

# Hydrochemie und Tracermethoden

Markus Weiler

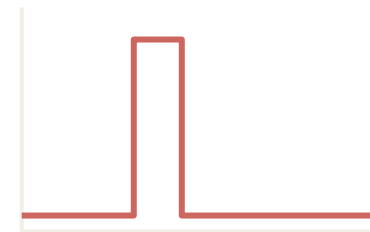
# Inhalt

- Einführung
- Künstliche Tracer
  - Grundlagen
  - Salze
  - Fluoreszenzfarbstoffe
  - **Anwendungen und Versuchsdurchführung**
- Beispiele und Auswertungen

# „Wissenschaftliches Experiment“

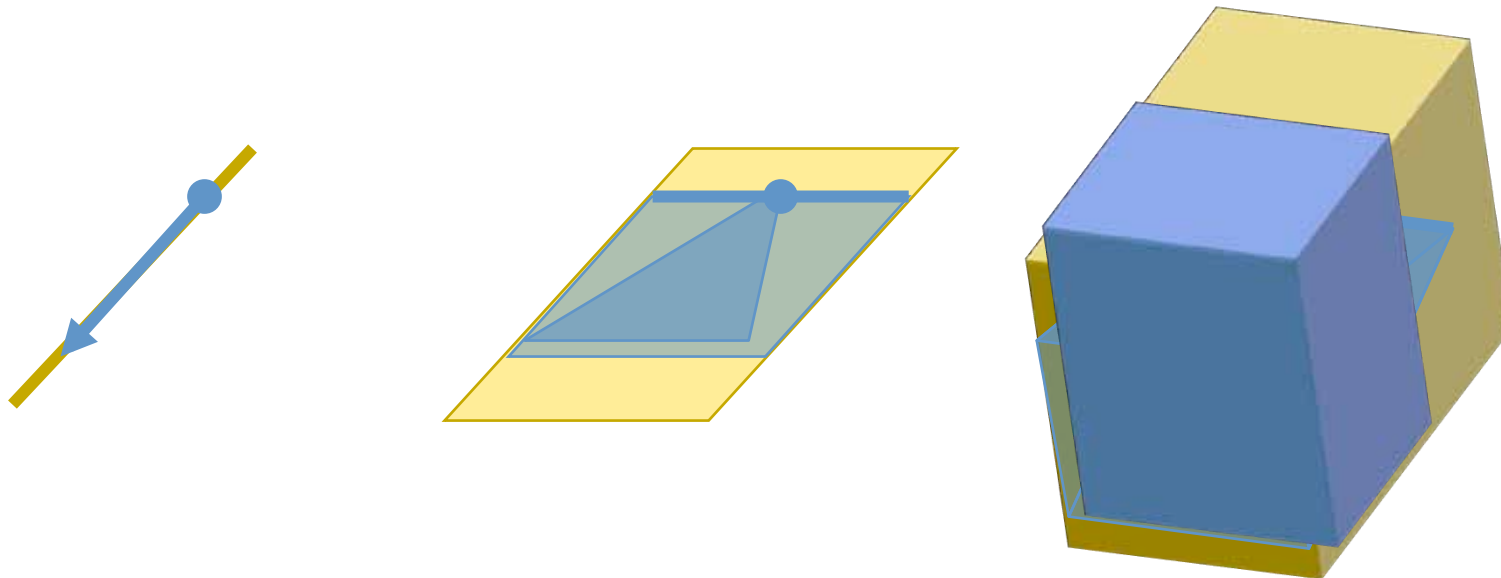
- Input Signal generieren
- Die Signalform hängt ab von:
  - Modell
  - Möglichkeiten
  - Kosten
- Typische Signalformen sind:
  - Puls (Dirac or rectangular)

– Step



# „Wissenschaftliches Experiment“

- Systemdimension und Einspeisung
  - Punkt (1-D system, e.g. Gerinne, Bodensäule)
  - Linie (2-D system, e.g. Hang)
  - Fläche (3-D system, e.g. Boden, EZG)



# Wie kann Tracer eingespeist werden?

- Gewässer
- Boden
- Hang
- Grundwasser
- Einzugsgebiet
  
- Kontinuierlich oder Dirac?

# Boden - Infiltration



# Hang



# Gewässer





# Gewässer



# Grundwasser



# Grundwasser



# Wetland



# NaCl-Einsatz im Grundwasser: Tankwagen mit Sole



# Beregnung



# Tracer Einspeisung

- Messung/Bestimmung des Input Signals
- In den Fließweg
- Phasen (fest – flüssig – gas)
- Verdünnung - Nachspülen

# Messung und Probenahme

- Zeit
  - Kontinuierlich?
  - Wie viele Messungen
- Ort
  - Gewässer
  - Boden (ungesättigte Zone)
  - Grundwasser
  - Andere?



# Probenahme



# Probenahme



# Probenahme



# Automatische Probenahme



# Hochwasser

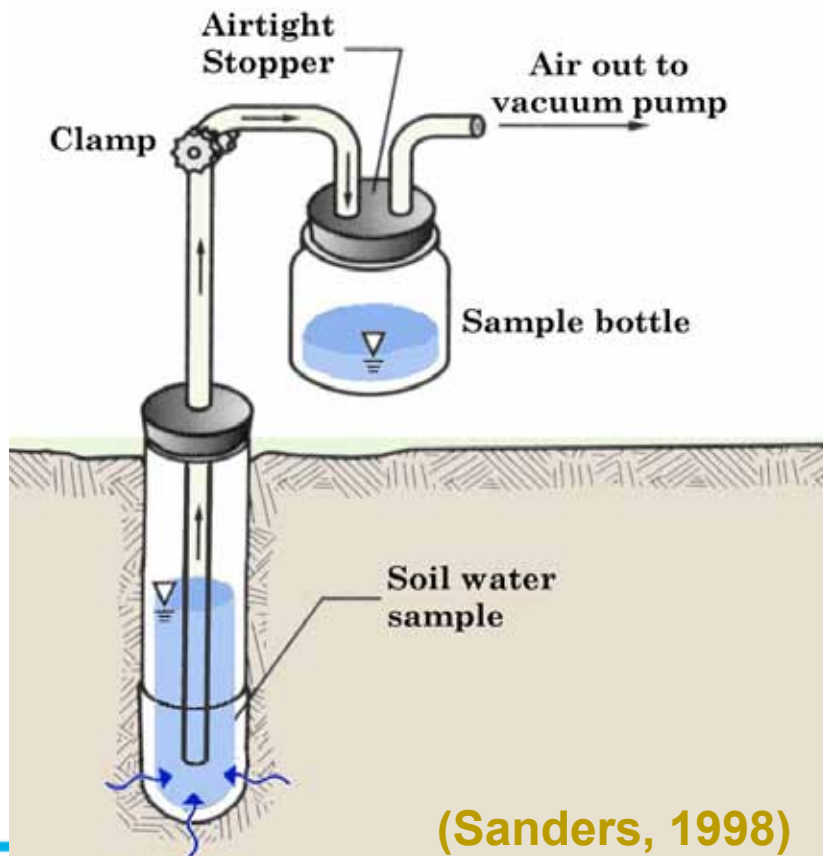


# Probenahme



# Bodenwasser Beprobung

## Suction Lysimeter



## Zero Tension Lysimeter



...Samples the mobile water

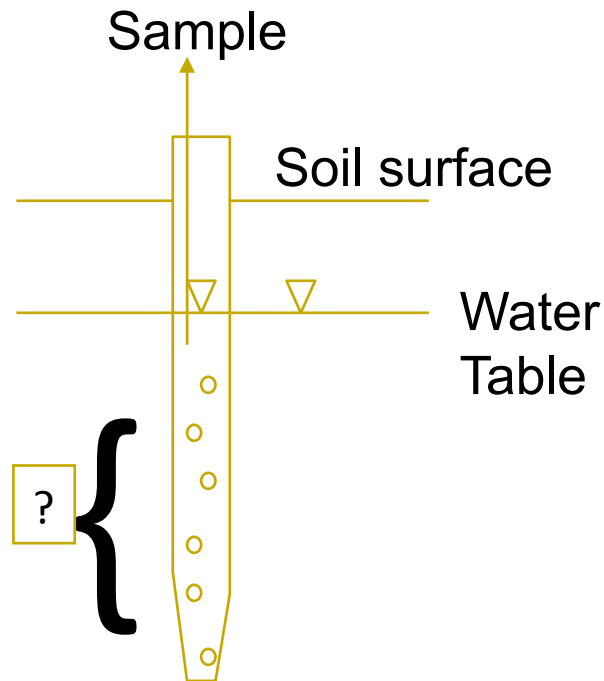
# Gesättigte Zone



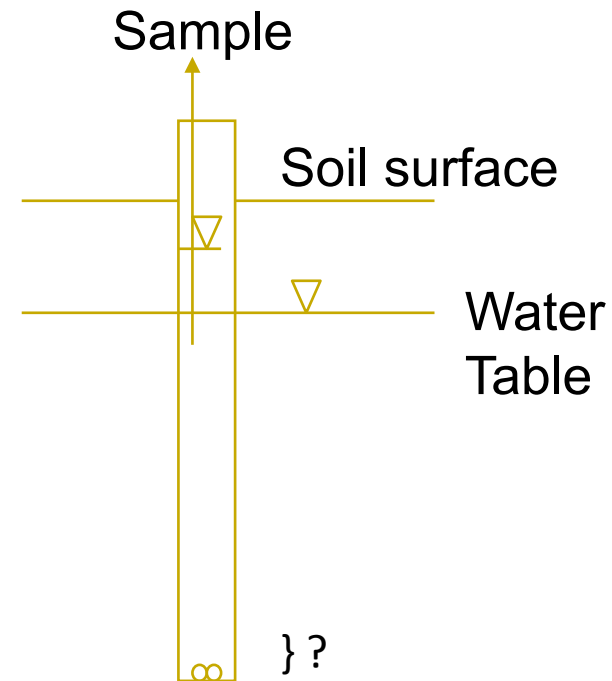


# Grundwasserbeprobung

Well



Piezometer



Beprobung des Rohrwassers oder des Grundwassers  
Welches Wasser beproben wir?  
Ideal: Piezometer in unterschiedlicher Tiefe

# Lateraler Zwischenabfluss



# Infiltrationsmuster



# Einige Gedanken um ein Tracerversuch zu planen

- Einspeisung und Beprobung
  - Verunreinigung !!! (Einspeiseperson  $\neq$  Beprobungsperson)
  - Probeflaschen entsprechend den Eigenschaften der Markierstoffe (Licht, Sorption, Mikroorganismen)
  - Kontinuierliche Beprobung (Kein Streulicht für lichtensitive Geräte)
  - Minimierung des Einflusses in das Fließsystem (wells, suction lysimeter, fiber optic spectroscopy (e.g. Ghodrati, 1999))
  - Proben transport und Lagerung (Temperatur, Licht, Luft)
  - Hintergrund-Konzentration (Smart, 2002) – wie reduzieren?
- Wasserqualität
  - Offizielle Grenzwerte für den Tracer (Trinkwasser, Boden, Grundwasser)
  - Tracer sollte nicht sichtbar sein (Fluoreszenztracer)

# Einspeisemenge

- Wasservolumen und Zielkonzentration?
  - Fluss, Geschwindigkeit, Dispersion, max. Konzentration
  - Dreiecksmethode

$$M = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot \Delta t \cdot c$$

- M Tracer mass to inject [kg]
- c max. concentration (100 • detection limit)
- Q discharge
- $\Delta t$  duration of tracer breakthrough

- Anwendung eines geeigneten Transportmodells (siehe auch Modellierung) und Annahme von Parameterbereichen (Sensitivitätsanalyse)
  - Worst case scenario?

