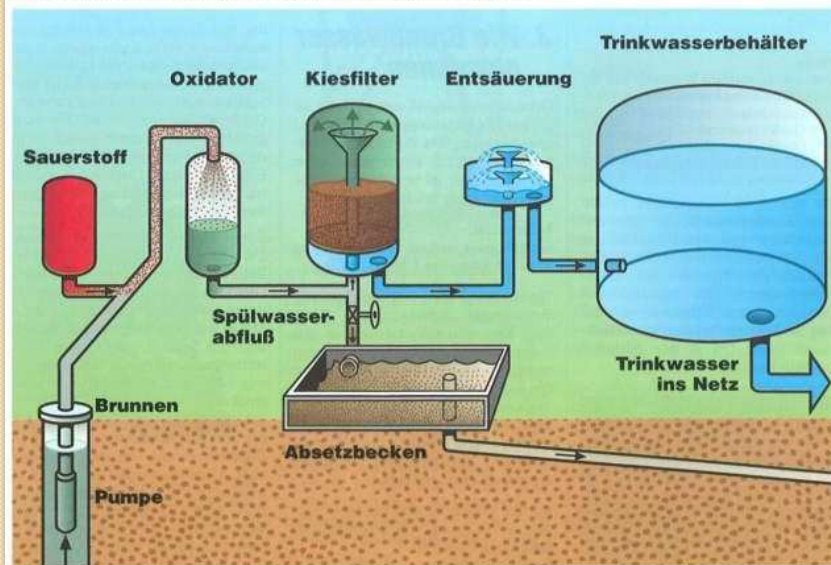


Grundwasser-Aufbereitung im Wasserwerk

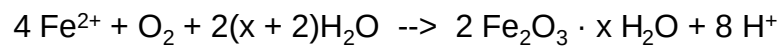


Flusswasseraufbereitung

- Förderung
- Vorreinigung (Flockung)
- Vorozonung
- Flockung
- Ozonung
- Filtration
- Desinfektion

Klausurfragen (Beispiel)

- Ein Wasser enthält 0,5 mg/L Mangan(II) und 5 mg/L Eisen(II). Wieviel Sauerstoff wird zur vollständigen Entfernung der beiden Stoffe benötigt? (ohne Betrachtung anderer Prozesse)
- Um wieviel Prozent erhöht sich der Sauerstoffbedarf bei zusätzlichem Auftauchen von 1 mg/L Methan?
- $M(\text{Mn})=55 \text{ g/mol}$; $M(\text{Fe})=56 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}_2)=32 \text{ g/mol}$; $M(\text{CH}_4)=16 \text{ g/mol}$



VL Limnochemie

Indirekte Wasseraufbereitung
Uferfiltration + Grundwasseranreicherung

Abwasserbehandlung

Unterricht = Noth =
und
Salzbüchlein
für

Bürger- und Bauersleute.

Darinnen

sie in den meisten Vorfällen des Lebens, beym
Feldbau, bey der Viehzucht, und in der Hauswirth-
schaft, beyährte und nützliche Regeln, Anweisun-
gen und Vortheile verzeichnet finden.

Durch **IX. Kurfürstliche Anstalt.**

Mit hoher Genehmigung der Kurfürstlich - Pfälz-
Bayerischen Regierung des Herzogthums Neuburg.

Vermehrte und verbesserte Auflage, für das ka-
tholische Oberdeutschland, besonders für den
bayerischen Kreis eingerichtet.



Verlagung in Frankfurt,
bey **Johann Georg Friedrich Jacobi.**
1790.

Das gesündeste unter allen Getränken ist Wasser aus frischen fließenden Quellen, die aus Felsen oder Sandsteinen entspringen. Ein solches muß aber nach nichts schmecken; es muß ganz hell und klar, leicht und weich seyn, daß die Saise bald darinn schäumt, und daß es bald zum Sieden gebracht werden kann. Es darf den Mund nicht verunreinigen, und Kopf und Brust nicht angreifen. Wer es trinkt, muß keine Beschwerden im Unterleib, in den Eingeweis-

Gegrabene Brunnen, als Ziehbrunnen, oder Gumpbrunnen müssen wohl geprüft werden, ob ihr Wasser rein und gesund sey; dann an vielen Orten entstehen die Kröpfe von solchen Brunnenwasser und noch andere Krankheiten. Dabey ist auch dieses zu merken: wenn ein solcher Brunnen nicht oft gebraucht und sein Wasser in Bewegung gesetzt wird, oder wenn er so verbaut ist, daß nicht immer frische Luft hinein kann, so sammeln sich zuweilen böse Dünste darinn, welche einen Menschen auf der Stelle tödten können, dergleichen Exempel beyh Aufgraben alter verschüttet gewesener Brunnen oft geschehen. Man muß daher solche Brunnen fleißig öfnen, und alle Jahr ein oder zweymal fegen, auch sie nicht durchs Hineinwerfen von allerhand Unreinigkeiten verderben. Hat irgend die Miststätte, die Dachtraus

Weil nun manche Dörfer so angelegt sind, daß sie an gutem Wasser Mangel haben, so hat man eine Erfindung gemacht, schlechtes Wasser aus Teichen oder Weihern, Bächen oder unreinen trüben Quellen in gutes zu verwandeln. Man gräbt nämlich 5 bis 6 Ellen weit von dem Teiche, oder dem Bach, dessen Wasser verbessert werden soll, eine Grube, welche ein oder zwei Ellen tiefer als der Boden des Teiches oder Baches ist. Diesen kleinen Behälter füllt man mit Steinen, dicken Brettern, Balken oder starken Holzstücken aus. Den Raum

...wenn die Amis mal altdeutsch gekonnt hätten

Indirekte Wasseraufbereitung

- Uferfiltration
 - Förderung von Wasser (Mischung aus Uferfiltrat und Grundwasser) aus dem Uferbereich eines Flusses
 - Verweilzeit: Tage bis Wochen
- künstliche Grundwasseranreicherung
 - Versickerung von vorgereinigtem Wasser
 - filtriertes Flusswasser
 - Klarlauf (Kläranlagen Ablauf)
 - Förderung
 - Verweilzeit: Monate bis Jahre



Indirekte Wasseraufbereitung

- Nötig:
 - durchlässige ungesättigte Bodenzone
 - Grundwasserleiter
 - Erreichbar
 - Mächtig



Indirekte Wasseraufbereitung

- Vorteile:
 - Nutzung des Bodens als natürlichen Filter
 - Keine Kosten, Platzbedarf, Rückspülung
 - geringe Chemikalienzugabe
 - Wirksamer Biofilter
 - Bakterien im Boden verwerten Schadstoffe
 - Wegfall
 - aufwändiger Vorbehandlung
 - schwankende Qualität des Rohwassers



Indirekte Wasseraufbereitung

- Nachteile:
 - „Leaching“, d.h. Austrag von Stoffen aus dem Aquifermaterial
 - „Clogging“, d.h. Verbackungen im Untergrund durch abgelagerte Partikel
 - Boden = „black box“, unbekannte Zusammensetzung kann unerwartete Ergebnisse liefern



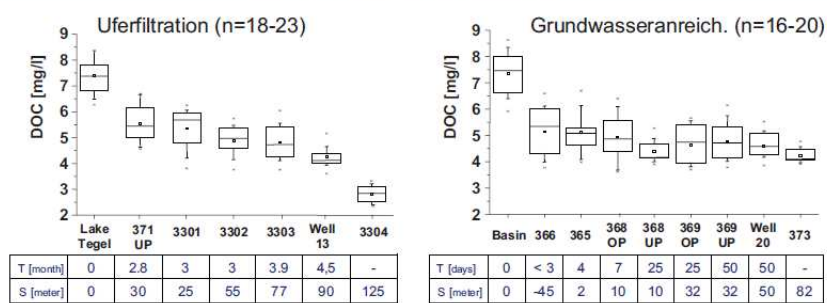
Uferfiltration

- Bodenpassage entfernt suspendiertes Material (Partikel)
- Entfernung von SOM (synthetic organic chemicals) und NOM (natural organic matter)
- Biologische Degradation von Problemstoffen (Co-Metabolisch)

Co-Metabolismus

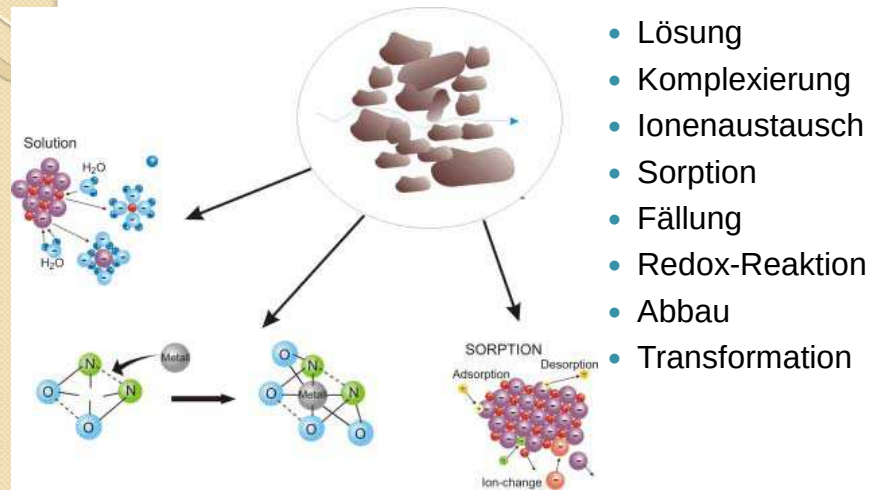
- Enzyme = Substratspezifische Katalysatoren
- ABER:
 - bei ähnlichen Substraten kann ein Enzyme wirksam sein
 - Enzyme können auch unspezifisch sein
 - Oxygenasen, Lipasen, etc.

DOC-Konzentrationen



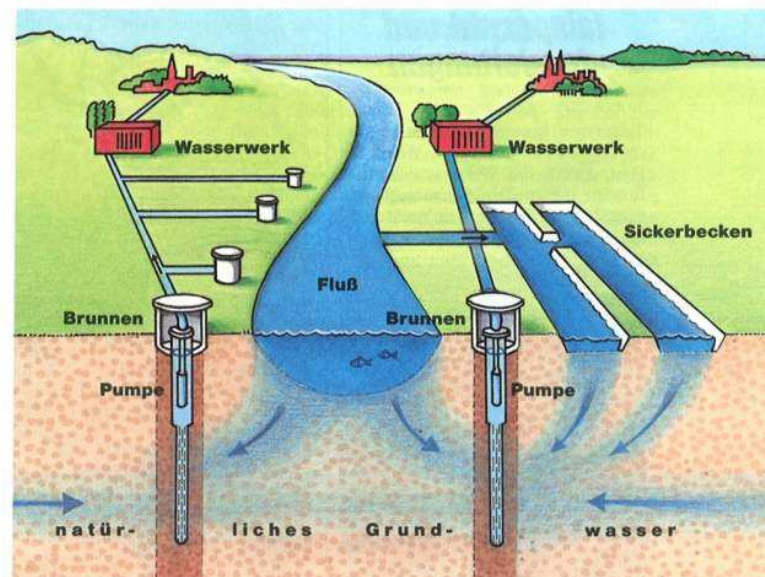
- Schneller DOC-Abbau in der aeroben GWA, innerhalb eines Monats
- Langsamer DOC-Abbau in der anoxischen Uferfiltration, innerhalb von 4 - 5 Monaten
- Endwerte des DOC sind etwa gleich hoch

Vorgänge im Boden



©Kompetenz-Zentrum Wasser Berlin

Uferfiltration und Infiltration



WW Tolkewitz: Uferfiltration

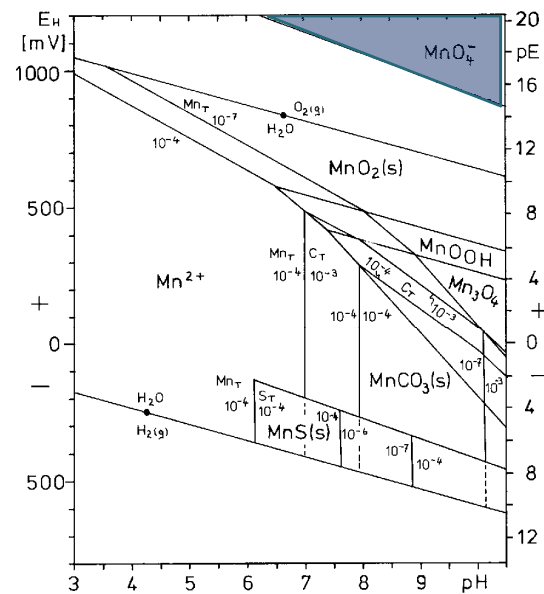
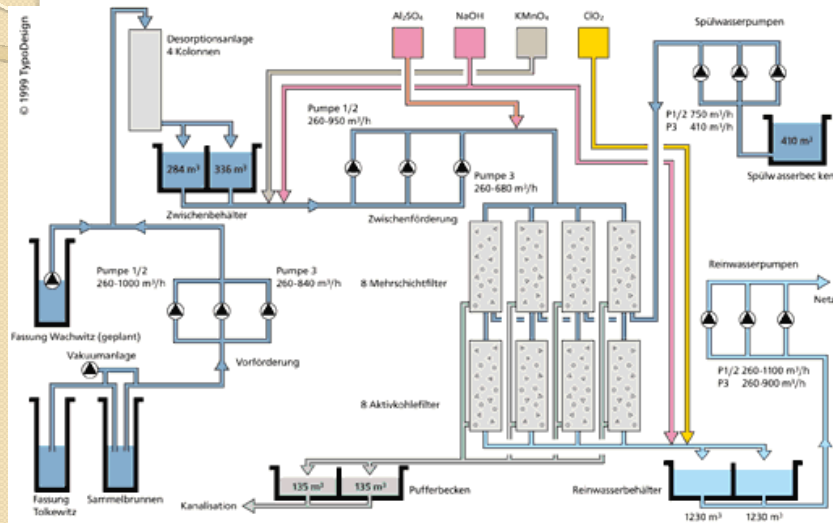
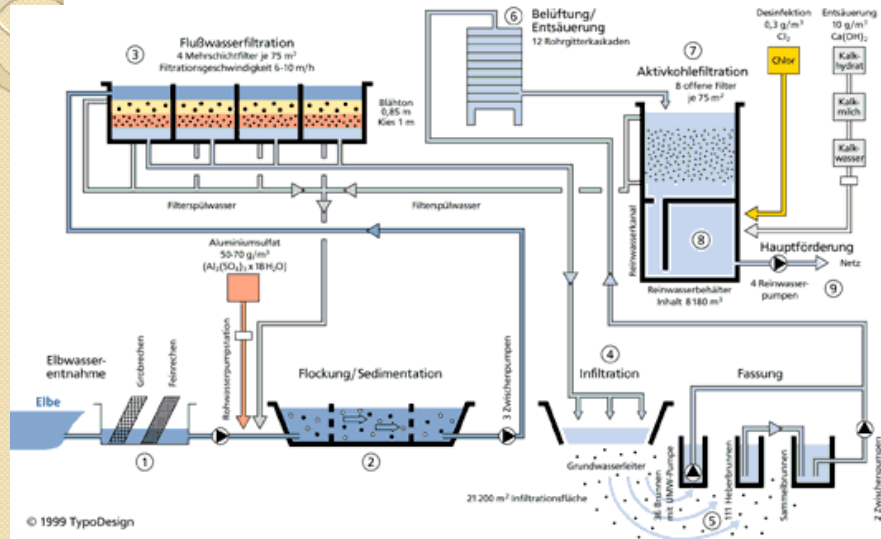
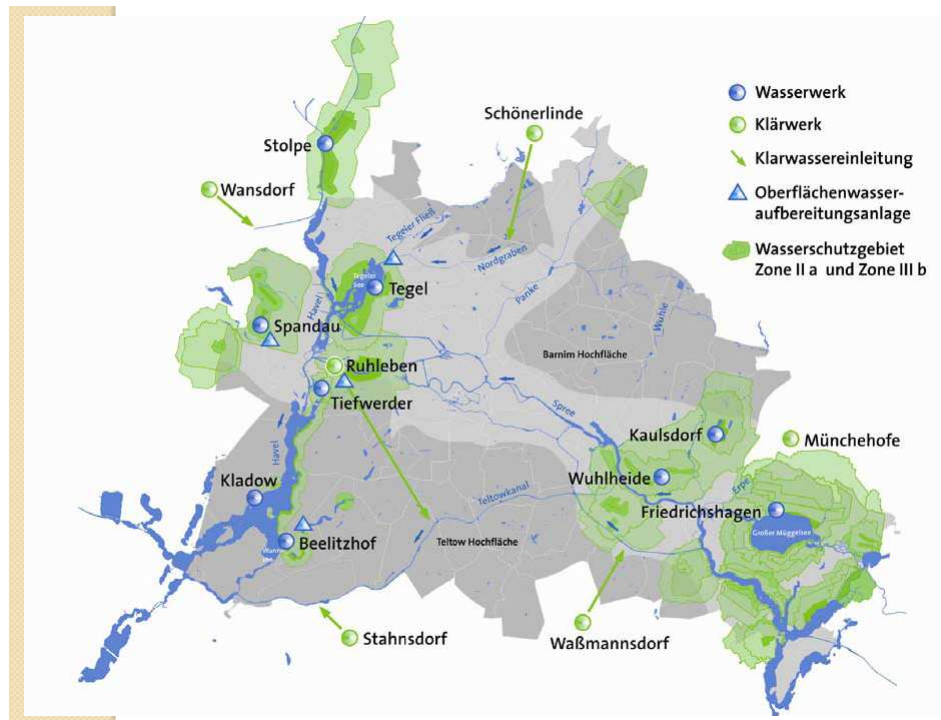


Bild 3: Eh-pH-Diagramm; System $\text{Mn} - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{S}$;
 $\text{Mn}_T = 10^{-4}$ bis 10^{-7} mol/l; $\text{C}_T = 10^{-3}$ bis 10^{-4} mol/l;
 $\text{S}_T = 10^{-4}$ bis 10^{-6} mol/l; $p\text{O}_2 = 0,21$ bar (abs.); 25°C

WW Holsterwitz: Infiltration



SITUATION IN BERLIN



Berlin

- Trinkwassergewinnung und Abwassereinleitung räumlich sehr nahe beieinander und für 3,5 mio Einwohner
- Abwassereinleitung (Kläranlagenablauf) in Flüsse, die in Seen münden (Tegel)
- 75% des Trinkwassers ist Uferfiltrat
- ALSO: Stoffe, die im Kläranlagenablauf vorhanden sind können im Trinkwasser nachweisbar sein

Problemstoffe

- Medikamente
 - Antibiotika (z.B. Sulfamethoxazol)
 - Beta-Blocker (z.B. Atenolol, quasi-persistent)
 - Schmerzmittel (z.B. Diclofenac)
- Röntgenkontrastmittel (z.B. Iopromid)
- Uvm.
- Konzentrationsbereich ng/L Keine akute Giftigkeit, aber chronische Effekte, insbesondere hormonähnliche Wirkungen möglich

Entfernung der Problemstoffe

- Aktuelles Gebiet der Forschung
- Verfahren soll
 - Sicher, billig und einfach sein
- z.B.
 - Sorption (welche Sorbentien? Konkurrenz...)
 - Oxidation (Ozon, advanced oxidation processes AOP, ...)
 - ???
- Entfernung beim Abwasser (Teilstombehandlung, z.B. Krankenhaus) oder beim Trinkwasser?

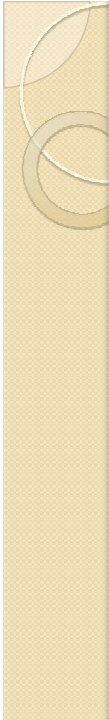
Siehe: <http://www.klaeranlage-kanal.de/>



ABWASSERBEHANDLUNG

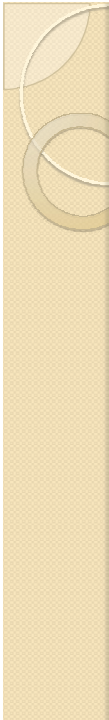
Zusammenfassung

- Indirekte Aufbereitung von Oberflächenwasser ist idR die Methode der Wahl
- Nutzung natürlicher Gegebenheiten bei minimalem Chemikalienbedarf
- Zentrales Verfahren: Flockung
- Obligatorisch: Desinfektion



Klausurfragen (Beispiel)

- Differenzieren sie Grund- und Flusswasseraufbereitung!
- Welche Faktoren beeinflussen die Konzentration von Mangan im Reinwasser?
- Ein Wasser enthält 0,5 mg/L Mangan(II) und 5 mg/L Eisen(II). Wieviel Sauerstoff wird zur vollständigen Entfernung der beiden Stoffe benötigt? (ohne Betrachtung anderer Prozesse)
- Um wieviel Prozent erhöht sich der Sauerstoffbedarf bei zusätzlichem Auftauchen von 1 mg/L Methan?



Nächstes Mal

- Evaluation
- Vorträge
- Bekanntgabe Probeklausur