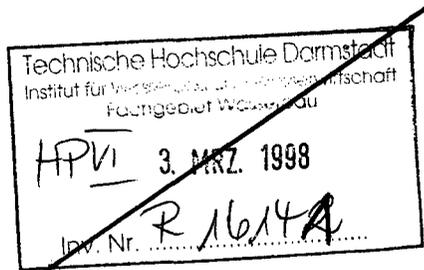


Heft 95 Numerische Methoden zur
Simulation des reaktiven
Mehrkomponententransports im
Grundwasser

von Dr.-Ing.
Olaf Cirpka



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	XI
Verzeichnis häufig verwendeter Abkürzungen und Formelzeichen	XII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziel der Arbeit	2
2 Konzeptionelle Modelle	4
2.1 Mikrobielle Aktivität im Untergrund	4
2.2 Berücksichtigung von Aquifer-Heterogenitäten	6
2.3 Durchmischung von Stoffen im Untergrund	13
3 Modellgleichungen	17
3.1 Grundwasserströmung	17
3.2 Transport gelöster Substanzen	19
3.3 Stoffübergänge	20
3.4 Mikrobielle Aktivität	22
4 Grundsätzliche Aspekte der numerischen Simulation	28
4.1 Abhängigkeiten	28
4.2 Anforderungen	29
5 Bestehende Diskretisierungsansätze	35
5.1 EULER'sche Verfahren zur räumlichen Diskretisierung	35
5.2 Monotonie und künstliche Diffusion	43
5.3 Zeitliche Diskretisierung	58
5.4 Berücksichtigung von Randbedingungen	60

6	Verwendete numerische Methoden	62
6.1	Abläufe der entwickelten Programme	62
6.2	Verwendete Methoden für die Strömungsberechnung	64
6.3	Erzeugung stromlinienorientierter Netze	73
6.4	Verwendete Methoden für die Transportberechnung	83
6.5	Kopplung von Transport und reaktiven Prozessen	93
7	Anwendungen auf den aeroben Schadstoffabbau	101
7.1	Reaktiver Transport in einem heterogenen quasi-eindimensionalen Grundwasserleiter	102
7.2	Einfluss der Netzausrichtung bei der Schadstoffeinleitung in einen Brunnen	114
7.3	Schlussfolgerungen aus den Berechnungen zum aeroben Abbau	127
8	Reduktive Dehalogenierung im Grundwasser	128
8.1	Mikrobielles System für die Dehalogenierung von Tetrachlorethen	128
8.2	Bestehende Modelle für die reduktive Dechlorierung	130
8.3	Einfluss der Mobilität auf die Stimulierung eines mehrstufigen Abbauprozesses	132
8.4	Stimulierung der reduktiven Dechlorierung in einem Grundwasserversuchsstand	140
9	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	162
	Literaturverzeichnis	165