

# Rückstandshalden der Kali-Industrie

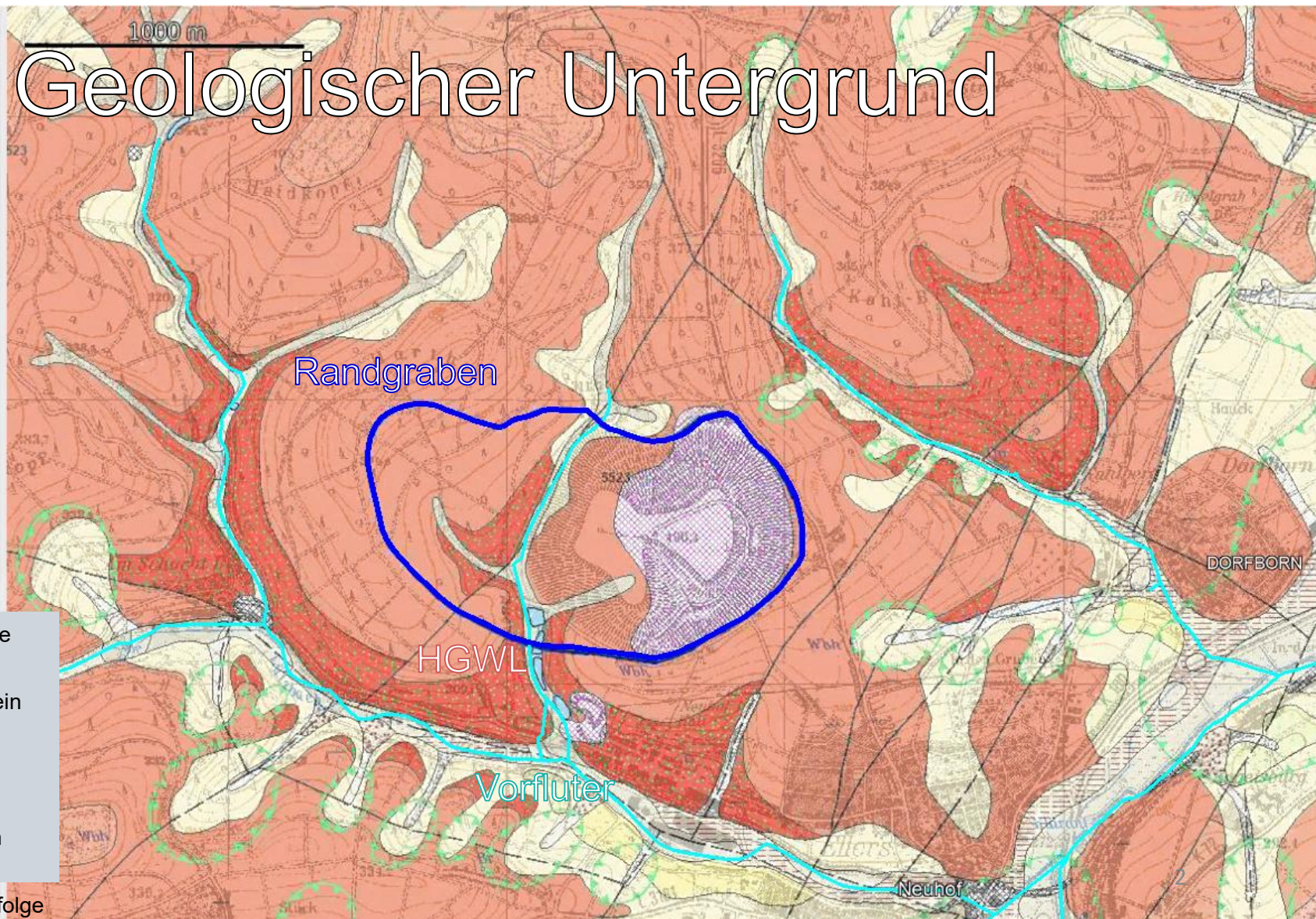
**Neuhof-Ellers**



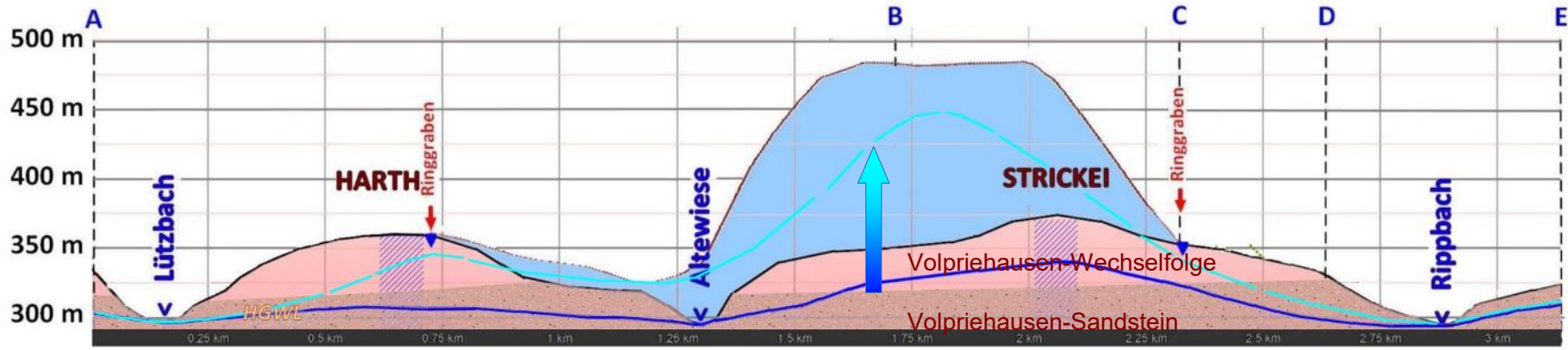
Vortrag beim Runden Tisch Neuhof, 22. April 2026  
Dr. habil. Ralf E. Krupp

# Geologischer Untergrund

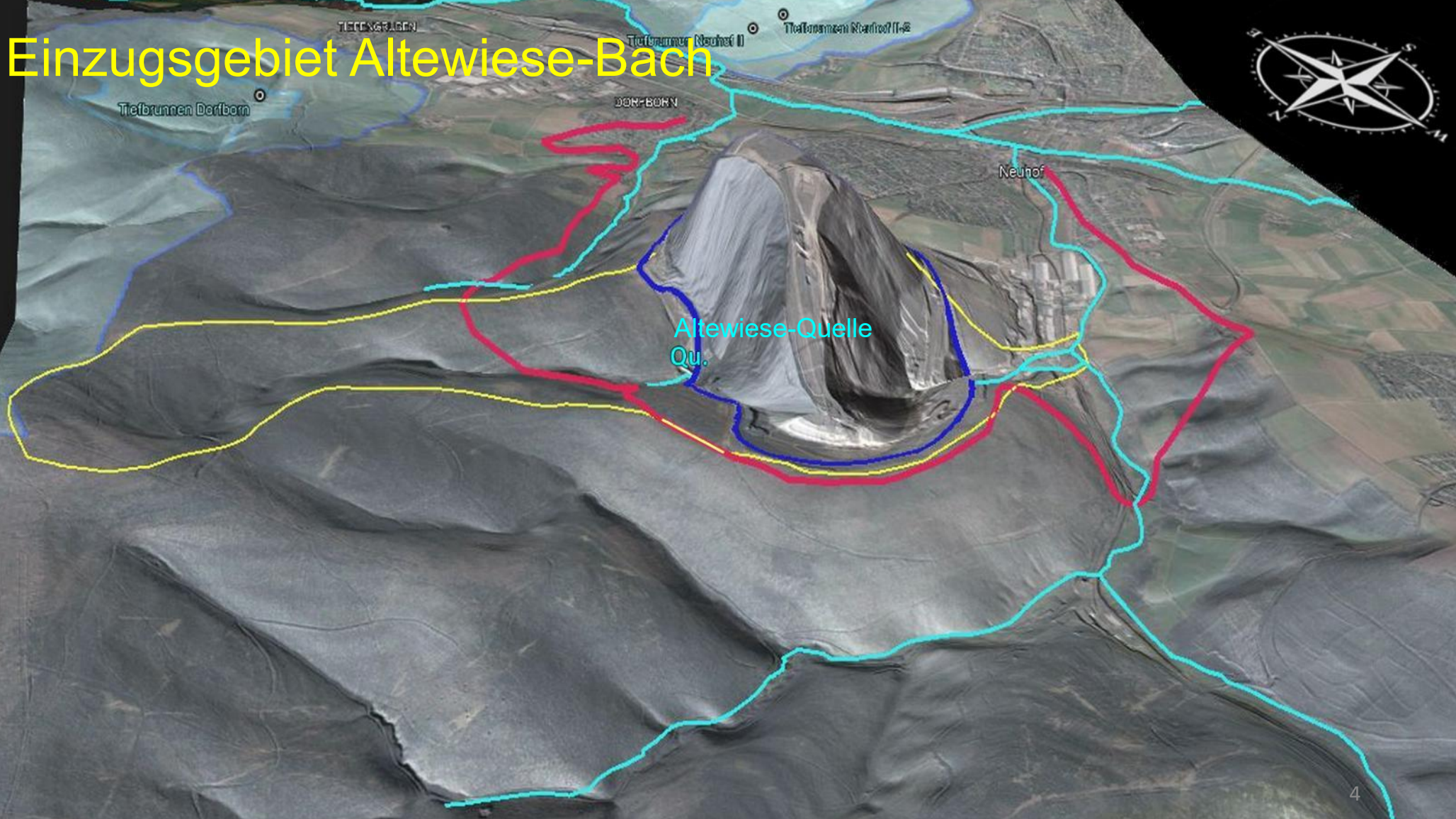
- Künstliche Aufschüttung
- Bergwerkshalde
- Abschwemm Massen
- Auenlehm - qh,L,h
- Auenlehm - qh,L,f
- Schwemmfächer
- Ablagerungen in den Nebentälern
- Lösslehm
- Löss
- Terrassen der Nebentäler (ungegliedert)
- Obere Mittelterrasse der Fliede und des Döllbaches
- Füllung von Erosionssenken - Kies, Sand, Ton in Linsen, örtlich kohligte Lagen
- Hardegseiner Wechselfolge
- Hardegseiner Grobsandstein
- Deffurter Wechselfolge
- Deffurter Geröllsandstein

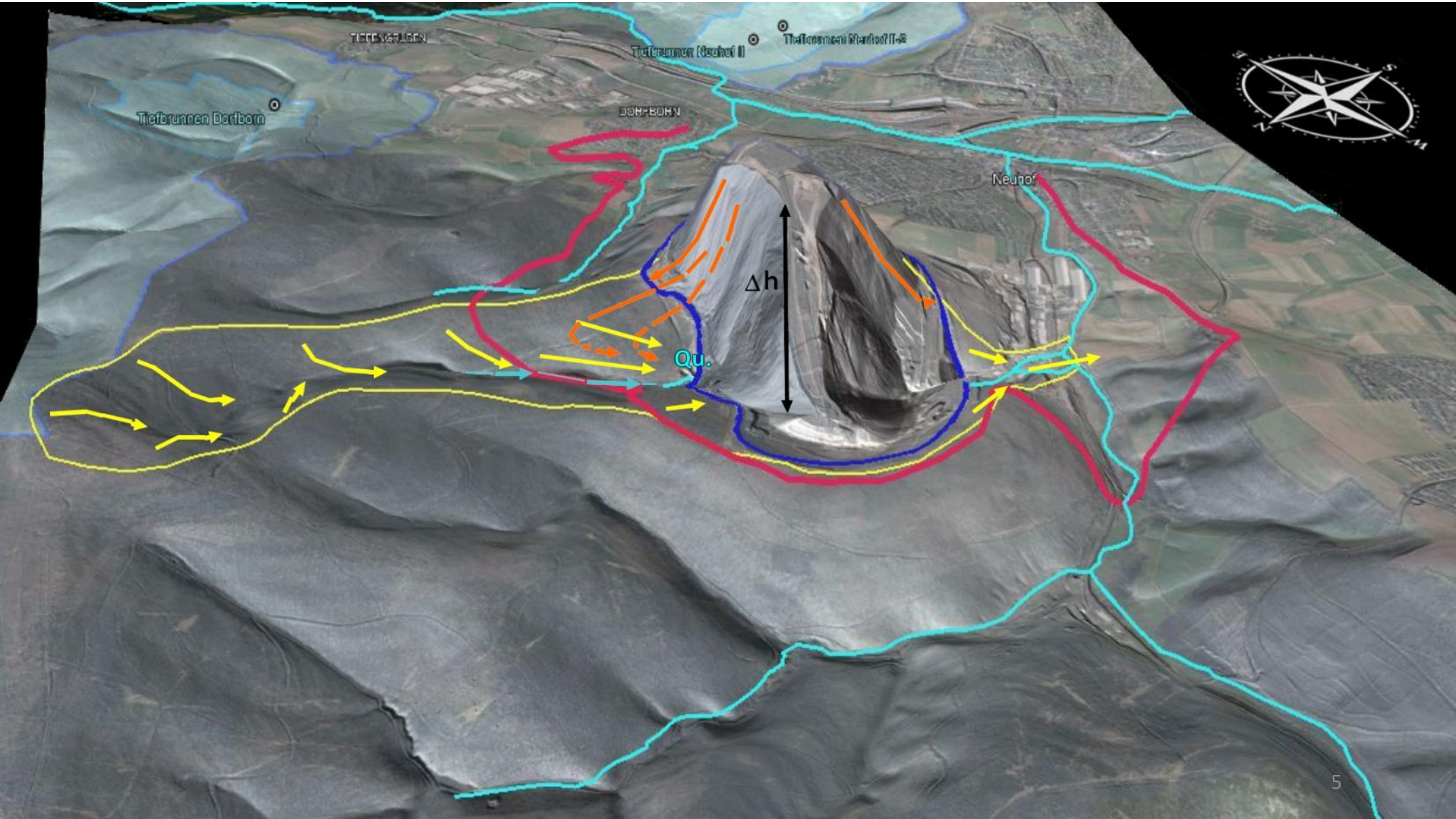


Überschüttung  
des Vorfluters  
– keine gute Idee!



# Einzugsgebiet Altewiese-Bach





# Folgen der Überschüttung des Altwiese Bachs

- Vorfluter-Funktion des Altwiese-Bachs wurde zerstört.
- Haldenkörper wurde an den Hauptgrundwasserleiter angeschlossen.
- Grundwasserandrang aus Einzugsgebiet des Altwiese-Bachs bleibt.
- Grundwasserspiegel steigt im Haldenkörper an.
- An der **Haldenbasis** findet eine fortschreitende Salzablaugung statt.
- Dadurch entstehen **zusätzliche Haldenlösungen** sowie **Hohlräume**.
- Unterhöhlte Bereiche können einstürzen, ggf. **samt Haldenabdeckung**.
- **Abdeckung kann Haldenwasser-Probleme nicht lösen !**

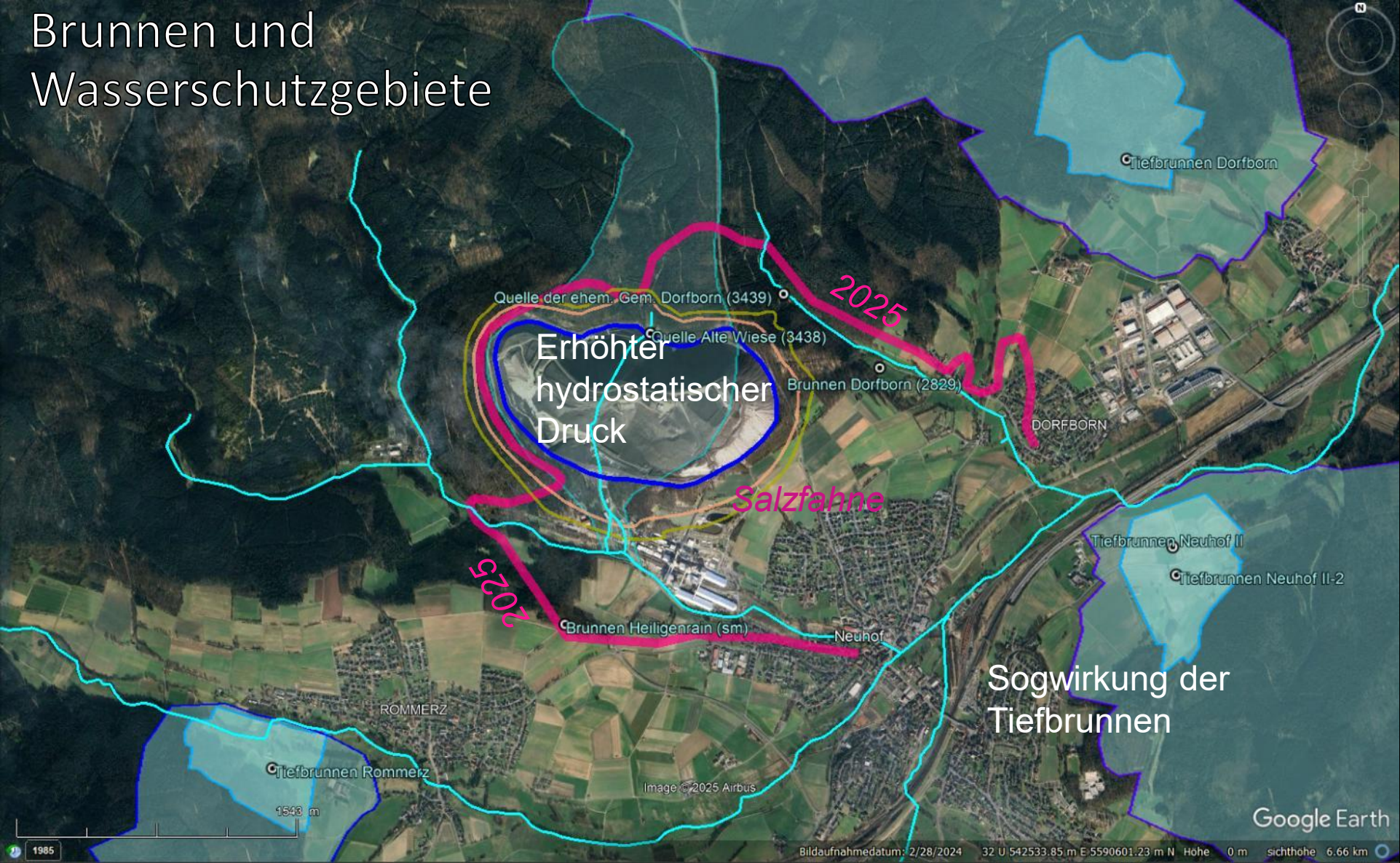
# Prognose: Mögliche jährliche Hohlraumbildung durch Salzauflösung an der Haldenbasis

Einzugsgebiet oberhalb Kalihalde:	1.250.000 m <sup>2</sup>
Niederschlagsmenge (671 mm/a):	838.750 m <sup>3</sup> /a
Grundwasserneubildung (~25%):	209.687 m <sup>3</sup> /a
Lösepotential NaCl (358 kg/m <sup>3</sup> ):	75.068 t/a
<b>Äquivalenter Hohlraum (<math>\rho=2,0</math> t/m<sup>3</sup>):</b>	<b>37.534 m<sup>3</sup>/a</b>

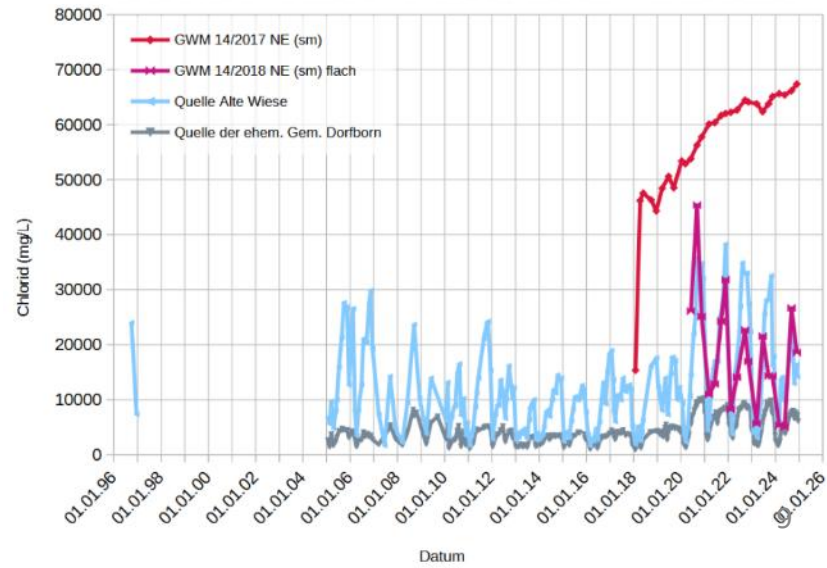
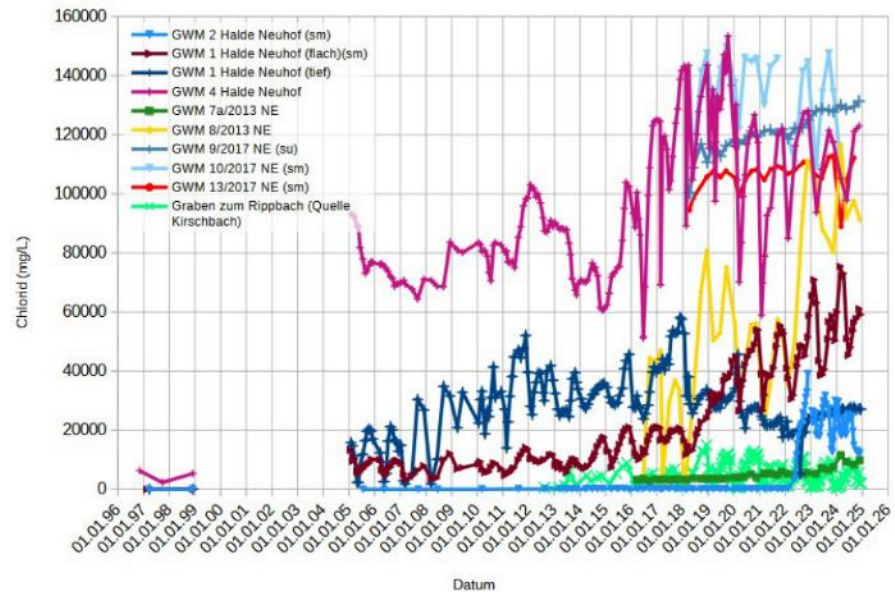
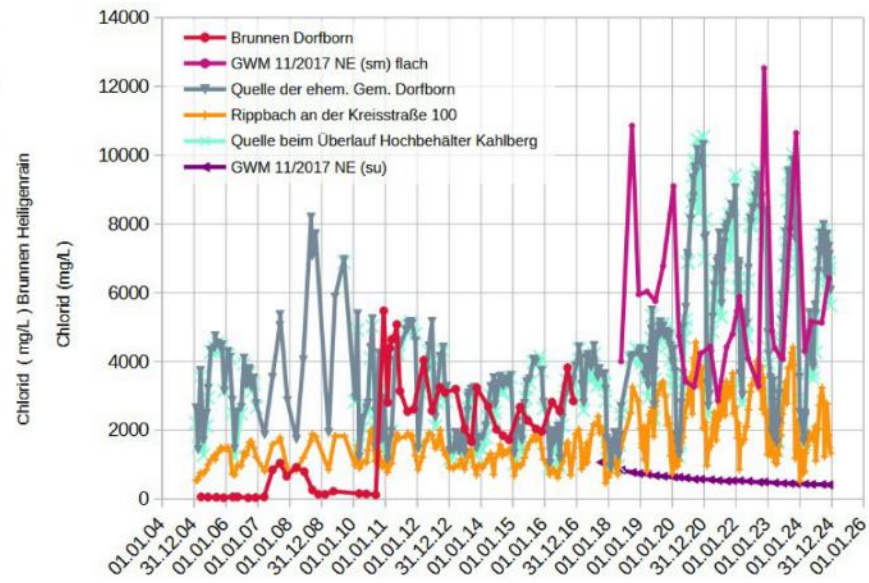
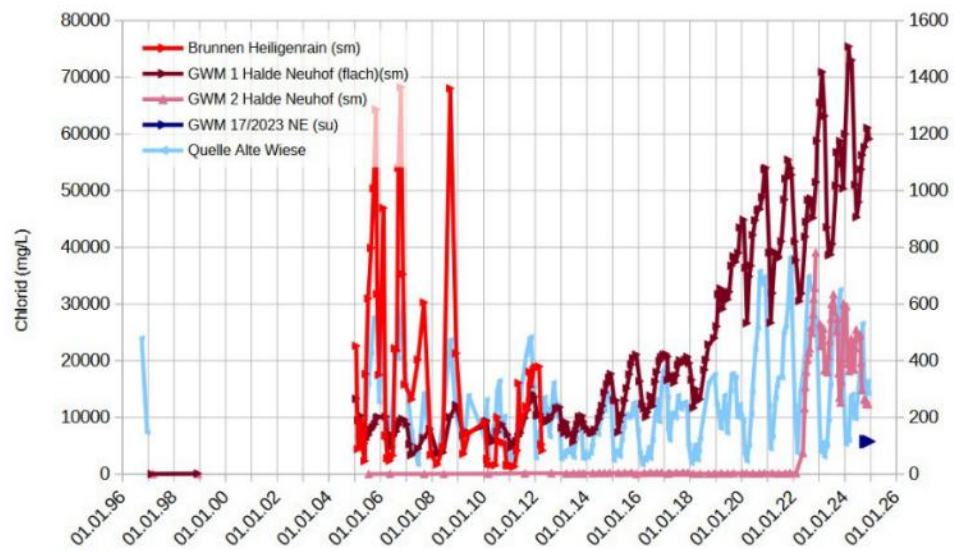
Zum Vergleich: Turnhalle\* 8.505 m<sup>3</sup>

\*) Dreifeld-Turnhalle (27×45×7 Meter) DIN 18032

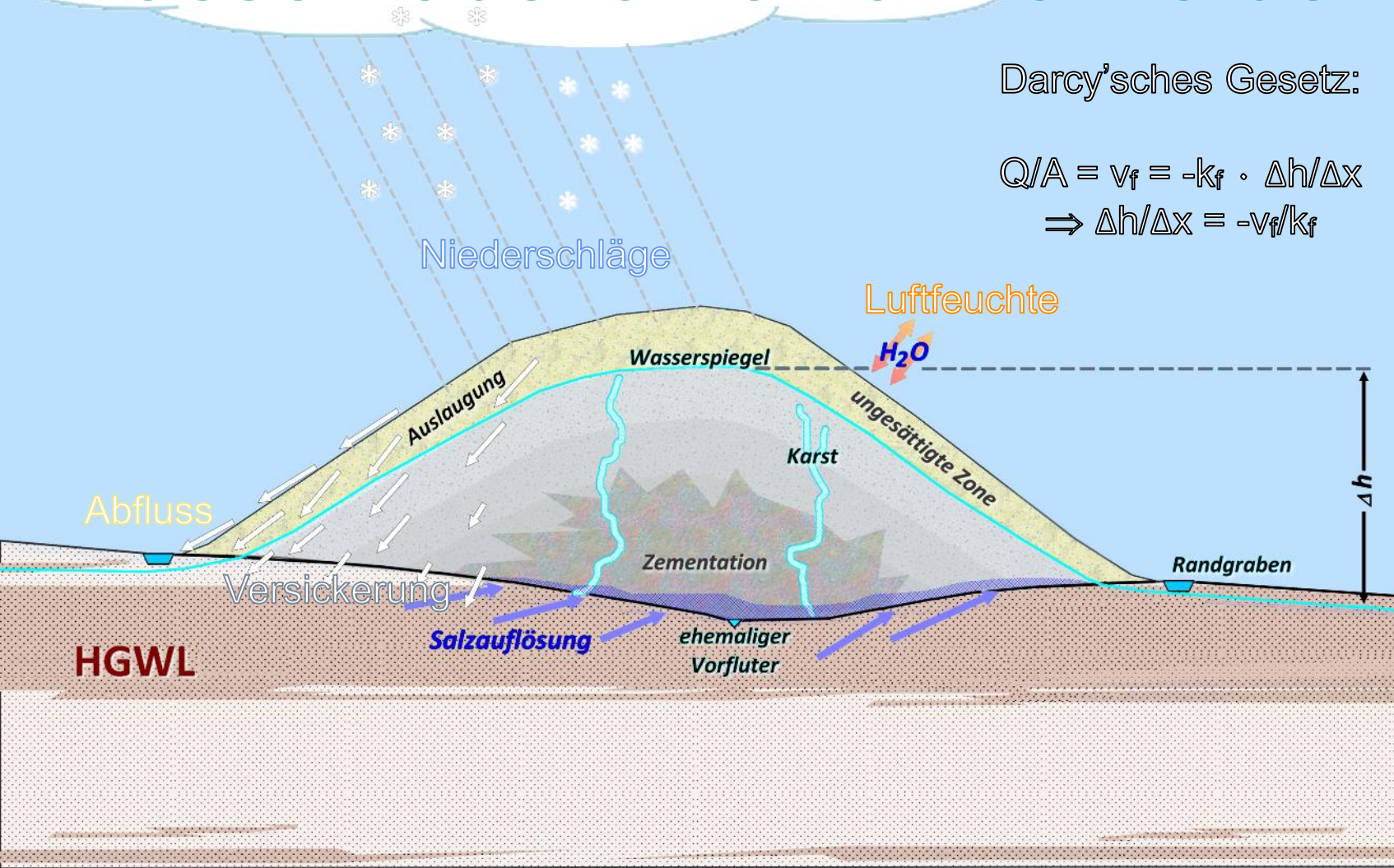
# Brunnen und Wasserschutzgebiete



# Versalzungstrends im Grundwasser



# Wasserhaushalt einer Kalihalde



Darcy'sches Gesetz:

$$Q/A = v_f = -k_f \cdot \Delta h / \Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta h / \Delta x = -v_f / k_f$$

Beispiel:

$v_f$  mm/a = 200

= 1,5E-07

m/s

$k_f$  m/s = 1,0E-07

m/s

$\Rightarrow \Delta h / \Delta x =$

-1,5

$k_f$  m/s = 1,0E-06

m/s

$\Rightarrow \Delta h / \Delta x =$

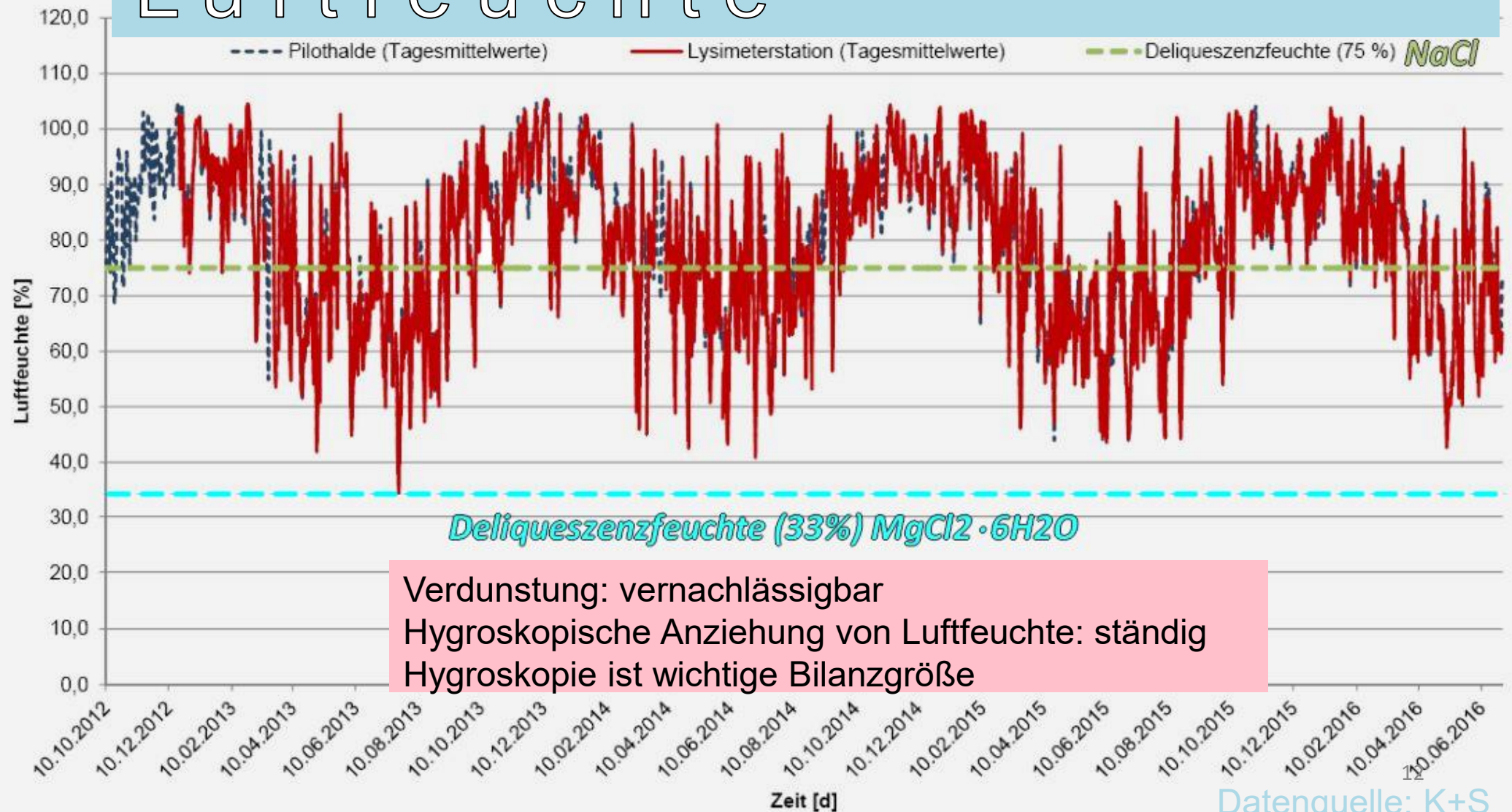
-0,15

# Verkarstungen

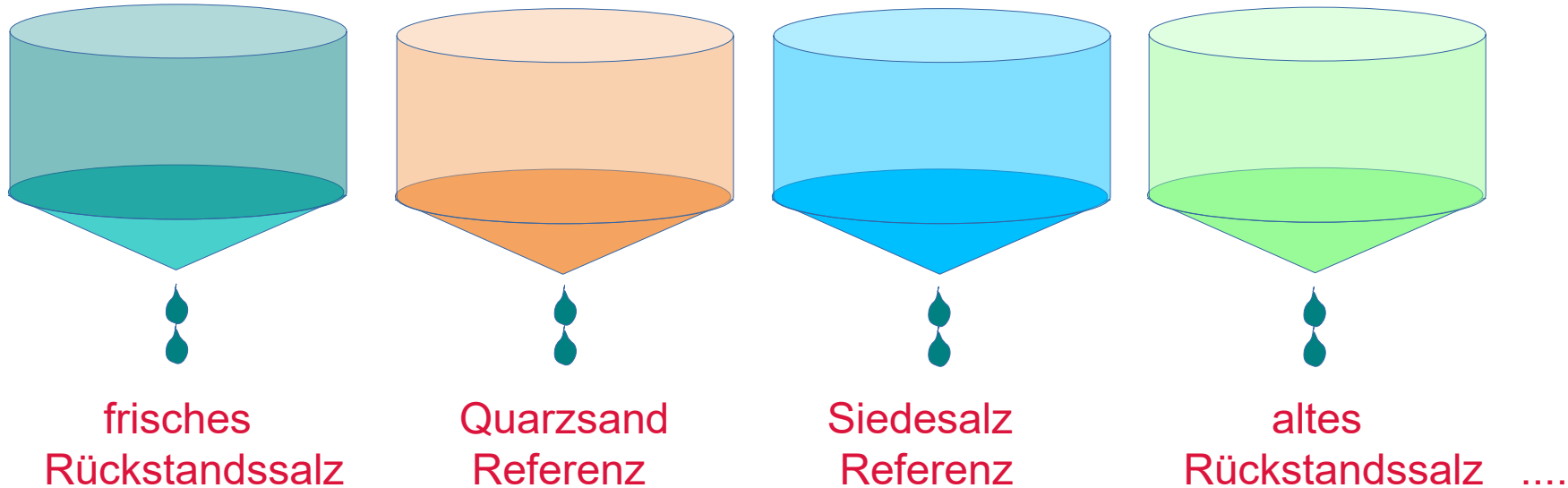


- Nachgewiesen z.B. in Ronnenberg und Friedrichshall
- Durchmesser unter 1 Meter
- Antreffen durch Bohrungen unwahrscheinlich ( $<1:10^6$ )

# Luftfeuchte



# Vorschlag: Hygroskopie-Messstation (Schema)



- Definierte Substrate und Mengen; weitere Substrate möglich.
- Tägliche Messung des Volumens und der Zusammensetzung der Sickerlösung.
- Auswertung und Vergleich mit meteorologischen Daten am gleichen Standort.

## Haldenwasser\* : Bilanzen für die Jahre 2022 und 2023, gesamte Aufstandsfläche (1.050.000 m<sup>2</sup>) bedeckt mit Rückstandssalz

(\* Haldenrandgraben)

$$\text{Versickerung} = \text{Jahresniederschlag} + \text{hygroskopische Kondensation} + \text{Haftwasser} \\ - \text{Haldenwasservolumen} - \text{Verdunstung} - \text{Speicherung}$$

### 2022

$$\text{Versickerung} = 764.400 \text{ m}^3 + \text{hygroskopische Kondensation} + 149.455 \text{ m}^3 \\ - 404.654 \text{ m}^3 - 0,00 - \text{Speicherung} = 509.201 \text{ m}^3$$

### 2023

$$\text{Versickerung} = 936.600 \text{ m}^3 + \text{hygroskopische Kondensation} + 141.352 \text{ m}^3 \\ - 619.916 \text{ m}^3 - 0,00 - \text{Speicherung} = 458.036 \text{ m}^3$$

- ⇒ Etwa die Hälfte des Haldenwassers versickert ins Grundwasser.
- ⇒ Basisabdichtung ist weitgehend wirkungslos.
- ⇒ Die andere Hälfte des Haldenwassers wird gefasst und in die Werra eingeleitet.

# Versalzungspotentiale


- Grenzwert der Trinkwasserverordnung: 250 mg/L Chlorid
- 1 Tonne Salz (550 kg Chlorid) vernichtet ca. 2500 m<sup>3</sup> Süßwasser
- Jeder Kubikmeter Haldenwasser (gesättigte Lsg.) versalzt rund 1000 m<sup>3</sup> Süßwasser
- Kalihalde Neuhof-Ellers, aktuell 140 Millionen Tonnen Salz, kann 308 km<sup>3</sup> Süßwasser vernichten
- Zum Vergleich: Öffentliche Trinkwasserversorgung Deutschland (2019): 5,32 km<sup>3</sup>/a

# Belastungen durch Kaliabwässer



## Zeiträume

- Produktionswässer:  $x \cdot 10$  Jahre  
→
- Haldenwässer:  $x \cdot 1000$  Jahre

- 
- Salzeintrag ins Grundwasser erreicht sein Maximum am Ende der Halden-Standzeit („Sanduhr-Analogie“). – Wir stehen also erst am Anfang der Entwicklung!
  - Haldenabdeckung: **weniger Haldenwasser pro Jahr, dafür aber umso länger!**
  - Nur frühzeitiger Rückbau der Halden kann Schäden begrenzen.
  - → **Kalihalden sind das Hauptproblem des Kalibergbaus!**

# Kalihalden und Abbauverluste durch versatzlosen Bergbau



## Halden (2023)

Hattorf	204,1 Mio. t
Wintershall	256,8 Mio. t
Neuhof-Ellers	133,0 Mio. t
Zielitz	> 360 Mio. t

## Abbauverluste:

Werra: 30 bis 60 %  
Zielitz: 57 %

# Zentrale Schlussfolgerungen

- In Kalihalden bildet sich ein lösungsgesättigter Haldenwasserkörper mit ansteigendem Wasserspiegel, der mit dem Grundwasser ein Kontinuum bildet.
- Im Haldenbereich erzeugt der Haldenwasserkörper aufgrund seiner Hochlage und höheren Dichte einen Potentialberg mit radialsymmetrischen Druckgradienten. Dies hat Auswirkungen auf das Strömungsfeld im Grundwasser.
- Die Überschüttung von Vorflutern führt zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels und zur Heranführung von Grundwasser an die Haldenbasis und dort zur Auflösung der Haldensalze.
- Abdeckungen können die Haldenauflösung durch **Niederschläge** nur verlangsamen, aber nicht verhindern. Abdeckungen können die Haldenauflösung durch **Grundwasser** nicht verhindern.
- **Es gibt für Kalihalden keine Erkenntnisprobleme, sondern Handlungsdruck und Vollzugsdefizite.**

# Empfohlene Untersuchungen

- Getrennte Erfassung aller Haldenwasser-Teilströme (Randgraben, Tiefendrainage, Versatzfeuchte, Deliqueszenz-Feuchte/Verdunstung) durch geeignete Messeinrichtungen; Erstellung vollständiger Haldenwasserbilanzen (monatlich, jährlich).
- Aufbau einer Hygroskopie-Messstation und Wetterstation auf dem Haldenplateau, zur Messung und Dokumentation von Niederschlag, Verdunstung bzw. Hygroskopie auf Haldensubstraten.
- Mindestens 3 Haldenbohrungen (Ostteil der Halde, Bereich des Altewiese-Bachs, Westteil der Halde) bis zur Basis des Volpriehausen-Sandsteins (HGWL), mit Drucksonden zur Messung der Ganglinien (Aufbau des Haldenwasserkörpers) und zur geochemischen Probenahme.
- Numerisches GW-Modell, 2D vertikal und horizontal (Potentialberg, Anstieg GW-Spiegel, Salzauflösung an Haldenbasis, Ausbreitung Versalzungsfront, Unterströmung von Vorflutern, Sogwirkung der Trinkwasserbrunnen, ...).
- Weitere Vorfeld-Messstellen für Trinkwasserbrunnen, Verlängerung der geoelektrischen Profile, zur Früherkennung von Versalzungen.

# Eckpunkte für eine nachhaltige Fortführung des Kalibergbaus

- Stopp der Aufhaltung von Rückstandssalzen, Wiedereinführung der **Versatzpflicht**.
- Umstellung des Abbauverfahrens auf eine **Totalgewinnung der Kaliflöze** durch Nachgewinnung der Stützpfeiler, verbunden mit Versatz.
- Bau einer **Nordsee-Pipeline**. Diese ermöglicht :
  - ▾ Beseitigung bestehender Kalihalden durch aktive Auflösung.
  - ▾ Nutzung aller Rohsalz-Typen durch Anwendung auch nasser Aufbereitungsverfahren
  - ▾ Entlastung der Fließgewässer.
  - ▾ Umweltverträgliche Entsorgung von Salzabwässern (Produktionsabwässer, Haldenwässer).
- Voraussetzung: Mündung der Pipeline im Außenbereich der Weser oder Elbe, schnelle Verdünnung der Kaliabwässer.
- Finanzierung der Pipeline mit staatlichen Darlehen denkbar.
- Amortisierung aus zusätzlicher Wertschöpfung und längerer Reichweite.

*... noch Fragen ?*

