

Hydrochemie und Tracermethoden

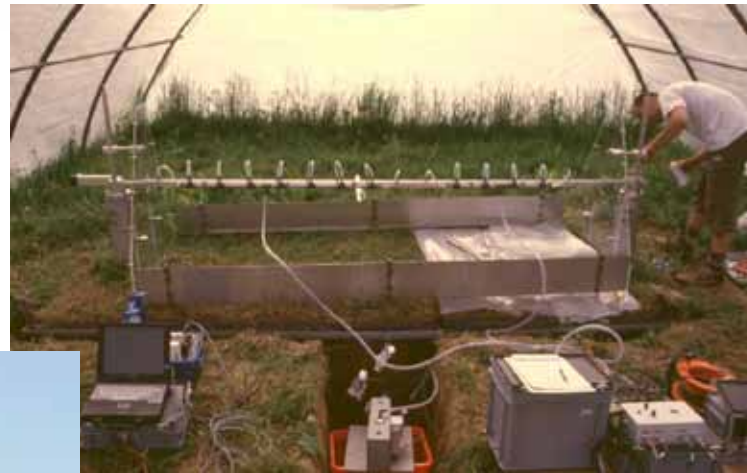
Markus Weiler

Warum unterrichte ich diesen Kurs

- Dipl. Hydrologie
 - Freiburg, Germany
- Ph.D. an der ETH, Zürich
- Postdoc an der Oregon State University, USA
- Chair in Forest Hydrology, UBC, Vancouver, Canada, 2004-2008
- Professor, Institute für Hydrologie



Was ich am liebsten mache, aber selten Zeit dazu habe



Sonstiges

- Hydrologisches Kolloquium
 - Warum sollte ich das besuchen?

- Förderverein Hydrologie
 - Wer fördert was und wen?

Inhalt

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

Ablauf

3. Woche (17.-21.1.2011)

Uhrzeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
9 bis 12	Einführung Künstliche Tracer, Fluoreszenztracer	Salze, Versuchs- planung	Gruppe 2 Labor	Beispiele, Auswertungen	Klausur
13 bis 16	Gruppe 1 Labor		Anwendung		

Was sind Tracer?

- Tracer sind spezielle natürliche oder künstliche Stoffe, die in geringen Mengen detektiert werden können. (Markierstoff)
- In der Hydrologie werden sie verwendet, um Wasser zu markieren und so Fließwege, Herkunftsräume und Verweilzeiten zu bestimmen.

Was sind Tracer?

- uralte Technik der Natur:
 - Duftstoffe
 - Pheromone
(Informationsträger)
 - Sichtmarken
 - Tastmarken



Generelle Idee

Tracer Signal
(in time or space)



Tracer Response
(in time or space)

Use for understanding hydrological systems

Tracer Signal

- Künstliche Tracer (Artificial Tracer)

„Wissenschaftliches Experiment“

→ Punkt, Linien-, Flächenauftrag
→ Puls, kontinuierliche, Dirac'sche Einspeisung

„Anthropogenic“ Exp.

→ Immissionen (^3H ..)
→ Boden Immissionen (Dünger)

- Natürliche Tracer (Environmental Tracer)

Isotope

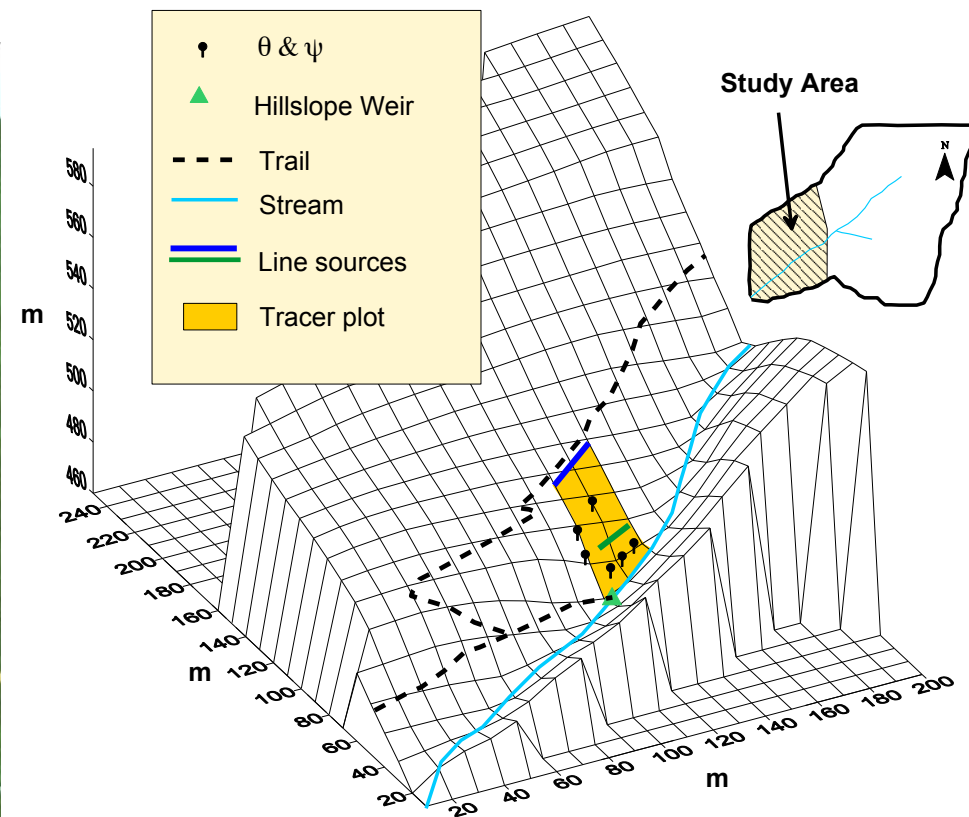
→ Herkunftsraum
→ Zeit (Verweilzeit, Altersdatierung)

Geogene

→ Konservative
→ Reaktiv

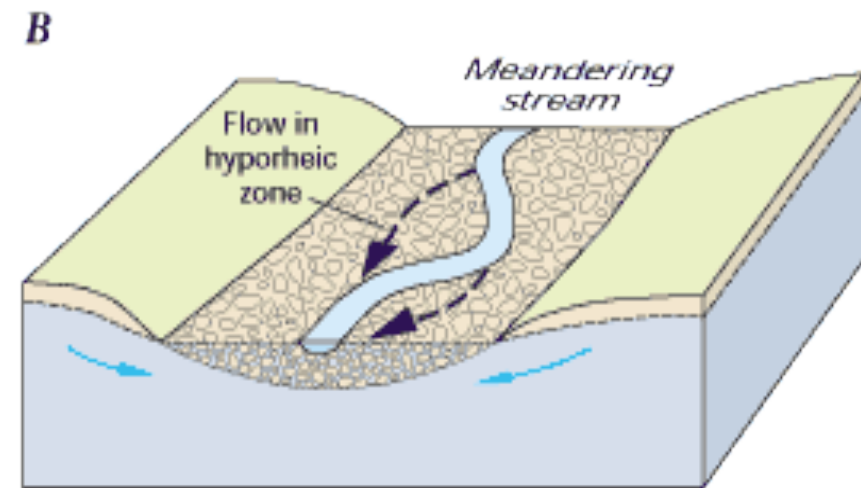
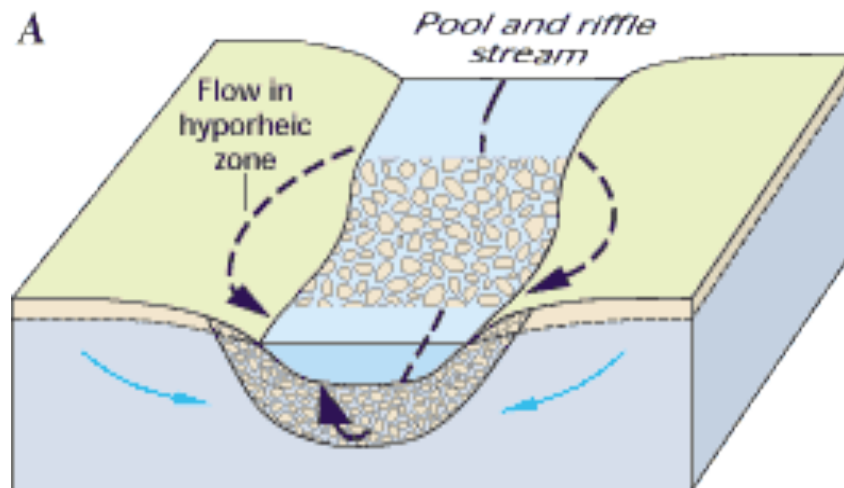
Warum verwenden wir Tracer?

- Abflussbildung mit Tracerversuchen
 - Hang



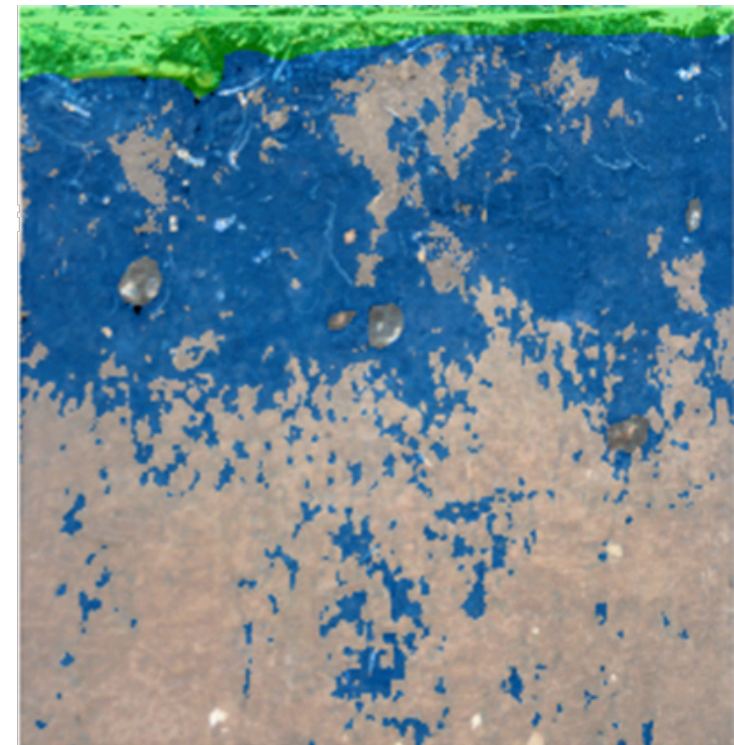
Warum verwenden wir Tracer?

- Markierversuche im Gerinne
 - Hyporheisches Interstitial
Hyporheal (hypo (unter) und Rheal (Lebensraum des Fließgewässers))
 - Abfluss
 - Geschwindigkeit



Warum verwenden wir Tracer?

- Infiltration – Präferentielles Fließen
 - Fließmuster im Boden
 - Grundwasserneubildung



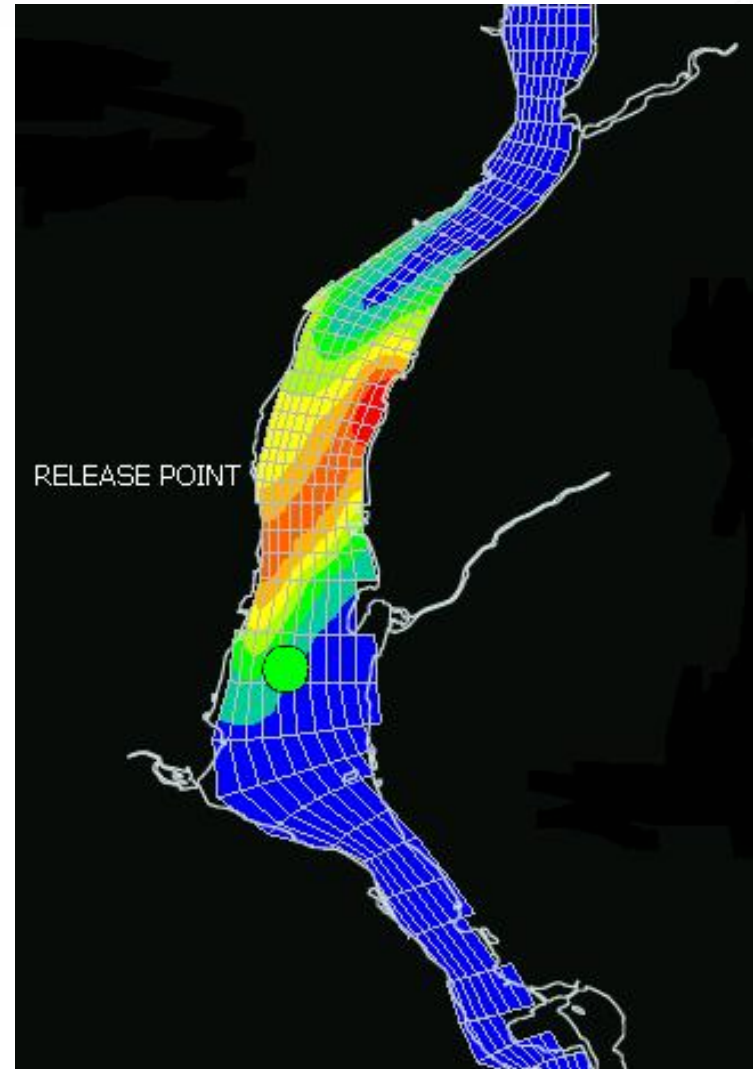
Stained area



Area above soil surface

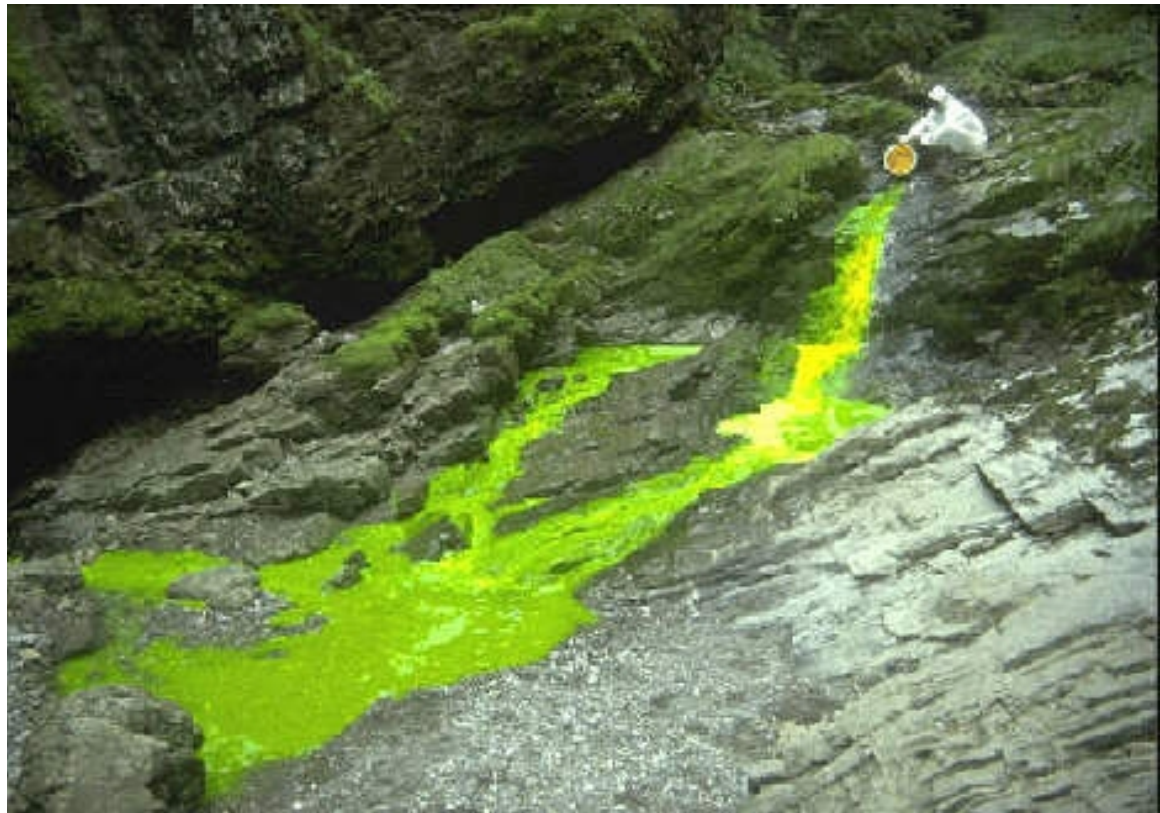
Warum verwenden wir Tracer?

- Verweilzeiten
 - Einzugsgebiete
 - Grundwasser
 - Seen
 - Gletscher



Warum verwenden wir Tracer?

- Nachweiss von Fließwegen
– z.B. Karstgebiete



Die Geschichte

- Markierversuche im 19. Jhd.
 - Salze
- Isotopenhydrologie
 - Wissenschaftlicher Teilbereich der sich um 1950 herausbildete und Methoden der Atomphysik verwendete
- Ganglinienseparation - Isotope Hydrograph Separation (Sklash and Farvolden, 1979)

Markierversuche im 19. Jhd.

- Högler, Hygieniker in Basel, 1872:
Tracerversuch im Zusammenhang mit der
Untersuchung einer Typhusepidemie im Karst des
schweizerischen Baslerjuras (Lausen)
- Knoop 1877:
Markierung der Donauversickerung
- Pernod-Unfall 1901:
Wasserherkunft der Loue-Quelle

Typhusepidemie 1872

- Typhus trat nicht auf bei eigener Wasserversorgung über Schachtbrunnen (S)
- Nachweis des Fließwegs
 - 900 kg Salz: erfolgreich
 - 2,5 t Mehl: nicht nachweisbar



Markierung der Donauversickerung (1877)

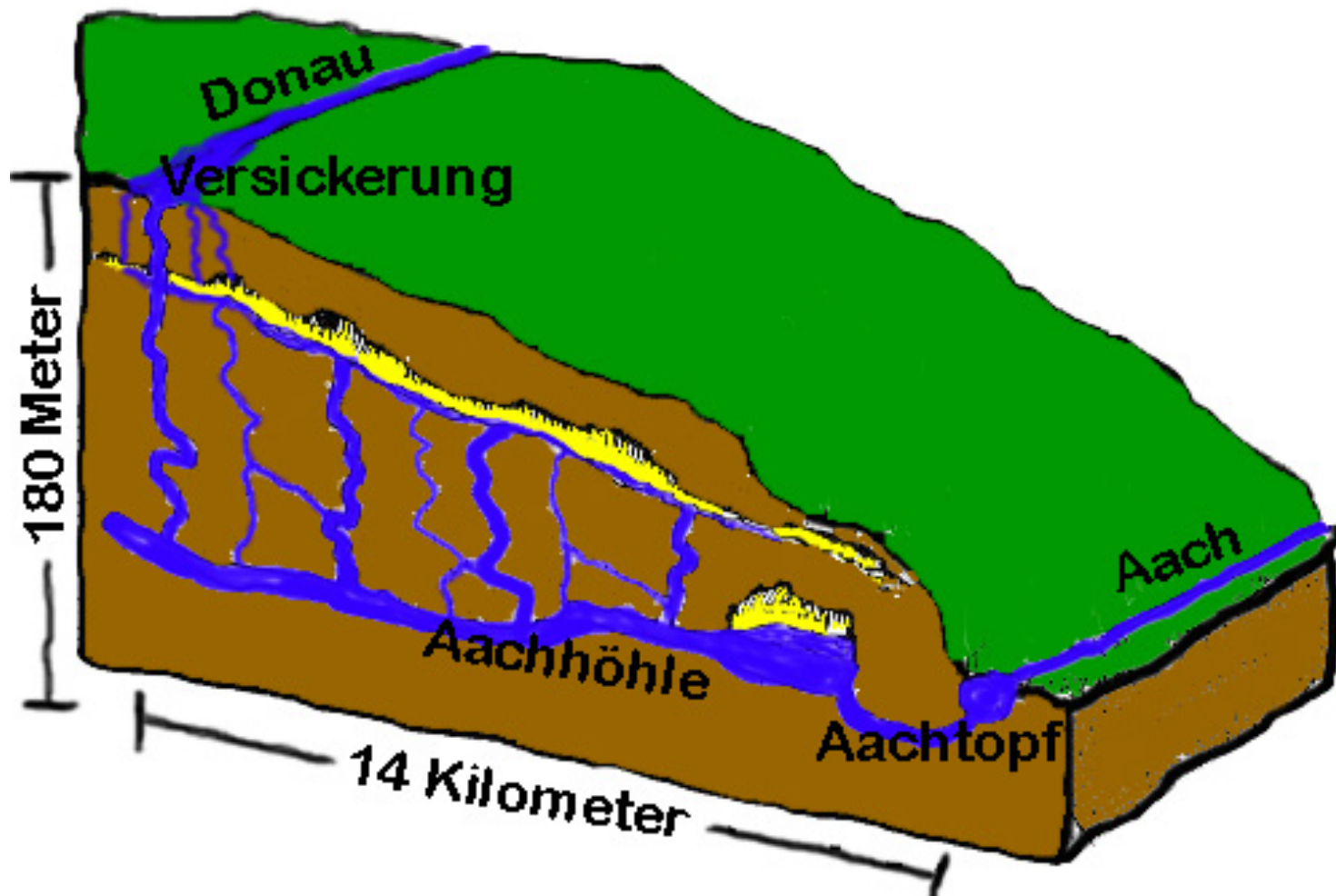
- Donauschluckstellen seit 18. Jhd bekannt – Vermutung dass Wasser in der Aachquelle zum Vorschein kommt
- Donau Unterlieger versuchten bei Wasserklemme, die Schlucklöcher zu verstopfen, was von den Aachanliegern nicht geduldet wurde.
- Wasserstreit -> Beweis über den Zusammenhang zwischen Donau und Aach



Markierung der Donauversickerung

- Nachweis gelang im Herbst 1877 durch Einschütten von Salz (10t), Farbe (Uranin, 10 kg) und geruchsintensivem Schieferöl (600 kg) in die Schlucklöcher.
- Nachweis aller Stoffe in der Aachquelle nach 2 Tagen:
 - Salz durch chemische Fällungsreaktion,
 - Farbe durch eine “prächtig grün-leuchtende” Färbung des Aachquellwassers
 - Schieferöl durch einen “kerosotartigen” Geruch und Geschmack
 - Fließgeschwindigkeit über 200 m/h
 - Über Durchgangskurve wurde ein Wiedererhalt von 9,3 t Salz ermittelt

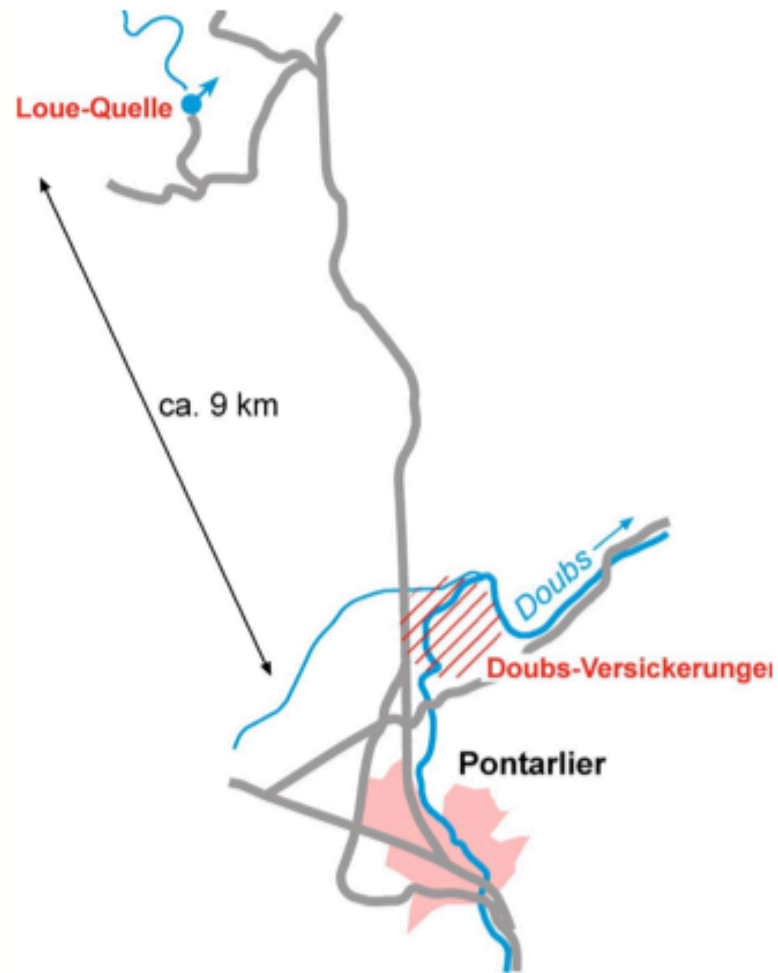
Markierung der Donauversickerung



Pernod-Unfall 1901

- 1901 gab es ein Feuer in der Pernod Fabrik in Pontarlier, franz. Jura, wodurch ihre Tanks explodierten.
- Eine Million Liter Absinth (Vorläufer des heutigen Anisschnapses) ergossen sich in den Oberlauf des Doubs.
- Bereits einen Tag später wurde das Wasser der Loue Quelle milchig und roch nach Anis und Alkohol.

Pernod-Unfall 1901



wichtigste Fragestellungen/Ziele

- Hydrologische Verbindung
- Fließwege
- Fließgeschwindigkeiten
- Hydraulische Durchlässigkeit
- Dispersion
- Verweilzeiten
- Herkunftsräume

Anwendungsgebiete

- Generelle Anwendungsgebiete:
Karst-, Kluft-, Porengrundwasser, Bodenwasser,
Fließgewässer, Seen, Gletscher
- Spezielle Anwendungen:
Grundwasserneubildung, Abflussbildung, Wasser-
und Stofftransport, Schadstoffproblematik,
Ecohydrology,

Literatur - Bücher

- Tracer allgemein
 - Leibundgut, Maloszewski, Külls (2009)
 - Cook, P. G. & Herczeg A.L. (2000) Environmental Tracers in Subsurface Hydrology. Springer-Verlag
- Künstliche Tracer
 - Käss, W. ed. (1998): Tracing Techniques in Geohydrology, - Rotterdam Balkema
 - Käss, W. (1992): Geohydrologische Markierungstechnik, Lehrbuch der Hydrogeologie Band 9, Gebrüder Borntraeger, Berlin.
 - Hötzl, H. ed. (1992): Tracer hydrology - Rotterdam Balkema
- Isotope
 - Aggarwal, P. K. et al.(2007) Isotopes in the Water Cycle: Past, Present and Future of a Developing Science. Springer Verlag
 - Mook, W. G (2001) Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle- Principles and Applications. UNESCO-IAEA. IHP Publications.
 - Kendall, C. & McDonnell, J.J (1998) Isotopes in Catchment Hydrology. Elsevier, Amsterdam.
 - Clark, I.D. & Fritz, P. (1997) Environmental Isotopes in Hydrogeology. LewisPublishers, Boca Raton FL.
 - Hoefs, J. (1997) Stable Isotope Geochemistry. Springer Verlag, Stuttgart.
 - Moser H. & Rauert W. (1980) Isotopenmethoden in der Hydrologie. Gebrüder Bornträger, Stuttgart