

Lernkärtchen für

Hydrosphäre Teil Herfort

Prüfungen Herbst 2005

Erstellt durch
Caroline Baumgartner

Wie sieht die globale Wasserverteilung aus?

Wo ist das meiste Wasser gespeichert?

Wie viel davon ist nutzbares Süßwasser?

Wasserverteilung:

Meer: 97.3%; Gletscher/polare Eismassen: 2.1%; Grundwasserleiter: 0.6%;
Seen und Flüsse: 0.01%; Atmosphäre: 0.001%; Biosphäre: $4 \cdot 10^{-5}\%$.

→ das meiste Wasser ist im Meer gespeichert

Wasser total: 1.39 Mia km^3

Süßwasser total: 35 Mio km^3 ($\sim 3\%$)

Nutzbare Süßwasser: 9-12000 km^3 ($\sim 0.0009\%$)

Was ist die mittlere Aufenthaltszeit des Wassers?

Wo ist diese Aufenthaltszeit am längsten, wo am kürzesten?

Mittlere Aufenthaltszeit = Wassermenge in km^3 / Abfluss in (km^3/Zeit)
Meere haben die längste mittlere Aufenthaltszeit (~4000 Jahre),
die Biosphäre die kürzeste Aufenthaltszeit (~1 Woche)

Zeichne schematisch den globalen Wasserkreislauf

(Zeichnung)

Wie sieht die Wasserbilanzgleichung/Hydrologische Grundgleichung aus?

Was sagt sie aus?

Was sind die Bedingungen damit diese Gleichung gilt?

$$N = A_0 + A_U + V$$

N: Niederschlag

A_0 : oberirdischer Abfluss

A_U : unterirdischer Abfluss

V: Verdunstung

Die Gleichung zeigt quantitativ den natürlichen Wasserkreislauf, sie gilt aber nur für lange Zeiträume, in denen langjährige Mittel errechnet werden können, da die Aufenthaltszeit (2 Wochen – 10000 Jahre) in dieser Gleichung nicht berücksichtigt wird, sonst muss man mit einem Speicherterm ergänzen ($N=A+V\pm\Delta S$)

Wie sieht der Wasserverbrauch aus

- 1) global
- 2) in Europa
- 3) in der Schweiz

- 1) global: Landwirtschaft verbraucht am meisten Wasser, gefolgt von Industrie, Trinkwasser und Verlust aus Stauseen
- 2) in Europa (inkl. Industrie und Landwirtschaft): CH verbraucht am meisten (~400 l/Tag); GB: hoher Wasserverbrauch wegen kaputten/alten Rohren (~20-30%). Belgien verbraucht am wenigsten(~160l/Tag)
- 3) in CH (Privathaushalt): 162 Liter pro Einwohner und Tag. Toilettenspülung verbrauch am meisten Wasser (29.5%).

Was ist Grundwasser?

Grundwasser ist unterirdisches Wasser, welches die Hohlräume der Lithosphäre zusammenhängend füllt. Ihre Bewegungsmöglichkeit wird Ausschliesslich durch die Schwerkraft bestimmt.

Dort wo Grundwasser vorkommt ist der Boden mit Wasser gesättigt.

Grundwasser ist weit verbreitet und von guter und gleichmässiger Qualität.

Es ist verfügbar wann immer es gebraucht wird und kann ohne grossen Flächenverbrauch gewonnen werden. Grundwasser ist gut gegen Verunreinigungen geschützt

Was sind

Grundwasserleiter/Grundwassergeringleiter/Grundwassernichtleiter

Grundwasserleiter, Aquifere, sind Gesteinskörper, die zusammenhängende Hohlräume enthalten und damit geeignet sind, Grundwasser zu leiten. Es gibt Porengrundwasserleiter (Locker- selten Festgestein mit Kornzwischenräumen), Kluftgrundwasserleiter (Festgestein mit Trennfugen) und Karstgrundwasserleiter (Festgestein mit Karsthohlräumen).

Grundwassergeringleiter: Aquitarde, haben gegenüber den eigentlichen Aquifergesteinen eine wesentlich geringere Durchlässigkeit.

Grundwassernichtleiter, Aquiclude, können kein Grundwasser leiten, da sie wasserundurchlässig sind.

Wohin versickert das Wasser bei Niederschlag (3 Abflüsse)? Welcher Abfluss ist wichtig für das Grundwasser?

- 1) Oberflächenabfluss (overland flow)
- 2) Unterirdischer Abfluss in ungesättigte Zone (Interflow, subsurface stormflow)
- 3) Tiefer unterirdischer Abfluss in der gesättigten Zone → Zufluss zum Grundwasser (Groundwater flow)

Was bedeutet Grundwasserinfiltration? Was Bedeutet Grundwasserexfiltration?

Grundwasserinfiltration: Übergang von oberirdischem Wasser zu Grundwasser

Grundwasserexfiltration: Oberflächengewässer erhalten Wasser aus dem Grundwasser

Wie hängen Grundwasserabfluss und Niederschlag zusammen? (Grafik im skript, Folie 07-25, bin nicht sicher ob ich das richtig verstanden habe) Gleichung?

Was sagt diese Gleichung aus?

Oberflächengewässer können Wasser aus dem Grundwasserspeicher erhalten, dies bezeichnet man als Grundwasserexfiltration. Diese Grundabflüsse variieren zeitlich, da der Grundwasserspiegel zeitlich variiert (Niederschläge).

$$Q=Q_0 * e^{-\alpha t}; \quad (\text{von hand schreiben})$$

Q: Abflussrate [L^3/T]

α : Leerlaufkoeffizient oder Konst. des Basisabfluss-Rückgangs

Mit dieser Gleichung kann man abschätzen, wie viel Grundwasser nach einem Niederschlag gebildet wurde

Was sind Fluid-Potential, hydraulisches Potential, Lagepotential und Druckpotential? Wie hängen sie zusammen?

- Lagepotential z : Höhe/Lage in m
- Druckpotential ψ : $p/(\rho \cdot g)$ in Pa
- Fluid-Potential Φ (für kleine Geschw. und inkompress. fluide wie Wasser): $\Phi = g \cdot z + (p - p_0)/\rho$ in m^2/s^2 . Das Fluid-Potential entspricht der mechanischen Energie pro Einheitsmasse.
- Hydraulisches Potential h : $h = z + p/(\rho \cdot g)$ oder $h = z + \psi$ in m. h ist das Fluid-Potential pro Erdbeschleunigung. h wird von Piezometern gemessen. Das hydraulische Potential stellt die Energie des Grundwassers in jedem Punkt dar, als Steighöhe in einem Rohr über diesem Punkt.

Folien 8-8 und 8-10

Was ist ein Potentialverlust?

Verlust des hydraulischen Potentials Zeichnung 08-11

Was ist der hydraulische Gradient?

- $\Delta h/\Delta l$
- Vektor
- Zeigt in Richtung zunehmender Potentiale (- Zeichen)

Wie lautet das Darcy-Gesetz und was sagt es aus?

Darcy-Gesetz: $Q = -K \cdot A \cdot (\Delta h / \Delta l)$

(Zeichnungen 08-3 und 08-25)

Parameter:

Q: Durchflussrate (m^3/s)

K: hydraulische Leitfähigkeit, hydraulische Durchlässigkeit (m/s)

A: Querschn.fläche senkrecht zur Strömungsrichtung (m^2)

l: Distanz entlang der Strömungsrichtung (m)

Die Gesamtmenge des pro Zeiteinheit fließenden Wassers ist proportional zur Höhendifferenz und zur Horizontalentfernung.

Porosität 1:

Zähle die verschiedenen Definitionen der Porositäten auf und erkläre was sie bedeuten.

- Gesamtporosität n : Prozent. Anteil des Gesamtvolumens, welcher durch die Volumina von Luft und Wasser innerhalb des Gesteinskörpers eingenommen wird
- Nutzbare Porosität: Anteil des Gesamtvolumens, welcher dem aus dem gesättigten Gesteinskörper allein unter dem Einfluss der Schwerkraft frei ausfliessbare Wasservolumen entspricht = specific yield
- Spezifische Retentionskapazität = Haftwasser = Gesamtporosität - nutzbare Porosität

Zeichnung 08-17

Porosität 2:

Was bedeuten kleine/grosse n ?

Je grösser n ist, desto mehr Platz kann Luft/Wasser im Gesteinskörper einnehmen.

In Lockergesteinen: Kies < Sand < Schluff < Ton.

Lockergesteine haben grösseres n wie Festgesteine

Porosität 3:

Primäre und sekundäre Porosität

- Primäre Porosität: bei unverfestigtem Lockergestein. Vorhandene Porosität entspricht der nach der Bildung der Ablagerung vorhandenen Hohlräumen
- Sekundäre Porosität: in Festgesteinen. Durch äussere Einflüsse wie tektonische Prozesse, Gesteinsmetamorphose, Trennflächen und sekundäre Lösungserscheinungen gebildete Hohlräume

Was ist K (aus dem Darcy-Gesetz) genau?

K ist die Hydraulische Leitfähigkeit, K enthält Eigenschaften des Gesteins und des Wassers; es erlaubt, Grundwasserflüsse in porösen Medien zu beschreiben.

$$K = k \cdot (\rho \cdot g) / \mu$$

k: Permeabilität (m^2), enthält Eigenschaften des Gesteins

μ : dynamische Viskosität

K-Werte $> 10^{-2}$ bedeuten sehr starke Durchlässigkeit (Kies),

K-Werte $< 10^{-10}$ bedeuten praktisch undurchlässig (Ton)

Zeichnung 08-23

Was ist Transmissivität?

Transmissivität ist die Durchlässigkeit eines Aquifers in seiner gesamten Mächtigkeit M (Länge)

$$T=K*M$$

Geschwindigkeiten:

Filtergeschwindigkeit: v (nach Darcy)

$$v_f = Q/A = K * (\Delta h / \Delta l)$$

= Spezifischer Durchfluss = Darcy-Geschwindigkeit = Darcy-Fluss

Reale Fließgeschwindigkeit: v_r , da in Wirklichkeit das Grundwasser nur durch die Porenräume fließt

$$v_r = v / n' * 100$$

n' = effektive Porosität

Was ist eine Retentionskurve?

Was sagt sie aus?

Formel von hand schreiben 08-29

Retentionskurven sagen aus, wie gross der Wassergehalt in verschiedenen Tiefen ist.

Beschreibe die ungesättigte Bodenzone

- Liegt oberhalb des Grundwasserspiegels und oberhalb des Kapillarsaums (weis aber nicht genau was das ist)
- Poren nur teilweise mit Wasser gefüllt
- Boden trocknet nicht vollständig aus
- Wasserdruck $<$ Atmosphärendruck
- Wasserdruck wird mit Tensiometer gemessen
- Kein Ausfluss in die Atmosphäre möglich

Anisotropie

Da komme ich überhaupt nicht draus, aber wenigstens weiss ich was Anisotropie heisst, nämlich Richtungsabhängigkeit einer Eigenschaft

Definition des Grundwasserspiegels

Fläche auf der gilt: $\psi = 0$

Die Lage des Grundwasserspiegels kann sich mit der Zeit ändern (Niederschlag, Trockenperioden), dies führt zu unterschiedlichen hydrogeologischen Situationen

Was ist freies (ungespanntes) Grundwasser?

Was ist gespanntes Grundwasser?

Was ist artesisches Grundwasser?

- Ungespanntes Grundwasser: Grundwasservorkommen, welche nach oben durch den freien Grundwasserspiegel begrenzt werden; Phreatischer Grundwasserleiter; $\psi = p_{\text{atm}} \approx 0$
- Gespanntes Grundwasser: Grundwasservorkommen, welche nach oben und unten durch Aquitarde begrenzt werden
- Artesisches Grundwasser: gespannter Grundwasserleiter mit Grundwasserspiegel oberhalb der Geländeoberfläche. Bei einer Bohrung fließt das Wasser selbständig aus (z.B artesischer Brunnen)

Speicherung

????? 09-8, 09-9, 09-10

Kompressibilität des Wassers, effektiver Stress, Kompr. des Gesteins

????? 09-11, 09-12, 09-13

???? 09-14

Hydraulische diffusivität

???? 09-18

Was sind Fließlinien, Isopotentiallinien und Fließstrajektorien?

Fliesslinien: Fliessrichtung im Grundwasser-Fliesssystem,
Verbindungslinien des spezifischen Durchflusses für stationäre Strömung
Isopotentiallinien: Linien, die Werte gleichen hydraulischen Potentials
miteinander verbinden.
Fliesstrajektorien folgen dem Weg, dem ein einzelnes Wasserteil während
einem stationären oder instationären Grundwasserfluss folgt.

Für isotrope Durchlässigkeiten liegen die Fliesslinien immer senkrecht zu
den Isopotentiallinien. In anisotropen Medien stehen sie nicht senkrecht,
sie können aber für die graphische Bearbeitung transformiert und
anschliessend wieder rücktransformiert werden.

Erkläre Stationärer Grundwasserfluss und transienten Grundwasserfluss

Stationärer Grundwasserfluss: Richtung und Betrag des Flusses bleiben in jedem Ort im Fließfeld zeitlich konstant

Transienten Grundwasserfluss: Richtung und Betrag des Flusses verändern sich an verschiedenen Orten im Fließfeld.

Was sind Fließnetze?

Welche Arten von Randbedingungen gibt es, um ein Fließnetz zu beschreiben?

Fliessnetze stellen die Potentialverhältnisse und die Fliesslinien im zu untersuchenden Gebiet dar. Es gibt 3 verschiedene Randbedingungen für Fliessnetzmodelle:

- Undurchlässiger Rand

Zeichnung 09-23

- Modellrand mit festem hydraulischen Potential

Zeichnung 09-23

- Freier Grundwasserspiegel in ungespanntem Aquifer

Zeichnung 09-23

Wie geht man bei der Konstruktion eines Fließnetzes vor?

- 1) Festlegung der Gebietsränder, möglichst natürliche Grenzen nehmen
- 2) Definition der Randbedingungen
- 3) Hydrogeologische Unterteilung und Beschreibung (relative Durchlässigkeiten, Anisotropie)
- 4) Einzeichnen von Isopotentiallinien

Zeichnung 09-25 bis 09-28

Isopotentiallinien können auch gekrümmt sein, dann sind die umgebenden Potential und Fliesslinien tangential verlaufend. (09-29)

Wie verlaufen Fließlinien an geologischen Grenzen?
Wie verlaufen Fließlinien in geschichteten Systemen?

Zeichnung 09-32

$$K_1/K_2 = \tan\theta_1/\tan\theta_2$$

Zeichnung 09-33

Fliesslinien in Aquitarden (mit kleinem K) verlaufen nahezu senkrecht zu deren Begrenzung, in Aquiferen (grosses K) verlaufen sie parallel zu deren Begrenzung

Was ist ein Urstromtal?

Urstromtäler sind während den Eiszeiten durch Erosion durch vorstossende Gletscher entstanden, die anschliessend durch Schmelzwasserabflüsse mit mächtigen Ablagerungen (va. Schotter und feinkörnige Ablagerungen) aufgefüllt worden sind. Das Grundwasser überläuft bis in das tiefste Vorflutniveau des Tales. Die Sohle des Grundwasserleiters besitzt ein gewisses Gefälle, da es ein ehemaliger Flusslauf ist. Der Grundwasserstrom fliesst unterirdisch talabwärts.

Urstromtäler kommen innerhalb der Täler im Mittelland, sowie in den Tälern des Rheins, der Rhone und des Ticino (Magadinoebene) vor. Diese Grundwasserströme folgen an vielen Stellen nicht den heutigen Flussläufen, da die älteren wasserführenden Schotter durch jüngere Ablagerungen überschüttet wurden (Wirkung der letzten Eiszeit). Die dadurch entstandenen tiefen Grundwasserstockwerke wurden erst in den letzten Jahren durch tiefe Bohrungen bekannt. Ebenfalls so entstanden sind Rinnen und Becken in randlichen, von keinem aktuellen Flusslauf durchquerten Schotterablagerungen.

Was sind Sandsteine und wie ist ihre Porosität?

Sandsteine sind wichtige regionale Aquifere und Speichergesteine für Kohlenwasserstoffe. Sie sind typische poröse Medien, hier gilt das Darcy-Gesetz in der Regel ohne Einschränkung. Sand hat eine hohe Porosität (30-50%). Durch die Diagenese, wo aus Sand Sandstein wird, kann die Porosität auf bis zu 1% reduziert werden. Sandsteine haben eine komplizierte Durchlässigkeit-Korngrösse-Porosität-Beziehung.

Wie entstehen durch Verkarstung Grundwasserleiter?

Verkarstung: Im Gestein (Karbonatgestein) bilden sich durch Lösungsvorgänge Hohlräume (sekundäre Porosität). Durch diese Höhlen- und Gangsysteme fließt das Wasser,. Man unterscheidet zwischen dem ungesättigten Bereich, vadose Zone, und dem gesättigten Bereich, phreatische Zone. Das Wasser versickert nicht überall im Boden wie bei Lockergesteinen, sondern versickert an einzelnen Schluckstellen. Quellen stellen oft den Gesamtabfluss grosser Einzugsgebiete dar. (siehe 10-12)

Was sind schwebende (hängende) Grundwasserleiter?

An der Untergrenze der Epikarstzone (bereich der obersten verwitterten Bodenschicht und darunter folgende Auflockerungszone) könne sich durch Einschwemmung von Lockergesteinsmaterial lokal gesättigte Bereiche bilden. Diese nennt man schwebende Grundwasservorkommen, da sich darunter meistens ungesättigte Gesteine befinden.

Wie wirken sich topographische Einflüsse auf die regionalen Grundwassersysteme aus?

Bild folie 10-16 und 10-17

Auf Berge, bei hohem Grundwasserspiegel infiltriert das Wasser, in Tälern exfiltriert das Grundwasser.

Ist die Topographie linear ansteigend, ergibt sich ein einfaches Fließsystem, steigt die Topographie nicht monoton an, ergibt sich ein Fließnetz mit mehreren Fließsystemen auf verschiedenen Grössenskalen, es entwickeln sich kleine lokale und intermediäre Exfiltrationsgebiete.

Wie wirken sich heterogene Aquifere auf die regionalen Grundwasserflüsse aus?

Folien 10-19, 10-20 und 10-21

- Durchlässige Bereiche in gering durchlässigem Material: die Durchlässige Schicht zieht das Wasser an und umgekehrt
- Geschichtete Aquifere bewirken erhöhten Durchfluss in durchlässiger Schicht, erhöhte Durchflüsse bewirken eine Vergrößerung des Exfiltrationsgebiets.
- Tiefliegende Aquifere verstärken regionale Fliesssysteme
- Grössere isolierte Aquifere in grösseren Tiefen können an der Oberfläche zu isolierten Exfiltrationsgebieten führen
- Lokale und regionale Fliesssysteme mit komplexen topographischen und geologischen Verhältnisse sind sehr sensitiv auf kleine Änderungen

Was sind Härtegrade?

- Gesamthärte: Summe der Konzentration an Ca und Mg-Ionen, für Härtegrade wird beides auf Ca umgerechnet
- Karbonat-Härte: Summe aller Hydrogenkarbonat- und Karbonationen

1° franz. Härte = 10 mg/l CaCO_3

1° dt. Härte = 10 mg/l CaO

weich: <15; hart: 15-25; sehr hart: >25 (alle frz. Härte)

Welche Inhaltsstoffe können im Wasser auftreten?

- Ionen: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ,(siehe 11-6)
- Gelöste Gase: CO_2 , O_2
- Spurenstoffe: Ionen, Schwermetalle, organische Stoffe, Huminstoffe,.....
- Schwebstoffe: Filtrationsrückstand

Ionenbilanz:

$$\left\{ \sum(\text{Kationen}) - \sum(\text{Anionen}) \right\} / \left\{ 0.5 * [\sum(\text{Kationen}) - \sum(\text{Anionen})] \right\} \text{ in meq/l}$$

Wie wird Grundwasser eingeteilt/charakterisiert?

Folie 11-7

- Schöller-Diagramm: x-Achse versch. Ionen; y-Achse Konzentration in mval/l oder meq/l
- Piper-Diagramm:
- Einteilung aufgrund der Inhaltsstoff, Ionenkonzentrationen als Prozent der Gesamtionensumme (mval%)

Welche Reaktionen finden im Boden und im Grundwasser statt?

- Verwitterung:
- Redox-Prozesse (bakteriell katalysiert)
- Ionentausch, Kationentausch, z.B. $\text{NaR} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{HR} + \text{Na}^+$
- Aufbau von Biomasse und Humus
- Verdampfung in ungesättigter Zone, volatile Stoffe
- Komplexbildung, z.B. metallorganische Komplexe

Wie unterscheiden sich Niederschlagswasser, Bodenwasser und Grundwasser voneinander? Welche Reaktionen finden statt?

- Niederschlag: O₂ reich; kontakt mit Atmosphäre; pH ~5.6; saurer Regen pH ~4.3
- Bodenwasser: zusätzliche Anreicherung mit CO₂, Abreicherung von O₂ (Pflanzen), Nitratlösung in landw.geprägten Böden
- Grundwasser: Lösung von salzen und Karbonat-zement; Kationentausch; Kationenfreisetzung, Tendenz zu weicherem Wasser da Bindung von Ca und Mg

Wie verändert sich das Wasser vom Eintritt in den Boden bis zum Grundwasser?

- Oberfläche. Lösliche Mineralien werden ausgewaschen, Nitrat, Sulfat und Hydrogenkarbonat-ionen herrschen, oxische Bedingungen
- Hydrogenkarbonat-ionen nehmen zu, Sulfat dominiert aber später, weiches Wasser (Ionenaustausch), reduzierende Bedingungen
- Stagnierendes Grundwasser, Na und Cl Ionen herrschen

Welche Transportprozesse finden im Grundwasser statt?

- Advektion: Transport mit der Bewegung des GW.

Formel 11-12

- Diffusion: Transport durch Molekularbewegung, Stoffausbreitung aufgrund Konzentrationsgradient
- Dispersion: Verteilung der Stoffe durch Heterogenität des Aquifermaterials und durch molekulare Diffusion
- Retardation: Rückhalt von Stoffen durch Interaktion der Stoffe mit dem Aquifermaterial

Formel 11-17

- Reaktion: Massengewinn oder –verlust durch Abbau, Zerfall, Mineralbildung, Speziation

Transportgleichung:

Speicherung = Adv – Diff – Disp ± Reaktion

Diffusion

11-13, 11-14

Massenfluss (1. Fick'sches Gesetz):

In porösen Medien:

Konz in Raum und Zeit (2. Fick'sches Gesetz)

Dispersion

Dispersion bewirkt eine Verteilung der Stoffe im Raum, wodurch sich der Massenfluss verringert. Sie hängt vom Medium und von der Strömung ab

Formel 11-15

- Mechanische Dispersion
- Molekulare Dispersion

Auswirkung von Transportprozessen

folie 11-19

Welche Arten von Grundwasserverschmutzung gibt es?

- Punktuell: Altlast, Deponie, Öltank, Unfall, Leckage in einer Leitung
- Flächenhaft: landwirtschaftliche Fläche, Luftschadstoffe, Überschwemmungen, Salzwasserintrusion
- Linienförmig: Strasse (Salz), Bahngleis (Herbizide)

→müssen alle unterschiedlich behandelt werden

Wie verläuft die Salzwasserintrusion in Küstengebieten?

Salzwasserintrusion findet dann statt, wenn ein Salzwasserkörper in einen Süßwasserkörper eindringt.

Formel für das Verhältnis Süßw/Salzw.:

Folie 11-22

Wenn sich der Grundwasserspiegel verändert, verändert sich auch der Salzwasserspiegel. Salzwasser kann dann in z.B. Brunnen eindringen. Sanierungen dauern lange und sind schwierig.

Welche verschiedenen Tracerversuche gibt es?

Folie 11-22 zeichnen

- Dublette

- Radial konvergierend

- Natürlicher Gradient

- Einbohrlochverfahren

- Künstliche Tracer

- Was: Markierungsstoffe wie Fluoreszenztracer, Salz, Farbstoffe, Schwebestoffe, Organismen, reaktive Substanzen, Grenzflächentracer, partitionierende Tracer, isotopendotierte Stoffe. Ein idealer Tracer wäre: unschädlich, preiswert, wasserlöslich, leicht quantitativ nachweisbar, nichtreaktiv, stabil, nicht im System natürlich vorkommend
- Wie viel: abhängig von Tracer, Dauer Entfernung, erwartete Konz. Bei Beobachtung und Hintergrundkonzentration
- Wo: Zugabe/Beobachtungsstellen: Dolinen, Bachschwinden, Bohrungen, Quellen
- Wie lange: kommt auf Entfernung Probenahmeintervall und Probenahmeart an.

Wie werden Durchbruchskurven Ausgewertet?

Folie 11-24 abzeichnen

Welche rechtlichen Grundlagen betreffend Grundwasser gibt es in der Schweiz?

- Gewässerschutzgesetz, Grundwasserschutzverordnung, Gewässerschutzkarten
- Wegleitung Grundwasserschutz
- Regelwerke zu Abwasser, Abfälle, Altlasten

Wie hängt die Schwankung des Grundwasserspiegels mit dem
Speicherkoeffizient zusammen?

Je kleiner der Speicherkoeffizient desto grösser die Schwankung

Welche Bestimmungsmethoden im Labor gibt es?

Was ist der Nachteil?

Wie kann man dies lösen?

Auslaufversuche (n)

Permeameter, Darcy-Experiment (K) 8-21

Empirische Beziehungen (n, s_y , K) 8-22

Nachteil: Punktwerte sind evtl. nicht repräsentativ für grössere Gebiete

Lösung: z.B. viele Proben messen

Wie funktioniert ein Aquifertest?

Folie 12-12

Es wird mit konstanter Rate Wasser aus einer Bohrung entnommen. Um die gepumpte Bohrung entwickelt sich ein Absenktrichter. In einem ungespannten Aquifer entspricht der Absenktrichter der Lage des Grundwasserspiegels, in einem gespannten Aquifer entspricht er der potentiometrischen Oberfläche. Die Form des Absenktrichters ist eine Funktion der Aquifertransmissivität, der Speicherkapazität, der Homogenität und der Isotropie. Bei einem homogenen isotropen Aquifer bildet sich ein konzentrischer Absenktrichter.

Warum werden Quellfassungen ausgebaut?
Zeichne eine Quellfassung.

Quellen stehen in Kontakt mit der Oberfläche und sind somit sehr stark von oberflächlichen Verschmutzungen bedroht.

Zeichnung 12-3

Was ist das Prinzip von Piezometer Tests?

Auch slug test oder bail test genannt. Hier wird in einem Pumploch plötzlich Wasser herausgepumpt oder hereingepumpt. Dabei werden die Druckreaktionen des Aquifers registriert und anschliessend interpretiert (K, S).

Welche Probleme mit dem Grundwasser beschäftigt die Menschheit?

Verbunden mit dem Grundwasser treten folgende Probleme auf.

- Mengenproblem, dabei geht es um die Verfügbarkeit von Wasser im Gesamten zum steigenden Bedarf
- Verteilungsproblem, dabei geht es um die regionale Verfügbarkeit von Wasser in Bezug auf den Ort wie auf die Zeit
- Qualitätsproblem, dabei geht es um die Verunreinigung des Wassers

Zähle ein paar Methoden zur Messung der Grundwasserneubildung auf und erörtere deren Stärken und Schwächen?

Die Grundwasserneubildung kann auf verschiedene Arten berechnet werden:

- Aus Abflussganglinien, dabei wird der Wasserabfluss an der Oberfläche im Fluss direkt gemessen. Ungenau, man kann Oberflächenzuflüsse von unterirdischen Zuflüssen nicht unterscheiden
- Direktmessung, dabei sind spezielle Vorrichtungen zum Auffangen des Wassers nötig. Aufwendig und kostspielig
- Durch Ganglinienseparation, dabei handelt es sich um eine mathematische Berechnung, die auf rein empirisch gefundenen Gesetzen basiert. Hier sind Erfahrungswerte gefragt, die an Extremstandorten nur schlecht zutreffen. Dafür günstig und einfach
- Aus Bodenwasserbilanz, dabei wird der Input mit dem Output verglichen. Oft gibt die Bilanz null, doch in den Monaten Januar und Februar kann der Abfluss mehr Wasser enthalten. Auch hier ist nicht genau ersichtlich von wo das Wasser dazukommt.

Die effektive Fliessgeschwindigkeit durch ein poröses Medium ist grösser als die Filtergeschwindigkeit v nach Darcy. Erkläre und erwähne, weshalb diese Unterscheidung in der Praxis von Bedeutung ist!

Bei der Darcy-Geschwindigkeit wird die gesamte Querschnittsfläche betrachtet, durch die das Wasser austritt. Hingegen bei einem Körper mit Porenräumen tritt nur bei einem Prozentsatz dieser Fläche wirklich Wasser aus. Der Prozentsatz wird durch die Porosität des Mediums bestimmt (genauer: die nutzbare Porosität). Da aber immer noch dieselbe Menge Wasser durch die Querschnittsfläche fließt, muss notwendigerweise die Geschwindigkeit, mit der das Wasser das Medium durchfließt, zunehmen. Bei der Geschwindigkeit eines Tracers innerhalb eines Grundwasserleiters, die experimentell bestimmt werden kann, handelt es sich um die effektive Fließgeschwindigkeit und nicht um die Darcy-Geschwindigkeit! Die Umrechnung findet dann über die im Labor bestimmte Porosität statt.

Die dichte von 20°C warmem Wasser (alles bei Normaldruck) ist tiefer als jene von Wasser bei 0°C. Trotzdem ist die hydraulische Durchlässigkeit im ersteren Fall höher. Woran liegt das?

Gleichzeitig mit der Dichteabnahme mit zunehmender Temperatur findet eine Abnahme der Viskosität statt. Letzteres ist viel dominanter (d.h. die Differenz zwischen warmem und kaltem Wasser ist grösser) und ist deshalb für die hydraulische Leitfähigkeit entscheidender. Also: je wärmer das Wasser, desto grösser die Darcy-Geschwindigkeit. (Übrigens: k ist eine Eigenschaft des Mediums und nicht des Fluids)

Für einen Grundwasserfluss senkrecht zu einer horizontalen Schichtung muss gelten: a) Gesamtdurchfluss muss der Summe der Durchflüsse durch einzelne Schichten entsprechen, oder b) die Darcy-Geschwindigkeit ist für alle Schichten dieselbe?

Es gilt b), da aus der letzten Schicht in einer bestimmten Zeiteinheit dieselbe Wassermenge ausfließen muss, wie in die erste Schicht eingeflossen ist.