

TUBAF

Die Ressourcenuniversität.
Seit 1765.

ABLEITUNG DES URAN-HINTERGRUNDES IM GRUNDWASSER MITTELS BATCHVERSUCHEN BEI DER URANERZGRUBE KÖNIGSTEIN (SACHSEN)

kassel24
documenta Stadt Kassel 2024



FRIEDRICH-SCHILLER-
UNIVERSITÄT
JENA

SENCKENBERG
museum dresden

Sebastian Schramm / sebastian.schramm@geo.tu-freiberg.de
Prof. Traugott Scheytt / traugott.scheytt@geo.tu-freiberg.de
Lehrstuhl für Hydrogeologie und Hydrochemie

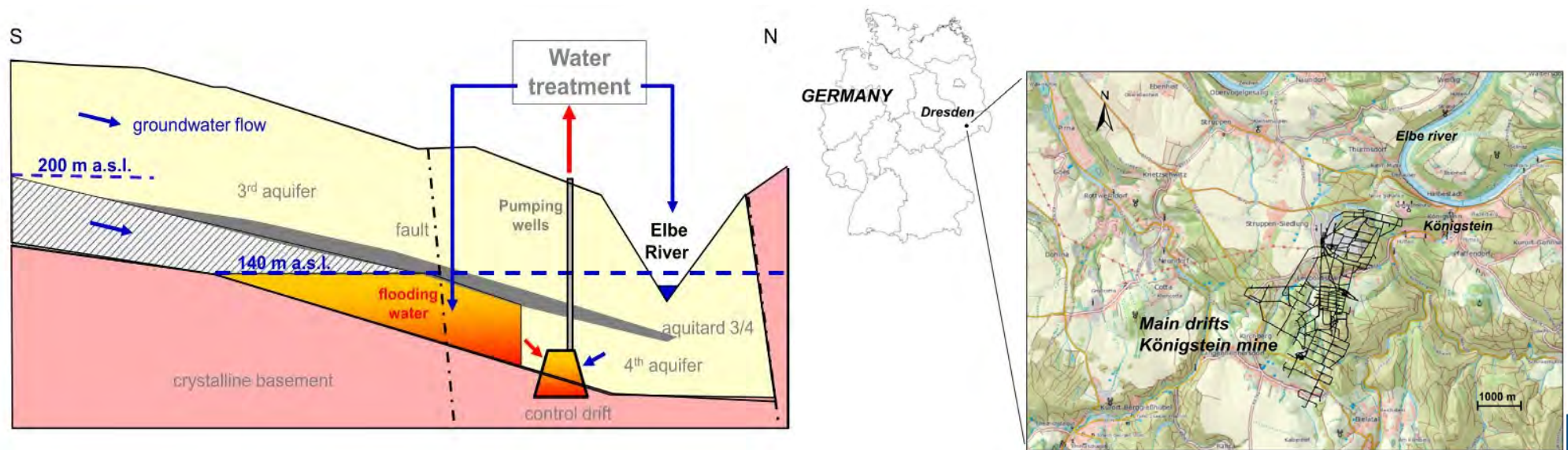
Gefördert durch:

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

Untersuchungsgebiet nach Jenk et al. (2023)



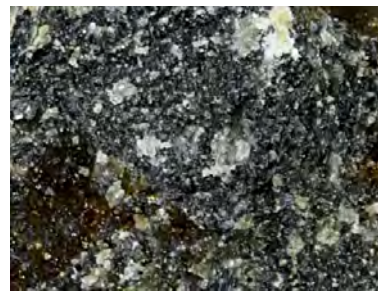
Hydrogeochemie von Uran

Redox-sensitiv: vier und sechswertig

Interaktion Wasser Festsubstanz:

Lösungs- und Fällungsreaktionen von Minerale

- Uraninit (UO_2)
- Coffinit (USiO_4)
- Phosphate (auch aerob)



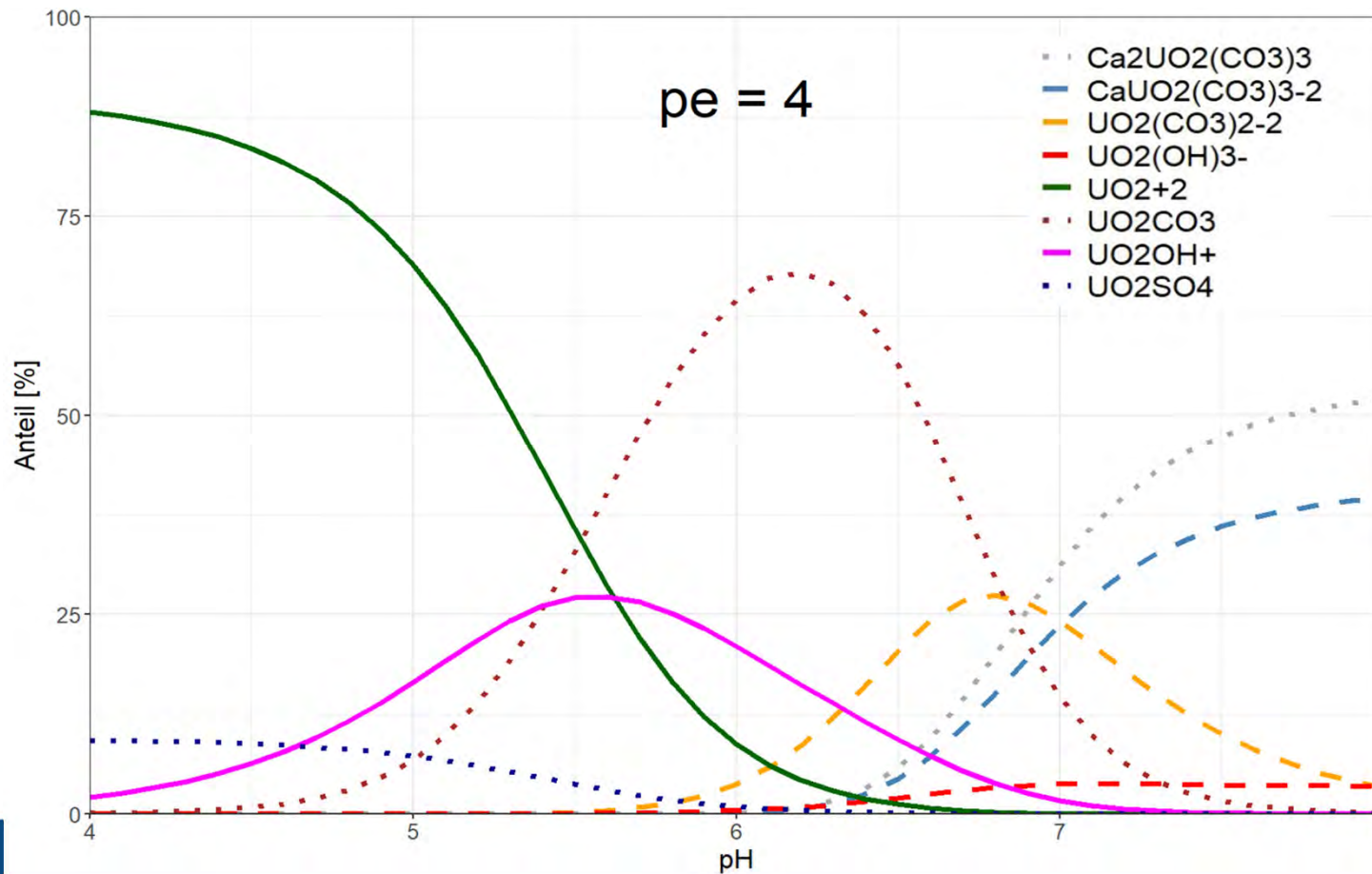
(mindat.org,
2024)

Sorptionsprozesse an:

- Eisenoxyhydroxiden wie Ferrihydrit, Goethit, Hämatit
- Tonminerale, Kaolinit
- Titanoxide (Anatas oder Rutil)

Organische Substanz

Uranspezies in Abhängigkeit vom pH

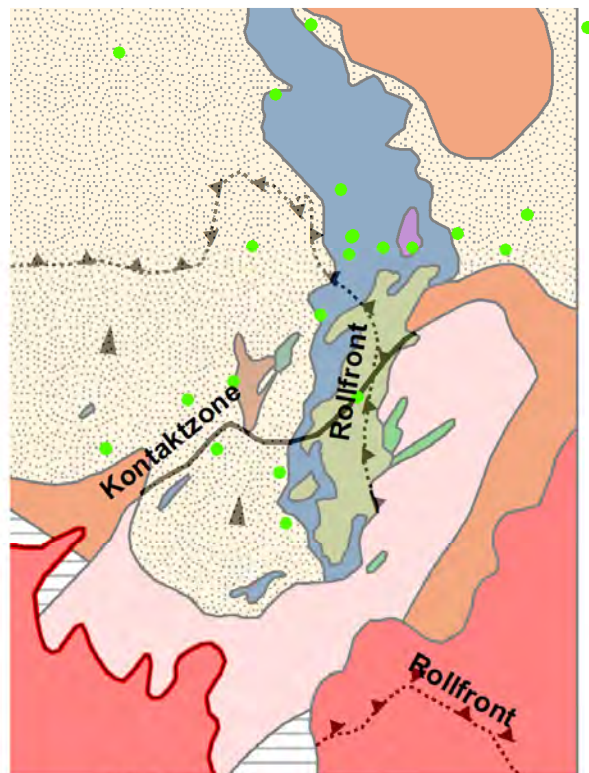


Package:
RedmodRphree
Database:
PSINagra 2020

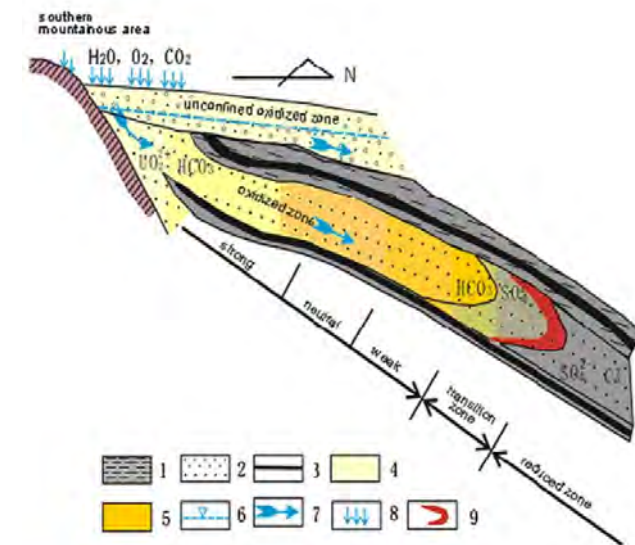
Untersuchungsgebiet und natürliche Rollfrontdynamik

Tonndorf, 2000 (verändert)

Yue and Wang (2011)



- Bohrpunkte
- Aszendente Aureolen des 1. und 2. Erzhorizontes im 3. GWL
- Aszendente Aureolen des 3. Erzhorizontes im 4. GWL
- Elbtalschiefergebirge
- Erzlager des marinen Cenoman
- Erzlager des terrestrischen Cenoman
- Erzlager marin und terrestrisch Cenoman
- Granit von Markersbach
- Granitausbiss
- Lausitzer Block
- Primäraureole des 1. und 2. Erzhorizontes
- Unterquadersandstein
- Einzugsgebiet 3. und 4. GWL
- Kontaktzone
- ...▲ Rollfront
- topologische_Marker
- ▲ Grundwasserfließrichtung



Methoden

Gesteinsanalytik

Sandsteine aus Bohrkerne

Elemente	Röntgenfluoreszenz (RFA)
Minerale	Röntgendiffraktometrie (XRD) / Dünnschliffmikroskopie

Wasseranalytik

Zufließendes Grundwasser

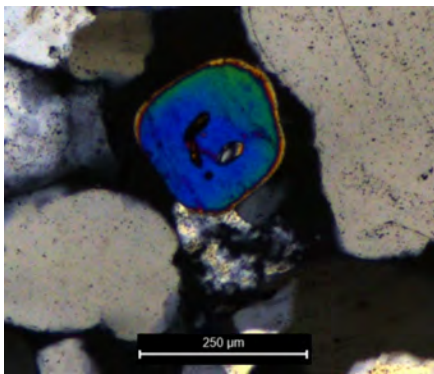
Wasser aus Batchversuchen

Elemente / Ionen	ICP-OES / ICP-MS / IC
Hydrogencarbonat	Titration (Schnelltest)
pH, Redox, O2, spezifische el. Leitfähigkeit	Sonden, Elektroden
Phosphate	Colorimetrie

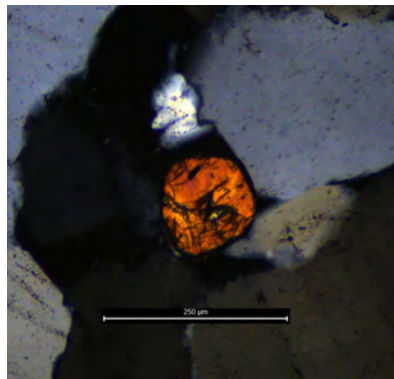
Ergebnisse der Dünnschliff-Mikroskopie

Gefundene Minerale für Oberhäslich-Formation und Wurmsandstein: Quarz, Muskovit, Turmalin, Magnetit, Hämatit, Zirkon, Rutil

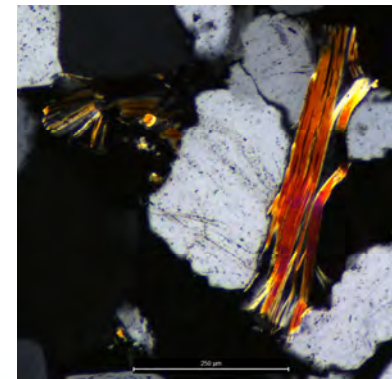
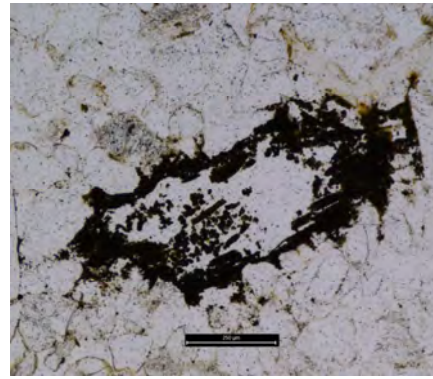
5 Schliffe, alle sehr ähnlich



**Turmalin (Dravit)
(doppelt
polarisiert)**



**Zirkon (doppelt
polarisiert)**



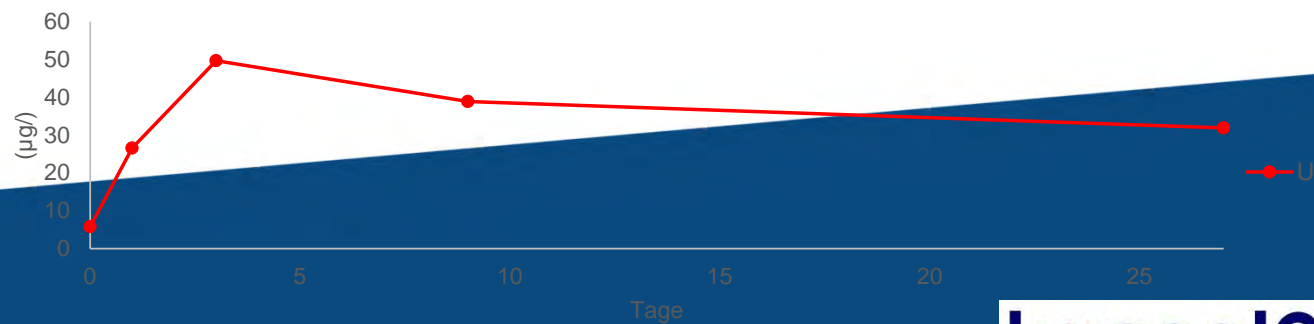
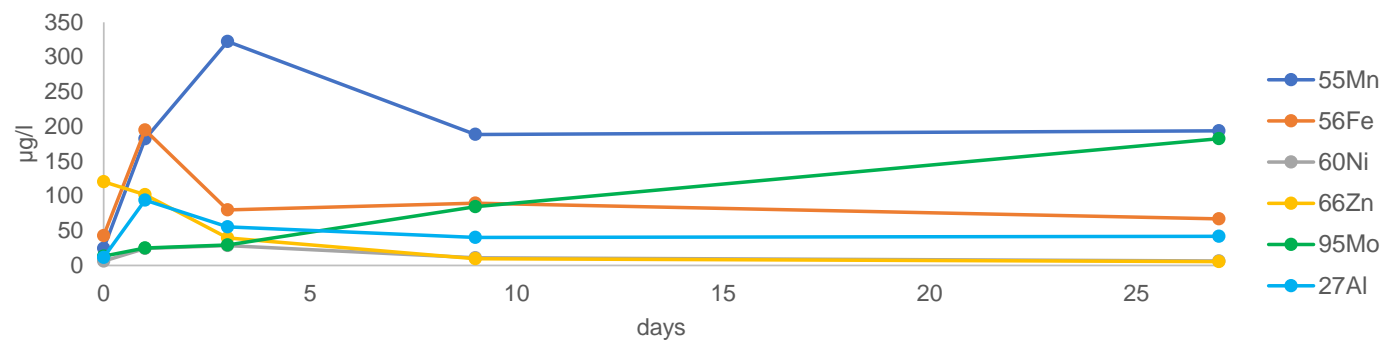
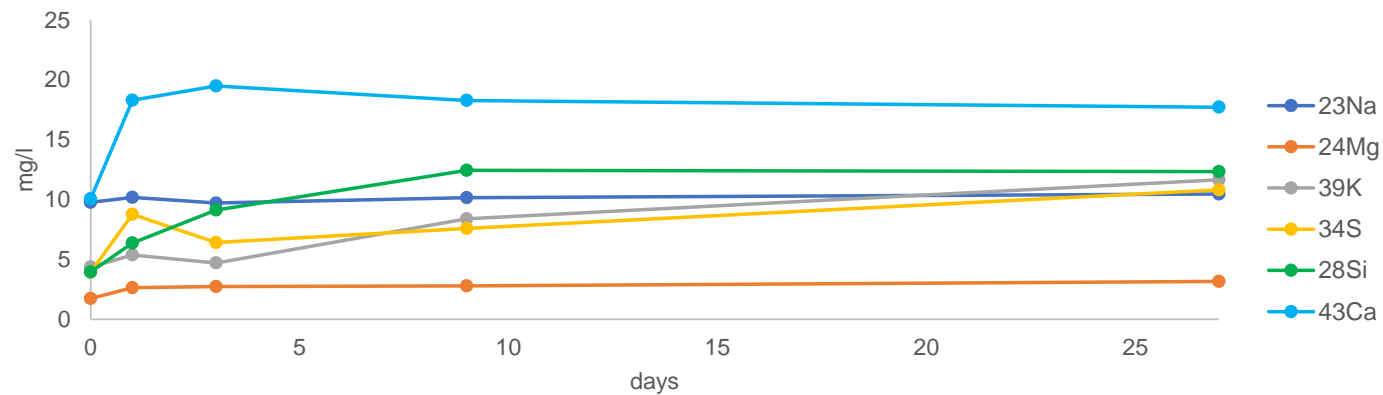
Ergebnisse RFA / XRD

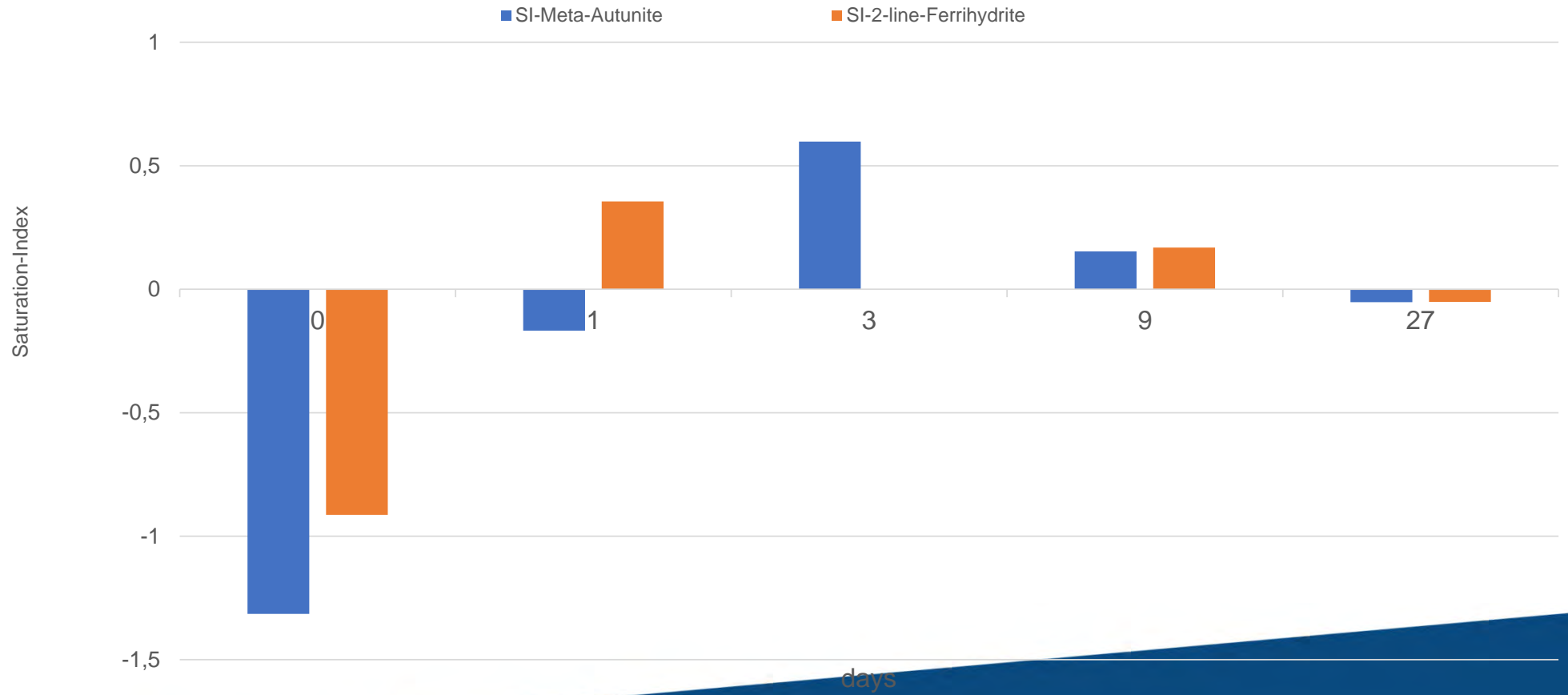
	7012-1	7012-3	7023-3	7032_4	7032_8
Si (%)	50	49	47	46	24
Al (%)	0,5	0,7	0,8	1,0	14,9
Mg (%)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,0015	0,03
K (%)	0,038	0,048	0,065	0,055	0,582
S (%)	<0,03	<0,03	<0,03	0,055	1,37
Na (%)	0,013	0,014	0,019	0,019	0,056
Ca (%)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,004	0,077
Ti (%)	0,025	0,024	0,039	0,034	0,928
Fe (%)	0,54	0,62	0,38	0,09	1,55
P (%)	0,002	0,004	0,003	0,003	0,093
Mn (%)	0,0029	0,0034	0,0026	<0,002	0,007
U (PPM)	< 10	< 10	< 10	25,6	1820

Mit XRD

- Quarz
- Kaolinit
- Dickit
- Muskovit
- Anatas
- Galenit
- Sphalerit

Ergebnisse ICP-MS





Literatur

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2010. Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV).

De Lucia, M., Kühn, M., 2021, Geochemical and reactive transport modelling in R with the RedModRphree package, in: Advances in Geosciences, Presented at the European Geosciences Union General Assembly 2021, EGU Division Energy, Resources & Environment (ERE) - EGU General Assembly 2021, Online, 19–30 April 2021, Copernicus GmbH, pp, 33–43.

mindat.org, n.d. Autunite [WWW Document]. URL <https://www.mindat.org/min-433.html> (accessed 9.3.24).

Jenk, U., Kleditz, N., Bilek, F., Uhlig, U., 2023. Field Test to Restore Original Geochemical Conditions in a Flooded Mine Area-An Essential Milestone for the Complete Remediation of the Königstein Uranium Mine. *Mine Water Environ* 42, 50–58. <https://doi.org/10.1007/s10230-023-00927-5>.

Kohn, D., 2021, How Percentile Approximation Works (and Why It's More Useful Than Averages) [WWW Document], Timescale Blog, URL <https://www.timescale.com/blog/how-percentile-approximation-works-and-why-its-more-useful-than-averages/> (accessed 10.9.23).

Tonndorf, H., 2000, Die Uranlagerstätte Königstein, Bergbau in Sachsen, Landesvermessungsamt Sachsen.

Yue, S., Wang, G., 2011, Relationship between the hydrogeochemical environment and sandstone-type uranium mineralization in the Ili basin, China, *Applied Geochemistry* 26, 133–139, <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2010.11.010>.



Ergebnisse Röntgendiffraktometrie

Mineral	chemisch	Masse
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	50 – 55
Quarz	SiO_2	22 – 28
Dickit	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	4 – 8
Muscovit	$\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	5 – 7
Chalcopyrit	CuFeS_2	2 – 3
Anatas	TiO_2	1,5 – 2
Sphalerit	ZnS	0,6 – 1
Tennantit	$\text{Cu}_6(\text{Cu}_4\text{X}_2)\text{As}_4\text{S}_{13}$	< 1
Summe	-	84,6 – 105