

Bis wann ist eine Wasseraufbereitung biologisch?

Aquanale 2015

8. Int. Schwimmteichkongress

Dr. Karsten Tusche
Fischzucht Rietschen

Wasser – mehr als die Summe seiner einzelnen Teile!

- 72% der Erde sind mit Wasser bedeckt
- „Leben“ ist erstmals im Wasser entstanden
- Alle Lebewesen benötigen für ihren Körperaufbau und Stoffwechselprozesse Wasser als Grundbaustein des Lebens
- In terrestrischen Lebensräumen stellt Wasser häufig den begrenzenden Faktor dar
- In aquatischen Ökosystemen ist nicht H_2O limitierend – sondern die darin gelösten Nährstoffe (C – N – P - ...)



Qualität - Begriff und Definition

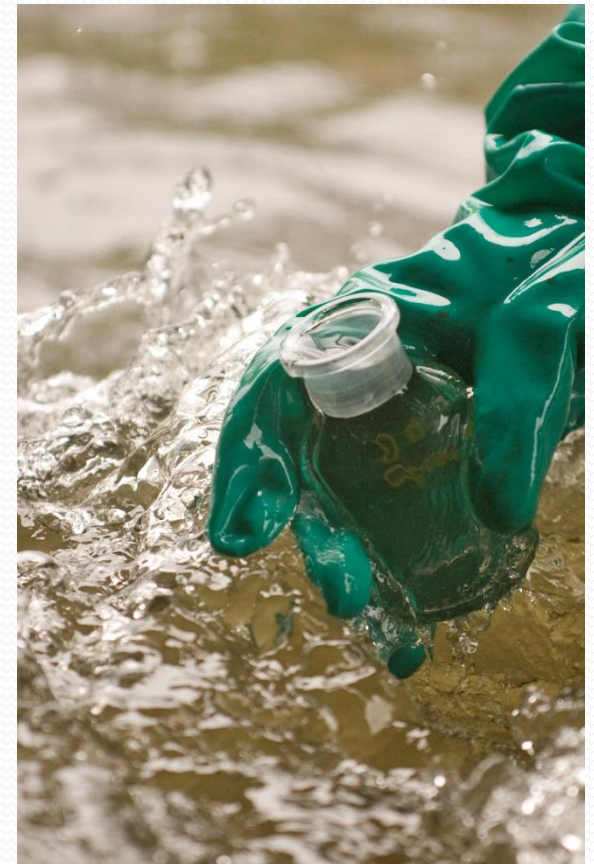
- Beschreibung einer wahrnehmbaren Zustandsform von Systemen und ihrer Merkmale, welche in einem bestimmten Zeitraum anhand bestimmter Eigenschaften des Systems in diesem Zustand definiert wird
 - **Neutrale Qualität:** die Summe aller Eigenschaften
 - **Bewertete Qualität:** die Güte aller Eigenschaften
- Erfassung muss zwingend nach Standards erfolgen

EDV-Nr.			201503205	201510341	201514040
			GWM	GWM	GWM
Probenbezeichnung			7262	7262	7262
Probenart			Wasser	Wasser	Wasser
Probenahmedatum			17.03.2015	30.06.2015	29.09.2015
Temperatur	°C	DIN 38404-C4	11,2	11,4	11,7
pH-Wert		DIN EN ISO 10523	5,36	5,5	6,01
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	DIN EN 27888	366	376	374
Sauerstoff, gelöst	mg/l	DIN EN ISO 5814	2,57	2,2	0,25
Redox-Spannung UH	mV	DIN 38404-C6	416	488	242
Säurekapazität Ks 4.3	mmol/l	DIN 38409-H7	0,36	0,59	1,4
Basekapazität KB 8.2	mmol/l	DIN 38409-H7	1,3	1,6	2,2
Hydrogencarbonat	mg/l	DIN 38405-D8	22	36	85,4
		DIN EN ISO			
Nitrat-N	mg/l	10304-2	5	3,4	<0,05
		DIN EN ISO			
Sulfat	mg/l	10304-2	87	102	73,7
Nitrit-N	mg/l	DIN EN 26777	<0,01	<0,01	<0,01
Ammonium-N	mg/l	DIN EN ISO 11732	0,1	0,22	0,89
Phosphor, ges.	mg/l	DIN EN ISO 6878	0,021	0,019	0,012
Härte	mmol/l	DIN 38409-H6	1,1	1,22	1,19
Härte	°dH	DIN 38409-H6	6,15	6,85	6,68
Eisen, gelöst	mg/l	DIN EN ISO 11885	0,61	2,31	12,9
Eisen-II, gelöst	mg/l	DIN 38406-E	0,61	2,31	9,98
Mangan, gesamt	mg/l	DIN EN ISO 11885	0,522	0,567	1,21
Aluminium	mg/l	DIN EN ISO 11885	0,05	0,2	0,04
Kupfer	mg/l	DIN EN ISO 11885	<0,005	<0,005	<0,005
Oxidierbarkeit als O2	mg/l O2	DIN EN ISO 8467	1,7	1,8	4,9
DOC	mg/l	DIN EN 1484	4,8	4,4	6,7
Carbonathärte	°dH	DIN 38409-H7	1,01	1,65	3,92
Carbonathärte	mmol/l	DIN 38409-H7	0,18	0,3	0,7

Bsp. Brunnenwasserparameter Fischzucht Rietschen im vierteljährlichen Vergleich 2015

Wasserqualität – Anspruch, Wahrnehmung, Konfliktpotential

- Bewertung steht in absoluter Abhängigkeit von den Bedürfnissen, der in einem System verankerten Bestandteile und Teilnehmer
- Im Fokus naturnaher Gewässer im Garten:
 - aquatisch: Mikroorganismen (Bakterien, Algen, weniger Pilze), Makrophyten, weitere aquatische Organismen
 - terrestrisch: vor allem der Mensch!
- System selbst stellt den Rahmen dar (Richtwerte)
 - Stehende Gewässer vs. Fließgewässer
 - Klarwasser vs. Schwarzwasser
- Richtwerte müssen klar und realistisch definiert sein, um Bedürfnisse möglichst vieler Elemente zu gewährleisten



Jeder Gewässertyp – eigene Qualität

- Garten- und Schwimmteiche stellen in den häufigsten Fällen ein Ökosysteme der Primärbesiedlung dar
 - V.a. geringe Nährstoffdichten und Nährstoffinbalancen (oligotroph)
 - Wenige Arten (r-Strategen)
 - natürliche Sukkzession eines Gewässers erreicht seinen Lebenshöhepunkt in moorartigen Strukturen
 - Hohe Nährstoffdichten (eutroph)
 - Viele Arten (k-Strategen)
 - Kontrolle der Nährstoffversorgung bzw. Nährstoffentfernung kann Sukkzession am vorher definierten Richtwert unterbrechen/halten
- Qualität der gewählten Gewässertypen kann durch vers. Reinigungsprozesse realisiert und erhalten werden

Qualitätssicherung durch Reinigung

- In der „Ab“wasserbehandlung kommen 3 Komponenten zum Einsatz:
 1. Mechanisch/pysikalische Reinigung
 2. Biologische Reinigung
 3. Chemische Reinigung
- Ziel ist es verunreinigende Bestandteile zu entfernen
- Jede Reinigungsart bietet effektive Arbeitsbereiche und Grenzen
- Je nach Reinigungsbedarf werden die Komponenten in Reihe kombiniert
 - Siebung – biochemische Oxidation – Fällung
- Reinigungsarten müssen Bedürfnisse von Nutzergruppen berücksichtigen



Mechanische Wasserreinigung

- Mechanische Reinigungsverfahren bilden zumeist die erste Reinigungsstufe
 - Entfernung von festen Schwimm- und Schwebstoffe
 - Optische Reinigung
 - Maschenweite/Siebbreite definiert Effektivität und Störanfälligkeit bei gegebenem Wasserdurchsatz
 - Mikrosiebe; Sandfilter; Kescher; selbsttätige Reiniger etc.



Biologische Wasserreinigung

- Besser: biochemische Wasserbearbeitung
 - mikrobiologische Abbauprozesse vorwiegend durch Mikroorganismen (MO)
 - aber auch chemische Reaktion von deren Stoffwechselmetaboliten
 - Umbau von organischen Bestandteilen zu anorganischen Verbindungen und Biomasse (aerobe – anaerobe Varianten)
 - In der Regel ohne Störung, solange Nährstoffe und optimale Lebensbedingungen vorhanden
 - Wichtigste Grundbaustoffe: C – N – P
 - Störung: Säuren, Laugen, Giftstoffe, antibiotische Substanzen



Biologische Wasserreinigung

- Teiche mit biologischen Reinigungseinheiten setzen gezielt auf einen aeroben Umbau von Nährstoffen
 - Mechanische Vorreinigung, um Filtereinheiten nicht zu schnell mit org. Biomasse zu verstopfen (Totzonen mit anaeroben Milieu)
 - Filtergranulate bilden den Haftgrund für Biofilm (z.B. Zeolith o. Kies) und haben zum Teil selbst physikalisch-chemische Reinigungseigenschaften
 - Biofilmwachstum begrenzt durch Besiedlungsvolumen und Nährstoffangebot im System
 - Restart über anaeroben Zersetzungsprozess und Entfernung der Biomasse (Rückspülung)

Verhalten von N und P

- N als Nitrat gut löslich, mobil
- Nitrat unter anaeroben Bedingungen denitrifiziert, unter aeroben Bedingungen persistent
- P als Phosphat stark adsorbierend, Transport an Partikeln durch Erosion und Frischwasser
- Phosphat im Filter unter anaeroben Bedingungen freigesetzt, unter aeroben Bedingungen festgelegt
- P hat keine gasförmigen Verbindungen (im Gegensatz zum N)
- N und P sind essentielle Nährstoffe für das Pflanzenwachstum, P dabei limitierend

Wachstum – Limitierung durch Nährstoffknappheit

- Ideales Verhältnis der Nährstoffe C:N:P = 106:16:1 (Redfield-Verhältnis)
- Phytoplanktons $C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P_1$
- Phytoplankton und Makrophyten werden aus CO_2 , H_2O , NO_3^- , HPO_4^{2-} und Spurenelementen unter Verwendung der Energie des Sonnenlichts gebildet: Photosynthese
- Mikroorganismen $C_{45}H_{283}O_{16}N_9P_1$
- P ist limitierender Faktor (Stagnation als Folgeerscheinung)
- Effektive Gabe von Nährstoffen, um MO-Wachstum zu bevorzugen
- Auch Licht und Temperatur können limitieren



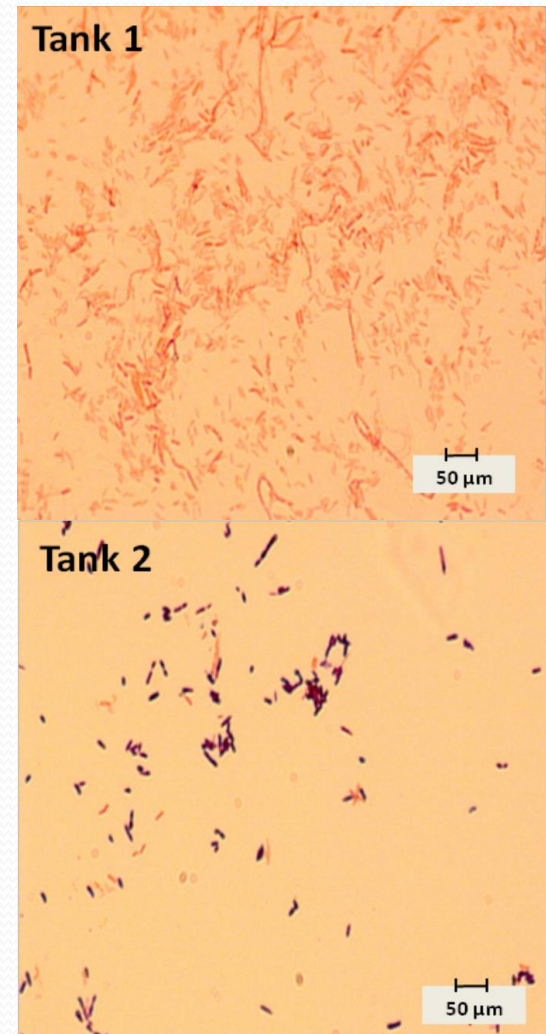
Chemische Wasserreinigung

- Abiotisch-chemische Verfahren bedienen sich chemischer Reaktionen ohne Beteiligung von Mikroorganismen
- „schnelle“ Lösung mit Nebenwirkungen
- chem. Hilfsstoffe:
 - Harnstoff (Nährstoffgabe)
 - Kupferpräparate
 - Wasserstoffperoxide
 - P-Fällungspräparate

Flockung	Entfernung von Kolloidstoffen und feinen Schmutzpartikeln durch Flockungsmittel beziehungsweise Einstellung des pH-Wertes
Neutralisation/pH-Wert-Einstellung	Einstellung des gewünschten pH-Wertes durch die Zugabe von Säure oder Base.
Fällung	Ausfällung von Phosphationen (PO_4^{3-}) mit Eisen- und Aluminiumsalzen
Abiotische Oxidation	Zerstörung biotisch nicht abbaubarer organischer Verbindungen beispielsweise durch Ozon oder UV-Strahlung. Gegebenenfalls mit dem Ziel, die Reste biotisch abbauen zu können
Desinfektion	Abtötung von Krankheitserregern durch Chlor- oder Ozonzugabe oder durch UV-Strahlung

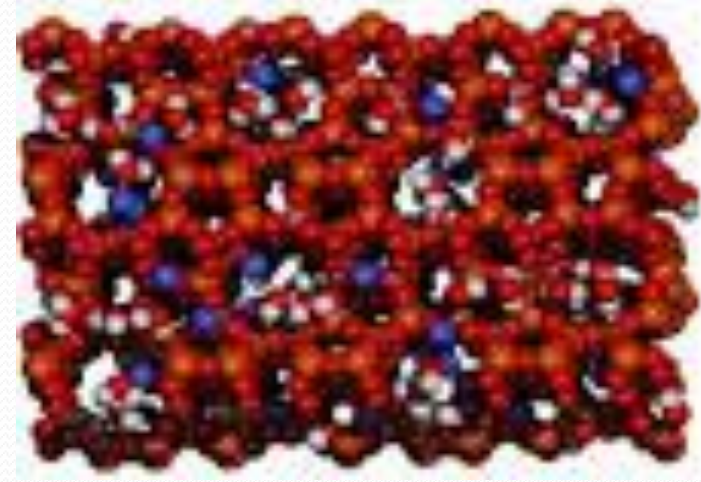
Reinigung im naturnahen Teich

- Gartenteiche und Schwimmteiche mit biologischen Reinigungsprinzipien setzen auf die Arbeit von Lebewesen
- Vorrangig werden Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor aus dem Wasser verarbeitet (fließend – stehend)
- Im Idealfall stehen die Lebewesen in einer starken Konkurrenz um vorhandenen Nährstoffe (MO – Algen – Makrophyten)
- Wasseraufbereitungsprozess kann damit in eine gewünschte Abbauleistung gesteuert werden
 - Düngung mit N und C
 - P Entfernung



Reinigung im Grenzbereich

- Eine Kombination von Reinigungsprinzipien zur Potenzierung der biologischen Reinigungsleistung sinnvoll
 - Mechanische Vorreinigung um C-Quellen zu entfernen
 - Fällung von P, um Leistungsfähigkeit der Biofiltereinheit zu erhöhen (Zeolith, Eisenhydroxidfilter)
 - Chemische Düngemittel, um Nährstoffgleichgewichte zu fördern/erhalten



Reinigung im Grenzbereich

- Aber: Einige chemische Reinigungsprinzipien setzen in ihrer Wirkung an lebenden Zellen an
 - Wasserstoffperoxide; Chlorpräparate; Kupfersulfate
 - Wirkung setzt an den lebenden Zellen und Stoffwechselprozessen an
 - Systemische Wirkung mit schnellen Ergebnissen; oft mit langer Halbwertszeit
 - Nicht nur Algen werden beeinflusst → ebenso MO, Makrophyten und andere höhere Lebewesen
- Wenn biologische System mit harten chemischen Lösungen konfrontiert werden, müssen deren Konsequenzen berücksichtigt werden
 - Z.T. langfristige Reduktion der Abbauleistung von MO
 - Verschiebung der Artengemeinschaften (Algenblüten nach H₂O₂ Behandlungen)

Fazit I

- Qualitätsbewertung muss nach gleichbleibenden Standards erfolgen
- Qualität steht in absoluter Abhängigkeit von den Bedürfnissen, der in einem System verankerten Bestandteile und Teilnehmer
- Richtwerte müssen klar und realistisch definiert sein, um Bedürfnisse möglichst vieler Elemente zu gewährleisten
 - Fließgewässer vs. Stillgewässer

Fazit II

- Qualität der gewählten Gewässertypen kann durch vers. Reinigungsprozesse realisiert und erhalten werden
- Gartenteiche und Schwimmteiche mit biologischen Reinigungsprinzipien setzen auf die Arbeit von Lebewesen
 - Deren Fähigkeiten müssen für Ziele gefördert werden
- Kombination von Reinigungsprinzipien zur Potenzierung der biologischen Reinigungsleistung sinnvoll
 - „lebender“ Abbauprozess darf nicht gestört/unterbrochen werden
 - Aktionismus tendenziell mit negativer Gesamtbilanz bei Reinigungsleistung
 - Gerade der Einsatz chem. Reinigungsprinzipien sollte genau auf biologische Wirkung überprüft werden