

Modul 6 Grundwasserhydrologie

Teil 2 Grundwasserströmungsberechnung

1. Einführung

Prof. Dr. Ralph Watzel

**Regierungspräsidium Freiburg
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
Albertstraße 5
79104 Freiburg im Breisgau
ralph.watzel@rpf.bwl.de**

Wochenplan

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
9-10	Einführung und Übersicht – Grundwasserströmung, allgemeine Strömungsgleichung	Numerische Berechnung der Grundwasserströmung – Finite Differenzen Methode	Wechselwirkung Grundwasser – Oberflächengewässer Hydrogeologische Kartierung als Grundlage einer regionalen GW-Modellierung	Modellierung mit MODFLOW – Programm und Datensatzaufbau	Modellierung mit MODFLOW – Brunnenentnahmen und instationäre Berechnungen
10-11					
11-12					
12-13					
13-14	Übungen - Analytische Lösungen der allgemeinen Strömungsgleichung	Übung - Finite-Differenzen-Methode („Grundwassermodell von Hand“),	Schematischer Ablauf einer Grundwassermodellierung Recherche MODFLOW-Simulator	Modellierung mit MODFLOW - Heterogenität, Anisotropie, Randbedingungen	Modellierung mit MODFLOW – regionales Strömungsmodell und Modellkalibrierung, 3D-Strömung
14-15					
15-16					
16-17					

Übersicht (1)

Digitale Kursunterlagen:

- Powerpoint-Folien (PDF)
- Liste der gängigen Lehrbücher und wissenschaftlichen Zeitschriften (PDF)
- Ausgewählte Publikationen (PDF)
- Teilnehmerliste, Evaluierungsbogen

Übersicht (2)

- Teil 1: überwiegend dozierend anhand von PPT-Präsentationen
- Teil 2: umfangreiche PC-Übungen mit VISUAL MODFLOW

- zahlreiche (gute) Lehrbücher auf dem Markt
- einwöchiger Kurs als „guided approach“ kann nur eine erste Einführung und Übersicht sein
- Grundlagen für weiterführendes Lernen schaffen

Lehrziele (1)

- Grundlegende Kenntnisse über die wesentlichen hydromechanischen Eigenschaften von Grundwasserleitern in Grundwasserströmungsmodelle einbringen,
- grundlegende Kenntnisse über das Leiten und Speichern von Grundwasser sowie Transport und Speichern von gelösten Stoffen im Grundwasser in Stofftransportmodelle einbringen,
- Entwicklung und Bedeutung eines hydrogeologischen Konzeptmodells zu verstehen,

Lehrziele (2)

- Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der numerischen Modellierungstechniken kennenlernen.

mit Einschränkungen:

- eine Grundwassermodellierung selbständig planen und durchführen zu können,
- Modellierungsergebnisse kritisch beurteilen und mit Ergebnissen anderer Verfahren vergleichen zu können.

Was nicht ?

- Betrachtungen im Labormaßstab, sondern im Einzugsgebietsmaßstab
- vertiefte hydro-geologische Betrachtungen
- wasserungesättigte Bodenzone (3-Phasen-System Wasser-Boden-Luft)
- Mehrphasensystem in der gesättigten Bodenzone (z.B. Mineralöle und Wasser) und dichtegekoppelte Strömung
- analytische Lösung der Strömungs- und Transportgleichung und deren Anwendungen in extenso (Auswertungen von Pump- und Tracerversuchen)
- Hydro-Geo-chemie, Wechselwirkung Wasser-Gestein
- vertieftes physikalisch-chemisches Stoffverhalten in Aquiferen

Abgrenzung

Geowissenschaften:

Geologie, Hydrologie, Meteorologie,
Mineralogie, Geographie

Ingenieur-

Wissenschaften:

Bergbau,

Felsbau,

Tiefbau,

Wasserbau,

Energienutzung

Gesellschafts-

Wissenschaften:

(Wasser)Recht,

(Umwelt)Recht,

Raumplanung,

Ökonomie,

Politik

Grundwasser- hydrologie

Unterirdischer Teil des
hydrologischen Kreislaufs

Naturwissenschaften:

Physik, Chemie,

Biologie, Mathematik

Geohydrologische Aspekte

- Grundwasser als Teil des hydrologischen Kreislaufs
- Schnittstellen zu anderen Kompartimenten des hydrologischen Kreislaufs im Zu- und Abstrom - Randbedingungen
- Quantitatives und qualitatives Management von Grundwasserressourcen (Impact)
- Räumliche und zeitliche Veränderlichkeiten

Wasser ist weltweit ...

- ... das Lebensmittel **Nr. 1**
- ... das wichtigste **Produktionsmittel** für die **Herstellung von Nahrungsmitteln**
(Nutzung fossiler Grundwässer z.B. in Nordafrika?)
- **Weltweiter Wasserverbrauch** (WBGU, 1999):
 - 69% Landwirtschaft
 - 23% Industrie
 - 8% Haushalte

Wasser wird weltweit verwendet in ...

- privaten Haushalten: 50-100 m³/Kopf·Jahr
- Industrie: 150 m³/Kopf·Jahr
- Landwirtschaft: > 800 m³/Kopf·Jahr

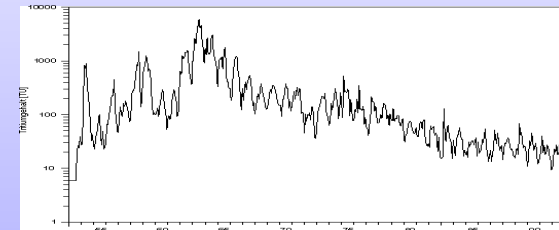
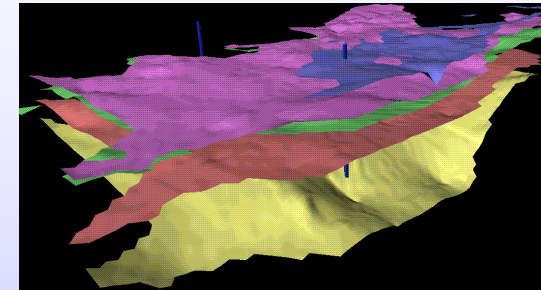
zu 1) Bei einem geschätzten Verbrauch von 100 Litern pro Kopf und Tag, multipliziert mit Faktor 1,5 bis 3 für Europa und die USA.

zu 3) Bei einem angenommenen Verhältnis von 50 % natürlicher zu 50 % künstlicher Bewässerung.

Quelle: THAMES WATER, 2002

System-Features

- Bilanzraum (Geometrie) und Bilanzzeit des betrachteten Reservoirs
- zeitlich veränderliche Randbedingungen
- internes Systemverhalten (physikalische Gesetze und Parameter)



$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left(K_{ij} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} + W^*$$

Grundwasserhydrologie

- Welche wichtigen Gleichungen kennen Sie?
- Was ist das zentrale Problem der Grundwasserhydrologie?
- Wie geht man damit um?