



Physikalisch-Technische Bundesanstalt

DECKBLATT

| Projekt | PSP-Element | Obj. Kenn. | Aufgabe | UA | Lfd. Nr. | Rev. |
|----------|-------------|------------|---------|----|----------|------|
| | | | | | | |
| Eu 121.1 | 9K | 32434 | MR | ED | 0001 | 00 |

| | |
|--|---------|
| Titel der Unterlage: Erläuterung zur Anwendung von Retardationsfaktoren zur Beschreibung von 1-dimensionalen Ausbreitungsrechnungen bei veränderlicher Darcy-Geschwindigkeit | Seite: |
| | I. |
| | Stand: |
| | 04/1987 |

| | |
|------------|-------------|
| Ersteller: | Textnummer: |
| GSF | |

Stempelfeld:

| | |
|----------------------------|----------------------|
| PSP-Element TP... 9K/21285 | zu Plan-Kapitel: 3.9 |
|----------------------------|----------------------|

| | | |
|--|----------|----------|
| | PL | PL |
| | 13.04.87 | 13.04.87 |
| | | |

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

Revisionsblatt



| | | | | | | | |
|----------|---------|---------------------|-------------|-----------|-----|----------|------|
| | Projekt | PSP-Element | Obj. Kenn. | Aufgabe | UA | Ltd. Nr. | Rev. |
| EU 121.1 | N A A N | N N N N N N N N N N | N N N N N N | X A A X X | A A | N N N N | N N |
| | 9K | 32434 | | MR | ED | 0001 | 00 |

| | |
|---|------------------------------|
| Titel der Unterlage: Erläuterung zur Anwendung von Retardationsfaktoren von 1-dimensionalen Ausbreitungsrechnungen bei ver- änderlicher Darcy-Geschwindigkeit | Seite: II. |
| | Stand: 04/1987 |

| Rev. | Revisionsst. Datum | verant. Stelle | Gegenzeichn. Name | rev. Seite | Kat. *) | Erläuterung der Revision |
|------|-----------------------|-------------------|----------------------|---------------|------------|--------------------------|
| | | | | | | |

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
Institut für Tieflagerung

ERLÄUTERUNGEN ZUR ANWENDUNG VON RETARDATIONSFAKTOREN ZUR
BESCHREIBUNG VON 1-DIMENSIONALEN AUSBREITUNGSRECHNUNGEN BEI
VERÄNDERLICHER DARCY-GESCHWINDIGKEIT

TA-Nr. 2242.03

April 1987

Verfasser: 

Der Bericht wurde im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) erstellt. Die PTB behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der PTB zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

ERLÄUTERUNGEN ZUR ANWENDUNG VON RETARDATIONSFAKTOREN ZUR BESCHREIBUNG
VON 1-DIMENSIONALEN AUSBREITUNGSRECHNUNGEN BEI VERÄNDERLICHER
DARCY-GESCHWINDIGKEIT



September 1986

Ergänzung zum GSF-Bericht "Langzeitsicherheitsanalyse des Endlagers
KONRAD: Radionuklidausbreitung in der Nachbetriebsphase", Juni 1986
(Kapitel 7.3.1, S. 173)

Aus der Darstellung in Kapitel 7.3.1 des Berichtes geht hervor, daß die Grundwasserbewegung in den verschiedenen Schichten mit verschiedenen Darcy-Geschwindigkeiten erfolgt. Damit ist die Grundwasserbewegung nicht mehr streng 1-dimensional beschreibbar. So ist eine solche Ausbreitung der Nuklide auch im Programm SWIFT unter der Voraussetzung behandelt, daß die Darcy-Geschwindigkeit sich räumlich nicht verändert.

Im Beispiel des Szenarios Ia werden in Tabelle 7-1 (Seite 176) die Ergebnisse der Grundwasserrechnungen für mehrere Pfade zusammengestellt, wobei deutlich wird, daß die Weglängen, Laufzeiten und Porositäten in jeder Schicht bereits bestimmt sind und damit auch die Abstandsgeschwindigkeiten und die Darcy-Geschwindigkeiten festgelegt sind. Wegen der Erhaltung der Massen müssen sich daher auch die Querschnitte ändern, und zwar umgekehrt proportional zu den Darcy-Geschwindigkeiten. In dieser Querschnittsänderung liegt die Begründung, daß eine streng 1-dimensionale Behandlung der Nuklidausbreitung nicht möglich ist.

Man könnte genähert die Ausbreitungsrechnung abschnittsweise durchführen, indem man in jedem Abschnitt mit einheitlichen Darcy-Geschwindigkeiten rechnet und an den Abschnittübergängen dafür sorgt, daß der Massendurchsatz durch geeignet gewählte Quellen konstant bleibt.

Dieses umständliche und zeitaufwendige Vorgehen läßt sich vermeiden, wenn man den in der SWIFT-Formulierung

$$+\text{grad}(\rho u) + q_1 = - \frac{\partial}{\partial t} (\phi \rho)$$

$$-\text{grad}[Cu] + \text{grad} (D \text{ div } C) - q_2 - \lambda KC = \frac{\partial}{\partial t} (KC)$$

$$K = 1 + \frac{1 - \phi}{\phi} \rho_F K_d$$

Hier sind

| | |
|----------------|---|
| q_1, q_2 | Quellen für Grundwasser bzw. Nuklide |
| ρ, ρ_F | Dichte des Grundwassers bzw. des Gesteins |
| ϕ | Porosität des Grundwassers |
| C | Konzentration der Nuklide |
| u | Darcy-Geschwindigkeit |

noch offenen Parameter K zu Hilfe nimmt und im räumlichen Abschnitt i

$$K_i^{\text{Darcy}} = \frac{u_1}{u_i}$$

setzt.

Hier ist u_1 die Darcy-Geschwindigkeit im 1. Abschnitt (z.B. im Lager), entsprechend u_i die Darcy-Geschwindigkeit im Abschnitt i.

In der angegebenen Formulierung in SWIFT beschreibt der Faktor K entweder (z.B. bei $K > 1$) die Vergrößerung der gespeicherten Menge an Nukliden im nächsten Zeitabschnitt oder nach Division der ganzen Gleichung durch K die Verkleinerung von u bzw. D um diesen Faktor. In bei-

den Fällen verzögert sich der Anstieg der Konzentration im nächsten zeitlichen und räumlichen Abschnitt in gleicher Weise wie im Falle eines vergrößerten Strömungsquerschnitts bzw. einer verkleinerten Darcy-Geschwindigkeit.

Die Veränderung der Dispersionskonstanten D entspricht, falls $D = \alpha u$ gesetzt werden kann, genau dem Verhalten bei veränderter Darcy-Geschwindigkeit. Ist dagegen $D = \alpha u + D_m$, so wird nach Division durch K die molekulare Dispersion verkleinert, was bei einer durch Querschnittsveränderung reduzierten Darcy-Geschwindigkeit nicht der Fall wäre. Die Dispersionskonstante im benutzten Rechenverfahren wird daher etwas kleiner als für den Fall veränderter Querschnitte. Damit wird die berechnete Maximalkonzentration eher etwas zu groß.

Die bisherige Betrachtung enthielt nur die Abänderungen bei veränderter Darcy-Geschwindigkeit ohne die Wirkung der Sorption. Im Falle der Ausbreitung bei veränderlichen Querschnitten muß in jedem Abschnitt ein Faktor

$$K^{\text{Sorp}} = 1 + \frac{1-\phi}{\phi} \rho_F K_d$$

berücksichtigt werden. Beim Übergang zu dem hier verwendeten vereinfachten Verfahren tritt dann der oben angegebene Faktor Darcy hinzu, so daß insgesamt

$$K^{\text{eff}} = K^{\text{Darcy}} \cdot K^{\text{Sorp}}$$

benutzt werden muß.

Dieses Verfahren wurde in einer Reihe von Beispielen getestet, um sicher zu sein, daß das Rechenverfahren in SWIFT so abläuft, wie das in den obigen Überlegungen vorausgesetzt wurde. Die Testrechnungen, insbesondere solche, die die Übergänge bei Abschnitten mit verschiedenen Darcy-Geschwindigkeiten beurteilen sollten, zeigten die richtigen Konzentrationsverläufe.