

**Bachelorarbeit
für
Frau/Herrn xxx xxx
Matr.-Nr. xxx**

FAKULTÄT FÜR BAUINGENIEURWESEN
UND GEODÄSIE

Institut für Strömungsmechanik und
Umweltphysik im Bauwesen

Tag der Ausgabe:	xx.xx.2025	Bearbeitungsumfang:	360 Stunden	bearbeitet von: apl.-Prof. Dr. Thomas Graf +49 511 762 4786 graf@hydromech.uni-hannover.de 27.05.2025
Letztmöglicher Tag der Abgabe:	xx.xx.2025	Bearbeitungsdauer:	6 Monate	
Erstprüfer/in:	apl.-Prof. Dr. Thomas Graf			
Zweitprüfer/in:	M.Sc. Felipe Edgardo Silva Monsalves			
Betreuer/in:	apl.-Prof. Dr. Thomas Graf			

Thema: Numerische Implementierung der instationären advektiv-dispersiven Transportgleichung mit Lösung – Verification und Anwendung

Numerical implementation of the transient advective-dispersive transport equation with dissolution – verification and application

Aufgabenstellung:

Der Transport gelöster Stoffe im Grundwasser findet hauptsächlich per Advektion und Dispersion statt. Einige Stoffe sind auch wasserlöslich, lösen sich also im Untergrund aus dem Gestein (z.B. Steinsalz) und werden dann per Advektion und Dispersion im Grundwasser transportiert. Die eindimensionale instationäre Transportgleichung, die Advektion, Dispersion und Lösung (Produktion nullter Ordnung) beschreibt ist:

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v \frac{\partial C}{\partial x} + \gamma = \frac{\partial C}{\partial t}$$

Diese Gleichung kann für homogene Fälle (D , v , γ im gesamten Gebiet identisch) mit vereinfachter Randbedingung analytisch gelöst werden. Dazu existieren analytische Lösungen. Für alle anderen Fälle (heterogen, kompliziertere Randbedingung) muss diese Gleichung numerisch gelöst werden.

Ziele dieser Arbeit

- Präsentation und Beschreibung der Prozesse Advektion, Dispersion, Lösung (Produktion nullter Ordnung).
- Definition von geeigneten Parameterwerten.
- Implementierung der existierenden analytischen Lösung mit der Randbedingung $C=C_0$ bei $x=0$ (z.B. in MATLAB).
- Präsentation der analytischen Lösung für $C_0=0$ und $C_0>0$ zu unterschiedlichen Zeiten.
- Präsentation der diskretisierten Transportgleichung mit der finiten Differenzen Methode für die spätere numerische Implementierung.
- Numerische Implementierung der diskretisierten Transportgleichung (z.B. in MATLAB).
- Verifikation der numerischen Implementierung mit der analytischen Lösung.
- Anwendung: Definition von Szenarien
 1. homogener Referenzfall mit $C_0>0$
 2. heterogenes Szenario mit abschnittsweise erhöhter Strömungsgeschwindigkeit v

3. heterogenes Szenario mit abschnittsweise verteilter Produktionsrate γ

- Numerische Simulation der Szenarien. Vergleich der Ergebnisse.
- Erstellen von Abbildungen, die die Konzentrationsverteilungen zeigen.
- Diskussion der Ergebnisse.

Es ist zu Beginn der Bearbeitung in Absprache mit der Betreuerin / dem Betreuer ein verbindlicher Meilensteinplan mit den wichtigsten Bearbeitungsschritten und Zwischenzielen der Projektarbeit abzusprechen und schriftlich festzuhalten. Der Meilensteinplan ist für die weitere Bearbeitung bindend. Er kann in begründeten Fällen im Verlauf der Bearbeitung einvernehmlich geändert werden. Der Arbeit ist jeweils eine Kurzfassung in deutscher und englischer Sprache voranzustellen. Zusätzlich sind jeweils fünf, den Inhalt der Arbeit beschreibende, Schlagwörter anzugeben.

Bei der Erstellung der Arbeit wird insbesondere auf erläuternde Kommentare zu den berücksichtigten Parametern, die prägnante Darstellung theoretischer Grundlagen und die übersichtliche Darstellung der ermittelten Ergebnisse Wert gelegt. Während der Arbeit auftretende Fragestellungen können in Absprache mit der Betreuerin / dem Betreuer zusätzlich bearbeitet werden. Der Umfang der einzelnen Teilaufgaben ist bearbeitungsbegleitend mit der Betreuerin / dem Betreuer abzustimmen. Die Ergebnisse der Projektarbeit sind in einem schriftlichen Bericht aufzuarbeiten und in einem Kolloquium zu präsentieren. Sämtliche Daten (z. B. numerische Modelle, Versuchsdaten, Zeichnungen, Präsentationsfolien, etc.) sind in digitaler Form abzugeben.

Als Einstieg in die Thematik wird die folgende Literatur empfohlen, die im Zuge der Bearbeitung durch weitere Quellen sinnvoll zu ergänzen ist:

- [1] Van Genuchten, M.Th., Alves, W.J., 1982. Analytical solutions of the one-dimensional convective-dispersive solute transport equation. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin no. 1661, 151 pp.

Zur erfolgreichen Bearbeitung des Projektes werden der Studentin/dem Studenten folgende Dokumente ausgehändigt, deren Inhalt die Studentin/der Student mit der Betreuerin/dem Betreuer bespricht und deren Übergabe durch beide Unterschriften bestätigt wird:

- Die *Aufgabenstellung* (dieses Dokument) habe ich erhalten.
- Den *Bewertungsbogen* habe ich erhalten und ich verstehe, nach welchen Vorgaben das ISU diese Arbeit bewertet (archiv\Lehre\Abschlussarbeiten\forms).
- Das Dokument *ISU wissenschaftliches Schreiben* habe ich erhalten und ich verstehe dessen Inhalt (archiv\Lehre\Abschlussarbeiten\guidelines).
- Das Dokument *Selbstständigkeitserklärung* habe ich erhalten und ich verstehe dessen Inhalt (archiv\Lehre\Abschlussarbeiten\guidelines).
- Die word und/oder latex Vorlage habe ich erhalten (archiv\Lehre\Abschlussarbeiten\templates)