

Eine zusammenfassende Betrachtung der Zusammenhänge in einem Gewässer

- Der pH-Wert
- Das Karbonathärte-Puffersystem
- Algen verstehen und bekämpfen
- Phosphatfrachten

Der Teich – Symbiose aller Lebewesen

In einem intakten Biotop befinden sich die Mikro- und Makroorganismen in einem natürlichen Gleichgewicht miteinander.

Durch die Störung dieses Gleichgewichts und die damit entstehenden Lücken in chemischen und biologischen Kreislaufprozessen bilden sich die Nischen, die die Massenentwicklung einzelner Arten fördern.

Dies führt zu einer beschleunigten Verschlechterung der Lebensbedingungen für alle anderen Arten und letztlich zur ökologischen Verödung des Biotops.

Es wirkt ungepflegt, und kann im drastischen Fall sogar „umkippen“.

Einige wasserchemische Grundbegriffe

Alle Lebens- und Umweltbedingungen für alle Lebewesen im Teich hängen von der Qualität des Wassers ab.

In chemisch reinem Wasser (destilliertem Wasser) können keine aquatischen Lebewesen überleben!

In jedem natürlichen Wasser sind verschiedene Mineralien und atmosphärische Gase gelöst.

Die Lebewesen haben sich im Laufe der Evolution an diese Zusammensetzungen angepasst.

Einige wasserchemische Grundbegriffe

pH-Wert:

- Das Maß für den Säurecharakter eines Wassers
- Der pH-Bereich im Wasser geht von 0 bis 14
- Ist ein Maß für H^+ (Säure) bzw. OH^- (Lauge) im Wasser
- $pH = 7$ heißt „neutral“ nach Säure/Base-Theorie, gleich viel H^+ und OH^- im Wasser
- $pH < 7$ heißt „sauer“, mehr H^+ als OH^- im Wasser
- $pH > 7$ heißt „basisch“, weniger H^+ als OH^- im Wasser
- ideales Teich-Wasser hat einen pH-Wert zwischen 7,5 und 8,5 ; nicht pH 7,0 (neutral)
- pH-Wert Messung immer zur gleichen Zeit

Einige wasserchemische Grundbegriffe

GH-Wert (Gesamthärte):

- Summe aus temporärer (KH oder auch „verkochbarer“ Härte) und permanenter („nicht verkochbarer“) Härte

$$\text{GH} = \text{temp. Härte (KH)} + \text{perm. Härte}$$

→ Gemessene GH sollte $< 12 \text{ }^\circ\text{dH}$ sein

- Internationale Einheit: mol/l ($5,6 \text{ }^\circ\text{dH} = 1 \text{ mmol/l}$)

Einige wasserchemische Grundbegriffe

Permanente Härte:

- Im eigentlichen Sinne die Summe der nicht kohlenstoffgebundenen Erdalkali-Ionen Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} (Salze der Salz-, Salpeter-, Schwefel-, Phosphor- oder Kieselsäure)

Einige wasserchemische Grundbegriffe

KH-Wert (Karbonathärte):

- Andere Bezeichnungen: temporäre Härte, Karbonhärte, Säurekapazität
 - Konzentration für im Wasser befindliches $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (Calciumhydrogencarbonat)
 - Maß für die Pufferkapazität des Wassers (pH-Wert-Stabilität)
- Idealerweise 5 bis 14 °dH

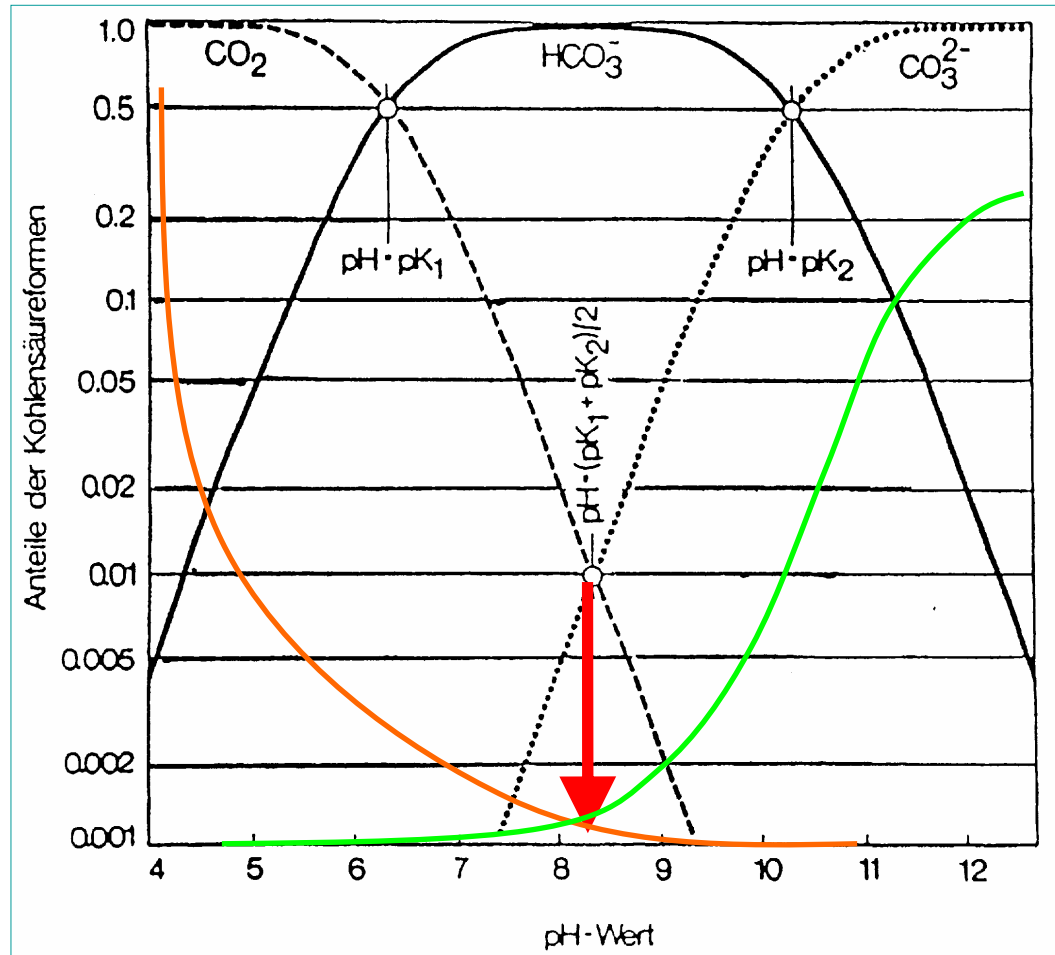
Einige wasserchemische Grundbegriffe

Jedes Wasser, das sowohl Calcium als auch gelöstes Kohlendioxid enthält, muss einen höheren Gleichgewichts-pH-Wert als 7 haben.

Der natürliche Gleichgewichts-pH-Wert eines ungestörten, calciumhaltigen Wassers, das im Gleichgewicht mit atmosphärischem Kohlendioxid steht, liegt bei 8,3 und wird durch das Zusammenspiel von Calcium und den unterschiedlichen Kohlensäureformen festgelegt.

Hierauf beruht unter anderem der wassereigene Selbstreinigungsmechanismus.

Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht



Anteil NO_2
als HNO_2

Anteil NH_4
als NH_3

Einige wasserchemische Grundbegriffe

"Wie ... ausdrücklich betont wurde, müssen wir aus naheliegenden Gründen darauf achten, daß unser Wasser nicht sauer, " (d.h. pH-Wert kleiner 7), "sondern alkalisch", (d.h. pH-Wert größer 7), "reagiert, weil einzig in einem derartigen Medium die Selbstreinigung ... regelrecht von sich gehen wird."

Knauthe "Das Süßwasser", 1907

Einige wasserchemische Grundbegriffe

Puffervermögen durch Karbonathärte:

- Säureangriff (H^+) auf das Wasser:



Säure + Carbonat \rightarrow Hydrogencarbonat



Säure + Hydrogencarbonat \rightarrow Wasser + Kohlensäure

Einige wasserchemische Grundbegriffe

Puffervermögen durch Karbonathärte:

- Basenangriff (OH^-) auf das Wasser:



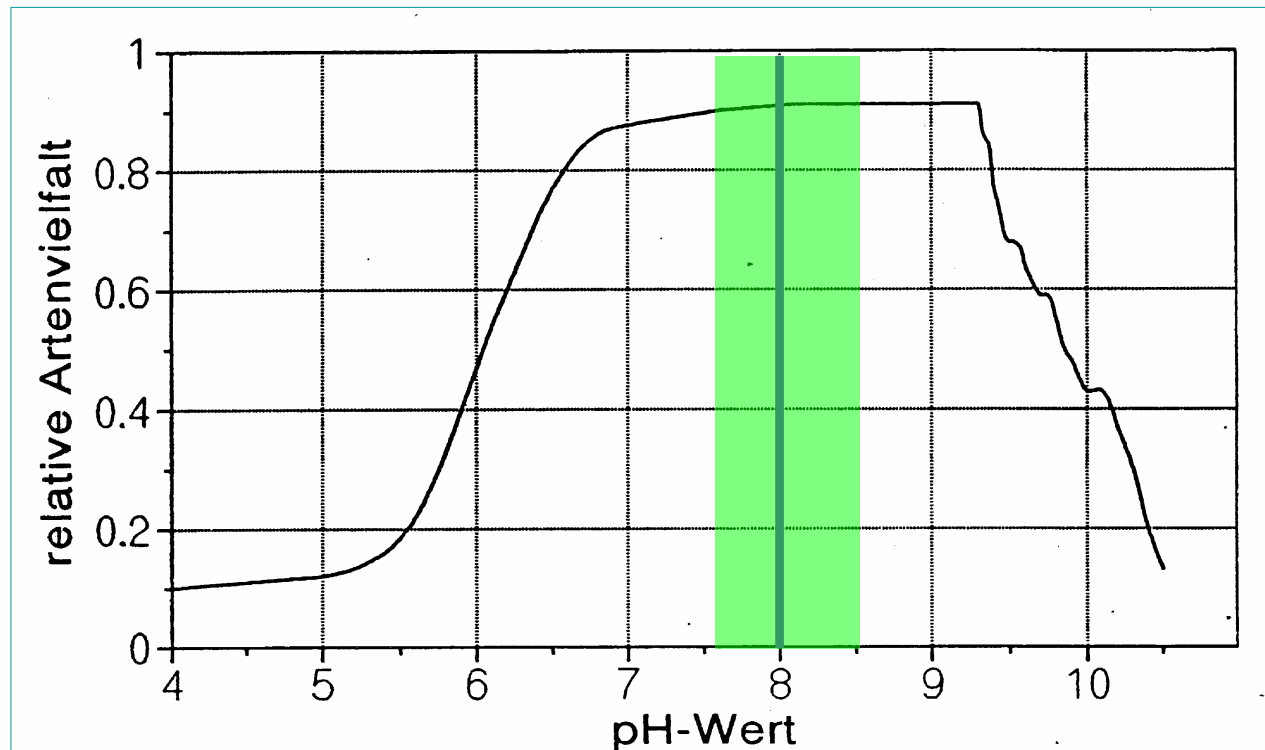
Lauge + Hydrogencarbonat \rightarrow Carbonat + Wasser



Carbonat + Calcium \rightarrow Calciumcarbonat

Einige wasserchemische Grundbegriffe

- **Starke pH-Wert-Schwankungen (Tag/Nacht) führen zum Zusammenbruch der relativen Artenvielfalt:**



Ammonium - Ammoniak – Gleichgewicht:



- Die Lage wird bestimmt durch den pH-Wert
 - weniger Lauge (OH^-) = niedrigere pH-Werte
= mehr Ammonium (NH_4^+)
= weniger Ammoniak (NH_3)
 - mehr Lauge (OH^-) = hohe pH-Werte
= mehr Ammoniak (NH_3)
= weniger Ammonium (NH_4^+)
- ➔ Guter Ammonium-Wert im Teich < 0,5 mg/L

Prozentualer Ammoniak-Anteil:

Temperatur (°C)	pH									
	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
0	0,00827	0,0261	0,0826	0,261	0,820	2,55	7,64	20,7	45,3	
1	0,00899	0,0284	0,0898	0,284	0,891	2,77	8,25	22,1	47,3	
2	0,00977	0,0309	0,0977	0,208	0,968	3,00	8,90	23,6	49,4	
3	0,0106	0,0336	1,106	0,335	1,05	3,25	9,60	25,1	51,5	
4	0,0115	0,0364	0,115	0,363	1,14	3,52	10,3	26,7	53,5	
5	0,0125	0,0395	0,125	0,394	1,23	3,80	11,1	28,3	55,6	
6	0,0136	0,0429	0,135	0,427	1,34	4,11	11,9	30,0	57,6	
7	0,0147	0,0464	0,147	0,462	1,45	4,44	12,8	31,7	59,5	
8	0,0159	0,0503	0,159	0,501	1,57	4,79	13,7	33,5	61,4	
9	0,0172	0,0544	0,172	0,542	1,69	5,16	14,7	35,3	63,3	
10	0,0186	0,0589	0,186	0,586	1,83	5,56	15,7	37,1	65,1	
11	0,0201	0,0637	0,201	0,633	1,97	5,99	16,8	38,9	66,8	
12	0,0218	0,0688	0,217	0,684	2,13	6,44	17,9	40,8	68,5	
13	0,0235	0,0743	0,235	0,738	2,30	6,92	19,0	42,6	70,2	
14	0,0254	0,0802	0,253	0,796	2,48	7,43	20,2	44,5	71,7	
15	0,0274	0,0865	0,273	0,859	2,67	7,97	21,5	46,4	73,3	
16	0,0295	0,0933	0,294	0,925	2,87	8,54	22,8	48,3	74,7	
17	0,0318	0,101	0,317	0,996	3,08	9,14	24,1	50,2	76,1	
18	0,0343	0,108	0,342	1,07	3,31	9,78	25,5	52,0	77,4	
19	0,0369	0,117	0,368	1,15	3,56	10,5	27,0	53,9	78,7	
20	0,0397	0,125	0,396	1,24	3,82	11,2	28,4	55,7	79,9	
21	0,0427	0,135	0,425	1,33	4,10	11,9	29,9	57,5	81,0	
22	0,0459	0,145	0,457	1,43	4,39	12,7	31,5	59,2	82,1	
23	0,0493	0,156	0,491	1,54	4,70	13,5	33,0	60,9	83,2	
24	0,0530	0,167	0,527	1,65	5,03	14,4	34,6	62,6	84,1	
25	0,0569	0,180	0,566	1,77	5,38	15,3	36,3	64,3	85,1	

Übeltäter Alge?!

In vielen Fällen geht mit der Verschlechterung der Wasserqualität die vermehrte Entwicklung von bestimmten Algenarten einher, oder dieser voran.

- Schwebalgen („grünes Wasser“)
- Blaualgen („öliger Film auf dem Wasser“)
- Fadenalgen („grüner Teppich auf dem Wasser“, bzw. „zugewachsene Uferbereiche“)

Ein Großteil der Teich-Besitzer haben „Algenprobleme“ in ihrem Gewässer, haben sie gehabt und werden sie leider wieder bekommen, aufgrund der Betriebsweise !

Übeltäter Alge?!

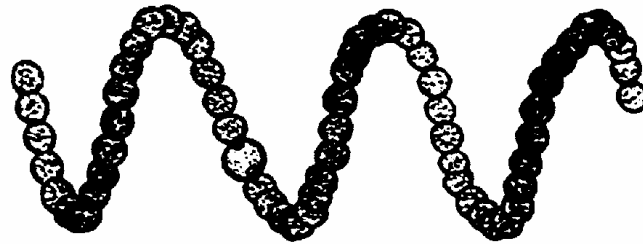
Algenmassenentwicklungen sind lediglich erstes optisches Indiz dafür, dass im Teich etwas aus dem Gleichgewicht geraten ist.

Algen sind lebensnotwendig für Oberflächengewässer, da sie im Wasser für die primäre Sauerstoffproduktion verantwortlich sind und ein wichtiges Glied in der Nahrungskette von Gewässern sind.

Es gibt mehr als 100.000 verschiedene Algen!

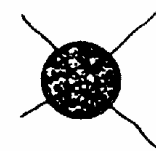
Algen im Biotop – Indikator für Wasserqualität

Güteklasse IV: stark verschmutztes Wasser (polysaprob)

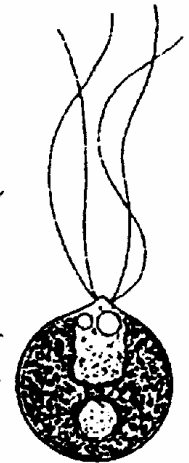


Anabaena constricta
(Blaugrünes Bakterium)

Polytoma uvella
(Grünalge)



Carteria multifilis
(Grünalge)



Algen im Biotop – Indikator für Wasserqualität

Güteklasse I: reines Wasser (oligosaprob)



Cladophora glomerata
(Grünalge)



Closterium lunula
(Jochalge)



Staurastrum punctatum
(Jochalge)

Warum sind Algenblüten gefährlich für ein Biotop? Der Stoffwechsel der Alge

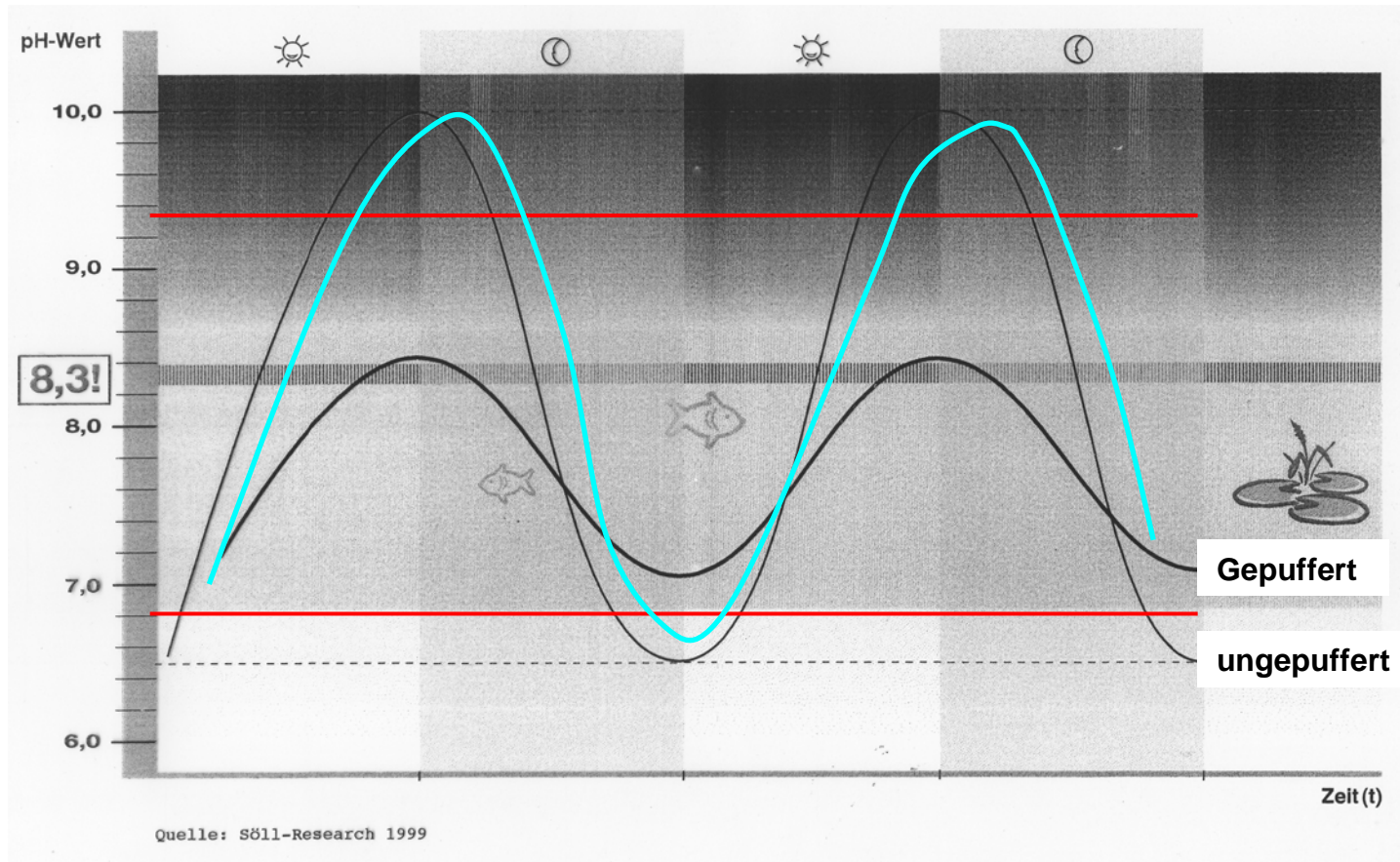
Tagsüber (Assimilation):

- Produktion von Sauerstoff (O_2)
- Zehrung von HCO_3^- (Hydrogencarbonat, KH)
- Erhöhung des pH-Wertes im Wasser (über 9,5)

Nachts (Respiration):

- Zehrung von Sauerstoff (O_2)
- Produktion von CO_2 (Kohlensäure)
- Erniedrigung des pH-Wertes im Wasser (unter 6,5)

pH-Wert-Schwankungen (Tag/Nacht)



Warum sind Algenblüten ungewünscht für ein Biotop?

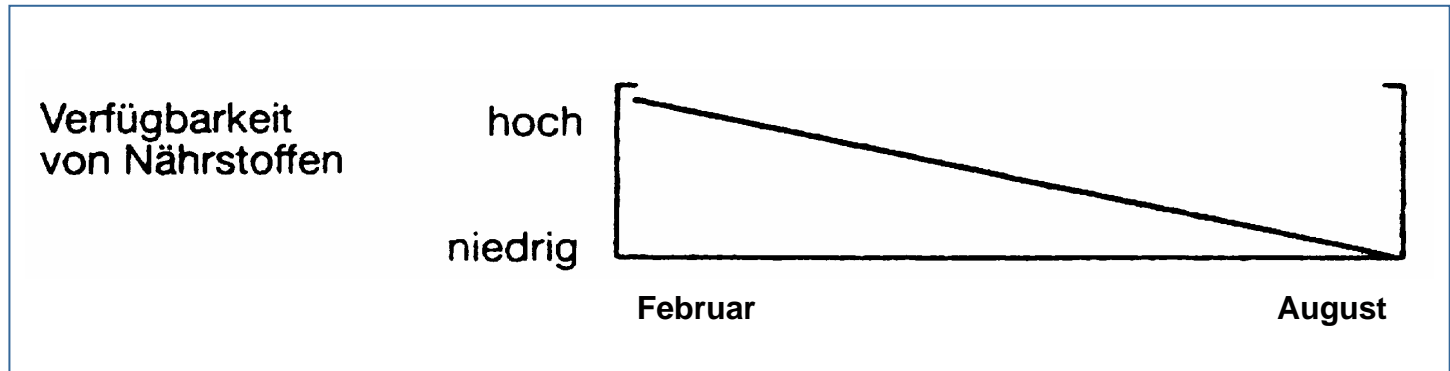
- **Starke pH-Wert-Schwankungen (Tag/Nacht) führen zum Zusammenbruch der relativen Artenvielfalt**
- **Bei hohen pH-Werten lagert sich ungiftiges Ammonium in giftiges Ammoniak um**
- **Bei sehr hohen wie auch sehr niedrigen pH-Werten werden Metalle remobilisiert und gelangen aus dem Sediment zurück ins Wasser**
- **Das absterbende organische Material führt unschönen Ablagerungen im Teich**
- **Fadenalgen stören den Badebetrieb (optisch und auch objektiv)**

Wie kommt es zur Algenbildung?

Wichtige Voraussetzungen für Algenblüten sind:

- ein hohes Angebot an Nährstoffen,
 - Kohlenstoff (C)
 - Stickstoff (N)
 - Phosphor (P)
- Sonnenlicht

Wie kommt es zu Algenblüten? – Teiche im Jahresverlauf



Insbesondere Phosphat-Remobilisierung aus dem Sediment der Pflanz-Zone einer Teich-Anlage

**Bei der Verfügbarkeit von Licht („erste Sonnenstrahlen“) und den ersten wärmeren Tagen kommt der Phytoplanktonstoffwechsel (Algen) auf Hochtouren
Mikrobiologie und Pflanzen als Nährstoffkonkurrenten müssen sich erst noch etablieren (sind langsamere Verwerter)**

Wie kommt es zu Algenblüten?

Das Wachsen von Algen – Bildung von Algenbiomasse:

Unter der Zuhilfenahme von Licht bestimmter Wellenlänge als Energiequelle baut die Alge aus

C	:	N	:	P
in dem Verhältnis				
130	:	15	:	1
(Redfield-Formel)				

eine Protoplasma-Einheit (Algenmasse) zusammen.

Phosphat-Problematik bei Trinkwasser

- Es ist im Gewässerbereich bereits ab einer PO_4^{3-} (Phosphat)-Konzentration von 0,035 mg/L mit stark vermehrten Algenentwicklungen zu rechnen
- Die TVO erlaubt bis zu 6,5 mg/L PO_4^{3-} im Trinkwasser, was aus Gründen der Kalk-Ablagerungsvermeidung in Leitungen und Anlagen-Installationen (PO_4^{3-} ist ein Kalk-Kristallisationsinhibitor) vom Wasserversorger bewusst eingespeist wird.
- Das biologisch keimfreie Wasser gibt Schweb- und Fadenalgen maximalen Vorsprung bei der Aufnahme der verfügbaren Nährstoffe

Abläufe in einem eutrophen Gewässer

Biogene Entkalkung

Pufferkapazität sinkt

Algenwachstum

Metallfreisetzung
pH-Schwankung

Artenvielfalt

Nährstoffüberfluss

Schlammabbildung

O₂-Mangel

Zusammenfassung

- **pH-Wert:** Sämtliche biologischen, biochemischen und chemischen Abläufe im Teich sind vom pH-Wert abhängig. Bereits kleine Schwankungen haben eine große Wirkung.
- **Karbonathärte:** Als Bestandteil des wichtigsten aquatischen Puffersystems ist sie ausschlaggebend für die Stabilität des Teichwassers.
- **Algen** sind gewünschte und wichtige Organismen in der Nahrungskette. Lediglich eine Massenvermehrung zeigt an, dass das Gleichgewicht nicht mehr stimmt. Wichtig für Algen ist besonders Phosphat.