



**TUBAF**

Die Ressourcenuniversität.  
Seit 1765.

**kassel23**  
documenta Stadt Kassel 2023

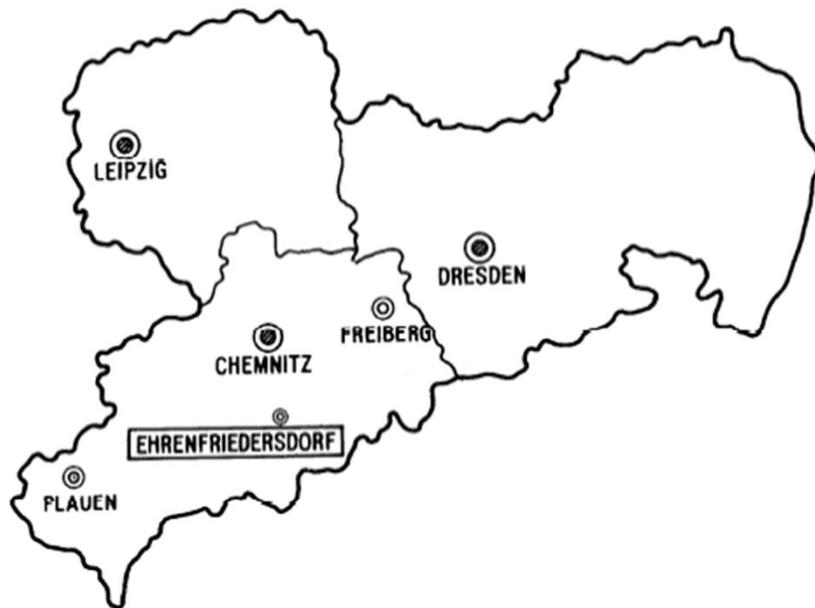
# Hydrogeochemische Charakterisierung der Teilwasserkörper der Zinnerzgrube Ehrenfriedersdorf als Basis für die langfristige Wasserbehandlung

Viktoria Rafique

Institut für Bergbau und Spezialtiefbau

Arbeitsgruppe Bergbauliche Wasserwirtschaft

# Lage Ehrenfriedersdorf

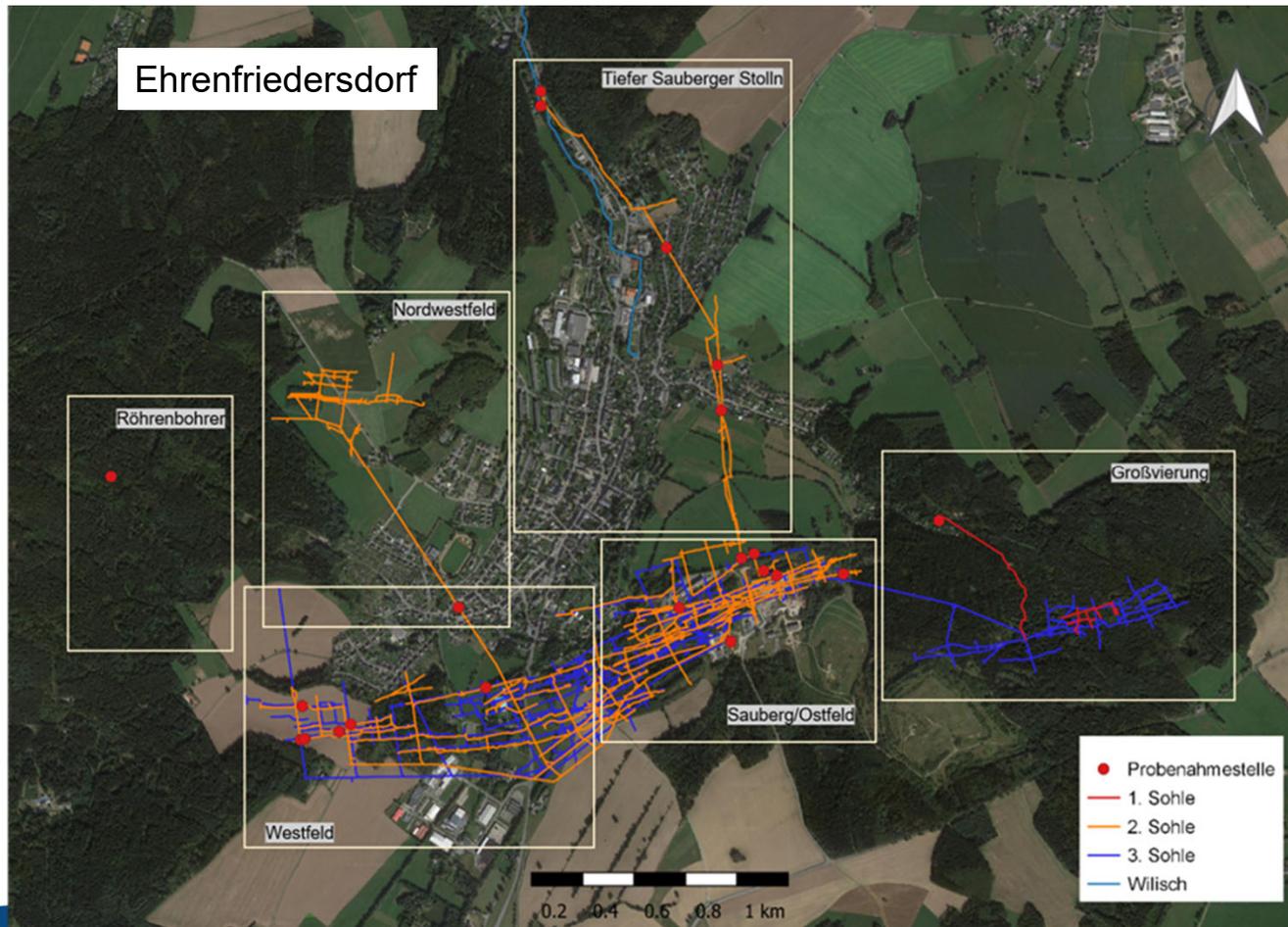


© Stopp/Zinnerz Ehrenfriedersdorf GmbH

Quelle Bilder: links: Hösel, G.; Hoth, K.; Jung, D.; Leonhardt, G.; Mann, M.; Meyer, H.; Tägl, U. (1994): *Das Zinnerz-Lagerstättengebiet Ehrenfriedersdorf/Erzgebirge, Bergbaumonographie*, Bergbau in Sachsen Band 1; Hrsg: LFUG und Oberbergamt, Freiberg.

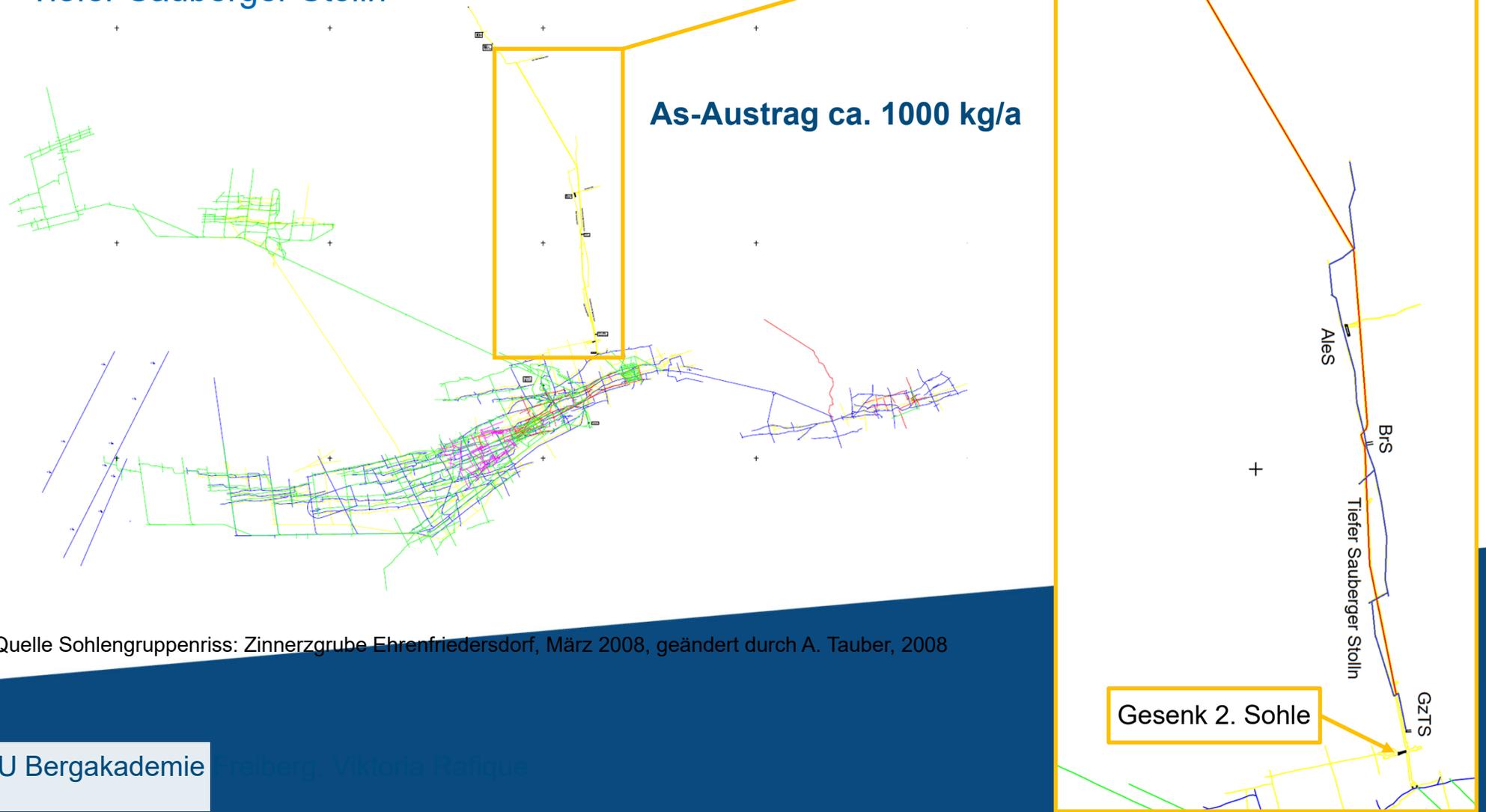
Rechts: <https://www.recomine.de/standorte/ehrenfriedersdorf>, 04.10.2023

# Grubenbeschreibung



- 5 Grubenfelder/ Grubenreviere/ Teillagerstätten
- NW-Feld und Röhrenbohrer über Wasserdamm hydraulisch entkoppelt
- Zentrum: Westfeld und Ostfeld/Sauberg miteinander verbunden
- Hauptentwässerungstolln: Tiefer Sauberg Stolln → Wilisch
- Tiefenwässer nicht bilanzierbar, Fließwege unerklärt
- 2 Spülhalden (Tailings)

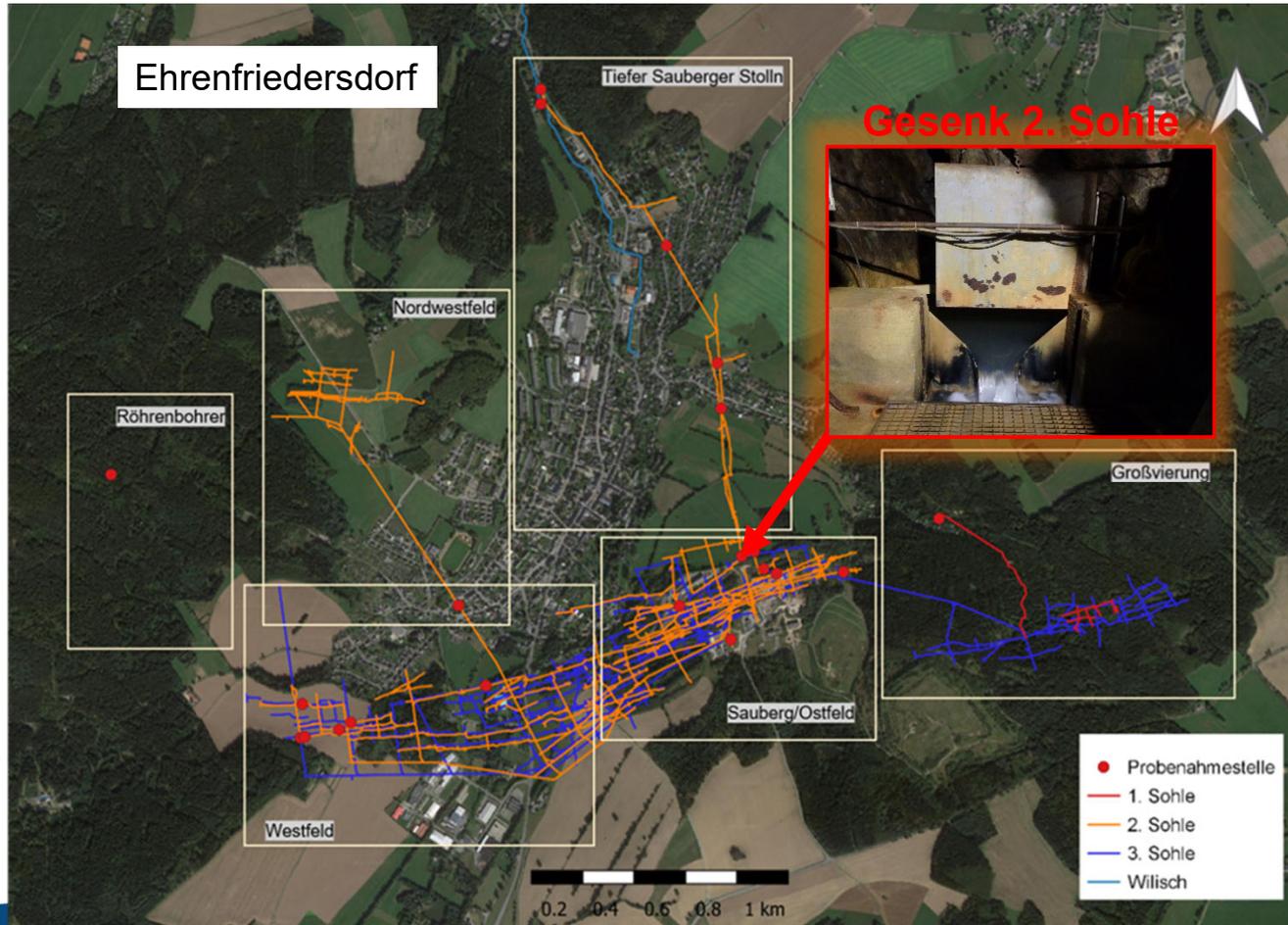
## ■ Tiefer Sauberger Stolln



Quelle Sohlengruppenriss: Zinnerzgrube Ehrenfriedersdorf, März 2008, geändert durch A. Tauber, 2008

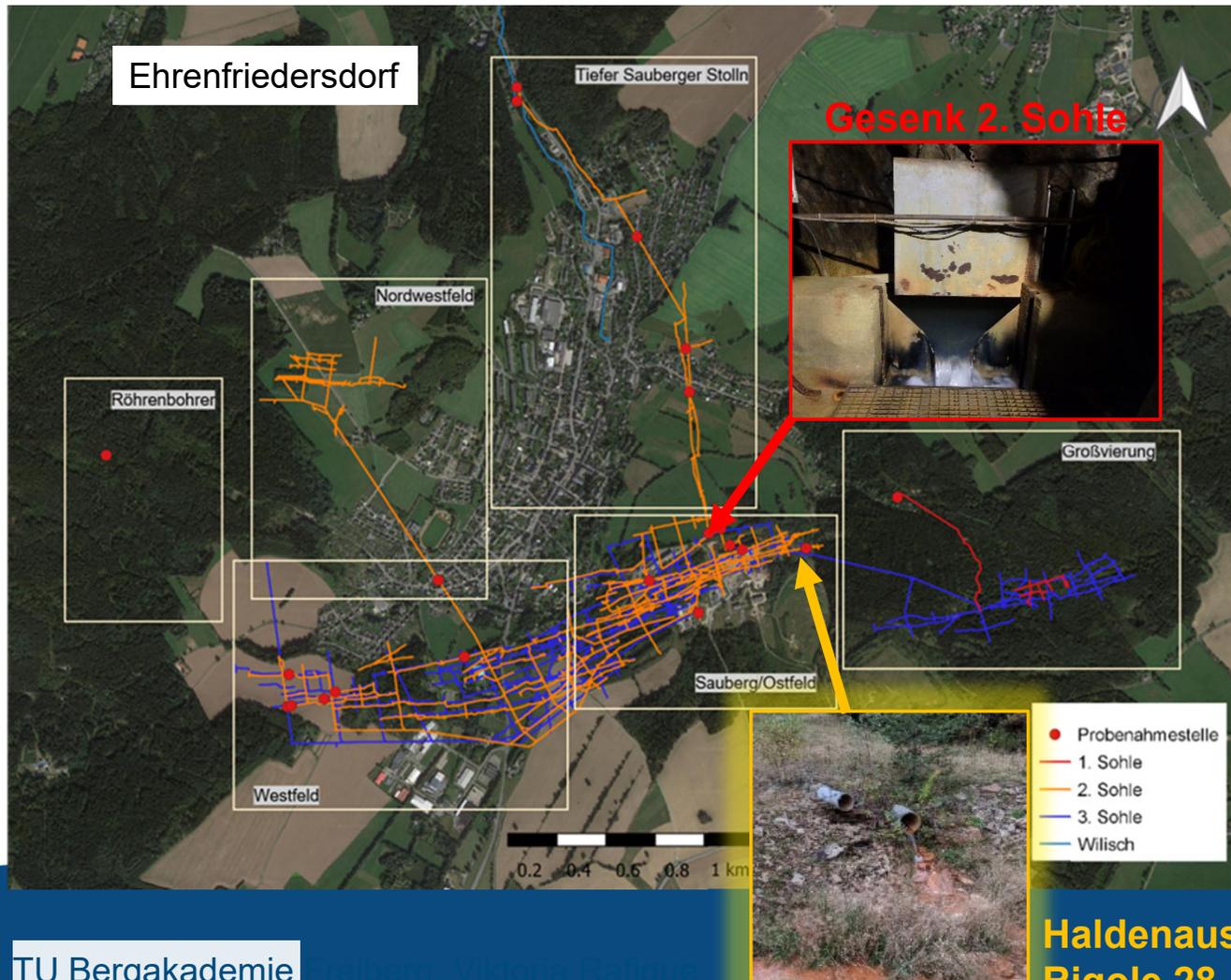
# Bedeutende Messstellen

- Gesenk 2. Sohle:
  - Repräsentiert das Bergbauwasser auf dem gefluteten Bergwerk
  - quasi-Gleichgewicht
  - pH 6,6-7
  - ELF ~ 0,6 mS/cm
  - Eh 420-590 mV
  - $As_{tot} \sim 0,3$  mg/L ca. 70% kolloidal ( $>0.45 \mu\text{m}$ )
  - $Fe_{tot}$  0,3-0,5 mg/L fast vollständig kolloidal
  - Sulfat ~ 160 mg/L



# Bedeutende Messstellen

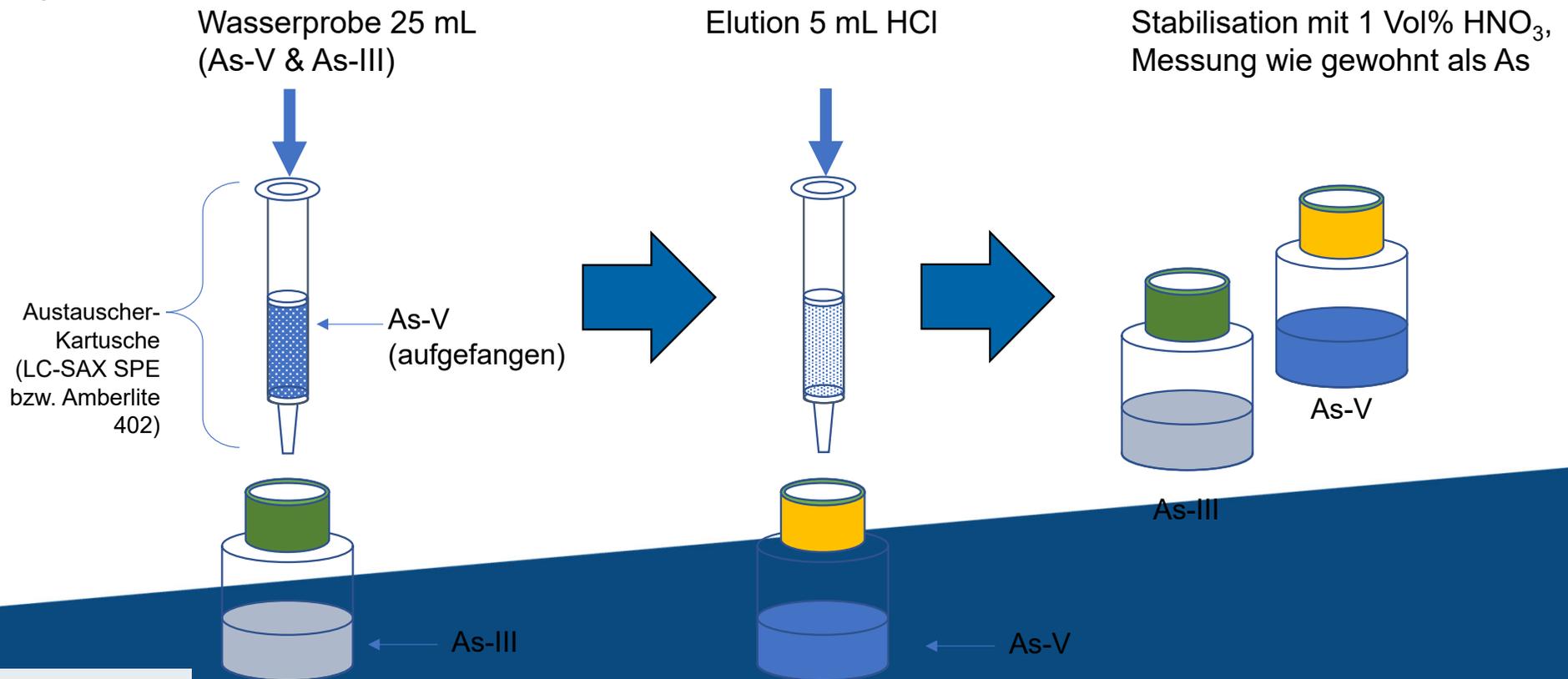
- Haldenausfluss Rigole 28:
  - Wird in das geflutete Bergwerk eingeleitet
  - pH 6,2-6,8
  - höchste ELF (0.6-1 mS),
  - kleinste Eh-Werte (260-380 mV)
  - $As_{tot}$  0,4-1,4 mg/L groÙsteils gelöst (<0.45  $\mu$ m)
  - $Fe_{tot}$  2-6 mg/L zum GroÙteil gelöst und die gelöste Fraktion  $\approx Fe^{2+}$
  - Sulfat 200-400 mg/L

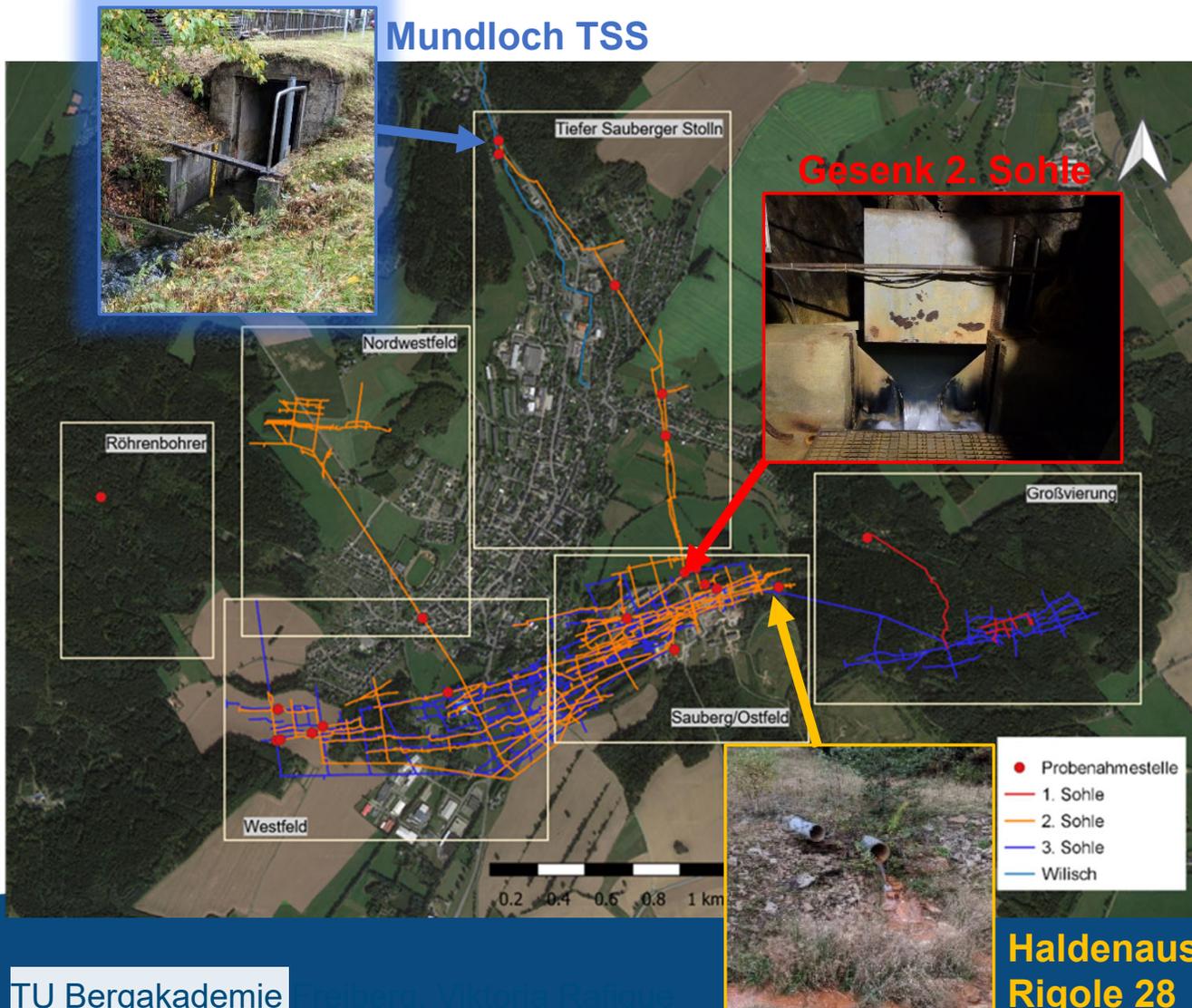


## ▪ Methode: Trennung über Ionenaustauscher

Le, X.C., Yalcin, S. & Ma, M. [2000]: Speciation of Submicrogram per Liter Levels of Arsenic in Water: On-Site Species Separation Integrated with Sample Collection. *Environmental Science & Technology* 34 (11), 2342-2347.

Brombach, G., Klemm, W. & Greif, A. [2005]: An Analytical Method for the Separation and Determination of As(III) and As(V) in Seepage and Acid Mine Drainage Water. *Microchim Acta* 151, 203-208.





• **Mundloch Tiefer Sauberg Stolln:**

- Trägt ca. 4-fache Wassermenge im Vergleich zu Gesenk aus
- pH 6.8-7
- ELF 0,27-0,43 mS/cm
- Eh-Wert 400-550 mV
- $As_{tot} \sim 0,3$  mg/L fast vollständig gelöst ( $<0.45 \mu m$ )
- $Fe_{tot} \sim 0,1-0,3$  mg/L zum Großteil gelöst
- Sulfat 40-80 mg/L



- Mundloch Tiefer Sauberger Stolln:

- pH 6.8-7
- ELF 0,27-0,43 mS/cm
- Eh-Wert 400-550 mV
- $As_{tot} \sim 0,3$  mg/L fast vollständig gelöst ( $<0.45 \mu\text{m}$ )
- $Fe_{tot} \sim 0,1-0,3$  mg/L zum Großteil gelöst
- Sulfat 40-80 mg/L

- Wilisch:

- pH 7,5-8
- ELF 0,18-0,28 mS/cm
- Eh-Wert 400-520 mV
- $As_{tot} \sim 0,06$  mg/L vollständig gelöst ( $<0.45 \mu\text{m}$ ), entspricht natürlichem Hintergrund
- $Fe_{tot} \sim 0,25-0,5$  mg/L zum Großteil gelöst
- Sulfat 20-30 mg/L



**Wilisch**

ELF 193  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 20 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}}$  0.64 mg/L  
 $\text{As}_{\text{tot}}$  0.06 mg/L  
 U 410 mV



**Mundloch TSS**

$Q \approx 320 \text{ m}^3/\text{h}$   
 ELF 307  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 46 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}}$  0.45 mg/L  
 $\text{As}_{\text{tot}}$  0.37 mg/L  
 U 440 mV



**1.**

$Q \approx 10 \text{ m}^3/\text{h}$   
 ELF 164  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 30 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}}$  0.54 mg/L  
 $\text{As}_{\text{tot}}$  0.08 mg/L  
 U 425 mV



**3.**

$Q \approx 1 \text{ m}^3/\text{h}$   
 ELF 330  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 29 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}} < 0.02 \text{ mg/L}$   
 $\text{As}_{\text{tot}}$  0.77 mg/L  
 U 465 mV



**2.**

$Q \approx 20 \text{ m}^3/\text{h}$   
 ELF 168  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 18 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}}$  0.57 mg/L  
 $\text{As}_{\text{tot}}$  0.09 mg/L  
 U 445 mV



**5.**

$Q \approx 5\text{-}10 \text{ m}^3/\text{h}$   
 ELF 320  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 29 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}}$  0.06 mg/L  
 $\text{As}_{\text{tot}}$  0.74 mg/L  
 U 495 mV



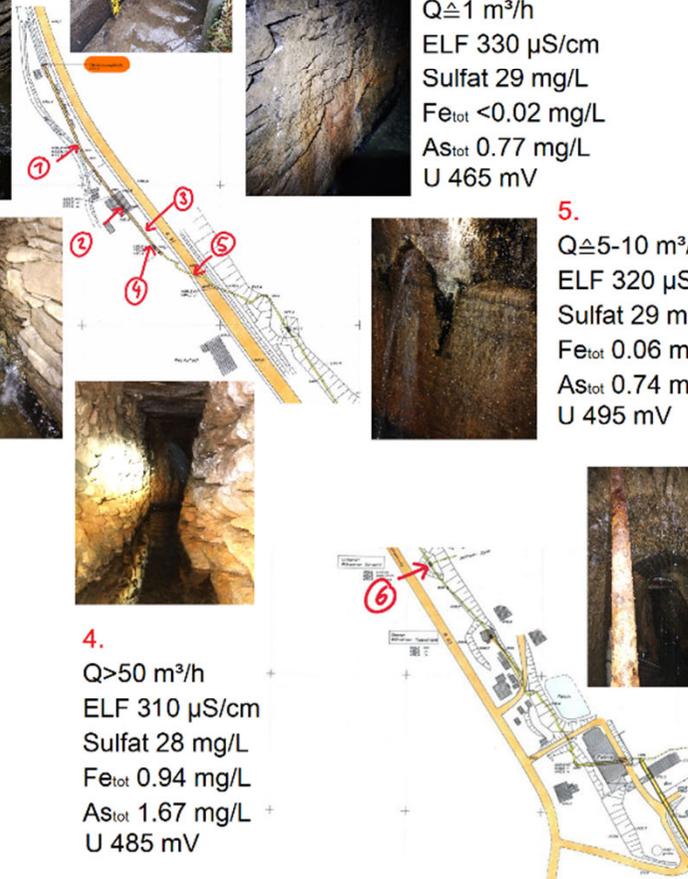
**6.**

$Q \approx 1 \text{ m}^3/\text{h}$   
 ELF 320  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 27 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}}$  0.15 mg/L  
 $\text{As}_{\text{tot}}$  0.79 mg/L  
 U 475 mV



**4.**

$Q > 50 \text{ m}^3/\text{h}$   
 ELF 310  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
 Sulfat 28 mg/L  
 $\text{Fe}_{\text{tot}}$  0.94 mg/L  
 $\text{As}_{\text{tot}}$  1.67 mg/L  
 U 485 mV



## Aktuelles

- Herausarbeitung des Zusammenhangs zwischen lokalen Niederschlagshöhen und den Durchflüssen an der Rigole 28, Gesenk 2. Sohle und Mundloch
- Verhalten der Wilisch
- Identifizierung fehlender Zuflüsse
- Zusammenbau eines Modells



[tu-freiberg.de](http://tu-freiberg.de)

TU Bergakademie Freiberg bergakademie\_freiberg TUBergakademie TUBergakademie

**TU BERGAKADEMIE FREIBERG**  
Institut für Bergbau und Spezialtiefbau  
Gustav-Zeuner-Str.1a  
09599 Freiberg

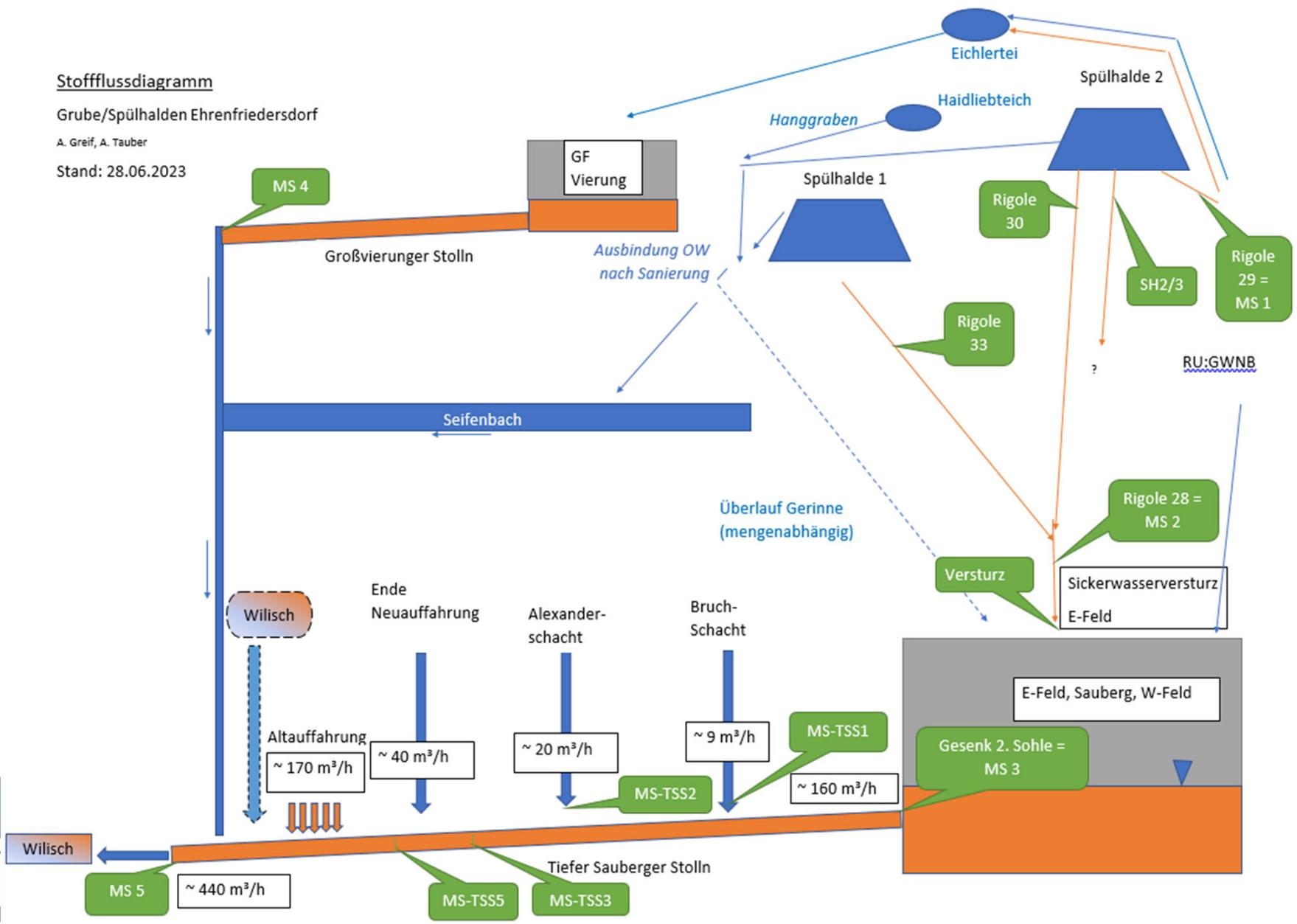


Stoffflussdiagramm

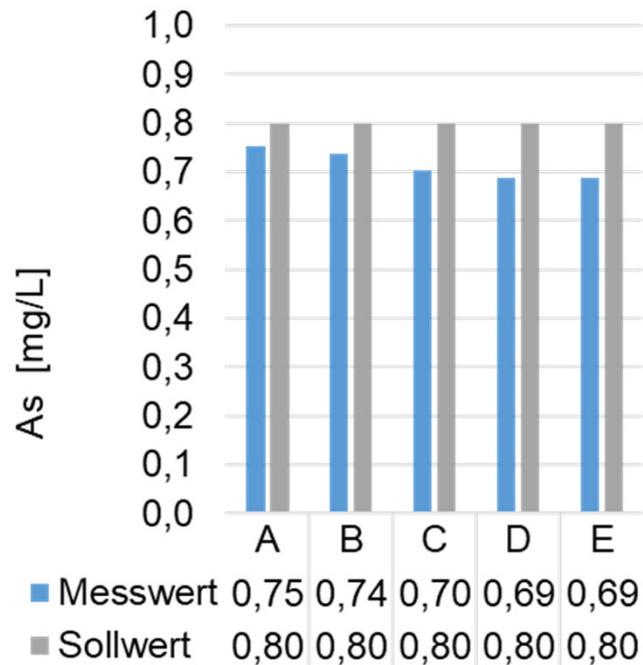
Grube/Spülhalde Ehrenfriedersdorf

A. Greif, A. Tauber

Stand: 28.06.2023



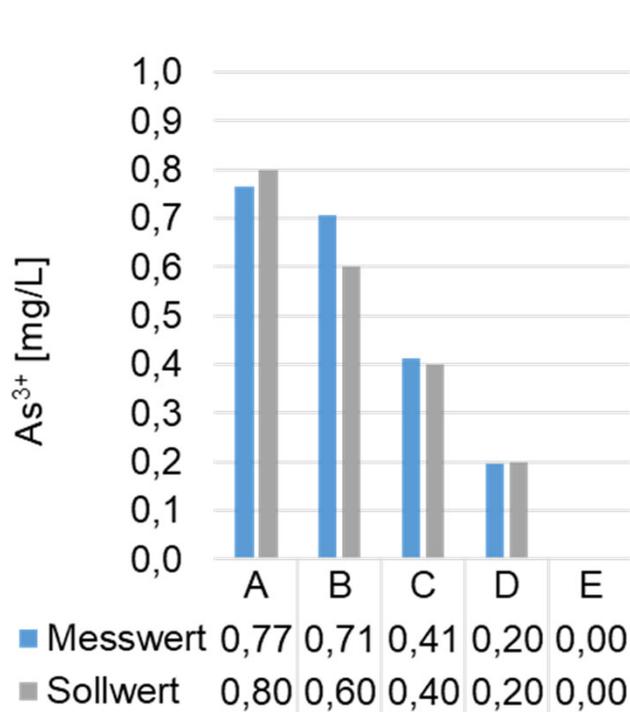
- Ergebnisse zur Trennung über Ionenaustauscher mit As-Standards bekannter Konzentration und LC-SAX SPE



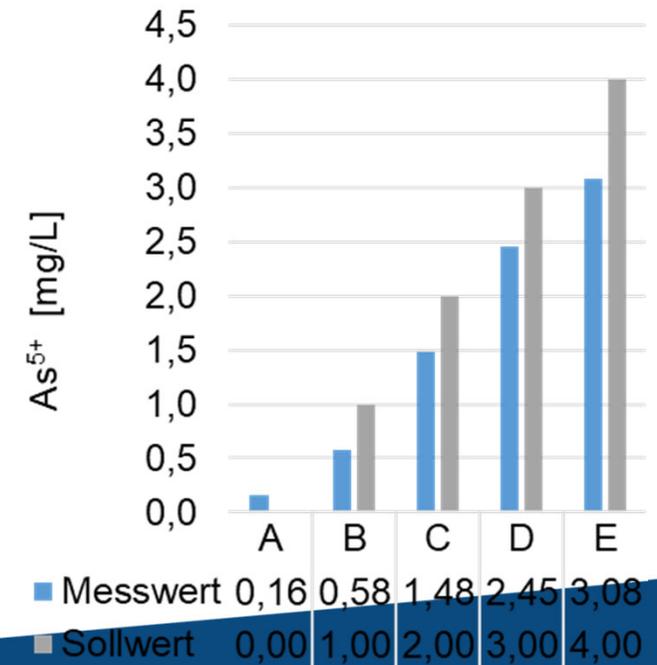
	A	B	C	D	E
As <sup>3+</sup> [mg/L]	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
As <sup>5+</sup> [mg/L]	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8

Einschränkung: keine organisch gebundenen Spezies wie MMA, DMA berücksichtigt

▪ Ergebnisse zur Trennung über Ionenaustauscher mit As-Standards bekannter Konzentration und LC-SAX SPE



	A	B	C	D	E
As <sup>3+</sup> [mg/L]	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
As <sup>5+</sup> [mg/L]	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8



## Fazit

- As(V) wird in der Anionenaustauscherkartusche zurückgehalten, in dem Eluat wird abgetrenntes As(III) wie gewohnt mit MSIS-MP-AES bestimmt
- Auf die Rückelution von As(V) wird verzichtet, dieser wird als Differenz zwischen  $As_{\text{tot}}$  und As(III) berechnet
- Mit dieser Methode wurde As(III) bisher nur in der Rigole 28 nachgewiesen, hier sogar  $As_{\text{tot}} \approx As(\text{III})$