

Radionuklidausbreitung

Aspekt 3: Überprüfung des Unterkreidepfades

Fachöffentliche Ergebnispräsentation ÜsiKo Phase 2, 23.10.2024

Überblick

- $\Delta 30$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich des berücksichtigten Transportpfads
 - Es ist zu zeigen, dass der in der Langzeitsicherheitsanalyse gewählte Transportpfad der schnellste ist
 - Es wurde festgestellt, dass dieses Delta nach Bearbeitung des $\Delta 32$ nicht sicherheitsrelevant ist

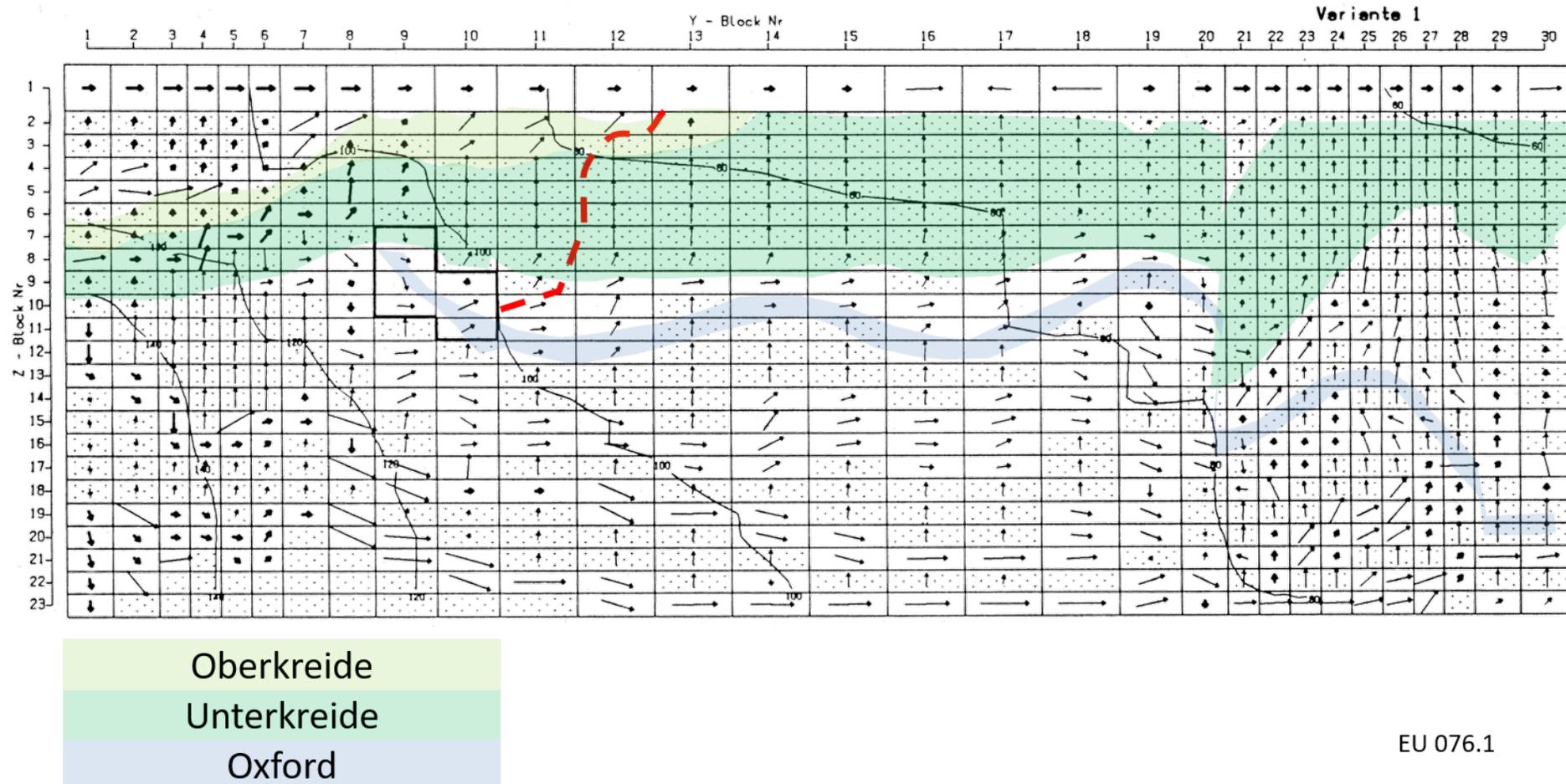
- $\Delta 31$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Diffusion
 - Es ist zu zeigen, dass eine andere Betrachtung der Diffusion nicht zu anderen Ergebnissen in der Langzeitsicherheitsanalyse führt
 - Es wurde festgestellt, dass dieses Delta nicht sicherheitsrelevant ist

- $\Delta 32$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide
 - Es ist zu zeigen, ob der in der Langzeitsicherheitsanalyse verwendete Sorptionskoeffizient von Iod realistisch ist
 - Es wurde festgestellt, dass der in der Langzeitsicherheitsanalyse verwendete Sorptionskoeffizient zu hoch ist und dass eine Vernachlässigung der Sorption von Iod zu einer schnelleren Ausbreitung von Iod führt
 - Die maximale Konzentration von I-129 im oberflächennahen Grundwasser und der Zeitpunkt des Auftretens entsprechen in etwa den Werten für den Oxfordpfad

- $\Delta 30$ und $\Delta 32$ sind miteinander verknüpft

Einleitung: Unterkreidepfad

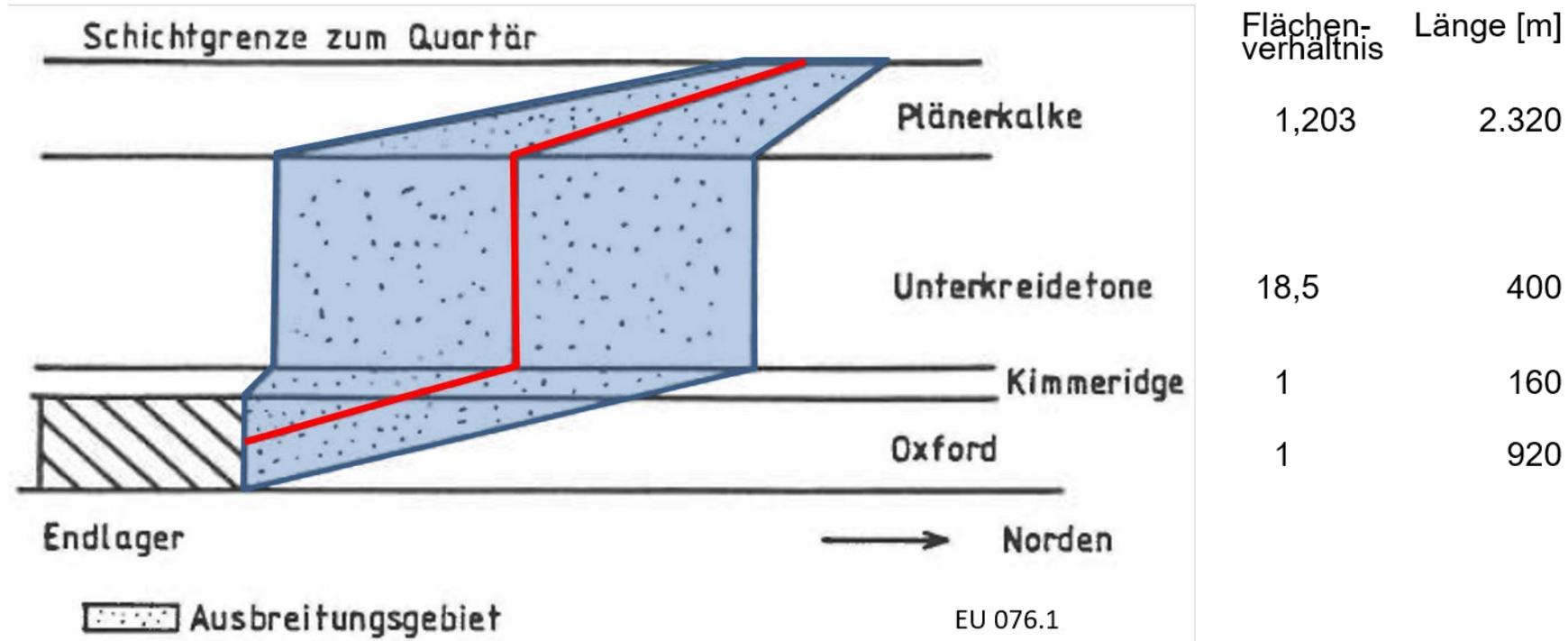
- Der Ausbreitungspfad Unterkreide wurde als einer von 3 Pfaden über particle tracking aus hydrogeologischen 3D-Grundwasserströmungsmodellierungen in der LZSA Konrad identifiziert



$\Delta 31$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Diffusion

Δ31: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Diffusion

- Abstrahiertes 1D-Modell wird der LZSA zu Grunde gelegt
- Der Unterkreidepfad weist entlang des Transportwegs unterschiedliche Strömungsquerschnitte und Grundwassergeschwindigkeiten auf



Δ31: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Diffusion

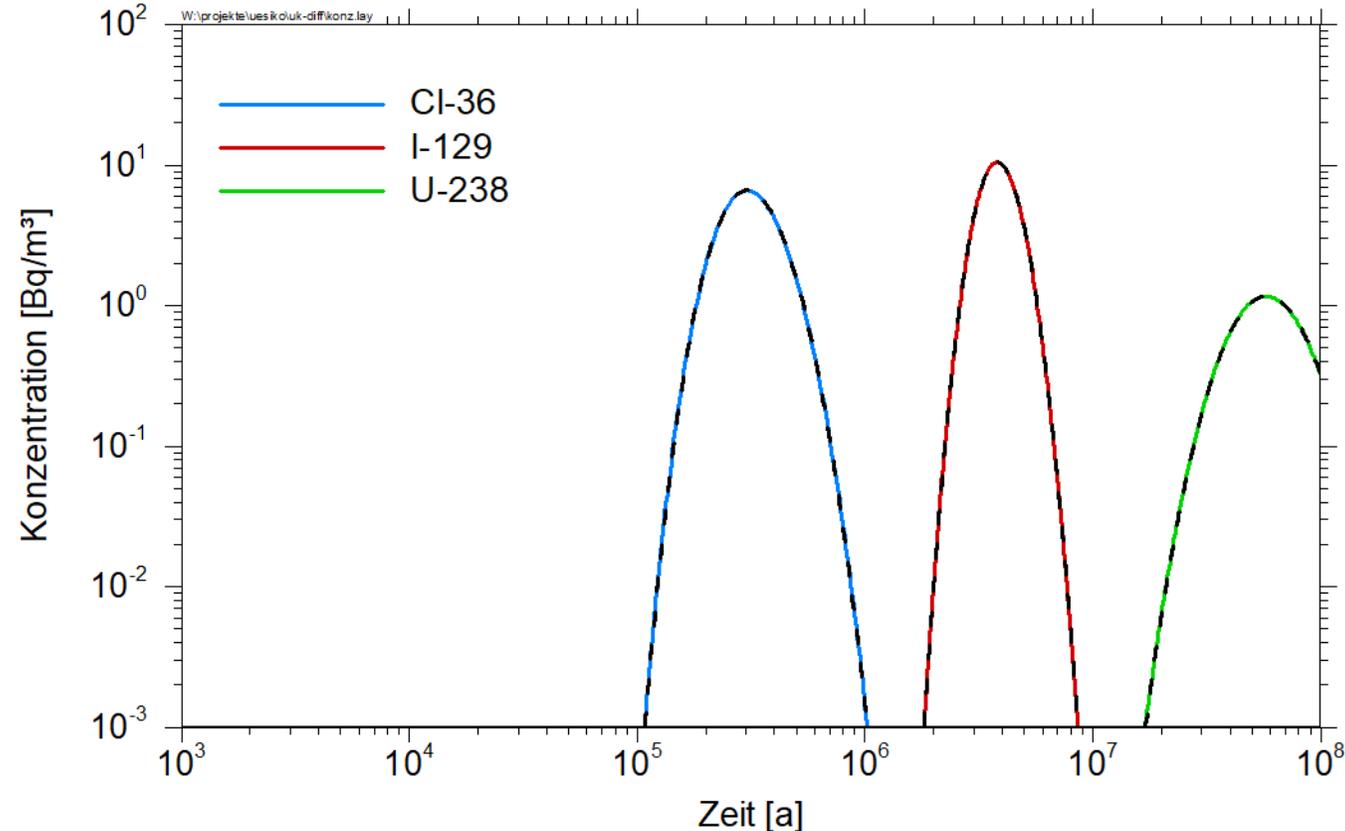
- Die unterschiedlichen durchströmten Flächen und Strömungsgeschwindigkeiten in verschiedenen Bereichen des Ausbreitungspfades (bis zu Faktor 18,5 in der Unterkreide) konnten 1986 mit SWIFT in der LZSA Konrad nicht modelliert werden
- Stattdessen wurde der Kd-Wert (über den Retentionsfaktor R) in Unterkreide, Cenoman und Turon modifiziert, was aber indirekt auch zur Reduktion der Diffusion führt. Dies wurde als Delta in der Phase 1 identifiziert

$$v^* = \frac{v_a}{R} \quad R = 1 + \frac{K_D \cdot \rho \cdot (1 - n)}{n} \quad D^* = \frac{D_{\text{diff}}}{R}$$

- Für gering permeable Gesteine kann die Diffusion grundsätzlich einen wesentlichen Beitrag zum Radionuklidtransport liefern
- Überprüfung erfolgt durch einen Vergleich der Ergebnisse aus der LZSA Konrad mit Rechnungen mittels eines aktuellen Rechencodes, entweder mit
 - Verwendung der variablen Querschnitte und ursprünglichen Kd-Werte in Unterkreide, Cenoman und Turon, oder
 - Verwendung eines Diffusionskoeffizienten mit dem entsprechenden Faktor in Unterkreide, Cenoman und Turon

$\Delta 31$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Diffusion

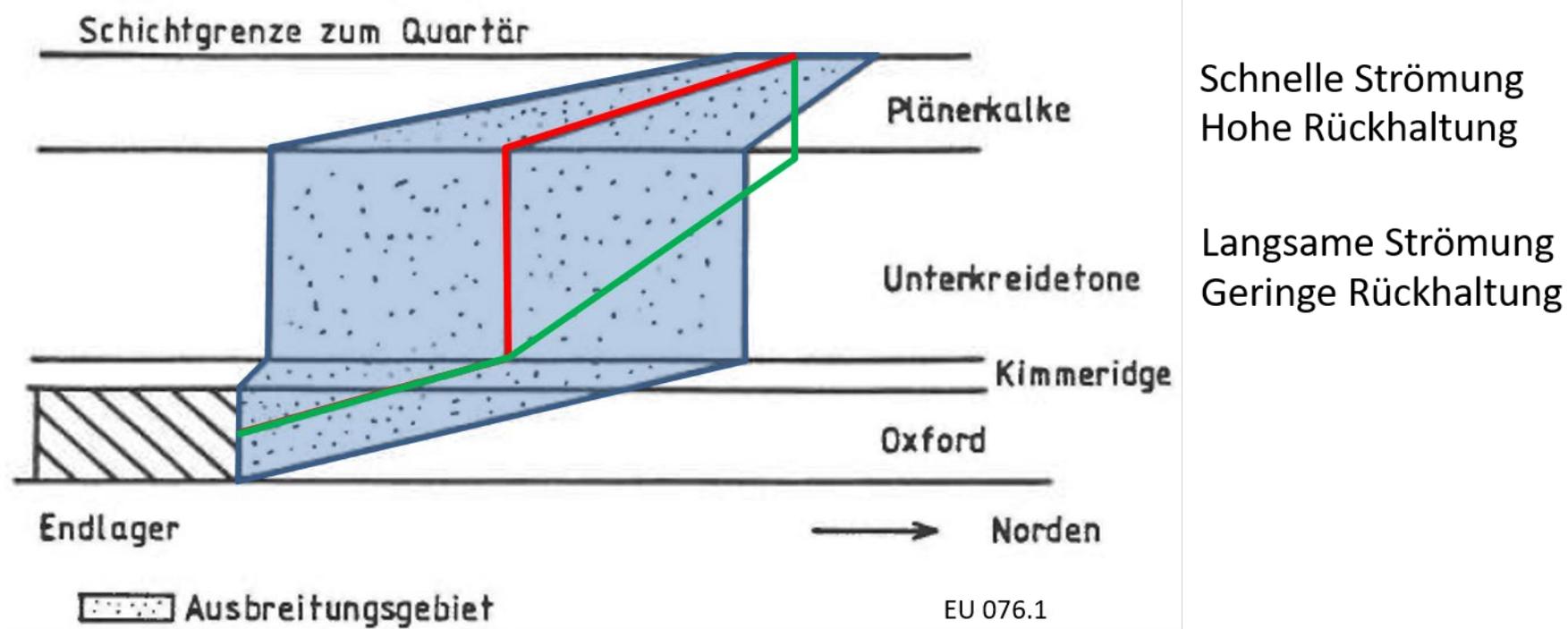
- Modellierung mit einem Code der GRS, der die Langzeitsicherheitsanalyse Konrad reproduzieren kann
- Ergebnisse der Nachrechnung sind identisch mit jenen der Langzeitsicherheitsanalyse von 1986
- **Delta $\Delta 31$ ist nicht sicherheitsrelevant**



$\Delta 30$ / $\Delta 32$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide bzw. des dabei berücksichtigten Transportpfades

$\Delta 30 + \Delta 32$

- $\Delta 30$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich des berücksichtigten Transportpfades
 - Der abgeleitete schnellste Strömungspfad aus Grundwassermodellierung (rote Linie) ist nur bei nicht sorbierenden Schadstoffen auch der schnellste Transportpfad
 - Bei deutlichen Unterschieden in der Stärke der Sorption kann ein langsamer Strömungspfad der schnellere Transportpfad sein (grüne Linie)



$\Delta 30 + \Delta 32$

- $\Delta 30$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich des berücksichtigten Transportpfads
 - Der abgeleitete schnellste Strömungspfad aus Grundwassermodellierung ist nur bei nicht sorbierenden Schadstoffen auch der schnellste Transportpfad
 - Bei deutlichen Unterschieden in der Stärke der Sorption kann ein langsamer Strömungspfad der schnellere Transportpfad sein
 - Für Iod wurde in der Langzeitsicherheitsanalyse des Antragstellers in den Plänerkalken eine gegenüber anderen Gesteinen vergleichsweise hohe Sorption angenommen

- $\Delta 32$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide
 - Es wurde in der ÜsiKo Phase 1 die Frage gestellt, ob die angenommenen Sorptionsparameter realistisch sind
 - Kd-Wert von $9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ für das Cenoman und $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ für das Turon, entspricht einer Transportverzögerung um einen Faktor 134
 - Üblicherweise wird für Iod in Langzeitsicherheitsanalysen keine Sorption angenommen, so im Datensatz des Gutachters NLFb im Planfeststellungsverfahren

$\Delta 30 + \Delta 32$

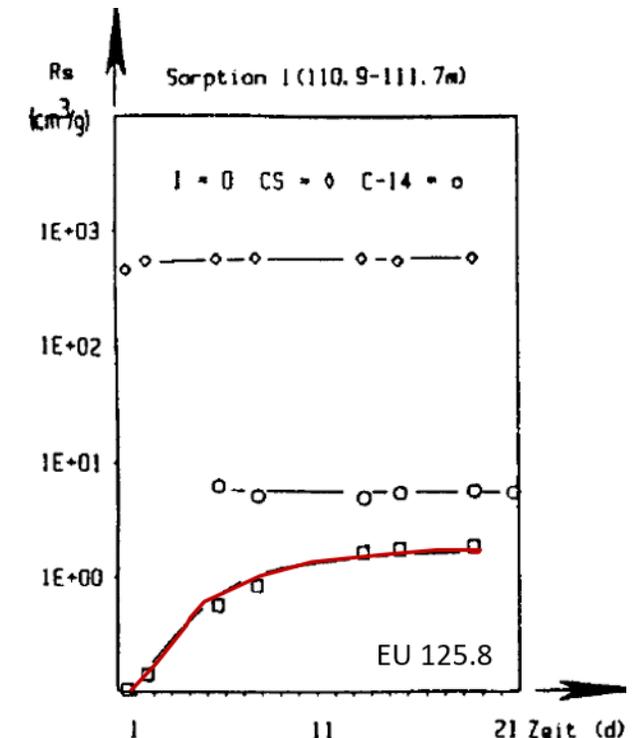
- $\Delta 30$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich des berücksichtigten Transportpfades
- $\Delta 32$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide

- Beide Deltas sind direkt verknüpft und es gibt zwei Möglichkeiten:
 - Kd-Wert für Iod an den Plänerkalken wird nicht bestätigt
 - Die Sicherheitsrelevanz von $\Delta 32$ ist zu überprüfen
 - Transportrechnungen werden ohne Berücksichtigung der Sorption von Iod durchgeführt
 - Dann ist der in LZSA Konrad betrachtete Ausbreitungsweg der schnellste Transportweg und $\Delta 30$ ist nicht sicherheitsrelevant
 - Kd-Wert von Iod wird durch andere Quellen bestätigt
 - Dann ist $\Delta 32$ nicht sicherheitsrelevant
 - Überprüfung der Relevanz anderer Transportwege entsprechend $\Delta 30$ notwendig, die für sorbierendes Iod zu einem schnelleren Transport führen könnten

- Drei Gründe sprechen dafür, dass für Iod keine Sorption zu unterstellen ist...

Δ32: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide

1. Es gibt deutliche Differenzen zwischen den Ergebnissen der in den erläuternden Unterlagen zur Bestimmung des Sorptionskoeffizienten für Iod angewendeten Methoden
 - **Batchexperimente:** In den Batchexperimenten wurde eine Sorption für Iod an den Plänerkalken gemessen und die bestimmten K_d -Werte entsprechen den in der Langzeitsicherheitsanalyse verwendeten Werten
 - Der zeitliche Verlauf der Batchexperimente für Iod (rote Line) spricht für einen nicht zu erwartenden kinetischen beeinflussten Prozess
 - **Säulendurchlaufexperimente:** In den Säulenversuchen wurde keine Sorption von Iod an den Plänerkalken gemessen
- Möglichkeiten, die zu einer Verfälschung der Batchexperimente geführt haben könnten, sind zum Beispiel
 - Mikroorganismen können die Oxidation, Reduktion, Akkumulation und den Einbau von Iod in organisches Material katalysieren
 - Bei Experimenten ohne Sauerstoffabschluss kann Iodid in Iodat umgewandelt und fest in Calcit eingebunden werden



Δ32: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide

2. Andere Gesteine im Deckgebirge von Konrad (Kimmeridge, Oxford) weisen eine ähnliche mineralogische Zusammensetzung wie die der Plänerkalke (Cenoman, Turon) auf
- Unterkimmeridge und Unterer Korallenoolith zeigen ähnliche mineralogische Zusammensetzung, aber für diese Gesteine wurde in der Langzeitsicherheitsanalyse keine Sorption für Iod angenommen
 - Es gibt keinen ursächlichen Hinweis für den Unterschied der Sorption von Iod

| | Oberkreide (Mittelcenoman) | Unter- kimmeridge | Unterer Korallenoolith |
|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Calcit | 83 – 87 | 8 – 74 | 8 – 89 |
| Quarz | 3 – 4 | 4 – 18 | 1 – 16 |
| Smektit | 6 – 9 | - | 2 |
| Illit | 2 – 4 | 4 – 39 | 2 – 40 |
| Kaolinit | 1 | 3 – 12 | 1 – 2 |
| Chlorit | - | 5 – 10 | - |
| Summe der Tonminerale Smektit, Illit, Kaolinit und Chlorit | 9 – 14 | 9 – 51 | 5 – 44 |

Δ32: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide

3. International verfügbare Datenbanken für relevante Gesteine, die mineralogische Ähnlichkeiten mit den Plänerkalken aufweisen, zeigen keine Sorption für Iod an diesen Gesteinen
 - Kalkmergelgesteine wurden von der Nagra
 - im Rahmen des Standortuntersuchungsprogramms Wellenberg (Nagra Report NTB 96-06) und
 - für Gesteine im Deckgebirge der von Endlagern im Tongestein untersucht (Nagra Report NTB 09-03)
 - Für keine der Gesteine wird eine Sorption von Iod empfohlen

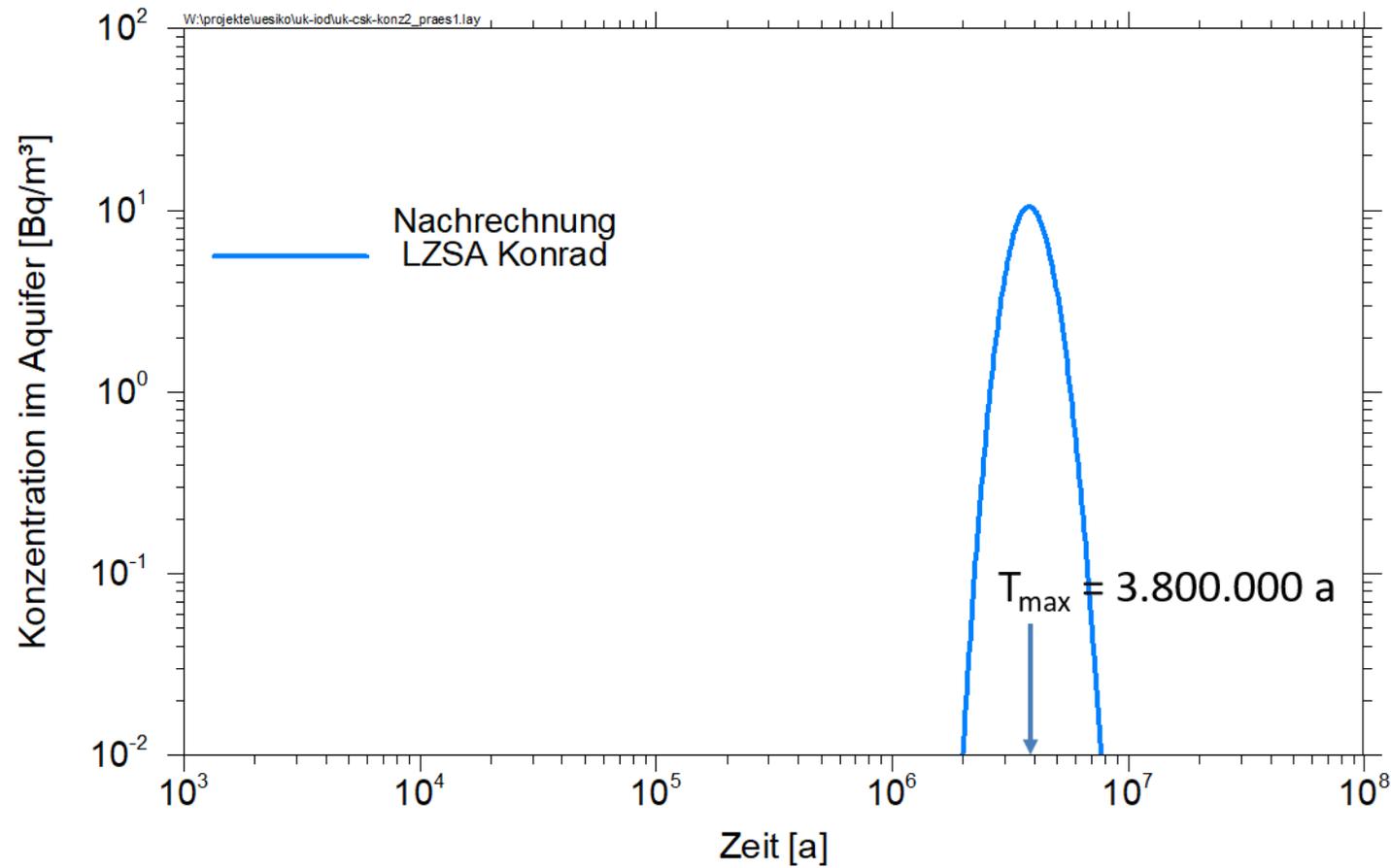
Δ32: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide

- Eine Sorption von Iod an den Plänerkalken ist nach der Überprüfung in Phase 2 der ÜsiKo nicht realistisch
- Dementsprechend ist ein K_d -Wert von 0 in der LZSA Konrad anzusetzen, wie auch im Datensatz des Gutachters NLfB im Planfeststellungsverfahren bereits aufgeführt

- Zur Bewertung der Sicherheitsrelevanz ist die Rechnung der Langzeitsicherheitsanalyse durchzuführen und es sind zu vergleichen
 - Nachrechnung der Langzeitsicherheitsanalyse entsprechend dem Vorgehen von 1986 in EU 076.1
 - Rechnung der Langzeitsicherheitsanalyse mit Neubewertung für die Sorption von I-129 mit $K_d = 0$

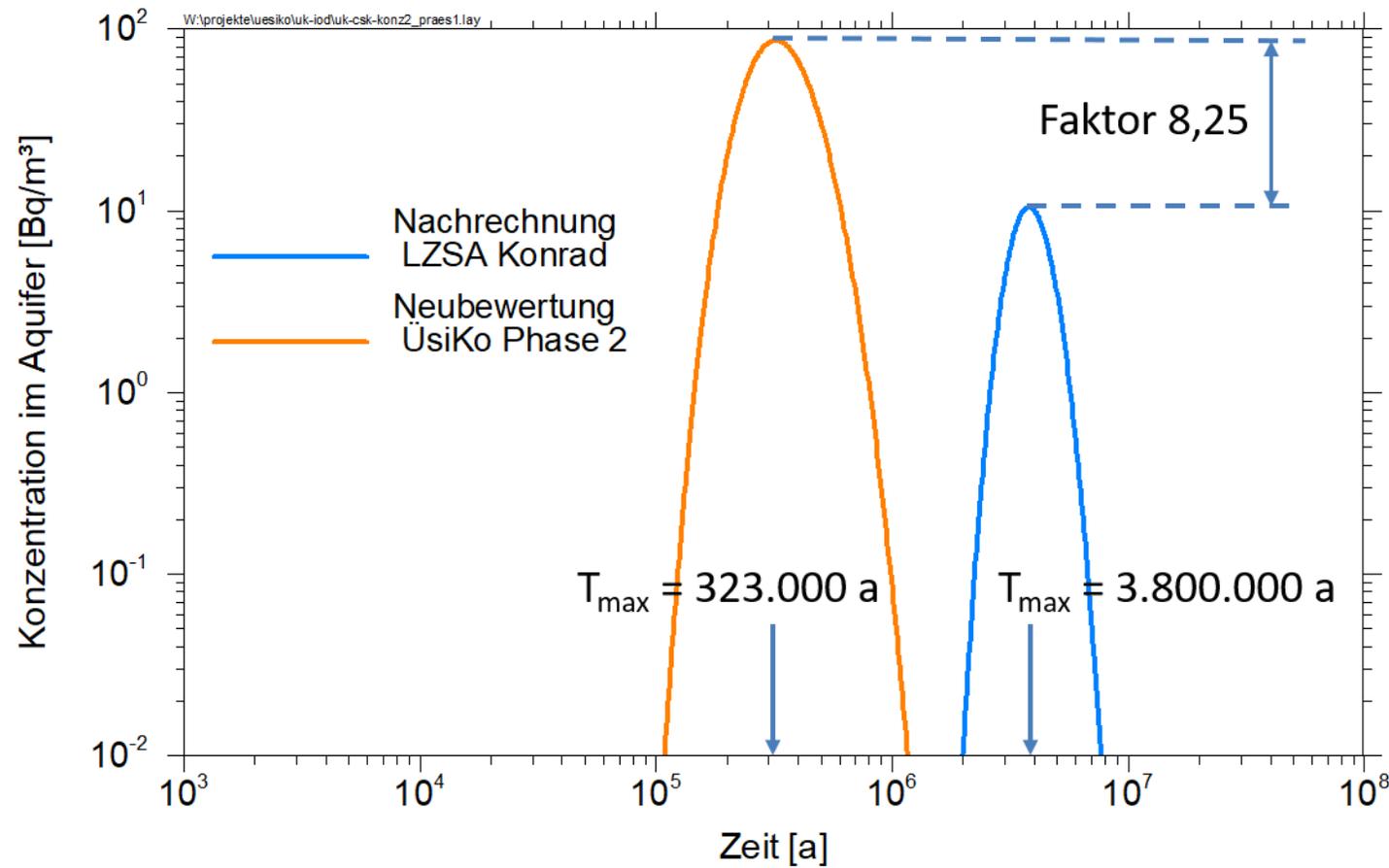
- Rechnungen wurden durchgeführt mit einem Rechenprogramm, das die Rechnungen der LZSA in EU 076.1 von 1986 reproduzieren kann

$\Delta 32$: Transportrechnung Unterkreidepfad ohne Berücksichtigung einer Sorption von Iod in der Oberkreide



$\Delta 32$: Transportrechnung Unterkreidepfad ohne Berücksichtigung einer Sorption von Iod in der Oberkreide

- Zeitpunkt des Maximums ist früher und entspricht dem Wert in der Rechnung des Gutachters im PFB
- Konzentration im oberflächennahen Aquifer erhöht sich



Fazit

- $\Delta 31$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Diffusion
 - Kein relevanter Einfluss auf das Ergebnis der Langzeitsicherheitsanalyse
 - Das Delta ist nicht sicherheitsrelevant

- $\Delta 32$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich der Sorption von Iod in der Oberkreide
 - Die Annahme einer Sorption von Iod an den Plänerkalken in der Langzeitsicherheitsanalyse für das Endlager Konrad ist nicht realistisch
 - Die Vernachlässigung der Sorption von Iod in den Plänerkalken führt zu einer Erhöhung des Maximums von I-129 um einen Faktor 8,25 und zum Auftreten des Maximums zu einem früherem Zeitpunkt
 - Die maximale Konzentration von I-129 im oberflächennahen Grundwasser und der Zeitpunkt des Auftretens entsprechen in etwa den Werten für den Oxfordpfad

- $\Delta 30$: Überprüfung des Unterkreidepfades bezüglich des berücksichtigten Transportpfades
 - Das Delta ist nicht sicherheitsrelevant, da für Iod in den Plänerkalken keine Sorption angesetzt wird

- Keine weiteren Betrachtungen notwendig