

Einführung in die Umweltsysteme: Wasser

Hydrologisches Praktikum

Dr. Gunnar Lischeid

Lehrstuhl Ökologische Modellbildung

<http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/mod/>

Gunnar.Lischeid@[bayceer.uni-bayreuth.de](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de)

Ablauf

Vorbesprechung und Einteilung der Gruppen:

27.04.06 (*alle Gruppen*)

Gruppe	Freilandmessungen	Auswertung
<i>Gruppe 1</i>	04.05.06	22.06.06
<i>Gruppe 2</i>	11.05.06	22.06.06
<i>Gruppe 3</i>	01.06.06	22.06.06
<i>Gruppe 4</i>	29.06.06	27.07.06
<i>Gruppe 5</i>	13.07.06	27.07.06
<i>Gruppe 6</i>	20.07.06	27.07.06

Abgabe des **Protokolls** (1 pro Gruppe) jeweils **2 Tage** vor der gemeinsamen Auswertung!

3. Termin: Auswertung

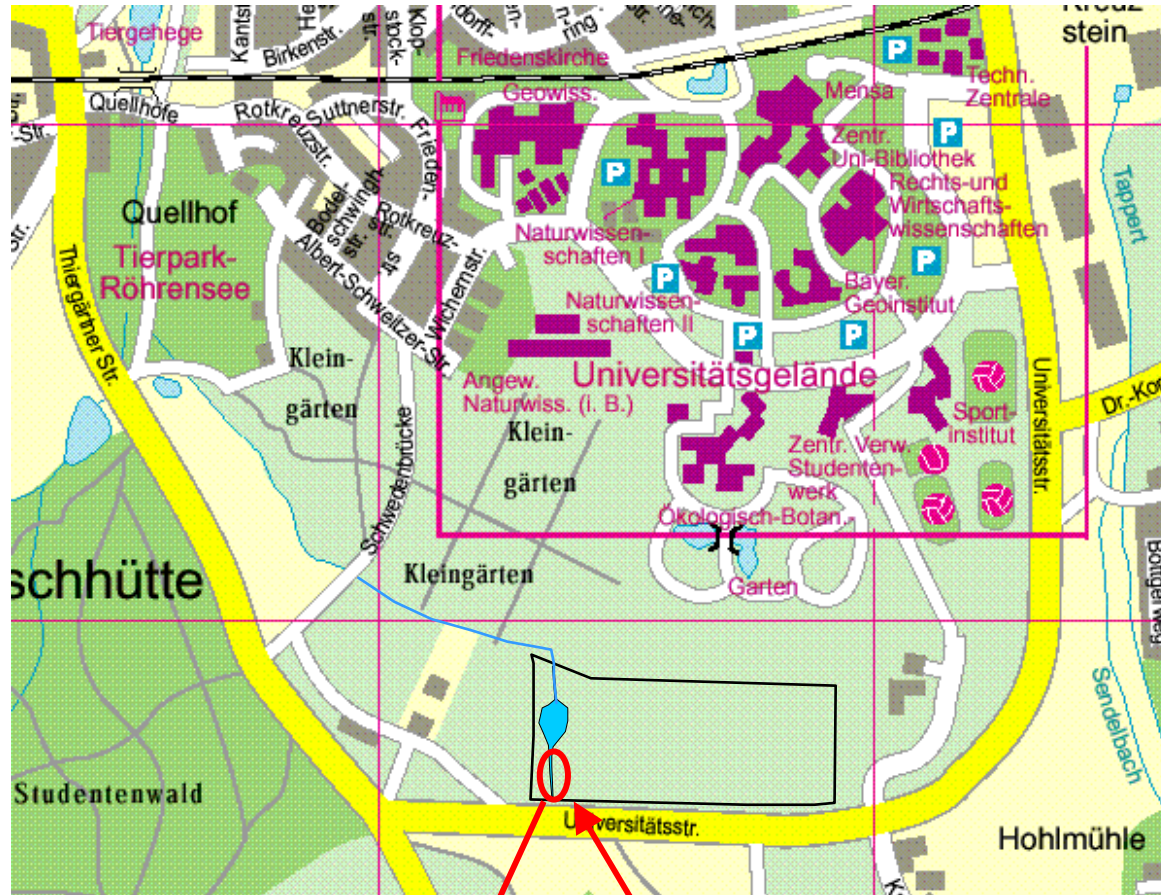
Voraussetzung:

- eigenständige Auswertung der eigenen Messungen (gemäß Skript)
- Abgabe des Protokolls **48 h** vor dem Auswertungstermin
- 1 **Taschenrechner**/Person (ansonsten Wiederholung des Termins)

Ablauf:

- Diskussion der Messergebnisse
- Weiterführende Rechnungen und Auswertungen

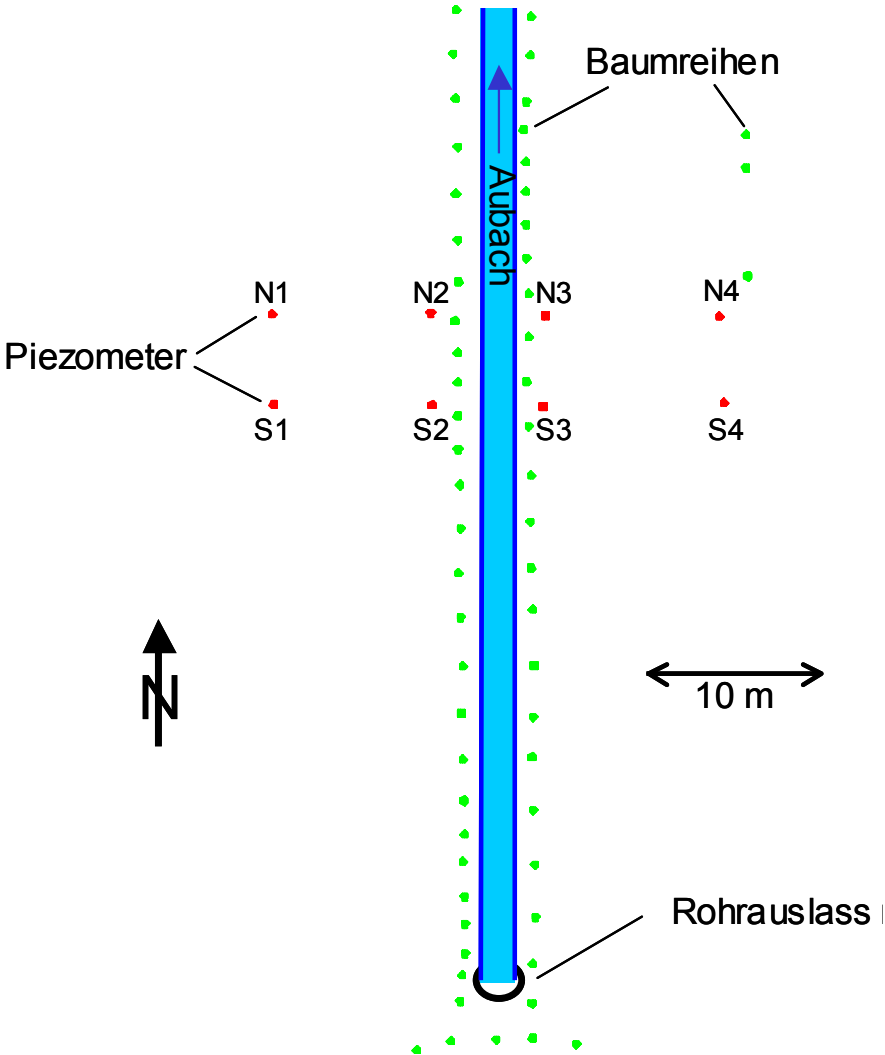
Lageplan



Messfläche

Treffpunkt Westtor

Messfläche



Fragestellungen

- Wie und wodurch verändert sich die Wasserführung des Baches im Untersuchungsgebiet?
- Wie und warum unterscheidet sich die Beschaffenheit von Grund- und Bachwasser im Untersuchungsgebiet?

Darcy-Gleichung

The diagram shows the Darcy equation $q = k \cdot \frac{\partial h}{\partial x}$ with the fraction $\frac{\partial h}{\partial x}$ circled in blue. Lines connect the terms to their respective labels and units:

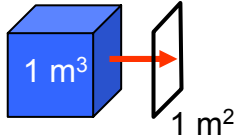
- Hydraulischer Gradient** [hPa m⁻¹] oder [m·m⁻¹]: points to the circled fraction $\frac{\partial h}{\partial x}$.
- Hydr. Potenzial** [hPa; m WS]: points to the numerator ∂h .
- Entfernung** [m]: points to the denominator ∂x .
- Hydraulische Leitfähigkeit** [m·s⁻¹]: points to the coefficient k .
- Filtergeschwindigkeit = Durchflussrate** [m³·m⁻²·s⁻¹ = m·s⁻¹]: points to the variable q .

$$q = k \cdot \frac{\partial h}{\partial x}$$

Grundwasser-Fließgeschwindigkeit

- mathematisch: eine Geschwindigkeit ($L T^{-1}$) => **Filter-Geschwindigkeit**, **Darcy-Geschwindigkeit**
- de facto allerdings: Volumen-Flussrate pro Querschnittsfläche ($L^3 T^{-1} L^{-2}$)

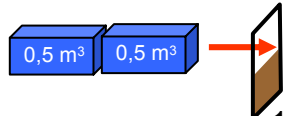
pro Sekunde:


$$q = k \cdot \frac{\partial h}{\partial x}$$

- die Grundwasserfließgeschwindigkeit (= **Abstandsgeschwindigkeit**) ist allerdings viel höher, da der Volumenfluss nur innerhalb des Porenraums stattfinden kann:

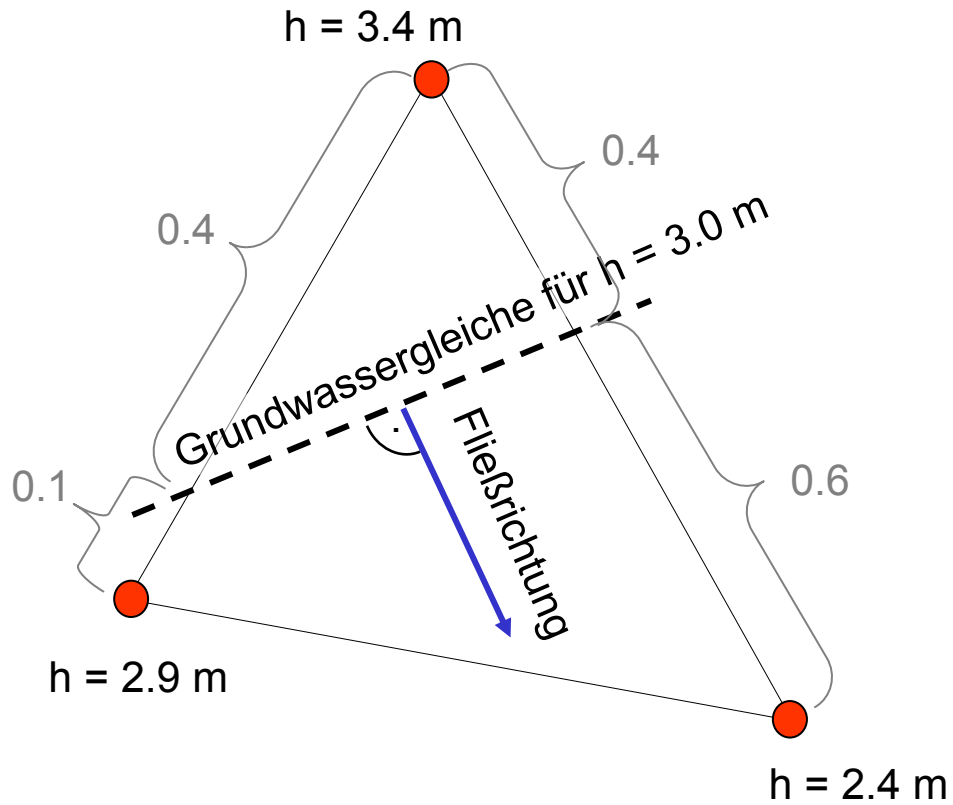
$$v_a = q / \eta = k \cdot \frac{\partial h}{\partial x} \cdot \frac{1}{\eta}$$

pro Sekunde:

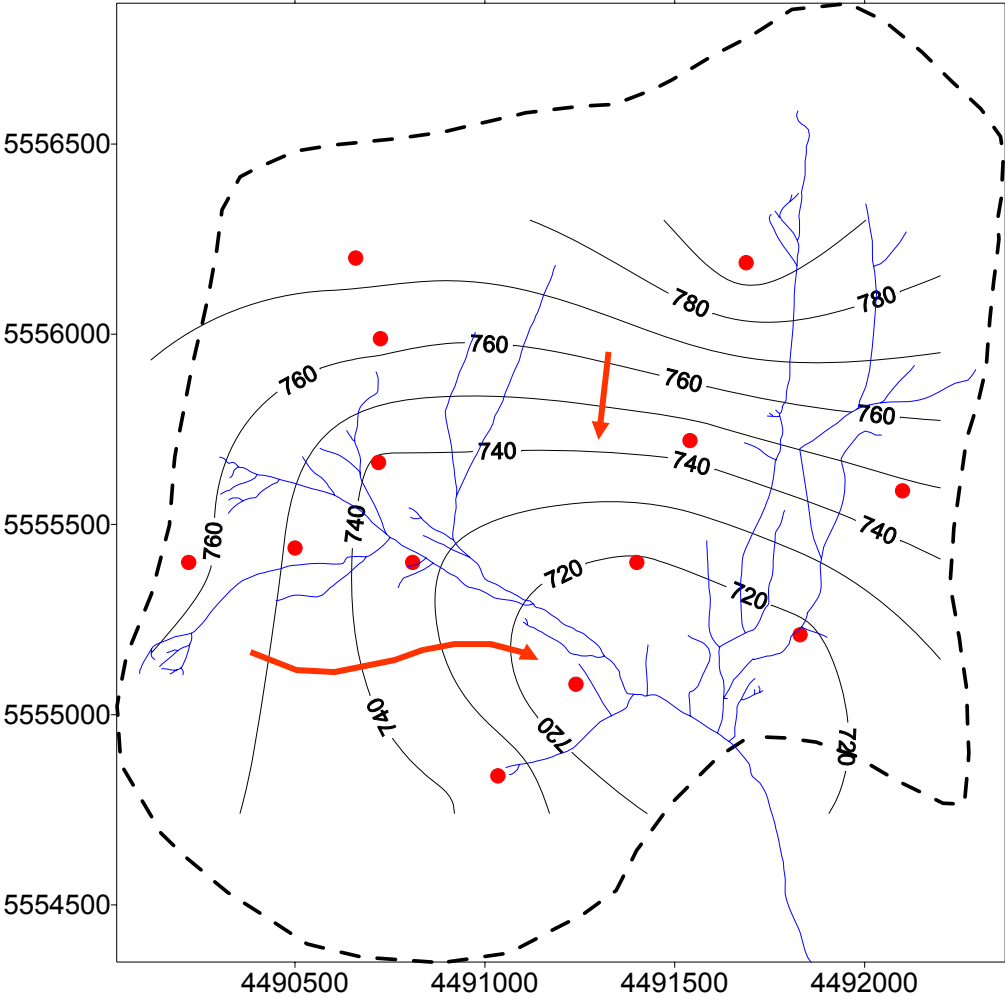


1 m², nutzbare Porosität η : 50%

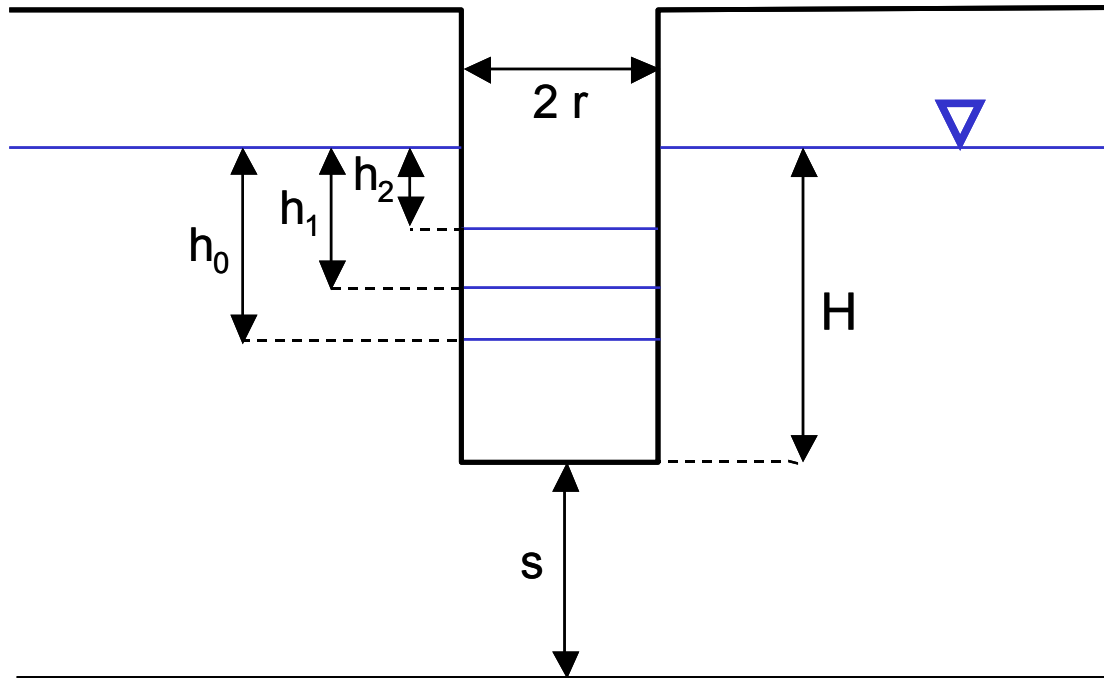
Hydraulisches Dreieck



Grundwasser-Gleichenplan



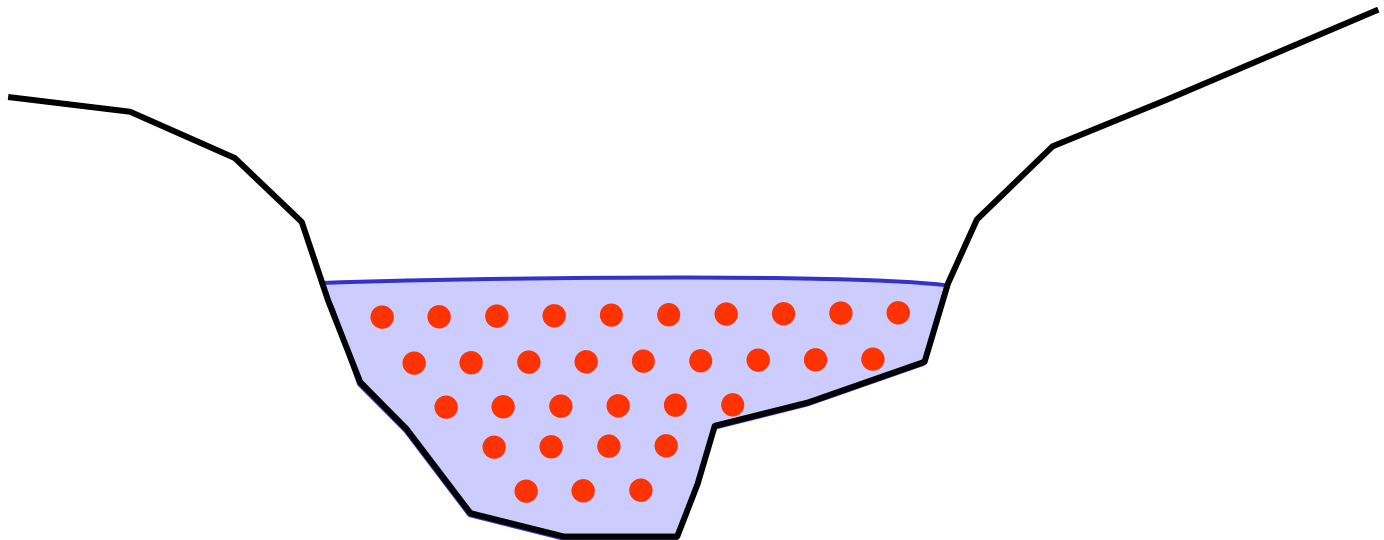
Hydraulische Leitfähigkeit: Bohrlochmethode



$$k_s = \frac{4.63r^2}{\frac{h_1 + h_2}{2} (H + 20r) \left(2 - \frac{h_1 + h_2}{2H} \right)} \cdot \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1}$$

Abflussmessung: Propellermethode

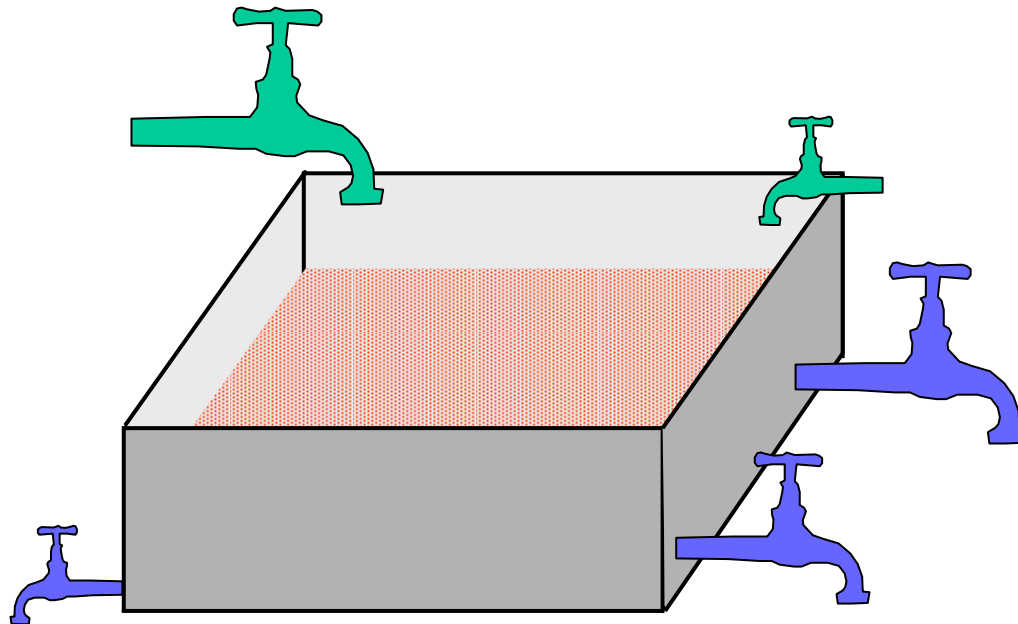
- Bestimmung des Fließquerschnitts
- Bestimmung der mittleren Fließgeschwindigkeit



Massenerhalt

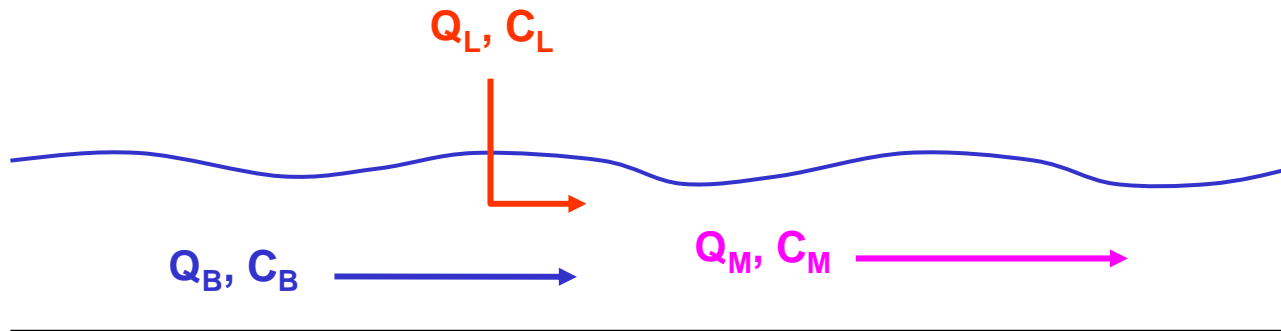
Wasserflüsse: $\sum q_{in} = \sum q_{out} + \Delta S$

Stoffflüsse: $\sum q_{in} \cdot c_{in} = \sum q_{out} \cdot c_{out} + \Delta S$



Abflussmessung: Verdünnungsmethode

$$Q_B = Q_M - Q_L = \frac{C_L - C_M}{C_M - C_B} \cdot Q_L$$

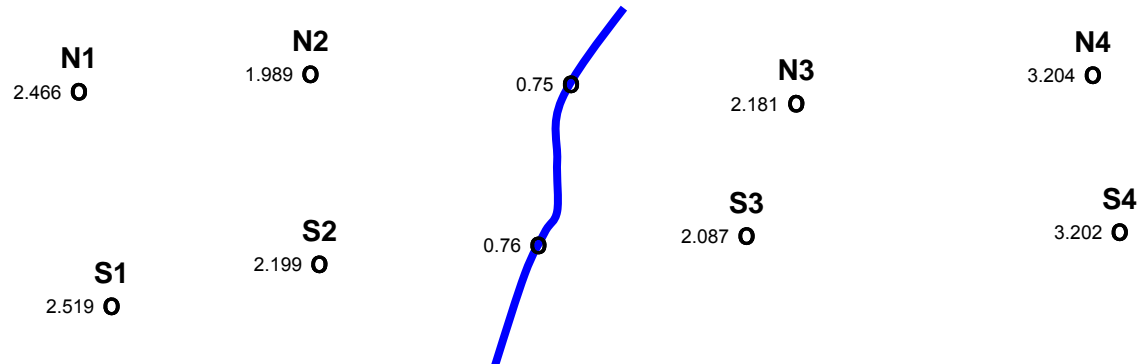


Auswertungen

→ gemeinsam von jeder Gruppe durchzuführen

1. Berechnung der Verdunstungsrate (mm/h)
2. Berechnung der Schüttung des Vorfluters (2 Messorte, 3 Methoden) (l s^{-1})
3. Berechnung der hydraulischen Leitfähigkeit im Grundwasserleiter (m s^{-1})
4. Umrechnung der Abstichmessungen auf Grundwasserspiegelhöhe über gemeinsames Bezugsniveau, Vergleich mit Bachwasserspiegelhöhe (m)
5. Erstellen des Grundwassergleichenplans
6. Berechnung der Filtergeschwindigkeit (m s^{-1})
7. Tabellarische Zusammenfassung der sonstigen Messergebnisse (*Temperatur, pH, El. Leitfähigkeit, O_2 -Gehalt, O_2 -Sättigung*) im Bach (2 Messstellen) und in den Grundwassermessstellen

Koordinaten der Messstellen



Bezeichnung	Rechtswert [m]	Hochwert [m]	Höhe über Bezugsniveau [m]	Rohrdurchmesser [m]
Rohr N1	3.24	21.79	2.466	0.055
Rohr N2	10.29	22.32	1.989	0.055
Rohr N3	25.06	21.43	2.181	0.055
Rohr N4	34.08	22.30	3.204	0.055
Rohr S1	4.24	15.27	2.519	0.055
Rohr S2	10.56	16.55	2.199	0.055
Rohr S3	23.55	17.40	2.087	0.055
Rohr S4	34.90	17.52	3.202	0.055
Bachsohle S	17.22	17.12	0.76	-
Bachsohle N	18.21	22.02	0.75	-

Protokoll

- **Abgabe jeweils 48 h vor dem 3. Termin**
- jeweils 1 Protokoll / Gruppe
- Umfang: ca. 10 Seiten (fortlaufender Text in einem einzelnen Dokument in digitaler Form)
- Inhalt:
 - Namen und Matrikelnummern aller Gruppenmitglieder
 - Rohdaten der einzelnen Messungen
 - Nachvollziehbare Auswertungen der Messungen
 - Kurze kritische Einschätzung der Plausibilität und der Genauigkeit der eigenen Messungen
 - Zusammenfassende Diskussion der Fragestellungen:
 1. Wie ist die Änderung der Wasserführung des Aubachs im Bereich zwischen Rohrauslass und Auslass des Regenrückhaltebeckens zu erklären?
 2. Warum unterscheidet sich die Beschaffenheit des Grundwassers von der des Bachwassers?