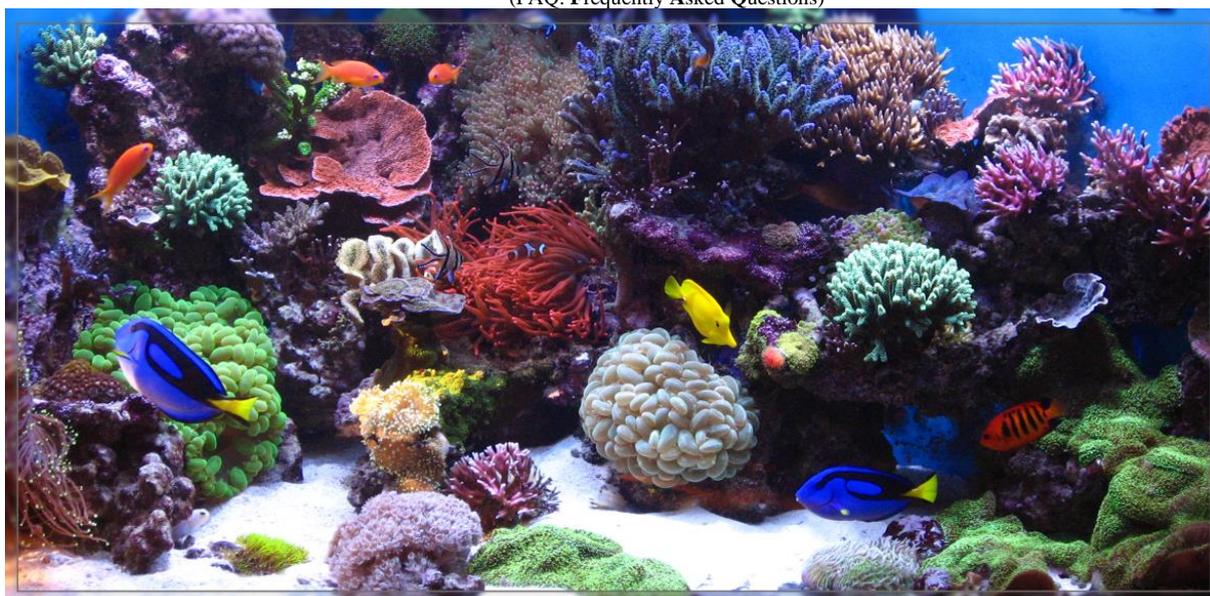


# FAQ & Kompendium

## Wasserparameter in Riff-Aquarien

(FAQ: Frequently Asked Questions)



Meerwasseraquarien begeistern Aquarianer weltweit. Jeder der dieses Hobby ernsthaft betreibt, wird dabei auf das komplexe Thema Wasserwerte stoßen. Ziel dieser FAQ bzw. dieses Kompendiums ist es, die häufig in verschiedenen Büchern/ Dokumenten verteilten und komplex erklärten Zusammenhänge zusammenzufassen und leichter verständlich zu machen. Eine klare Anordnung und Gliederung der Einzelthemen aus der „Sicht des Aquarianers“ erleichtert das Auffinden von Einzelthemen.



**AquaCalculator**  
...die Referenz Software für engagierte Meerwasser-Aquarianer.

Weitere Infos und Download [www.aquacalculator.com](http://www.aquacalculator.com)



Diese FAQ wird unterstützt durch



[www.shop-meeresaquaristik.de](http://www.shop-meeresaquaristik.de)

Böcklerallee 2  
27721 Ritterhude  
Deutschland  
T +49 4292 4712170



- Ladengeschäft
- Online Shop
- Beratung
- Anlagenbau

Meerwasser, Süßwasser und Teich

[www.aquarium-shop.ch](http://www.aquarium-shop.ch)

Wohlerstrasse 35  
5612 Villmergen  
Schweiz  
T +41 56 621 02 00

Letztes Update dieser FAQ: 14. Mai 2018

# Inhalt

.....	5
<b>TEIL 1 – Wasserwerte, Meßkits &amp; Messmethodik</b> .....	<b>6</b>
1.1) Welche Wasserparameter sollte ich in meinem Riff-Aquarium messen? Wie häufig sollte ich das tun? ..	6
1.2) Welche Wasserparameter sind weniger wichtig? .....	7
1.3) Welche Wasserwerte sind für mein Riffaquarium optimal? .....	7
1.5) Wie kann ich sicher gehen mit Tröpfchentests richtige Meßergebnisse zu erhalten? .....	10
1.6) Welche Methode zur Messung des Salzgehaltes ist die geeignetste? .....	12
1.8) Woran erkenne ich ob meine Spindel die Dichte bzw. spezifische Dichte anzeigt? .....	14
1.9) Welchem Messgerät für den Salzgehalt sollte ich vertrauen? .....	14
1.10) Kann ich Leitungswasser für mein Riffaquarium verwenden? Welche Wasseraufbereitung ist sinnvoll? .....	16
1.11) Tipps zum Messen der Wasserwerte .....	20
1.12) Tipps zum Messen mit Spritzen, Küvetten und Aräometern .....	21
1.13) Was bedeuten die Abkürzungen und Einheiten? Kann ich von einer Einheit in eine andere umrechnen? .....	23
1.14) Welche Wassertests/Meßgeräte soll ich mir kaufen? .....	25
<b>TEIL 2 – Wichtige Abläufe im Riffaquarium</b> .....	<b>26</b>
2.1) Strömung .....	26
2.2) Der Stickstoffkreislauf .....	29
2.6) Zusammenhänge zwischen Calcium-Konzentration und Alkalinität (4 Zonen System) .....	36
<b>TEIL 3 – Was bewirken die einzelnen Inhaltsstoffe des Meerwassers und was passiert wenn gewisse Wasserwerte aus dem Ruder laufen?</b> .....	<b>40</b>
3.1) Was bewirkt die Alkalinität bzw. Karbonathärte? .....	40
3.2) Was bewirkt Calcium? .....	40
3.3) Welche Bedeutung hat Jod? .....	41
3.4) Welche Bedeutung hat Kalium? .....	41
3.5) Was bewirkt Magnesium? .....	41
3.6) Was passiert bei abweichenden pH-Werten? .....	42
3.7) Wie funktioniert die Sache mit dem Phosphat? .....	42
3.8) Was kann passieren wenn der Salzgehalt nicht stimmt? .....	43
3.9) Welche Bedeutung hat Strontium? .....	43
3.10) Was passiert wenn die Temperatur aus dem Ruder läuft? .....	44
3.11) Was passiert wenn zu viel Ammoniak im Becken ist? .....	44
3.12) Was passiert wenn zu viel Nitrit im Becken ist? .....	45
3.13) Was passiert wenn die Nitrat-Konzentration aus dem Ruder läuft? .....	45
3.14) Was passiert bei erhöhter Silikat-Konzentration? .....	46
<b>TEIL 4 – Auflistung der Möglichkeiten zur Anpassung Wasserwerte?</b> .....	<b>47</b>
4.0) Generelles zum Anpassen von Wasserwerten .....	47
4.1) Alkalinität .....	47
4.2) Ammoniak/Ammonium .....	47
4.3) Calcium .....	48
4.4) Jod .....	48

4.5) Magnesium.....	49
4.6) Nitrit .....	50
4.7) Nitrat .....	50
4.8) pH-Wert.....	51
4.9) Phosphat .....	52
4.10) Salzgehalt / Salinität.....	53
4.11) Silikat .....	53
4.12) Wasserwechsel: Das Mittel der Wahl für alle Fälle?.....	54
4.13) Welches Salz soll ich verwenden?.....	57
4.14) Selbst ermittelte Meßwerte für im Handel erhältliche Meersalzmischungen .....	59
4.14) Anpassungen am Verhältnis Calcium zu Alkalinität .....	60
<b>TEIL 5 – Anpassung von Wasserwerten in der Praxis (Alkalinität, Ca und Mg) .....</b>	<b>63</b>
5.1) Wie werden Chemikalien dem Becken am besten zugeführt? .....	63
5.2 Dosiermengen berechnen .....	65
5.3 Stammlösungen herstellen.....	68
5.4 Welche Mengen an Chemikalien lassen sich in Wasser lösen? .....	70
5.5) Die Balling Methode.....	71
5.6) Balling Rezeptur zur ausgeglichenen Anpassung <i>Ca-Konzentration</i> und <i>Alkalinität</i> .....	72
5.7) Nur Ca-Konzentration erhöhen.....	74
5.8 Nur Alkalinität erhöhen (in Abhängigkeit pH Wert).....	74
5.9) Rezepturen zur Anpassung der <i>Mg-Konzentration</i> .....	75
5.10 Häufig gestellte Fragen zur Balling Methode .....	77
5.11 Rezepturvorschlag für Flüssigdosierung von <i>Ca/Alkalinität + Mg</i> .....	82
5.12 Wie funktionieren Kalkreaktoren .....	84
5.13 Kalkwasser / Calciumhydroxid.....	93
<b>TEIL 6 –Filter &amp; Methoden zur Reduktion von Nährstoffen (Nitrat, Phosphat) .....</b>	<b>94</b>
6.1) Vorteile und Risiken bei der Reduktion von Nährstoffen .....	94
6.2 Rieselfilter, Biobälle, Schnellfilter – nur noch ein Relikt aus alten Zeiten? .....	96
6.3 Abschäumer (Eiweißabschäumer).....	97
6.4 Das Berliner System.....	99
6.5 Jaubert System .....	100
6.6 Sandbettfilter (DSB).....	101
6.7 Wodka Methode.....	112
6.8 Nährstoff Reduktion durch Zeolithe.....	117
6.9 Sonstige Methoden .....	124
6.10 UV-Klärer .....	125
6.11 Ozon .....	126
<b>TEIL 7 – Tipps &amp; Tricks aus dem Chemie-Nähkästchen.....</b>	<b>127</b>
7.2 Jod zudosieren.....	127
7.3 Phosphat-Konzentration erhöhen.....	127
7.4 Jodbad für Steinkorallen mit vermutetem Parasitenbefall .....	128
7.5 Süßwasserbad für Fische mit Parasitenbefall.....	129

7.6 Einfache Methode zur Abschätzung der CO <sub>2</sub> -Konzentration in Räumen.....	130
Salinitäts-Tabelle: Dichte.....	132
Salinitäts-Tabelle: Relative Dichte.....	133
Salinitäts-Tabelle: Leitwert.....	134
<b>Kontakt / Impressum.....</b>	<b>136</b>
<b>Quellen &amp; Personen-angaben.....</b>	<b>136</b>
<b>Folgende Fachgeschäfte/Hersteller unterstützten durch Test-Hardware.....</b>	<b>136</b>
<b>Folgende Personen unterstützten bisher diese FAQ durch Spenden.....</b>	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

## Verwendete Symbole



**Information** oder **Hinweis** auf den besonders hingewiesen wird.



**Warnung:** Weißt auf Stellen mit besonderer Wichtigkeit bzw. auf Sachverhalte hin die besonders häufig falsch gemacht bzw. falsch verstanden werden.



**Verbot:** Weißt auf Dinge hin die unbedingt vermieden werden sollten



Texte/Abschnitte hinter diesem Symbol dienen der Erklärung **komplexerer Sachverhalte**. Hier geht es meist *ins eingemachte*. → Zum Durchlesen etwas mehr Zeit einplanen.

Die in dieser FAQ/Kompodium gemachten Empfehlungen stellen den aktuellen Wissensstand des Autors dar. Für die Korrektheit der Inhalte kann keine Garantie gegeben werden. Jegliche Haftung als Folge von korrekter oder inkorrekt Anwendung wird abgelehnt.

## TEIL 1 – Wasserwerte, Meßkits & Messmethodik

### 1.1) Welche Wasserparameter sollte ich in meinem Riff-Aquarium messen? Wie häufig sollte ich das tun?

Wasserwert	Formel	Häufigkeit der Messung	Bemerkung
Ammoniak (Ammonium)	NH <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Um festzustellen das die Einfahrphase beendet ist, sowie bei Auffälligkeiten im Becken	
Calcium	Ca	zunächst 1 x / Woche bei bekanntem Ca-Verbrauch im Becken seltener (min. 1 x Monat)	zur Einstellung des Ca-Gehaltes speziell für Steinkorallen
Magnesium	Mg	zunächst 1 x / Woche bei bekanntem Mg-Verbrauch im Becken seltener (alle 1-2 Monate)	zur Einstellung des Mg-Gehaltes
Nitrit	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	nur in der Einfahrphase oder bei Auffälligkeiten im Becken	sehr einfacher Test
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	zunächst 1 x / Woche bei stabil laufenden Becken 1 x Monat	einfacher Test
Phosphat	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1 x / Woche	
pH-Wert	-	Anfangs mindestens 1 x / Woche wenn Becken stabil, seltener	sehr einfacher Test Zeitpunkt der Messung ist wichtig (morgens/Abends)
Salzgehalt	-	1 x / Woche vor/nach jedem Wasserwechsel	Bei Messung Dichte und Leitwert Abhängigkeit von Temperatur beachten
Silicat	Si/SiO <sub>2</sub>	1 x / Monat	ein ebenso guter Indikator für Silikat, ist das Auftreten von Kieselalgen im Becken
Karbonathärte/ Alkalinität	-	zunächst 1 x / Woche bei bekanntem Ca-Verbrauch im Becken seltener (min. 1 x Monat)	sehr einfacher Test sinnvoll vor allem bei Einsatz von Kalkreaktoren
Wassertemperatur	-	Ständig	Vor allem in Sommer-Monaten

Anmerkung: Die Tabelle wurde bewusst im Sinne Maximal-Anforderung erstellt.

Je nach Besatz des Beckens müssen nicht alle Wasserwerte überprüft werden und die Messintervalle können auch seltener sein. In etwa wenn sie ein reines Fischaquarium pflegen oder keine empfindlichen Steinkorallen pflegen.

Bei neu gestarteten Becken, speziell wenn sie sich noch innerhalb der Einfahrphase befinden, sind die Wasserwerte noch nicht aussagekräftig. Sie sollten allerdings vor dem Einsetzen von Fischen und Korallen überprüft worden sein.

Die Erfahrung zeigt das frisch gebackene Meerwasser-Aquarianer aus Kostengründen häufig auf den Kauf des einen oder anderen Tests verzichten. Im Falle von auftretenden Problemen am Besatz werden die Tests dann nachgekauft. Dies geschieht dann unter Zeitdruck und für korrigierende Maßnahmen häufig zu spät. Der mögliche Verlust von Lebewesen ist dabei nicht nur ein finanzieller Aspekt, sondern auch ein Zeichen der Verantwortung gegenüber den Lebewesen.

Mein persönlicher Rat: Wer ein Meerwasseraquarium plant, investiert ohnehin einen größeren Geldbetrag. Leisten Sie sich zusätzlich den Kauf eines vollständigen Sets an Wassertests und verwenden Sie dabei qualitativ hochwertige Produkte. Die Anschaffungskosten liegen bei ca. 80.-€ für die Tröpfchentests plus der Messgeräte für Salzgehalt und Temperatur.

## 1.2) Welche Wasserparameter sind weniger wichtig?

Folgende Parameter, für die es teilweise ebenso Meßkits gibt, müssen bzw. können nicht überprüft werden, weil die im Aquarienhandel erhältlichen Tests zu ungenau sind.

- Strontium
- Kalium
- Jodgehalt
- Borgehalt
- Redox-Potential
- Eisengehalt
- Gesamthärte (nur im Süßwasser, oder aber zur Überprüfung einer Osmoseanlage)

## 1.3) Welche Wasserwerte sind für mein Riffaquarium optimal?

Folgende Tabelle zeigt empfehlenswerte Wasserwerte in Riffaquarien und im Vergleich auch zum Vorkommen in natürlichem Meerwasser, in alphabetischer Reihenfolge).

Wasserwert	Im Riffaquarium - Empfohlener Bereich - optimaler Wert/Bereich	Im Meerwasser *1)	Einheit
Ammonium	0 - 0,1 <b>0</b>	0,0 .. 0,1	[mg/l]
Calcium bei 34,8 psu	360 - 480 <b>400 – 450</b>	420	[mg/l]
Jod	Schlecht messbar	0,06	[mg/l]
Magnesium bei 34,8 psu	1100 - 1400 <b>1280 – 1350</b>	1280-1400	[mg/l]
Nitrit	0 - 0,10 <b>0</b>	0,0001	[mg/l]
Nitrat	0 - 20 <b>2 – 10 (≠ 0 !)</b>	0,01 .. 0,5	[mg/l]
Phosphat	0 - 0,20 <b>0,01 – 0,10 (≠ 0 !)</b>	0,001 .. 0,1	[mg/l]
pH-Wert	7,7 - 8,5	8,2	- sollte sich im Laufe des Tages max. 0,5 ändern
Salzgehalt			
a) Salinität oder	33,0 - 36,0 <b>34,5 – 35,0</b>	Normal: 34 (Rotes Meer: 41)	[psu] Optimum ist abhängig von der Herkunft der Tiere
b) Dichte bei 25°C oder	1,021 - 1,024 <b>1,0233</b>	1,0225 .. 1,024	[g/cm³]
c) spez. Dichte bei 25°C oder	1,024 - 1,027 <b>1,0263</b>	1,0255 .. 1,027	[] einheitenlos
d) Leitwert bei 25°C	50,4 - 54,5 <b>53</b>	51,7 .. 54,5	[ms/cm]
Silicat	0,0 - 0,3 <b>0,0</b>	Im offenen Meer: 0-10 In Korallenriffen: 0,08-0,22	[mg/l]
Karbonathärte/Alkalinität			
a) Methode-1 in °dH oder	5 - 10 <b>6-8</b>	6,5	[°dH]
b) Methode-2 in mEq/l	1,8 - 3,6 <b>2,2-2,9</b>	2,3	[mEq/l]
Wassertemperatur	23,5 - 28,3 <b>24,0 – 26,0</b>	Je nach Gebiet/Jahreszeit 23 .. 29	[°C]

Werte in **blau** = optimal

\*1) in oberflächennahem Wasser ermittelt

Es wurde dabei von einem typischen Mischbesatz aus Fischen, Wirbellosen und auch anspruchsvolleren Steinkorallen ausgegangen.

Ist das nicht der Fall (z.B. bei nur reinen Fischbecken) sind einige Parameter von geringer Relevanz.



Messungen der Konzentration von im Salzwasser gelösten Elementen sind häufig abhängig von der aktuellen Salinität (Dichte) des Wassers.

Dies trifft z.B. zu bei Ca, Mg, Alkalinität/°dH ...

- Höhere Salinität/Dichte → sie messen auch eine höhere Konzentration  
 Niedrigere Salinität/Dichte → sie messen auch eine niedrigere Konzentration



**Tipp:** Konzentration auf Norm-Salinität umrechnen um besser vergleichen zu können.

$$Konzentration_{normiert @ 34,8 \text{ psu}} = Konzentration_{gemessen} \times \frac{34,8 [\text{psu}]}{Salinität_{gemessen} [\text{psu}]}$$

Ihre Salinität können sie auch aus Umrechnung aus Dichte, relativer Dichte und Leitwert ermitteln. (Umrechnung siehe Kapitel: *Kann ich von einer in eine andere Einheit umrechnen?*)

Achtung: Wassertemperatur der Messung unbedingt für Umrechnung mit angeben!

Folgende 20 Elemente haben im Meerwasser den höchsten **Konzentrationsanteil**. Gewichtsmässig macht dies 3,33% aus. Der Rest ist nahezu komplett reines Wasser.

Element	Name	Konzentration im Ozean
		[mg/l]
Cl	Chlor	19357,2
Na	Natrium	10782,2
Mg	Magnesium	1280,9
S	Schwefel	897,8
Ca	Calcium	411,6
K	Kalium	398,8
Br	Brom	67,1
C	Kohlenstoff	27,0
N	Stickstoff	8,3
Sr	Strontium	7,8
B	Bor	4,5
O	Sauerstoff	2,8
Si	Silicium	2,8
F	Fluor	1,3
Ar	Argon	0,6
NO3	Nitrat	0,4
Li	Lithium	0,2
Rb	Rubinium	0,1
P	Phosphor	0,1
I	Jod	0,1

#### 1.4) Wassertests welcher Firma sind empfehlenswert?

Die folgende Tabelle gibt einen Anhaltspunkt Wassertests welcher Hersteller, gemäß meiner Erfahrung, empfehlenswert sind.

Gesichtspunkte hierzu sind:

- Genauigkeit
- Gute Ablesbarkeit und einfaches Handling
- Preis/Leistungsverhältnis

Wassertest für	Formel	Produkt / Hersteller (in alphabetischer Reihenfolge)
Ammoniak/ Ammonium	NH <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Tropic-Marin
Calcium	Ca	Tropic-Marin, Salifert, <b>Gilbers-Umwelttechnik</b>
Magnesium	Mg	Tropic-Marin, Salifert, <b>Gilbers-Umwelttechnik</b>
Nitrit	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<b>Salifert</b> , Sera, Tetra, Tropic-Marin, JBL
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>Salifert</b> , Tropic-Marin, <b>Visocolor Eco von Machery Nagel</b> *1)
Phosphat	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<b>Gilbers Umwelttechnik</b> , Rowa, Salifert, Tropic-Marin,
pH-Wert	-	Generell alle Hersteller *1)
Silicat	Si/SiO <sub>2</sub>	<b>Salifert</b> , Tropic-Marin
Karbonathärte	-	<b>Tropic-Marin</b> , Gilbers-Umwelttechnik

Werte in **blau** = von mir selbst derzeit bevorzugter Test (Genauigkeit, Preis/Leistung)

\*1) optimal sind Tests die auf 0,2 genau anzeigen (Bsp.: Tropic-Marin pH-Test, JBL 7,4-9,0)  
oder eine stark unterschiedliche Farbindikation zeigen (Bsp.: Salifert)

## 1.5) Wie kann ich sicher gehen mit Tröpfchentests richtige Meßergebnisse zu erhalten?

Es kommt leider immer wieder vor das die angezeigten Ergebnisse, mehr oder weniger, falsch sind. Andererseits kann es aber fatal sein wenn von vermuteterweise richtigen, aber tatsächlich falschen, Ergebnissen aus Korrekturen der Wasserwerte vorgenommen werden, oder Missstände im Becken nicht entdeckt werden.

Ursachen für falsch angezeigte/abgelesene Wasserwerte können sein:

- Tröpfchentest hat unzureichende Qualität, unzureichende Genauigkeit oder es wurde eine fehlerhafte Charge ausgeliefert
- Tröpfchentest wurde falsch gelagert
- Haltbarkeitsdatum überschritten
- Test wurde falsch abgelesen



Um sicherzugehen, ist es ratsam VOR der ersten Verwendung eines (neuen) Tröpfchentests dessen Anzeigenauigkeit an einer sog. Stammlösung zu überprüfen.

Eine Stammlösung (häufig auch Referenzlösung oder Multi-Referenz genannt) ist eine bewusst eingestellte, Wasserprobe auf deren Werte sie sich verlassen können (Herstellergarantie). Die eingestellten Werte dieser Wasserprobe befinden sich meist auf dem Optimal-Niveau dieses Wasserwertes (Ca, Mg, Alkalinität), oder auf einem günstigen Wert um die gemessenen Nährstoffwerte überprüfen zu können (N<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Si).

### Vorgehen:

1. Messen Sie mit Ihrem Wassertest, anstelle des Beckenwassers, eine Probe der Stammlösung (Menge je nach Vorgabe des Tröpfchentests, je nach Hersteller unterschiedlich)
2. a) Ist der gemessene Wert identisch mit dem bei der Stammlösung angegebenem Wert ist alles bestens, sie können den Ergebnissen dieses Tests vertrauen.

b) Ist dies jedoch nicht der Fall, ermitteln sie das  $\Delta$  zwischen Stammlösung und dem angezeigten Wert

Bsp.:            angegebener Wert Mg-Stammlösung            1350 mg/l  
                  gemessener Wert der Stammlösung            1300 mg/l  
                   $\Delta = 1350\text{mg/l} - 1300 \text{ mg/L} = 50 \text{ mg/L}$   
                  → Der Test zeigt 50 mg/l zu wenig an !

Vermerken Sie das  $\Delta$  des Tests, am besten direkt auf der Verpackung oder der Bedienungsanleitung des Wassertests.

Berücksichtigen Sie nun bei jeder folgenden Messung des Becken-Wassers das ermittelte Delta für diesen Test.

Bsp.:            gemessener Wert Beckenwasser            1180 mg/l  
                  ermitteltes  $\Delta$  des Tröpfchentests             $\Delta = 50 \text{ mg/L}$   
                  tatsächlicher Wert Beckenwasser            1230 mg/l            (1180+50)

Anmerkung: Die hier angeg. Methode geht davon aus, dass der Test überhaupt dazu in der Lage ist den gew. Wasserwert zu überprüfen, und das die Abweichung nicht zu extrem ist. Ebenso wird eine Steigung oder Nicht-Linearität der Ergebnisse nicht berücksichtigt.

Eine gute Faustregel ist es bei einer Abweichung von > ca. 20% den Tröpfchentest nicht mehr zu verwenden (Inanspruchnahme Garantie!)

Nightsun Stammlösungen für Calcium, Magnesium, Phosphat, Nitrat und Silikat.

Preis je 100ml Einzel-Referenzlösung ca 7.-€



Multi-Referenz von Fauna-Marin zur Prüfung der Genauigkeit mehrerer Messgrößen. Folgende Werte sind damit überprüfbar: Calcium, Magnesium, Alkalinität/Karbonathärte, Kalium und Silikat.

Preis 100ml Multi-Referenz ca. 20.-€.



## 1.6) Welche Methode zur Messung des Salzgehaltes ist die geeignetste?

Üblicherweise wird eines von diesen 3 verschiedenen Typen von Messgeräten verwendet:

- Refraktometer
- Spindel / Aräometer
- Leitwertmessung mittels Elektrode

Diese Messmethoden liefern die Ergebnisse des Salzgehaltes übrigens in unterschiedlichen Einheiten, welche aber problemlos ineinander umgerechnet werden können.

Alle 3 Messmethoden eignen sich zur Messung des Salzgehaltes.

Es gibt jedoch deutliche Unterschiede in der Qualität und damit der Genauigkeit der Messergebnisse.

Die Entscheidung welche Methode sie wählen kann ich Ihnen nicht abnehmen.

Sie hängt von Ihren Ansprüchen und finanziellen Mitteln ab. Deswegen folgt hier eine Auflistung der Features, sowie Vor/Nachteile der Methoden

Messmethode	Refraktometer	Spindel (Aräometer)	Leitwertmessung
Bild			
Preis	50.- .. 100.- €	15.- .. 50.- €	250.-..... > 1000.- €
Messgröße/Einheit	Unterschied der Lichtbrechung Wasser/Salzwasser (damit zunächst einheitenlos) Angabe in [psu] bzw. [‰]  und meistens auch relativer Dichte [-]	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]  einige Geräte messen auch die relative Dichte [-]	Leitfähigkeit (= Widerstand <sup>-1</sup> )  [ms/cm]
Temperatur-Kompensation	Ja	Nein, muss zur Ermittlung des korrekten Salzgehaltes separat gemessen werden	Teilweise, je nach Gerät
Dauer-Messung möglich	Nein	Nein	Ja
Zeitaufwand für Messung	Gering	Gering – Mittel	Sehr gering
Sonstiges  - Nachteil + Vorteil	- Achtung vor Billig-Refraks aus China, sie sind häufig ungenau  - Refraks sollten beim ersten mal anhand eines anderen Gerätes kalibriert, bzw. ein Versatz/Offset der Ergebnisse ermittelt werden	- bruchempfindlich, - Verwendung eines zusätzlichen Gefäßes zur Messung anzuraten	- Elektrode muss von Zeit zu Zeit kalibriert werden - Nur die teuren Geräte sind wirklich gut  + Möglichkeit der Anbindung an Aquarien-Computer

## 1.7 Worin liegen die Unterschiede der verschiedenen Messmethoden für den Salzgehalt?

In der Riffaquaristik ist ein Salzgehalt (Salinität) von 34,8 optimal.

Dieser wird durch Zugabe von exakt 34,8 Gramm reinem Salz pro Kilo Wasser erreicht.

Die Salinität ist Temperatur- **unabhängig**, d.h. Wasser das bei 20°C eine Salinität von 34,8 Promille hat, hat diese auch noch bei z.B. 30°C.



Neben der Salinität messen einige Geräte aber auch

- Dichte
- relatives Gewicht/spezifische Dichte
- Leitwert

Diese 3 Größen sind temperatur**abhängig**!

Der Grund dafür ist, dass bei Wasser im für uns relevanten Bereich (20 .. 30°C) mit steigender Temperatur die Dichte leicht abnimmt, was gleichzuetzen ist mit leichter Ausdehnung (Volumenzunahme) des Wassers.

Temperatur	Dichte von Wasser bei angeg. Temperatur [g/cm <sup>3</sup> ]
3,98°C	1,0000
10°C	0,9997
15°C	0,9992
20°C	0,9983
25°C	0,9971
30°C	0,9957

Die Menge an gelösten Salzen (Salzkristallen) bleibt jedoch gleich. Das Resultat sind unterschiedliche angezeigte Messwerte bei verschiedenen Wassertemperaturen.

Zum besseren Verständnis hier noch einige Definitionen:

a.) Dichte

$$\rho = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} = \frac{m}{V} \quad \text{in [g/cm}^3\text{] oder [dm}^3\text{/kg]}$$

b.) relatives Gewicht, oder auch spezifische Dichte

$$d = \frac{\rho}{\rho_0} \quad \text{und damit Einheiten los []}$$

$\rho$ : Messwert der Dichte

$\rho_0$ : Dichte bei einer gewissen Temperatur (Bezugstemperatur)

c.) Leitwert

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{[ms/cm]}$$

R = elektrischer Widerstand

Salzwasser der gleichen Salinität, gemessen bei unterschiedlichen Temperaturen, ergibt für Dichte, spezifische Dichte sowie Leitwert unterschiedliche Messwerte !

Beispiel-Tabelle: Unterschiedliche Messwerte bei unterschiedlichen Wassertemperaturen

Messwert	Einheit	bei 20°C	bei 25°C (Normtemperatur Riff-Aq.)	bei 30°C
Salinität	[psu] oder [‰]	34,8	34,8	34,8
Dichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,0246	1,0232	1,0216
spezifisches Gewicht	[/]	1,0276	1,0262	1,0246
Leitwert	[ms/cm]	47,67	52,80	58,05

Angabe der Dichte, relativen Dichte und des Leitwertes ist nur sinnvoll wenn gleichzeitig zum Messwert die Wassertemperatur bei der die Messung erfolgt ist mit angegeben wird.

Am einfachsten wäre es deswegen den Salzgehalt immer als Salinität anzugeben. Es gibt aber diverse sehr genau arbeitende gut ablesbare und trotzdem kostengünstige Messgeräte die uns die Salinität nicht anzeigen, wie beispielsweise Aräometer.



Absolut entscheidend ist zu wissen WAS unser Messgerät wirklich anzeigt!

### 1.8 Woran erkenne ich ob meine Spindel die Dichte bzw. spezifische Dichte anzeigt?

	Messung der Dichte	Messung der spezifischen Dichte oder relativen Dichte
Text/Aufdruck	Dichte Density	Spezifisches Gewicht oder relative Dichte Specific Gravity / SG
Einheit	[g/cm <sup>3</sup> ]	[-] Einheitenlos !
Sonstiges	Temperaturaufdruck 25/4°C oder nur 25°C	Temperaturaufdruck 25/25°C  Diese Geräte findet man häufig in USA

### 1.9 Welchem Messgerät für den Salzgehalt sollte ich vertrauen?

Fakt ist, dass man einem neu gekauften Messinstrument generell nicht einfach blind vertrauen sollte. Als Referenz-Messquelle (Kalibrierung) ist ein großes Aräometer, mit Kalibrierung auf Dichte, zu empfehlen.

Empfehlenswert ist dazu z.B. die große Tropic Marin oder Aqua Medic Spindel mit Eichung auf Dichte. Kostenpunkt ca. 35.-€

Damit können die Ergebnisse anderer Messgeräte verglichen werden. Wenn so der Messfehler einmal ermittelt wurde, kann er bei jeder Messung berücksichtigt und ggf. korrigiert werden. Die alltäglichen Messungen können dann mit der Methode durchgeführt werden, die am bequemsten ist.

Weniger empfehlenswert sind

- Aräometer aus Plastik mit Zeigeranzeige

- Billig Refraks aus China





### Refrak-Tipps:

- 1.) Refraks sollten regelmässig mit Salzwasser einer genau bekannten Salinität (Referenz-Lösung!) im Bereich in dem später auch angezeigt/gemessen werden soll eingestellt werden.  
Die früher oft empfohlene Einstellung mit destilliertem- /Umkehrosmosewasser auf Salinität 0 ist nicht die beste Methode und wird deswegen nicht mehr empfohlen!  
Ebenso empfiehlt sich eine Überprüfung (Kalibrierung) des angezeigten Messwertes mit einer genauen Spindel.
- 2.) Lesen sie vom Refraktometer unbedingt nur die angegebene Salinität [psu]/[‰] ab. Diese ist genau spezifiziert und außerdem temperaturunabhängig!  
Lesen sie nicht den häufig mit angegebenem Dichtewert ab! Er zeigt, anstelle der Dichte (in  $\text{g/cm}^3$ ) die spezifische bzw. relative Dichte (einheitenlos). Dieser Wert ist unterschiedlich zur normalen Dichte und höher. Die spez. Dichte ist noch dazu unterschiedlich je nach angegebener Bezugstemperatur.
- 3.) Verwenden sie Refraktometer welche auf Meerwasser, nicht solche die NaCl kalibriert sind.  
Der Unterschied beträgt ziemlich genau 1 psu.  
Bei Unsicherheit welches Refraktometer vorliegt hilft die oben empfohlene Einstellung mittels Referenzlösung oder auch die Vergleichsmessung mit einem großen Aräometer.
- 4.) Verwenden Sie Refraks mit Automatischer Temperatur Kompensation (ATC)



### Spindel/Aerometer-Tipps:

- 1.) Achten sie beim Kauf darauf ein möglichst großes und damit gut ablesbares Instrument zu kaufen.  
Ein separates, transparentes und schlankes Gefäß zum Messen ist dringend anzuraten.  
Optimal ist ein 500ml großer, hoher Messzylinder aus Kunststoff.
- 2.) Kaufen sie ein Gerät das in Dichte und nicht in spezifischer Dichte bzw. relativer Dichte kalibriert ist.  
Sie ersparen sich damit eventuell Unannehmlichkeiten und Rechnerei.
- 3.) Beim Messen sollte die Spindel frei von getrockneten Salzrückständen und der obere Bereich außerdem trocken sein.  
Ansonsten wird eine falsche Dichte angezeigt.

Tabellen zur Umrechnung in Salinität siehe Anhang

- [Dichte → Salinität](#)
- [Relative Dichte → Salinität](#)
- [Leitwert Dichte → Salinität](#)

## 1.10) Kann ich Leitungswasser für mein Riffaquarium verwenden? Welche Wasseraufbereitung ist sinnvoll?



Sie sollten Leitungswasser wirklich nur verwenden wenn absolut sicher ist dass es frei von jeglichen Schadstoffen ist, und auch bleibt. Investition in eine solide Wasseraufbereitung ersparte schon vielen Aquarianern unangenehme und eventuell kostenintensivere Folgen.

Grund: Es gibt bei den meisten Wasserversorgern von der Jahreszeit abhängige Schwankungen der Wasserqualität. Gute Qualität zum Zeitpunkt-X muss nicht heißen das das immer und über das ganze Jahr so bleibt so bleibt!

Sollten Sie weiterhin überlegen Leitungswasser zu verwenden empfiehlt sich ein Check folgender beim Wasserversorger erhältlichen Wasserwerte.

### Schädlich sind:

- Erhöhte Nährstoff und Spurenelement-Konzentration (Nitrat, Phosphat und Kieselsäure/Silikat)
- Vorhandensein von Schwermetallen (Eisen, Kupfer, Blei, ...)  
u.a. auch in alten Wasserleitungen
- Hoher Chlorgehalt, speziell in Sommermonaten

### Unbedenklich sind:

- Calcium
- Sulfat
- Chlorid (aus Chlor umgewandelt)
- Natrium
- Karbonathärte

da im Meerwasser ohnehin vorhanden. Ebenso sind die restlichen vom Wasserversorger angegebenen Werte von geringem Belang für die Meerwasseraquaristik.



Fast alle im Handel erhältlichen Salzmischungen sind außerdem darauf ausgelegt, dass sie bei Verwendung von optimal aufbereitetem Wasser, anschließend optimale Wasserparameter im damit angesetzten Salzwasser einstellen.

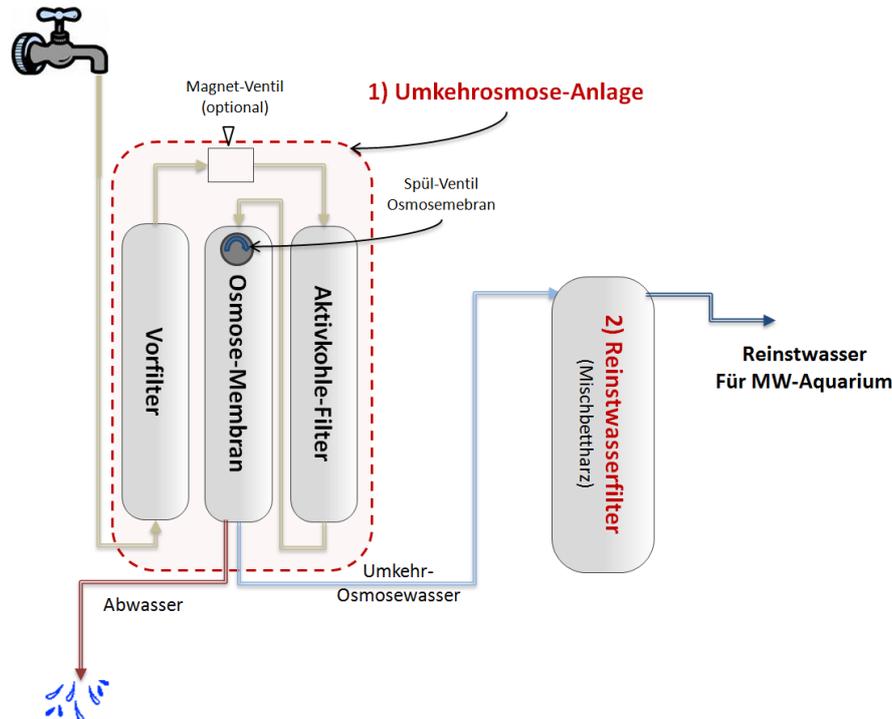
Verwenden Sie Leitungswasser werden die Inhaltsmengen um die schon im Ausgangswasser beinhaltete Dosis erhöht und damit evtl. zu hoch.

In den meisten Fällen ist die Wasserqualität für ein sauber laufendes Meerwasserbecken nicht ausreichend. Die Anschaffung einer geeigneten Wasseraufbereitungsanlage gehört somit eigentlich zur Grundausstattung. Nur bei kleinen Aquarien empfiehlt es sich eventuell sauberes Ausgangswasser zu kaufen statt es selbst herzustellen. Anschaffungskosten und notwendiger Platz für eine Wasseraufbereitung sind häufig eine zu hohe Hürde. Versichern Sie sich beim (Aquarien)Händler, dass es mit einer der hier beschriebenen geeigneten Wasseraufbereitungsmethoden hergestellt wurde oder kaufen Sie destilliertes Wasser aus dem Baumarkt. Destilliertes Wasser muss der DIN 57 510/VDE 0510 bzw. DIN 45530, EN 285 entsprechen.

Bei bis zu mittelgroßen Becken ist eine **Umkehr-Osmoseanlage** (= UOA) mit nach geschaltetem **Reinstwasserfilter** eine relativ kostengünstigste und von der Wasserqualität her saubere Lösung. Neben in Wasser gelösten Stoffen, Schwermetallen usw. entfernt diese ebenso Bakterien.

Es gibt bei Osmose-Anlagen keine großen Qualitätsunterschiede. Kaufkriterien sind:

- Durchsatzmenge je Tag → gute Anlagen haben > 150L je Tag
- Größe der beiden Filterbehälter (Preis beim Austausch vs Filtervolumen)
- Vorhandensein eines Spülventiles → kein Muss-Kriterium, siehe später



Eine Umkehr-Osmoseanlage entfernt bereits einen großen Teil der ungewünschten Stoffe im Ausgangswasser. Beispielhaft hier Tabelle der Rückhaltequote (AquaCare TFC Polyamid Membran)

Stoff	Rückhaltung [%]	Stoff	Rückhaltung [%]	Stoff	Rückhaltung [%]
Aluminium	96-98	Cyanid	85-95	Nitrat	90-95
Ammonium	80-90	Eisen	96-98	Phosphat	95-98
Bakterien	>99	Fluorid	92-95	Polyphosphat	96-98
Blei	95-98	Gesamthärte	93-97	o-Phosphat	96-98
Bor	50-70	Kalium	92-96	Quecksilber	94-97
Borat	30-50	Kieselsäure	80-90	Radioaktivität (partikulär)	93-97
Bromid	80-95	Kupfer	96-98	Silber	93-96
Cadmium	93-97	Magnesium	93-98	Silicium	92-95
Calcium	93-98	Mangan	96-98	Sulfat	96-98
Chlorid	92-95	Natrium	92-89	Thiosulfat	96-98
Chromat	85-95	Nickel	96-98	Zink	96-98



Silikat wird allerdings nicht ausreichend für die MW-Aquaristik entfernt. Erst in einem Reinstwasserfilter werden, aus dem ansonsten schon sehr sauberen Wasser, auch die Silikate vollständig gebunden/entfernt. Das Wasser wird hier durch ein sog. Mischbettharz gedrückt. Das Mischbettharz ist ein Verbrauchsmaterial und muss, von Zeit zu Zeit und je nach noch befindlicher Silikatmenge im Wasser nach der UOA, entsorgt und durch neues ersetzt werden.

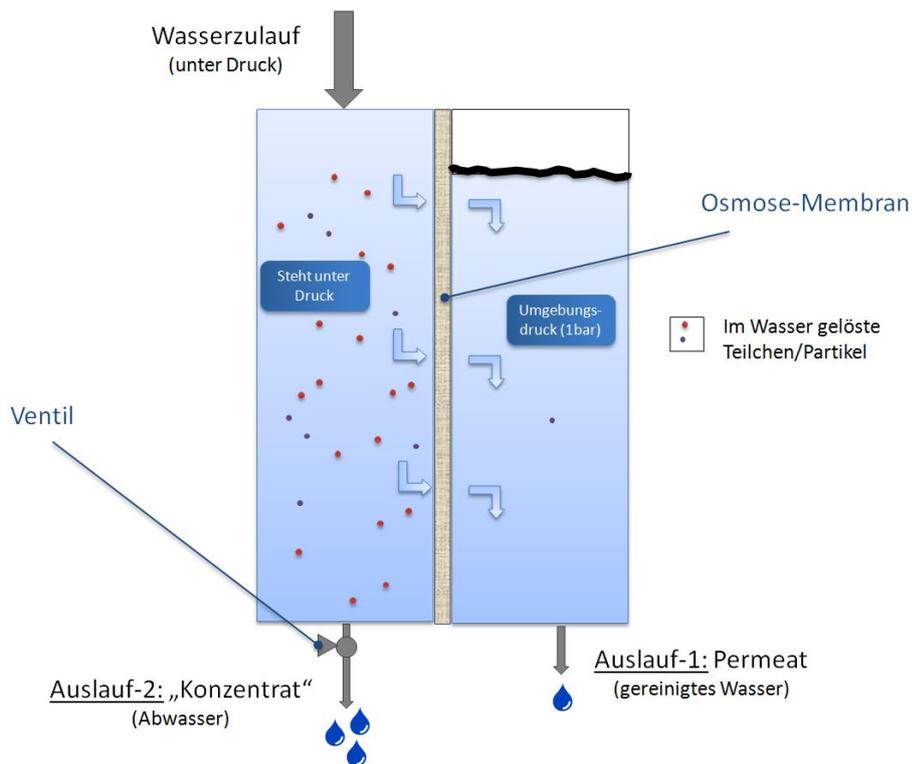
Der Einsatz eines Reinstwasserfilter ohne vorgeschaltete Osmose-Anlage ist rein theoretisch möglich. Dadurch, dass das Harz dann neben dem Silikat auch alle anderen Inhalts/Schadstoffe des Ausgangswassers binden muss, ist es jedoch sehr schnell verbraucht. Deswegen ist dies nicht sinnvoll.

Folgende vereinfachte Funktionsskizze erklärt den Aufbau einer Umkehr-osmose-Membran. Um eine möglichst große Oberfläche und damit gute



auch

Effektivität zu haben, sind die Membranen in Realität spiralförmig um ein sogenanntes Ablaufrohr aufgewickelt.



- Eine Osmose-Membran ist kein Sieb oder Partikelfilter im ursprünglichen Sinne. Diese würde nämlich bei in Wasser gelösten Stoffen nicht funktionieren.
- Das auf der linken Seite der Membran anstehende Ausgangswasser (Wasserzulauf) muss unter Druck stehen. Je höher der Druck desto effektiver arbeitet die Anlage. Der übliche Leitungsdruck von 3-4bar ist ausreichend, optimal sind jedoch noch höhere Drücke. Ist der Wasserdruck zu niedrig kann eine sogenannte Boosterpumpe vorgeschaltet werden.
- Ein Teil des Wassers wandert, aufgrund des unterschiedlichen osmotischen Druckes (linke vs. rechte Kammer) durch die Membrane in die drucklose rechte Kammer. Wassermoleküle selbst durchdringen die Membran sehr leicht. Andere, geladene Ionen, tun dies jedoch nicht wodurch die eigentliche „Filterwirkung“ entsteht. Das hierdurch „gereinigte Wasser“ verlässt die Anlage (drucklos) als sogenanntes Permeat (Auslauf-1).
- Der andere Teil des Wassers verbleibt zunächst in der linken Kammer, der Druck hier muss ja aufrecht erhalten werden. Dieses Wasser reichert sich aber mit gelösten Verunreinigungen an und muss deswegen abgeführt werden. Hierzu dient ein Ventil, welches eine gewisse Menge Wasser ablaufen lässt, ohne jedoch den Druck in dieser Kammer zu sehr zu reduzieren. Das durch dieses Ventil auslaufende Wasser besitzt jetzt eine höhere Konzentration an gelösten Inhaltsstoffen und wird deswegen als Konzentrat bezeichnet (In dieser FAQ bezeichne ich es als „Abwasser“ da besser verständlich) und kann entweder entsorgt werden oder für andere, nicht aquaristische Zwecke eingesetzt werden (Auslauf-2).



Umkehr-Osmoseanlagen sollten regelmässig gepflegt und gewartet werden. Vernachlässigt man dies, wird die Permeatmenge sinken, die Konzentratmenge steigen.

Man merkt dies vor allem daran, dass die UOA dann immer länger benötigt um eine gewisse Wassermenge herzustellen.

Die angegebenen Wechselintervalle sind nur grobe Anhaltswerte, da sie stark von der Menge des mit der UOA aufbereiteten Wassers abhängen.

- Feinfilter/Vorfilter: Hält mechanische Verunreinigungen zurück, kann dadurch verstopfen.  
Ein übliches Wechselintervall ist ca. alle 2 Jahre.
- Aktiv-Kohlefilter: Austausch empfehlenswerterweise zusammenn mit Wechsel des Feinfilters.  
Ein übliches Wechselintervall ist ca. alle 2 Jahre.  
Die Kohlepatrone verschleißt üblicherweise zwar nicht. Ist im Ausgangswasser jedoch viel Chlor enthalten kann dies die Osmosemembran schädigen. Chlor ist übrigens auch toxisch für Fische. Der Aktivkohlefilter wandelt Chlor in unschädliches Chlorid um. Allerdings kann der Kohlefilter dies nur für eine gewisse Menge an Chlor tun, bevor diese Funktion erschöpft ist. Bei „viel Chlor im Wasser“ sind deswegen häufigere Wechselintervall notwendig.
- Osmose-Membran: Diese verschleißt in der Regel nicht!  
Viele Aquarianer empfehlen trotzdem diese alle 2 Wochen für ca 5 Minuten zu „spülen“. Dabei sollen, durch das vermehrte Vorbeilaufen von Wassers an der Membran anhaftende Partikel weggespült werden.  
Ich halte das spülen für nicht notwendig.
- War jedoch die Funktion der Vorfilter (Feinfilter, Kohle) nicht ausreichend, kann die Membran auch so stark zugesetzt oder angegriffen sein, dass sie nicht mehr sauber funktioniert (schlechte Rückhaltequote oder schlechtes Verhältnis Konzentrat zu Permeat) und dann ausgetauscht werden muss.

Wie kann ich überprüfen ob meine Osmoseanlage noch sauber funktioniert?

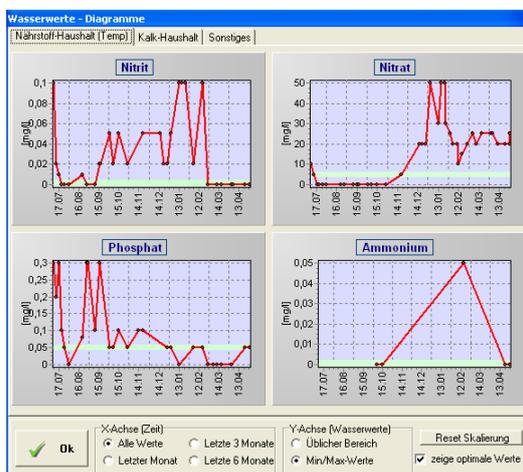
- Leitwert des Permeates darf max 5% des Leitwertes des Leitungswassers haben
- KH-Test sollte beim messen des Permeates sofort oder bei sehr geringen Werten umschlagen (0 – max 2 °dH)
- Der pH Wert wird durch die Osmoseanlage nicht beeinflusst.  
Er sollte bei ca. 6,5 bis 7 liegen.  
Erst durch Zugabe der Salzmischung wird dieser auf im Becken übliche Werte angehoben.
- Silikat-Konzentration kann nach der UOA noch vorhanden sein  
Erst nach Durchlauf durch Reinstwasserfilter MUSS diese bei 0 mg/L liegen



## 1.11) Tipps zum Messen der Wasserwerte

- Keine NoName-Tests verwenden da zu ungenau (siehe Liste der empfohlenen Tests)
- Angaben der Hersteller, sowie evtl. Haltbarkeitsdatum der Tests beachten (Einige Tests sollten gekühlt aufbewahrt werden)
- Keine Tests die nur für Süßwasser geeignet sind verwenden
- Messung sollte immer zur selben Tageszeit, wenn möglich bei gleicher Wassertemperatur und nicht kurz nach der Fütterung erfolgen (Die Tageszeit ist speziell bei pH-Messung wichtig!)
- Zu untersuchendes Wasser sollte immer an der selben Stelle im Becken entnommen werden und sauber sein
- Konzentrationsmessungen von Elementen die im Meerwasser gelöst sind (Ca/Mg/..) sind nur vergleichbar wenn sie bei gleicher Salinität gemessen wurden. Bei niedrigerer Salinität sind die Werte entsprechend niedriger, bei höherer → höher.
- Zu entnehmende Wassermenge an Spritze (nicht Gläschen/Küvette) ablesen, da genauer
- Spritzen, Küvetten, Messlöffel, Deckel jeweils nach Benutzung reinigen und trocknen. Nicht zwischen unterschiedlichen Meßsets austauschen, ansonsten kann es zu einer Verschleppung von Chemikalien und damit Messfehlern kommen. Gute Testsets haben deswegn u.a. unterschiedlich farbige Spritzen.
- Chemikalien und Wasserprobe blasenfrei aufziehen.
- Bei Tests bei denen eine genau Menge an zuzugebender Reagenz (bis zum Farbumschlag) mittels kleiner Spritze ermittelt werden muss, darauf achten das nichts an der Wandung der Küvette anhaftet (Verfälschung Ergebnis)
- Um ungewolltes Heraustropfen aus Dosierfläschchen zu vermeiden entweder:
  - a) Fläschchen abseits Meßgefäß mit Hals nach unten drehen und dort austropfen lassen oder
  - b) Öffnung nach oben, kurz auf Fläschchen drücken (Luft entweicht), beim Umdrehen (Öffnung nach unten) den Druck wieder nachlassen
- Sauber arbeiten, keine Chemikalien an Fingern usw. ebenso Sicherheitsaspekte beachten (Reagenzien sind teilweise *basisch* oder *Säuren*)
- Farbvergleiche optimalerweise unter natürlichem Licht, jedoch ohne direkte Sonneneinstrahlung, ermitteln. Bei Messungen im Zimmer immer die gleiche Lichtquelle, optimalerweise mit möglichst weißem Lichtspektrum verwenden (funzeliges Glühlampenlicht ist z.B. nicht gerade optimal)!
- Ermitteln Sie regelmäßig auch die Werte Ihres Ausgangswassers (Süßwasser) Dies gilt auch bei Einsatz eventueller Wasseraufbereitungstechnik, denn diese könnte defekt oder verschlissen sein
- Es sollte generell kein Eisen ins Becken. Messelektroden sollten deswegen wenn möglich nicht aus Stahl sein (auch nicht aus rostfreiem Stahl) geschweige denn aus Kupfer oder Messing. Temperatur-Messfühler lassen sich z.B. mit Folie oder Kunststoff überziehen

- 
- Generell ist es empfehlenswert den *Verlauf der Messwerte über Zeit mitzuprotokollieren*. So erkennt man schleichende Veränderungen deutlich besser. Hierzu können Sie u.a. meinen „Aqua Calculator“ ([Link](#)) verwenden.



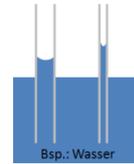
## 1.12) Tipps zum Messen mit Spritzen, Küvetten und Aräometern



Oberflächenspannung von Flüssigkeiten verursacht in kleineren Gefäßen bzw. Röhren einen Anstieg oder auch Abfall des Flüssigkeitsspiegels. Dies ist bei einigen Messverfahren, z.B. beim Befüllen von Spritzen, Küvetten usw. zu beachten.

**Kapillareffekt:** Beim Eintauchen einer dünnen oben und unten offenen Röhre (Kapillare) sinkt ODER steigt der Wasserspiegel darin. Je dünner die Kapillare desto größer der Effekt.

Bei normalen Flüssigkeiten welche die Wandung benetzen (Wasser auf Glas oder Kunststoff) steigt der Flüssigkeitsspiegel im Röhrchen und es bildet sich dort eine gewölbte Oberfläche.



Wasser auf nach unten

Bei Flüssigkeiten welche die Oberfläche nicht benetzen (Wasser auf gefettetem Quecksilber auf Glas, ..) tritt das genaue Gegenteil auf. Der Flüssigkeitsspiegel sinkt Oberfläche wölbt sich nach oben.



Glas, und die

**Umgekehrter Kapillareffekt:** Stellt man einen Gegenstand in eine Flüssigkeit erfolgt genau der umgekehrte Effekt. Die Oberfläche der Flüssigkeit wölbt rund um den Gegenstand nach oben. Genau dies beobachtet man z.B. beim Einsetzen eines Aräometers.

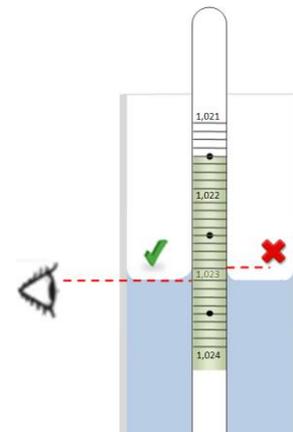
wird ein Aräometer abgelesen?

berücksichtigt, den **Wert am Wasserspiegel**, nicht den oben am sog. (Wölbung).

MW-Aquaristik verwendeten Aräometer sind so ausgelegt, dass sie von dem Wasserspiegel abgelesen werden sollten.

Sie indem Sie Ihrem Blick, von unten her dem Wasserspiegel annähern. die, zunächst elliptisch erscheinende, Grundfläche zu einem Strich wird den Wert ab.

**vergessen:** Temperaturmessung parallel zur Aräometer Ablesung ist erforderlich



F: Wie  
A: Man Meniskus Die in der unterhalb Starten Wenn lesen Sie Nicht unbedingt

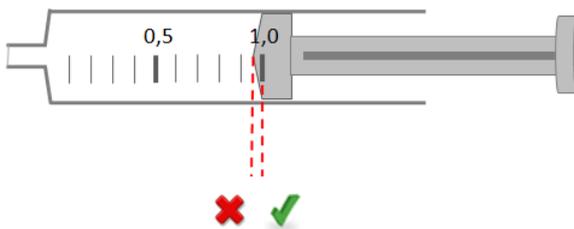
F: Wie

lese ich die korrekte Füllmenge einer Spritze ab?

A: Ist der Kolben der Spritze leicht pfeilförmig, wird der Wert bei den meisten Spritzen nicht an der Pfeilspitze, sondern am Rand des Kolbens abgelesen. (siehe Skizze).

Das ist aber nicht bei allen Spritzen der Fall. Im Zweifelsfall nochmal in der Bedienungsanleitung des Testkits nachsehen

Ist der Kolben flach erübrigt sich die Frage (Fehlablesung ist nahezu nicht möglich)



F: In meiner Testanleitung steht, dass ich einen mitgelieferten Aufsatz auf die Spritze stecken muss und damit eine Testflüssigkeit in der Spritze aufziehen soll. Wenn ich das mache befindet sich in der Spritze ein Luftpolster. Da stimmt doch etwas nicht?

Und wozu brauche ich überhaupt den Spritzen-Aufsatz?

A: Keine Angst, das hat alles seine Ordnung.

Der Aufsatz dient dazu um den Spritzen-Inhalt langsam und gezielter entleeren zu können.

Da er zu Anfangs mit Luft gefüllt ist, wird diese mit in die Spritze gezogen. Die Spritze wird mit der Spitze immer nach unten gehalten. Dadurch verbleibt/sammelt sich die Luft oben am Kolben. Wenn die Spritze dann entleert wird, wird das Luftpolster genauso wieder erst am Ende (also nicht mit-) entleert.

F: Was ist besser abzulesen Spritze oder Küvette?

A: Die Spritze, denn sie ist genauer und einfacher abzulesen als die Küvette.

F: Wie lese ich eine Küvette ab?

A: Auch hier darf der Meniskus nicht beachtet werden.

Ablesung also unterhalb des Meniskus.

---



### 1.13) Was bedeuten die Abkürzungen und Einheiten?



#### Kann ich von einer Einheit in eine andere umrechnen?

a) Konzentrationen (z.B.: bei Ammoniak, Nitrit, Nitrat, Calcium, Magnesium, Silikat)

---

Die Einheit [**mg/l**] (1/1000g pro Liter oder 1 Milligramm pro Liter) ist nicht ganz identisch mit der z.B. in USA verwendeten Einheit [**ppm**] (parts per million), die eigentlich mg/kg entspricht. Da ein Liter Meerwasser 1,023 kg wiegt, ergibt sich ein Unterschied von 2,3%.  
Im aquaristischen Alltag kann man aber damit leben, dort ist keine Umrechnung erforderlich.

#### b) Volumen

Die bei uns übliche Einheit [**l**] (**L**iter) entspricht übrigens 1 Kubik-Dezimeter [**dm<sup>3</sup>**]  
Z.B in USA werden aber [**g**] (**G**alleons) verwendet.

$$\text{Vol}_{\text{Liter}} = \text{Vol}_{\text{Galleons}} * 3,78$$

$$\text{Vol}_{\text{Galleons}} = \text{Vol}_{\text{Liter}} / 3,78$$

#### c) Gewicht

In der Aquaristik üblich bei uns ist die Einheit [**g**] (**G**ramm)  
in USA jedoch [**oz**] („Unzen“ oder in Lokalsprache „**ounces**“)

$$\text{Gewicht}_{\text{Gramm}} = \text{Gewicht}_{\text{Ounces}} * 28.349$$

$$\text{Gewicht}_{\text{Ounces}} = \text{Gewicht}_{\text{Gramm}} / 28.349$$

#### d) Karbonathärte / Alkalinität

Karbonathärte wird bei uns üblicherweise in [°dH] (**deutsche KarbonatHärte**) angegeben, kann aber auch in [mEq/l] (**milli Equivalents per Liter**) angegeben werden.

In USA wird übrigens fast ausschließlich mEq/l angegeben

$$\text{mEQ} = \text{°dH} / 2,78$$

$$\text{°dH} = \text{mEq} \times 2,78$$

Anmerkung: Mit dem Karbonathärtetest wird eigentlich das Säure-Pufferungsvermögen (=Alkalinität) gemessen. Dabei gibt man Säure zu bis pH 4,3 erreicht ist und ermittelt diese Menge. Seite: 24 Im Meerwasser ist die Alkalinität zu 95% von den Pufferionen Carbonat und Hydrogencarbonat sowie vom pH-Wert abhängig. Deshalb ist es für die Aquaristik vertretbar, Karbonathärte und Alkalinität gleich zu setzen.

#### e) Temperatur

Die Umrechnung der bei uns einheitlichen Einheit [°C] (Celsius) in [°F] (Fahrenheit) wie sie z.B. in USA eingesetzt wird ist etwas umständlicher.

$$\text{Fahrenheit-Temperatur} = (\text{Celsius-Temperatur} \times 9/5) + 32$$

$$\text{Celsius-Temperatur} = (\text{Fahrenheit-Temperatur} - 32) \times 5/9$$

#### f) Salzgehalt (Salinität / Dichte / Leitwert)

Die Umrechnung zwischen den verschiedenen Messverfahren benötigt zum Teil mathematische Näherungsverfahren. Einfache Formeln könne nicht angegeben werden.

Hier wird deswegen erneut auf mein Meerwasser-Tool „Aqua Calculator“ ([Link](#)) verwiesen das alle diese Umrechnungen beherrscht.

Salinitäts Umrechnungen

Salinität: 34,86 [psu]

Berechne aus Salinität

Berechne aus Dichte

Berechne aus relativer Dichte

Berechne aus Leitwert

bei Temperatur: 24,0 [°C]

Dichte: 1,0235 [g/cm³] | 1,0232 [g/cm³] bei 25°C

Relative Dichte/spezifische Dichte: 1,0265 [-]@25,0°C | 1,0262 [-]@25,0°C bei 25°C

Leitwert: 51,84 [ms/cm] | 52,88 [ms/cm] bei 25°C

## 1.14 Welche Wassertests/Messgeräte soll ich mir kaufen?



Den Kauf der von lokalen Aquarienhändlern relativ häufig angebotenen Komplett-Sets, wie z.B. den von JBL Testkoffer, kann ich nicht empfehlen!

Als solide Grundausstattung (gute Meßqualität, gutes Preis/Leistungsverhältnis) empfehle ich derzeit folgendes Paket Wassertests verschiedener Hersteller:

Test für	Hersteller	Ca.-Preis
Nitrit / Nitrat (Kombitest)	Tropic Marin	15.-
Phosphat	<a href="#">Umwelttechnik Gilbers</a>	33.-
Alkalinität/Karbonathärte	Tropic Marin	8.-
Calcium	<a href="#">Umwelttechnik Gilbers</a>	19.-
Magnesium	<a href="#">Umwelttechnik Gilbers</a>	19.-
pH-Wert	Salifert	7.-
<b>Gesamtpreis + Versand</b>		<b>ca. 100 €</b>



Um sicherzugehen das die Tests auch wirklich i.O. sind, bzw. auch nach Lagerung noch ok sind, **Referenzlösungen** für Alkalinität, Calcium und Magnesium (Nightsun Referenzlösungen, je ca 7.-€ oder Multireferenz FaunaMarin 20.-€)



Dazu eine **große, gut ablesbare Spindel** (wie z.B. das Tropic Marin - Präzision Aräometer für ca. 35.-€)



Sowie ein **langes schlankes transparentes Gefäß** um darin, ohne störende Strömung, messen zu können (optimal ist ein 500ml Kunststoff-Messzylinder mit 35cm Höhe, Kostenpunkt ca. 20.-€ oder auch Glas-Messzylinder, erhältlich in Onlineshops oder Apotheke ).



## TEIL 2 – Wichtige Abläufe im Riffaquarium

### 2.1 Strömung

Sehr häufig unterschätzt, aber mit Der Wichtigste Faktor für stabil laufende MW-Becken, ist



**an das Becken angepasste Strömung** sowie ein  
**auf optimale Strömung ausgerichteter Beckenaufbau.**

Die Strömung hat zwar keinen Einfluss auf Salzgehalt oder Konzentration von Mengen/Spurenelementen. Allerdings: Je besser ein Becken durchströmt wird, desto weniger bilden sich aber Ablagerungen oder Gammelstellen. Oder, andersrum ausgedrückt:



Je mehr nicht sauber durchströmte Stellen ein Becken hat, desto größer das Risiko das sich Gammelstellen bilden.

Gammelstellen sind nicht nur unschön, sondern häufig Ursache für steigende oder stetig überhöhte Phosphat- oder auch Nitrat-Konzentration im Becken!

Im Laufe der Zeit kann sich dies verschlimmern und zur tickenden (Phosphat)Zeitbombe werden.



Becken bei denen sich auf Dauer Nitrat und/oder Phosphatkonzentration nicht auf Optimalwerte bringen lässt, haben häufig als primäre Ursache ein Strömungsproblem!



Hierbei sind ebenso Bereiche zu berücksichtigen die nicht direkt eingesehen werden können wie z.B. eventuelle Ablaufschächte, Bereich hinter dem Riffaufbau usw.

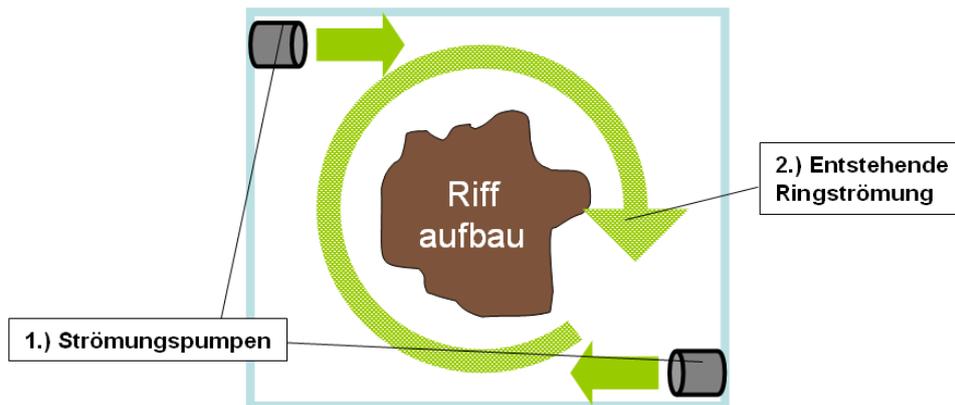
Hier einige weitere Argumente warum von Anfang an unbedingt großer Wert auf eine saubere Strömung gelegt werden sollte:

- **Passende Strömung ist Grundbedingung zur Haltung von empfindlichen Wirbellosen/Steinkorallen!**
  - zu schwache Strömung/Strömungsschatten
    - ☞ mangelnde Zufuhr von Kleinstlebewesen/Nahrung
    - ☞ Unterbleibende Reinigung filigraner Korallenäste
  - zu starke Strömung:
    - ☞ bis hin zu mechanischer Schädigung der Tiere führen
- **Passende Strömung führt zu guter Oberflächenbewegung**
  - ☞ Sauerstoffaustausch
  - ☞ Verbesserung der gewünschten Temperaturabfuhr bei Belüftung
  - ☞ optisch attraktiv (Kringeleffekt)
- **Passende Strömung ist Voraussetzung für sauberen Bodengrund**
  - zu schwache Strömung/Strömungsschatten:
    - ☞ Sediment sammelt sich an.
      - ☞ Verbackt mit Bodengrund und kann zu unerwünschten Bakterien- oder Algenansammlungen führen
  - zu starke oder unpassende Strömung:
    - ☞ Aufwirbeln von Sand oder Bildung von „Sandhaufen“

Die Hauptparameter für eine „optimale Strömung“ sind:

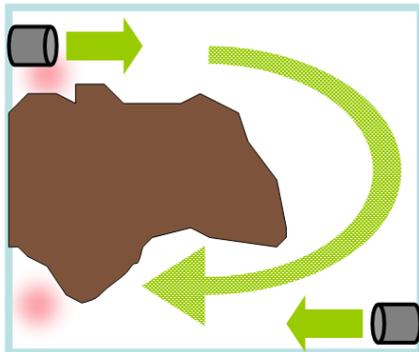
- **Geometrie des Beckens**
- Geometrie des **Riffaufbaus** oder anderer **statischer Beckeneinrichtung** (Achtung: dazu gehören u.a. auch Korallen)
- Anordnung, Stärke und Anzahl der **Strömungspumpen**

**i** Die optimale Strömung ist eine sogenannte „**Ring-Strömung**“ bei der das strömende Wasser alle Stellen des Beckens erreicht (Siehe Skizze in hellgrün).

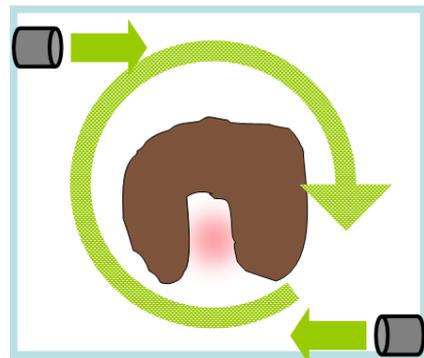


**!** In folgenden Beispielen wird eine einwandfreie Strömung verhindert.

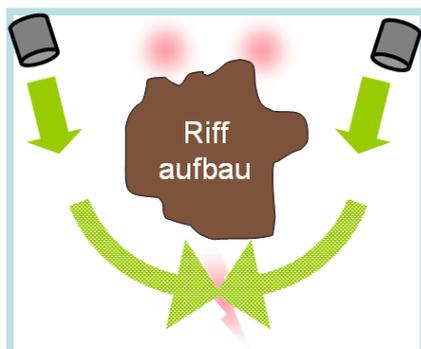
Bsp.1: Strömungsarme Stellen (links oben/unten in rot) durch **Unterbrechung der Strömung**



Bsp.2: „**Sackgasse**“ (mittig, rot) trotz Ringströmung



Bsp.3: Strömungsarme Stellen (oben, rot) verursacht durch gegenläufige sich **eliminierende Strömungen**



Dies sind lediglich einige sehr einfache Beispiele zur besseren Verständlichkeit. Die Kombination aus Beckenabmaßen, Riffaufbau\*1) sowie Kombination/Anordnung/Stärke von Strömungspumpen/Strömungsauslässen kann sehr komplex sein, und bleibt ihnen, bzw. dem Planer ihre Aquariums überlassen.

\*1) incl. weiterer statischer Teile des Beckens



Planen sie Beckengröße, Riffaufbau, Strömung unbedingt bevor sie zur weiteren Detailplanung des Beckens übergehen.



Zeichnen sie sich in etwa maßstabsgetreue Skizzen davon um abschätzen zu können ob das geplante Strömungsbild funktionieren kann.

Zur optimalen „Strömungsstrategie“ gibt es folgende Hilfsmittel:

- ✓ Wählen sie aus Pumpen mit „eher punktueller“ oder „breit gefächerter Strömung“
- ✓ „Regelbare Pumpen“ erlauben auch im Nachhinein Verstärkung/Abschwächung der Strömung
- ✓ „In mehreren Achsen drehbare“ Pumpen (Kugelgelenk) erleichtern die Einstellung
- ✓ Pumpen können „in mehreren Ebenen“ eingesetzt werden (Oben/Mitte/Unten)
- ✓ Störende Optik?  
→ Pumpen mit Riffkeramik verkleiden oder im Riffaufbau verstecken
- ✓ „Schwer beströmbare Stellen“ können mit (unsichtbarer) Riffhinterströmung beströmen
- ✓ Im Meer findet durch Ebbe/Flut an vielen Stellen eine von der Richtung wechselnde Strömung statt. Die Tiere werden hierdurch von mehreren Seiten und auch mit unterschiedlicher Intensität mit Wasser beströmt.  
→ Sogenannten Wellensimulatoren (zB Wavebox) oder Pumpen mit hin/herschwenkenden Auslässen (z.B. OsciMotion) bieten ähnliche Möglichkeiten

Noch ein paar Tipps:

- Achten sie auf den (tatsächlichen) Stromverbrauch der Pumpen, denn diese laufen häufig 24h/Tag 365Tage/Jahr. Hochwertige Pumpen mit gutem Wirkungsgrad sind zwar etwas teuer in der Anschaffung. Sie rechnen sich jedoch häufig wenn man die Stromkosten mit berücksichtigt.
- „Reine Strömungspumpen“ haben deutlich geringere Leistungsaufnahme als „Förderpumpen“



Ihnen fehlt die nötige Erfahrung oder das Fingerspitzengefühl. Holen sie sich Ratschläge erfahrener Aquarianer oder von „echten Fachhändlern“ ein!



Sparen an der Strömung ist sparen an falscher Stelle und rächt sich häufig später.

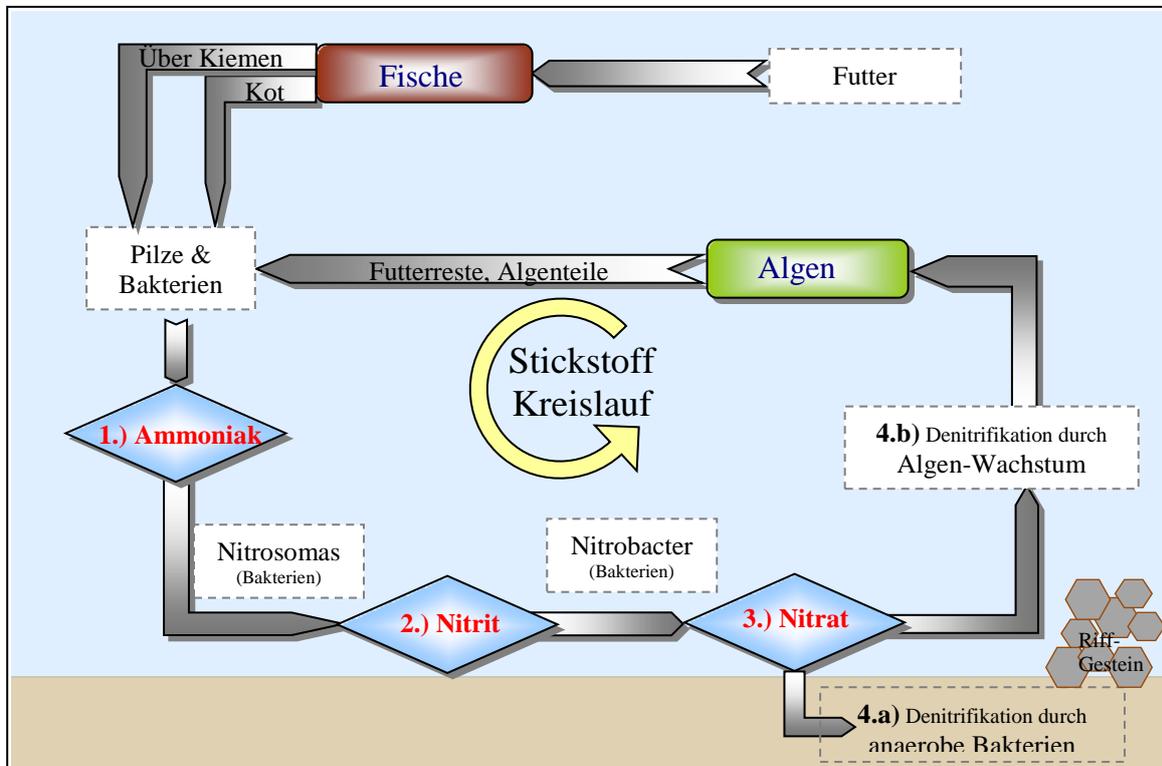


## Der Stickstoffkreislauf

Er beschreibt den grundlegendsten Prozess in jedem Meerwasser-Becken.

Durch Verdauungs- oder auch Fäulnis-Prozesse entstehen Schadstoffe die das Becken belasten. Funktioniert der unten dargestellte und erklärte Stickstoffkreislauf nicht, oder nicht richtig, reichern sich Nährstoffe im Becken an und belasten die Einwohner.

Deswegen muss der Stickstoffkreislauf in jedem Becken etabliert sein BEVOR es mit Bewohnern besetzt wird!



- 1.) Am Anfang des Kreislaufes, und an erster Stelle bezüglich Toxizität (Giftigkeit), entsteht **Ammoniak/Ammonium**. Es entsteht durch Umwandlungen von Ausscheidungen der Fische, sowie Fäulnisprozessen z.B. durch abgestorbene Tiere.
- 2.) Ammoniak wird, durch ammonifizierende Bakterien in das deutlich weniger toxische **Nitrit** umgewandelt. (Ammoniak-Konzentration sinkt, Nitrit-Konzentration steigt)
- 3.) Nitrit wird, durch nitrifizierende Bakterien in das wiederum weniger toxische **Nitrat** umgewandelt. (Nitrit-Konzentration sinkt, Nitrat-Konzentration steigt)
- 4.) a) Nitrat kann nur in sauerstoffarmen (=anaeroben) Bereichen durch Bakterien in Stickstoff umgewandelt werden welcher dann entweicht. Dies erfolgt im Bodengrund und im porösen Gestein,  
b) Nitrat (und auch Ammoniak) wird von den Algen in Wachstum umgesetzt. (Nitrat-Konzentration sinkt)

→ Der Prozess setzt sich fort. In funktionierenden, sog. *gut eingelaufenen Becken* ist die Menge der abgebauten Schadstoffmenge  $\geq$  der zugeführten.

Ist das nicht der Fall wird ein Becken, zumindest auf Dauer, „instabil“, was zu vermeiden ist.

### Detailliertere Beschreibung



Ammonium/Ammoniak wird in 2 Stufen (Nitrifikation und DeNitrifikation) zu Stickstoff abgebaut.

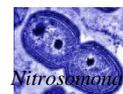
## A) Nitrifikation

Die Umwandlung von Ammonium in Nitrit, und dann von Nitrit in Nitrat wird als **Nitrifikation** bezeichnet.

Oxidation von Ammonium in Nitrit

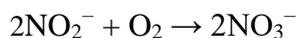


(durch 4 freiwerdende H<sup>+</sup>-Ionen wird der pH-Wert abgesenkt)



Nitrosomonas

Oxidation von Nitrit in Nitrat



Nitrobacter

Hierbei wird aus dem relativ instabilen Ammonium/Ammoniak durch O<sub>2</sub> im Wasser als Endprodukt das deutlich stabilere Nitrat „**chemisch oder biochemisch oxidiert**“. Dieser Vorgang findet meist ganz von alleine statt. Deswegen ist in unseren Becken praktisch nie (außer unmittelbar in der Einfahrphase, bzw. unmittelbar nach Absterben größerer Tiere) Nitrit, bzw. Ammonium/Ammoniak nachweisbar.

Nitrat kann nicht weiter mit Sauerstoff reagieren, da es bereits vollständig oxidiert, und deswegen stabil ist.



**Genau das ist der Grund warum in vielen Becken zwar Ammonium/Ammoniak sowie Nitrit nicht nachweisbar sind, jedoch trotzdem mit Nitrat-Problemen gekämpft wird!**

## B) DeNitrifikation

**Nitrat kann nur in anaerober (sauerstofffreier) Umgebung weiter umgewandelt werden.**

biochemischer Abbau von Nitrat



entstehendes CO<sub>2</sub> senkt den pH-Wert,  
entstehender elem. Stickstoff N<sub>2</sub> entweicht als Gas dem Becken



Pseudomonas  
aeruginosa

Hierzu brauchen wir anaerobe Zonen in unseren Becken in denen sich Bakterien aufhalten können. Wie z.B.:

- das Innere von Lebenden Steinen (poröses Gestein !)
- mehrere Zentimeter dicker Bodengrund
- Ersatzweise angebotene Materialien die im inneren (also an Stellen ohne O<sub>2</sub>-Zufuhr) porös sind. Wie z.B. Zeolith oder auch Filterschlamm.

Das Beckenwasser ist fast immer bereits mit N<sub>2</sub> gesättigt (Bewegung Wasseroberfläche, Abschäumung). Durch Denitrifikation neu erzeugtes N<sub>2</sub> steigt deswegen in Form von Gasblasen auf und entweicht dem Becken. Hiermit entledigen wir uns des stetig anfallenden Nitrates.



**Fazit: Nitrat kann abgebaut aber nicht adsorbiert werden.**

## 2.3) Der Phosphor-Kreislauf



Phosphor wird durch Beckenbewohner und Fütterung stetig ins Becken eingebracht. Von insg. 3 entstehenden Verbindungen, sind zwei in unseren Aquarien stabil, und sollten entfernt werden: Hydrogenphosphat ( $\text{HPO}_4$ ) und (Ortho)Phosphat ( $\text{PO}_4$ ).

Phosphat kann, anders als Nitrat mit positiv geladenen Metallionen (z.B. Eisen, Aluminium,..) und Erdalkalimetallionen (z.B. Calcium) ausgefällt werden.

Je nachdem wo dies passiert erfolgt die Ablagerung des ausfallenden Phosphates:

- im Bodengrund bzw. im Steinaufbau           oder
- im Aquariumwasser selbst                   oder
- an/im Adsorbermaterial (und kann damit entfernt werden)

Phosphate werden ebenso von Algen eingebaut und können durch Ernte der Algen entfernt werden.

Im Wasser *gelöste Phosphate* können von *Algen und Korallen aufgenommen* werden *Ausgefällte Phosphate* können von *Bakterien und Algen aufgenommen* werden

Dies ist ebenfalls der Grund warum es, trotz nicht nachweisbarer Phosphat Konzentration im Wasser (=gelöstes Phosphat), zu Algenplagen (eben durch ausgefällte Phosphate im Steinaufbau, Bodengrund) kommen kann.



Fazit: **Phosphate** können adsorbiert und in Algen/Korallen eingebaut, aber **nicht einfach abgebaut werden.**

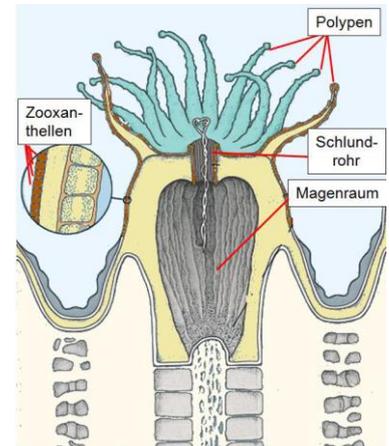
## 2.4) Optimale Bedingungen für Wachstum/Farbenfreudigkeit von SPS schaffen



Dieses Thema ist ziemlich komplex. Wer es jedoch einmal verstanden hat ist auf dem besten Weg die richtigen Maßnahmen einzuleiten um die derzeitige „Königsklasse der Korallen“ erfolgreich zu pflegen und zu vermehren!

Da Korallen, anders als Pflanzen, keine Photosynthese beherrschen, müssen sie Nahrung aufnehmen. Zum Teil erledigen sie dies durch Aufnahme von Plankton mittels Tentakel. Die meisten im Aquarium gehaltenen Korallen sind außerdem *zooxanthell*. D.h. sie lassen die Außenhaut Ihrer Polypen von speziellen, einzelligen Algen, sog. Zooxanthellen besiedeln. Die Zooxanthellen werden angespült (pflanzliches Plankton). **Anschließend lebt die Koralle mit den Zooxanthellen in Symbiose.** Sie kann diese aber bei Bedarf auch wieder abstoßen.

**Zooxanthellen nehmen**, anders als Korallen, im Wasser befindliche **Nährstoffe (NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>) auf**. Hiermit betreiben sie **Photosynthese** und produzieren daraus auch für Korallen verwertbare Nahrung in Form von **Glucose** (Zuckeralkohole, Fettsäuren, Aminosäuren, ..).



urspr. Grafik von [www.planet-wissen.de](http://www.planet-wissen.de)

**Die Koralle** stimuliert nun die Zooxanthellen, einen Teil der Nahrung abzugeben und ernährt **sich selbst davon**. Bei der stattfindenden Verwertung mit Sauerstoff, entsteht wiederum CO<sub>2</sub> und Wasser, welches die Zooxanthellen für Ihre Photosynthese brauchen.

Die Koralle kann, durch Prozesse der eigenen Nahrungsverwertung, ebenso Stickstoff (Ammonium) bereitstellen. Im Falle von nährstoffarmen Verhältnissen können damit die Zooxanthellen mit Stickstoff und Phosphor zu versorgt werden.

Wachstum (hier speziell das der Zooxanthellen) benötigt vermehrt Stickstoff um neue Proteine aufzubauen. Die **Koralle kann Wachstum und Zellteilung der Algen steuern** (d.h. bewusst herabsetzen) indem sie den **Stickstoff limitiert**. Die Folge ist zunächst vermindertes Wachstum der Zooxanthellen.

Durch gute Beleuchtung, und damit gut stattfindende Photosynthese, produzieren die Zooxanthellen jedoch weiter viel Glucose, bzw. „korallenverwertbare Nahrung“. Sie können dies jedoch momentan nicht nützen (aufgrund der Stickstoff-Limitierung s.o.) weswegen nun vermehrt verwertbare Nahrung an die Koralle abgegeben wird.

**Der Kreis schließt sich. Wir haben eine echte Symbiose die von der Koralle gesteuert wird. Durch Fütterung der Korallen versorgen wir automatisch auch die Zooxanthellen.**

**Was passiert wenn das Beckenwasser zu nährstoffreich ist?** Die Zooxanthellen werden perfekt „gedüngt“: → Vermehrung der Zooxanthellen → Wenig bis keine verwertbare Nahrung (Glucose) wird an die Koralle abgegeben → Die Koralle „hungert“ je nach Ausprägung stagniert das Wachstum, bzw. die Koralle geht ein.

Hohe Nährstoffwerte bedeuten aber nicht automatisch schlechtes Wachstum von SPS. In diesem Falle funktioniert nur die Nahrungsbereitstellung durch die Zooxanthellen nicht optimal. Die Korallen bekommen aber, je nach sonstigen Bedingungen z.B. über Plankton, evtl. trotzdem genügend Nahrung ab und können gutes Wachstum zeigen.

### **Die Wichtigkeit einer starken Lichtquelle**

Wie bereits beschrieben, wandeln der Zooxanthellen Licht zu für die Koralle verwertbarer Nahrung um. Je weniger Licht eine Koralle zur Verfügung hat desto mehr Zooxanthellen wird sie wiederrum einbauen um mit ernährt zu werden. Je mehr Zooxanthellen aber ernährt werden wollen, desto weniger Nahrung kann an die Koralle abgegeben werden.

Speziell bei SPS/Steinkorallen gilt deswegen → je heller desto besser!

### **Zooxanthellen und die Optik**

Zooxanthellen sind bräunlich. Deswegen wirkt eine Koralle umso dunkler je mehr Zooxanthellen die Polypen eingebaut haben. Die Geschmäcker sind zwar verschieden, doch den meisten Aquarianern gefallen farbenfrohe & helle Korallen besser als bräunliche & dunkle.

Phosphat wirkt sich außerdem negativ auf die Bildung des Kalkskelettes von Steinkorallen aus. Es wird im Korallengewebe eingebaut und stellt dort eine Störung des Kristallgitters dar (sogenanntes Skelettgift). Je mehr eingelagertes Phosphat, desto bruchanfälliger werden die Korallen. Das kann bis hin zu 0-Wachstum führen.

**Wie erhalte ich kräftige Farben bei SPS?** Die kräftigen Farbtöne kommen durch farbige Eiweiße, welche sich die Koralle selbst aufbauen kann. Dies tut sie jedoch nur, wenn sie ausreichend Nahrung bekommt und Ihre Energie nicht anderweitig für Lebenserhaltung/Wachstum aufwenden muss.



Zur erfolgreichen Pflege, Wachstum sowie Farbfreudigkeit sind also folgende Parameter optimal:

#### **- Nährstoffarmes System**

- funktionierende Symbiose von Koralle & Zooxanthellen
- Speziell Anwesenheit von Phosphat ist kritisch („Zellgift“ fürs Kalkskelett)
- Nährstoffarm ≠ Nährstofffrei!

#### **- Starke Beleuchtung**

#### **- Aufrechterhaltung Calcium und Magnesium-Konzentration (separates Kapitel)**

#### **- Optimalerweise separate Nahrungsquelle in Beckenwasser (z.B.: Plankton)**

## 2.5) Der Zusammenhang von pH-Wert, Alkalinität und CO<sub>2</sub>-Konzentration

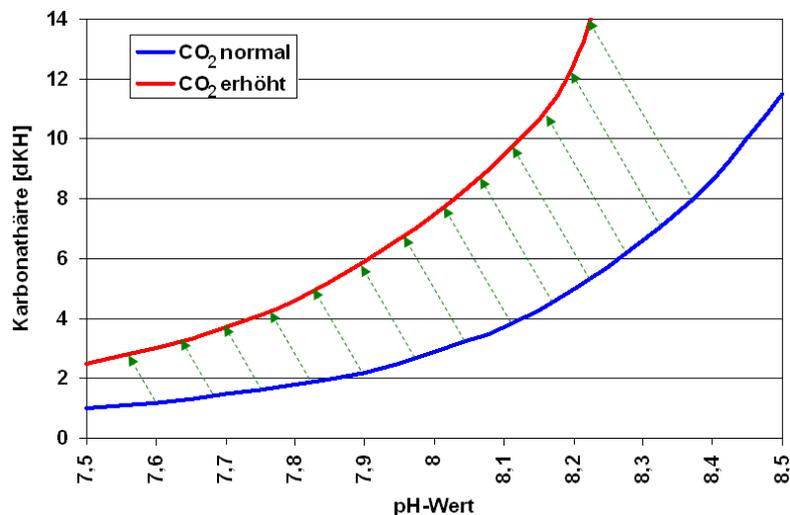


Der genau chemische Zusammenhang ist relativ komplex, weswegen hier eine etwas vereinfachte Erklärung gegeben wird. Es besteht eine direkte Korrelation zwischen dem *pH-Wert* der *Alkalinität* und der *CO<sub>2</sub>-Konzentration*.

Der *pH-Wert* ist ein Maß für die Stärke der sauren bzw. basischen Wirkung einer Flüssigkeit. *pH = 7* wird als *neutral* bezeichnet, alles darunter als *sauer* und alles darüber als *basisch*.

**Alkalinität** (bzw. das Säure Pufferungsvermögen oder Säure Bindungsvermögen) ist definiert als die notwendige Menge an Säure um den pH-Wert in einem bestimmten Maße zu ändern. Im Meerwasser ist hauptsächlich die Karbonat- und Hydrogen-Carbonat-Alkalinität relevant und bestimmt >95% der Gesamt-Alkalinität. Beide werden durch die CO<sub>2</sub>-Konzentration maßgeblich beeinflusst. CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) ist ein farb- & geruchloses Gas das sauer wirkt und deswegen den pH-Wert drückt.

Die blaue Kurve zeigt den Zusammenhang zwischen pH-Wert und Alkalinität/Karbonathärte. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration hat maßgeblichen Einfluss auf diese Abhängigkeit. Bei erhöhter CO<sub>2</sub>-Konzentration wird daraus die rote Kurve.



Die CO<sub>2</sub>-Konzentration im System schwankt, denn es gibt *CO<sub>2</sub>-zuführende* und *CO<sub>2</sub>-reduzierende* Mechanismen im Becken selbst und auch in der Umgebung.

Genau aus diesem Grund schwankt auch der pH-Wert im Becken.

In stabil laufenden Systemen sollte die pH- Schwankung übrigens 0,1 bis max. 0,5 betragen.

### a) CO<sub>2</sub>-Zufuhr

Die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft beträgt normalerweise ca. 350ppm. Allerdings kann sich diese in Räumen und speziell in den geschlossenen Abdeckungen oberhalb Aquarien auch deutlich erhöhen (~700ppm).

Gründe dafür sind z.B.:

- Neuere Gebäude mit guter Isolierungen
- oben geschlossene Aquarien
- Kalkreaktoren die CO<sub>2</sub> einbringen das sich dann über der Wasseroberfläche sammelt
- Viele nachtaktive Lebewesen und auch Algen produzieren CO<sub>2</sub> als Abfallprodukt Ihres Stoffwechsels

Eine um 100ppm erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration reduziert den pH-Wert im Becken um ca.0,09  
bei 700 ppm verringert er sich um 0,25

b) CO<sub>2</sub>-Abbau: erfolgt tagsüber in Aquarien durch Photosynthese

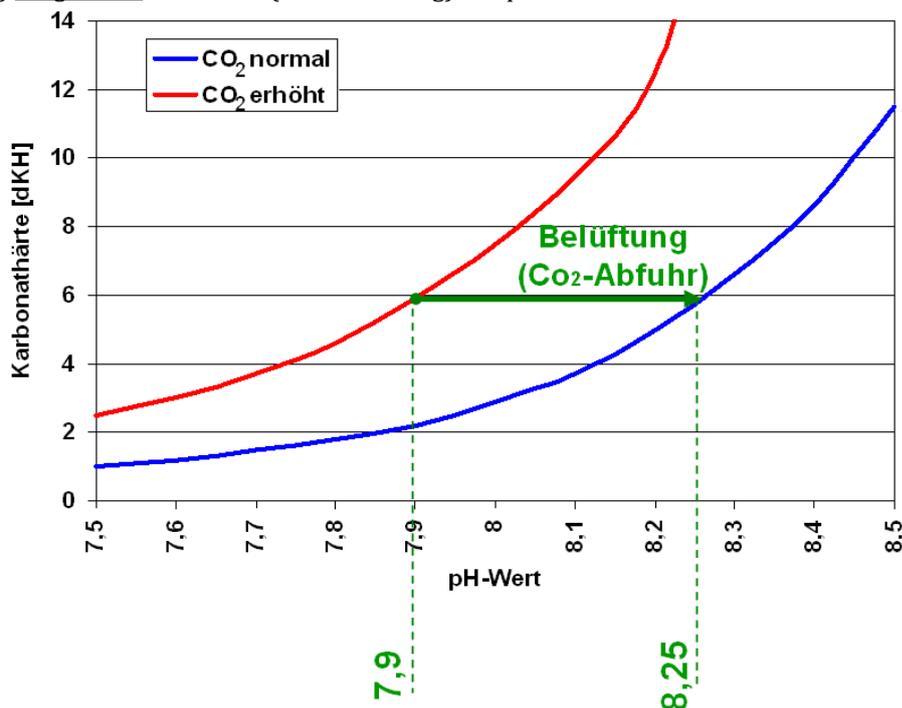
Wie bereits beschrieben hängen pH-Wert, Alkalinität sowie CO<sub>2</sub>-Konzentration unmittelbar miteinander zusammen.

Ändert man einen der 3 Parameter (Alkalinität, CO<sub>2</sub>-Konzentration oder pH-Wert) und hält einen weiteren konstant so hat das die Änderung des 3.ten zufolge.

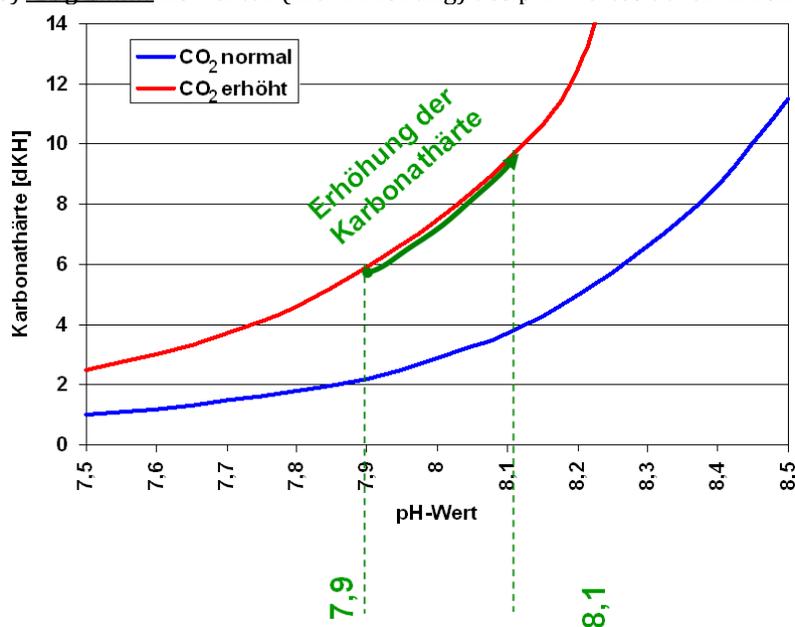
Ebenso könnte durch gleichzeitige Änderung von 2 Parametern eine stärkere Änderung des 3.ten Parameters erfolgen.

Erklärung anhand einer gewünschten Änderung des pH-Wertes auf 2 Arten

a) Diagramm: Korrektur (hier Erhöhung) des pH-Wertes durch Reduktion der CO<sub>2</sub>-Konzentration



b) Diagramm: Korrektur (hier Erhöhung) des pH-Wertes durch Erhöhung der Alkalinität/Karbonathärte



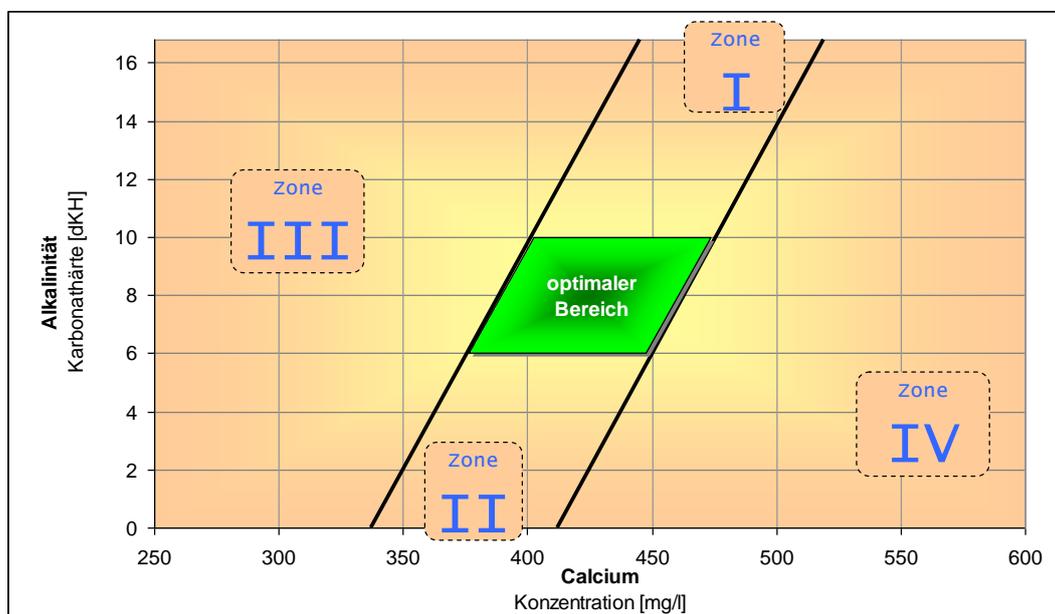


## Zusammenhänge zwischen Calcium-Konzentration und Alkalinität (4 Zonen System)

Notwendige Korrekturen am Kalk-Haushalt von Meerwasser-Aquarien und dabei speziell die Zusammenhänge zwischen Calcium-Konzentration und Karbonathärte sind relativ komplex. Es genügt meist nicht „*einfach das Mittelchen zuzufügen von dem zu wenig vorhanden ist*“ denn durch vorhandene Wechselwirkungen hat dies oft unerwünschte Nebenwirkungen auf andere Parameter.

Folgende Grafik zeigt das *Verhältnis der Calcium-Konzentration in Abhängigkeit von der Karbonathärte* (auch Alkalinität).

- Der *hellgrüne Bereich* in der Mitte ist der *anzustrebende Bereich* für Riffaquarien
- Die Steigung der schwarzen Linien entspricht dem (sich automatisch im Becken einstellendem) ausgewogenen Verbrauch von Ca & Karbonathärte. Eingezeichnet sind diese für die die beiden Punkte an denen der *anzustrebende Bereich* gerade nicht mehr eintritt (deswegen 2 Geraden). Dadurch entstehen 4 Zonen mit nicht optimalem Verhältnis Ca/Alkalinität.
- Die *blau markierten Bereiche* (I .. IV) stellen die unterschiedlichen *Zonen* dar in denen das Verhältnis Ca/Alkalinität *nicht im optimalem Bereich* liegt. Je weiter die aktuellen Werte vom optimalen Bereich entfernt liegen, desto ungünstiger für die Beckeninsassen (hauptsächlich für die Korallen)



Anschließend wird für jeden der 4-Zonen erläutert wie es zum Auftreten von Abweichungen kommen kann. In Kapitel 4.12 wird dann erklärt welche Korrektur Maßnahmen optimalerweise eingeleitet werden sollten.

## Calcium/Karbonathärte befindet sich in Zone 1

Beschreibung:

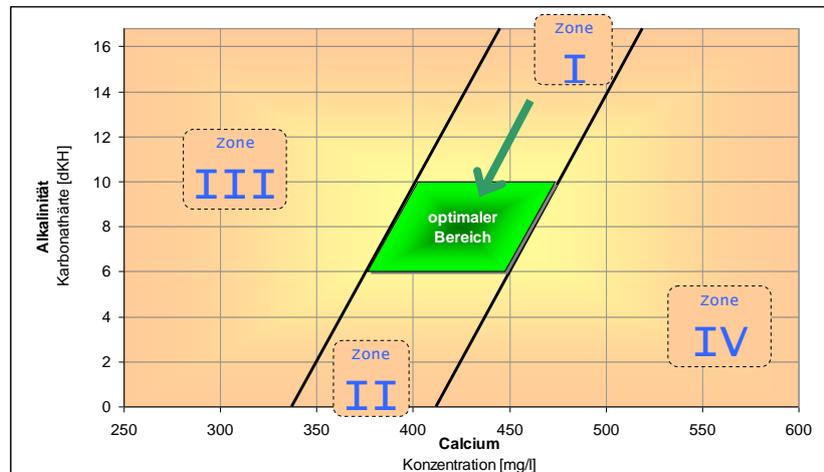
Auftretens-Häufigkeit:

[Korrektur-Maßnahme:](#)

Sowohl Calcium als auch Alkalinität/Karbonathärte sind erhöht

Selten

Einfach



Dieser Zustand tritt in der Regel durch Überdosierung von Ca- und Alkalinität erhöhenden Chemikalien ein.

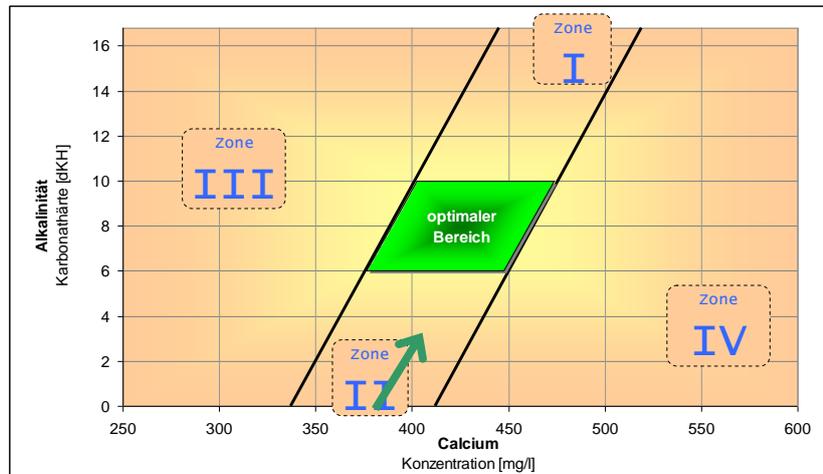
Der automatisch stattfindende Verbrauch von Calciumkarbonat im Wasser, durch Aufnahme z.B. in Korallenskelette oder Kalkrotalgen, senkt beide in ausgeglichenem Maße. Die Wasserparameter bewegen sich dadurch parallel zu den beiden schrägen schwarzen Linien nach links unten.

Achtung: Findet nach Erreichen des optimalen Bereiches keine Zudosierung statt, wird das Becken über kurz oder lang in Zone 2 geraten.

## Calcium/Karbonathärte befindet sich in Zone 2

Beschreibung:  
Auftritts-Häufigkeit:  
[Korrektur-Maßnahme:](#)

Sowohl Calcium als auch Alkalinität/Karbonathärte sind zu niedrig  
Sehr häufig  
Einfach



Im Becken wird ständig Ca/Alkalinität verbraucht. Dieser Zustand tritt automatisch ein wenn der Kalkhaushalt nicht wieder entsprechend angepasst (nachgeführt) wird.

Die Zugabe von **Chemikalien** in **ausgeglichener Konzentration** (sogenannte Balling Methode) ist eine risikolose Möglichkeit die notwendige Anpassung durchzuführen. Vorausgesetzt der pH-Wert bleibt im Bereich zwischen 7,9 bis 8,5 können selbst bei Überdosierung maximal Ablagerungen auf Beckentechnik wie z.B. Heizstäben auftreten (extreme Überdosierung ausgeschlossen)

Es ist auch die **voneinander unabhängige Zugabe** von Mitteln zur Calcium-Konzentration und Alkalinität/Karbonathärte Erhöhung möglich. Dies wird in dieser FAQ als **Korrektur am Verhältnis Ca-Konzentration zu Alkalinität** beschrieben. Einige Aquarianer behaupten dies sei auf Dauer riskant, da dies „**nicht ausgeglichen**“ sei, bzw. *möglicherweise eine Ionenverschiebung* eintritt.

Durch regelmäßige Wassertests bei durchgeführten Korrekturen, sowie korrekte Reaktion auf Abweichungen, minimieren sie evtl. Risiken.

Risiko wenn nicht reagiert wird: Wasserparameter können in Zone-3 oder Zone-4 abdriften.



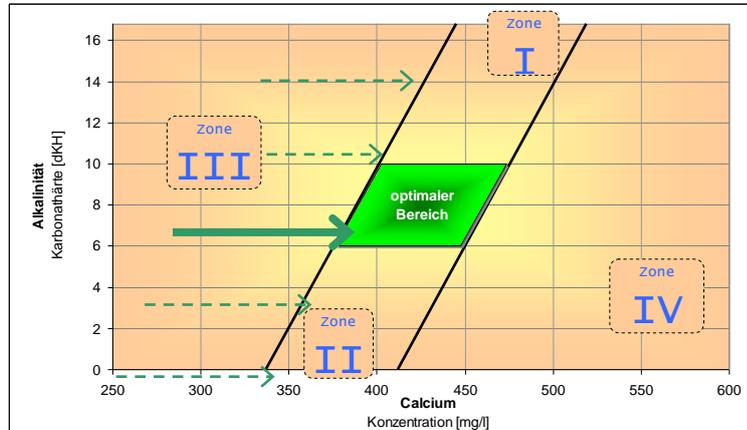
**Tip:** Gelingt es, trotz Zugabe auch von größeren Mengen an Calcium und Karbonathärte erhöhenden Chemikalien, nicht die Werte wunschgemäß anzupassen, liegt das häufig an einer zu niedrigen Magnesium-Konzentration. Der Grund dafür ist, dass Magnesium die abiotische Ausfällung von Calciumkarbonat verhindert. Ist die Mg-Konzentration zu niedrig, fallen die zugeführten Chemikalien im Wasser aus und sind deswegen dort nicht mehr in gelöster Form verfügbar. Auch Überdosierung hilft nicht weiter sondern führt nur zu einem weiteren Anstieg der Ausfällungen. In diesem Fall sollte zuerst die Magnesium-Konzentration und erst anschließend die Ca-Konzentration/Alkalinität angepasst werden.

### Calcium/Karbonathärte befindet sich in Zone 3

Beschreibung:  
Auftritts-Häufigkeit:

Alkalinität/Karbonathärte im Verhältnis zu Ca-Konzentration zu hoch  
Relativ häufig  
Tritt auf wenn Karbonathärte stärker als Calcium erhöht wurde  
mittelschwer

[Korrektur-Maßnahme:](#)

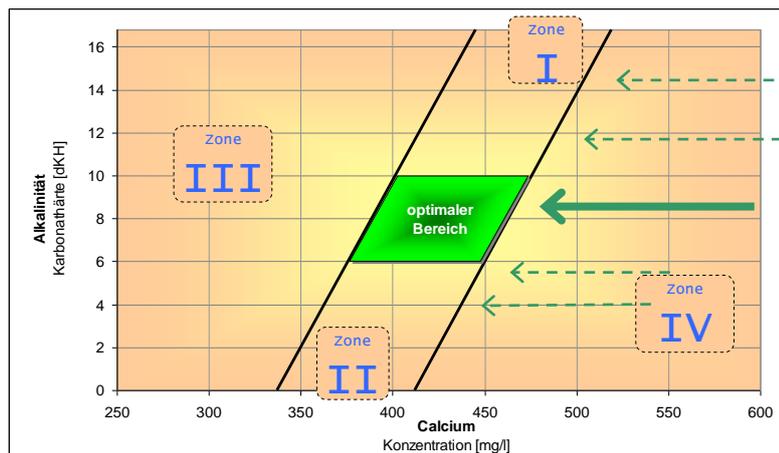


Üblicherweise entsteht dieses Problem durch **Übermäßige Anhebung der Karbonathärte** relativ zu Calcium-Konzentration erhöhenden Mitteln. Wobei die Calcium-Konzentration dabei sowohl optimal als auch zu hoch oder zu niedrig sein kann (meistens ist sie allerdings zu niedrig).  
Aquarianer die dieses Problem haben gehen häufig genau den falschen Weg in dem sie versuchen den parallel dazu beeinflussten pH-Wert zu korrigieren. Zugabe von pH-Puffern oder pH-anhebenden Chemikalien sollte aber nur erfolgen wenn der pH-Wert zu niedrig ist, keinesfalls wenn er ohnehin zu hoch ist.

### Calcium/Karbonathärte befindet sich in Zone 4

Beschreibung:  
Auftritts-Häufigkeit:  
[Korrektur-Maßnahme:](#)

Alkalinität/Karbonathärte im Verhältnis zu Ca-Konzentr. zu niedrig  
relativ häufig  
mittelschwer



Üblicherweise entsteht dieses Problem durch **Überdosierung von Calcium** relativ zur Anhebung der Karbonathärte. Die Karbonathärte kann sowohl optimal als auch zu hoch oder zu niedrig sein kann (meistens ist sie allerdings zu niedrig).

## TEIL 3 – Was bewirken die einzelnen Inhaltsstoffe des Meerwassers und was passiert wenn gewisse Wasserwerte aus dem Ruder laufen?



### 3.1) Was bewirkt die Alkalinität bzw. Karbonathärte?

Definition: Alkalinität (oder auch Karbonathärte) im Salzwasser, ist die Menge an Säure die notwendig ist um einen pH-Wert von 4,3 zu erreichen. Bei pH=4,3 wird Bikarbonat in Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) umgewandelt.

Wir messen beim Testen der Karbonathärte automatisch zwar andere „Härten“ gleich mit (Borat-, Silikat- und Phosphathärte), was uns aber egal sein kann, da die Karbonate den überwiegenden Teil ausmachen (ca. 95%).

#### Wirkweisen:

- a) Viele Korallen benützen Alkalinität um Ihre Skelette zu bauen. Dabei verwenden sie Bikarbonate das sie in Karbonat umformen.  
Diese werden dann in Ihr Kalzium-Karbonat-Skelett eingebaut wird.
- b) Je höher die Alkalinität desto ist höher das Säurebindungsvermögen, was für einen stabileren pH-Wert sorgt.

Durch den ständigen Verbrauch der Korallen sinkt die Alkalinität und muss deswegen künstlich angepasst werden. Speziell für Riffaquarien ist deswegen ein System zur Aufrechterhaltung des gesamten Kalkhaushaltes dringend notwendig. Die populärsten sind:

- Balling-Methode
- Kalkreaktor
- Kalkwasser

Zu hohe Alkalinität führt durch abiotische Ausfällung von Kalziumkarbonat zu Kalkausfällungen. Diese bauen sich im Becken und vor allem auch an diversen Gegenständen auf (Strömungspumpen, Heizung, Glas, ...) und verschwendet ebenso Calcium das wir dem Becken ja auch zuführen müssen.

### 3.2) Was bewirkt Calcium?

Die meisten Korallen bauen sich Ihr Skelett, welches übrigens aus Calciumkarbonat besteht, aus dem im Wasser befindlichen Calciumanteil. Dabei wird die Calcium-Konzentration von den Bewohnern ständig wieder abgebaut. Je stärker sich die Konzentration verringert, desto schwieriger haben es die darauf angewiesenen Lebewesen und stellen eventuell ihr Wachstum sogar ganz ein. Die optimale Calcium-Konzentration ist je nach Tier unterschiedlich. Es gilt aber keinesfalls der Umkehrschluss „je mehr Calcium desto besser“. Steinkorallen benötigen generell am meisten Calcium.

Die Bereitstellung einer passenden Calcium-Konzentration im Wasser ist einer der wichtigsten Parameter zur erfolgreichen Haltung von Korallen, Tridacna-Muscheln und Kalkalgen. Ein guter Indikator für eine korrekte Calcium-Konzentration ist deswegen auch das Kalkrotalgen-Wachstum.

Calcium sollte deswegen durch regelmäßiges Zuführen auf einem konstanten und hohen Level gehalten werden.

### **3.3) Welche Bedeutung hat Jod?**

Jod kommt im natürlichen Meerwasser in vielerlei organischen und anorganischen Formen vor. Wechselwirkungen und Konzentrationszyklen sind aktuell noch nicht abschließend erforscht.

Verbraucher von Jod sind Mikro- und Makroalgen. Jod wirkt sich ebenso positiv auf das Wohlbefinden von einigen Wirbellosen wie z.B. Seeigeln und auch Xenien, sowie das Häutungsverhalten von Krebstieren aus.

In Aquarien ist die Dosierung von Jod eher umstritten.

### **3.4) Welche Bedeutung hat Kalium?**

Kalium kommt im natürlichen Meerwasser als sechst häufigstes Element vor (~400mg/l). Es ist allerdings bereits bei geringer Überdosierung giftig für empfindliche Tiere.

Die im Aquarien-Fachhandel erhältlichen Tests liefern keine ausreichende Messgenauigkeit (Vergleich mit Referenzlösungen und Routine erforderlich). Da die positiven Auswirkungen zusätzlicher Kaliumdosierung fragwürdig sind, wird von einer Zudosierung klar abgeraten.

### **3.5) Was bewirkt Magnesium?**

Die im Salzwasser gelöste Menge an Calcium und Karbonaten ist so hoch, dass es normalerweise ausfallen, also festen Kalk bilden würde. Magnesium verhindert das, denn es blockiert wirksam die Oberfläche von Calciumkarbonat-Kristallen, so dass diese nicht weiter wachsen können.

Weichkorallen und Kalkalgen verbrauchen Magnesium, indem sie es in Ihre Skelette bzw. Spiculae einbauen. Zur Aufrechterhaltung der oben beschriebenen Balance ist es deswegen manchmal nötig Magnesium, durch regelmäßiges Zuführen, auf einem konstanten Level zu halten. Wird zu viel Magnesium zugeführt, fällt es als Magnesiumkalk aus.

Achtung: Einige Methoden (z.B. Kalkwasserzuführung) vernachlässigen die Aufrecht-Erhaltung der Magnesium-Konzentration. In diesem Fall muss Magnesium auf anderem Wege erhöht werden.

Becken mit auffallend starkem Wachstum an Kalkrotalgen haben häufig folgende Wasserparameter:

- niedriger Magnesiumwert
- hohe Calciumwerte & hoher pH-Wert & hohe Alkalinität/Karbonathärte

### 3.6) Was passiert bei abweichenden pH-Werten?

Der pH-Wert ist mit DER entscheidendste Wert für das Wohlbefinden unserer Aquarienbewohner. Er sollte genau im Auge behalten werden, und häufiger mit überprüft werden da er ein Indikator für sich andeutende Probleme sein kann. am besten durch Genau aus diesem Grund sollten neue Tiere langsam ans Becken akklimatisiert werden. Die negative Auswirkung eines abweichenden pH-Wertes ist Stress bzw. schlechteres Allgemeinbefinden.

### 3.7) Wie funktioniert die Sache mit dem Phosphat?

Die Phosphat-Konzentration sollte nicht zu hoch, aber optimalerweise auch nicht zu niedrig sein ( $>0$  mg/l und  $< 0,05$  mg/l). Das liegt an folgenden zwei Wirkprinzipien:

Zu hohe Phosphat-Konzentration: Der Kalkaufbau wird dadurch auf chemischem Wege inhibiert (teilweise unterbunden). Dadurch wiederum kann es, als Folge, zu eingeschränktem Wachstum aller Lebewesen führen die Kalk in Ihre Skelette einbauen. Das heißt zu hohe Phosphat-Konzentration wirkt sich hemmend auf das Wachstum von Steinkorallen und Kalkalgen aus. Bei zu hoher Phosphat-Konzentration Fall bilden Steinkorallen vermehrt Zooxanthellen aus welche einen Großteil der Nährstoffe verbrauchen. Die Koralle selbst bekommt damit weniger Nährstoffe und „hungert“ dadurch. Außerdem wird die braune Färbung (Zooxanthellen sind meist braun) meist als unattraktiv empfunden.

Korallen können aber erstaunlich flexibel sein. Viele Arten gewöhnen sich an erhöhte Phosphatgehalte.

Zu niedrige Phosphat-Konzentration: Das Wachstum von normalen Algen sowie Symbiosealgen von Korallen (nicht aber Kalkalgen) wird durch unzureichende Konzentration dieses Nährstoffes gestört. Unterhalb einer Konzentration von  $0,03$  ( $<0,03$  mg/l) ist die Bildung vieler Arten von pflanzlichem Plankton gestört (Phytoplankton).



Noch viel wichtiger als genau passende (niedrige aber nicht zu niedrige Konzentration), ist das sich die  $PO_4$ -Konzentration nicht zu schnell ändert. Speziell Steinkorallen (SPS) reagieren auf zu schnelle Absenkung extrem sensibel mit fast blitzartigem Absterben Ihrer Zooxanthellen/Polypen.

Der Phosphatgehalt kann auch zur Kontrolle von Algenproblemen eingesetzt werden.

Phosphat kann auf mehrere Arten ins Becken kommen. Zum Beispiel durch Spuren von Phosphat im Futter (vor allem im Frostfutter), Leitungswasser, zugegebenen Additiven oder zum Teil auch in Meerwasser-Salzen. Phosphat entsteht außerdem durch abgestorbenes organisches Material wie Algen, verendete Tiere und Futterreste. Ebenso können aber auch ungeeignete Aktivkohle sowie ungeeigneter Korallenbruch eines Kalkreaktors als  $PO_4$ -Quelle erweisen.

Werden keine Maßnahmen zur Phosphatreduktion getroffen, steigt die Phosphatkonzentration in Aquarien üblicherweise an. Dies erfolgt durch Ablagerungen an Bodengrund, Riffaufbau usw.

### 3.8) Was kann passieren wenn der Salzgehalt nicht stimmt?

Viele Beckenbewohner können sich gut der Salzkonzentration anpassen, weswegen der empfohlene Bereich eine relativ große Spanne umfasst. Meerwasserbecken können erfolgreich sowohl am oberen als auch am unteren Ende der Empfehlung betrieben werden. Zwischen Herkunftsgebieten wie Pazifik (Salinität = 34) und Rotem Meer (Salinität=41) gibt es große Salzgehaltsunterschiede.

Einige Aquarianer pflegen Fische und auch Riffaquarien bei bewusst niedrigem Salzgehalt da dies Keime & Krankheitserreger reduziert. Für die Tiere ist dies aber ein unnatürlicher Zustand, bedeutet also Stress.

Viel kritischer als ein zu hoher/niedriger Salzgehalt sind starke Schwankungen. Diese können auf mehrere Arten auftreten:

- Umsetzen, bzw. Neuzusetzen von Bewohnern aus anderen Becken
- verdunstetes Wasser wird nicht ausgeglichen
- zu viel verdunstetes Wasser nachgefüllt  
(z.B. bei Nichtfunktionieren einer Niveau-Regulierung)

Anfällig auf stärkere Schwankungen sind speziell: Alle Arten von Garnelen, Anemonen und auch weitere niedere Tiere.

Elementar wichtig ist, dass im Falle einer Abweichung, der Wunschwert LANGSAM wieder eingestellt wird.

### 3.9) Welche Bedeutung hat Strontium?

Die Strontium-Konzentration ist für übliche Riff-Becken relativ unbedeutsam. Strontium-Verbraucher sind vor allem Steinkorallen. Es ist aber bis heute nicht geklärt, ob Strontium nur in das Korallenskelett eingebaut wird, weil es zufällig gut in das Aragonitkristall, den Grundstoff des Korallenskeletts, hineinpasst, oder ob Strontium tatsächlich eine positive Wirkung auf das Korallenwachstum hat.

Durchführung der hier relativ aufwendigen Messungen sowie evtl. entsprechende Korrekturen sind meines Erachtens nicht notwendig/empfehlenswert.

### 3.10) Was passiert wenn die Temperatur aus dem Ruder läuft?

Ist die Temperatur eines MW-Becken nicht im korrekten Bereich hat das zunächst folgende Auswirkungen:

- a) Mit zunehmender Temperatur steigt der Grundumsatz der Tiere.  
Als Konsequenz verbrauchen diese mehr Sauerstoff, CO<sub>2</sub>, Nährstoffe, Calcium und Alkalinität.  
Dadurch steigt häufig die Geschwindigkeit des Wachstums aber auch die Menge Ihrer Ausscheidungen.
- b) Die Temperatur hat Einfluss auf die Löslichkeit von einigen Gasen.  
Sauerstoff und CO<sub>2</sub> lösen sich z.B. bei hoher Temperatur schlechter als bei niedriger.
- c) Fische und Korallen sind, wie auch in der Natur, wenig anfällig auf Temperatur Schwankungen. Bei Anemonen sollte jedoch die Temperatur langsam angepasst werden.

Die empfehlenswerten Temperaturen liegen in einem Bereich der relativ problemlos einhaltbar sein sollte. Anzustreben ist meines Erachtens eine mittlere Temperatur von ca. 24,0-26,0°C. Dies hat den Vorteil, dass im Falle eines Stromausfalls das Becken im Winter nicht zu schnell *zu kalt* und im Sommer nicht zu schnell *zu heiß* werden kann.

### 3.11) Was passiert wenn zu viel Ammoniak im Becken ist?

Das giftige Ammoniak befindet sich in einem dynamischen Gleichgewicht mit dem ungiftigen Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Je höher der pH-Wert, desto mehr Ammonium wandelt sich in Ammoniak um. Ammoniak (NH<sub>3</sub>) wird von den meisten Lebewesen im MW-Aquarium beim Stoffwechselprozess stetig ausgeschieden.



Für die meisten Lebewesen ist Ammoniak stark toxisch (für Tiere > 0,2 mg/l, für pflanzliches Plankton >0,1mg/l). Bei Fischen werden dadurch Atmung und weitere lebenswichtige Funktionen blockiert.

Andere Organismen wie Makroalgen (z.B.: diverse Caulerpa-Arten) und vor allem Bakterien haben Ammoniak glücklicherweise auf Ihrer Speisekarte.

In eingefahrenen Aquarien befinden sich stets ausreichend Bakterien (Ammonifikanten), um anfallendes Ammoniak in Nitrit umzuwandeln. Nitrit ist für Fische übrigens weitaus weniger toxisch als Ammoniak.

Erhöhte Ammoniak-Konzentration sollte nur auftreten wenn:

- a) Sich das Becken in der Einlaufphase befindet
- b) Neues Lebend-Gestein zugesetzt wird
- c) Zusätzlicher lebender Sand (Live-Sand) frisch zugesetzt wird
- d) Eine besonders effektive Filtertechnik, wie z.B. Zeolithe, zu schnell abgesetzt wird.

### 3.12) Was passiert wenn zu viel Nitrit im Becken ist?

Nitrit ist im MW-Aquarium für Fische deutlich weniger toxisch als Ammoniak und gesunde Bewohner überstehen eine erhöhte Nitrit-Konzentration meist ohne Schaden.

Anzeichen für stark überhöhtem Nitrit-Gehalt bei Fischen sind *Schnelle Atmung, Hängen der Tiere an der Wasseroberfläche trotz ausreichender Beckenbelüftung* bis hin zu *Orientierungsstörungen* (schwanken der Tiere im Wasser, drehen um die eigene Achse)

Achtung: bei erhöhter Nitrit-Konzentration besteht das Risiko das sich ebenso das noch giftigere Ammoniak im Becken befindet.

Wichtig ist die Nitritmessung in der Einfahrphase des Aquariums: Da sich zuerst die ammoniumabbauenden und dann die nitritabbauenden Bakterien vermehren, entsteht zunächst ein erhöhter Nitritwert (Nitritpeak). Am darauf folgenden Abbau des Nitritwertes, er fällt in einen Bereich von 0,1 mg/L oder darunter, kann man erkennen, dass sich genug nitritabbauende Bakterien gebildet haben.

Frühestens ab diesem Zeitpunkt darf man vorsichtig beginnen, erste Tiere einzusetzen.

In eingefahrenen Aquarien befinden sich stets ausreichend anderer Bakterien (Nitrifikanten) um angefallenes Nitrit in Nitrat umzuwandeln (Details siehe Stickstoff-Kreislauf).

### 3.13) Was passiert wenn die Nitrat-Konzentration aus dem Ruder läuft?

Eine erhöhte Nitrat Konzentration ist für Fische nicht toxisch, aber führt zu erhöhter Anfälligkeit auf Krankheiten.

Erhöhte Nitrat Konzentration führt eben so zu:

- verstärktem Algenwuchs
- deutlich gesteigerter Vermehrung von Zooxanthellen (manchmal sogar so stark das Korallen dadurch ihr sonstiges Wachstum zurückfahren. Besonders anfällig sind Stein-Korallen)
- Erhöhte Auftretenswahrscheinlichkeit von Dinoflagellaten (“braune Pest”) oder anderer MW-Aquarienseuchen.

Viele Aquarianer schwören auf eine Nitrat-Konzentration von knapp oberhalb der Nachweisgrenze. Ziel ist besseres Wachstum von einigen Korallen. Ebenso erhalten kurzpolypige Steinkorallen (SPS) eine deutlich hellere Färbung wodurch einige Farbvarianten attraktiver werden.

Becken ganz ohne Nitrat sind allerdings auch nicht das Optimum.

In eingefahrenen Aquarien wird die Nitrat-Konzentration durch Algenwachstum und durch den Abbau anaerober Bakterien stetig reduziert (Details siehe Stickstoff-Kreislauf).

### 3.14) Was passiert bei erhöhter Silikat-Konzentration?

Silikat wird meist durch Nachfüllwasser ins Becken eingebracht und reichert sich in Bodengrund Steinen usw. an. Genau das ist das Haupt-Problem, denn Schwierigkeiten treten häufiger erst mit Zeitverschiebung auf und werden zunächst nicht dem langsam gestiegenen Silikat-Anteil zugeschrieben.

Erhöhter Silikatanteil führt zu Auftreten der unerwünschten und unschönen Kieselalgen. In diesem Ambiente machen sich häufig noch andere Plagegeister breit.

Auf der anderen Seite hat Silikat, in geringen Mengen, einen positiven Effekt auf Schwämme, und Weichtiere/Mollusken.



Da die Folgen unschön und lästig sein können ist meine Empfehlung ganz klar die Silikat-Konzentration stetig im Auge zu behalten und sie spätestens bei Notwendigkeit zu reduzieren. Aufgrund diverser Erfahrungen würde ich sogar generell raten dafür zu sorgen, dass das fürs Aquarium verwendete Ausgangswasser vollkommen silikatfrei ist.

## TEIL 4 – Auflistung der Möglichkeiten zur Anpassung Wasserwerte?

### 4.0) Generelles zum Anpassen von Wasserwerten

Anschließend folgt eine Zusammenfassung wie einzelne Wasserwerte angepasst werden können.



In jedem Meerwasseraquarium haben Sie es mit einem relativ komplexen chemisch/biologischen System zu tun.  
Änderungen eines Parameters haben häufig Einflüsse auf andere Parameter.



Ebenso wichtig ist es das die Messergebnisse einiger Tests von anderen abhängen.  
Korrekturen sollten erst durchgeführt wenn Sie sicher sind, dass die gemessenen Ergebnisse nicht die logische Folge einer Abweichung eines anderen Parameters sind.

#### Beispiele für häufige Fehler:

- Dichtemessungen zur Ermittlung Salzgehalt ohne gleichzeitige Temperaturmessung  
→ Fehler: Umrechnung in Salzgehalt ist stark von der Dichte abhängig
- Messungen von Konzentrationen (wie z.B. Magnesium- oder Calcium-Konzentration) bei zu niedriger/hohem Salinität  
→ Fehler: Konzentrationstests ergeben in diesem Fall unpassende Ergebnisse  
(Bsp.: Salzkonzentration zu niedrig → Magnesium-Konzentration wird ebenso zu niedrig sein)



### 4.1) Alkalinität

Alkalinität erhöhen:

- Zugabe von Natriumhydrogencarbonat (bei eher hohen pH-Werten)
- Zugabe von Natriumcarbonat (bei eher niedrigen pH-Werten)

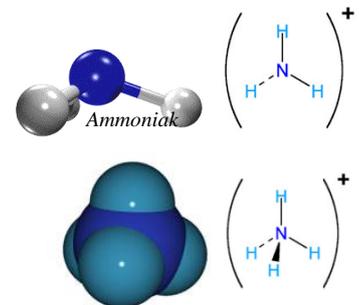


### 4.2) Ammoniak/Ammonium

(ist nur Zwischenprodukt im Stickstoff-Zyklus)

Ammoniak Konzentration reduzieren

- weniger Stickstoff einbringen
    - Fischbesatz reduzieren
    - weniger füttern
    - Temperatur herabsetzen
  - tote Lebewesen schnellstmöglich aus Becken entfernen
  - Schmuddel-Ecken entfernen
  - Gute Strömung überall im Becken
  - Riff-Hinterspülung
  - Biobälle und biologische Filter reduzieren und häufig reinigen
  - Biobälle und biologische Filter nicht Trockenlaufen lassen
- effektivere Umwandlung von Ammoniak in Nitrit
    - Bakterien-Kulturen zugeben
    - Einsatz Ammoniak bindender Additive
    - wenn lebende Steine nachgesetzt werden → nur in geringen Mengen
  - großzügige Wasserwechsel im Notfall



Ammonium

### 4.3) Calcium



Calcium Konzentration erhöhen:

- a) Calcium zudosieren
  - kostengünstige Calciumanpassung durch [Balling-Methode](#)  
komfortable Berechnung der notwendigen Chemikalien-Mengen erledigen sie am einfachsten mit meinem kleinen Freeware-Tool „Aqua Calculator“ ([Link](#))
  - Verwendung kommerzieller Produkte zur Calcium Anpassung  
(Bio-Calcium, Calcium-Pro, Grotech Coral-A, Fauna-Marin Powertrace-1, ...)
- b) Verwendung [Kalkreaktor](#)
- c) Zugabe von [Kalkwasser](#)
- c) Calcium durch Wasserwechsel aufrecht erhalten
  - regelmäßige Wasserwechsel
  - Verwendung von Salzen mit erhöhter Mg/Ca-Konzentration  
(TM-Pro Reef, Reef-Crystals, AM-Reefsalt, RedSea Coral-Pro, ATI Coral Ocean...)

Calcium Konzentration reduzieren:

- erfolgt automatisch durch Kalkifizierung/Verbrauch durch (Stein)Korallen
- Wasserwechsel mit calciumarmer Salzmischung (keine speziellen Riff-Salze !)
- Salzkonzentration reduzieren (Achtung: Einfluss auf weitere Parameter)

### 4.4) Jod

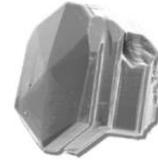
Jod Konzentration erhöhen:

- LUGOLsche Lösung 0,1%
- PVP-Jod (Betaisodonna)





## 4.5) Magnesium



Magnesium Konzentration erhöhen:

a) Magnesium zudosieren

- kostengünstige [Magnesiumanpassung](#) durch Chemikalien  
komfortable Berechnung der notwendigen Chemikalien-Mengen erledigen sie am einfachsten mit meinem kleinen Freeware-Tool „Aqua Calculator“ ([Link](#))
- Verwendung kommerzieller Produkte zur Magnesiumanpassung  
(Bio-Magnesium, Magnesium-Pro, Grotech Coral-A, Fauna-Marin Powertrace-4, ...)

b) Magnesium durch Wasserwechsel aufrecht erhalten

- regelmäßige Wasserwechsel
- Verwendung von Salzen mit erhöhter Mg/Ca-Konzentration  
(TM-Pro Reef, Reef-Crystals, RedSea Coral-Pro, ATI Coral Ocean...)

Magnesium Konzentration reduzieren:

- erfolgt automatisch durch Verbrauch der Beckenbewohner, Anlagerung auf Gestein und Bildung von Kalkrotalgen
- Wasserwechsel mit magnesiumarmer Salzmischung (keine speziellen Riff-Salze !)
- Salzkonzentration reduzieren (Achtung: Einfluss auf weitere Parameter)

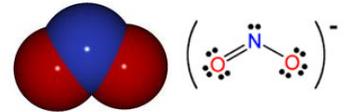


## 4.6) Nitrit

(ist nur Zwischenprodukt im Stickstoff-Zyklus)

Nitrit Konzentration reduzieren:

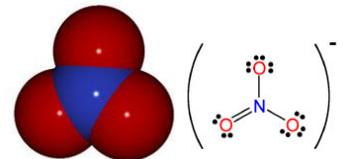
- a) weniger Stickstoff einbringen
  - Fischbesatz reduzieren
  - weniger füttern
  - Temperatur herabsetzen
  - tote Lebewesen schnellstmöglich aus Becken entfernen
  - Schmuttel-Ecken entfernen
  - Gute Strömung überall im Becken
  - Riff-Hinterspülung
  - Biobälle und biologische Filter reduzieren und häufig reinigen
  - Biobälle und biologische Filter nicht Trockenlaufen lassen
- b) effektivere Umwandlung von Nitrit in Nitrat durch Nitrobacter
  - passende Bakterien-Kulturen zugeben
  - Becken animpfen
  - Bakterienansammlung in Biobällen oder anderen biologische Filtern
  - Achtung: Häufig reinigen (nur mit Salzwasser !), nicht verschmuddeln lassen
- c) großzügige Wasserwechsel im Notfall

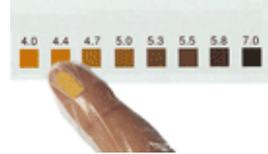


## 4.7) Nitrat

Nitrat Konzentration reduzieren:

- a) weniger Stickstoff einbringen
  - Nur Frischwasser ohne Nitratbelastung zuführen  
dazu Verwendung Umkehrosmose-Anlage oder Vollentsalzer  
bei Ausgangswasser mit hohem Nitrat-Gehalt
  - Fischbesatz reduzieren
  - weniger füttern
  - tote Lebewesen schnellstmöglich aus Becken entfernen
  - Schmuttel-Ecken entfernen
  - Gute Strömung überall im Becken
  - Riff-Hinterspülung
  - Biobälle und biologische Filter reduzieren, häufig reinigen  
und nicht Trockenlaufen lassen
- b) Abbau von Nitrat
  - Abschäumen, bzw. Abschäumerleistung erhöhen
  - Sandbettfilter (DSB)
  - Schlammfilter oder Refugium mit Makroalgen (MiracleMud)
  - Makroalgen im Becken
  - Wodka-Methode (risikoreich)
  - Zeolith-Methode
  - passende Bakterienkulturen zugeben
  - Tropic Marin – Bio Actif
  - Nitratfilter auf Schwefelbasis (nicht mehr zeitgemäß, sehr umstritten!)
  - Spezielle Nitratfilter (z.B.: Deltec)
- c) großzügige Wasserwechsel (v.a. im Notfall empfehlenswert)





## 4.8) pH-Wert

pH-Wert erhöhen:

- a) CO<sub>2</sub>-Ansammlungen entfernen
  - bessere Durchlüftung, wenn die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Zimmer zu hoch ist  
z.B.: häufiger Fenster öffnen oder Stoß lüften
  - Entlüftung eventueller Kammern über der Wasseroberfläche  
oder dort wo das aufgekalkte Wasser von Kalkreaktoren einläuft
  - Abdeckungen von Aquarien öffnen
  - Wenn Kalkreaktor ohne CO<sub>2</sub>-Rückführung verwendet wird, austauschen oder umbauen
- b) Verbesserung des Abbaus von CO<sub>2</sub> durch Photosynthese
  - Erhöhung des Anteiles der Beckenbewohner die Photosynthese betreiben  
(Korallen, Anemonen, Gorgonien, und die meisten Algen)
  - Beleuchtung optimieren (stärkere Beleuchtung, mehr Photosynthese)
- c) Reduktion von CO<sub>2</sub> durch Stoffwechselprodukte
  - Reduktion Fischbesatz
- d) Zugabe von pH-Wert anhebenden Substanzen,
  - pH kurzfristig erhöhen (nicht dauerhaft): [Kalkwassermethode](#)
  - kommerzielle Produkte (Dosierung gemäß Anleitung)
- e) Quelle für evtl. zu niedrigen pH Wert durch Ausgangswasser ausschließen  
Süßwasser für frisch anzusetzendes Meerwasser muß einen pH von ~7 haben  
liegt der pH niedriger (6 oder tiefer) ist die Wasseraufbereitung nicht tauglich!

pH-Wert stabilisieren, stärkere Schwankungen ausgleichen (pH Pufferung):

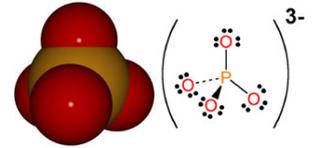
- a) Pufferung pH durch höhere Alkalinität:
  - Zugabe von Natriumhydrogencarbonat bzw. Natriumcarbonat auf ca. 8-10 °dH  
([Dosierung siehe hier](#))
- b) Wasseroberfläche stark bewegen (starke Strömungspumpen)
- c) Abschäumer mit hoher Luftleistung
  - Luft nicht aus Zimmer sondern aus dem Freien ansaugen lassen
- d) Ausströmersteine
- e) Refugien die auch nachts beleuchtet sind und damit CO<sub>2</sub> 24h/Tag abbauen

pH-Wert senken (sehr selten notwendig):

- a) Genau gegenläufige Maßnahmen zu oben
- b) Zugabe von kommerziellen pH-Wert senkenden Produkten (Dosierung gemäß Anleitung)
- c) Weniger/bzw. kein Kalkwasser mehr zugeben
- d) CO<sub>2</sub> dosieren



## 4.9) Phosphat



Phosphat Konzentration reduzieren:

- c) Phosphatdepots im Becken abbauen
  - Phosphat belastete Steine entsorgen
  - Entstehen von Schmutzdecken durch umbauen im Becken vermeiden
  - Entstehen von Schmutzdecken durch stärkere Strömung vermeiden
  - Schmutzdecken reinigen
  - Schmutzdecken durch einsetzen „Reinigungscrew“ immer wieder aufwirbeln
  
- a) Phosphateintrag verringern
  - phosphatfreies Futter verwenden,
  - Frostfutter mit Wasser gut auswaschen
  - generell hochwertige phosphatfreie Salze und Additive verwenden
  
- b) Phosphat aus Beckenwasser entfernen
  - stärker [Abschäumen](#)
  - [Schlammfilter](#) oder Refugium mit Makroalgen (MiracleMud)
  - [Wodka-Methode](#) (risikoreich)
  - [Zeolith Methode](#)
  - Macroalgen im Becken
  - Phosphat-Adsorber einsetzen
    - z.B.: Diakat-B 2-4mm, Rowaphos, Contraphos, Elimi-Phos, Timo PhosStop, ...
    - (Diakat-B, einen besonderen preisgünstigen und guten Adsorber findet man [hier](#))
  - passende Bakterien-Kulturen zugeben
  - Wasserwechsel
  - Kalkwasser zugeben
    - (Achtung: kein echter Abbau, nur Bindung, Risiko der Bildung  $\text{PO}_4$ -Depots)

Phosphat Konzentration erhöhen:

- leicht phosphathaltige Futter, Additive
- Frostfutter nicht auswaschen
- mehr füttern
- Korallenbruch mit hoher Phosphat-Konzentration für Kalkreaktor  
Granulat vor Einsatz nicht auswaschen
- [Phosphatlösung](#) zudosieren



#### 4.10) Salzgehalt / Salinität

Salzgehalt reduzieren:

- a) Wassermenge im Kreislauf erhöhen und dabei nur wenig/kein Salz zugeben
- b) Einen Teil Salzwasser aus dem Becken entfernen und Salzwasser mit geringer Salinität nachfüllen



Salzgehalt erhöhen:

- a) Salz zuführen

- Anpassungen am Salzgehalt (nach oben oder unten) müssen immer langsam erfolgen

- Vor jeglicher Anpassung und vor dem nachfüllen von neu aufgesetztem Wasser unbedingt den Salzgehalt messen.

Achtung: Je nach Messmethode muss die Wassertemperatur dabei berücksichtigt werden (nur bei Messung von Dichte, spezifischer Dichte und Leitwert).

- Salz löst sich leichter in warmem Wasser und ebenso unter Strömung.

Sollte das noch nicht helfen kann etwas Kohlensäure zugesetzt werden (z.B. Kohlensäurehaltiges Mineralwasser zuschütten).

Das Salzwasser kann ins Becken gegeben werden sobald die Lösung klar ist (keine Wartezeit), sollte aber nicht direkt auf empfindliche Korallen geschüttet werden.

- Die genaue Salzmenge / Liter Wasser ist bei den verschiedenen Salz-Typen unterschiedlich.

Die benötigte Salzmenge berechnet man sie am komfortabelsten mit meinem Tool „Aqua Calculator“ ([Link](#))

#### 4.11) Silikat

Konzentration reduzieren:

- a) Ausgangswasser silikatfrei halten
  - Silikat-/Kieselsäurefilter auf Harzbasis verwenden (Reinstwasserfilter)  
Achtung: regelmäßige Überprüfung und dann Harzaustausch notwendig  
Reinstwasserfilter hinter der Osmose-Anlage einbauen
  - Wasservollentsalzer zur Wasseraufbereitung
- b) Silikat-Adsorber in Kreislauf einbringen
  - Adsorber-Granulat in Säckchen oder Filtersäule (Silicarbon, UltraSil, ...)
- c) Biologische Silikatverbraucher verwenden
  - Schwämme



#### 4.12) Wasserwechsel: Das Mittel der Wahl für alle Fälle?

Definition: Austauschen einer bestimmten Menge des Beckenwassers durch „frisches Wasser“.

Es gibt diverse gute Gründe zur Durchführung von Wasserwechseln in Riffaquarien:

- Zufuhr entzogener Mineralien, Nährstoffe oder Spurenelemente
- Ins System gebrachte oder entstehende Schadstoffe werden verdünnt und damit dem Becken zumindest zum Teil entzogen
- Verschmutzungen, Algen, Futterreste oder andere nicht erwünschte Dinge im Becken können beim WW abgesaugt, und das fehlende Wasser durch WW wieder ausgeglichen werden
- zu niedrige oder zu hohe Salz-Konzentration kann beim WW mitkorrigiert werden

Wasserwechsel sind allerdings nur dann wirklich sinnvoll, wenn das *neu zugeführte Wasser* dem *Optimal-Zustand besser entspricht als das ersetzte Wasser!*

Folgendes ist deswegen unbedingt zu beachten

- Das verwendete Ausgangswasser sollte keine Verunreinigungen mitbringen  
Aus diesem Grunde wird die Verwendung aufbereiteten Wassers dringend empfohlen (siehe hierzu auch [Kapitel 1.10](#) !)
- Es sollten hochwertige Salzmischungen ohne Verunreinigungen verwendet werden
- Salzmischungen verwenden die dem Wunschzustand der Wasserwerte, vor allem der Mengenelemente Calcium, Magnesium und Alkalinität möglichst nahe kommen.
- Tatsächliche Salzkonzentration des Wechselwassers vor Zugabe überprüfen
- Ein übliches Wasserwechselintervall ist alle 1 .. 2 Wochen ca 5 .. 10% des Beckenvolumens
- In Notfällen sind auch Wasserwechsel mit >30% möglich und darüberhinaus sinnvoll (z.B. bei Vergiftungen o.ä.=

#### Wie oft/umfangreich sollten WW gemacht werden?

Die Gründe für Wasserwechsel sind für jedes System unterschiedlich, und damit auch die Antwort auf die Frage nach dem „wann“, „wie oft“ und „wie viel“. Zur Bestimmung Ihrer Wasserwechsel-Strategie sollten Sie die Bedürfnisse Ihres Beckens bzw. der Bewohner zuerst kennen und sich folgende Fragen stellen:

- Wie sind die aktuellen Wasserparameter Ihres Beckens?
- Was bringen sie durch das WW-Wasser neu ins Becken ein?
- Welche Parameter sind optimal für die von Ihnen gepflegten Tiere?
- Wie stark ist der Verbrauch meines Beckens und kann/möchte ich ihn durch Wasserwechsel ausgleichen?

## Wasserwechsel zur Reduktion von Schadstoffen

Hin und wieder werden versehentlich Toxine oder andere Schadstoffe ins Becken eingebracht. Diese möchte man einerseits als schnell als möglich, andererseits für die Beckenbewohner möglichst verträglich und auch vollständig entfernen.

Je nach Kosten sollten sie entscheiden ob sie die Schadstoffe durch Filter oder Adsorber entfernen oder dies durch Wasserwechsel tun.

Die folgende Grafik zeigt folgenden Zusammenhang:

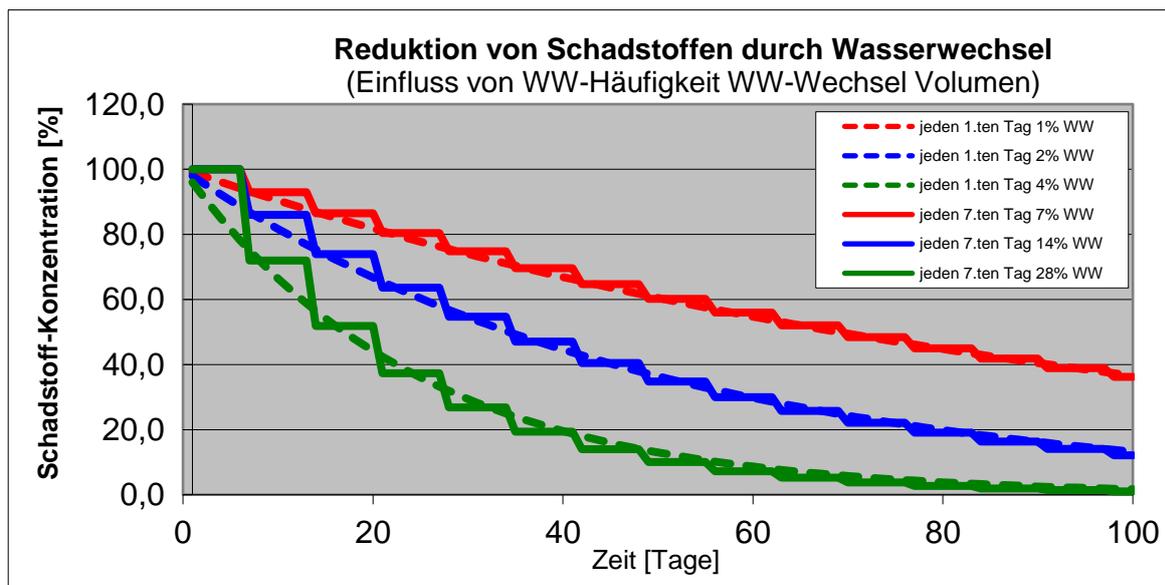
- Einmaliges Einbringen eines Schadstoffes (der anschliessend nicht weiter eingebracht wird). Der Schadstoff hat zu dem Zeitpunkt eine Konzentration „X“ die als 100% angegeben wird.
- Wasserwechsel mit eher geringer (rot), mittlerer (blau) und hoher Wechsellmenge (grün)

Durchgezogene Linien zeigen „wöchentlichen“, die gestrichelten „tägliche“ WW.

Anmerkung: 1% je Tag entspricht dem identischen Volumen wie 7% je Woche; 2% je Tag entsprechen 14% je Woche; usw

Ergebnis:

- Je höher die Wechsellmenge desto schneller wird der Schadstoff abgebaut ... logisch (rot→blau→grün)
- Die Schadstoff-Konzentration wird anfangs relativ schnell und dann immer langsamer abgebaut. Ursache: Ein zunehmend größerer Teil des frischen Wassers wird ab dem 2.ten WW mit entfernt
- Weniger häufige Wasserwechsel sind etwas effektiver



## Wasserwechsel zur stetigen Reduktion von Schadstoffen (stetiger Schadstoffeintrag)



Im Unterschied zu vorher, werden Schadstoffe im Becken meist fortlaufend produziert und durch die Beckenbiologie & Filterung nicht ausreichend abgebaut. Ein typisches Beispiel hierzu wäre ein Becken mit starkem Fischbesatz, großer Futtermenge und unterdimensionierter oder falscher Filterung. Solche Systeme produzieren mehr Schadstoffe als abgebaut werden. Die Folge ist ein stetiger Schadstoffanstieg, der zur Belastung der Beckenbewohner und sogar zum Tod von Tieren führen kann.

Generell sollte man in diesem Fall zuerst nach den Ursachen suchen und versuchen diese zu eliminieren oder durch verbesserte Technik gegensteuern.

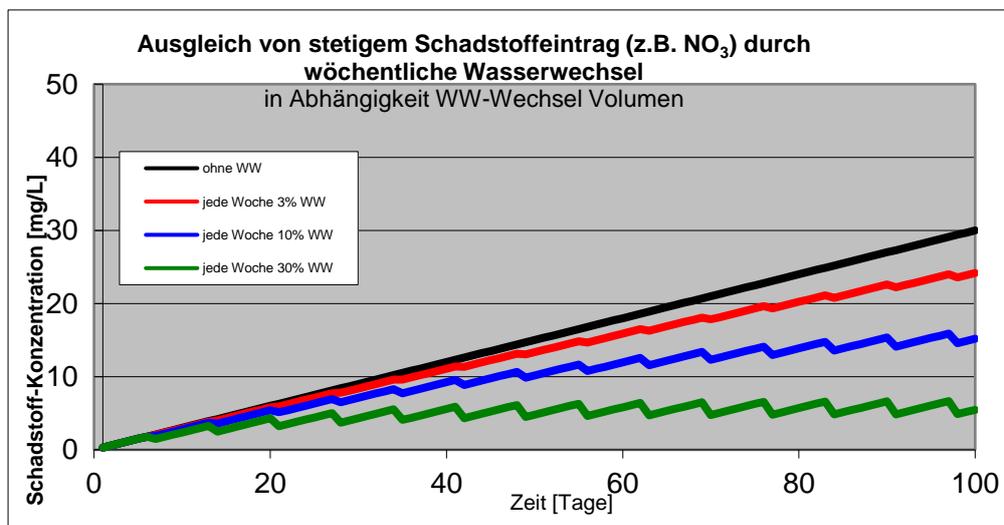
Man kann dies aber ebenso durch Wasserwechsel in den Griff bekommen. Ein Vorteil der Wasserwechsel ist, dass man dadurch sehr schnell reagieren kann. Bedenken sie aber den Aufwand und die Kosten.

Folgende Grafik zeigt das Zusammenspiel zwischen Schadstoffeintrag und Reduktion durch WW:

- Stetiges Einbringen eines Schadstoffes (hier  $\text{NO}_3$ )  
→ Die  $\text{NO}_3$  Konzentration erhöht sich im angegebenen Bsp: um 0,3 mg/l je Tag
- Die Grafik zeigt erneut WW mit geringer, mittlerer und hoher Wechselmenge (rot, grün, blau) und im Vergleich dazu was passiert wenn kein WW stattfindet (schwarze Linie)

Ergebnis: Je nach Höhe des Schadstoff-Eintrages kann dieser nur durch massive WW reguliert werden!

- grün: ok, pendelt sich beim 5mg/L ein
- blau: pendelt sich im bereits grenzwertigen Bereich ein
- rot: zu geringe Reduktion, Schadst.-Konzentration steigt leicht gebremst ständig an



## Wasserwechsel zur Konzentrations-Erhöhung von Mengen/Spurenelementen

Etwas völlig anderes ist die gewollte Konzentrations-Erhöhung von Mengenelementen durch WW wie Ca, Mg und Alkalinität (KH) sowie gewünschter weiterer Spuren-Elemente, denn diese müssen dem System ja immer wieder zugeführt werden.



Je nach Beckeneinrichtung und Besatz ist der Verbrauch SEHR stark unterschiedlich. Ebenso kann er sich verändern und sollte deswegen unbedingt ermittelt werden. Nur dadurch lässt sich die Strategie für ihr eigenes Becken sauber ermitteln. Stein-Korallenbecken haben z.B. einen viel höheren Verbrauch und auch Ansprüche als vorwiegende Fischbecken.

Die **Haupt Einflussparameter** aus denen sie erkennen ob WW-Wechsel eine gute Strategie sind und mit welchen Mengen & Salzen sie dies tun sollten sind:

- Mitgebrachte Konzentration des Salzes an Mengenelementen (Ca, Alk, Mg)
- Angestrebte Gehalte an Mengen/Spurenelementen (Ca, Alk, Mg)
- Aktuelle Konzentrationen in Ihrem Becken (Ca, Alk, Mg)  
(hauptsächlich um zu sehen wie lange die Anpassung dauert)
- Ermittelte „Verbrauch“ Ihres Beckens (Ca, Alk, Mg)



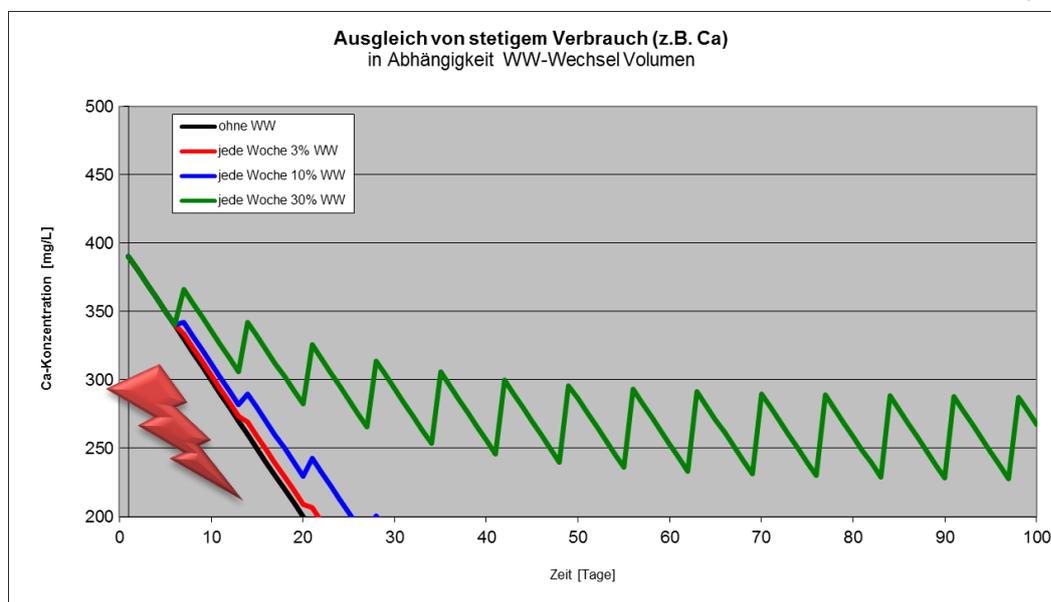
Hinweis: Liegen die mitgebrachten Konzentration der Mengenelemente (Ca, Alk, Mg) einer Salzmischung unter Ihrem angestrebten Wert sind WW sogar kontraproduktiv, da sie dann die angestrebte Konzentration verringern!

Die folgende Diagramme stellen den Verlauf von Mg und Ca bei Wasserwechseln und gleichzeitigem Verbrauch dar. Dargestellt: Ausgangs-Konzentration 400 mg/l & Starker Ca-Verbrauch (10 mg/l pro Tag)



**Ergebnis: Ausgleich des Ca, Alkalinitäts Verbrauches durch WW ist nur in Becken mit geringem Verbrauch möglich. Bei starkem Steinkorallenbesatz sollte eine alternative Methode zum Ausgleich gewählt werden!**

Hinweis: Dieses Diagramme ist rein hypothetisch. In Realität würde in keinem Becken ein Ca-Verbrauch auf 0 mg/l stattfinden, denn die Ca-konsumierenden Lebewesen würden absterben oder zumindest der Verbrauch zum Erliegen kommen.



#### 4.13) Welches Salz soll ich verwenden?

Verwenden sie nur spezielle *Meerwasser-Aquariensalzmischungen* und auf keinen Fall Kochsalz, Streusalz oder ähnliches. Verwenden sie das Salz das in Ihrem Becken die optimalsten Bedingungen erreicht. Dies muss nicht immer das teuerste sein!

Für reine Fischbecken oder Becken ohne Steinkorallen empfehlen sich die etwas günstigeren *normalen Aquarien Salze*. In Becken mit hohem Anteil an Steinkorallen herrscht ein hoher Umsatz an Calcium, Alkalinität aber auch an anderen Spurenelementen.

Hierfür gibt es seit einiger Zeit *spezielle Salze* in denen eine höhere Dosis davon enthalten ist. Diese Salze sind allerdings etwas teurer.

Generell könne sie auch die günstigeren Salze verwenden und Nährstoffe sperat zudosieren. Der Vorteil der besseren Salze ist schlichtweg der Komfort (sie sparen sich die evtl. manuelle Zudosierung).

#### Benötigte Salzmenge

Die zuzugebende Salzmenge richtet sich nach folgenden Parametern:

- a) *Volumen* des Wasserwechselwassers
- b) *notwendige Salzmenge/Liter* zum Erreichen des Wunsch Salzgehaltes (Salinität)
- c) *Aktuelle Salz-Konzentration* im Becken

Als Richtwert sollten Sie eine Salinität von 34,8 [psu] einstellen.



**Hinweis:** Die Menge an Salz die sie zu 1 Liter dazugeben müssen um anschließend einen gewissen Salzgehalt zu haben ist je nach Hersteller und Salzart unterschiedlich und liegt üblicherweise **zwischen 38 und 41 Gramm je Liter**.

Das ist mehr als die angestrebten 34,8 psu vermuten lassen. Grund dafür ist, dass alle Salze gewisse Zusatzbestandteile enthalten, welche die reine Salz-Konzentration verringern.

Die zuzugebende Menge für das gewählte Meersalz ist leider nur selten auf den Bedienungsanleitungen der Salze angegeben. Häufig sind dort, vermutlich aus Wettbewerbsgründen, auch zu geringe Salzmengen je Liter Wasser angegeben.

Ich empfehle deswegen die komfortable Salzmengen-Berechnung mit meinem [Aqua-Calculator](#) vorzunehmen. Bei jedem Wasserwechsel empfiehlt sich außerdem den aktuellen Salzgehalt des Beckens zu überprüfen und gleich wieder optimal anzupassen.

#### 4.14) Selbst ermittelte Meßwerte für im Handel erhältliche Meersalzmischungen

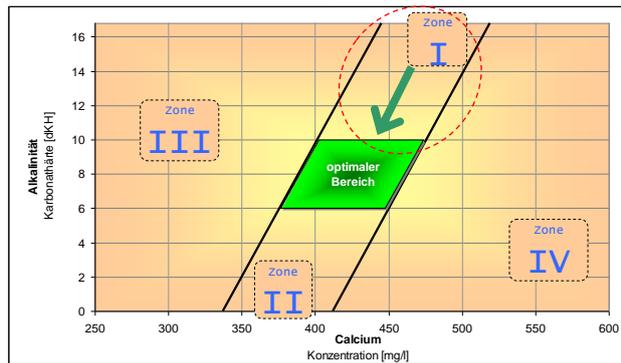
- Keinerlei Gewähr für die Korrektheit der Ergebnisse! Ergebnisse weichen zum Teil erheblich von Herstellerangaben ab! Werte gelten für „aufbereitetes Wasser“. Verwendung Leitungswasser: darin enthaltene Konzentrationen dazu zu addieren! Meersalzmischungen unterliegen gewissen Produktionsschwankungen sowie möglicher Entmischung, z.B durch Transport. Änderungen der Rezepturen durch Hersteller können jederzeit erfolgen!
- Ergebnisse wurden gemäß objektiven Kriterien und bestem Wissen/Gewissen durchgeführt. Lediglich für Aquarianer einfach messbare Werte gemessen. Stückzahl je Test ist  $n \geq 1$ . Mögliche Chargenstreuungen der Salzmischungen nicht ermittelt. Ca/Mg/Alkalinität mit Tröpfchentest ermittelt (übliche Meßgenauigkeit/Streuband Ergebnisse). Abweichungen der Meßwerte wurden durch Referenzlösungen ermittelt und entsprechend berücksichtigt. Weitere Konzentrationen (z.B. Kalium) wurden nicht gemessen, da Meßkits derzeit als zu ungenau eingestuft werden.
- Die Angabe der Meßwerte ist bezogen auf eine Salinität von 34,8 psu.  
Auf höhere/geringere Salinität angemischtes Merwasser hat entsprechend andere (höhere/geringere) Konzentrationen
- Unabhängigkeit/Unbefangenheit im Vorgehen: Ich vertreibe/bewerbe keines der getesteten Produkte. Auf Wunsch von Herstellern/Distributoren, behalte ich mir vor einzelne Ergebnisse aus dieser Übersichts-Tabelle sowie meinem Berechnungstool Aqua-Calculator zu entfernen. Die Ergebnisse wurden zum Großteil bewusst an nicht vom Händler/Distributor „ausgesuchten“ Salzproben ermittelt, sondern an Salzproben mir befreundeter Aquarianer.
  - Die Ergebnisse sind keine Bewertung im Sinne „gutes“ bzw. „schlechtes“ Salz. Jeder muss, und kann, selbst entscheiden welches Salz er für sein Becken unter eigenen Gesichtspunkten als optimal geeignet ansieht.

Distributor/Bezeichnung	ermittelte Daten bei 34,8 psu				Kommentar
	g > 34,8 psu [g/L]	Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Alk [dKH]	
AQ-Systems - Instant Ocean	40,791	420	1175	11,5	
AQ-Systems - Reef Crystals	40,834	405	1280	11,0	
Aqua Craft - Coral Marine sea salt	40,583	275	885	9,6	
Aqua Craft - Marine Environm.2 part	40,755	440	1050	9,2	Trace el.:2,1 ml / 10Liter H <sub>2</sub> O
Aqua Medic - Reef Salt	39,613	405	1160	8,4	
Aqua Medic - Sea Salt	39,400	265	740	6,4	
AQUA Trace Care - Coral Prem.	41,208	435	1330	8,2	
AquaLight - Aquatic Marine	39,101	450	1290	9,8	
Aquarium Schober - Meersalz	40,893	410	1165	10,0	
Ama - Royal Nature trop. sea salt	41,764	450	1285	10,0	
ATI - Coral Ocean	40,212	475	1335	8,1	-> Ca 450mg/l (+14g/10l)
ATI - Coral Ocean Plus	35,799	440	1340	7,6	
ATS - Quality Premium	42,067	295	1305	6,8	
Brightwel Aquatics - NeoMarine	36,923	390	1220	6,5	
Coral-Reef-Equipment - Meersalz	42,381	500	1525	7,1	
Coral-Shop - Marine Salz	41,802	440	1190	9,4	
Crystal sea - Marinemix	39,828	310	1135	11,0	
Crystal Sea - Marine Mix (Forty Patr	40,833	300	1060	10,7	
Deep Blue - sea salt	38,273	460	1300	11,5	
Dupla Marin - Premium Salt	40,115	455	1385	11,0	
D&D Aquarium solutions - H2Ocean	38,517	435	1320	10,6	
Fauna Marin	40,284	430	1270	8,6	
Grotech - Coral Marine	40,380	305	1295	8,8	-> Ca +75mg/l(5ml/10L) -> Mg+225mg/l(15ml/10L)
HP Aquar. - Reef High Energie	41,802	525	1650	8,8	
HW - Marine Mix Professional	41,429	425	1275	8,5	
HW - Marine Mix Reefer	41,928	440	1350	8,8	
Kent Marine - Reef Salt Mix	40,893	500	1300	10,2	
Microbe-Lift - Reef Salt	38,932	475	1430	6,8	
NightSun - Reef Salt Professional	39,162	460	1085	6,6	
Nyos - Royal Atlantic (High energy r	40,589	455	1280	9,1	
Preis - Meersalz	39,817	440	1385	9,0	
Red Sea - Coral Pro	38,796	445	1350	11,5	
Red Sea - Coral Pro (<09/2011)	37,960	465	1255	8,1	
Red Sea - Sea salt	37,950	415	1265	9,0	
Red Sea - Sea salt (<09/2011)	38,839	320	1245	7,5	
RedCoral - Sea Salt	39,361	480	1360	9,8	
Reef Project - Brilliant Colors	41,823	355	1340	6,8	
Reef Revolution - Premium Meersalz	39,737	435	1095	10,4	
Riffsystem - Reef salt	39,389	455	1495	7,3	
Schraders - Reefsalt Blue lagoon	43,912	485	1800	9,9	
Sera Marin - Basic salt	40,583	335	1135	11,2	
Sera Marin - Reef salt	41,306	460	1260	14,5	
Silbermann - Pro color dKH0	42,118	20	1170	0,5	-> Ca (0g) ->Alk (0g)
Silbermann - Pro color dKH5,5	39,658	455	1460	5,4	
Silbermann - Pro color dKH8	39,211	480	1460	8,5	
Terra Nova - Optimum Sea Prof.	37,826	425	1080	7,6	
Tetra Marin - Sea salt	40,046	350	1140	12,0	
Timo - Premium Salt	39,828	480	1175	9,5	
Timo - Reef Salt	39,057	490	1250	8,3	-> Ca 450 (15g/10l)
Tropic Marin - Bio-Actif Sea Salt	38,937	490	1315	10,7	
Tropic Marin - Pro Reef	39,886	425	1245	7,3	
Tropic Marin - Salt	39,930	345	1160	11,6	
Tropical Wave - Sea salt	39,350	470	1005	9,8	
Welke Salz	37,286	360	1165	8,6	

**Ergiebigkeit:** Faktor zur Ermittlung der notwendigen Salzmenge für eine bestimmte Salinität benötigt wird.  
**Bsp.:** 100 Liter Wasser , Wunsch-Salinität = 35 [psu]; benötigte Salzmenge für 34,8 [psu] aus Tabelle = 40,8g  
 → Notwendige Salzmenge: 100 [L] x 35 / 34,8 x 40,8 [g]= 4103 [g]

#### 4.14) Anpassungen am Verhältnis Calcium zu Alkalinität

##### Korrekturmaßnahmen für Zone-I



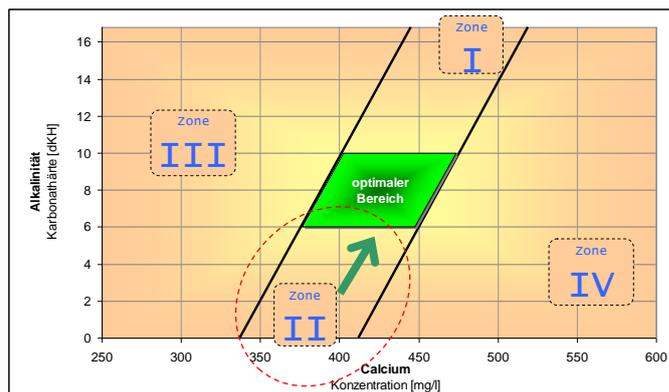
##### b) *Wasserwechsel* durchführen

(Korrektur erfolgt durch die geringere Konzentration im Nachfüllsalz, Bessere Wirkung bei Verwendung von Salzen mit geringer Ca-Konzentration)

##### a) *Keine, Zustand reguliert sich*, durch den Verbrauch im Becken, *von selbst*

(Befinden sich Ihre Ausgangswerte von Zone-I mittig zwischen den beiden Geraden, werden Ihre Wasserparameter nach einiger Zeit auch mittig im optimalen Bereich anlangen)

##### Korrekturmaßnahmen für Zone-II



##### a) *Wasserwechsel* (einfach in Durchführung, aber teuer)

##### b) *Zuführung von Calcium und Alkalinität in ausgeglichener Menge*

##### 1.) *Check*: Liegt die *Mg*-Konzentration bei mindestens **1250 mg/l**?

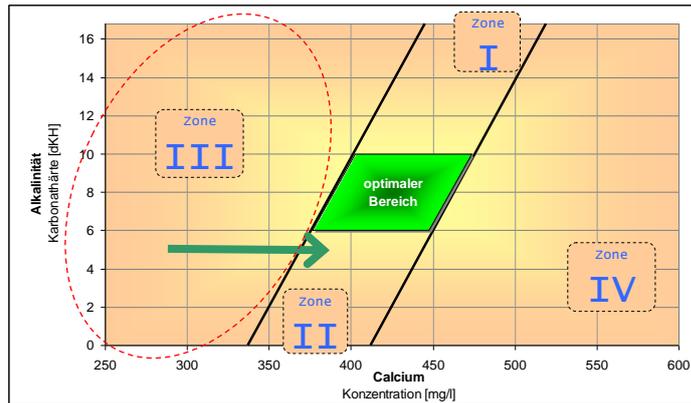
Wenn Nein: Zunächst noch keine Zugabe von Ca/Alkalinität Konzentration erhöhenden Chemikalien!  
Erst die **Mg-Konzentration auf 1300-1350 mg/l erhöhen.**

##### 2.) *Ausgeglichene Erhöhung von Calcium und Alkalinität* z.B.: durch

- Balling-Methode
- Kalkwasser
- Kalkreaktor
- kommerzielle Chemikalien

Anmerkung: Die Geschwindigkeit der Annäherung an den optimalen Bereich ist abhängig von der zugegebenen Menge. Überdosierung zur schnelleren Anpassung stresst die Beckeninsassen. Ebenso besteht dadurch ein erhöhtes Risiko in Zone-I zu gelangen.

## Korrekturmaßnahmen für Zone-III



a) Bei extremen Fällen sind **häufige und große Wasserwechsel** der einfachste Weg, allerdings auch etwas teuer.

b) **Kombiniertes Vorgehen** (ohne Wasserwechsel)

1. Liegt die Calcium-Konzentration  $>400$  mg/l?

Wenn Ja: Zunächst keine Ca/Alkalinität erhöhenden Chemikalien zuführen und **Abwarten bis sich die Ca-Konzentration**, durch Verbrauch im Becken, **reduziert**.

(ebenso kein Kalkwasser zugeben, Kalkreaktor abschalten, .....)

2.) **Zugabe** von **Calcium-Chlorid** ( $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ )

und **Verzicht** auf **Alkalinität erhöhende** Chemikalien

...bis man in der optimalen Zone, oder auch Zone-1 oder 2 landet

([Dosierung siehe hier](#))

### Achtung:

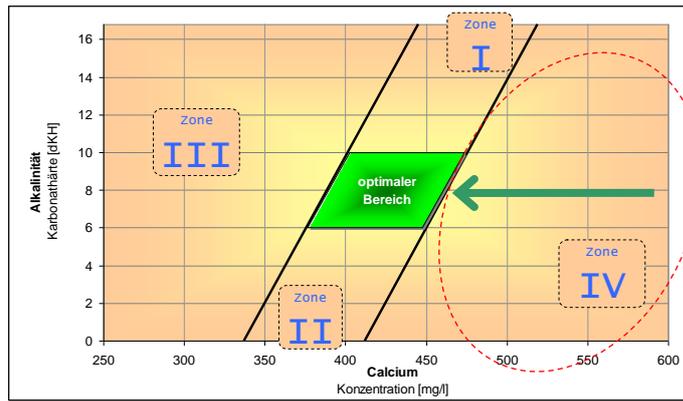
- Kalkwasser oder Kalkreaktoren sind kontraproduktiv und dürfen jetzt nicht verwendet bzw. müssen abgestellt werden

- Kombi-Chemikalien dürfen jetzt nicht verwendet werden (erhöhen Ca/Alkalinität in gleichem Maße was jetzt genau falsch ist)

- Bei Verwendung der Balling Methode zu diesem Zeitpunkt kein Natrium Hydrogencarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) zugeben

- Zur Behebung dieses Problems ist häufiges Messen der Ca-Konzentration und Karbonathärte besonders wichtig.

## Korrekturmaßnahmen für Zone-IV



a) Bei extremen Fällen (weit auf der rechten Seite) sind **häufige und große Wasserwechsel** der einfachste Weg das in den Griff zu bekommen, allerdings relativ teuer.

b) **Selektives Vorgehen** (ohne Wasserwechsel)

1.) **Check:** Ist die Karbonathärte  $\geq 11$  °dH?

Wenn Ja: zunächst keine Ca/Alkalinität erhöhenden Chemikalien zuführen sondern **Abwarten** bis sich die Alkalinität, durch Verbrauch im Becken, reduziert. (ebenso kein Ca/Alkalinität anhebenden Chemikalien zugeben kein Kalkwasser zugeben, Kalkreaktor abschalten, .....

2) Wenn die Karbonathärte  $< 11$ °dH ist:

**Zugabe von Alkalinität erhöhenden Chemikalien** und **Verzicht** auf **Calcium-Konzentration** erhöhende Chemikalien ...bis man in der optimalen Zone, oder auch Zone-1 landet

Achtung: Das zu wählende Vorgehen ist abhängig vom pH-Wert

2.a) Ist der pH-Wert  $\geq 8.2$ :

Zugabe von **Natriumhydrogencarbonat**

2.b) Ist der pH-Wert  $< 8.2$ :

Zugabe von **Natriumcarbonat**

(Dosierung siehe Tipps&Tricks)

Tipp: bei sehr starken Abweichungen ist eine Kombination von 2.a) / 2.b) empfehlenswert um den pH-Wert nicht so stark zu verändern (pH-Wert sollte  $< 8,5$  und  $> 7,9$  gehalten werden).

## TEIL 5 – Anpassung von Wasserwerten in der Praxis (Alkalinität, Ca und Mg)

### 5.1) Wie werden Chemikalien dem Becken am besten zugeführt?

Die Möglichkeiten reichen von manueller Dosierung (einfaches dazu schütten von Pulvern oder Lösungen) bis hin zu vollautomatischer Dosierung aus Vorratsbehältern.

Eine allgemeingültige Empfehlung kann nicht gemacht werden. Die für jeden optimale Lösung hängt ab von:

- Anzahl, Art und Häufigkeit der zuzudosierenden Chemikalien
- Dosierhäufigkeit
- Verfügbarer Platz für Dosiereinrichtungen
- Vorhandenes Budget



#### In jedem Falle sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Basis für eine richtige Dosierung sind solide Messwerte Ihres Aquarienwassers  
Achten sie besonders auf hochqualitative Tests bzw. Messgeräte und darauf, dass die Messwerte bei korrektem Salzgehalt \*1) ermittelt wurden, und auf Normsalinität (~34,8 psu) bezogen sind.
- Die Einwägung der Chemikalien muss mit ausreichend präzisen Wagen erfolgen  
Achten Sie dabei nicht nur auf die Anzahl der Nachkommastellen die angezeigt werden sondern auf die Messgenauigkeit der Waage (eine Waage die 1/100 Gramm anzeigt kann um 10 Gramm falsch anzeigen).  
Generell gilt: je kleiner das Becken (bzw. je kleiner die Dosiermengen), desto genauer sollte die Waage sein.
- Bevorzugte Dosierzeitpunkte einiger Chemikalien beachten  
(bevorzugt Morgens, Abends, ...)
- Auf Unverträglichkeiten einzelner Chemikalien achten  
(z.B.: sollte man *CalciumChlorid-DiHydrat* und *NatriumHydrogencarbonat* nicht zeitgleich an identischer Stelle im Kreislauf dosieren)
- Je gleichmäßiger und langsamer die Dosierung desto schonender für Ihre Tiere  
Dies muss jedoch nicht übertrieben werden  
Allerdings sollten sie keine Chemikalien unverdünnt auf empfindliche Korallen geben
- Einleitung sollte immer an ausreichend gut durchströmten Stellen stattfinden  
Damit vermeidet man Konzentrationsansammlungen
- Zur Aufbewahrung verwendete Behälter, sollten keine Schadstoffe abgeben. Einige Lösungen müssen von Zeit zu Zeit wieder durchmischt werden.

\*1) Details hierzu siehe Kapitel 1.3

## 5.1a Manuelle Dosierung

Manuelle Dosierung ist einfach und braucht nicht weiter beschrieben zu werden. Halten sie sich lediglich an oben genannte Dinge.

## 5.1b Automatische Dosierung

Dosierungen erfolgen entweder in:



- flüssiger Form

(Bsp.: vorgemischte Spurenelemente, vorgemischte Balling-Lösungen, Jod, ..)



- als pulverförmige Chemikalien

Sollen *pulverförmige Chemikalien* mit Dosierpumpen dosiert werden, müssen sie vorher gelöst werden (optimalerweise wird hierzu Osmosewasser verwendet). Die häufigste Anwendung ist die Dosierung von selbst hergestellten Lösungen gemäß Balling Rezepturen.

## 5.2 Dosiermengen berechnen



### Schritt-1:

Ziel ist immer zu wissen welche Menge einer gewissen Chemikalie man zugeben muss um eine vorgegebene Konzentrationserhöhung zu erzielen. Als Mess/Dosiergröße dazu kann uns nur das *Gewicht* dienen.

Soll eine Anpassung/Erhöhung erfolgen sind folgende Angaben notwendig:

- Was** soll erhöht werden (Calcium&Alkalinität und/oder Magnesium)
- um **wie viel** [mg/l] soll der Wert erhöht werden
- Welches **Wasservolumen** \*1) soll dabei angepasst werden

\*1) gemeint ist das im gesamten Beckenkreislauf vorhandene Wasser

also: Volumen Becken abzüglich Steine, Sand, .. jedoch plus dem Volumen in Technikbecken, Verrohrung usw.

So errechnet man das aktuell im Becken vorherrschende Gesamt-Defizit dieses Stoffes.

$$\text{KonzentrationsDefizit} = \text{Sollwert} - \text{Istwert}$$

$$\text{GesamtDefizit} = \frac{\text{KonzentrationsDefizit} \times \text{Wasservolumen}}{1000}$$

KonzentrationsDefizit, Sollwert und Istwert	in	[mg/Liter]
Wasservolumen	in	[Liter]
Gesamtdefizit	in	[g]

Beispiel: Wir haben ein Becken mit 100 Liter Wasservolumen.  
Magnesium soll von 1280 mg/l auf 1320 erhöht werden.

- Mg-Defizit	$1320 - 1280 = 40 \text{ mg/l}$
- Gesamt-Defizit	$40 \text{ mg/l} \times 100 \text{ l} / 1000 = 4 \text{ g}$

Ergebnis: Dem Becken müssen 4g Magnesium zugeführt werden.

## Schritt-2:

Die gewünschte/ermittelte Menge der Chemikalien (Gesamt-Defizit) kann aber nicht „einfach so“ dem Becken zugegeben werden. Stattdessen werden im Handel erhältliche Salze, die sogenannten Ballingsalze, eingesetzt. Diese lassen sich sehr gut in Wasser lösen, sind aber wiederum chemische Verbindungen und enthalten neben den gewünschten Bestandteilen (Ca, Mg, ..), ebenso andere Ionen. Die zuzugebende Menge muss also berücksichtigen, dass ein Teil des Ballingsalzes NICHT das gewünschte Defizit von Ca/Alkalinität/Mg erhöht!

Es muss dementsprechend mehr von dem Salz zugegeben werden. Die genauen Mengen dazu werden auf Basis der molaren Masse \*) ermittelt.

Die Berechnungen sind zwar chemisch gesehen einfach, können jedoch nicht in einer simplen Formel angegeben werden und werden später genauer beschrieben.

\*) Jedes Element im *Periodensystem der Elemente* hat eine *molare Masse*.

Diese gibt an welches Gewicht eine, immer gleich bleibende, Menge an Teilchen dieses Elementes hat.

Diese Anzahl der Teilchen beträgt  $6,022 \cdot 10^{23}$  und wird auch *Avogadro-Konstante* genannt.

Die molare Verbindung einer Verbindung (nicht nur eines Elementes) ermittelt man aus der Summenformel der Verbindung. Man addiert dazu einfach die molaren Massen der Einzelelemente (teilweise mehrfach, je nachdem wie häufig die Einzelelemente in der Verbindung vorkommen).

Link: <http://de.wikipedia.org/wiki/Molgewicht>

Die Ballingrezepturen sind außerdem meist eine Mischung aus diesen Salzen. Ziel ist die Gesamt-Formulierung so einzustellen das sie dem Meerwasser möglichst ähnlich kommt.

Die Berechnung der Dosiermenge erfolgt gemäß folgender Formel

$$\text{Dosiermenge} = \frac{\text{Gesamtdefizit} \times \text{Molmasse}_{\text{Verbindung}}}{\text{Molmasse}_{\text{Element}}}$$

Dosiermenge und Gesamtdefizit in [g]  
Molmassen in [g/mol]

Beispiel: siehe oben (100 Liter Wasservolumen. Magnesium soll von 1280 mg/l auf 1320 erhöht werden)

das Mg Gesamt-Defizit wurde bereits zu 4 g berechnet.

Wie viel Ballingsalz von der Verbindung  $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  muss man jetzt zudosieren?

Man errechnet \*) dazu die Molmasse von  $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  und erhält  
die Molmasse von Mg alleine beträgt (ohne den Rest der Verbindung)  
bereits weiter oben haben wir das Gesamt Defizit errechnet  
(Erklärung dazu siehe \*) oben)

203,3021 g/mol

24,305 g/mol

4,00 g

In unserem Beispiel:  $4,00\text{g} \times 203,3021\text{g/mol} / 24,305\text{g/mol} \rightarrow 33,458\text{ g}$

Ergebnis: Es sind also 33,5 Gramm  $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  nötig um Mg in 100 l Wasser um 40mg/l zu erhöhen

Besteht eine Formulierung nun aber aus mehreren Verbindungen, muss man häufig sicherstellen, dass z.B. dieselbe Menge an Teilchen von *Verbindung-B* zugegeben werden wie von *Verbindung-A* (natürlich ist auch jeder andere Faktor als 1 = gleiche Menge möglich)

Wir errechnen hier zu „wie viel Mol“ eine beliebige Masse einer Verbindung entspricht.

$$\boxed{\text{AnzahlMol [mol]} = \frac{\text{Dosiermenge [g]}}{\text{Molmasse}_{\text{Verbindung}} \text{ [g/mol]}}}$$

oder formen das ganze um falls wir die Dosiermenge berechnen müssen.

$$\boxed{\text{Dosiermenge [g]} = \text{AnzahlMol [mol]} \times \text{Molmasse}_{\text{Verbindung}} \text{ [g/mol]}}$$

**i** Mit diesem Grundwissen lassen sich sämtliche verwendeten Formulierungen anhand der Summenformeln nachvollziehen.

### 5.3 Stammlösungen herstellen

- a) Zusammenstellung möglicher Kombinationen von Inhaltsstoffen die sinnvollerweise in einer Lösung gemischt werden können  
(Ziel: benötigt weniger Dosier-Kanister, und weniger Kanäle der Dosieranlage)
- b) Ermittlung / Berechnung der Zugabemengen

Berechnungsschritte am Beispiel einer Mg-Dosierung

Vorgaben: Beckeninhalt 600 L, es sollen 2 Liter Kanister verwendet werden

- a. Ermittlung der notwendigen Menge an Chemikalien (z.B. mit Aqua Calculator)

Berechnung: 1000L Beckenwasser sollen um 10 mg/l Mg erhöht werden?  
Ergebnis: 84 Gramm  $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  notwendig

Diese 84 Gramm bezeichnen wir als *relative Dosierkonzentration*  
(wird später benötigt!)

- b. Gesamtmenge (Chemikalien) pro Kanister, unter Berücksichtigung der maximal löslichen Menge pro Chemikalie, ermitteln

$$\text{Chemikalienmenge}_{\text{Kanister}} = \text{Dosiermenge}_{\text{Max}} \times \text{Volumen}_{\text{Kanister}}$$

Beispiel:

Maximale lösliche Menge  $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  je Liter ~450 g / Liter  
gewählte Dosiermenge = 400 g / Liter (400 <= 450; ok)

Volumen-Kanister: 2 L

Ergebnis: Dosiermenge  $\text{Kanister} = 400[\text{g/Liter}] \times 2[\text{Liter}] = 800 \text{ g}$

c) Dosier-Volumen der Lösung ermitteln

$$\text{Volumen}_{\text{Dosierung}} = \frac{\text{Dosierkonzentration}_{\text{rel}} \times \text{Wasservolumen}_{\text{Becken}} \times \text{Volumen}_{\text{Kanister}}}{\text{Chemikalienmenge}_{\text{Kanister}}}$$

Anmerkung:

Formel ist bereits vereinfacht, Werte deswegen in folgenden Einheiten einsetzen

Dosierkonzentration <sub>rel</sub>	[g/1000 Liter]
Wasservolumen <sub>Becken</sub>	[Liter]
Volumen <sub>Kanister</sub>	[Liter]
Dosiermenge <sub>Kanister</sub>	[Gramm]

Das Ergebnis wird dadurch in Milliliter angegeben

Volumen <sub>Dosierung</sub>	[ml]
------------------------------	------

Beispiel:

c1) Beckenspezifische Angabe

$$84 \text{ [g/1000 L]} \times 600 \text{ [L]} \times 2 \text{ [L]} / 800 \text{ [g]} = 126 \text{ ml}$$

Zur Erhöhung der Mg-Konzentration um 10mg in einem 600L Becken sind von der berechneten Lösung **126 ml** notwendig

c2) Allgemeine Angabe

(hierzu als Wasservolumen des Beckens jetzt einfach den Sollwert **100L** einsetzen)

$$84 \text{ [g/1000 L]} \times 100 \text{ [L]} \times 2 \text{ [L]} / 800 \text{ [g]} = 21 \text{ ml}$$

Zur Erhöhung der Mg-Konzentration um 10mg/100 Liter sind von der berechneten Lösung **21 ml** notwendig

d) Beschriftung der Dosierbehälter

Ich empfehle folgende eindeutige Beschriftung:

- Auswirkung der Dosierung des Inhaltes  
z.B.: **Anpassung Magnesium-Konzentration**
- Welche Konzentrationserhöhung erfolgt bei Dosierung  
Optimal ist ein Mix aus *allgemeiner Angabe* und *beckenspezifischer Angabe* wie z.B.:  
Dosierung von 126 ml / Tag auf 600 L → Magnesium +10mg/l  
Dosierung von 21 ml / Tag je 100L → Magnesium +10mg/l
- Angabe aller Inhaltsstoffe  
Bsp.: **2L Wasser + 800 Gramm MgCl<sub>2</sub> \* 6 H<sub>2</sub>O**  
dies erleichtert auch das Nachfüllen wenn ein Behälter leer ist!
- Verwendeter Kanal der Dosieranlage

Beispiel-Etikett:

Anpassung: **MAGNESIUM**  
ΔMagnesium +10mg/100 Liter ≙ 21 ml  
ΔMagnesium +10mg bei 600 Liter ≙ 126 ml  
Inhalt: 5Liter Osmosewasser + 2000g MgCl<sub>2</sub> \* 6 H<sub>2</sub>O  
Dosier-Kanal: **Nr.1**

e) Einstellung Dosieranlage

Dosieranlage so einstellen, dass die Anlage/Pumpe das o.b. Volumen entsprechend automatisch dosiert (Je nach Hersteller/Modell unterschiedlich)

Das derzeit wohl am komfortabelste System ist eine Kombination aus **Dosiovorratsbehältern** aus denen die Chemikalien mittels **Schlauchpumpen** herausgepumpt, und dem Becken-Kreislauf zugepumpt, werden.



Bild: Vorratsbehälter System „Lena“  
Behälter klappbar, einzeln herausnehmbar,  
transparent, Ablagefläche für Dosierpumpen



Bild: Grotech Dosierpumpen TEC  
max. ausbaubar bis 11 Kanäle  
je Steuerung



Die meisten angebotenen Dosier-Schlauchpumpen haben eine relativ einfach ausgelegte mechanische Konstruktion der Pumpenköpfe und eignen sich nicht für Dauerbetrieb wie z.B. 24 stündige Dosierung einer Flüssigkeit.

Verwenden Sie hierzu spezielle Modelle die für Dauerbetrieb ausgelegt sind.

## 5.4 Welche Mengen an Chemikalien lassen sich in Wasser lösen?

Tabelle: Empfohlene und maximale Mengen die in Wasser gelöst werden können

Summenformel Chemikalie	Bezeichnung		Empfehlung	Max. lösbar In H <sub>2</sub> O bei 20°C
CaCl <sub>2</sub> * 2H <sub>2</sub> O	CalciumChlorid-DiHydrat	<a href="#">Link</a>	800 g/L	986,5 g/L
NaHCO <sub>3</sub>	NatriumHydrogencarbonat	<a href="#">Link</a>	80 g/L	96 g/L
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NatriumCarbonat	<a href="#">Link</a>	≤ 100 g/L	217 g/L
-	NaCl freies Salz		20g/L	25 g/L
MgCl <sub>2</sub> * 6 H <sub>2</sub> O	MagnesiumChlorid Hexahydrat	<a href="#">Link</a>	836 g/L	1670 g/L
MgSO <sub>4</sub> * 7 H <sub>2</sub> O	MagnesiumSulfat Heptahydrat	<a href="#">Link</a>	≤ 100 g/L	710 g/L
Mischung aus MgCl <sub>2</sub> * 6 H <sub>2</sub> O und MgSO <sub>4</sub> * 7 H <sub>2</sub> O	MagnesiumChlorid Hexahydrat + MagnesiumSulfat Heptahydrat		400 g/L  56 g/L	

## 5.5) Die Balling Methode

Ihren Namen verdankt die Methode *Hans-Werner Balling*, denn er hat sie der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Hans-Werner ist Vollblut-Meerwasseraquarianer und inzwischen bei der Firma Tropic-Marin beschäftigt.



Unter dem Sammelbegriff „Balling“ werden mehrere Methoden genannt die aber vor allem eins bewirken sollen: *Einen einfachen und vor allem kostengünstigen Weg, durch Zugabe von Chemikalien, die Konzentration einiger Parameter im Beckenwasser definiert zu erhöhen.*

Die Vorteile die der „Balling Methode“ zur breiten Verbreitung verholfen haben sind:

- Kostengünstig
- Dosierung genau und gut einstellbar
- Kann von manueller Zugabe (billigst) bis zu voller Automation angewendet werden

Die **eigentliche Balling Rezeptur** erhöht **Calcium & Alkalinität**. Die meisten Aquarianer verstehen unter Anwendung der Balling-Methode aber auch noch die Dosierung einer **Magnesium** anhebenden Rezeptur, welche aber nicht zuerst von H.W. Balling vorgestellt wurde.

Auf eine ebenso eine von H.W. Balling vorgeschlagene Dosierung von Spurenelementen wird hier nicht eingegangen  
Ebenso auf leichte Abwandlungen der vorgestellten Ca/Mg/Alkalinität Rezepturen die unter diversen Namen im Internet kursieren.

**i** Die notwendigen Chemikalien erhält man in allen gut sortierten Aquaristikshops. Sie werden als **Ballingsalze** bezeichnet. Es gibt sie auch in Apotheken, dort aber deutlich überteuert.  
Welche Salze sie benötigten entnehmen sie den Anleitungen der jeweiligen Rezeptur.

**i** Viele Fachhändler verkaufen fertig verpackte Mittelchen namhafter Hersteller wie z.B. *BioCalicium*, *Magnesium Plus* usw. Diese sind häufig nur etwas aufgepöpelte Ballingsalze jedoch deutlich teurer. Bei kleineren Becken, sowie ersten Gehversuchen zur Anpassung des Kalkhaushaltes sind diese eine gute Alternative. Bei größeren Becken kommt dies auf Dauer relativ teuer.

**i** Ebenso werden in Kanistern/Eimern fertig in Osmosewasser eingewogene und verrührte Balling-Mischungen vertrieben.

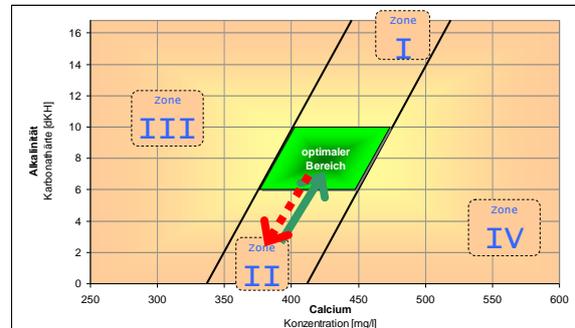
## 5.6) Balling Rezeptur zur ausgeglichenen Anpassung *Ca-Konzentration* und *Alkalinität*



Der Normalzustand in einem gut laufenden Riffbecken ist, dass sowohl Calcium als auch Alkalinität stetig und oft relativ deutlich abnehmen. Sie driften dadurch irgendwann in Zone-II (roter Pfeil) und müssen von da wieder angehoben werden (grüner Pfeil).

Eine Besonderheit dieser Rezeptur ist, dass beide Werte in genau dem gleichen Verhältnis in dem sie abnehmen wieder zu dosiert werden können.

Das Verhältnis in dem Calcium verglichen zur Alkalinität angehoben wird, kann mit dieser Rezeptur jedoch nicht verändert/ eingestellt werden!  
(meist ist das auch nicht nötig).



Anhebung der CA-Konzentration um	10 mg/l
korrespondiert mit einer	
Anhebung der Alkalinität/Karbonathärte um	1,38 °dH

Die Vorgabegröße bei den entsprechenden Berechnungs-Formeln bzw. -Programmen ist die Ca-Konzentration (nicht Alkalinität)

- Die Rezeptur wird gemäß folgender chemischen Summenformel berechnet:



- grobe Wirkungsweise der Rezeptur:

Ca	Erhöht die Calcium Konzentration
HCO <sub>3</sub>	Erhöht die Alkalinität (Karbonathärte)
NaCl	(Kochsalz) entsteht als Folgeprodukt
H <sub>2</sub> O	(Wasser) entsteht in sehr geringer Menge ebenso als Folgeprodukt

- Folgendes wird als Rezeptur-Bestandteil benötigt:

CaCl <sub>2</sub> * 2H <sub>2</sub> O	CalciumChlorid-DiHydrat	+
NaHCO <sub>3</sub>	NatriumHydrogencarbonat	+
	NaCl freies Salz *1)	

\*1) wird auch als Mineralsalz bezeichnet und ist z.B. erhältlich von den Firmen Grotech, Tropic Marin und Preis.

Besonderheiten:

Bei der Reaktion entsteht neben der gewünschten Konzentrationserhöhung (Ca, Alkalinität) und der vernachlässigbaren Wassermenge, auch NaCl (Kochsalz).

Das Salz im Meerwasser besteht, analog zu unseren synthetischen Salzen, aber in etwa nur zu 70% aus NaCl.

Deswegen wird noch ein weiteres Salz, sogenanntes **NaCl-freies Salz** (und zwar die noch fehlenden 30%), zugegeben um eine möglichst naturnahe und damit **ausgeglichene Mischung** zu erhalten.



Die in der Rezeptur enthaltene sowie die zusätzlich zugegebene Salzmenge erhöhen die Salinität im Becken! Die Menge ist zwar relativ gering, sollte jedoch bei fortwährender Dosierung berücksichtigt werden (z.B. beim nächsten Wasserwechsel, bzw. der nächsten Anpassung der Salinität im Becken).

Die meisten Balling-Berechnungsprogramme weisen diese Salzmenge deswegen explizit aus.



Gleichzeitige Dosierung von  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{NaHCO}_3$  kann zu Ausfällungen führen. Die Chemikalien sollten deswegen entweder zeitlich versetzt (min 1 h), oder an unterschiedlichen Stellen im Becken, jeweils in guter Strömung, dosiert werden. Ansonsten kann es zu Ausfällungen kommen.

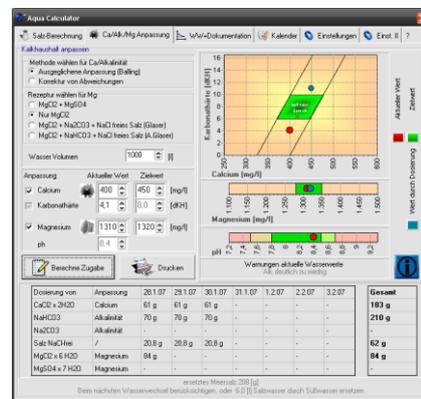
Optimal für einen stabilen pH-Wert ist es NatriumHydrogenCarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) am Morgen und am Abend CalciumChlorid ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) zuzugeben.

Faustformel: zur **ausgeglichenen Erhöhung der Ca-Konzentration** um 10mg/l

3,7g	Calcium Chlorid	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
4,2g	NatriumHydrogenkarbonat	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
1,2g	NaCl-freies Salz	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag



Verwenden Sie am besten meinen [Aqua-Calculator](#) einfachen & bequemen Berechnung der Dosiermengen.



zur zur

- Verbrauchsmengen:  
Verbrauch von Calcium und Alkalinität kann bei mit hohem Steinkorallenanteil ganz beträchtlich

Der Becken werden!

Für eine typische Zuführung pro Woche (Ca +50mg/l, Alkalinität +6,9 °dH) fallen an:

Chemikalie	Wasser-Volumen		
	200 Liter	500 Liter	1000 Liter
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36,7 g	92 g	183 g
$\text{NaHCO}_3$	41,9 g	105 g	210 g
NaCl freies Salz	12,5 g	31,2 g	62 g

Die teuerste Chemikalie ist das NaCl freie Salz. Sie hat aber auch den geringsten Gewichtsanteil.

## 5.7) Nur Ca-Konzentration erhöhen

Erhöhung der Ca-Konzentration erfolgt durch Zugabe von *CalciumChlorid-DiHydrat* ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Faustformel: zur Erhöhung der Ca-Konzentration um 10mg/l:

CalciumChlorid-DiHydrat:	3,67g / 100 Liter Wasser
--------------------------	--------------------------

*CalciumChlorid-DiHydrat* nicht gleichzeitig mit *Natrium(hydrogen)Carbonat* dosieren.  
Risiko der Ausfällung.

## 5.8 Nur Alkalinität erhöhen (in Abhängigkeit pH Wert)

Dies erfolgt durch Zugabe EINER von zwei Chemikalien.  
Welche davon verwendet werden kann in Abhängigkeit pH-Wert erfolgen!

Bei eher **hohem pH-Wert** ( $\geq 8.2$ ) Zugabe von *Natriumhydrogencarbonat*  
( $\text{NaHCO}_3$ , ist übrigens eines der Ballingsalze)

Bei eher **niedrigem pH-Wert** ( $< 8.2$ ) Zugabe von *Natriumcarbonat*  
( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , auch bekannt als Soda)

Faustformel: zur Erhöhung der Alkalinität/Karbonathärte um 1 °dH:

Natriumhydrogencarbonat:	3,02g / 100 Liter Wasser
Natriumcarbonat:	1,90g / 100 Liter Wasser



*Natrium(hydrogen)Carbonat* nicht gleichzeitig mit *CalciumChlorid-DiHydrat* dosieren.  
Ansonsten erfolgt Ausfällung der Salze.



Tipp: Steht kein Natriumcarbonat zur Verfügung kann es aus Natriumhydrogencarbonat hergestellt werden.

- Natriumhydrogencarbonat flächig auf einem Backblech Ausbreiten
- Anschließend in Backofen geben und Temperatur auf 180°C-220°C erhöhen
- Mindestens eine Stunde „backen“  
(Höhere Backtemperaturen oder längere Backzeit schaden nicht)

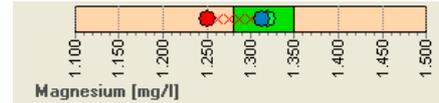
Erklärung: Natriumhydrogencarbonat zersetzt sich dabei zu Natriumcarbonat und es entweicht Kohlendioxid und Wasser.



## 5.9) Rezepturen zur Anpassung der Mg-Konzentration



Die Magnesium-Konzentration nimmt meistens langsamer ab als Ca/Alkalinität. Trotzdem muss auch sie angepasst werden.



Zur Magnesium Anpassung kann eine Dosierung aus einer von folgenden 4 unterschiedlichen Formulierungen ausgewählt werden

Nr.1	$MgCl_2 \cdot 6H_2O + MgSO_4 \cdot 7H_2O$	$\rightarrow 2 Mg + Cl_2 + SO_4 + \dots$
Nr.2	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	$\rightarrow Mg + Cl_2 + \dots$
Nr.3a	$MgCl_2 \cdot 6H_2O + Na_2CO_3 + NaCl$ freies Salz	$\rightarrow Mg + Cl_2 + HCO_3 + \dots$
Nr.3b	$MgCl_2 \cdot 6H_2O + NaHCO_3 + NaCl$ freies Salz	$\rightarrow Mg + Cl_2 + HCO_3 + \dots$



Jede dieser 3 Rezepturen funktioniert, hat aber die eine oder andere Suboptimalität. Wählen Sie deswegen die für Ihr Becken am besten passende aus:

Eigenschaft	Mg-Rezeptur		
	Nr.1	Nr.2	Nr.3 (a+b)
Unvollständige Reaktion (ungenutzte Reaktionspartner)	Ja, deswegen Wasserwechsel ratsam	Ja, deswegen Wasserwechsel ratsam	Ja, deswegen Wasserwechsel ratsam (ausgewogenste der 3 Rezepturen)
Generiert für Meerwasser untypischen Überschuss	Überschuss an Chlorid und Sulfat	Überschuss an Chlorid	Überschuss an Chlorid
Beeinflusst Alkalinität	-	-	Starke Erhöhung der Alkalinität
Beeinflusst pH-Wert	minimal	minimal	3.a) leichte Erhöhung 3.b) leichte Reduktion
Erhöhte Salinität	-	-	Ja, geringfügig

Mein persönlicher Favorit, bei einem normal laufenden Becken ist Rezeptur Nr.2. Sie stellt auch den geringsten Arbeitsaufwand dar, da nur 1 Chemikalie einzuwiegen ist,

Hierzu werden, je nach verwendeter Rezeptur folgende Chemikalien, erhältlich im Aquariefachhandel, benötigt (werden meist als sog. „Balling-Salze“ bezeichnet):

- Magnesiumchlorid Hexahydrat  $(MgCl_2 \cdot 6 H_2O)$
- Magnesiumsulfat Heptahydrat  $(MgSO_4 \cdot 7 H_2O)$
- Natriumhydrogencarbonat  $(NaHCO_3)$
- Natriumcarbonat  $(Na_2CO_3)$
- NaCl freies Salz

Faustformeln: jeweils zur **Erhöhung Mg-Konzentration** um 10mg/l

Mg-Rezeptur Nr.1		
7,6g	MgCl <sub>2</sub> x 6 H <sub>2</sub> O	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
1,0g	MgSO <sub>4</sub> x 7 H <sub>2</sub> O	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag

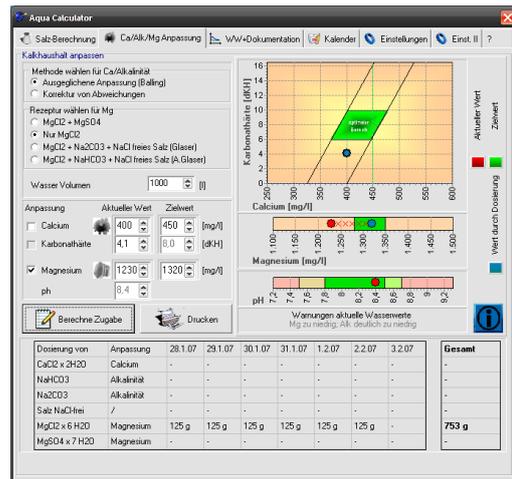
Mg-Rezeptur Nr.2		
8,4g	MgCl <sub>2</sub> x 6 H <sub>2</sub> O	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag

Mg-Rezeptur Nr.3a (→ pH+)		
8,4g	MgCl <sub>2</sub> x 6 H <sub>2</sub> O	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
4,4g	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
1,2g	NaCl freies Salz	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag

Mg-Rezeptur Nr.3b (→ pH-)		
8,4g	MgCl <sub>2</sub> x 6 H <sub>2</sub> O	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
3,5g	NaHCO <sub>3</sub>	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
1,2g	NaCl freies Salz	je 100 Liter Beckenwasser pro Tag



Verwenden Sie am besten meinen [Aqua-Calculator](#) zur einfachen & bequemen Berechnung der Dosiermengen.



## 5.10 Häufig gestellte Fragen zur Balling Methode

F: Wann sollte ich mit der Anwendung Balling Methode starten?

A: Das Becken sollte auf jeden Fall schon die Einfahrphase hinter sich haben.  
Ob Ihre Tiere eine Anpassung von Ca/Alkalinität/Magnesium überhaupt benötigen hängt von Ihrem Besatz im Becken ab. Möchten Sie in Ihrem Becken Steinkorallen halten werden sie um „Balling“, bzw. Anwendung einer alternativen Methode, nicht herumkommen.

F: Brauche ich Balling überhaupt, oder kann ich meine Werte auch durch häufige Wasserwechsel aufrechterhalten?

A: Moderne und gute Spezialsalze für Riffaquarien haben im Optimalfall genau die Werte an Ca/Alkalinität/Mg die für Steinkorallen optimal sind.  
Sie werden aber praktisch nie 100% des Wassers wechseln. Dadurch kommt es immer nur zu einem Konzentrationsausgleich der Werte Ihres Beckens mit denen des Wasserwechsel-Wassers (diese je nach verwendetem Salz). Je mehr Wasser Sie prozentual wechseln, desto näher kommen Sie damit an Ihre „Wunschwerte“, werden sie jedoch nie erreichen.  
Diese Methode der Anpassung ist außerdem kosten- und arbeitsintensiv.  
Empfehlenswert ist das also nur bei eher kleineren Becken UND wenn sie keine hohen Anforderungen an die Einstellbarkeit gewisser Ca/Alkalinität/Mg-Werte haben.

F: Es gibt so viele Rezepturvorschläge. Welche Rezepturen soll ich denn jetzt verwenden?

A: Hierauf gibt es leider keine Standardantwort.  
Die m.E. am besten geeignetsten Rezeptur sind die Vorschläge von Armin Glaser (Ratgeber Meerwasserchemie) sowie die gemäß Balling Light® von Fauna Marin.

F: Balling Light, Balling Classic, Balling Plus, .... wo liegt der Unterschied?

A: Die meisten der beschriebenen Dosiervorschläge sind mehr oder weniger starke Abweichungen von den Originalrezepten. Teilweise um die Anwendung zu vereinfachen, teilweise um Spurenelemente mit zu dosieren, usw..  
Dazu kommt noch das unterschiedliche Rezepturen teilweise identische Namen haben.

F: Welchen Sinn haben Balling-Rezepturen mit Spurenelementen?

A: H.W. Balling hat, neben Formulierungsvorschlägen zur Erhöhung von Ca, Alkalinität und Mg, auch Rezepturen vorgeschlagen andere Elemente zuzudosieren. Die Dosierung ist dabei natürlichem Meerwasser nachempfunden. Diese Elemente kommen in deutlich geringeren Konzentration als Ca/Mg vor, was vermutlich auch in der Namensgebung „Spurenelemente“ resultierte.  
Einige Aquarianer schwören auf Zudosierung von weiteren Spurenelementen um gewisse Farbnuanzierungen von Steinkorallen zu erhalten, andere kommen komplett ohne Zudosierung auf ihre Wunschergebnisse.

Der Vorteil Spurenelement gleich zusammen in die Balling-Stammlösungen zu integrieren ist der, dass man dabei deren Verbrauch an den Verbrauch von Ca,Alk, Mg koppelt. Dadurch wird eine Über/Unterversorgung mit Spuries weitgehend vermieden.

F: [Wie berechne ich die Mengen der jeweils notwendigen Chemikalien für mein Becken?](#)

A: Die durchzuführenden Berechnungen sind in dieser FAQ an anderer Stelle erläutert (vorherige Kapitel) und können dementsprechend selbst durchgeführt werden.

Da dies jedoch relativ aufwendig ist empfehle ich die Anwendung meines Berechnungs- & Dokumentationsprogrammes Aqua Calculator. Hiermit können alle hier beschriebenen Rezepturen, passend für die Gegebenheiten in jedem Becken einfach berechnet werden.

F: [Ich verwende bereits angemischte Balling-Flüssigkeiten. Wie viel muss ich jeweils dosieren?](#)

A: Hierauf gibt es keine allgemeingültige Antwort. Die Dosiermengen sind unterschiedlich und stark abhängig von den in den jeweils in den Behältern angemischten Rezepturen und Konzentrationen.

Sie müssen sich beim Hersteller erkundigen wie viel sie jeweils dosieren müssen, oder besser und kostengünstiger, Lösungen selbst zusammenmischen um zu wissen was/wie viel dosiert werden muss.

Aqua Calculator berechnet sämtliche Stammlösungs-Konzentrationen und Dosierungsvorschläge.

F: [Ich möchte mit Balling beginnen, aber meine Wasserwerte sind stark abweichend von den genannten Empfehlungen. Was soll ich tun?](#)

A: Zunächst sollte die Salzkonzentration auf einen optimalen Wert eingestellt werden (denn Ca,Alk, Mg sind davon abhängig!)

Anschließend sollten sie Ca-Konzentration, Alkalinität und Mg-Konzentration in den empfohlenen Bereich bringen bevor sie mit dem dauerhaftem Ausgleich gemäß Balling starten.

Es gibt hier 2 Möglichkeiten:

Fall-A: Einer oder mehrere Werte liegen deutlich *über* den empfohlenen Werten und sollten deswegen vorher gesenkt werden.

Entweder warten sie ab bis diese Konzentrationen im Becken verbraucht werden, oder sie wechseln einen Teil des Wassers und setzen dabei ein Salz mit bewusst niedriger Dosierung des jeweiligen Inhaltsstoffes ein. In diesem Fall sollte dann ein „normales MW-Aquariumsalz“, kein spezielles „Riffsalz“ verwendet werden um die Werte effektiver zu senken.

Fall-B: Einer oder mehrere Werte liegen stark *unter* den empfohlenen Werten und sollten deswegen vorher korrigiert/erhöht werden → Korrektur von Wasserparametren

- Erhöhung der Magnesium-Konzentration kann direkt erfolgen
- Erhöhung von Calcium und Alkalinität muss nicht ausgeglichen erfolgen.  
Werte einzeln anheben bis die Optimalkonzentration erreicht ist.
- Erhöhung der Calcium Konzentration funktioniert häufig erst wenn die Mg-Konzentration  $\geq \sim 1250$  mg/Liter ist

F: Hilfe, ich habe überdosiert. Was soll ich tun?

A: Zunächst mal: Einen kühlen Kopf bewahren, und nicht in Panik ausbrechen.

Abwarten bis die überschüssige Konzentration vom Becken verbraucht wurde.

In extremeren Fällen: Wasserwechsel mit „normalen MW-Aquariumsalzen“

(jetzt keine speziellen Riffsalze mit erhöhten Ca/Mg-Konzentration bzw. Alkalinität verwenden)

F: Was ist empfehlenswert: Balling oder Anwendung von kommerziellen Mittelchen wie BioMagnesium, KH-Plus usw.?

A: Der Stein der Weisen bei Erhöhung „nur“ einzelner Wasserparameter wurde leider noch nicht erfunden. Dosierung von Chemikalien verändert meist mehrere Wasserparameter. Ein Mittelchen namens „Ca-Plus“ erhöht also nicht nur die Ca Konzentration usw. ☺ Die kommerziell erhältlichen Mittelchen sind im Endeffekt nichts anders als schön verpackte und fertig dosierte Darbietungsformen der hier vorgestellten Rezepturen. Sie erscheinen jedoch auch für Laien verständlich und sind in vielen Fach-Geschäften verfügbar.

Mein Tipp: Bei kleinen Becken ist der Einsatz kommerzieller Mittelchen finanziell ok und deswegen interessant.

Bei mittleren und größeren Becken ist entweder Dosierung gemäß Balling bzw. anderer Rezepturen oder Verwendung einer Alternativmethode (z.B. Kalkreaktor) angesagt.

F: Ich dosiere gemäß stöchiometrisch ausgeglichener Rezeptur (Original H.W. Balling), aber Ca ist immer zu hoch und die Alkalinität zu niedrig (oder auch; Ca ist immer zu niedrig und die Alkalinität dafür zu hoch) Was soll ich tun?

A: Das liegt evtl. daran, dass Ihr Becken die Konzentrationen von Ca und Alkalinität anders verbraucht als es in der stöchiometrisch ausgeglichenen Formulierung vorgesehen ist und damit unpassend nachdosiert wird.

Tragen Sie Ihre Werte in das [4-Zonen Diagramm](#) ein.

- Sind die Abweichungen nur gering empfiehlt es sich analog weiter zu dosieren.

- Bei anhaltend größeren Abweichungen ist es besser, anstelle Verwendung der stöchiometrisch ausgeglichenen Balling-Rezeptur, Ca und Alkalinität **verbrauchsorientiert anzupassen** (Anderer Rezepturvorschlag)

F: Zur Erhöhung der Alkalinität gibt es Natriumhydrogencarbonat oder Natriumcarbonat. Was davon soll ich verwenden?

A: Beide sind geeignet. Natriumhydrogencarbonat ist besser verfügbar.

Optimalerweise:     bei normalem pH-wert             → NaHCO<sub>3</sub>     (Natriumhydrogencarbonat)  
                          bei eher niedrigem pH-wert       → Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>     (Natriumcarbonat)

F: Es wird immer wieder von einer Ionenverschiebung gesprochen. Was bedeutet das?

A: Ionenverschiebung tritt auf, wenn einzelne Reaktionspartner nach der Dosierung und Vermischung mit dem Beckenwasser nicht in einer fürs Becken sinnvollen Verbindung vorliegen, bzw. wenn Konzentrationen erreicht werden, die nicht mehr mit denen von natürlichem Meerwasser übereinstimmen. Dies ist rein theoretisch der Fall bei:

- Anwendung der Balling Rezeptur für Ca/Alkalinität ohne die vorberechneten Dosiermengen zueinander zu beachten.

- allen bekannten Magnesium Rezepturen

- ....

Es wird befürchtet, dass dies zu Problemen führen könnte. Als Abhilfe-Maßnahme werden Wasserwechsel vorgeschlagen.

Mir ist jedoch kein Becken bekannt bei dem eine aufgetretene Ionenverschiebung nachweislich zu Problemen geführt hat. Dieses Thema wird m.E. überbewertet.

F: Welche Wasserwerte muss ich für die Balling-Methode messen?

A: a) Wichtig ist zunächst die Salzkonzentration genau messen zu können und zu kennen. Salzkonzentration vor weiteren Messungen auf 34,8 psu einstellen!  
(Höhere Salzkonzentration = höhere Werte für Ca/Mg/Alkalinität ...und umgekehrt)

b) Anschließend gemessen werden müssen Ca, Mg sowie Alkalinität.

F: Warum muss ich bei der Balling Rezeptur zur Anpassung Ca/Alkalinität einen Teil des Wassers durch Süßwasser ersetzen, bzw. dies beim nächsten Wasserwechsel weglassen? Und wozu wird das NaCl-freie Salz verwendet? Kann ich darauf verzichten?

A: Als Reaktionsergebnis entsteht bei manchen Rezepturen (z.B. bei der Balling Rezeptur zur Ca/Alkalinität Anpassung) NaCl (Kochsalz), welches den Salzgehalt im Becken erhöht. Um ein wegdriften des Salzgehalt zu verhindern wird dies wieder aus dem Becken entfernt (Salzwasser entfernen + Süßwasser zugeben), oder beim nächsten Wasserwechsel etwas Salz weggelassen.

Im natürlichen Meerwasser ist außerdem nur ein Teil des Salzes Kochsalz (70%), der restliche Teil jedoch eine Mischung aus anderen Salzen (30%, u.a. auch Ca, Mg).

Eben dies wird durch die Zugabe einer NaCl freien Salzmischung berücksichtigt.

Wird das Mineralsalz weggelassen, entspricht die Salzzugabe nicht mehr der von Meerwasser.

F: Kann ich die Chemikalien auch zusammen mit nur einer Dosierpumpe dosieren?

A: Nein, dabei kommt es zu Ausfällungen.

F: Warum sollen die beiden Balling-Lösung zur Ca/Alkalinitäts-erhöhung nicht gleichzeitig dosiert werden? Wie gehe ich dabei am besten vor?

A: Gleichzeitige Dosierung von  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{NaHCO}_3$  kann zu Ausfällungen führen. Die Chemikalien sollten deswegen entweder zeitlich versetzt (min 1 h), oder an unterschiedlichen Stellen im Becken, jeweils in guter Strömung, dosiert werden. Optimal für pH-Wert: Zugabe von  $\text{NaHCO}_3$  am Morgen und  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  am Abend

F: Was ist besser: Anwendung der Balling Methode oder Verwendung eines Kalkreaktors?

A: Das ist, vor allem, auch eine Frage des finanziellen Aufwands sowie eine Glaubensfrage.

Meine persönliche Meinung: *Tendenziell würde ich eher die Balling Methode empfehlen, vor allem da sie alle Möglichkeiten bietet abweichende Werte zu korrigieren.*

*Speziell bei sehr großen Becken ist aber ein Kalkreaktor wirtschaftlicher.*

Hauptvorteile Balling-Methode:

- + Ca, Alkalinität und Mg kann voneinander völlig unabhängig eingestellt werden
- + Geringe Anschaffungskosten wenn man keine vollautomatisierte Lösung braucht  
(lediglich genaue Waage zum Einwiegen der Salze, Dosierung per Hand)
- + Speziell für kleinere bis mittlere Becken im Betrieb kostengünstig
- + Möglichkeit für Automatisierung (dann aber deutlich teurer)  
(Mehrkanal Dosieranlage, Dosierung aus Behältern)
- + Anders als beim Kalkreaktor erfolgt keine CO<sub>2</sub>-Dosierung was zu einem stabileren und etwas höherem pH Wert führt

Hauptnachteile Balling-Methode:

- Gewisses Verständnis der "Chemie-pur" Themen ist Voraussetzung
- Aufwand für Einwiegen der Salze, Herstellung der Dosierflüssigkeiten und abfüllen in Dosierbehälter alle xx-Wochen
- Wartungsaufwand Dosierpumpen (Verschleißteile)

---

Hauptvorteile Kalkreaktor:

- + Kostengünstiger bei großen Becken
- + Möglichkeit für hohen Automatisierungsanteil  
(Steuerung per CO<sub>2</sub>-Controller und Dosieranlage/Schlauchpumpe)
- + Läuft bei voller Automatisierung auch auf längere Zeit quasi autark.  
Es muss für längere Zeit nichts zugegeben werden.

Hauptnachteile Kalkreaktor:

- Erstjustierung auf Beckenverbrauch relativ kompliziert
- Bei aus dem Ruder laufen von Einzelwerten Nachjustierung durch Ballingsalze unabdingbar.
- Verhältniss Ca zu Alkalinität nahezu nicht einstellbar  
Mg-Konzentration kann über Mg-Zusatzgranulat bedingt gesteuert werden
- Schläuche müssen häufiger auf Verstopfungen kontrolliert evtl. ausgetauscht werden, evtl. Filter vorschalten um weniger Verstopfungen zu haben
- Nachjustierung ph-Sonde ca alle 8 Wochen fällig
- Alle xx-Monate CO<sub>2</sub>-Flasche austauschen  
(ist ein Händler der das schnell oder im Austausch erledigt vor Ort?)
- Aufwand zum spülen des Korallenbruchs vor Einbringen.  
(in Osmosewasser lagern/spülen um weniger PO<sub>4</sub> einzubringen)
- pH Wert im Becken sinkt durch eingebrachtes CO<sub>2</sub> im Kalkreaktor etwas

F: Woher bekomme ich die Ballingsalze?

A: In guten Meerwasseraquarien-Fachgeschäften oder in Aquaristik-Online-Shops.  
Ebenso auch in guten Apotheken, dort aber deutlich teurer.

F: Was brauche ich mindestens um die Balling Methode anzuwenden?

A: a) Möglichkeit den Salzgehalt richtig zu ermitteln  
b) Hochwertige Wassertests für Ca, Mg und Alkalinität.  
c) Relativ genaue Waage (je kleiner die Dosiermengen, desto genauer)  
d) Anleitung zum Berechnen der Dosiermengen oder besser Berechnungs-Software

## 5.11 Rezepturvorschlag für Flüssigdosierung von Ca/Alkalinität + Mg

Dosiervorschlag identisch mit den Empfehlungen aus *Ratgeber Meerwasserchemie* (A.Glaser)  
Ausgeglichene Anpassung Ca & Alkalinität nach Balling sowie Anpassung Magnesium

Stammlösungen			Dosierung	
Kanister	Inhaltsstoffe	Volumen	Dosierung von	erhöht
 Calcium	<b>800 Gramm</b> CaCl <sub>2</sub> * 2H <sub>2</sub> O (CalciumChlorid – Dihydrat) +	mit Wasser aufgefüllt auf 1 Liter	4,59 ml	<b>Calcium</b> um +Δ10mg je 100 Liter
 Alkalinität	<b>80 Gramm</b> NaHCO <sub>3</sub> (NatriumHydrogencarbonat)	mit Wasser aufgefüllt auf 1 Liter	37,75 ml	<b>Alkalinität</b> um +Δ1,0 °dH je 100 Liter
 Freies Salz	<b>20 Gramm</b> Na-Cl freies Salz	mit Wasser aufgefüllt auf 1 Liter	Dosierung abhängig von Kanister C, A (siehe unten)	- (Erzielung einer Meerwasserähnlichen Salzzusammensetzung)
 Magnesium	<b>836 Gramm</b> MgCl <sub>2</sub> * 6 H <sub>2</sub> O (MagnesiumChlorid Hexahydrat)	mit Wasser aufgefüllt auf 1 Liter	10 ml	<b>Magnesium</b> um +Δ10mg je 100 Liter

Die Zugabemenge der Stammlösung von **Kanister F** errechnet sich zu:

$$\text{Stammlösung F [ml]} = (\text{Stammlösung C [ml]} : 125 + \text{Stammlösung A [ml]} : 1425) \times 662,5$$

Es kann auch auf die Zugabe von Kanister F verzichtet werden. Hierdurch erfolgt dann kein Ausgleich der Ionanebalance mehr durch das NaCl freie Salz. Dies wird auch als *Balling Light* bezeichnet (Fauna Marin). In diesem Falle werden als Ausgleich zusätzlich 10% Wasserwechsel je Woche empfohlen.

- Die Kanistergrößen im angegebenen Vorschlag sind eher für kleinere Becken

*Frage: Wie lange hält ein Kanister gemäß obigem Vorschlag (=Reichweite)?*

*Bsp.:* Becken verbraucht in der Woche **50 mg/Liter Calcium** und hat **300 Liter** Wasservolumen.  
Die o.a. Dosierung erhöht Calcium aber nur **10mg/Liter** und auch nur für **100 Liter** Wasser.

Wir benötigen also:  $50[\text{mg/L}]/10 [\text{mg/L}] \times 300[\text{L}]/100[\text{L}] * 7 \text{ Tage} = 5 \times 3 \times 7 = 105$   
„mal“ die oben angegebene Dosierung von 4,59 ml pro Woche,  
also:  $105 \times 4,59 \text{ ml} = 481,6\text{ml} \cong 0,48 \text{ Liter}$

Bei einem Füll-Volumen des Kanisters von 1 Liter: Reichweite = 1 Liter / 0,48 Liter = 2,08  
Ergebnis: Der Kanister muss nach gut 2 Wochen wieder nachgefüllt werden.

Die Reichweiten der anderen Kanister ermitteln sie ebenfalls gemäß o.g. Beispiel.

- Empfehlung: Dosierung der Inhalte aller Kanister um mindestens 15 Minuten zeitversetzt  
Auf jeden Fall müssen aber Kanister A und C zeitversetzt zugegeben werden!
- Verbrauch von Kanister C, A und F ist in der Regel deutlich höher als der von Kanister M.  
Aufgrund der relativ niedrigen Sättigungsgrenze von NaCl freiem Salz wird diese Stammlösung am meisten verbraucht. Dementsprechend können sie Ihre Kanistergrößen auslegen.

Die Berechnungen sind zwar mathematisch gesehen einfach, allerdings etwas umständlich durchzuführen.

Ich empfehle deswegen hierzu die Verwendung meines Rechentools [AquaCalculator](#) . Neben dem hier vorgestellten Dosierungsvorschlag, berechnet es einfach, zuverlässig und schnell auch andere Dosierungen bzw. Konzentrationen.



Sehr wichtig für die korrekte Zudosierung der einzelnen Stammlösungen ist, dass diese richtig angesetzt werden. Es wird weder

- ~~Das ganze Kanistervolumen mit Wasser aufgefüllt und dann das Salz zugegeben,~~ noch
- ~~Salz zuerst eingefüllt und dann mit einem vorgegebene Volumen an Wasser aufgefüllt,~~ sondern
- die jeweiligen Stammlösungen gemäß unten stehendem Hinweis hergestellt

Screenshot: Hinweise zur Erstellung der Stammlösungen

Information

- 

Ca. 3/4 des Behälters mit Wasser auffüllen.  
- Nicht komplett auffüllen.  
- Osmosewasser oder dest.Wasser verwenden.
- 

Die berechnete Menge Ballingsalze zugeben.  
Umrühren.  
(evtl. löst sich dabei noch nicht die gesamte Menge an Salz)
- 

Behälter auf die Gesamtmenge mit Wasser auffüllen.  
Erneut gründlich umrühren, bis das ganze Salz gelöst ist.
- 

Angebene Dosiermenge dem Becken zuführen.  
- Lösungen zeitlich um min 15 Min versetzt zugeben.  
- Lösungen dürfen nicht zusammen geschüttet werden.

 Schließen

## 5.12 Wie funktionieren Kalkreaktoren

Kalkreaktoren dienen zur Versorgung von kalkifizierenden Organismen wie z.B. Steinkorallen, Kalkrotalgen, ... in Meerwasser-Aquarien.

Eine im Reaktorraum des Kalkreaktors eingebrachte Füllung, wird durch Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) gelöst und dann dem Becken zugeführt. Die Füllung besteht aus natürlichem Korallenbruch oder einem industriell hergestelltem Granulat, welches ähnliche Eigenschaften aufweist.

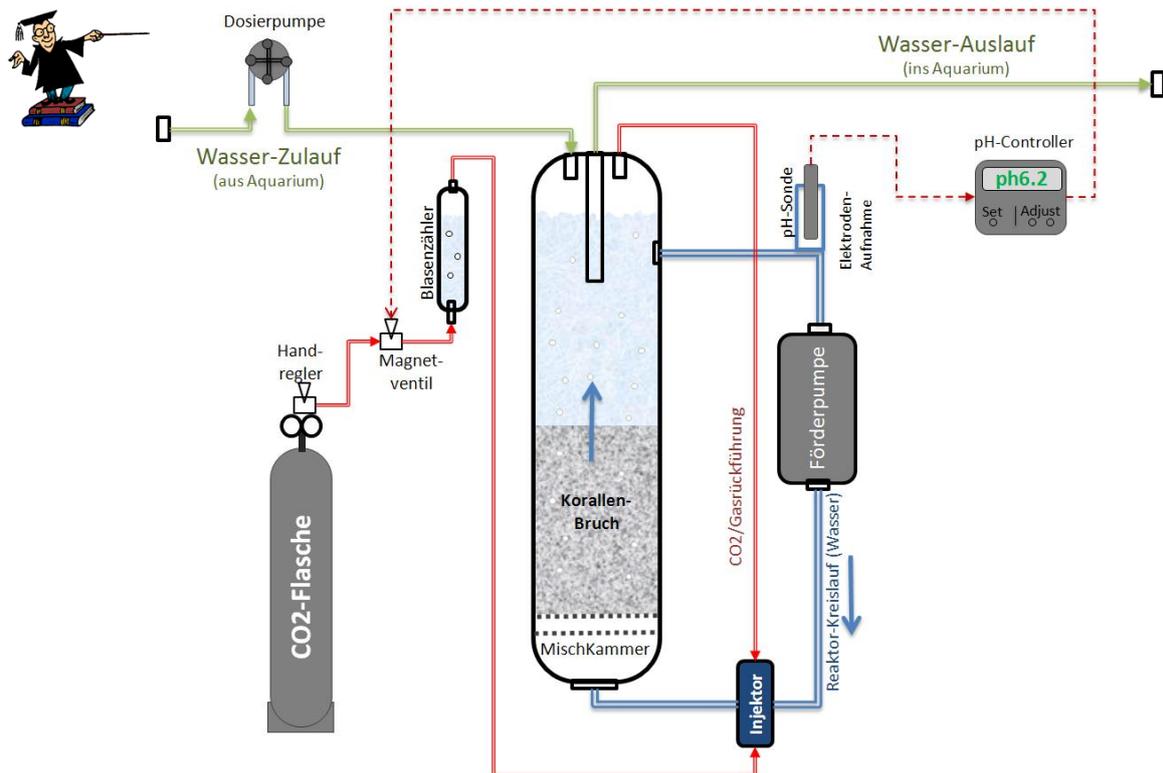
Reaktionsgleichung Ca:



Beim normalen Betrieb erhöht dabei das Hydrogenkarbonat die Pufferkapazität des Meerwassers (Alkalinität) und Ca logischerweise die Calcium-Konzentration.

Je nach Füllmaterial kann dem Becken auch vermehrt Magnesium zugeführt werden.

## Funktionsprinzip eines voll ausgerüsteten Kalkreaktors:



- Der im Reaktor befindliche Korallenbruch wird stetig von Salzwasser durchströmt. Dazu dient eine im Kreislauf geschaltete Förderpumpe (**blauer Kreislauf**)
- Damit der Korallenbruch gelöst werden kann muss ein saures Milieu vorhanden sein. Optimal ist ein pH-Wert von 6,2. (zu hoher pH → schlechte Löslichkeit)  
Deswegen wird dem Reaktor im sog. Injektor CO<sub>2</sub> zugeführt (**Roter Kreislauf**).  
Dieses Gas sollte die Reaktorkammer ständig von unten nach oben durchströmen (Gasbläschen).  
Moderne, besonders effiziente, Reaktoren sammeln das CO<sub>2</sub> oben in der Reaktorkammer und führen es über eine sog. CO<sub>2</sub>/Gasrückführung im Diffusor wieder zu.  
Wichtig für den im Reaktor befindlichen pH ist die Menge des zugeführten CO<sub>2</sub>. Um die Auslaufmenge aus der CO<sub>2</sub>-Flasche sichtbar zu machen dient der sogenannte Blasenähler bei dem das CO<sub>2</sub> zunächst durch eine Wassersäule treten muss und damit „in Blasen zählbar“ wird.  
pH-Steuerung: Um Übersäuerung im Reaktor zu verhindern (nicht effizient für Reaktor und schlecht für Hauptbecken) kann die CO<sub>2</sub>-Zufuhr unterbunden werden wenn der pH-Wert im Reaktor bereits optimal ist. Dazu wird mit einer Sonde stetig im Reaktor der pH gemessen. Erreicht er den optimalen Wert wird die CO<sub>2</sub>-Zufuhr mittels Magnetventil unterbrochen. Erst wenn der pH-Wert wieder über den optimalen wert steigt wird wieder CO<sub>2</sub> zugegeben usw.
- Das im Reaktor aufgekalkte Wasser muss jetzt nur noch entnommen und dem Becken zugeführt werden. Hierzu wird Beckenwasser entnommen und in den Reaktor gedrückt. Die selbe Menge an aufgekalktem Wasser wird dem Becken dann wieder zugeführt (Zulaufmenge = **Auslaufmenge, grüner Kreislauf**)

## Häufig gestellte Fragen beim Einsatz von Kalkreaktoren

F: Welchen Reaktor soll ich kaufen?

A: Es gibt, speziell bei Kalkreaktoren, besonders viele Modelle und deutliche Preisunterschiede.  
Leider gibt es auch viele Reaktoren die nicht besonders gut funktionieren.

Wenn Sie sich ein Modell aussuchen sollten Sie auf folgendes achten:

- Qualität der Kunststoffteile (nicht zu dünnwandig wegen Stabilität)
- Laufruhe, Literleistung sowie Stromverbrauch der Förderpumpe  
(da sind, übers Jahr gesehen, schnell einige € verschwendet bzw. gespart!)
- Anschlussmöglichkeit für eine pH-Sonde vorhanden J/N?
- Setzt der Reaktor das eingeleitete CO<sub>2</sub> effektiv um?  
Ist z.B. eine Gasrückführung vorhanden?
- Ventil zum Entleeren des Reaktors vorhanden J/N?
- Ist der Reaktorraum mit wenigen Handgriffen zum Nachfüllen des Granulates demontierbar J/N?
- Größe

Empfehlenswert, leider auch etwas teurer finde ich, das Modell **JetStream** vom Hersteller **Schuran**.

F: Wie bekomme ich das Wasser in/aus dem Reaktor?

A: Jeder Reaktor hat einen dünnen Zulaufschlauch. Im einfachsten Fall schließen sie diesen mittels eines T-Stückes an eine beliebige Druckleitung im Kreislauf an. Hierdurch wird Wasser in den Reaktor gedrückt. Mit einem kleinen Ventil/Drossel lässt sich hiermit sogar in etwa eine Durchflussmenge einstellen. Bei mit Wasser gefülltem Reaktor wird dieselbe Menge an zugeführtem Wasser, am anderen Ende auch wieder als „aufgekalktes Wasser“ herausgeführt.

Diese Möglichkeit der Wasser Zu/Abfuhr ist Standard und wird, da keine Kosten entstehen zunächst bei allen Reaktoren so vorgeschlagen. Sie ist jedoch nicht optimal. Warum? -> Siehe nächste Frage.

F: Brauche ich wirklich zusätzlich eine Dosierpumpe? Welche?

A: Nicht unbedingt. Allerdings sprechen 2 Vorteile ziemlich deutlich dafür:  
- Zulaufendes und auch auslaufendes Wasser verstopfen die dünnen Schläuche häufig.  
(Zulauf durch Schwebstoffe, Algen usw.; Auslauf durch den hohen Calcium/Karbonatanteil)  
Hierdurch kommt es zu Schwankungen in der Menge des Zu/Ablaufenden Wassers was wiederum häufig zu schlechter Einstellbarkeit des Kalkreaktors führt!  
- Die Durchmenge des Reaktors im reinen Bypass-Betrieb ist ungenau einstellbar

Zum Einsatz kommen dabei, wegen der geringen notwendigen Dosiermenge, nur Schlauchpumpen. Diese müssen unbedingt Dauerlauffest sein!  
Optimal sind Pumpen mit regelbarer Dosiermenge (genaue Einstellbarkeit).  
Durch getakteten Betrieb, bei Einsatz von Zeitschaltuhren, sind auch unregulierbare Pumpen gut einsetzbar, können halt nicht ganz so genau eingestellt werden.

F: Brauche ich eine pH-Regelung für meinen Kalkreaktor?

A: Nicht unbedingt. Eine pH-Regelung bietet jedoch, dadurch das wirklich nur die erforderliche Menge CO<sub>2</sub> eingeleitet wird, folgende entscheidenden Vorteile:

- Geringerer CO<sub>2</sub> Verbrauch
  - CO<sub>2</sub>-Flasche muss seltener gewechselt werden
  - Kostenvorteil
- Geringerer negativer Einfluss des (niedrigen) pH Wertes auf Beckeninsassen
- Bessere Konstanz des Ca/Mg/Karbonatanteiles im aufgekalktem Wasser auch bei zunehmend leerer werdender CO<sub>2</sub>-Flasche.

Wermutstropfen neben dem Anschaffungspreis für Controller, pH-Sonde sowie Regelventil: → Kontrolle/Justierung der pH-Sonde ca. alle 6-12 Wochen notwendig.

F: Wie muss ich meinen pH-Regler einstellen?

A:  Geregelt wird der pH-wert im Reaktor selbst, keinesfalls wie z.B. aus Süßwasseraquarien bekannt, der pH-Wert im Becken! Dazu ist eine Aufnahme für eine pH-Sonde im Kreislauf des Reaktors notwendig (Quetschventil).

Ziel ist es den pH-Wert so einzustellen, dass:

- die Füllung des Reaktors (i.d.R. Korallenbruch) optimal gelöst werden kann und gleichzeitig
- möglichst wenig CO<sub>2</sub> verwendet wird,

da dieses den pH-Wert im Becken unnötig nach unten ziehen würde

Der pH-Regler ist so einzustellen, dass **im Reaktor möglichst konstant ein pH von 6,2 vorliegt** (siehe Display pH-Regler).

Achtung: Je nach Modell des pH-Reglers, Einstellung der Ventile, Länge der Druckschläuche usw. kann der eigentliche Einstellwert leicht von 6,2 abweichen.



Die pH-Sonde selbst kann sich, durch den Betrieb im stark aufgekalktem Milieu des Reaktors, teilweise mit Material zusetzen. Eine abweichende / falsche Anzeige und damit Regelung wäre die Folge.

Es ist deswegen dringend anzuraten die pH-Sonde alle 6-12 Wochen kurz aus dem Reaktor zu entfernen, in sauberem Wasser zu waschen, und anschließend neu zu kalibrieren.

F: Wozu ist ein Blasenähler?

A: Man ermittelt damit Menge/ Geschwindigkeit des in den Reaktor strömenden CO<sub>2</sub>-Gases.

Außerdem erkennt man hier eine leer gewordene CO<sub>2</sub>-Flasche (keine Blasen mehr)

F: Welches Füllmaterial soll ich verwenden?

A: Verwenden Sie Material mit möglichst geringer Phosphatabsonderung zum Einsatz in Kalkreaktoren wie z.B. Rowalith.

Neben dem üblichen Korallenbruch zur Erhöhung von Calcium/Karbonat, kann auch Magnesium zugegeben werden.

Das Material sollte generell möglichst grob sein damit es den Reaktor nicht verstopft. Außerdem sollte es vor Einsatz einige Stunden in Osmosewasser „gewaschen“ werden damit überschüssige Phosphate entfernt werden.

F: [Wie kann ich den Reaktor einstellen?](#)

A: Ziel ist im Becken eine gewisse Konzentration an Ca/Mg und Alkalinität einzustellen und dann konstant zu halten.

Möglichkeit-1 besteht darin den Reaktor einfach „etwas höher einzustellen“ wenn die Werte im Becken unter den Wunschwerten sind, und umgekehrt dazu, den Reaktor etwas zu drosseln wenn die Werte zu hoch sind.

Hierzu ist etwas Geduld notwendig...

Möglichkeit-2 ist das am Auslauf des Reaktors austretende Wasser, (=sehr hohe Konzentrationen an Ca/Alkalinität/Mg), zu messen und dazu ebenso den Volumenstrom des auslaufenden Wassers. Bei bekannten Ausgangskonzentrationen im Becken kann nun eine relativ genaue Zugabemenge errechnet/eingestellt werden.

Stellgrößen für mehr/weniger Reaktorleistung:

Hauptsächlich: Menge Zulauf/Auslaufwasser (Durchflussgeschwindigkeit, Taktung) und zum kleineren Teil auch durch Änderung der CO<sub>2</sub> Konzentration im Reaktor.

F: [Muss ich den Reaktor nachjustieren?](#)

A: Ändert sich der Verbrauch im Becken nicht und verstellt sich der Reaktor nicht von selbst, ist wenig bis kein Justage-Aufwand nötig. Selbst die sich im Laufe der Zeit, durch Auflösung selbst aufbrauchende, Füllung spielt dabei praktisch keine Rolle.

Aber: Haben Sie im Becken stark zu- oder abnehmende Verbrauch an Ca/Mg/Alkalinität, sollte dies am Reaktor nachgeregelt werden.

F: [Kann ich das Verhältnis Ca zu Alkalinität Einstellen?](#)

A: Generell Nein.

Tendenziell ist aber häufig bei nicht pH-gesteuerten Reaktoren die Alkalinität im Vgl. zu Ca zu hoch. Durch pH-Regelung lässt sich dieses Problem häufig abstellen. Ebenso sind, je nach verw. Material (Korallenbruch), Unterschiede in CA/Alkalinität und Mg-Konzentration möglich.

F: [Wie erreiche ich, dass ich mehr Mg im Auslaufwasser erhalte?](#)

A: - Durch Zugabe eines MG-erhöhenden Granulates zum Korallenbruch.  
(wie z.B. Magnesium Pro/Grotech, UltraMag/Fauna Marin oder ZEOmag/KZ Pohl)  
- Teilweise auch durch Verwendung von Standard Korallenbruch mit höherer Mg-Konzentration (leicht unterschiedliche Konzentrationen bei den Produkten ist üblich)

Richtwert für Mg-Zugabe im Kalk-Reaktor:

ungefähr 10% der Füllung mit Mg-Granulat, 90% mit Korallenbruch.

F: [Ich habe meinen Reaktor neu gefüllt. Ca/Alk/Mk steigen aber nicht an. Wieso?](#)

A: Neue Reaktorfüllungen müssen häufig erst *angeätzt* werden. Dies erfolgt erst nach einigen Stunden bis wenigen Tagen durch das saure Millieu im Reaktor.

## Einstellung/Justierung von Kalkreaktoren

Je nach Ausbaustufe des Kalkreaktors ist die Einstellung komfortabler oder umständlicher. Es gibt viele Benutzer bei denen Reaktoren mit Minimalausstattung (also ohne CO<sub>2</sub>-Steuerung und ohne Dosierpumpe) hervorragend funktionieren. Andere klagen über schlechte Einstell-barkeit sowie Verstellen des Reaktors im Betrieb wenn keine Regelung sowie Zwangsdurchströmung durch Strömungspumpe erfolgt.

Entscheiden Sie selbst welches für Sie die beste Möglichkeit ist.

Übersichtstabelle:

CO <sub>2</sub> -Controller (ph-Steuerung)	Dosierpumpe	Einstell-Genauigkeit	Stabilität im Betrieb	Wartungsaufwand	Kosten Anschaffung
√	√	sehr hoch	sehr hoch	Sehr niedrig	Hoch
√	-	sehr hoch	Mittel	Mittel	Mittel
-	√	Hoch	Hoch	Sehr niedrig	Mittel
-	-	Mittel	Gering - Mittel	Mittel	Gering

### A) Kalkreaktor mit pH Steuerung und Dosierpumpe

- Einstellung der Dosiermenge erfolgt praktisch ausschließlich über in den **Reaktor kontrolliert eingeleitetes** (und damit auch wieder ausgegebenes!) **Wasservolumen**.

Stellgröße-1: Durchflussgeschwindigkeit der Dosierpumpe  
(regelbare Dosierpumpe vorausgesetzt)

Stellgröße-2: Dosierintervalle sowie Dosierdauer im getakteten Betrieb der Dosierpumpe.  
(Einstellbar durch programmierbare Steckdosen, Aquariencomputer, o.ä..  
Bsp.: Dosierpumpe Kalkreaktor läuft alle 5 Minuten für jeweils 1 Minute)

- **ph-Wert im Reaktor wird automatisch durch pH Controller geregelt.**  
Es muss lediglich die ungefähre CO<sub>2</sub> Zugabe Geschwindigkeit eingestellt werden.  
(Richtwert: 100 Blasen/ Minute)

Wartungsaufwand: - ca. alle 6 -12 Wochen pH-Sonde neu kalibrieren  
- Wartung der Dosier/Schlauchpumpe (ca. alle 1-2 Jahre)

B) Kalkreaktor mit pH Steuerung (ohne Dosierpumpe)

- Einstellung der Dosiermenge erfolgt praktisch ausschließlich über in den *Reaktor eingeleitetes* (und damit auch wieder ausgegebenes!) *Wasservolumen*.

Stellgröße: *Durchflussgeschwindigkeit des Wassers durch den Kalkreaktor*

Optionen zum Einstellen

- Drosselventil (kleiner Kugelhan) am Auslauf des Kalkreaktors
  - Lage und Bauart des Abzweigstückes (Zwangsdurchstörung J/N)
- 
- pH-Wert im Reaktor wird automatisch durch pH Controller geregelt.  
Es muss lediglich die ungefähre CO<sub>2</sub> Zugabe Geschwindigkeit eingestellt werden.  
(Richtwert: 100 Blasen/ Minute)



Dieser Aufbau ist leider nur suboptimal, da sich der Querschnitt des Zu/Ablaufschlauches durch das stark aufgekalkte Wasser häufig verringert und evtl. sogar ganz zusetzt.

Größere Durchlaufgeschwindigkeit Zu/Ablauf, sowie „melken“ der Schläuche verbessert die Chancen das dies trotzdem gut funktioniert!

Wartungsaufwand: - ca. alle 8 Wochen pH-Sonde neu kalibrieren  
- je nach Zustand alle paar Tage „melken“ der Schläuche

### C) Kalkreaktor mit Dosierpumpe (ohne pH Steuerung)

Die Einstellung der Dosiermenge erfolgt als Kombination von

- ***Fest eingestellter Menge an zugegebenem CO<sub>2</sub> (Blasenzähler)***
- in den ***Reaktor kontrolliert eingeleitetes*** (und damit auch wieder ausgegebenes!) ***Wasservolumen***

Optionen zum Einstellen

- Anzahl CO<sub>2</sub>-Blasen/Minute
- Durchflussgeschwindigkeit der Dosierpumpe  
(regelbare Dosierpumpe vorausgesetzt)
- Dosierintervalle sowie Dosierdauer im getakteten Betrieb der Dosierpumpe.  
(Einstellbar durch programmierbare Steckdosen, Aquariencomputer, o.ä.  
Bsp.: Dosierpumpe Kalkreaktor läuft alle 5 Minuten für jeweils 1 Minute)



Die Einstellung des Reaktors, in diesem Aufbau, ist etwas komplizierter. Grund: Die Feinjustierung des Druckreglers an der CO<sub>2</sub>-Flasche ist meist umständlich. Ebenso verstellt sich die Blasenzahl auf Dauer durch zunehmende Entleerung der CO<sub>2</sub>-Flasche.

Wird „zuviel“ CO<sub>2</sub> dosiert, sinkt der pH Wert im Becken unnötig  
Wird „zuwenig“ CO<sub>2</sub> dosiert, funktioniert die Lösung im Reaktor schlechter.

Wartungsaufwand: - Wartung der Dosier/Schlauchpumpe (ca. alle 1-2 Jahre)  
- CO<sub>2</sub>-Blasenzähler kontrollieren, evtl. nachstellen

#### D) Kalkreaktor (ohne pH Steuerung und ohne Dosierpumpe )

Die Einstellung der Dosiermenge erfolgt als Kombination von

- ***Fest eingestellter Menge an zugegebenem CO<sub>2</sub> (Blasenzähler)***

- in den ***Reaktor eingeleitetes*** (und damit auch wieder ausgegebene!) ***Wasservolumen***

Optionen zum Einstellen

- Anzahl CO<sub>2</sub>-Blasen/Minute

- Drosselventil (kleiner Kugelhan) am Auslauf des Kalkreaktors

- Lage und Bauart des Abzweigstückes (Zwangsdurchstörung J/N)



Dieser Aufbau ist leider nur suboptimal, da sich der Querschnitt des Zu/Ablaufschlauches durch das stark aufgekalkte Wasser häufig verringert und evtl. sogar ganz zusetzt.

Größere Durchlaufgeschwindigkeit Zu/Ablauf, sowie „melken“ der Schläuche verbessert die Chancen das dies trotzdem gut funktioniert!



Auch die Einstellung des Reaktors, in diesem Aufbau, ist etwas komplizierter. Grund: Die Feinjustierung des Druckreglers an der CO<sub>2</sub>-Flasche ist meist umständlich. Ebenso verstellt sich die Blasenzahl auf Dauer durch zunehmende Entleerung der CO<sub>2</sub>-Flasche.

Wird „zuviel“ CO<sub>2</sub> dosiert, sinkt der pH Wert im Becken unnötig

Wird „zuwenig“ CO<sub>2</sub> dosiert, funktioniert die Lösung im Reaktor schlechter.

Wartungsaufwand: - je nach Zustand alle paar Tage „melken“ der Schläuche  
- CO<sub>2</sub>-Blasenzähler kontrollieren, evtl. nachstellen

### 5.13 Kalkwasser / Calciumhydroxid

Kalkwasser wird hergestellt indem man Süßwasser \*1) bis weit über die Konzentrationsgrenze hinaus **Calciumhydroxid** ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) zuführt. Calciumhydroxid bekommt man im Aquarienhandel z.B. von Aqua Medic als sog. **Kalkwasserpowder**, oder im Chemie-Großhandel.



\*1) optimalerweise aus einer Umkehrosmoseanlage

#### Effekte:

- Calciumhydroxid erhöht Calcium-Konzentration, Alkalinität und pH-Wert
- Achtung: Bei längerer Dosierung können im Becken Phosphate ausgefällt werden (tickende Zeitbombe). Deswegen wird es zur Aufrechterhaltung der Calcium-Konzentration und Alkalinität üblicherweise nicht mehr eingesetzt
- Zur temporärem pH-Wert-Erhöhung ist es allerdings geeignet, wobei sich der pH-Wert häufig relativ schnell wieder abbaut. Soll pH für mehrere Tage erhöht werden, ist meist eine mehrmalige Dosierung am Tag nötig. Bitte bedenken dass dabei Ca und Alkalinität ebenso erhöht werden.

Dosiermenge zur pH-Anhebung:

26g  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  auf 100 Liter Wasservolumen → erhöhen pH-Wert um 0,1 pH

Bsp.: Beckenvolumen: 500 Liter; pH-Erhöhung um 0,2 pH angestrebt:

$$\text{Dosierung} = 26\text{g} \times 500\text{L}/100\text{L} \times 0,2/0,1 = 260\text{g } \text{Ca}(\text{OH})_2$$

- Calciumhydroxid abwiegen und dem Becken an einer stark durchströmten Stelle zugeben (Optimalerweise im Technikbecken, keinesfalls auf empfindliche Tiere).
- Durch starke Kalk-Zuführung kann es zu Ausfällungen im Becken und zu Anlagerungen an Gegenständen (Strömungspumpen, Pumpenräder, Überläufe, ..) kommen.

## TEIL 6 –Filter & Methoden zur Reduktion von Nährstoffen (Nitrat, Phosphat)

### 6.1) Vorteile und Risiken bei der Reduktion von Nährstoffen

#### Vorteile der Nährstoffreduktion

Die Nährstoffe Nitrat und Phosphat werden unseren Becken ständig durch Fütterung, Ausscheidungen von Tieren sowie als nicht gewünschte Inhaltsstoffe von eingesetztem Material (wie z.B. bei Korallenbruch in Kalkreaktoren) ins Becken eingebracht.

Auf der anderen Seite werden diese durch

- eingesetzte Technik (Abschäumer, Schlammfilterbecken, DSB)
- Adsorber (wie z.B. durch Phosphat-Adsorber) sowie
- biologische & bakterielle Prozesse

zumindest zum Teil wieder umgewandelt, adsorbiert oder aus dem Kreislauf entfernt.

Solange nun diese Werte stabil sind und nicht so stark ansteigen, dass Beckeninsassen dadurch geschädigt werden, sollte dadurch eigentlich alles in Ordnung sein. Nitrat-Konzentration von 20-50mg/l und Phosphat 0,2 – 1,0 mg/l waren zum Beispiel vor einigen Jahren noch gute Werte für Meerwasser-Aquarien.

Inzwischen haben sich das Wissen sowie die vorhandene Technik und Meerwasser-Produkte (wie z.B. käufliche Bakterienmischungen, ....) so stark verbessert, das man auch in Heimaquarien Werte erreichen kann die sehr nahe an natürliches Meerwasser herankommen und somit optimale Bedingungen schaffen. Neben der notwendigen Anpassung sowie Haltung der Konzentrationen von Calcium, Magnesium und Alkalinität (siehe vorheriges Kapitel), ist hierzu die **gezielte Reduktion der Nährstoffe Nitrat und Phosphat von entscheidendem Interesse**.

Hierdurch ist es möglich auch empfindliche Tiere wie empfindlichste kleinpolypige Steinkorallenarten (SPS) nicht nur „zu halten“ sondern auch:

- sehr guten Wuchs und
- attraktive, helle und knallbunte Färbung

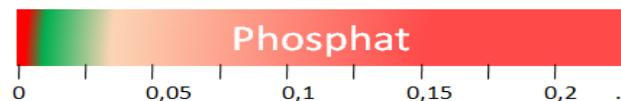
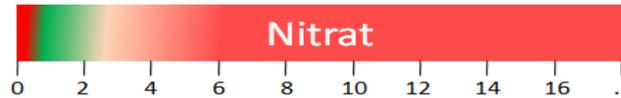
zu erzielen.

## Risiken der Nährstoffreduktion



Das Anstreben nährstoffarmer Bedingungen im Aquarium birgt leider generell die Gefahr des Nährstoffmangels. Dieser ist mit Mangelerscheinungen, im Extremfall mit schnellem Absterben von Korallen (speziell SPS) verbunden.

Der für Riffaquarien optimale Bereich (*Nährstoffarmut, grüner Bereich*) ist relativ schmal, und die Grenze hin zum *Nährstoffmangel* (= 0 mg/l Nitrat und Phosphat) im Aquarium häufig schwer erkennbar.



Korallen gewöhnen sich im Laufe der Zeit auch an höhere Nährstoffwerte. Zu schnelle Absenkung der Werte kann ebenso zu Degeneration bis zum Absterben von Korallen führen.

**Bei Eintreten von Nährstoffmangel müssen Korallen separat ernährt werden.**

### Möglichkeiten zur Ernährung von Korallen bei Nährstoffmangel

- Aminosäuren (UltraMin S, Aminoacid Konzentrat, ...)
- Staubfutter (CyclopEeze, Ultramin F, ...)
- usw.

Ein weiteres Risiko besteht darin, dass manchmal ein stark unausgewogenes Verhältnis von Nitrat- zu Phosphat-Konzentration auftritt. Dies ist ebenso schädlich für die Korallen und sollte deswegen vermieden werden.



Man spricht hier auch vom sog. Redfield-Verhältnis das aussagt das  $N_3$  zur  $PO_4$ -Konzentration gemessen optimalerweise bei  $\sim 10 : 1$  liegen sollte. Bei Einhaltung vernünftiger  $N_3 / PO_4$ -Konzentrationen ist dies ohnehin der Fall. Ich empfehle dem keine zu hohe Aufmerksamkeit zu schenken.

### Möglichkeiten zum Justieren des Verhältnisses Nitrat zu Phosphat

Fall-A: guter Nitratabbau / schlechter Phosphatabbau

→ zusätzlicher Einsatz von Phosphat-Adsorber zur Reduktion von Phosphat

Fall-B: guter Phosphatabbau / schlechter Nitratabbau (selten)

→ Zudosierung von Phosphat

## 6.2 Rieselfilter, Biobälle, Schnellfilter – nur noch ein Relikt aus alten Zeiten?

Bis noch vor wenigen Jahren waren sogenannte Rieselfilter Stand der Technik in funktionierenden MW-Aquarien. Viele Aquarien laufen auch heute noch mit solchen oder anderen mechanischen Filtern zu denen auch Biobälle, Filtermatten oder auf ähnliche Mechanismen basierende Schnellfilter gehören.

Grundidee hiervon ist/war, Bakterien Siedlungsfläche zur Verfügung stellen um aus giftigem Ammonium → Nitrit und daraus wiederum Nitrit → Nitrat zu produzieren. Dieses Nitrat wird aber nicht weiter abgebaut wodurch diese Systeme bei längerem Einsatz zu Nitratschleudern werden, welche wir ja für Nährstoffarme Systeme vermeiden wollen.

In modernen Aquarien haben m.E. lediglich Schnellfiltermatten bzw. Filterschwämme eine Berechtigung. Und dies auch nur wenn sie regelmäßig alle paar Tage gereinigt werden. Wichtig ist das diese in Salzwasser gereinigt werden, um nicht Bakterien abzutöten und damit weiter das System zu belasten.



**Zum Abbau von Nitrat/Phosphat sollte in Meerwasseraquarien auf mechanische Filter möglichst vollständig verzichtet werden.**

Im Folgenden werden die gängigsten Methoden beschrieben mit denen eine Reduktion, von Nitrat/Phosphat, bzw. teilweise sogar eine Steuerung dieser Nährstoffe möglich ist.

### 6.3 Abschäumer (Eiweißabschäumer)

Ein Abschäumer ist zentrales Element fast aller Meerwasserbecken. Er wird anstelle der in Süßwasserbecken vorhandener mechanischer Filter eingesetzt.

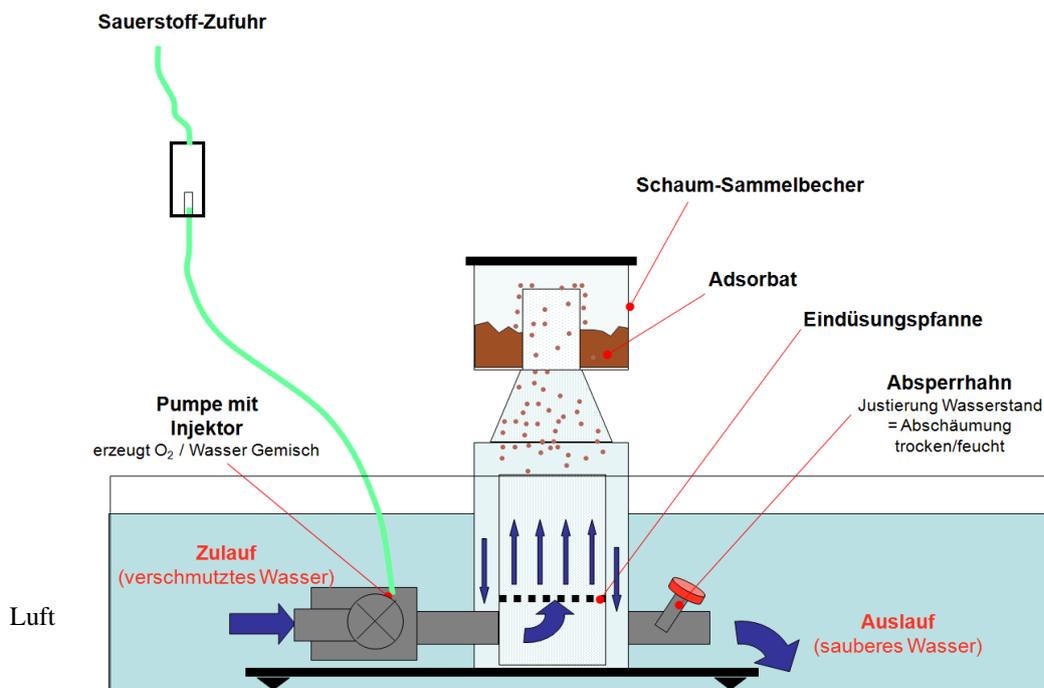
Vorteile bei Einsatz eines Abschäumers:

- ☑ Partikel/Substanzen/Giftstoffe werden sofort aus dem Beckenkreislauf entfernt
- ☑ Wasser mit Sauerstoff angereichert.

Bei üblichen mechanischen Filtern hingegen werden Partikel/Ausscheidungen usw. über Tage/Wochen im Kreislauf nur angesammelt und erst dann aus dem Becken entfernt.

In Süßwasser können Abschäumer leider nicht eingesetzt werden, da die entstehenden Bläschen einen zu großen Durchmesser hätten und sich daran die abzuschäumenden Substanzen/Partikel nicht ansetzen können..

Prinzipskizze eines Abschäumers:



Funktionsweise:  
Zunächst wird aus und dem Beckenwasser eine große Menge möglichst kleiner

Luftblasen erzeugt. Bei den meisten moderneren Abschäumern erfolgt dies durch eine **Pumpe mit Injektor**. Das Wasser aus dem die Blasen entstehen bringt dabei selbst die Verunreinigungen, Giftstoffe usw. mit sich (**Zulauf**). Diese haften an den Luftblasen an bzw. werden in sie eingebaut und ergeben damit einen, mehr oder weniger schmutzigen, Schaum. Im sog. Reaktionsrohr des Abschäumers steigen die Luftblasen von unten nach oben. In den neueren, effizienteren Abschäumern verteilt eine Eindüsungspfanne die vorher etwas chaotische Strömung gleichmäßiger. Durch von unten immer neu nachkommende Luftblasen, werden die weiter oben befindlichen höher und höher gedrückt. Überflüssiges anhaftendes Wasser rinnt durch die Schwerkraft wieder nach unten. Am oberen Ende, im **Schaumbecher**, treten die Bläschen aus und laufen anschließend seitlich am Reaktionsrohr herunter und werden dort aufgefangen. Im Schaumtopf zerplatzen die Bläschen und werden zum flüssigen **Adsorbat**. Dieses Adsorbat beinhaltet dann, neben etwas Beckenwasser, sämtliche abgeschäumten Substanzen und Partikel. Die Höhe des Aufgestauten Wasser/Blasen-Gemisches ist einstellbar. Je höher der Wasserstand im Abschäumer, desto mehr und flüssigeres Adsorbat wird erzeugt. Wie diese Einstellung realisiert wird ist bei einigen Abschäumer-Typen unterschiedlich, hier gezeigt durch den **Absperrhahn am Auslauf**

Abgeschäumt werden:

- Ungelöste oberflächenaktive und teils auch nicht oberflächenaktive Partikel
- Im Wasser gelöste und oxidierte Substanzen



### **Auswahlkriterien für einen passenden Abschäumer:**

- **Bauform/Größe muss zu den Gegebenheiten des eigenen Systemes passen**  
Es gibt dabei mehrere unterschiedliche Systeme z.B. Abschäumer die ans Becken angehängt werden und welche die in eigenen Filterbecken stehen müssen.
- Für das eigene Becken passende und gute Abschäumleistung  
positiv: Große Luftmenge, möglichst kleine Blasen
- Geringer Stromverbrauch trotz guter Abschäumleistung  
Abschäumer laufen 24h/Tag! die entstehenden Stromkosten sind nicht vernachlässigbar.  
In der Anschaffung teurere Modelle machen sich evtl. bereits nach einigen Monaten bezahlt.
- Geringe Lautstärke im Betrieb sowie wenig/keine Vibrationen
- Schaumtopf ist einfach demontierbar und gut zu reinigen  
denn schließlich muss dies regelmäßig erledigt werden  
besteht evtl. sogar Möglichkeit das Adsorbat ohne Demontage des Schaumtopfes ablaufen zu lassen?
- Gute Einstellbarkeit des Adsorbates (feucht / trocken)
- Wasser am Ausfluss des Abschäumers beinhaltet wenig bis keine Luftblasen
- Qualität/Langlebigkeit der Komponenten

## 6.4 Das Berliner System

Das Berliner System ist Ausgangspunkt für alle nachfolgend vorgestellten Systeme zur Reduktion von Nährstoffen.

Zur Filterung wird beim Berliner System ausschließlich *lebendes Riffgestein* verwendet, je mehr desto besser. Durch die hohe Porosität kann im Inneren der Steine die für den Nitratabbau wichtige Denitrifikation statt finden. Die Bakterien sorgen für die Umwandlung Ammonium→Nitrit→Nitrat, und ebenso für die Aufnahme des entstehenden Nitrates sowie auch Phosphat.

Entfernt werden diese Nährstoffe dann durch „Abschäumen“ im Abschäumer.



### **Die Qualität der lebenden Steine ist absolut entscheidend:**

- Je mehr Siedlungsfläche und je mehr noch lebende Bakterien sich auf den Steinen befinden desto besser für den Nährstoffabbau.
- Gute lebende Steine sind leicht und porös
- Optimal ist die Steine direkt am Importtag vom Händler zu beziehen  
(bevor diese meist in unbeleuchteten, wenig durchströmten Behältern vor sich hingammeln)  
Steine machen keinen vergammelten Eindruck und riechen „frisch“ nach Meer

Aus Kostengründen können zum Teil auch nicht lebende Steine eingebracht werden. Diese sollten jedoch ebenso porös sein, damit sich dort eine Bakterienpopulation ansiedeln kann. Die Etablierung der Bakterienpopulation dauert dann aber länger.

### **Was benötigt man für das Berliner System?**

- „Lebende Steine“ mit Top-Qualität
- Abschäumer
- Verzicht auf mechanische Filter !  
(lediglich zur kurzzeitigen Entfernung von Schwebstoffen sinnvoll)

wie auch bei den meisten nachfolgenden Systemen zur Nährstoffreduktion wird beim Berliner System ebenso parallel eingesetzt:

- Kohlefilterung bzw. Ozon zum Ausfiltern bzw. Abtöten von Nesselgiften, schädlichen Bakterien oder Krankheitserregern
- Zugabe von Spurenelementen, da diese durch den Abschäumer zum Teil entfernt werden.
- beliebige Methode zur Aufrechterhaltung der Calcium- und Magnesium-Konzentration sowie Alkalinität (siehe vorheriges Kapitel)

## 6.5 Jaubert System

Ziel ist ein verbesserter Abbau des Nährstoffes Nitrat und zum Teil auch Phosphat.

Das sogenannte Jaubert System (nach Prof. Jean Jaubert Universität Nizza / Monaco) ist in Deutschland weniger verbreitet und wird hier nur vollständigheitshalber erwähnt. Ursache hierfür ist:

- die optisch wenig attraktive, dicke Bodenschicht.
- der limitierte Abbau von Nitrat/Phosphat

Funktionsweise: Eine dicke Schicht (>10cm) an speziell aufgebautem Bodengrund führt zu Denitrifikation im sauerstoffarmen Milieu (anaerobe Zone).

Foto: Sabine Mülder



Aufbau der Bodenschicht (von unten nach oben):

- Glasboden des Aquariums  
optimalerweise mit Auslaufhahn zur Entnahme von Wasser aus dem Plenum
- durchströmungsfähige Bodenplatten zur Schaffung eines sogenannten Plenums  
(Bodengrundfreie Zone mit sauerstoffarmem Wasser, 2-3 cm hoch, z.B. Lichtasterplatten)
- Netz/Fließ um durchrieseln von Bodengrund ins Plenum zu vermeiden  
(wichtig: zersetzungsfreies Material wie z.B. Fliegengaze verwenden)
- Dicke Schicht grober Korallenbruch in die mittig ebenfalls ein Netz/Fließ eingesetzt ist um Aufwühlen des Bodengrundes durch Fische/Seesterne/usw. zu verhindern  
(anaerobe Zone, Dicke  $\geq 10$ cm, Körnung 3..5 mm)
- Die für den Riffaufbau (Steine) verwendete Fläche sollte möglichst gering sein um möglichst viel (nach oben hin freie) Bodengrundfläche zu haben

Das Jaubertsystem kann ohne Abschäumer betrieben werden. Jedoch ist trotzdem auf ausreichenden Sauerstoffeintrag zu achten.

Die Nährstoffreduktion, speziell von Phosphat ist beim Jaubert-System eher mittelmäßig.

## 6.6 Sandbettfilter (DSB)

- Ziele:
- Verbesserter Abbau der Nährstoffe Nitrat und Phosphat
  - Bildung eines optimalen Lebensraumes für Plankton/Kleinstlebewesen und damit Nahrungsergänzung für Fische sowie großpolypige Steinkorallen
  - Zuführung kleinerer Mengen an Calciumkarbonat zum partiellen Angleich Ca-Konzentration/Alkalinität

Kernstück von Aquarien mit Sandbettfiltern (**DSB = Deep Sand Bed**) ist ein sehr naturnahes, **8-15cm dickes Sandbett** mit einer Mischung aus teilweise **sehr feinem weißen Korallen- oder Aragonitsand**. Aufgrund der geringen Größe der Sandkörner speziell in den unteren Schichten und der großen vorhandenen Oberfläche bietet es Bakterien und Kleinstlebewesen einen optimalen Lebensraum. Nitrat wird durch Bakterien in der anaeroben Sandschicht zu Stickstoff umgewandelt und entweicht dem Becken. Durch gute Bedingungen für heterotrophe Bakterien wird Phosphat zum Teil abgebaut und zum Teil in Biomasse umgewandelt die durch einen Abschäumer aus dem Becken entfernt werden kann.

Detailaufnahme eines Deep Sandbeds/DSB (Foto: Markus Emge)



### Was benötigt man für einen DSB/Sandbettfilter?

- **Spezielle Sandmischung** (unten ganz fein, oben etwas grober)  
incl. denitrifizierenden Bakterienstämmen und Population von Kleinstlebewesen
- Ausreichend starke, optimalerweise wechselnd geschaltete **Strömung**  
(30-40 x Beckenvolumen)
- **Abschäumer**

## Ein DSB einrichten (Aufbau von unten nach oben)

- 1.) Ca 6cm dicke Schicht aus **sehr feinen, unbelebten**, möglichst weißen **Aragonitsand** einbringen. Den Sand vorher mit möglichst gut eingefahrenem Salzwasser spülen  
(wie z.B. Acro Tropic Aragonitsand, AquaTerrashop DSB Sand)
- 2.) Ca 2-4cm dicke Schicht aus **feinem lebendem Sand**, zum Animpfen des Bodens mit **Bakterienpopulation und Kleinstlebewesen** einbringen.  
(wie z.B. CaribSea AragAlive oder Ecoystems Livesand Körnung 0,5 – 1,7mm)  
  
Dann den gerade eben eingebrachten lebendem Sand vorsichtig etwas unter den vorher eingebrachten Aragonitsand mischen.
- 3.) Deckschicht mit etwas **gröberen „echtem lebenden“ Sand** einbringen.  
(wie z.B. Ecoystems Livesand Körnung 1,0 – 3,5mm)



Wichtig ist eine **leichte Strömung an der Deckschicht**, welche die oberen Sandkörner an- aber nicht durch wirbelt. Ziel ist, dass Detritus und weitere Ablagerungen nicht auf liegen bleiben. Ist dies trotzdem der Fall, muss die Strömung optimiert werden.

Ein DSB benötigt eine eigene Einlaufphase bevor es voll wirksam wird. Je größer die Menge an eingebrachtem Livesand desto schneller entwickelt sich die notwendige Population  
- ca. 2-6 Wochen zur Erreichung der vollen Population der Bakterienstämme  
- bis 12 Wochen für die Entwicklung der Kleinstlebewesen

Meist setzt deswegen der Nitratabbau deswegen vor dem Phosphatabbau ein.

Speziell in der DSB Einfahrphase, aber auch später **sollte auf Tiere verzichtet werden welche den Bodengrund zu stark umpflügen** und/oder sich von den dort angesiedelten Kleinstlebewesen ernähren.

(Hierzu zählen grabende Grundeln, grabende Seesterne, Sanddollars sowie Mandarin/Leierfische usw.)

Die innere Schicht eines DSBs hingegen sollte sich in stetiger leichter Bewegung befinden. Diese geschieht durch Borstenwürmer, kleine Schlangenseesterne, Strombusschnecken, kl. Seegurken (ungiftige Arten) usw. die sich kleine Röhren graben.

Bei DSB-Becken sollte auf Reinigung des Sandes durch Mulmglocken vollständig verzichtet werden.

## Risiken beim Einsatz von Sandbettfiltern (DSB)



- 1.) Vereinzelt berichten DSB Anwender von Fischsterben.

Die hohe Populationsdichte an Bakterien und Kleinstlebewesen hat einen hohen Sauerstoffbedarf. Deswegen muss, speziell nachts, sichergestellt sein das für die anderen Beckenbewohnern (speziell Fische) genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Das Risiko ist nachts höher, da wegen aussetzender Fotosynthese keine Sauerstoff-Produktion durch Korallen und Algen erfolgt. Der Einsatz eines leistungsstarken **Abschäumers** ist deswegen **dringend anzuraten**.

Wirkweise: Bakterien entziehen, wie auch Fische, dem Becken Sauerstoff. Hohe Bakterienpopulation bedeutet ebenso einen hohen Gesamtsauerstoffbedarf. Ist der Sauerstoffeintrag im Becken nicht ausreichend, „ersticken“ die Fische regelrecht.



- 2.) Vereinzelt kommt es vor, dass Korallen durch zu guten Nährstoffentzug zu wenig Nahrung abbekommen.

Bei Auftreten von Mangelercheinungen der Korallen, durch zu starke/schnelle Nährstofflimitierung, müssen diese separat ernährt werden.

(Aminosäuren wie *UltraMin S / Aminoacid Konzentrat*, Staubfutter wie *CyclopEeze*, usw.)

Angestrebt werden sollte keinesfalls 0,0 Nitrat und 0,0 Phosphat, sondern ein nährstoffarmes System, nahe an der Nachweisgrenze.

- 3.) In einigen Fällen wird berichtet, dass DSBs Phosphat weniger stark als Nitrat abbauen. Dies ist für Korallen auf Dauer nicht tragbar und sollte vermieden werden

- zusätzlicher Einsatz von Phosphat-Adsorber
- Abschäumer feuchter Einstellen

## Häufig gestellte Fragen zu Sandbettfiltern/DSB

F: Entzieht ein Abschäumer meinem DSB nicht die Nahrungsgrundlage an Detritus, Futterresten usw.?

A: Nein, trotz Abschäumer bleibt davon für das DSB noch ausreichend übrig.

F: Mein DSB reduziert Phosphat weniger stark als Nitrat. Was kann ich tun?

A: Das ist zunächst einmal typisch für ein DSB. Stellen sie den Abschäumer mehr auf „nassere Abschäumung“ ein.

Notfalls kann parallel auch noch ein Phosphatadsorber verwendet werden.

F: Welche Nährstoffkonzentrationen sind bei Betrieb eines Sandbettfilters/DSB üblich?

A: Stabile, eingelaufene DSB-Systemen liegen meist bei:

- Nitrat 0,1 .. 5 mg/l
- Phosphat 0,05 .. 0,1 mg/l

F: Wann ist der beste Zeitpunkt ein DSB einzurichten?

A: Generell gilt: Je früher desto besser, damit sich die Kleinstlebewesen möglichst optimal vermehren können.

Allerdings sollte eine mögliche Einfahrphase überwunden sein (Ammonium und Nitrit sollten nicht mehr nachgewiesen werden können) wenn die obere Schicht des etwas gröberen, lebenden Sandes eingebracht wird.

F: Der feine Sand trübt beim Einbringen stark das Wasser.  
Wie bringe ich den Sand am besten ein?

A: - Vorher sollten lebende Steine bereits an Ort und Stelle sein  
- Sand durch PVC-Rohr vorsichtig auf den Boden ins Becken gleiten lassen.  
- Strömungs/Förderpumpen beim Einbringen des Sandes Abschalten

F: Auf meinem Bodengrund sammelt sich Detritus. Was soll ich tun?

A: Optimieren sie die Strömung in Ihrem Becken!  
Sonst wird der Sandbettfilter nicht ordentlich funktionieren.

F: Mitten im DSB/Sand sind Ansammlungen von Detritus/Mulm. Was soll ich tun?

A: Vermutlich wurde zu grober Sand verwendet worauf hin Detritus/Mulm zu schnell ins DSB eingesickert.

→ Sand Austauschen (kleinere Korngröße notwendig)

**F:** In meinem DSB/Sand sind schwarze Stellen die faulig riechen. Was soll ich tun?

**A:** Der Abbau von Detritus durch Kleinstlebewesen ist in diesem Fall unzureichend.  
Ursachen hierfür:

- Zu wenig Kleinstlebewesen im DSB
- Zu starke Belastung des DSB (z.B. übermäßiger Fischbesatz)
- Einsatz grabender Tiere (Grundeln, Seesterne, Seenadeln, etc.)

Abhilfe:

- Schwarzen, gammeligen Sand entfernen
- Gegenmaßnahmen zu oben treffen
- Frischen echten lebenden Sand einbringen um Population an Kleinstlebewesen anzukurbeln

**F:** Muss ich bei DSB Sand nachfüllen? Warum?

**A:** Ja der Sand muss ca. alle 1½ bis 2 Jahre nachgefüllt werden.

(nur die unterste, sehr feine Schicht aus Aragonitsand)

Das ist notwendig, da der Sand ja aus CalciumCarbonat besteht und sich im leicht sauren Milieu langsam auflöst. Dies wiederum bewirkt den positiven Effekt der CalciumCarbonatzuführung ins Becken. Bei nicht zu hohem Verbrauch kann evtl. sogar auf separate Zuführung verzichtet werden

(wie z.B. durch Kalkreaktor, Balling- Methode, ...)

**F:** Ich will meinen alten Sand entfernen. Wie mache ich das am besten?

**A:** Alten Sand vorsichtig und keines falls vollständig (sondern nur teilweise) absaugen.  
Der Austausch sollte also in mehreren Etappen erfolgen.

## 6.7 Schlammfilter (Miracle Mud)

- Ziele:
- Verbesserter Abbau der Nährstoffe Nitrat und Phosphat
  - Bildung eines optimalen Lebensraumes für Plankton/Kleinstlebewesen und damit Nahrungsergänzung für Fische.
  - Zuführung kleinerer Mengen an Calciumkarbonat zum partiellen Angleich Ca-Konzentration/Alkalinität

### Funktionsweise:

- Phosphat wird von speziellen Algen (sogenannten Makroalgen oder Caulerpas) in Pflanzenwachstum umgewandelt.  
Die Algen werden regelmäßig abgeerntet.  
Dadurch wird dem Becken **Phosphat entzogen**.
- **Nitrat** wird im Schlamm/Filtersubstrat (anaerober Bereich) von dort angesiedelten Bakterien zu gasförmigem Stickstoff umgewandelt und **entweicht dem Becken**
- Die in den Algen stattfindende Photosynthese sorgt für eine stetige Sauerstoff-Versorgung des Beckens.



### Hauptvorteile von Schlammfiltern sind:

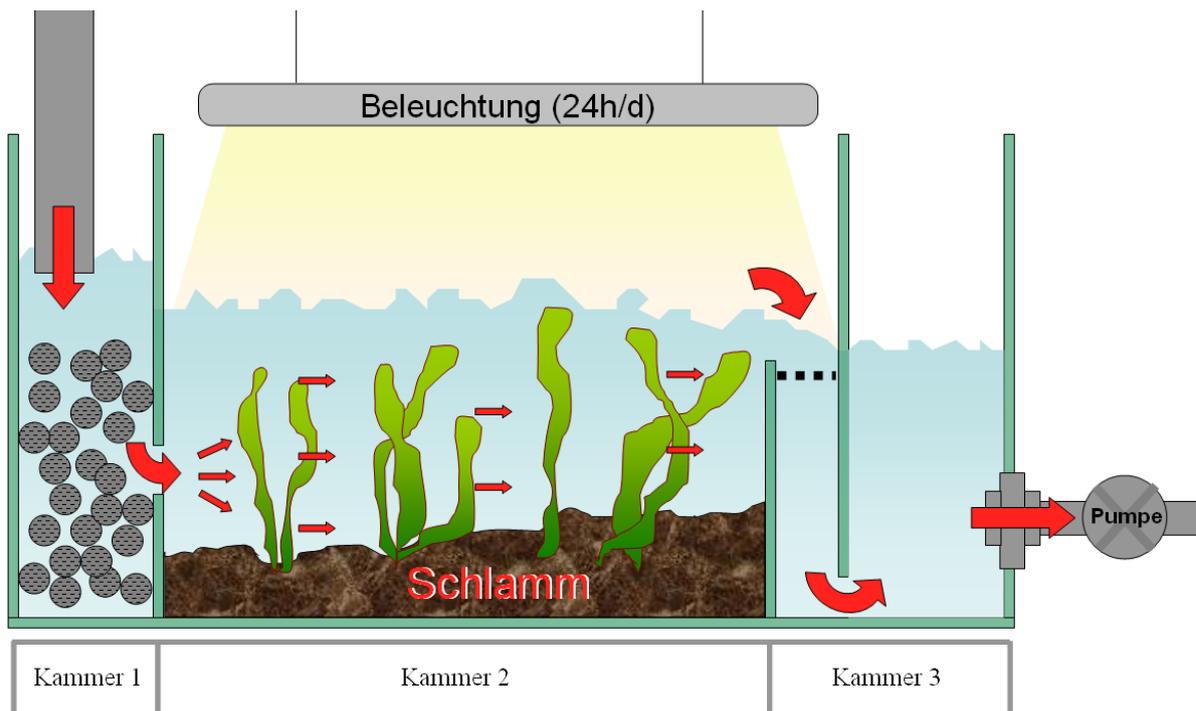
- Geringer Wartungsaufwand, geringe laufende Kosten.
- Verbleiben von Spurenelementen sowie Plankton im Becken-Kreislauf da keine Abschäumung erfolgen muss. Damit meist auch exzellenter Ernährungszustand der Fische.

Die Abbauleistung von Nitrat/Phosphat funktioniert leider nicht bei allen Becken gleich gut und reicht von mittelmäßig bis hervorragend.

### Was benötigt man für einen Schlammfilter?

- Spezielles Filterbecken bzw. HangOn
- Beleuchtung für Filterbecken
- optimalerweise speziellen Mineral-Schlamm (Achtung: Kostenfaktor !)  
es funktioniert aber ebenso ein reines Algenrefugium mit normalem Bodengrund
- Makroalgen/Caulerpas
- Leistungsstarke Förderpumpe

## Funktionsweise eines Schlammfilters:



- Die Kammern des Schlammfilterbeckens werden, in Reihenfolge 1-3 stark durchströmt

Richtwert für die tatsächlich Strömung (nicht nur max. Pumpenleistung)  
→ Durchströmvolumen = ca. 6 x Beckenvolumen / h

- Kammer-1: Vorkammer
  - a) Einlauf vom Hauptbecken
  - b) Biobälle o.ä. zur Umwandlung von Ammonium → Nitrit → Nitrat (Besiedlungsfläche für aerobe Bakterien)
- Kammer-2: Haupt-Kammer
  - a) Im Schlamm (anaerober Bereich) wandeln Bakterien Nitrat in gasförmigen Stickstoff um, welcher als Gas entweicht
  - b) In den Schlamm eingesteckte Caulerpa-Makroalgen setzen im Kreislauf vorhandenes Phosphat in Algenwachstum um. Durch Photosynthese wird das Wasser dabei mit Sauerstoff angereichert. Schlammfilter sollten 24h am Tag beleuchtet werden.
  - d) Spezieller Schlamm beinhaltet diverse Mineralien und Spurenelemente und gibt diese stetig ans System ab.
- Kammer-3: Pumpen-Kammer  
dient zur Aufnahme einer Förderpumpe (unter Wasser) oder einer Beckendurchführung an die eine außerhalb des Filterbeckens liegende Förderpumpe angeschlossen werden kann.

Sonstiges

- Abernten der Caulerpa Algen ca. alle 1-2 Wochen.  
Häufiges Ernten verstärkt Wachstum und damit Phosphat-Austrag!
- Erneuerung des mineralhaltigen Schlammes wird alle 1-2 Jahre zu 50% empfohlen
- Als Makroalgen sind folgende Caulerpaarten besonders geeignet



- Zwischen Kammer 2 und 3 wird optimalerweise ein Filterfließ oder Gitter eingebaut. Dies dient dazu abgerissene Caulerpareste nicht in die Pumpenkammer und damit evtl. ins Hauptkommen kommen zu lassen.
- Im Schlammfilter bilden sich meist massenhaft Mikroorganismen und Kleinstlebewesen die gut für die Beckenbiologie sind und als Nahrungsergänzung für Fische dienen.

## Häufig gestellte Fragen zu Schlammfiltern

**F:** Ist parallel zum Schlammfilter ein Eiweißabschäumer notwendig?

**A:** Nicht unbedingt. Schlammfilter funktionieren auch ohne Abschäumer, da die Beleuchtung auch über Nacht betrieben wird (Fotosynthese der Algen) und damit ins Wasser ausreichend Sauerstoff eingebracht wird.

Bei Becken mit sehr starker Fisch-Population sowie dem Risiko des Auftretens einer Bakterienblüte mit enstpr. Sauerstoffverbrauch, kam es in einigen Fällen zu Ersticken von Fischen (Sauerstoffarmut)

**F:** Wie bringe ich den Schlamm ein?

**A:**

- Filterbecken mit Salzwasser füllen
- Förderpumpe ausstellen
- Schlamm vorsichtig einfüllen und setzen lassen (> 1h)  
(Das Becken ist dabei extrem eingetrübt, keine Panik)
- Auf Oberfläche treibende Teilchen abkäschern
- Förderpumpe wieder einstellen

**F:** Welche Algen eignen sich zum Einsatz im Schlammfilter?

**A:** Caulerpas, sog. Makroalgen.  
Gut bewährt haben sich die Gattungen Profilera, Taxifolia und Racemosa.  
Caulerpas bekommt man von z.B. häufig kostenlos von befreundeten Aquarianern, Aquarien-Fachgeschäften oder auch bei Ebay.

**F:** Wie bringe ich die Algen/Caulerpas ein?

**A:** 2 Möglichkeiten:

- Mit Finger kleines Loch in den Schlamm bohren → Alge einstecken → Loch wieder mit Schlamm füllen
- Caulerpaalgen mit kleinen Steinchen am Boden beschweren → Warten bis die Algen im Schlamm angewachsen sind → Steinchen entfernen

**F:** Wie soll ich die Algen/Caulerpas entfernen?

**A:** Die Förderpumpe kann dabei angeschaltet bleiben. Am besten werden die Caulerpas durch Abzupfen/abreißen/Abschneiden oberhalb der Wurzel entfernt.  
Dadurch entsteht keine so starke Trübung beim Ernten durch aufgewirbelten Schlamm.  
Die entfernten Caulerpas sollten entsorgt werden (Mülltonne, Kompost, ...).

**F:** Wie oft/wann soll ich die Algen/Caulerpas ernten?

**A:** Je öfter die Algen geerntet werden, desto höher die Wachstumsrate.  
Eingelaufenen Schlammfilterbecken werden ca. alle 1-2 Wochen abgeerntet.

Die Algen sollten allerdings erst geerntet werden wenn sie eine gewisse Größe/Anzahl Verästelungen erreicht haben.

F: Meine Algen/Caulerpas werden durchsichtig. Ist das normal?

A: Werden einzelne Algen „glasig“ stehen sie kurz vor der Auflösung. Sie geben dabei auch aufgenommene Schadstoffe ab → Aus dem Becken entfernen

F: Kann ich geerntete Algen/Caulerpas an meine Fische verfüttern?

A: Generell Ja.

Wobei das aufgrund der aufgenommenen Phosphate nur bedingt empfehlenswert ist.

F: Hilfe mein Schlammfilter lebt. Was soll ich tun?

A: Das ist vollkommen normal und so gewollt.

Auftreten von Kleinlebewesen ist ein Zeichen von funktionierender Beckenbiologie.

F: An meinen Caulerpas haften Cyano-Bakterien. Was kann ich dagegen tun?

A: Zunächst einmal die Cyanos immer wieder entfernen.

Dazu optimalerweise zuerst ein Stück feine Filterwatte in den Überlaufschacht zwischen Kammer 2/3 legen. Dann die Cyanos, bzw. die Caulerpas mit anhaftenden Cyanos entfernen. Durch die Strömung weitergewirbelte Cyano-Bakterien/Algen werden in der Filterwatte gesammelt und können so einfach entsorgt werden.

Cyanobakterien treten in Algenfilter meist nur auf wenn die Durchströmungsgeschwindigkeit nicht ausreichend ist → Strömungsgeschwindigkeit erhöhen

F: Die Abbau-Leistung meines Sachlammfilters ist mir zu gering.

Kann ich parallel dazu einen Eiweißabschäumer einsetzen?

A: Ja. Ein relativ großer Prozentsatz der Schlammfilter Betreiber betreibt parallel einen Eiweißabschäumer. Ein weiterer Vorteil davon ist, dass die Sauerstoffversorgung des Beckens dadurch auch in Extremfällen gewährleistet ist.

F: Wie lange dauert es bis ein Schlammfilter richtig funktioniert?

A: Einer der Nachteile der Schlammfilter ist, dass dafür etwas Geduld notwendig ist.

Zunächst müssen die eingebrachten Caulerpas anwachsen und sich vermehren.

Ebenso muss sich die Biologie im anaeroben Bodengrund (Schlamm) erst etablieren.

Schlammfilter benötigen daher einige Wochen zur Aufnahme der Nährstoff reduzierenden Funktion und anschließend noch einige Monate bis sie die volle Abbauleistung erreicht haben

F: Muss die Beleuchtung des Schlammfilters wirklich 24h am Tag brennen?

A: 24-stündige Beleuchtung wird dringend empfohlen.

Je länger die Beleuchtungsphase desto besser der Algenwuchs und damit die Abbau-Leistung.

Soll die Beleuchtungsdauer trotzdem reduziert werden, sollte die Lampe zumindest während der Dunkelphase im Aquarium brennen.

Dadurch reduziert sich das Risiko einer Sauerstoffunterversorgung.

F: Benötige ich eine spezielle Beleuchtung?

A: Nein, übliches UV Spektrum ist völlig ausreichend. Caulerpas/Algen sind wenig anspruchsvoll.

## 6.7 Wodka Methode



### Wie funktioniert die Wodka Methode?

Ziel ist ein verbesserter Abbau der Nährstoffe Nitrat und Phosphat.

Eigentlich basiert diese Methode auf gezielter Ernährung der in MW-Becken vorhandenen Bakterien-Population. Das Wachstum sowie die Zellteilungsrate der Bakterien wird, durch zur Verfügung stellen einer Kohlenstoffquelle (Wodka/Ethanol), angekurbelt.

Die Wodka Methode beruht auf 2 meist parallel ablaufenden Prozessen:

- **Verbesserte Denitrifikation** von Nitrat zu molekularem Stickstoff (welcher dem Aquarium als Gas entweicht)
- **Verbrauch von Nitrat/Phosphat durch gezielten Aufbau von Biomasse** durch Bildung von sich wieder lösenden Belägen heterotropher Bakterien welche:
  - zum Teil durch den Abschäumer aus dem System entfernt
  - zum Teil als **Nahrung der Korallen** verwendetverwendet werden

Ist im Becken noch keine ausreichende Bakterienpopulation (heterotrophe Bakterien) vorhanden, muss das Becken zu Beginn der Wodka Methode mit einer Bakterienkultur an geimpft werden.

Die Methode ist mit **wenig Arbeitsaufwand** und sehr **kostengünstig** anzuwenden.

Sie stellt jedoch ein gewisses Risiko dar, da überhand nehmende Bakterienpopulation das Becken kippen lassen kann.

### Was benötigt man zur Wodka Methode?

- Abschäumer mit guter Abschäumleistung
- Möglichst günstiges, unbelastetes und ungefärbtes Ethanol → also z.B. Wodka !
- Tests zur Ermittlung Nitrat und Phosphat-Konzentration
  
- Nur bei Becken mit nicht/nicht ausreichender Bakterienpopulation:  
Denitrifizierende Bakterienkultur zum Animpfen (z.B.: von *Prodibio*)

## Risiken bei Anwendung der Wodka-Methode



1.) Einige Wodka Anwender berichteten von massiven Fischsterben innerhalb kürzester Zeit, fast immer über Nacht. Ursache hierfür ist Sauerstoffmangel der Fische durch vorangegangenen Sauerstoffentzug durch die Bakterien.

Wirkweise: Aerobe Bakterien entziehen, wie auch Fische, dem Becken Sauerstoff. Durch starke Vermehrung der Bakterien steigt der Gesamtsauerstoffbedarf schnell stark an. Wird die Sauerstoffsättigung nicht parallel dazu ständig wieder angehoben, „ersticken“ die Fische regelrecht.

Das Risiko hierzu ist nachts deutlich höher, da wegen aussetzender Fotosynthese keine Sauerstoffproduktion durch Korallen und Algen erfolgt.

Bei Anwendung der Wodka-Methode ist eine stetige Sauerstoffversorgung, vor allem über Nacht, absolute Grundvoraussetzung. Die Anwendung sollte deswegen nur in Becken mit ausreichend dimensioniertem Abschäumer eingesetzt werden.



2.) Es besteht die Gefahr, dass die Korallen durch zu starken Nährstoffentzug zu wenig Nahrung abbekommen. Besonders kritisch ist hierbei zu schneller Entzug von Nitrat / Phosphat, welcher unbedingt vermieden werden sollte, da sich die Tiere nur langsam umstellen können.

Bei Auftreten von Mangelscheinungen der Korallen, durch zu starke/schnelle Nährstofflimitierung, müssen diese separat ernährt werden.

(Aminosäuren wie *UltraMin S / Aminoacid Konzentrat*, Staubfutter wie *CyclopEeze*, usw.)

Angestrebt werden sollte keinesfalls 0,0 Nitrat und 0,0 Phosphat, sondern ein nährstoffarmes System, nahe an der Nachweisgrenze.

Die Dosiermenge an Wodka sollte, aus eben diesem Grund, nach einiger Zeit auf die für das jeweilige System kleinstmögliche Menge reduziert werden.

In der Regel kann die Dosierung nach 1-2 Montane auf 20% - 50% der Maximaldosierung heruntergefahren werden. Eventuell kann sie sogar ganz wegfallen.

3.) In einigen Fällen wird berichtet, dass die Anwendung der Wodka-Methode nur eine der beiden Nährstoffe-Konzentrationen reduziert (Nitrat ODER Phosphat).

Dieser Zustand ist für Korallen auf Dauer nicht tragbar und sollte vermieden werden

Fall-A: guter Nitratabbau / schlechter Phosphatabbau  
→ zusätzlicher Einsatz von Phosphat-Adsorber

Fall-B: guter Phosphatabbau / schlechter Nitratabbau (sehr selten)  
→ Zudosierung von Phosphat

4.) In sehr seltenen Fällen wurde von verstärktem Auftreten von Erkrankungen bei Fischen berichtet. Als mögliche Ursache wird die vermehrte Bakterienpopulation vermutet, welche die Abwehrmechanismen der Fische stärker fordert und so in Grenzfällen zum Ausbrechen von Krankheiten geführt hat (zunächst Hauttrübungen, gefolgt von Sekundärinfektionen mit nicht bakteriellen Parasiten).

## Dosier-/Anwendungsanweisungen

Es gibt keine allgemeingültige Dosiermenge, da sich die Biologie jedes Beckens etwas anders verhält. Anbei ein relativ konservativer Dosiervorschlag (d.h. mit geringen Dosiermengen) der sich in der Praxis bei diversen Aquarianern positiv bewährt hat  
(Quelle: Riffaquaristikforum; Thomas Geisel)

Zeit	Dosiermenge [je 100 Liter Beckenvolumen]	Bemerkung
Tag 1-4	<b>0,5ml</b> Wodka /100L	
Tag 5-6	<b>0,75ml</b> Wodka /100L	
Tag 7-14	<b>1,0ml</b> Wodka /100L	Nach ~7 Tagen: Vermehrte Abschäumleistung sollte beobachtbar sein  Nach ~10-14 Tagen: Reduktion Nitrat/Phosphat sollte messbar sein
Tag 15 – xx	Benötigte Dosierung ermitteln wenn möglich <b>nicht deutlich über 1,0 ml / 100L</b>	Es gibt jedoch auch Becken bei denen bis zu 4ml Wodka zur ausreichenden Nährstoffreduzierung notwendig sind.
Fortlaufend	Dosiermenge des Wodkas Herunterfahren auf optimaler weise 20-50% der vorher maximal notwendigen Dosierung	Dosiermenge so gering wie möglich wählen um angestrebte Nährstofflimitierung noch zu halten

- **Stetige Sauerstoffzufuhr**, speziell nachts, ist ein absolutes Muss bei Anwendung der Wodka-Methode!
- Speziell in den ersten 3 Wochen ist **häufige Kontrolle der Nitrat/Phosphat-Konzentration notwendig** (2-3 x /Woche). Anhand der Messwerte wird die, für das jeweilige Becken unterschiedliche, notwendige Dosiermenge ermittelt.
- Die angegebene Dosiermenge bezieht sich auf handelsüblichen, ungefärbten und ungesüßten Wodka mit üblichem Alkoholgehalt (~40%).
- Bei Auftreten von schmierigen Belägen (Bakterienfilm) ist die Wodka Dosis zu reduzieren.

## Häufig gestellte Fragen zur Anwendung der Wodka-Methode

F: Kippt man den Wodka einfach ins Becken?

A: Ja, am besten wird er mittels Spritze an einer gut durchströmten Stelle ins Technikbecken oder direkt ins Becken gegeben

F: Ist es egal welchen Wodka soll ich Einsetze?

A: Die Marke ist vollkommen egal. Es würde auch jede andere, rein ethanolhaltige, Flüssigkeit funktionieren. Dabei wäre aber die Dosiermenge anders zu wählen. Wodka wird verwendet, da er kostengünstig ist.

F: Woran erkennt man ob die Wodka-Methode funktioniert?

A: Zunächst einmal an zunehmender Abschäumung  
Etwas später am Sinken der Nitrat/Phosphat-Konzentration

F: Bei mir bilden sich schleimige weißliche oder bräunliche Beläge an Scheiben, Steinen und im Technikbecken. Was ist das?

A: Es handelt sich dabei um bakterielle Beläge.  
Vermutlich ist die Wodka Dosierung etwas zu stark → reduzieren  
Sollten sich die Beläge an einer ungünstigen Stelle bilden, können sie einfach mit einer Zahnbürste o.ä. abgebürstet werden.  
Der Abschäumer wird sie dann aus dem System entfernen.

F: Die Wasseroberfläche trübt sich ein seitdem ich die Wodka-Methode anwende. Ist das problematisch?

A: Es handelt sich dabei vermutlich um abgestorbene Bakterien. Die Oberflächenströmung bzw Oberflächenabsaugung sollte verbessert werden.

F: Warum wird das Wasser in meinem Becken trüb seit dem ich die Wodka-Methode anwende?

A: Vermutlich ist die Wodka Dosierung zu stark und die Bakterien vermehren sich übermäßig. Achtung: Gefahr der Sauerstofflimitierung  
- Wodka-Dosierung für eine Weile aussetzen, und anschließend reduzieren  
- Wenn möglich Abschäumer stärker einstellen,  
Evtl. parallel dazu Luft zuführen und Flüssig-Filtermedien wie z.B. EasyLife dosieren

F: Kann ich die Wodka Methode auch ohne Abschäumer einsetzen?

A: Nein! Eine starke und absolut zuverlässige Sauerstoffzufuhr ist unbedingt notwendig. Von einer Anwendung ohne Abschäumer wird klar abgeraten.

F: Darf bei der Wodka Methode noch ein PO<sub>4</sub> Adsorber mitlaufen??

A: Bei niedriger Nitrat-, aber noch erhöhter PO<sub>4</sub>- Konzentration ist das sogar sinnvoll.

F: Kann ich bei Anwendung der Wodka-Methode UV-Klärer und Ozon laufen lassen?

A: Ja, das ist problemlos möglich und empfehlenswert

F: Kann die Wodka-Methode parallel mit Sandbettfiltern (DSB) betrieben werden?

A: Das ist normalerweise nicht nötig

Da sowohl Wodka-Methode als auch DSB einen guten Abbau der Nährstoffe bewirken, besteht dabei das Risiko der Nährstofflimitierung.

F: Kann die Wodka-Methode parallel mit Schlammfiltern betrieben werden?

A: Bei gut laufenden Schlammfilterbecken ist das nicht nötig. Ist die Abbauleistung eines Schlammfilters aber nicht ausreichend, kann durch die Wodka-Methode nachgeholfen werden.

Achtung: Abschäumer sollte unbedingt vorhanden sein!

Auch hier besteht das Risiko der Nährstofflimitierung.

F: Kann die Wodka-Methode parallel mit der Zeolith-Methode betrieben werden?

A: Becken die unter Anwendung der Zeolith-Methode betrieben werden, haben praktisch immer eine sehr niedrige Nährstoffkonzentration. Die zusätzliche Anwendung der Wodka-Methode ist trotzdem möglich und optimiert die Bakterienpopulation noch weiter.

## 6.8 Nährstoff Reduktion durch Zeolithe

Die unten beschriebene Methode besteht aus einer Summe von Maßnahmen, welche etwas aufwendig durchzuführen, und auch nicht ganz billig sind. Dafür stellen Becken bei denen diese Methode angewandt wird momentan das Optimum an Nähe zu natürlichem Meerwasser dar.

Korrekt angewendet, führt die Zeolith Methode zu naturnahen Becken-Bedingungen auf welche **empfindliche Steinkorallen mit gutem Wachstum und besonders ausgeprägter Farbgebung** reagieren.

Die dabei erreichten Farbvarianten der Korallen sind deutlich und hell. Es entstehen klare Rot-, Rosa-, Blau-, Grün-Töne usw. Die Färbung kommt vor allem durch reduzierte Ausbildung von Zooxanthellen mit brauner Färbung.

Ebenso kann die Methode zur Nährstoffreduktion/Kontrolle in Becken eingesetzt bei denen starke Zufütterung zu starker Wasserbelastung führt. (z.B. bei Haltung nicht zooxantheller Korallen oder Gorgonien. Hierbei kann sogar auf eine der Komponenten verzichtet werden)

Am Markt werden hierzu mehrere Systeme/Produkte angeboten. Die Produktnamen der Zeolith-Systeme der beiden größten deutschen Hersteller lauten **ZEOvit** (Korallenzucht - Pohl) und **UltraLith** (AquaTerrashop - Schuhmacher). Die folgende Beschreibung erfolgt möglichst produktneutral und wird hier als **Zeolith-Methode bezeichnet**.

### Was benötigt man zur Anwendung?

- Abschäumer mit guter Abschäumleistung
- Zeolith-Filter
- Zeolithe (kleine Gesteinsbrocken, Verbrauchsmaterial)
- Spezielle Bakterien-Kulturen (Verbrauchsmaterial)
- Spezielle Bakterien-Nahrung (Verbrauchsmaterial)
- Spezielles Korallen-Futter (Verbrauchsmaterial)

Achtung: Wichtig ist, dass diese Methode komplett, inklusive aller dazu notwendigen Schritte und Mittelchen angewendet wird.

## Wie funktioniert die Zeolith-Methode?

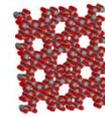
Schritt-1: Zunächst wird im Aquarium ein sehr nährstoffarmes Milieu geschaffen. Dies erfolgt durch Einsatz von sogenannten Zeolithen in speziellen Zeolith-Filtern.

Funktionsweise:

- In den Zeolith-Brocken wird zunächst *Ammonium* mechanisch *gebunden*.
- Parallel dazu wird eine spezielle *Bakterienkultur aufgebaut und ernährt* (sog. autotrophe Bakterien).  
Die Bakterien oxidieren das gebundene Ammonium mittels Sauerstoff zu *Nitrat*, welches mitten im Zeolith zu *nicht schädlichem Stickstoff abgebaut* wird und dann über die Luft entweicht.
- Die sich, durch Fütterung stetig erhöhende, Masse der Bakterien *bindet ebenso Phosphat*, welches nach Absterben der Bakterien über einen Abschäumer aus dem Aquarienwasser entfernt wird.

Schritt-2: Da durch Schritt-1 ein sehr nährstoffarmes Milieu erzwungen wird, müssen manche *Korallen separat zugefüttert* werden um nicht zu verhungern. Dies erfolgt durch Zugabe von Aminosäuren spez. Futterpräparaten und abgestimmten Spurenelementen.

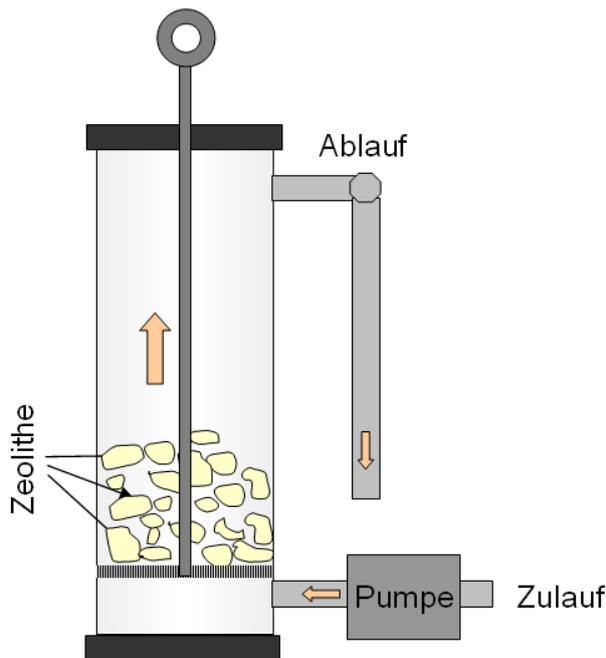
## Zeolithe & Zeolith-Filter



**Zeolithe** sind Silikat Minerale mit einer hochporösen, schwammähnlichen Struktur mit großer Oberfläche.

Diese bilden eine riesige und damit optimale Siedlungsfläche für Kleinstlebewesen, wie Bakterien auf der Oberfläche und auch im Inneren.

Zeolithe kommen natürlich vor (ca. 50 verschiedenen Arten), können aber auch synthetisch hergestellt werden (ca. 150 verschiedenen Arten). In der Aquaristik werden meist Mischungen aus natürlichen Zeolithen, namens Clinoptilolithe, eingesetzt. Dabei wird ausgenutzt, dass diese eine sehr hohe Adsorptionskapazität sowie Adsorptionsneigung von Ammonium haben.



Ziel von **Zeolith-Filtern** ist es den Stick-Stoff abbauenden Bakterien einen perfekten Lebensraum zu bieten.

Die im Filter befindlichen Zeolithe werden dazu optimalerweise von unten nach oben durchströmt. Hierzu dient eine Pumpe die das Wasser unten einpumpt. Oben läuft das Wasser, aus dem Auslauf wieder zurück.

ausspülen im eigenen Wasser, gereinigt werden. Dies bewirkt Reinigung von Detritus sowie sonstigen Schmutzansammlungen, und erfolgt durch mehrmaliges Heraufziehen/Ablassen eines Filterkorbes auf welchem die Zeolith-Brocken liegen. Das dabei ausgewaschene Mulm/Bakteriengemisch dient gleichzeitig als Nahrung für die Korallen.

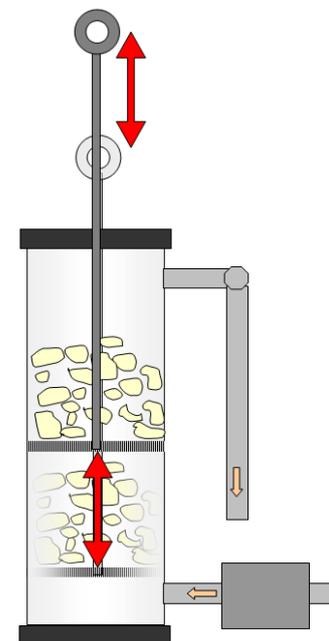
Gut funktionierende Zeolith-Filter gibt es z.B. von Fauna Grotech und von Korallenzucht.de. Fauna Marin hat seit kurzem einen sich selbstreinigenden automatischen Zeolithfilter im Angebot.

**Zeolith-Filter sind optimalerweise vor einem Abschäumer einzusetzen!**

Alternativ und anstelle eines Zeolith-Filters, wird der Einsatz von Zeolithen auch an einer gut und gleichmäßig durchströmten Stelle in einem Filterbecken empfohlen.

Zeolithe  
täglich, durch

sollten  
eine



Marin,  
sogar

Zur Füllmengenauslegung des Zeolith-Filters, Dosierung der Bakterien sowie Futter halten sie sich am besten an die Vorschläge der jeweiligen Anbieter.

Anbei ein grober Richtwert für die Zeolith-Anwendung:  
(Detailangaben einzelner Hersteller können davon abweichen)

<b>Füllmenge</b>	bis 250 Gramm Zeolith je 100L Beckeninhalte vorher gut mit Leitungs- oder Osmosewasser spülen
<b>Austausch Zeolithe</b>	alle 6-12 Wochen ca 25% austauschen
<b>Durchströmung</b>	~75Liter/h je 100L Beckeninhalte

Achtung: Speziell bei ursprünglich nährstoffreichen Becken ist es dringend anzuraten nicht gleich mit der vollen Menge an Zeolith, sondern nur mit 25%-50% davon, zu starten. Eine weitere Möglichkeit die Nährstoffreduktion sanft anzugehen ist die Durchströmungsmenge zu reduzieren (z.B. halbieren).

### Bakterien sowie Futter für die Zeolith-Methode

Wie schon beschrieben ist die Zugabe spezieller Spurenelemente, Futterpräparate, sowie Aminosäuren notwendig. Je nach verwendetem System/Produkten kommen mindestens **3 Haupt-Komponenten** zum Einsatz:

I) **Basis-(Er)nährlösung für die Korallen**, wie z.B.:

**UltraMin S** von Fauna Marin oder  
**Aminoacid Konzentrate** von Korallenzucht Pohl



II) **Hochkonzentrierte** \*1) **Bakterienstämme** zur Optimierung der Nährstoffreduktion im/auf dem Zeolith, wie z.B.:

**UltraBio** von Fauna Marin oder  
**ZEObak** von Korallenzucht Pohl



\*1) Konzentration ist noch höher als die üblicher MW-Bakterien

III) **Nährlösung** für die auf den Zeolithen angesiedelten **Bakterienstämme**, wie z.B.:

**UltraBak** von Fauna Marin oder  
**ZEOstart** von Korallenzucht Pohl



Korallenzucht Pohl bietet mit **ZEOfood** außerdem noch ein Kombiprodukt an. (Korallen-(Er)nährlösung + Bakterien-Nährlösung).



### Sonstiges zur Anwendung der Zeolith-Methode.

- Verwendung eines ausreichend stark dimensionierten **Abschäumers** ist Grundvoraussetzung
- Aktivkohlefilterung parallel zur Zeolith-Methode wird empfohlen um evtl. Gelbfärbung sowie Nesselgifte oder sonstige toxische Stoffe aus dem Wasser zu entfernen.
- Aufrechterhaltung von konstanten/natürlichen Konzentrationen von **Magnesium** und **Calcium** sowie **Alkalinität** ist unabhängig von der Zeolith-Methode erforderlich.
- Zufuhr von **Nährstoffen** (separate Spurenelemente, Fütterung, ..) nur in geringen Mengen
- UV-Klärung sowie Einsatz von Ozon sind bei Zeolith Anwendung generell weniger ratsam (Möglichkeit der Zerstörung spezieller Bakterienkulturen sowie Zusätze).  
 Während und einige Stunden nach der Zugabe neuer Bakterienstämme sollten diese deaktiviert werden.
- Auftreten von weißen oder grünen **Belägen** auf Dekoration sowie Glasscheiben ist häufig die Folge von Überdosierung des Bakterienfutters. → Dosierung reduzieren.

## Risiken bei der Anwendung der Zeolith-Methode



1.) Hauptrisiko ist zu **schnelles Beginnen der Methode** bei Becken mit **hohem Nährstoffgehalt**. Die Korallen werden zu schnell von einem gewöhnten, zu hohem, Nährstoffgehalt auf sehr wenig Nährstoffe umgestellt. Im Extremfall führt das zu Gewebeablösungen bis zu vollständigem Absterben von Korallen.

2.) Zu **schnelles Absetzen der Methode** führt genau zum Gegenteil. Die Folge von wieder ansteigender Nährstoff-Konzentrationen (Nitrat/Phosphat) ist, dass eine eingetretene Aufhellung der Farben wieder rückgängig gemacht wird (erneut dunklere, braune Färbung der Korallen durch erhöhte Zooxanthellendichte).



3.) Wenn die **Methode nicht vollständig angewandt** wird, bleiben die positiven Aspekte zum Teil aus.  
Ungenügende Zufütterung der Korallen in Verbindung mit extrem niedrigem Nährstoffgehalt führt evtl. sogar zum Verhungern von Korallen.

4.) Es werden z.T. Dosierungen weiterer Mittelchen empfohlen welche die einzelnen Farbausprägungen der Korallen optimieren, sowie eine weitere Reduzierung der Korallen anhaftenden Zooxanthellen bewirken. Überlassen Sie es Ihrem persönlichen Gefühl und dem Füllgrad Ihres Geldbeutels welche Sie davon einsetzen.  
Achtung: Einige dieser Mittelchen stehen in Verruf dazu relativ heftige Reagenzien, wie z.B. Schwermetalle oder andere Toxine zu enthalten.

## Häufig gestellte Fragen zur Anwendung der Zeolith-Methode

F: Welcher Anbieter hat das beste Zeolith System?

A: Ich persönlich würde mich für das System eines seriösen Komplett-Anbieters der Zeolith-Methode entscheiden. Prüfen sie die Preise der einzelnen Anbieter untereinander, denn es gibt Preisunterschiede.  
Nicht empfehlenswert ist m.E. ein Mix von Produkten verschiedener Hersteller.

F: Was mache ich mit einem Zeolith Aquarium wenn ich in Urlaub fahre?

A: - Die Zeolithe selbst müssen ja nicht häufig gewechselt werden.  
Das sollte also kein Problem darstellen.  
- Auf das tägliche Reinigen der Zeolithe (durch Heben/Senken) kann problemlos eine Weile verzichtet werden.  
- Die Zuführung von Bakterienfutter ist nicht lebensnotwendig und kann eine gewisse Zeit ausgesetzt werden. Die Abbauleistung der Nährstoffe kann dadurch sinken  
- Die Zuführung Basis-(Er)nährlösung für die Korallen sollte fortgeführt werden. Dazu kann u.a. eine automatische Dosierung (Dosierpumpe) eingesetzt werden.

F: Brauche ich zur Anwendung der Zeolith Methode unbedingt einen Abschäumer?

A: Ja!

F: Brauche ich zur Anwendung der Zeolith-Methode unbedingt einen speziellen Zeolith Filter?

A: Nicht unbedingt. Zeolithe können auch an stark durchströmten Stellen im Technikbecken eingesetzt werden.  
Die Verwendung spezieller Zeolith-Filters ist jedoch vorteilhaft.

F: Kann ich nicht nur das Zeolith als Filter einsetzen und auf die ganzen Zudosierungen & Bakterien verzichten?

A: Nein, das wird nicht funktionieren!

F: Kann ich die Zeolith-Methode wieder absetzen nach dem ich die Nährstoffe damit auf nahezu 0 reduzieren konnte?

A: Das ist weniger empfehlenswert, denn vermutlich wird eine Art Jo-Jo-Effekt einsetzen (Nährstoffe runter → Nährstoffe wieder hoch)  
Sofortiges Absetzen birgt außerdem das Risiko eines Ammoniak-Anstieges (Ammoniak Peak), welcher äußerst gefährlich für die Tiere wäre.

## 6.9 Sonstige Methoden

Seit 2008 werden Präparate angeboten die eine Kombination von Bakteriennahrung und Adsorbiermaterial sind. Eine sogenannte Biopolymer-Mischung (Pulver) wird mit Beckenwasser zu einer Suspension angerührt und dann ins Becken gegeben.

Nährstoffe, andere Schadstoffe und auch andere Spurenelemente werden dadurch an diesen Träger gebunden. Sie können jetzt nun nur von gewissen Lebensformen aufgenommen werden. Neben Ernährung von Korallenpolypen und Filtrierern dient dies v.a. auch als Nahrung für Bakterienkulturen, welche für Nährstoffabbau sorgen.

Das mit Abstand bekannteste Präparat ist Tropic Marin - **Reef Actif**.



- Reef Actif führt häufig zu weiteren positiven Nebenwirkungen wie in etwas vermehrtem Fortpflanzungstrieb von Fischen und besserer Polypenbildung von Korallen.
- Für den Einsatz dieser Produkte empfiehlt sich die gleiche Gewissenhaftigkeit und Vorsicht wie bei den zuvor genannten Methoden damit es nicht zu einer Nährstoff-Limitierung kommt.

## 6.10 UV-Klärer

UV-Klärer vernichten bakterielle Krankheitserreger und im Freiwasser befindliche Kleinst- bzw. Schwebealgen. Viele der in MW-Aquarien wichtigen Bakterien leben nicht im Freiwasser, sondern im Bodengrund, Gestein usw. Diese werden durch den Einsatz eines UV-Klärers NICHT abgetötet. Das ist extrem wichtig, da sich ansonsten keine Beckenbiologie mit den lebensnotwendigen Nitrifikationsbakterien entwickeln könnte.

Vorteile bei Einsatz eines UV Klärers:

- besser Gesundheitszustand von empfindlichen oder neu eingesetzten Fischen.
- Verringerung des Infektionsrisikos

Ein Teil des im Beckenkreislauf befindlichen Wassers wird hierzu in einer dickeren Röhre an einer speziellen Leuchtstoffröhre mit UV-Spektrum vorbeigeleitet. Die Röhre selbst ist dazu in einem wasserdicht abgekoppelten Trockenbereich mittig im UV-Klärer eingebaut.



Foto: [www.Korallenriff.de](http://www.Korallenriff.de) – Robert Baur

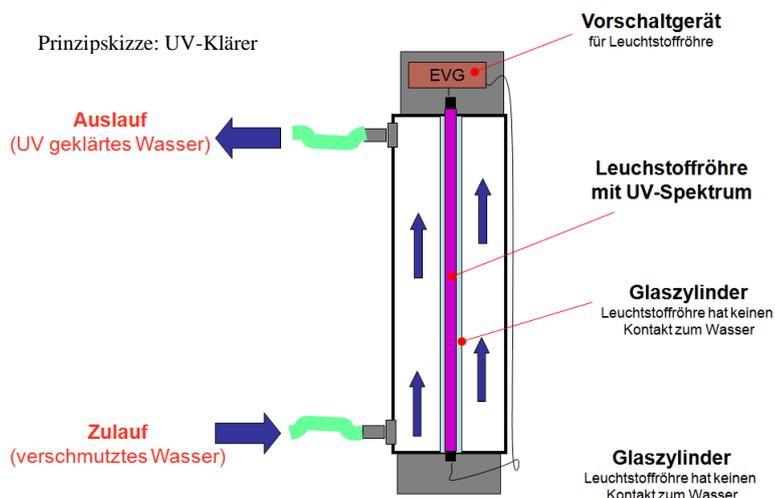
Je höher die Verweildauer des Wassers in der starken UV-Strahlung, desto höher ist die UV-Dosis und damit der Grad der Entkeimung. Gleiches gilt für die Stärke der UV-Lichtquelle. Hier gibt es verschiedene Leuchtstärken für kleinere und größere Becken.

Überdosierung ist nicht möglich da das Wasser die UV-Strahlung weder speichern noch transportieren kann. Größere UV-Klärer sind jedoch teurer und haben einen höheren Stromverbrauch.

UV-Klärer sollten 24h/Tag in Betrieb sein. Ansonsten vermehrt sich in den Stillstandszeiten die Bakterienpopulation jedesmal erneut.

Der UV-Klärer muss mit einer gewissen Wassermenge durchströmt werden (Für optimale Wirkung ist die Herstellerempfehlung für Einbaurichtung sowie Volumenstrom des Wassers beachten).

Da das Leuchtspektrum der Röhre mit der Zeit nachlässt, sind die Leuchtstoffröhren in gewissen Intervallen auszuwechseln (hier ebenfalls Herstellerempfehlung beachten)



## 6.11 Ozon



Ozon ( $\text{O}_3$ ) ist eine abgeänderte, nicht stabile Form von Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ). Es ist ebenso gasförmig weiß jedoch in höherer Konzentration einen typischen Geruch auf (leicht stechend, bekannt von Räumen in denen Laserdrucker/Kopierer arbeiten). Das von selbst wieder zerfallende Ozon-Molekül, sucht es sich neue Reaktionspartner und wird dadurch zu einem starken Oxidationsmittel.

Vorteile bei Ozoneinsatz:

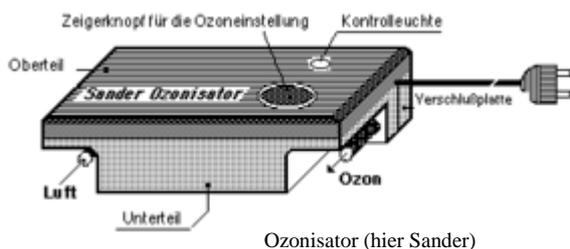
- ☑ Ozon reduziert die organische Belastung durch Entzug organischer Gelb/-Trübstoffe .
  - ☑ Ozon tötet im Freiwasser treibende Krankheitserreger und Bakterienstämme.  
In lebenden Steinen, sowie im Bodengrund befindliche Bakterien bleiben davon glücklicherweise unbetroffen.
  - ☑ In MW-Aquarien oxidiert Ozon ebenso etwas Ammonium sowie Nitrit zu Nitrat
  - ☑ Kristallklares Wasser
- ⊘ Die Dosierung von Ozon darf nicht übertrieben werden, ansonsten kommt es, durch die starke Oxidation, zu negativen Begleiterscheinungen v.a. für Fische (Verätzungen der Kiemendeckel, ...).

Zuzuführende Ozonmenge : ~10 mg Ozon je 100 Liter Beckenwasser

Beim Kauf eines Ozonisators sollte ebenso eine gewisse Reserve eingeplant werden. Empfehlenswert ist ein um eine Nummer größeres Gerät als tatsächlich benötigt. Gute Ozonisatoren haben eine einstellbare Abgabe-Leistung. Das Ozon selbst wird im sog. Ozonrohr/Ozonelement innerhalb des Ozonisators, durch elektrische Entladung, hergestellt. Ozonisatoren haben in etwa die Größe einer Zigaretenschachtel und nur eine sehr geringe elektrische Leistungsaufnahme. Normale Einsatzdauer: 24h am Tag.

Das Ozon wird entweder über eine separate Luftleitung (relativ selten) oder über den Ansaugschlauch eines Eiweißabschäumers (empfohlen) ins Becken eingebracht.

Bei Einsatz eines Ozonisators an einem Abschäumer empfiehlt es sich, das ins Wasser eingeleitete Ozon durch dauerhafte Aktivkohlefiltration wieder zu normalem Sauerstoff umzuwandeln



Ozonisator (hier Sander)



Ozonisierungselement

**i** Nachträgliches Inbetriebnehmen eines Ozonisators an einem bereits laufenden Becken führt häufig, zumindest kurzfristig, zu stark vermehrter Abschäumung.

**i** Ozon führt zur Versprödung von Kunststoff/Gummiteilen. → Häufiger kontrollieren!

## TEIL 7 – Tipps & Tricks aus dem Chemie-Nähkästchen

### 7.2 Jod zudosieren

Es gibt 2 kostengünstige Möglichkeiten, beide erhältlich in Apotheken

- a) Lugolsche Lösung mit 0,1%  
(0,1%-ige Lösung: 2 Gramm Kaliumjodid + 1 Gramm Jod in 1 Liter Aqua-Dest)
- b) PVP-Jod ist als sog. Betaisodonna-Lösung erhältlich

Faustformel: zur *Jodzugabe*

LUGOLsche Lösung	2 Tropfen je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
PVP-Jod	1 Tropfen je 200-250 Liter Beckenwasser pro Tag

### 7.3 Phosphat-Konzentration erhöhen

Herstellung einer Phosphat-Lösung aus KaliumdiHydrogenPhosphat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )

7,16g $\text{KH}_2\text{PO}_4$ in 10 L Osmosewasser lösen
---

(Die Konzentration beträgt damit 0,5g Phosphat je Liter der Lösung)

Dosierung:

1 ml der Lösung je 100L Waser → Phosphatanstieg um 0,005 mg/l
---



Achtung: Die Herstellung dieser Lösung muss besonders sorgfältig erfolgen.  
Steht keine ausreichend genaue Waage zur Verfügung, folgendermaßen vorgehen:

- 71,6g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  in 10L Osmosewasser lösen (höher konzentrierte Lösung, 10:1)
- 9L der erstellten Lösung verwerfen/entsorgen
- Den verbleibenden 1 Liter (der konzentrierten Lösung)  
mit 9 Liter Osmosewasser verdünnen (= normal konzent. Lösung, 1:1)

## 7.4 Jodbad für Steinkorallen mit vermutetem Parasitenbefall

In einem passendem Eimer, oder noch besser Glas, die unten genannte Mischung herstellen und darin die Koralle/n für eine Zeitdauer von 4 Minuten geben und darin schwenken \*1) . Parasiten fallen dadurch von der Koralle ab und verbleiben im Jodbad.

Falls die Wasser/Jodmischung die Farbe der Koralle annimmt ist die Behandlung abzubrechen. Ansonsten nimmt die Koralle Schaden (relativ selten).

Anschließend die Koralle in einem zweiten Gefäß, gefüllt nur mit Meerwasser, spülen bevor sie wieder ins Becken zurückgegeben wird.



Äste die bereits starke Auflösungserscheinungen haben oder bereits abgestorben sind sollten entfernt werden. Nur die noch gesunden, noch Gewebe enthaltenden, Fragmente sollten weiter gepflegt werden.



Die Gelege der Parasiten (meist Strudelwürmer) werden durch die Behandlung nicht abgetötet. Diese sind manuell, durch abkratzen, zu entfernen. Hierzu ist ein geeignetes Werkzeug, wie z.B. ein kleines Skalpell, erforderlich.

PVP-Jod	4 ml auf 10 Liter Salzwasser
---------	------------------------------



\*1) dazu muss die Koralle natürlich aus dem Becken entnommen werden.

Notfalls unten abbrechen → behandeln → dann mit Korallenkleber wieder einkleben

## 7.5 Süßwasserbad für Fische mit Parasitenbefall

Durch ein Süßwasserbad sterben die meisten an Fischen anhaftenden Würmer und Parasiten (Körper und Kiemenbereich) durch schlagartige Veränderung des osmotischen Druckes ab.

Behandlungsdauer: üblicherweise 10 Minuten

Der Fisch ist während der Behandlung stetig zu überwachen.



Tritt ein schockartiger Zustand ein ist die Behandlung sofort abubrechen.

- Verwendung von ungesalzenem und chlorfreiem Süßwasser  
optimalerweise Osmosewasser
  - Möglichst ein rundes Behältnis verwenden (Anstoßschutz) und dieses  
nach oben abdecken (Springschutz)
  - Keine Beleuchtung, eher etwas abdunkeln
  - Temperatur möglichst analog Beckentemperatur
  - pH Wert des Wassers mit **Natriumhydrogenkarbonat** /  $\text{NaHCO}_3$   
auf denselben Wert wie das Beckenwasser anpassen. Nachmessen nicht vergessen!
- Dosierung: knapp 1 Teelöffel / 10 Liter



Fische überstehen dies in der Regel sehr gut und der Allgemeinzustand verbessert sich dadurch meist rasch wieder. Ein Süßwasserbad bedeutet jedoch massiven Stress sowohl durch das notwendige Herausfangen, als auch durch das Bad selbst.

Die Sinnhaftigkeit der Durchführung der Behandlung sollte deshalb gut abgewogen sein.



Süßwasserbad keinesfalls an Garnelen, Anemonen oder anderen niederen Tieren durchführen die sensibel auf jegliche Änderung des osmotischen Druckes (Salzgehalt) reagieren.

## 7.6 Einfache Methode zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in Räumen

Messgeräte zur Ermittlung der CO<sub>2</sub> Konzentration sind relativ teuer und damit selten. Folgende, relativ einfache Messmethode bringt zumindest eine grobe Abschätzung.

Dazu benötigt werden ein pH-Meter und eine Aquarienluftpumpe.

- Gefäß mit Aquarienwasser füllen
- Luftpumpe einschalten und das Gefäß ca. 15 Minuten im Freien belüften
- pH-Wert messen → 1.Messung / Referenz  
(die CO<sub>2</sub> Konzentration entspricht jetzt ca. 0,036%, Umgebungsluft)
- Die gleiche Wasserprobe mindestens genauso lange in dem Raum der überprüft werden soll, Belüften. Das kann z.B. auch in einem Schrank sein.  
Die Ansaugluft muss aus diesem Raum kommen

- pH-Wert messen → 2.Messung

pH-Wert	CO <sub>2</sub> Konzentration im Raum	Bemerkung
bleibt gleich	0,036%	Optimal belüftet
fällt um 0,1	0,05%	
fällt um 0,35	0,1%	
fällt um 1,0	0,5%	Stark unter belüftet

Testen ohne pH-Meter ist aufgrund der zu ungenauen anderen pH-Tests (z.B. mit Tröpfchentests) leider nur sehr eingeschränkt möglich. Gravierende Unterbelüftung sollte sich aber auch so messen lassen.

## FACHBEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN

Aerob	sauerstoffreich
Anaerob	sauerstoffarm
Anoxisch	Sauerstoffmangel bis hin zu völligem fehlen von O <sub>2</sub>
Assimilation	Umwandlung von Organismen-fremden Stoff in -eigenen Stoff
Autotroph	mit Photosynthese: Verwandlung anorg. Verbind. → org. Substanz
Azooxanthell	besitzt keine Zooxanthellen, muss zugefüttert werden
Caulerpas	Mehrzellige Algen (Makroalgen) mit sehr gutem Wuchs
Ca	Calcium
CaCO <sub>3</sub>	Calciumkarbonat
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid (farb/geruchloses Gas)
Cyclops Eeze	sehr nährstoffhaltiges Spezialfutter
Detritus	Ablagerungen aus Kot, toten Kleinstlebewesen, Algen usw.
Denitrifikation	Abbauprozess von Nitrat → Stickstoff
Diatomeen	Kieselalgen
Dichte	Gewicht eines festgelegten Volumens eines Stoffes
Dinoflagellaten	Algen (1 zellige Organismen, Panzergeißler) spezielle Arten sind heftige Plagegeister von Aquarianern
DSB	Sandbettfilter (DSB= deep sand bed)
Herbivor	pflanzenfressend
Heterotroph	keine Photosynthese betreibend, benötigt organische Nährstoffe/Kohlenstoffverbindungen
Korallenbruch	Skelette abgestorbener Korallen unterschiedlicher Größe hoher Anteil CaCO <sub>3</sub> und Spurenelemente, aber auch PO <sub>4</sub>
Lebender Sand (Live Sand)	Aragonitsand mit Population an Bakterien / Kleinstlebewesen
LPS	Großpolypige Steinkorallen ( <b>L</b> arge <b>P</b> olyp <b>S</b> tonecorals)
Mg	Magnesium
Nährstoffe	Stoffe die als Nahrung aufgenommen werden können, Nachteilig wenn zu hoch. NH <sub>3</sub> / Ammoniak (stark giftig !)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrit
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
Nitrifikation	Abbauprozess von Ammoniak/Ammonium → Nitrit → Nitrat
Osmose	Strömen von Wasser durch feine Membranen zum filtern
Ozon	Oxidiert gelöste Feststoffe, steigert Redoxpotential und O <sub>2</sub> -Gehalt des Wassers, giftig für Bakterien und in höheren Konzentrationen auch für Fische/Korallen
UOA	Umkehr-Osmoseanlage
Plankton	mikroskopisch kleine im Wasser lebende Organismen - Zooplankton: Tierisches Plankton (Brachionen, Copepoden) - Phytoplankton: Pflanzliches Plankton
Pufferkapazität	Fähigkeit eines Stoffes Verschiebungen durch Zugabe von Säuren/ Basen auszugleichen
Redoxpotential	Messgröße, sinkt wenn viele oxidierende organische Stoffe im Wasser gelöst sind → zeigt dadurch erhöhte organische Belastung im Wasser.
Refraktometer	Messgerät zur Bestimmung der Salinität durch Lichtbrechung
Salinität	Messgröße für Salzgehalt von Meerwasser, 1 psu (practical salinity unit) = 1 Gramm reines Salz/Liter Wasser
Silikat	Salz von Silizium/Kieselsäure, verursacht Kieselalgen.
SPS	Kleinpolypige Steinkorallen ( <b>S</b> mall <b>P</b> olyp <b>S</b> tonecorals)
Substrat	Bezeichnung für Bodengrund (Korallen/Muschelgruss, Sand, Kies)
T5 / T8	Bezeichnung für Leuchtstoffröhren (Ø: T5= 16mm, T8=26mm)
UV-Entkeimer	Starke UV-Röhre die von Beckenwasser umströmt wird → Abtötung Bakterien
Zooxanthellen	Algen die mit Korallen, Schwämmen, Riesenmuscheln in Symbiose leben Ernährung durch Licht/Photosynthese. Versorgen Wirt mit Nahrung (Aminosäuren, Glucose, Glycerin)

# Salinitäts-Tabelle:

Meßwert:

**Dichte**

Dargestellter Wert: **Salinität [psu]**



Temperatur [°C]	Dichte [g/cm³]																				
	1,0180	1,0185	1,0190	1,0195	1,0200	1,0205	1,0210	1,0215	1,0220	1,0225	1,0230	1,0235	1,0240	1,0245	1,0250	1,0255	1,0260	1,0265	1,0270	1,0275	1,0280
20,0	26,2	26,8	27,5	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,7	33,4	34,1	34,7	35,4	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3
20,2	26,2	26,9	27,5	28,2	28,9	29,5	30,2	30,8	31,5	32,2	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4
20,4	26,3	27,0	27,6	28,3	28,9	29,6	30,2	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,1	38,8	39,4
20,6	26,4	27,0	27,7	28,3	29,0	29,7	30,3	31,0	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,2	36,9	37,5	38,2	38,9	39,5
20,8	26,4	27,1	27,8	28,4	29,1	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0	37,6	38,3	38,9	39,6
21,0	26,5	27,2	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6
21,2	26,6	27,2	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7
21,4	26,6	27,3	28,0	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,2	33,9	34,5	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8
21,6	26,7	27,4	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,6	39,2	39,9
21,8	26,8	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,7	31,4	32,1	32,7	33,4	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3	39,9
22,0	26,9	27,5	28,2	28,8	29,5	30,2	30,8	31,5	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4	40,0
22,2	26,9	27,6	28,2	28,9	29,6	30,2	30,9	31,5	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,1	38,8	39,4	40,1
22,4	27,0	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	31,0	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,2	36,9	37,5	38,2	38,9	39,5	40,2
22,6	27,1	27,7	28,4	29,0	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0	37,6	38,3	38,9	39,6	40,2
22,8	27,1	27,8	28,5	29,1	29,8	30,4	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3
23,0	27,2	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,5	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7	40,4
23,2	27,3	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,2	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,9	38,5	39,2	39,8	40,5
23,4	27,4	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6
23,6	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,7	31,4	32,1	32,7	33,4	34,0	34,7	35,4	36,0	36,7	37,3	38,0	38,7	39,3	40,0	40,6
23,8	27,5	28,2	28,8	29,5	30,2	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7
24,0	27,6	28,2	28,9	29,6	30,2	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5	34,2	34,9	35,5	36,2	36,8	37,5	38,2	38,8	39,5	40,1	40,8
24,2	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	31,0	31,6	32,3	33,0	33,6	34,3	34,9	35,6	36,3	36,9	37,6	38,2	38,9	39,6	40,2	40,9
24,4	27,7	28,4	29,1	29,7	30,4	31,1	31,7	32,4	33,0	33,7	34,4	35,0	35,7	36,3	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	41,0
24,6	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
24,8	27,9	28,6	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,9	34,5	35,2	35,8	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8	40,5	41,1
25,0	28,0	28,6	29,3	30,0	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,6	39,2	39,9	40,5	41,2
25,2	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,4	32,0	32,7	33,4	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3	40,0	40,6	41,3
25,4	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4	40,0	40,7	41,4
25,6	28,2	28,9	29,5	30,2	30,9	31,5	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,2	38,8	39,5	40,1	40,8	41,5
25,8	28,3	29,0	29,6	30,3	30,9	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,2	36,9	37,6	38,2	38,9	39,6	40,2	40,9	41,5
26,0	28,4	29,0	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,3	35,0	35,7	36,3	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	41,0	41,6
26,2	28,4	29,1	29,8	30,4	31,1	31,8	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0	41,7
26,4	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,8	34,5	35,2	35,8	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8	40,5	41,1	41,8
26,6	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2	41,9
26,8	28,7	29,4	30,0	30,7	31,4	32,0	32,7	33,3	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,7	39,3	40,0	40,6	41,3	42,0
27,0	28,8	29,4	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7	41,4	42,0
27,2	28,9	29,5	30,2	30,9	31,5	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,2	38,8	39,5	40,2	40,8	41,5	42,1
27,4	28,9	29,6	30,3	30,9	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,3	36,9	37,6	38,2	38,9	39,6	40,2	40,9	41,6	42,2
27,6	29,0	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,4	35,0	35,7	36,3	37,0	37,7	38,3	39,0	39,7	40,3	41,0	41,6	42,3
27,8	29,1	29,8	30,4	31,1	31,8	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7	40,4	41,1	41,7	42,4
28,0	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,9	34,5	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,2	39,8	40,5	41,2	41,8	42,5

**Salinitäts-Tabelle:**  
Meßwert: **relative Dichte**

Dargestellter Wert: **Salinität [psu]**



Temperatur [°C]	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]																				
	1,0210	1,0215	1,0220	1,0225	1,0230	1,0235	1,0240	1,0245	1,0250	1,0255	1,0260	1,0265	1,0270	1,0275	1,0280	1,0285	1,0290	1,0295	1,0300	1,0305	1,0310
20,0	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,0	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	40,9
20,2	27,8	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	40,9
20,4	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,7	40,3	41,0
20,6	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
20,8	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
21,0	27,9	28,6	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
21,2	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,4	41,0
21,4	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
21,6	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
21,8	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
22,0	27,8	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
22,2	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
22,4	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
22,6	27,9	28,6	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,5	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
22,8	27,9	28,6	29,2	29,9	30,6	31,2	31,9	32,5	33,2	33,8	34,5	35,2	35,8	36,5	37,1	37,8	38,4	39,1	39,8	40,4	41,1
23,0	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,2	31,9	32,6	33,2	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8	40,4	41,1
23,2	28,0	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,2	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,2	39,8	40,5	41,1
23,4	28,0	28,6	29,3	30,0	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,9	38,5	39,2	39,8	40,5	41,1
23,6	28,0	28,7	29,3	30,0	30,6	31,3	32,0	32,6	33,3	33,9	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,5	39,2	39,9	40,5	41,2
23,8	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	35,9	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,5	41,2
24,0	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,2	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,4	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,6	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,8	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,0	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,2	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,4	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	35,9	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,6	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,8	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
26,0	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
26,2	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,4	32,0	32,7	33,3	34,0	34,7	35,3	36,0	36,6	37,3	38,0	38,6	39,3	39,9	40,6	41,3
26,4	28,1	28,7	29,4	30,1	30,7	31,4	32,0	32,7	33,4	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3	40,0	40,6	41,3
26,6	28,1	28,8	29,4	30,1	30,7	31,4	32,1	32,7	33,4	34,1	34,7	35,4	36,0	36,7	37,4	38,0	38,7	39,3	40,0	40,7	41,3
26,8	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,7	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4	40,0	40,7	41,3
27,0	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7	41,4
27,2	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7	41,4
27,4	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4
27,6	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4
27,8	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,5	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4
28,0	28,2	28,8	29,5	30,2	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,5	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4

# Salinitäts-Tabelle:

Meßwert: **Leitwert**

Dargestellter Wert: **Salinität [psu]**



Temperatur [°C]	Leitwert [mc/cm]																				
	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0
20,0	28,6	29,4	30,2	31,0	31,8	32,6	33,4	34,3	35,1	35,9	36,7	37,5	38,4	39,2	40,0	40,9	41,7	42,6	43,4	44,3	45,1
20,2	28,5	29,3	30,1	30,9	31,7	32,5	33,3	34,1	34,9	35,7	36,5	37,4	38,2	39,0	39,9	40,7	41,5	42,4	43,2	44,1	44,9
20,4	28,3	29,1	29,9	30,7	31,5	32,3	33,1	33,9	34,7	35,6	36,4	37,2	38,0	38,8	39,7	40,5	41,3	42,2	43,0	43,9	44,7
20,6	28,2	29,0	29,8	30,6	31,4	32,2	33,0	33,8	34,6	35,4	36,2	37,0	37,8	38,7	39,5	40,3	41,1	42,0	42,8	43,6	44,5
20,8	28,1	28,9	29,6	30,4	31,2	32,0	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36,8	37,7	38,5	39,3	40,1	40,9	41,8	42,6	43,4	44,3
21,0	27,9	28,7	29,5	30,3	31,1	31,9	32,7	33,5	34,3	35,1	35,9	36,7	37,5	38,3	39,1	39,9	40,7	41,6	42,4	43,2	44,1
21,2	27,8	28,6	29,4	30,1	30,9	31,7	32,5	33,3	34,1	34,9	35,7	36,5	37,3	38,1	38,9	39,7	40,6	41,4	42,2	43,0	43,9
21,4	27,7	28,5	29,2	30,0	30,8	31,6	32,4	33,1	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,9	38,7	39,6	40,4	41,2	42,0	42,8	43,7
21,6	27,6	28,3	29,1	29,9	30,6	31,4	32,2	33,0	33,8	34,6	35,4	36,2	37,0	37,8	38,6	39,4	40,2	41,0	41,8	42,6	43,4
21,8	27,4	28,2	29,0	29,7	30,5	31,3	32,1	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36,8	37,6	38,4	39,2	40,0	40,8	41,6	42,4	43,2
22,0	27,3	28,1	28,8	29,6	30,4	31,1	31,9	32,7	33,5	34,2	35,0	35,8	36,6	37,4	38,2	39,0	39,8	40,6	41,4	42,2	43,0
22,2	27,2	27,9	28,7	29,5	30,2	31,0	31,8	32,5	33,3	34,1	34,9	35,7	36,4	37,2	38,0	38,8	39,6	40,4	41,2	42,0	42,8
22,4	27,1	27,8	28,6	29,3	30,1	30,8	31,6	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,9	38,6	39,4	40,2	41,0	41,8	42,6
22,6	26,9	27,7	28,4	29,2	29,9	30,7	31,5	32,2	33,0	33,8	34,6	35,3	36,1	36,9	37,7	38,5	39,3	40,1	40,9	41,6	42,5
22,8	26,8	27,6	28,3	29,1	29,8	30,6	31,3	32,1	32,9	33,6	34,4	35,2	35,9	36,7	37,5	38,3	39,1	39,9	40,7	41,5	42,3
23,0	26,7	27,4	28,2	28,9	29,7	30,4	31,2	31,9	32,7	33,5	34,2	35,0	35,8	36,6	37,3	38,1	38,9	39,7	40,5	41,3	42,1
23,2	26,6	27,3	28,0	28,8	29,5	30,3	31,0	31,8	32,6	33,3	34,1	34,9	35,6	36,4	37,2	37,9	38,7	39,5	40,3	41,1	41,9
23,4	26,4	27,2	27,9	28,7	29,4	30,2	30,9	31,7	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,2	37,0	37,8	38,5	39,3	40,1	40,9	41,7
23,6	26,3	27,1	27,8	28,5	29,3	30,0	30,8	31,5	32,3	33,0	33,8	34,5	35,3	36,1	36,8	37,6	38,4	39,1	39,9	40,7	41,5
23,8	26,2	26,9	27,7	28,4	29,1	29,9	30,6	31,4	32,1	32,9	33,6	34,4	35,1	35,9	36,7	37,4	38,2	39,0	39,7	40,5	41,3
24,0	26,1	26,8	27,5	28,3	29,0	29,8	30,5	31,2	32,0	32,7	33,5	34,2	35,0	35,7	36,5	37,3	38,0	38,8	39,6	40,3	41,1
24,2	26,0	26,7	27,4	28,2	28,9	29,6	30,4	31,1	31,8	32,6	33,3	34,1	34,8	35,6	36,3	37,1	37,9	38,6	39,4	40,2	40,9
24,4	25,9	26,6	27,3	28,0	28,8	29,5	30,2	31,0	31,7	32,4	33,2	33,9	34,7	35,4	36,2	36,9	37,7	38,5	39,2	40,0	40,7
24,6	25,7	26,5	27,2	27,9	28,6	29,4	30,1	30,8	31,6	32,3	33,0	33,8	34,5	35,3	36,0	36,8	37,5	38,3	39,0	39,8	40,6
24,8	25,6	26,3	27,1	27,8	28,5	29,2	30,0	30,7	31,4	32,1	32,9	33,6	34,4	35,1	35,9	36,6	37,4	38,1	38,9	39,6	40,4
25,0	25,5	26,2	26,9	27,7	28,4	29,1	29,8	30,5	31,3	32,0	32,7	33,5	34,2	35,0	35,7	36,4	37,2	37,9	38,7	39,4	40,2
25,2	25,4	26,1	26,8	27,5	28,3	29,0	29,7	30,4	31,1	31,9	32,6	33,3	34,1	34,8	35,5	36,3	37,0	37,8	38,5	39,3	40,0
25,4	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,6	30,3	31,0	31,7	32,4	33,2	33,9	34,6	35,4	36,1	36,9	37,6	38,4	39,1	39,9
25,6	25,2	25,9	26,6	27,3	28,0	28,7	29,4	30,1	30,9	31,6	32,3	33,0	33,8	34,5	35,2	36,0	36,7	37,4	38,2	38,9	39,7
25,8	25,1	25,8	26,5	27,2	27,9	28,6	29,3	30,0	30,7	31,4	32,2	32,9	33,6	34,3	35,1	35,8	36,5	37,3	38,0	38,8	39,5
26,0	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,2	29,9	30,6	31,3	32,0	32,7	33,5	34,2	34,9	35,6	36,4	37,1	37,8	38,6	39,3
26,2	24,9	25,6	26,2	26,9	27,6	28,3	29,0	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,8	35,5	36,2	37,0	37,7	38,4	39,2
26,4	24,8	25,4	26,1	26,8	27,5	28,2	28,9	29,6	30,3	31,0	31,7	32,5	33,2	33,9	34,6	35,3	36,1	36,8	37,5	38,3	39,0
26,6	24,6	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,5	30,2	30,9	31,6	32,3	33,0	33,7	34,5	35,2	35,9	36,6	37,4	38,1	38,8
26,8	24,5	25,2	25,9	26,6	27,3	28,0	28,7	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,3	35,0	35,8	36,5	37,2	37,9	38,6
27,0	24,4	25,1	25,8	26,5	27,2	27,9	28,6	29,2	29,9	30,6	31,3	32,0	32,8	33,5	34,2	34,9	35,6	36,3	37,0	37,8	38,5
27,2	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1	27,7	28,4	29,1	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,7	35,4	36,2	36,9	37,6	38,3
27,4	24,2	24,9	25,6	26,3	26,9	27,6	28,3	29,0	29,7	30,4	31,1	31,8	32,5	33,2	33,9	34,6	35,3	36,0	36,7	37,4	38,2
27,6	24,1	24,8	25,5	26,1	26,8	27,5	28,2	28,9	29,6	30,3	30,9	31,6	32,3	33,0	33,7	34,4	35,1	35,9	36,6	37,3	38,0
27,8	24,0	24,7	25,4	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,3	35,0	35,7	36,4	37,1	37,8
28,0	23,9	24,6	25,3	25,9	26,6	27,3	28,0	28,6	29,3	30,0	30,7	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,5	36,3	37,0	37,7

## Vorgehen für selbst durchgeführte Salztests.

Schritt-1: Erstellung von geeignetem Ausgangswasser (Süßwasser) mittels Umkehrosmose-Anlage und nachgeschaltetem Reinstwasserfilter auf Harzbasis. Kurz vor dem Test wurde alle Komponenten der Anlage erneuert (Seimentfilter, Membran, Kohlefilter) sowie das Harz ausgetauscht, die UO-Anlage ca 30 Min gespült. Kontrolle der ordnungsgemäßen Funktion erfolgte anschließend auch noch bei den ersten getesteten Salzen mittels N3-, Po4- und Alkalinitäts-Tröpfchentests.



### Schritt-2: Herstellung Salzwasser

- Süßwassermenge: 8L bzw. 4L.  
Ermittlung mit Duran 1000ml Labor Glasmeßzylinder (NS45/40, Abweichung  $\pm 7,5\text{ml}$ , dementspr. Bei 8L 60ml enstpr. 0,75%),
- Wassertemperatur 25 – 26°C.
- Vordefinierte Testsalzmenge (320 bzw 160 g)
- Verwendung von Salzen die keine Feuchtigkeit „gezogen“ haben. Zum Großteil aus vorher ungeöffneten Gebinden.
- Wägung der Salze mittels kalibrierter Mettler Toledo Laborwage.
- Mischung des Salzwassers in 10L Eimer bei ca 26°C (Heizstab) und 20 min Umwälzung mittels Pumpe (Aquabee 3000l/h).
- Salzwasser noch ca. 5 Minuten stehen lassen um eingemischte Luftbläschen entweichen zu lassen.



### Schritt-3: Ermittlung der erreichten Salinität (Ergiebigkeit des Salzes)

Abfüllen von ca 450ml des angesetzten Salzwassers in 500ml Meßzylinder (Duran). Messung der erreichten Dichte (TM Präzision-Aräometer, Eichung auf Dichte) bei gleichzeitiger Ermittlung/Ablesung der Wassertemperatur mittels frisch kalibriertem Labor-Temperaturmeßgerät (Almemo 2090-1, NiCr-Temp.Fühler).

Umrechnung des Wertepaares Dichte/Temperatur in Salinität mittels „Aqua-Calculator“ (Umrechnung erfolgt konform UNESCO "Equation State of seawater").

Ergiebigkeitsfaktor = Erreichte Salinität bei Test / max. theor. erreichbare Salinität  
Theoretisch erreichbare max. Salinität = verwendete Salzmenge / Wasservolumen -> 320g / 8000ml, entspr. 40g/1000ml -> hier 40 psu

(Dieser Wert ist in der Praxis immer <1 da in den Salzmischungen nicht 100% reines Salz enthalten sind, sondern u.a. Spurenelemente und jedes Salz auch einen gewissen Wasseranteil hat. Je höher der Wert desto weniger Salz (Gramm) wird benötigt.



## Kontakt / Impressum

Autor: Martin Kuhn, 82110 Germering, Lohengrinstr. 64  
e-mail: [martin.kuhn@aquacalculator.com](mailto:martin.kuhn@aquacalculator.com)  
Homepage: [www.aquacalculator.com](http://www.aquacalculator.com)

Sie sind **Betreiber einer eigenen Homepage** und möchten meine Anleitungen / Programme weiterempfehlen?  
→ Die Verlinkung meiner **Meerwasser FAQs** oder **Aqua-Calculator** ist ausdrücklich erwünscht \*)  
Setzen sie den Link auf meine MW-Portalseite <http://www.aquacalculator.com>  
Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass immer auf die aktuellste Version verwiesen wird.  
Verlinkung auf die Anleitungen/Programme selbst (Direkterlinkung) ist nicht erlaubt.  
Alle auf meiner Homepage angebotenen Inhalte unterliegen meinem Urheberrecht und dürfen nicht auf anderen Servern/Homepages zum Download angeboten werden.  
\*)1) bis auf Widerruf

**Sie sind interessiert an Werbung** auf meiner Homepage, in meinen Anleitungen, oder in Aqua-Calculator?  
→ Bitte kontaktieren sie mich unter obiger e-mail Adresse.

## Quellen & Personen-angaben

*Armin Glaser, Jens Kallmeyer, Hans-Werner Balling, Michael Mrutzek, Michael Nannini, Thomas Geisel, Thomas Chronz*  
- Fachliche Unterstützung, Verbesserungsvorschläge und Korrekturlesen

*Robert & Manuela Baur-Kruppas* <http://www.korallenriff.de>

- Artikel: Optimale Wasserwerte im Meerwasseraquarium mit was messen und wie korrigieren?
- Artikel: Salinität, Leitwertmessung oder Dichte ?
- Artikel: Installation eines Jaubert Refugiums

*Jörg Kokott*

- Artikel: Nährstoffarm oder nährstoffreich – nur Ansichtssache?

*Armin Glaser*

- Ratgeber Meerwasserchemie - Theorie und Praxis für Aquarianer ISBN 978-3-9810570-2-7

*Randy Holmes-Farley*

<http://reefkeeping.com>

- Reef Aquarium Water Parameters
- Low pH: Causes and Cures, High pH: Causes and Cures, Solutions to pH Problems
- Nitrate in the Reef Aquarium
- When Do Calcium and Alkalinity Demand Not Exactly Balance? Solving Calcium /Alkalinity Problems
- The Relationship between Alkalinity and pH. What is Alkalinity? What Your Grandmother Never Told You About Lime

## Folgende Fachgeschäfte/Hersteller unterstützen durch Test-Hardware

Mrutzek Meeressaquaristik [shop-meeresaquaristik.de](http://shop-meeresaquaristik.de)  
Tropic Marin – H.W. Balling [www.tropic-marin.com](http://www.tropic-marin.com)  
Terra Nova – Georg Kotlin [www.terra-nova-pro.de](http://www.terra-nova-pro.de)  
GroTech Aquarientechnik [www.grotech.de](http://www.grotech.de)  
Nautilus Aquaristik Germering [www.nautilus-aqua.de](http://www.nautilus-aqua.de)  
Dupla Aquaristik C. Seidel [www.dupla-marin.com](http://www.dupla-marin.com)

Fauna Marin (Claude Schuhmacher ) <http://www.faunamarin.de/>  
Umwelttechnik Gilbers - Peter Gilbers [www.gilbers-umwelttechnik.de](http://www.gilbers-umwelttechnik.de)  
ATI – Oliver Pritzel [www.ataquaristik.com](http://www.ataquaristik.com)  
Aquarium West (München) – Markus Mahl [aquarium-west.de](http://aquarium-west.de)  
Matuta – Frank Diehl [www.matuta.de](http://www.matuta.de)



**AquaCalculator**  
...die Referenz Software für engagierte Meerwasser-Aquarianer.

Weitere Infos und Download [www.aquacalculator.com](http://www.aquacalculator.com)



Diese FAQ wird unterstützt durch



[www.shop-meeresaquaristik.de](http://www.shop-meeresaquaristik.de)

Böcklerallee 2  
27721 Ritterhude  
Deutschland  
T +49 4292 4712170



[www.aquarium-shop.ch](http://www.aquarium-shop.ch)

Wohlerstrasse 35  
5612 Villmergen  
Schweiz  
T +41 56 621 02 00