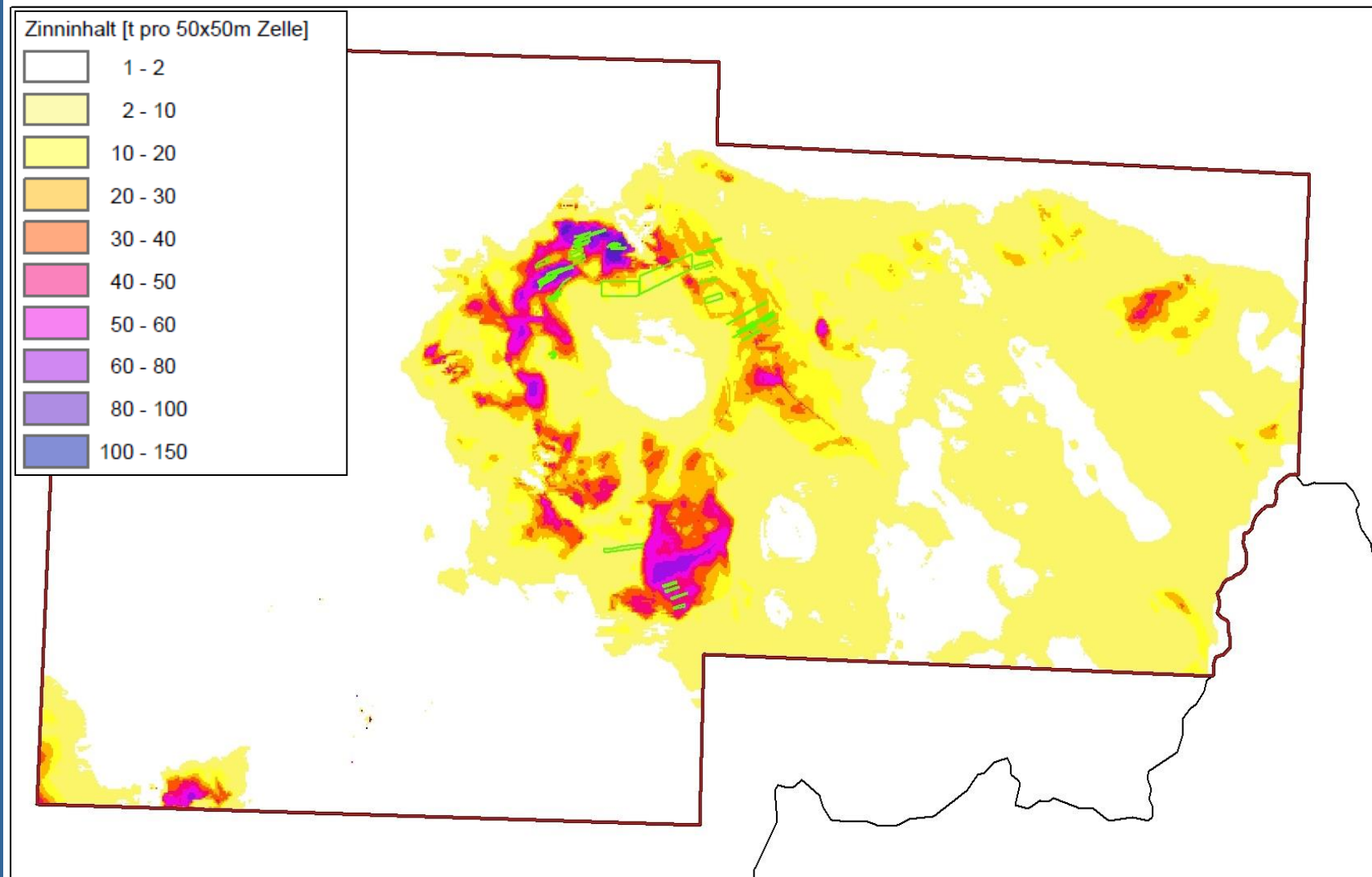
Modellparameter:

- Abstand Granit Typ Eibenstock - Erdoberfläche (invers skaliert),
- Bachsediment-Geochemie - log10 Cu: Absolutwert,
- Bachsediment-Geochemie - log10 Pb: Absolutwert,
- Bachsediment-Geochemie - log10 Sn: Absolutwert,
- Gravimetrie - delta G: Absolutwert,
- Gravimetrie - delta G: Gradient,
- Magnetik - delta T: Absolutwert,
- Magnetik - delta T: Gradient,
- Störungen - euklidischer Abstand: Kreuzungspunkte,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge – groß,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge – kurz,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge – mittel,
- Störungen - euklidischer Abstand: Länge - sehr groß,
- Störungen - euklidischer Abstand: Sinuosität – gering,
- Störungen - euklidischer Abstand: Sinuosität – mittel,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - E-W,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - NE-SW,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - N-S,
- Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - NW-SE.

Das Training erfolgte nur an den Lokalitäten mit bekannten Vorräten.



Quantitative Prognose: Sn in Gängen



Interpretation & Plausibilisierung

- Erzführende Gänge streichen ausschließlich 45 – 100 Grad
- Aufsummierung aller Zinninhalte im Umfeld dieser Gänge ergibt:
 - 232.773 t in der Kontur > 0,25 (qualitative Prognose)
 - 196.632 t in der Kontur > 0,5 (qualitative Prognose)
- In den bekannten Vorratsblöcken wurde wiedergefunden:
 - 43.856 t (50-m-Puffer)
 - 65.828 t (100-m-Puffer)
 - Vergleich: alle berechneten Vorräte betragen: 64.913 t
 - 25 % der insgesamt im UG möglichen Vorräte sind in den bekannten Blöcken enthalten
- Rückrechnung der Metallgehalte auf Strukturen → plausibel

Sn-Menge je Rasterzelle (kg)	Fläche der Rasterzelle (m ²)	Angenommene vertikale Erstreckung der Vererzung (m)	Volumen (m ³)	Dichte (t/m ³)	Gewicht des enthaltenen Gesteins (t)	Sn-Gehalt (kg Sn/t Gestein)	Zinngehalt (ppm)	Zinngehalt in einer Struktur von 1 m Mächtigkeit je Rasterzelle (Fläche 50 m ²)	Beschreibung der Struktur
1000	2500	1	2500	2,8	7000	0,1429	142,8571	7143	taube Struktur, Hintergrundgehalt
1000	2500	10	25000	2,8	70000	0,0143	14,2857	714	taube Struktur, Hintergrundgehalt
1000	2500	50	125000	2,8	350000	0,0029	2,8571	143	taube Struktur, Hintergrundgehalt
1000	2500	100	250000	2,8	700000	0,0014	1,4286	71	taube Struktur, Hintergrundgehalt
1000	2500	300	750000	2,8	2100000	0,0005	0,4762	24	taube Struktur, Hintergrundgehalt
30000	2500	300	750000	2,8	2100000	0,0143	14,2857	714	wenig vererzte Struktur, Außerbilanzgehalte
75000	2500	300	750000	2,8	2100000	0,0357	35,7143	1786	normal vererzte Struktur
150000	2500	100	250000	2,8	700000	0,2143	214,2857	10714	gut vererzte Struktur



Qualitative Prognose – Sn in Skarnen

Abhängige Variable:

Lokalitäten der bekannten Zinnskarne ,

Modellparameter:

Abstand Granit Typ Eibenstock - Erdoberfläche (invers skaliert),

Bachsediment-Geochemie - log10 Cu: Absolutwert,

Bachsediment-Geochemie - log10 Pb: Absolutwert,

Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Jáchymov-Gruppe,

Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Klínovec-Gruppe,

Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Neoproterozoikum,

Geologie - euklidischer Abstand zur Ausstrichfläche: Thum-Gruppe,

Geologie - Verbreitungsgebiet - Granit

Gravimetrie - delta G: Absolutwert,

Gravimetrie - delta G: Gradient,

Magnetik - delta T: Absolutwert,

Magnetik - delta T: Gradient,

Störungen - euklidischer Abstand: Kreuzungspunkte,

Störungen - euklidischer Abstand: Länge – groß,

Störungen - euklidischer Abstand: Länge – kurz,

Störungen - euklidischer Abstand: Länge – mittel,

Störungen - euklidischer Abstand: Länge - sehr groß,

Störungen - euklidischer Abstand: Sinuosität – gering,

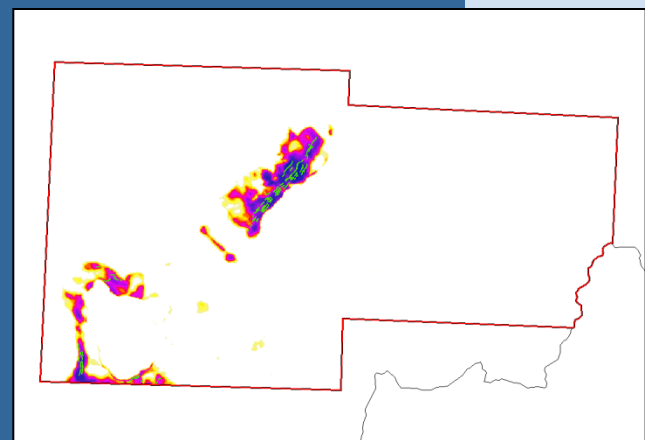
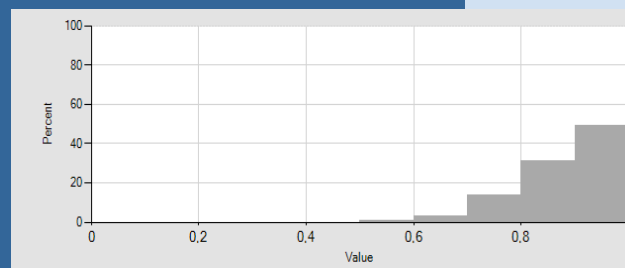
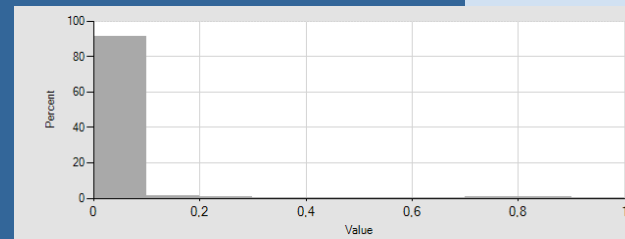
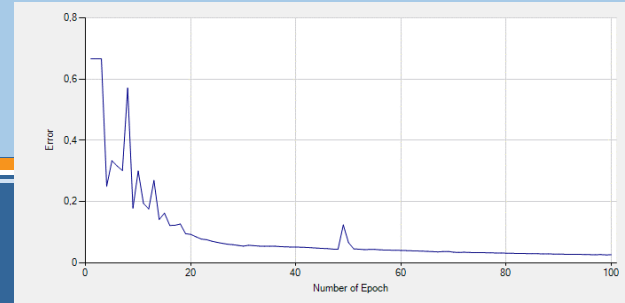
Störungen - euklidischer Abstand: Sinuosität – mittel,

Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - E-W,

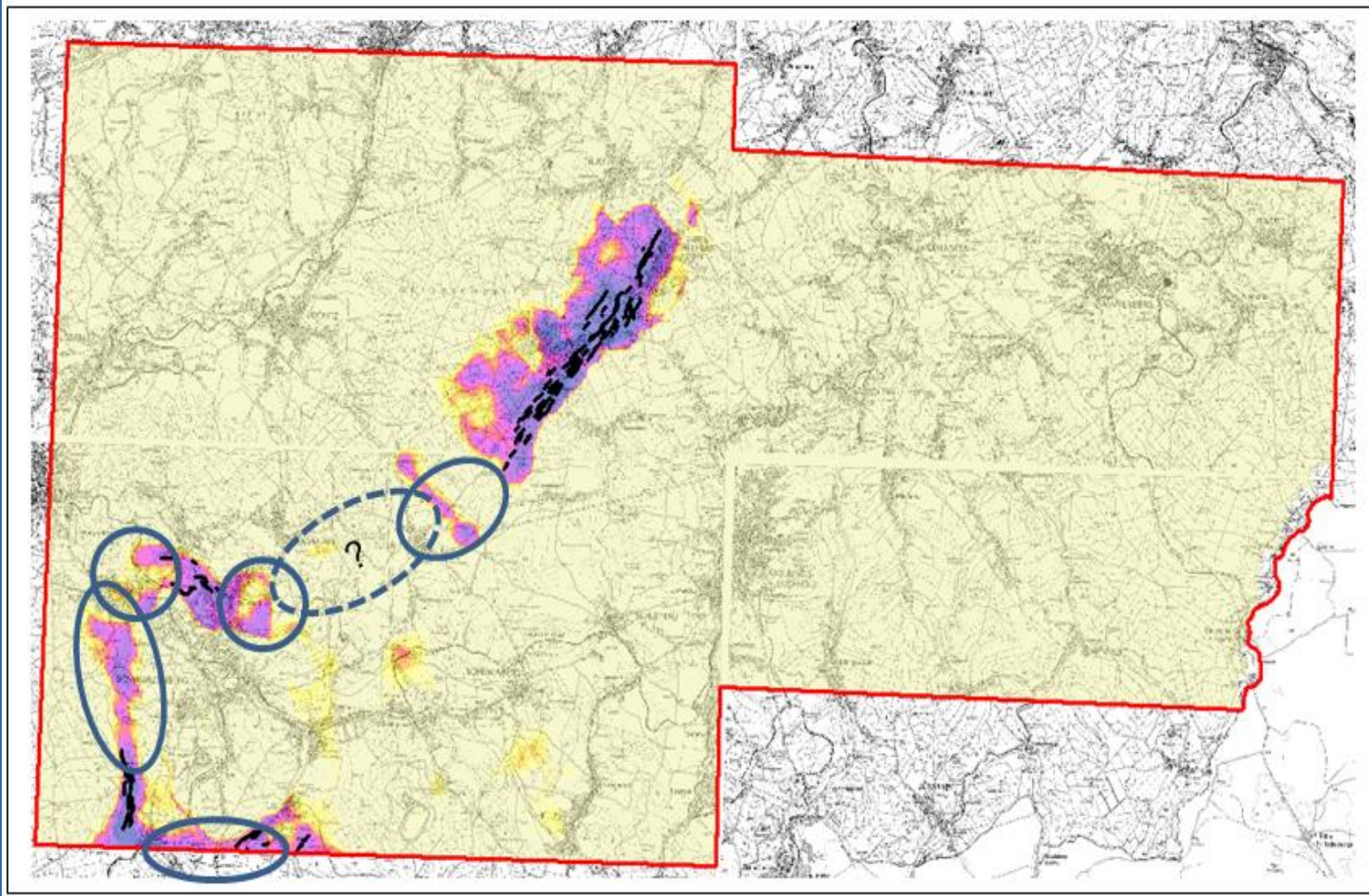
Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - NE-SW,

Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - N-S,

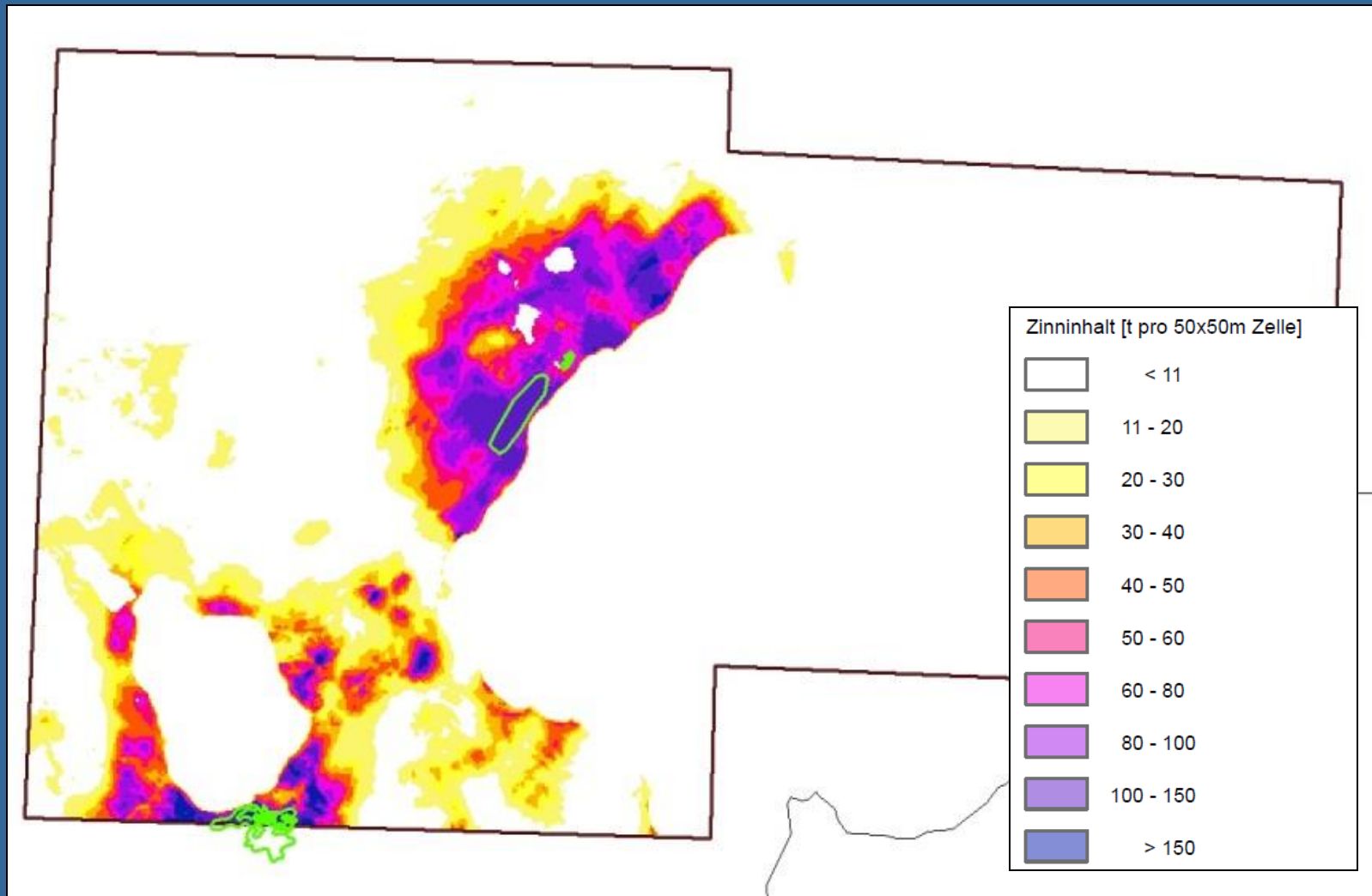
Störungen - euklidischer Abstand: Streichrichtung - NW-SE.



Qualitative Prognose – Sn in Skarnen



Quantitative Prognose: Sn in Skarnen



Interpretation & Plausibilisierung

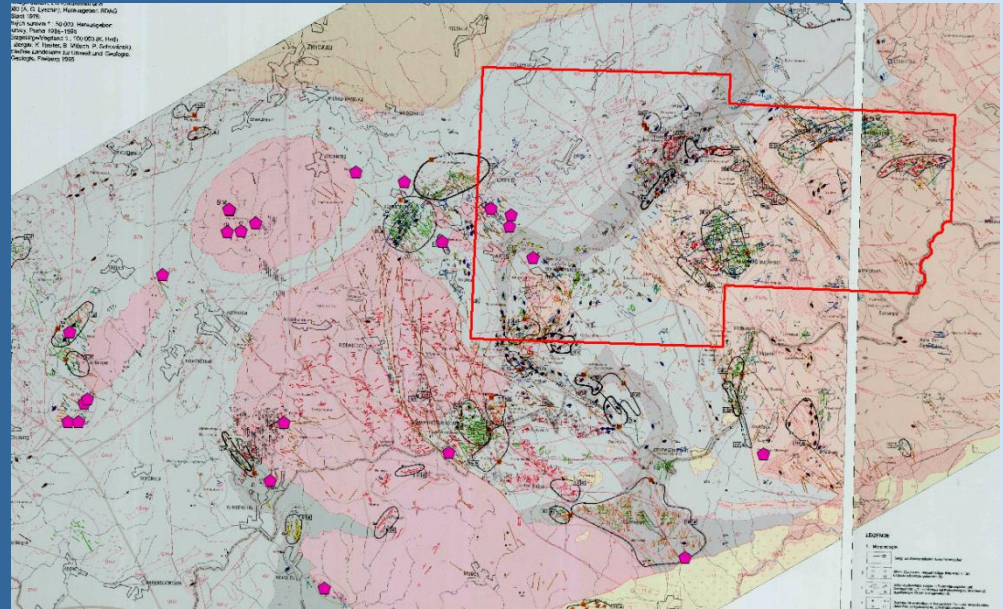
- Aufsummierung der Zinnhalte ergibt:
 - 775.888 t in der Kontur > 0,25 (qualitative Prognose)
 - 593.034 t in der Kontur > 0,5 (qualitative Prognose)
- In den bekannten Vorratsblöcken wurde wiedergefunden:
 - 86.040 t
 - Vergleich: alle berechneten Vorräte betragen: 83.490 t
 - Damit wären nur 11 % der insgesamt im UG möglichen Vorräte in den bekannten Blöcken enthalten → Plausibel aufgrund der großen Flächen
- Rückrechnung der Metallgehalte auf Skarmächtigkeiten → ebenfalls plausibel

Sn-Menge je Rasterzelle (kg)	Fläche der Rasterzelle (m ²)	Angenommene vertikale Mächtigkeit der Vererzung (m)	Volumen (qbm)	Dichte (t/m ³)	Gewicht des enthaltenen Gesteins (t)	Zinngehalt (kgSn/t Gestein)	Zinngehalt (ppm)	Beschreibung der Struktur
10000	2500	1	2500	3	7500	1,333	1333	tauber Skarn
10000	2500	2	5000	3	15000	0,667	667	tauber Skarn
10000	2500	5	12500	3	37500	0,267	267	tauber Skarn
10000	2500	10	25000	3	75000	0,133	133	tauber Skarn
80000	2500	5	12500	3	37500	2,133	2133	schwach vererzter Skarn
236000	2500	5	12500	3	37500	6,293	6293	gut vererzter Skarn



Wolfram im Umfeld des Eibenstocker Granits

- Im Gebiet Ehrenfriedersdorf Geyer sind die W-Gehalte im Erz sehr gering: 0,05 %
- Diese Vorkommen wurden nicht als W-Vorkommen angesehen
- Dementsprechend gibt es bis auf das Vorkommen Aue-Bärengrund kein Trainingsgebiet für strukturkontrollierte W-Vorkommen
- Echte W-Vorkommen werden ganz offensichtlich durch den Granit vom Typ Bergen kontrolliert.
- Im UG sind die Vorkommen unbedeutend



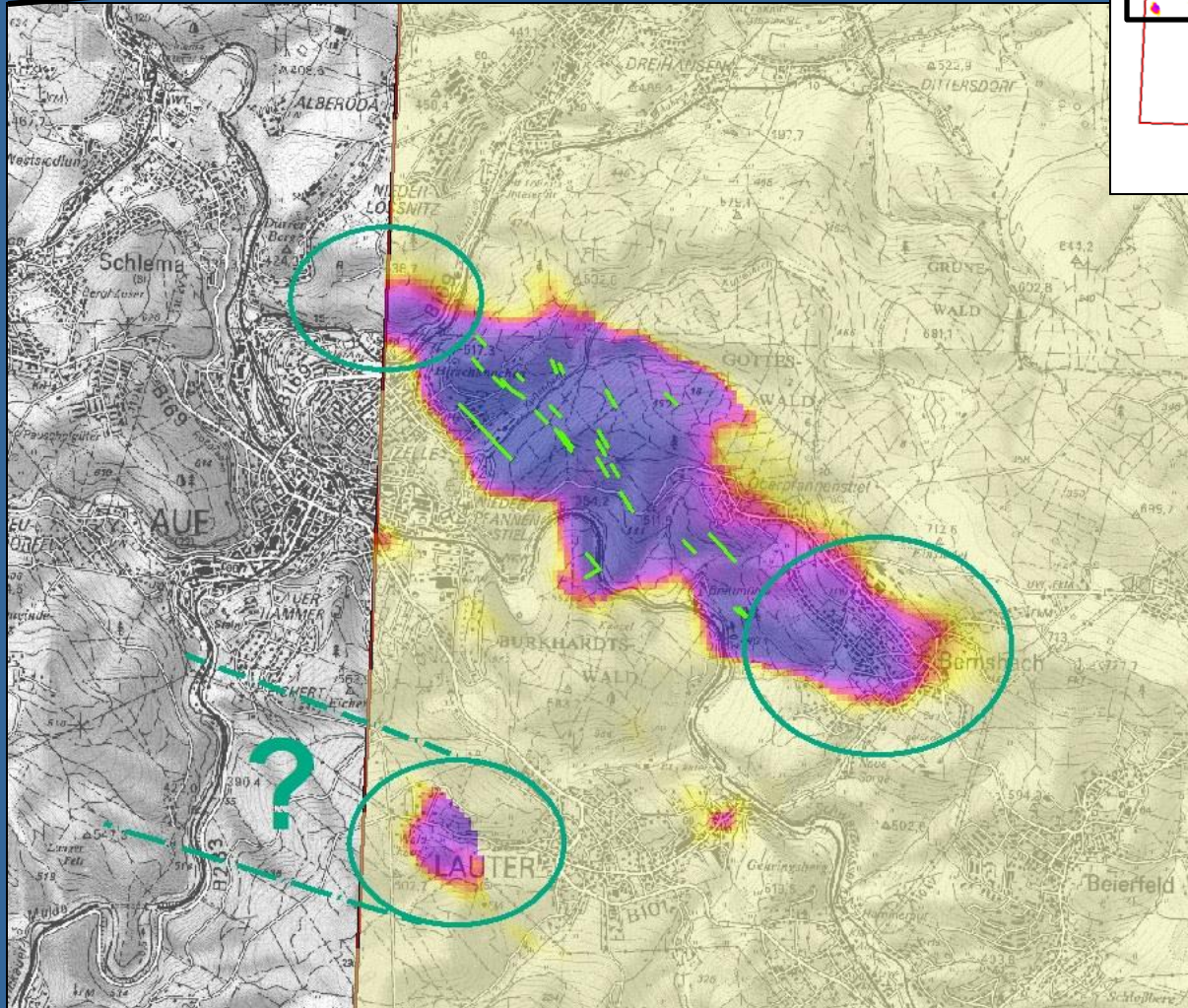
Wolfram Vorkommen im Umfeld des Eibenstocker Granits



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

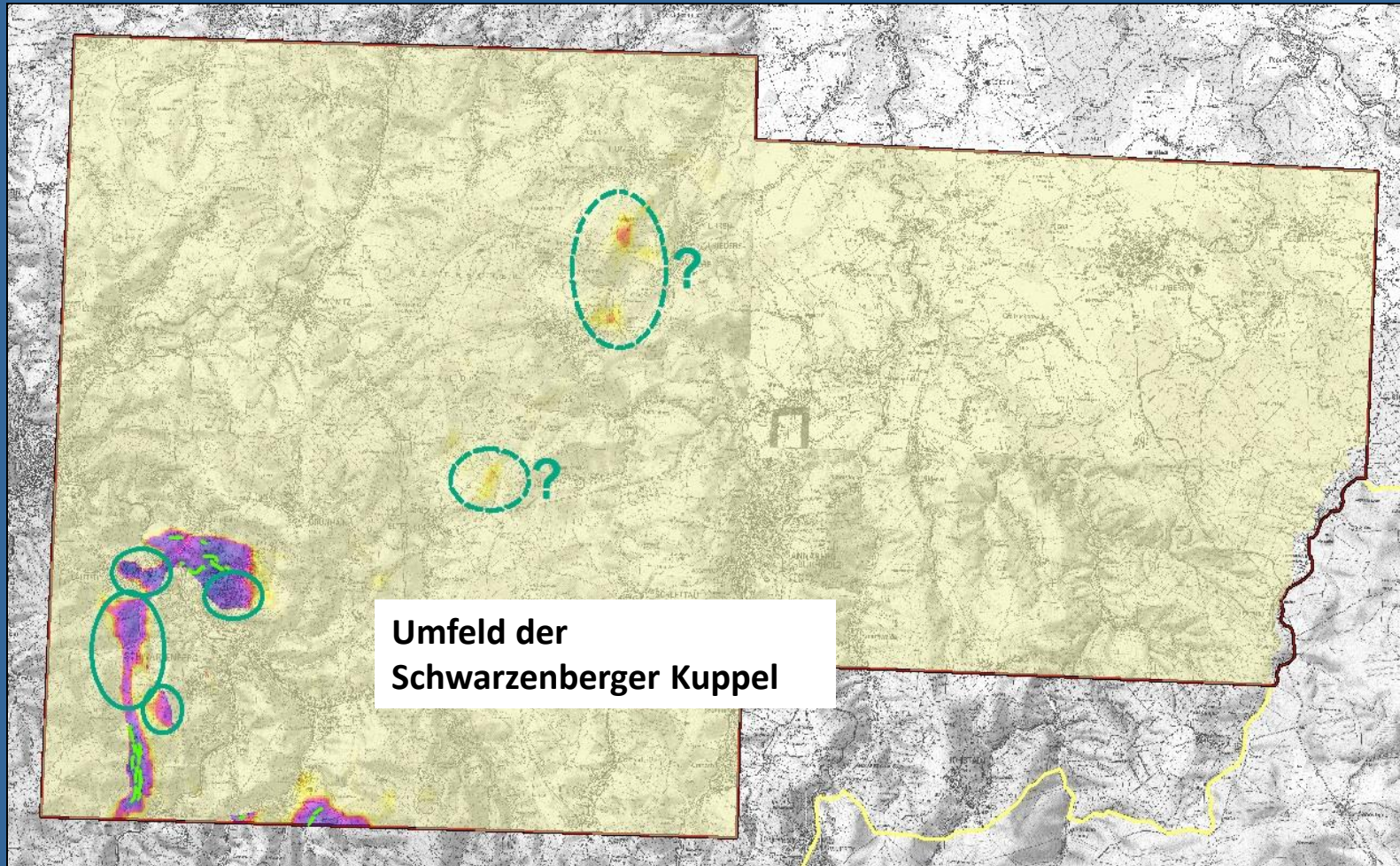
Qualitative Prognose: Wolfram in Gängen – das Potenzial ist gering



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

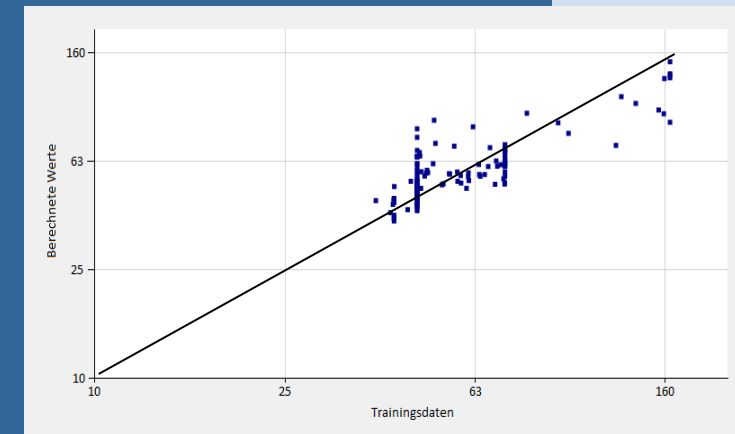
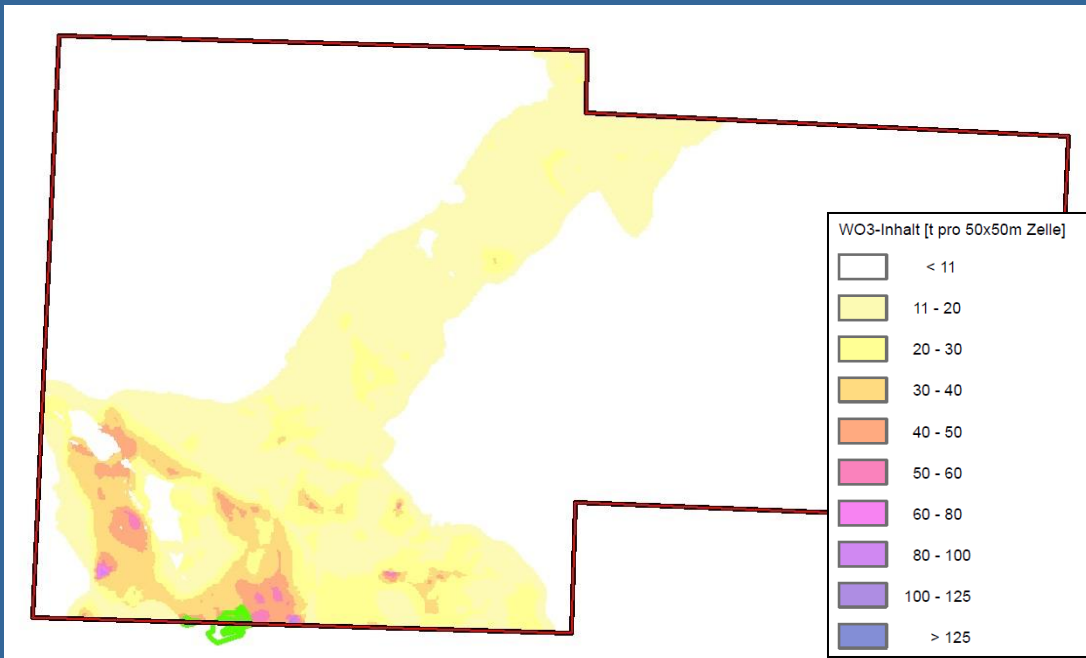
Qualitative Prognose: W in Skarnen



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Quantitative Prognose: W in Skarnen



Vorräte für Pöhla-Globenstein bekannt (ca. 43 kt WO₃)
Nur randlich im UG (anteilig 12 kt).

Für die Prognose wird dieser WO₃-Inhalt auf die Rasterzellen verteilt (38,6 – 162,2 t).

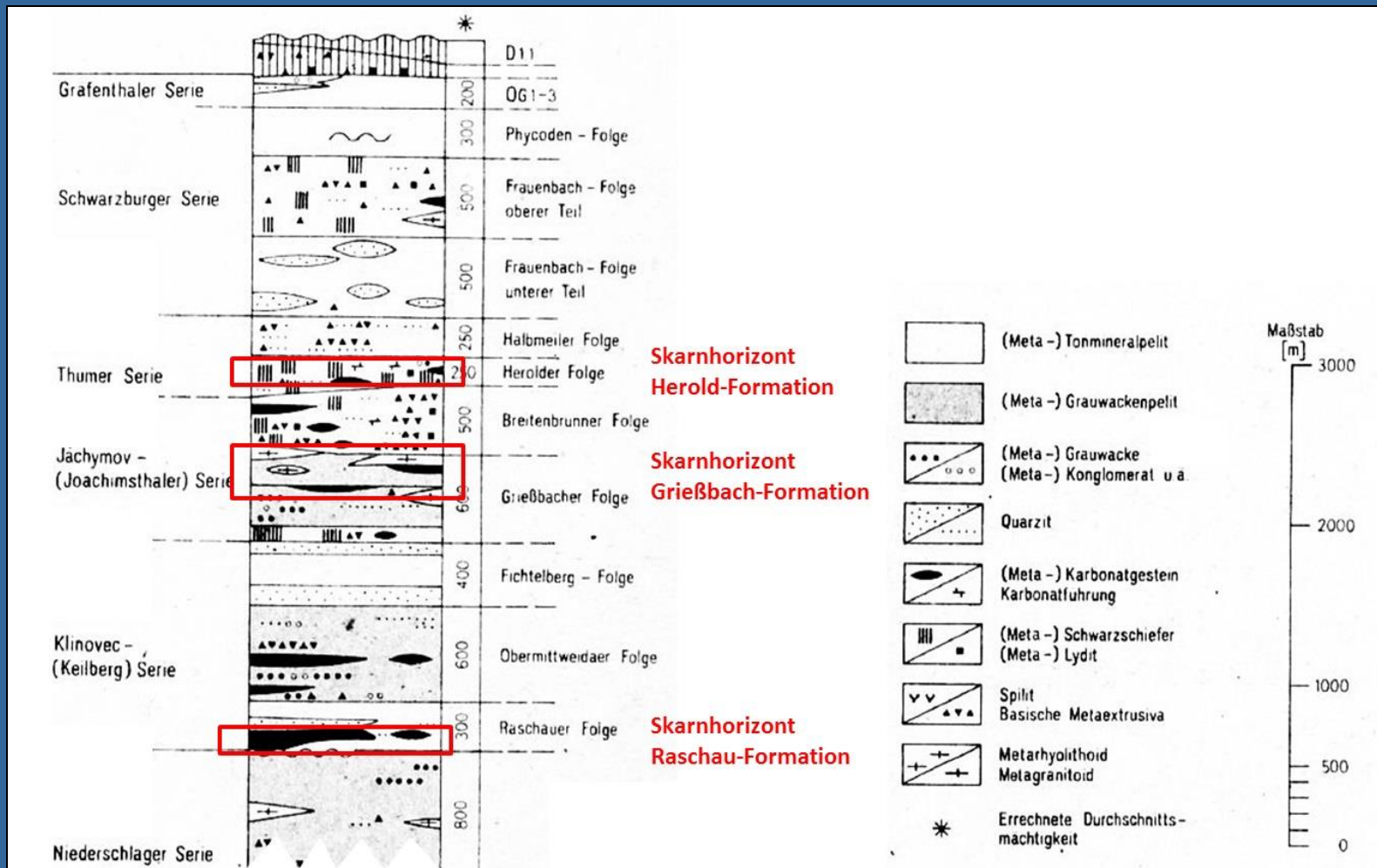
- Aufsummierung aller WO₃-Inhalte ergibt:
 - 151.722 t in der Kontur > 0,25 (qualitative Prognose)
 - 117.340 t in der Kontur > 0,5 (qualitative Prognose)
- In den bekannten Vorratsblöcken wurde wiedergefunden:
 - 12.260 t
 - Vergleich: alle berechneten Vorräte betragen: 12.339 t
 - Damit wären nur 8 % der insgesamt im UG möglichen Vorräte in den bekannten Blöcken enthalten → Plausibel aufgrund der großen Flächen.



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Prognose von Skarnen: Stratigraphische Kontrolle der Skarne



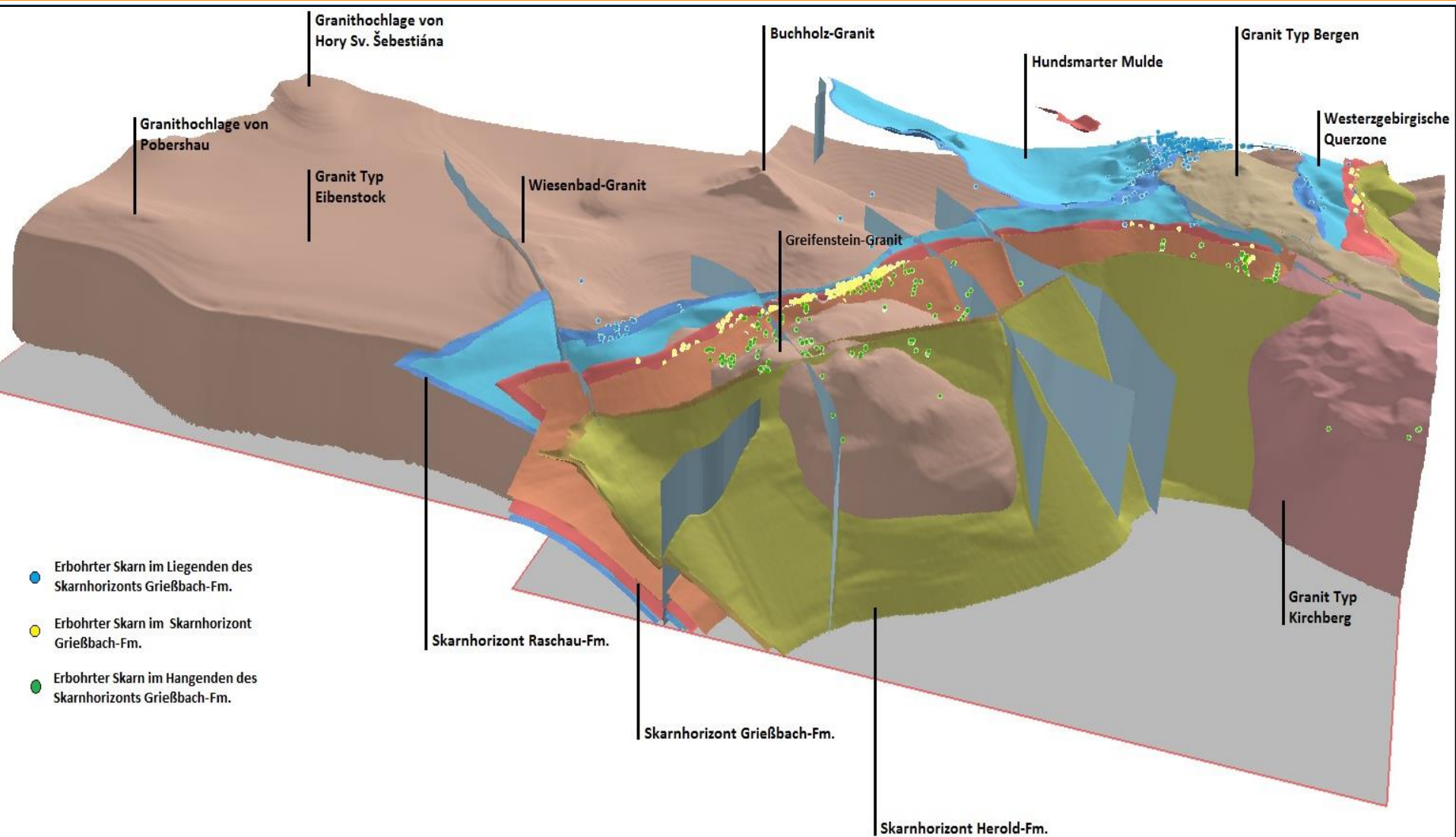
QUELLE: HOTH, K.; BERGER, H.-J. (1980): Stratigraphie und lithologisch-fazielle Charakteristik der Parametamorphite und Sedimentite im Erzgebirge/Vogtland. Unveröffentlichter Bericht, 102 S., Archiv des LFULG, Freiberg.



beak
CONSULTANTS

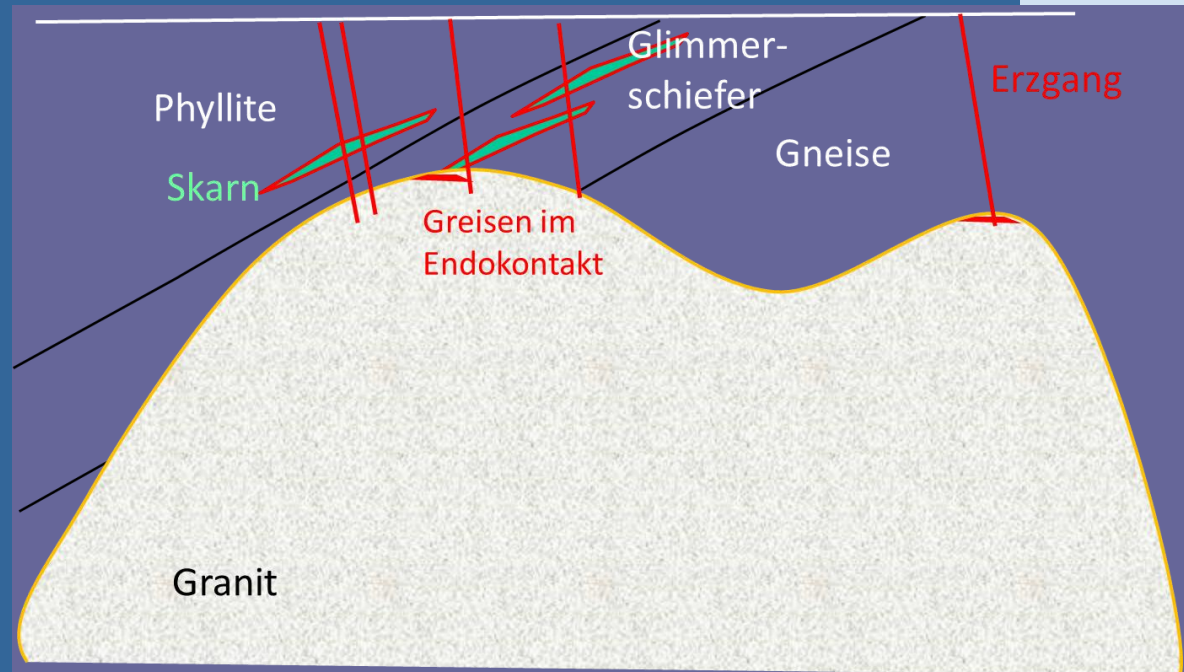
advangeo®
Prediction Software

Erbohrte Skarne



Die skarnkontrollierenden Faktoren

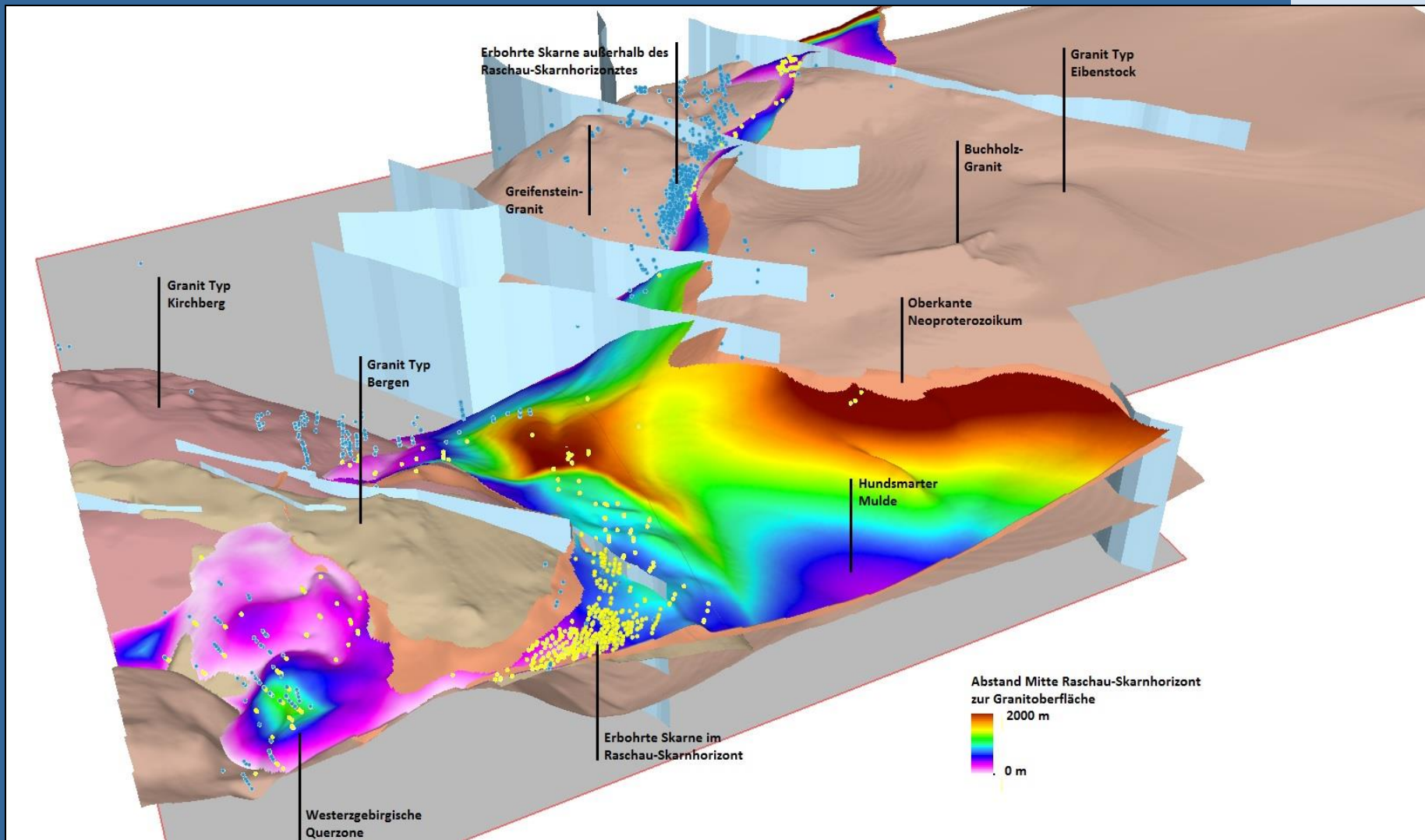
- Karbonatgesteine/
reaktive Gesteine
- Entfernung zum
Granit
- Winkel zwischen
Einfallen der
Metamorphite und
Granitoberfläche
- Bruchtektonik



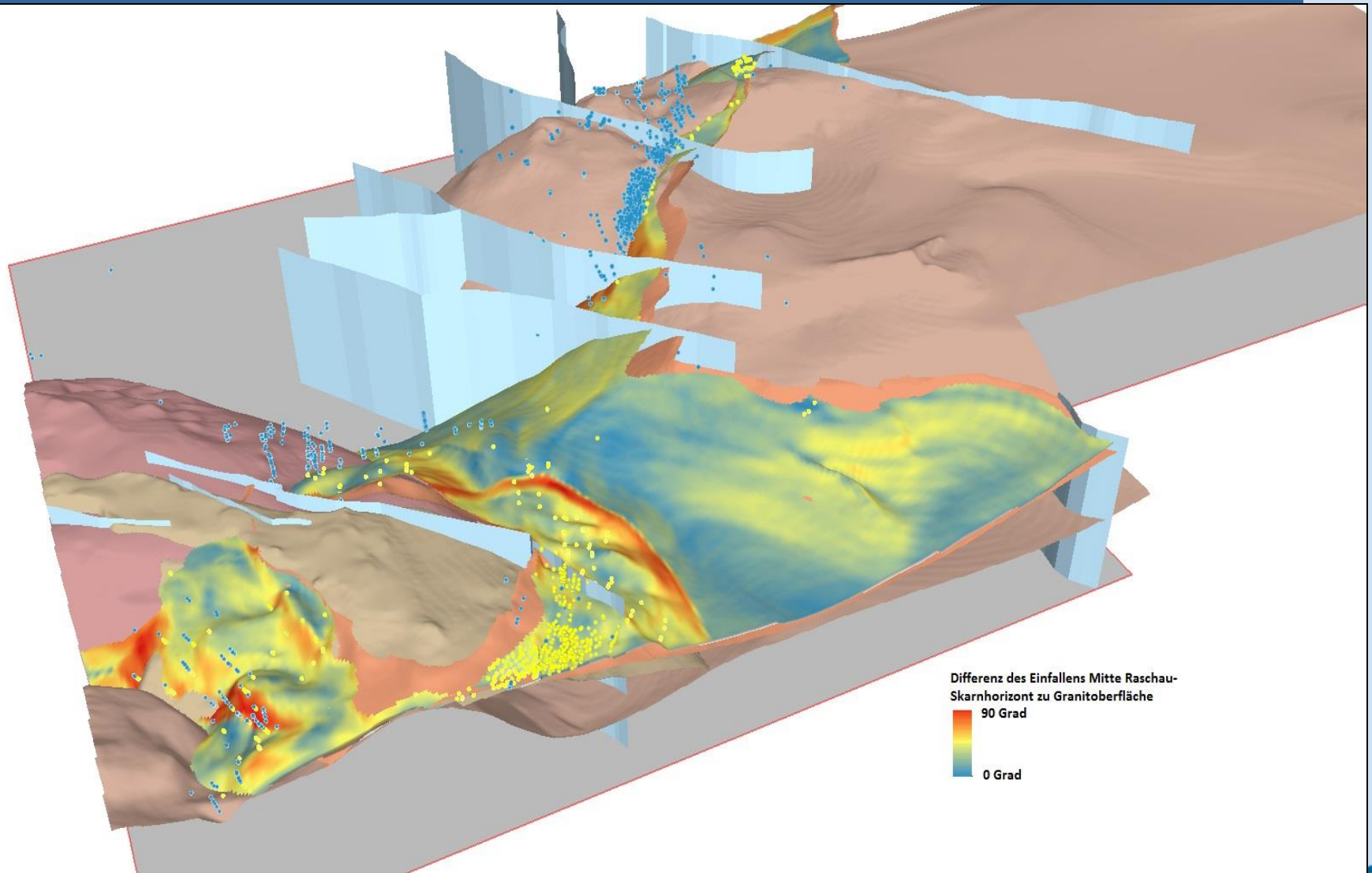
beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

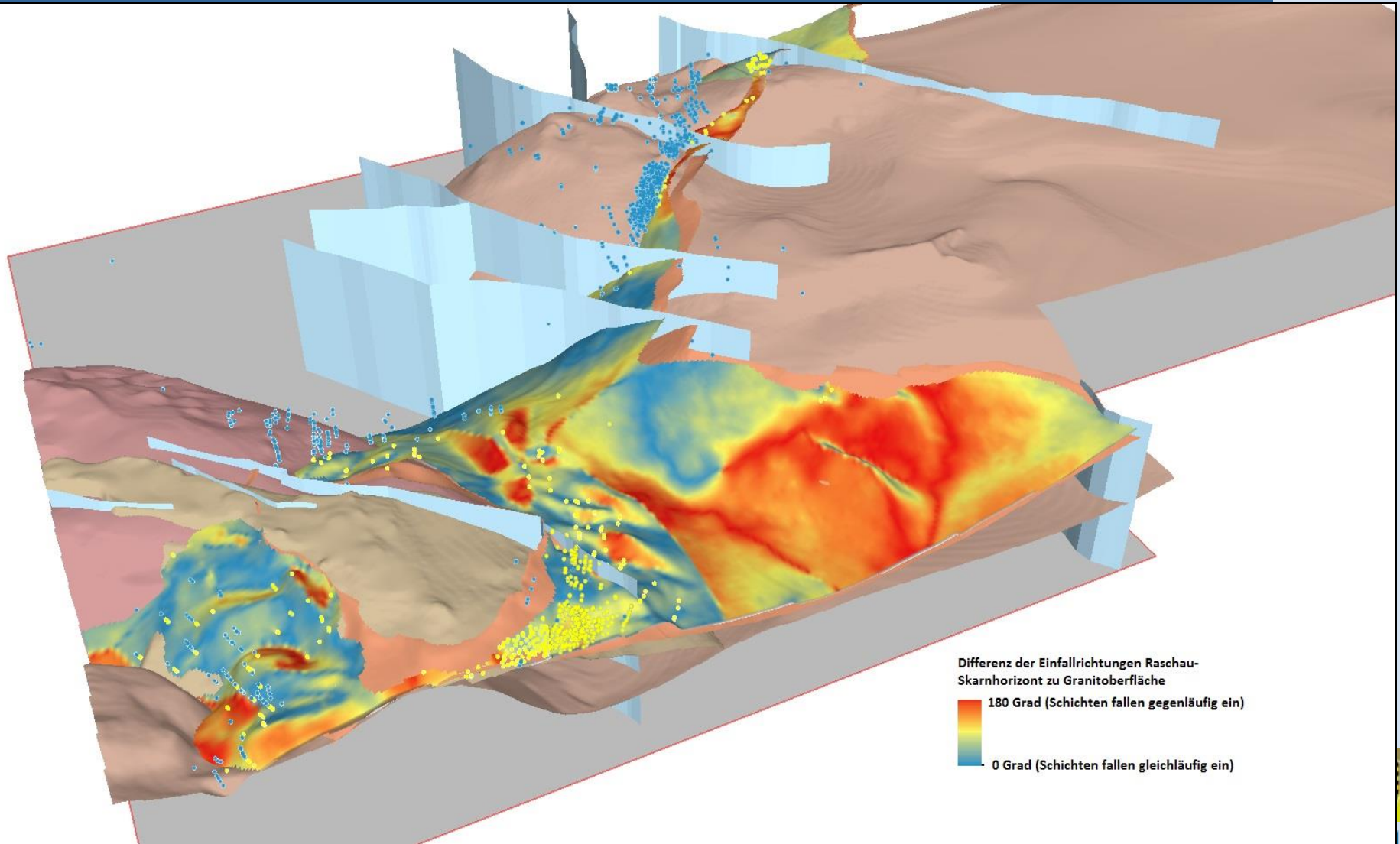
Kontrollierender Faktor: Abstand Granit - Karbonate



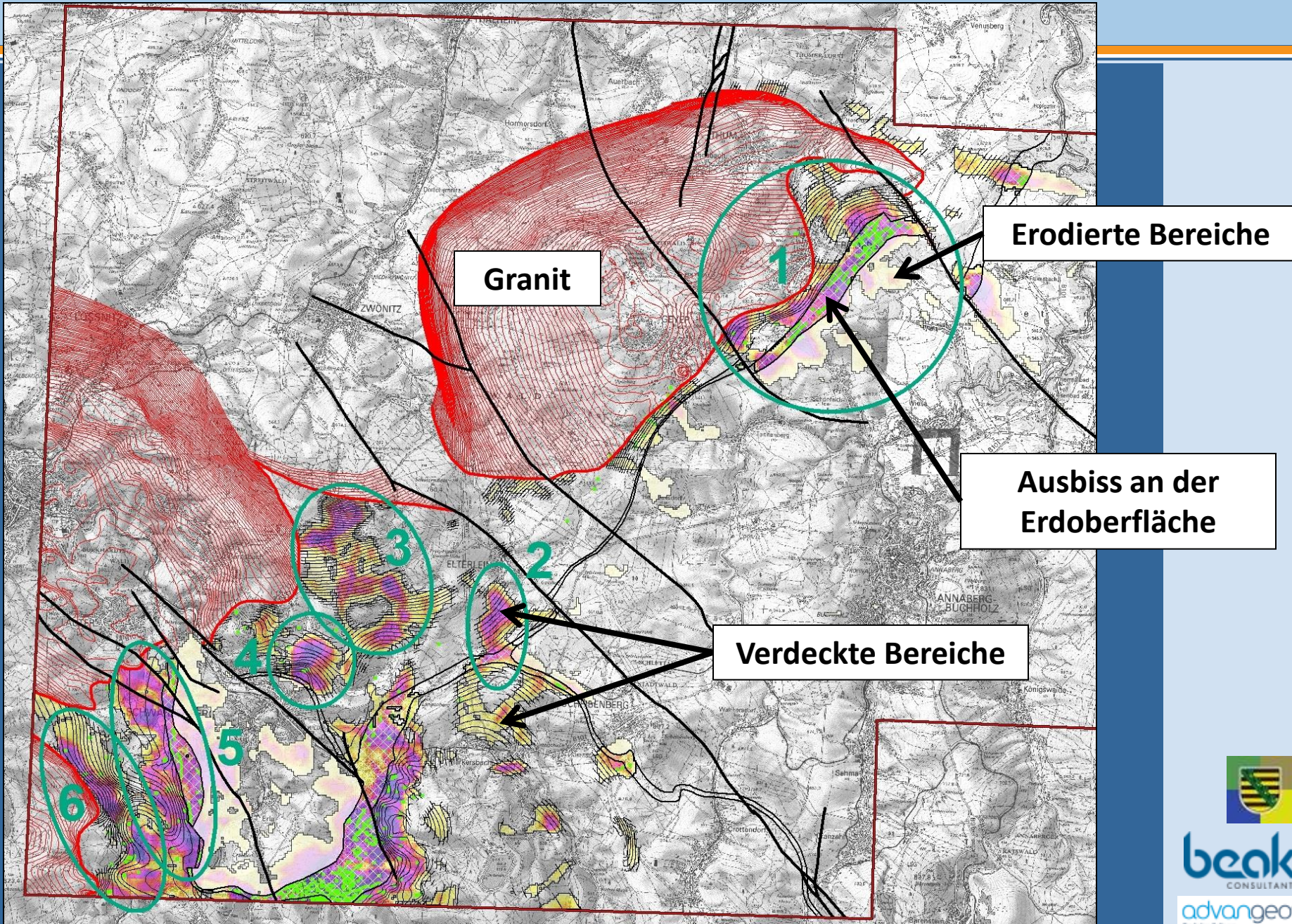
Kontrollierender Faktor: Differenz Einfallswinkel Karbonathorizont - Granitoberfläche



Kontrollierender Faktor: Differenz Einfallrichtungen Karbonathorizont - Granitoberfläche



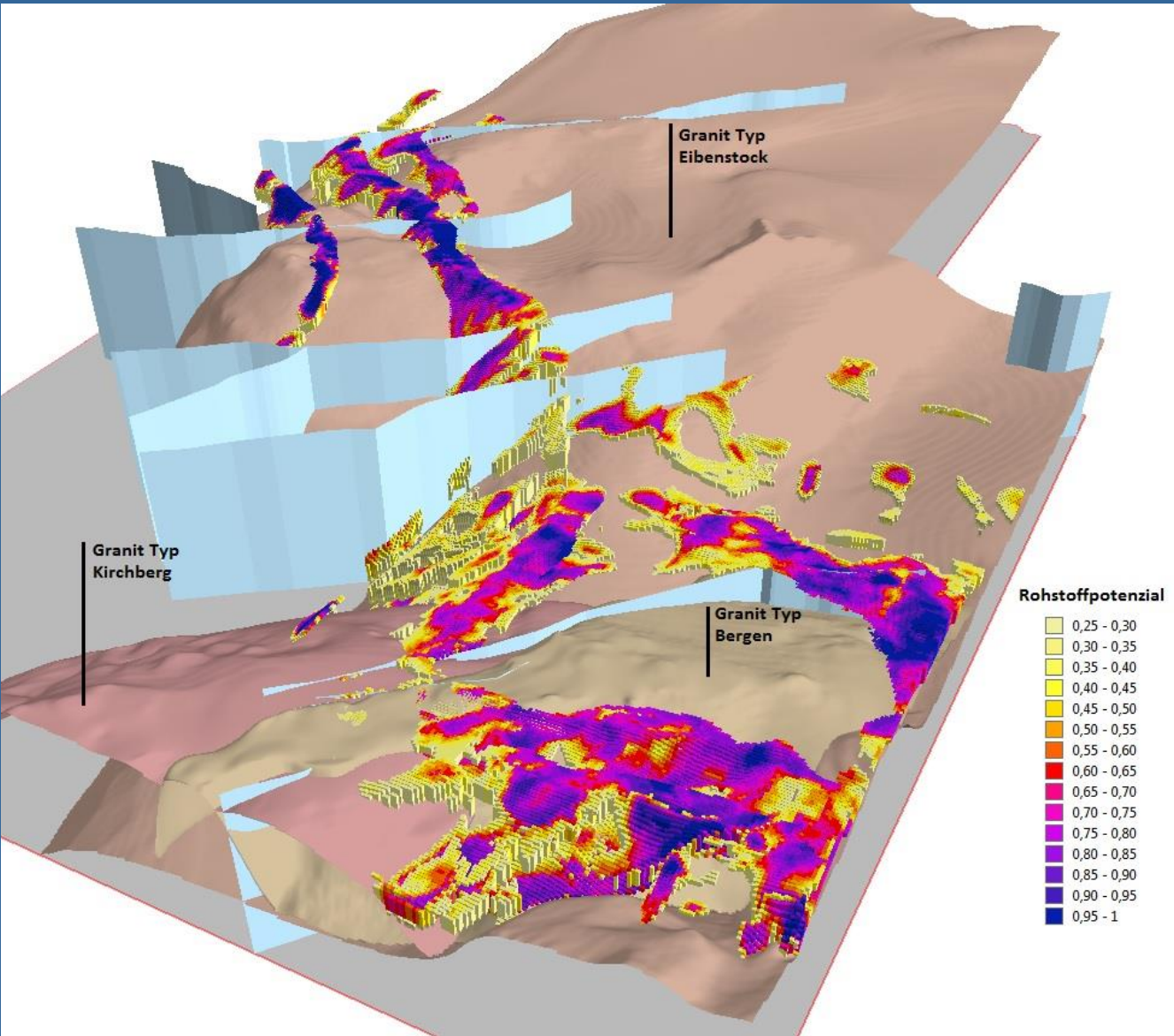
Prognoseergebnis: Skarne in der Raschau-Formation



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Prognoseergebnis: Verskarnungspotenzial



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Flussspat

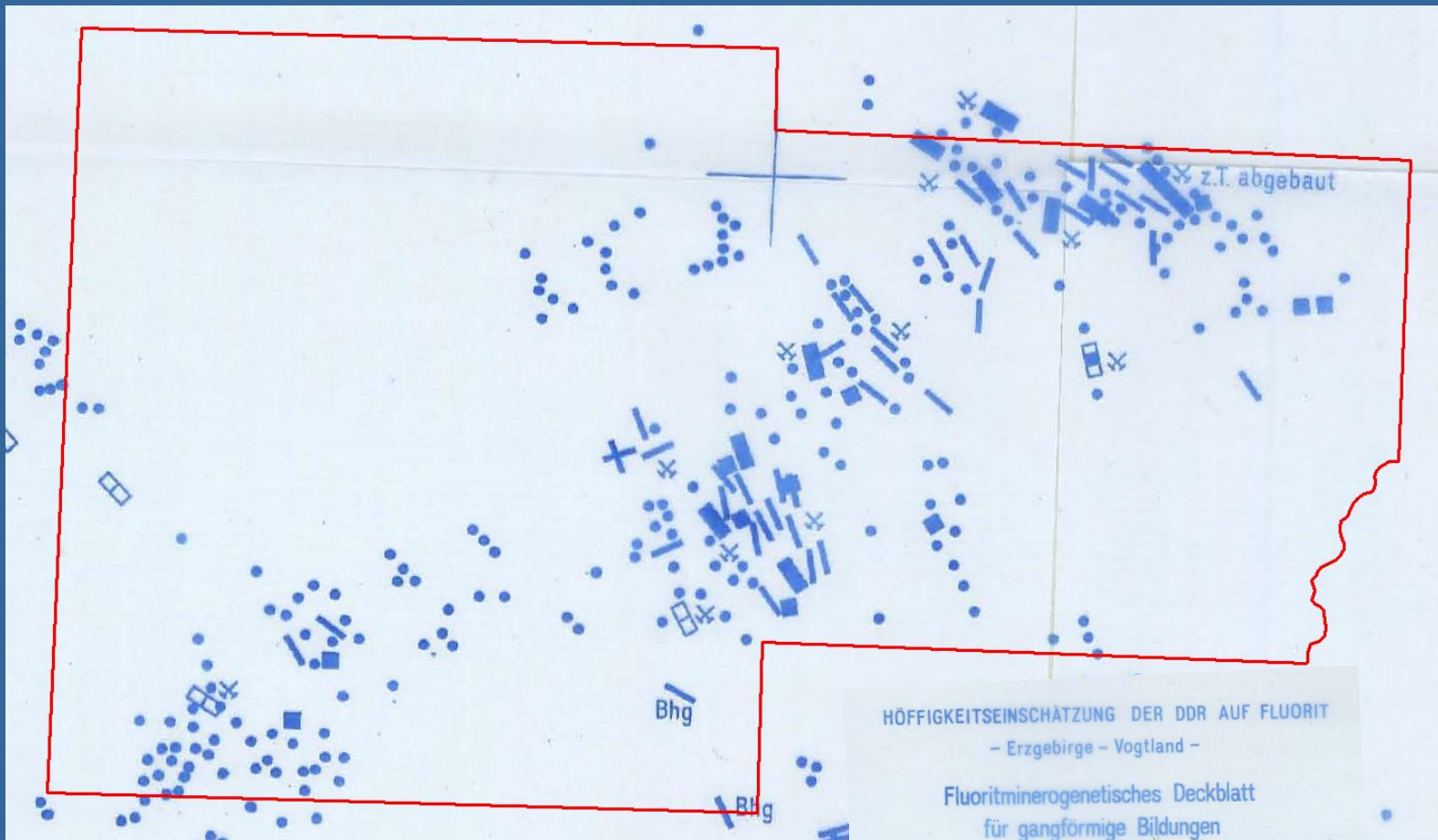
- Zahlreiche Flussspatvorkommen sind bekannt. Flussspat ist häufige Nebenkomponente aller anderen Mineralisationen.
- Wirtschaftliche Bedeutung erlangte nur das Gebiet um Marienberg (Tscherper Flacher, 1955-58, ca. 48.600 t Rohspat, Mächtigkeit bis zu 3 m)
- Fluorit in Skarnen des Vorkommens Pöhla-Globenstein (Gehalte niedrig, Spat muss abgetrennt werden)
- Quantitative Rechnungen mit Hilfe der Klassifikation aus der Spatprognose



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Klassifikation der flussspathöffigen Strukturen nach Spatprognose



HÖFFIGKEITSEINSCHÄTZUNG DER DDR AUF FLUORIT

- Erzgebirge - Vogtland -

Fluoritminero-genetisches Deckblatt
für gangförmige Bildungen

Fluoritmineralisation
zur geologischen Grundkarte

1:200000



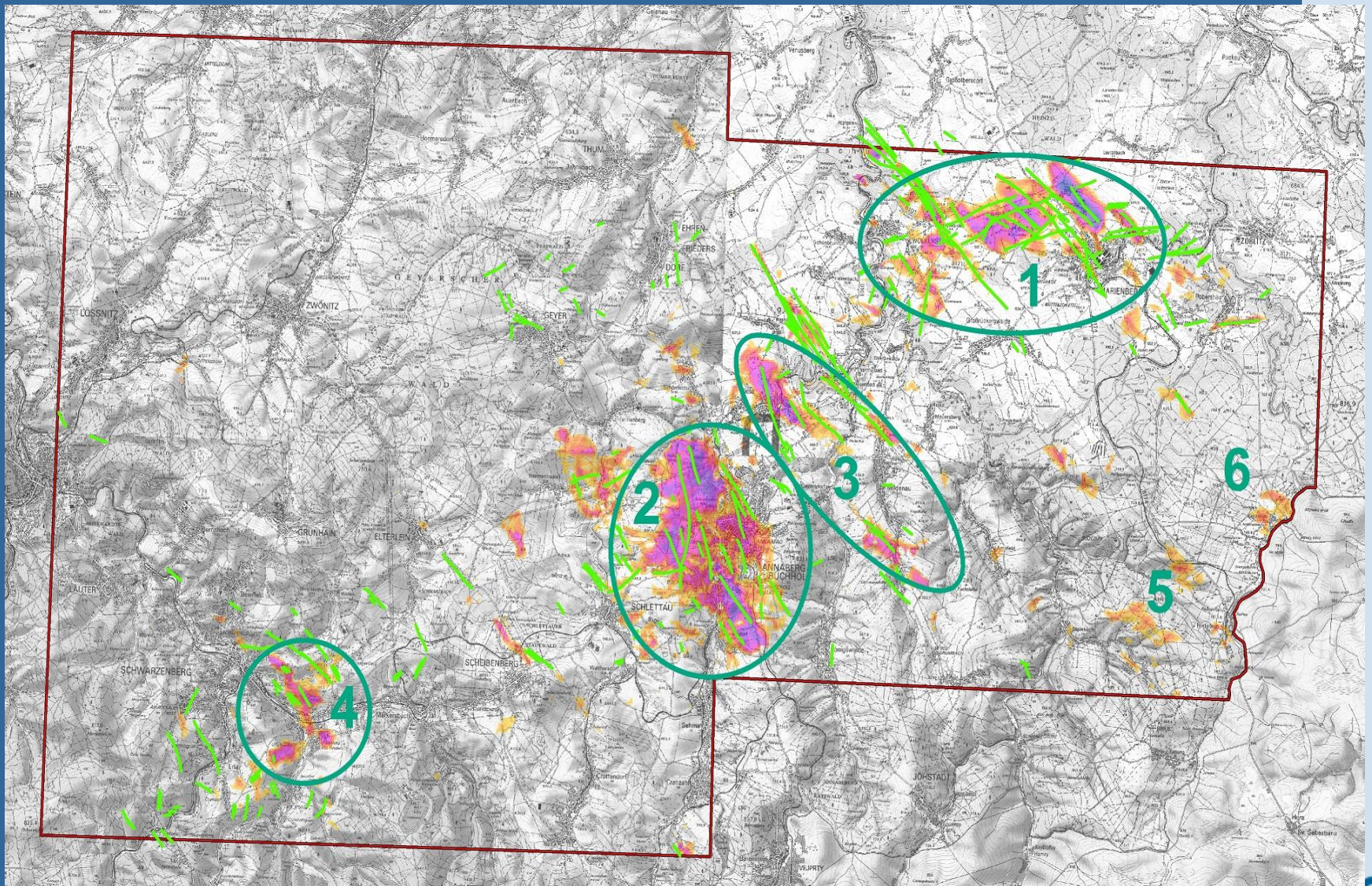
Zusammengestellt durch K.-H. Bernstein und E.-M. Ilgner
Kartographische Bearbeitung H. Eilers, I. Sykora
Freiberg, Februar 1978
Legende siehe Anlage 2.3



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Perspektive Gebiete



Schlussfolgerungen

- Für **Zinn-Wolfram**-Mineralisationen wurde:
 - Die Abgrenzung der Höffigkeitsflächen und
 - Die Schätzung des zu erwartenden Potentials vorgenommen.
- Für **Fluss- und Schwerspat** wurden Höffigkeitsflächen abgegrenzt.
- **Zinnpotenzial in Skarnen**: geschätzt ca. 600.000 t Metallinhalt (Potenzial $> 0,5$), bekannte Ressourcen (C1, C2, c1, c2 und Delta): 250.000 t.
- **Wolframpotenzial in Skarnen (WO₃)** geschätzt ca. 120.000 t WO₃-Inhalt (Potenzial $> 0,5$), bekannte Ressourcen (C1, C2, c1, c2 und Delta): 120.000 t.



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Schlussfolgerungen (Fortsetzung)

- **Höffige Gebiete für Sn-W-Skarne:** in größeren Teufen zwischen der Schwarzenberger Kuppel und dem Granitpluton des Mittleren Erzgebirges im Kambro-Ordovizium.
- **Sn-Skarne** erreichen die Grenzen der **Bauwürdigkeit:**
 - hohe Sn-Gehalte (bis 1%),
 - großes Ressourcenpotenzial
 - Wertvolle Nebenkomponenten (Zn, In)
- **W-Skarne** sind auf das Umfeld der Granite Typ Bergen begrenzt.
- Die Perspektivität auf **Fluss- und Schwerspat** ist begrenzt. Perspektiven bestehen vor allem auf den großen NW-SE streichenden Bruchstrukturen.



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Schlussfolgerungen (Fortsetzung 2)

- Zinnpotenzial in Gängen:
 - Geschätzt ca. 200.000 t Metallinhalt (Potenzial $> 0,5$) bekannte Ressourcen (C1, C2, c1, c2 und Delta): 67.000 t, davon 20 % abgebaut.
 - Perspektiven generell über den Hochlagen des Granits vom Typ Eibenstock
 - Nicht bauwürdig aufgrund niedriger Gehalte und geringer Mächtigkeiten.
- Wolframpotenzial in Gängen ist gering.



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software

Empfehlungen

Wir empfehlen, die Arbeiten wie folgt weiterzuführen:

- Einbeziehung aller **geochemischer Daten** aus Bohrungen
- Ausführung **echter 3D Modellierungen** und -Prognosen
- Ausführung von **Höffigkeitsprognosen in Teilgebieten**:
 - 1 Osterzgebirge inkl. Freiberg
 - 3 Westerzgebirge/Vogtland
 - 2 Erzgebirgsnordrand
 - 4 Erzgebirge/ Vogtland: Spate
- Zielgerichtete **Überprüfung** durch geeignete **Feldarbeiten**
- Nachfolgende **Vervollkommnung der Modelle**



beak
CONSULTANTS

advangeo
Prediction Software

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ja, da ist
noch
etwas !



www.smul.sachsen.de/lfulg/
www.beak.de



beak
CONSULTANTS

advangeo®
Prediction Software