

AquaCalculator Riffaquaristik Kompendium – Teil 1

Perfekte Wasserparameter in Deinem Riff-Aquarium



Meerwasser- und im speziellen Riff-aquarien begeistern Aquarianer weltweit.

In diesem Kompendium erfährst Du alles was du wissen solltest,
um die Bedingungen für Deine Tiere möglichst optimal zu gestalten
und selbst ein Traumaquarium zu bekommen.

Wir wünschen Dir dabei viel Erfolg
(Martin Kuhn und das AquaCalculator-Team)

AquaCalculator

...die Referenz Software für engagierte Meerwasser-Aquarianer.
Infos und Download: www.acalc.de / www.aquacalculator.com



Windows

Available on the
App Store

ANDROID APP ON
Google play

AquaCalculator wird unterstützt durch:
www.faunamarin.de



Zuletzt aktualisiert: 18. September 2022

Haftungs-Ausschluss

Die in diesem Kompendium gemachten Informationen und Empfehlungen stellen den Wissensstand zum Zeitpunkt des Autors des letzten Updates dar.

Für die Aktualität und Korrektheit der Inhalte kann keine Garantie gegeben werden! Jegliche Haftung in Folge von korrekter oder inkorrektur Anwendung wird abgelehnt.

Symbolik



INFORMATION

Wichtiger Hinweis



WARNUNG

Dinge die besonders häufig falsch gemacht/verstanden werden



VERMEIDEN

Das solltest Du definitiv NICHT machen.



KOMPLEXES THEMA

Für Fortgeschrittene - Zeit zum Durchlesen einplanen.

Über uns

Wir sind ein 3-köpfiges Software-Entwicklerteam und bemühen uns seit 2005 Riffaquarianer weltweit bestmöglich bei in Ihrem Hobby zu unterstützen. Wir sind selbst begeisterte MW-Aquarianer, keine Händler oder Hersteller von Aquaristik-Produkten.



Martin Kuhn



Michel Mohrmann



Alexander Karkossa

Unsere Aufwendungen finanzieren wir durch Einnahmen mit unserem Computerprogramm **AquaCalculator** das speziell für Meerwasser-Aquarianer ausgelegt ist.

Die Lizenzgebühr beträgt pro Jahr weniger als 10€. Du kannst AquaCalculator dann auf beliebig vielen Deiner eigenen Geräte benutzen. Jede Lizenz ist mit einer der vier verschiedenen Betriebssysteme verknüpft für die wir jeweils eigenständige Versionen erstellen und pflegen.



Mehrere tausend Aquarianer verwenden bereits unser Programm und konnten damit erfolgreich die Wasserwerte ihrer Aquarien verbessern. Komplizierte Berechnungen z.B.: für Dosierung der Salze oder Zusatz-Chemikalien erledigt unsere Software für Dich. Ebenso lassen sich Wasserwerte, Beckeninsassen und Wartungsarbeiten perfekt dokumentieren.

Wir zeigen dir in diesem Kompendium bewusst an einigen Stellen Screenshots, die zeigen wie AquaCalculator dir das Leben als Aquarianern erleichtern kann.

Mit jeder Lizenzierung unterstützt und wertschätzt Du unsere Entwicklungsarbeit!

Inhalt

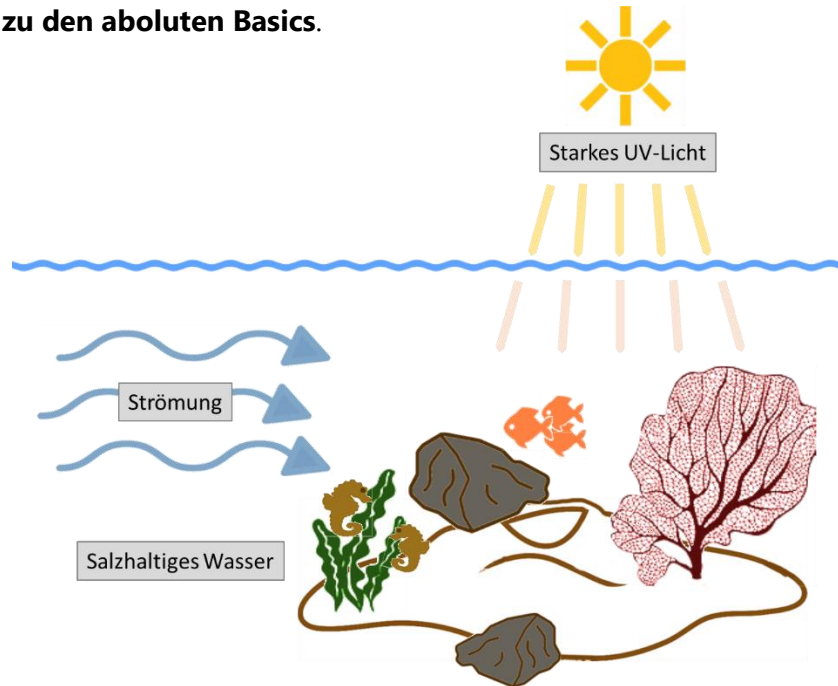
Einleitung - Basics	5
TEIL 1 – Wichtige Abläufe im Riffaquarium.....	6
1.1 Strömung	6
1.2 Frische Aquarien: Einfahrphase!	9
1.3 Nährstoffe	11
1.3.1 Der Stickstoffkreislauf	13
1.3.2 Der Phosphor-Kreislauf	15
1.3 Calcium-Karbonat und Magnesium.....	16
1.4 Zusammenhang von pH-Wert, Alkalinität und CO ₂ -Konzentration	19
1.5 Optimale Bedingungen für SPS schaffen.....	21
TEIL 2 – Wasserwerte, Meßkits & Messmethodik	23
2.1 Eine Kopie von natürlichem Meerwasser!	23
2.2 Salzkonzentration messen.....	25
2.2.1 Messen mit Refraktometern:.....	27
2.2.2 Messen mit Aräometern:	27
2.2.3 Messen mit Leitwertmessgeräten:	27
2.3 Wasserwerte messen (Konzentrationen).....	28
2.3.1. Referenzlösungen sind super!	30
2.3.2 Checkliste zum Messen von Wasserwerten.....	31
2.3.3 Tipps zum Messen mit Spritzen, Küvetten und Aräometern	33
2.3.2 Empfohlene Testkits (Heimbereich).....	34
2.4 Wassertests aus dem Labor (ICP-OES und IC Analysen).....	35
2.5 Wichtige Wasserparameter und Häufigkeit der Messungen	37
2.6 Empfohlene Wasserwerte für Riffaquarien.....	38
2.7 Dokumentation Deiner Wasserwerte, Fortschritte, Katastrophen.....	29
2.8 Wasseraufbereitung oder Leitungswasser?	39
TEIL 3 – Wirkungen der Inhaltsstoffe von Meerwasser	43
3.1 Salzkonzentration	43
3.2 Wassertemperatur	43
3.3 pH-Wert.....	44
3.4 Calcium-Karbonat.....	44
3.5 Magnesium	44
3.6 Kalium	45
3.7 Strontium	45
3.8 Jod	45
3.9 Ammoniak	46

3.10 Nitrit	46
3.11 Nitrat	47
3.12 Phosphat	47
3.13 Silikat	48
3.14 Weitere wichtige Elemente?	48
TEIL 4 – Salzkonzentration anpassen	49
4.1 Meersalzmischungen für Aquarien	49
5.3 Salzmengenberechnung	50
5.4 Wasserwechsel: Das Mittel der Wahl für alle Fälle?	51
5.4.a Wasserwechsel zur Verdünnung von Giften/Schadstoffen	52
5.4.b Wasserwechsel zur Reduktion von Nährstoffen	53
5.4.c Wasserwechsel zur Konzentrations-Erhöhung von Mengen/Spurenelementen	54
TEIL 5 – Alkalinität, Ca, Magnesium und Spurenelemente	55
5.1. Dosieren (Balling Methode)	56
5.2 Kalkreaktoren	63
5.3 Kalkwasser / Calciumhydroxid	66
5.4 Spurenelemente	67
TEIL 6 –Reduktion von Nährstoffen	70
6.1 Vorsicht bei nährstoffarmen Bedingungen	70
6.2 Rieselfilter, Biobälle, Schnellfilter – Relikte aus alten Zeiten?	71
6.3 Fliesrollenfilter	71
6.4 Das Berliner System	72
6.5 Vermehrung der Bakterienpopulation	74
6.6 MAXimale Bakterienpopulation: Zeolith Methode	77
6.7 Algen-Refugien (Schlammfilter)	81
6.8 Phosphatadsorber (Silikatadsorber)	82
TEIL 7 – Sonstige Tipps & Tricks	83
7.1 UV-Klärer	83
7.2 Ozon	84
7.3 Jod zudosieren	85
7.4 Kalkwasser zur pH-Anhebung	85
7.5 Phosphat (Nitrat) Konzentration erhöhen	86
7.6 Einfache Methode zur Abschätzung der CO ₂ -Konzentration in Räumen	87
Salinitäts-Tabelle: Dichte	89
Salinitäts-Tabelle: Relative Dichte	90
Salinitäts-Tabelle: Leitwert	91
Impressum	92

Einleitung - Basics

Korallenriffe und deren Bewohner haben sich seit tausenden von Jahren an die Gegebenheiten in der Natur angepasst und gewöhnt. Fische, Korallen und andere Lebewesen die wir in unseren Aquarien pflegen möchten gedeihen deswegen in genau diesem Ambiente am besten und stressfrei.

Wenn wir es in unseren Aquarien schaffen Bedingungen ähnlich denen in Korallenriffen nachzubilden, haben wir beste Voraussetzungen dafür uns ein Stück Natur dauerhaft nach Hause zu holen! **Diese 3 Dinge gehören zu den absoluten Basics.**



Bedingung-1: **Starkes-UV-Licht**

Der Aquaristik-Fachhandel lässt hier praktisch keine Wünsche offen. Für praktisch jedes Becken gibt es inzwischen die perfekte Beleuchtung. Ohne hier ins Detail und auf Kosten & Design zu achten würde ich folgende Dinge empfehlen um perfekte Bedingungen auch für Steinkorallen zu schaffen

- Lampe mit einem naturähnlichen UV-Lichtspektrum.
Auf Wunsch: Lichtfarben welche die Färbung von Korallen oder Luminanzeffekte betonen
- Wähle die Lampe groß genug und einen Typ mit eher flächiger Lichteinbringung (punktuelle Strahler sind weniger gut). Dadurch sorgst Du dafür das Korallen von möglichst vielen Seiten Licht abbekommen und es nicht zu „Abschattungen“ kommt.
- Achte ebenso auf die Leistungsaufnahme der Beleuchtung. Kostenfaktor!

Bedingung-2: **Strömung**

Meerwasser-Aquarien benötigen aus diversen Gründen unbedingt passende Strömung:

Zufuhr von Futterpartikeln – Aufwirbeln von Mulm - Durchmischung des Wassers – etc.

Die Wichtigkeit der Strömung wird speziell von Neueinsteigern unterschätzt und Korrekturen im Nachhinein sind aufwendig und teuer.

Wir zeigen dir wie du dein Aquarium so ausstattest, dass es gute Strömungsverhältnisse bietet.

Bedingung-3: **Salzhaltiges Wasser mit gewissen Inhaltsstoffen**

Die Kunst gut laufender Riffaquarien ist es, deine Wasserparameter dauerhaft konstant und möglichst ähnlich zu denen in echten Riffen zu halten. Es gibt hierbei diverse Dinge zu beachten. Verfügbare Technik, nahezu perfekte Produkte/Chemikalien, gute Messgeräte und die Informationen in diesem Kompendium helfen Dir deine Wasserwerte im Aquarium im Griff zu behalten.

TEIL 1 – Wichtige Abläufe im Riffaquarium

1.1 Strömung

Häufig unterschätzt aber der wichtigste Faktor für stabil laufende MW-Becken, ist an das Becken angepasste Strömung, sowie auf optimale Strömung ausgerichteter Beckenaufbau.



Die Strömung hat zwar keinen direkten Einfluss auf üblicherweise betrachtete Wasserparameter, ABER... sie beeinflusst viele Dinge in unseren Becken stark.

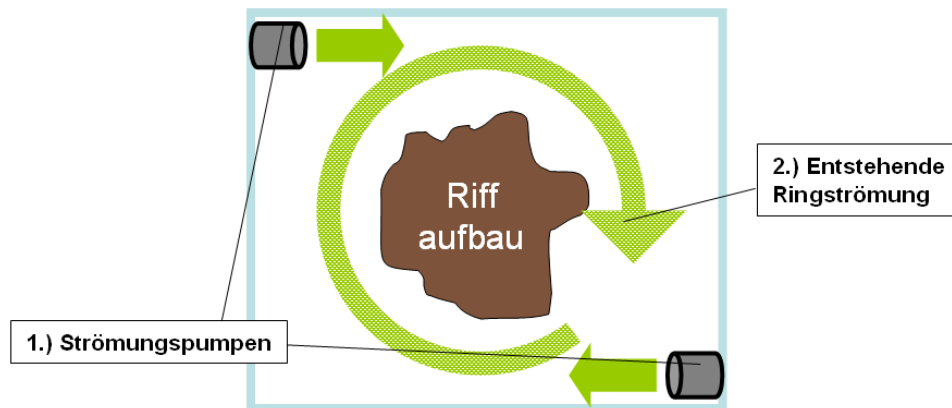
Es gibt viele und gute Gründe von Anfang an großen Wert auf saubere Strömung zu legen

- Passende Strömung wirbelt Schwebeteilchen auf und transportiert sie. Sie durchmischt das Beckenwasser und durchspült Stellen bei denen sich sonst Ansammlungen bilden könnten. Das gilt auch für Bereiche die nicht direkt eingesehen werden können (Ablaufschächte, Bereich hinter dem Riffaufbau, etc).
→ Das ist sehr wertvoll und notwendig um die Nährstoffwerte dauerhaft in den Griff zu bekommen.
- Passende Strömung ist Grundbedingung zur Haltung empfindlicher Wirbelloser/Steinkorallen
 - zu schwache Strömung/Strömungsschatten
 - ☞ mangelnde Zufuhr von Kleinstlebewesen/Nahrung
 - ☞ Unterbleibende Reinigung filigraner Korallenäste
 - zu starke Strömung:
 - ☞ kann zu mechanischer Schädigung von Tieren 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“

Hauptparameter für optimale Strömung

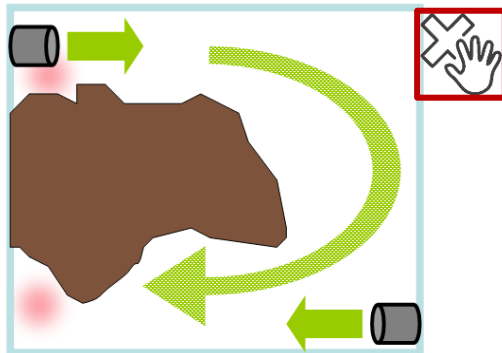
- Geometrie des **Beckens**
- Geometrie des **Riffaufbaus** oder anderer **statischer Beckeneinrichtung** (Achtung: dazu gehören u.a. auch Korallen)
- Anordnung, Stärke und Anzahl der **Strömungspumpen**

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

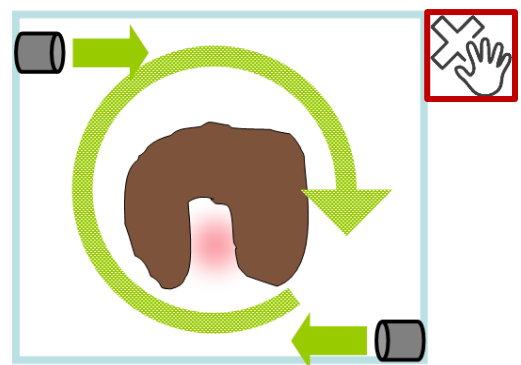


In folgenden Beispielen wird eine einwandfreie Strömung verhindert.

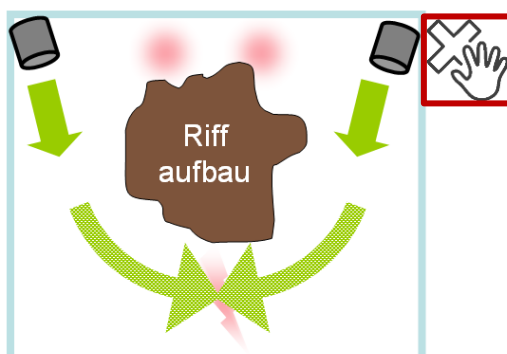
Bsp.1: Strömungsarme Stellen (links oben/unten in rot) durch **Unterbrechung der Strömung**



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



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



Dies sind lediglich einfache Beispiele zur besseren Verständlichkeit. Die Kombination aus Beckenabmaßen, Riffaufbau*1) sowie Kombination/Anordnung/Stärke von Strömungspumpen/-auslässen kann komplex sein, und bleibt dir bzw. dem Planer deines Aquariums überlassen.

*1) incl. weiterer statischer Teile des Beckens



Plane Beckengröße, Riffaufbau, Strömung vor der weiteren Detailplanung deines Beckens.



Zeichne eine in etwa maßstabsgetreue Skizzen um abschätzen zu können ob das geplante Strömungsbild funktionieren kann.

Zur optimalen „Strömungsstrategie“ gibt es folgende Hilfsmittel:

- ✓ 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? → mit Riffkeramik verkleiden oder im Riffaufbau verstecken
- ✓ „Schwer beströmbare Stellen“ 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

Weitere Tipps:

- Achte auf den (tatsächlichen) Stromverbrauch der Pumpen, denn diese laufen häufig 24h/Tag 365Tage/Jahr. Hochwertige Pumpen mit gutem Wirkungsgrad sind zwar teurer, rechnen sich jedoch evtl., wenn man die Stromkosten mitberücksichtigt.
- „Reine Strömungspumpen“ haben deutlich geringere Leistungsaufnahme als „Förderpumpen“



Dir fehlt die nötige Erfahrung oder das Fingerspitzengefühl. Hole Dir speziell hier Ratschläge erfahrener Aquarianer oder von „echten Fachhändlern“ ein!



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

1.2 Frische Aquarien: Einfahrphase!

Du hast die Technik deines neuen Aquariums aufgebaut und alles eingerichtet. Es ist bereits Salzwasser im Becken und die Pumpen laufen.

Jetzt nur noch rein mit den Fischen und Korallen und los geht's... oder?

So einfach ist es leider nicht, denn Riffaquarien sind ein lebendes Biotop. Dieses muss sich zuerst einmal an diverse Dinge gewöhnen. Ändern wir jetzt zu viele Dinge zu schnell, kann das böse in die Hose gehen und mit einem Totalverlust enden.

Wir müssen neue Riffaquarien immer erst EINFAHREN.



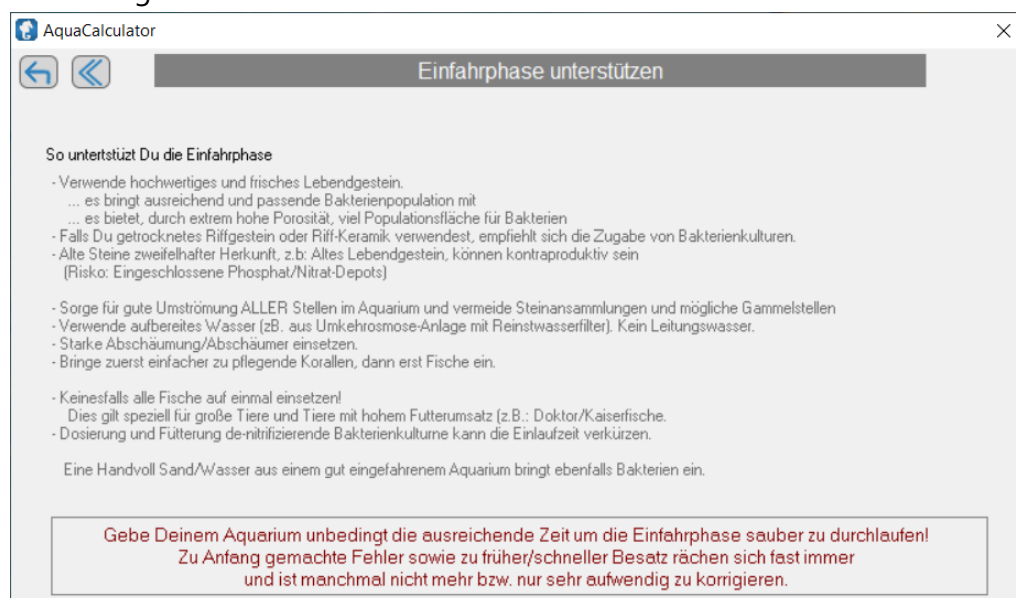
In der Einfahrphase geht es um 2 Dinge

- EINE PASSENDE BAKTERIENPOPULATION im Becken zu etablieren (Reduktion von Toxinen, Becken bereit für Nährstoff-Abbau/Kontrolle)
- EINE PASSENDE MENGE an Nährstoffen zur Verfügung zu stellen (notwendige Nahrung für Korallen/Filtrierer, etc)

Ist dies der Fall, können und sollten wir das Becken bedacht und langsam mit den Lebewesen besetzen auf die es uns eigentlich ankommt
Korallen, Fischen und anderen Tieren die wir pflegen wollen.



Wichtige Hinweise wie diese findest Du jederzeit auch in AquaCalculator *1)
Wir zeigen hier Screenshots um uns das Leben zu erleichtern...



Auf gewisse Dinge kannst Du in der Einfahrphase verzichten, bzw solltest das sogar tun.

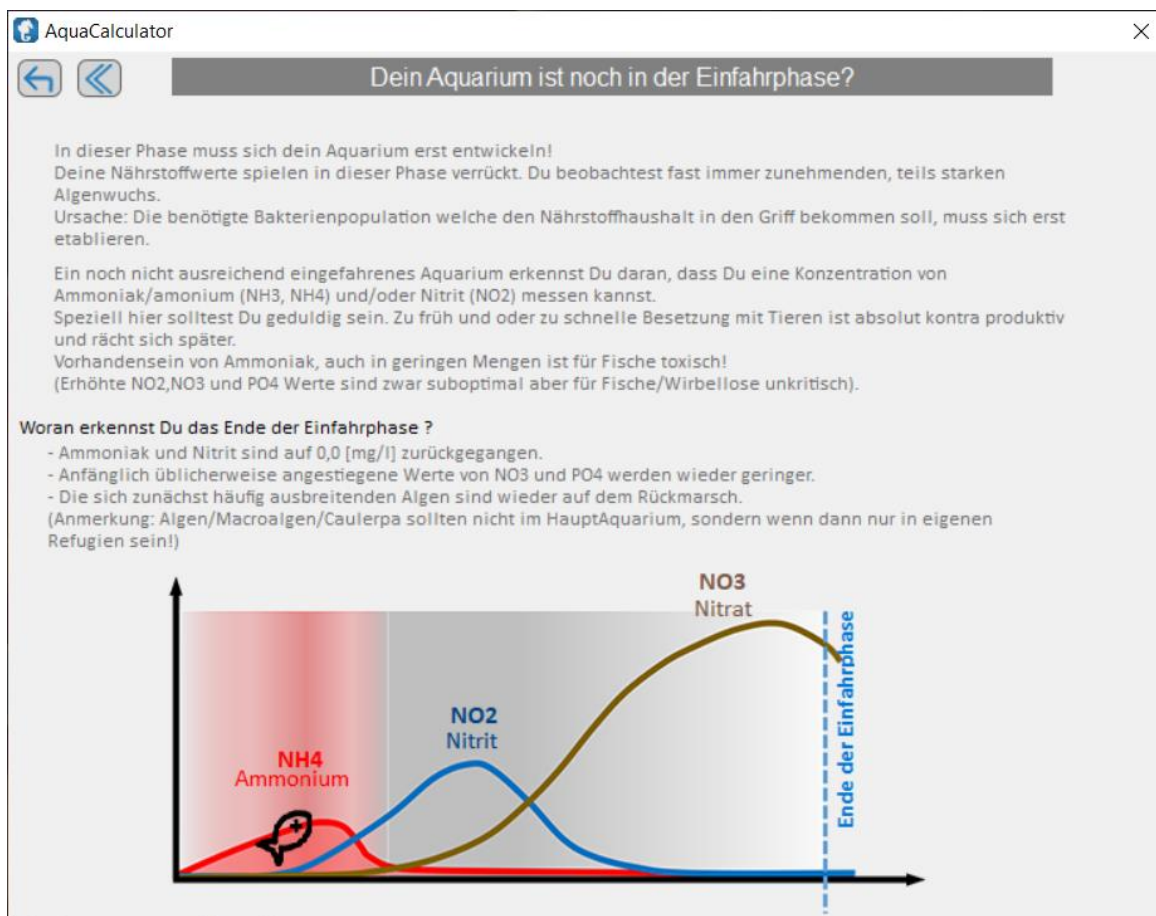
Verzichtbar für die Einfahrphase

- Messen jeglicher Wasserwerte in der ersten Woche (Salinität und Temperatur sollten natürlich passen)
- Messen der Ca, Alk und Mg-Werte
- Wasserwechsel
- Einsatz von Phosphat-Adsorber, Aktivkohle, etc.

*1) gezeigt: AquaCalculator für Windows

Die nächste Frage die du dir stellen wirst:

Wann kann ich mit dem eigentlichen Besetzen meines Aquariums endlich anfangen?



1.3 Nährstoffe



Neben diversen Salzen sind im Wasser auch NÄHRSTOFFE (zb Nitrat und Phosphat) gelöst. Diese entstehen u.a. durch Ausscheidungen und Nahrungsrückstände oder werden über unreine Chemikalien oder unsauberes Ausgangswasser in unsere Becken eingebracht.

Auf der anderen Seite werden Nährstoffe durch eingesetzte Technik (Abschäumer, Algenrefugien, etc), Adsorber sowie biologische & bakterielle Prozesse zumindest zum Teil wieder umgewandelt, adsorbiert oder aus dem Kreislauf entfernt.

Nährstoffe sind weder Gut noch böse

- Nährstoffe sind IN GEWISSEN MENGEN notwendig da gewisse Lebewesen ansonsten verhungern würden da sie evtl. keine andere Energiequelle haben
- Steigen die Nährstoffwerte in Aquarien zu stark an kann dies zu diversen Problemen führen

**Deinen Nährstoff-Level im Auge zu behalten ist sehr wichtig.
.... Die richtige Balance macht's !**

Für weniger anspruchsvolle Aquarien ist es ausreichend, wenn die Nährstoffwerte Werte halbwegs in vernünftigen Konzentrationen bleiben.



Für empfindliche Steinkorallen (SPS) ist allerdings gezielte Einstellung sogenannter **NÄHRSTOFFARMER BEDINGUNGEN** notwendig (Nitrat- /Phosphat-Konzentration). Wir wollen schließlich diese Tiere nicht nur „halten“ sondern guten Wuchs und attraktive, helle und/oder knallbunte Färbung erzielen.

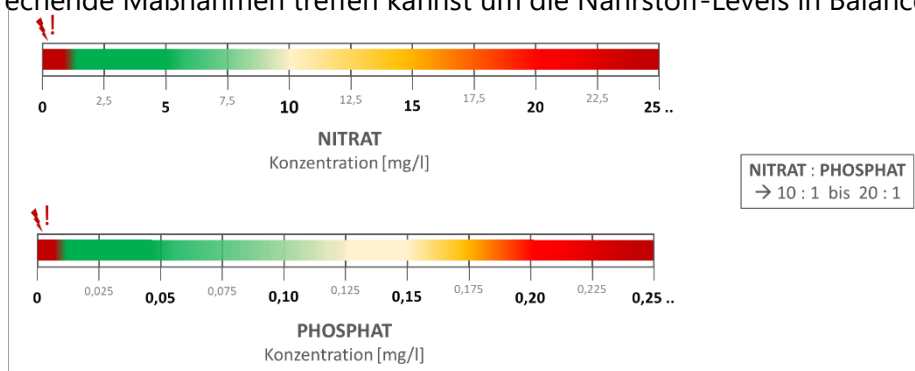


NÄHRSTOFFARMER BEDINGUNGEN in Riffaquarium bergen leider auch die Gefahr des **NÄHRSTOFFMANGELS**. Dieser ist mit Mangelerscheinungen, im Extremfall sogar sehr schnellem Absterben von Korallen (speziell SPS) verbunden.

Der für Riffaquarien **optimale nährstoffarme Bereich** ist relativ schmal.

Da **NÄHRSTOFFMANGEL** (= 0,0 mg/l Nitrat, Phosphat) sehr unangenehme Auswirkungen haben kann,

ist es wichtig, dass Du die Zusammenhänge verstehst um Dein Becken richtig einrichten zu können und entsprechende Maßnahmen treffen kannst um die Nährstoff-Levels in Balance zu behalten.



Deswegen bereits hier einige Tipps

- Messe die Nährstoffwerte regelmässig
- Senke keines falls zu schnell deine Nährstoffwerte
 - Nur bewusster Einsatz von PO₄-Adsorbern
 - Vorsicht bei Dosierung hoch konzentrierter Bakterienmischungen/Bakterienernährung
- Akzeptiere lieber etwas überhöhte Nährstoffwerte, Korallen gewöhnen sich im Laufe der Zeit daran

In den nächsten 2 Kapiteln (Stickstoff/Phosphorkreislauf)
erklären wir Dir 2 grundlegende Dinge die Du unbedingt wissen solltest.

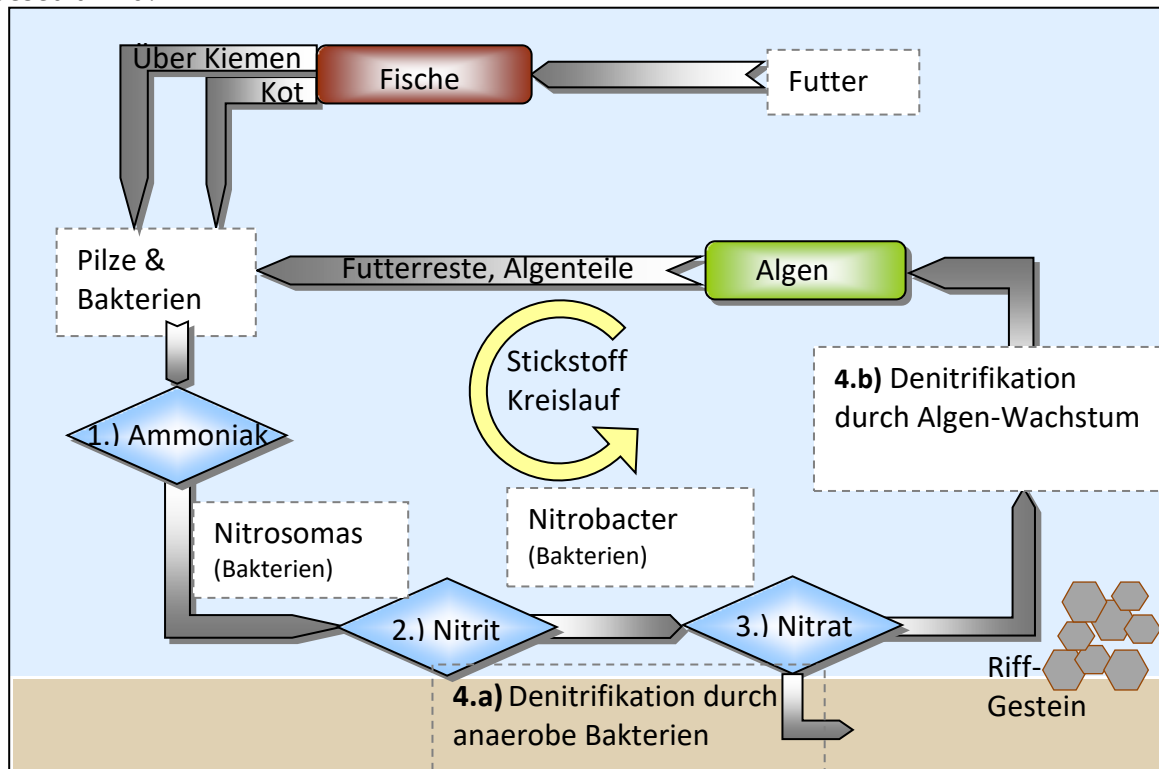
Wir empfehlen dir das nicht zu überpringen..... es ist wichtig und wird Dir helfen ein toll
funktionierendes Becken zu bekommen!

1.3.1 Der Stickstoffkreislauf

Der Stickstoffkreislauf ist der grundlegendste Prozess jedes Riffaquariums.

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

→ Dieser Prozess wiederholt sich andauernd.

Gut funktionierende (= eingelaufene) Becken: Die Menge der abgebauten Schadstoffmenge ist größer oder gleich der zugeführten.

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

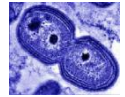
Ammonium/Ammoniak wird in 2 Stufen (Nitrifikation / DeNitrifikation) zu Stickstoff abgebaut.

A) Nitrifikation

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

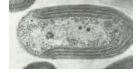


Oxidation von Ammonium in Nitrit $2\text{NH}_4^+ + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2^- + 4\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$
(durch 4 freiwerdende H^+ -Ionen wird der pH-Wert abgesenkt)



Nitrosomas

Oxidation von Nitrit in Nitrat $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3^-$



Nitrobacter

Hierbei wird aus dem relativ instabilen Ammonium/Ammoniak durch O_2 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!

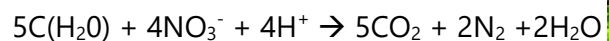
Ammonium und Nitrit sind nur Zwischenstufen, die umgewandelt werden.

B) DeNitrifikation

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



biochemischer Abbau von Nitrat



entstehendes CO_2 senkt den pH-Wert,
entstehender elem. Stickstoff N_2 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_2 -Zufuhr) porös sind.
Wie z.B. Zeolith oder auch Filterschlamm.

Das Beckenwasser ist fast immer bereits mit N_2 gesättigt (Bewegung Wasseroberfläche, Abschäumung). Durch Denitrifikation neu erzeugtes N_2 steigt deswegen in Form von Gasblasen auf und entweicht dem Becken. Hiermit entledigen wir uns des stetig anfallenden Nitrates.

Nitrat kann abgebaut aber nicht adsorbiert werden.



1.3.2 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 (HPO_4) und (Ortho)Phosphat (PO_4).

Phosphat kann, anders als Nitrat mit positiv geladenen Metallionen (z.B. Eisen, Aluminium, etc) 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
- am/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.

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

1.3 Calcium-Karbonat und Magnesium

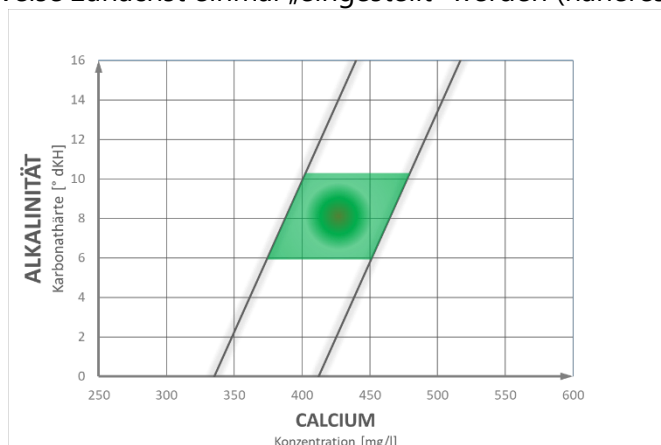
Viele Insassen unserer Aquarien benötigen, neben Nährstoffen/Nahrung auch Bestandteile im Salzwasser selbst um gedeihen zu können. Wir reden hier von Mengen und Spurenelementen. In natürlichen Riffen werden diese in riesigen Mengen durch frisch angespültes Salzwasser wieder und wieder nachgeführt. Sie stehen damit jederzeit zur Verfügung.

In unseren Aquarien ist das komplett anders. Mengen und Spurenelemente werden dort **VERBRAUCHT**! Wenn wir diese nicht wieder nachführen, ändern sich die Bedingungen. Tiere die darauf angewiesen haben einen entsprechenden Mangel und werden ihr Wachstum einstellen oder degenerieren.

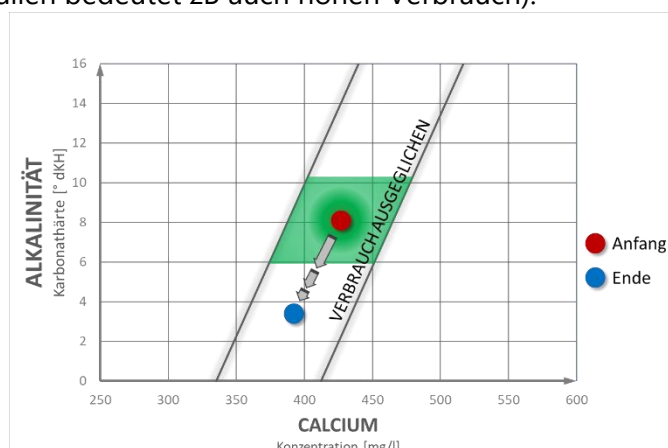
Wir müssen diese Elemente also zuführen, ganz ähnlich wie wir auch Fische füttern müssen.

Der größte Bedarf besteht an Calcium-Karbonat. Die Verfügbarkeit von Calcium-Karbonat messen wir mit 2 verschiedenen Messungen. Der Calcium-Konzentrationsmessung und der Alkalinitätsmessung (für die Karbonate). Speziell diese beiden Werte sollten immer in einem gewissen Verhältnis zueinander vorkommen. Häufig wird deswegen auch von Ionen-Balance gesprochen.

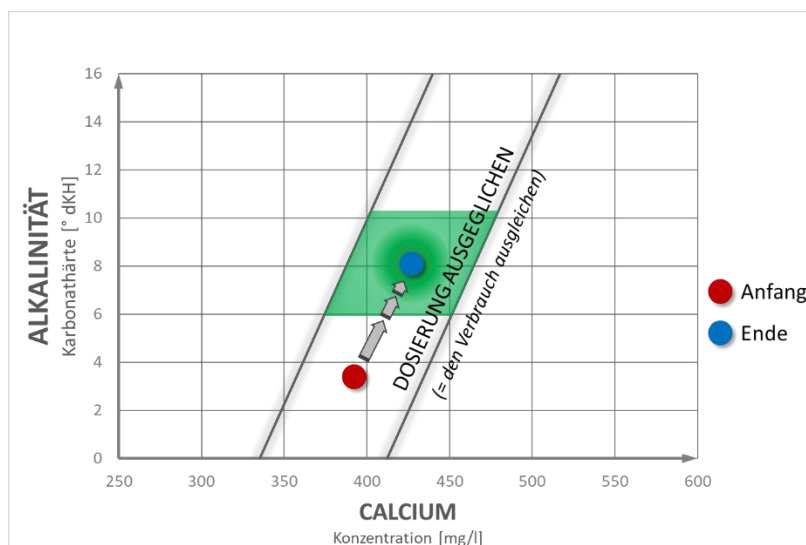
Folgende Darstellung zeigt den optimalen Bereich dieser beiden Wasserwerte. Dieser kann auf verschiedene Art und Weise zunächst einmal „eingestellt“ werden (näheres später).



Hierbei wird es allerdings nicht bleiben, denn Calcium-Karbonat wird **VERBRAUCHT**. Das besondere ist, das Calcium und Alkalinität im optimalen Fall immer im gleichen Verhältnis zueinander verbraucht werden, wie sie mittig im optimalen Bereich vorliegen. In der Darstellung ist dies durch die „Steigung“ (=Winkel) der Pfeile dargestellt. Die beiden schrägen Hilfslinien im Diagramm zeigen übrigens die gleiche Steigung. Außerdem: Die Geschwindigkeit des Verbrauches ist vom Besatz deines Beckens abhängig (viele Steinkorallen bedeutet zB auch hohen Verbrauch).

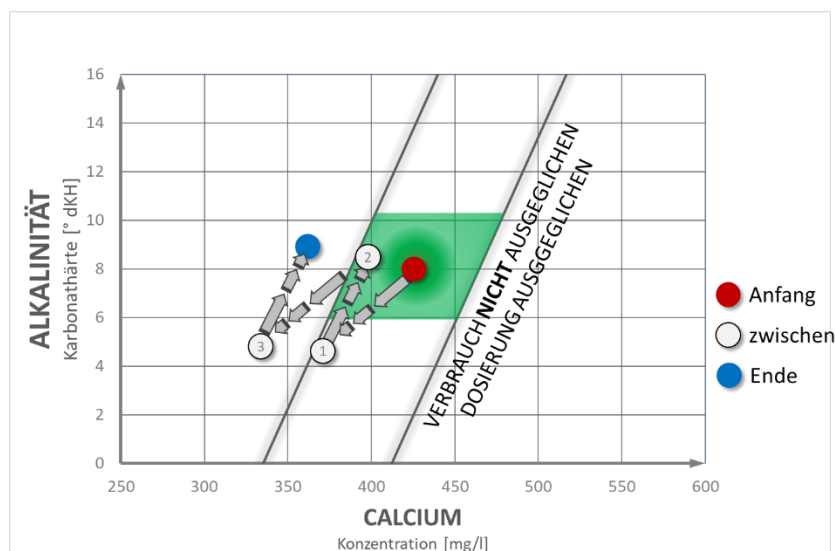


Die Folge: Wir müssen Calcium und Karbonate wieder in der gleichen Menge zuführen.
 Man nennt dies folgerichtig **DEN VERBRAUCH AUSGLEICHEN**.
 Wir sollten Calcium und Karbonate nun auch im selben Verhältnis wieder „zuführen“ wie sie „verbraucht“ wurden (Steigung!). Ansonsten Gerät Calcium „zu“ Alkalinität „außer Balance“.
 Die Steigung des Pfeiles der Zudosierung sollte also die gleiche sein wie die Steigung beim Verbrauch.



So weit so gut. In Realität erfolgt in einer großen Zahl an Meerwasseraquarien der Verbrauch **NICHT** genau genau im vorhergesehenen Verhältnis!
 Du kannst dies durch Messungen feststellen, hast aber auf den Verbrauch selbst keinen Einfluss.

Die logische Konsequenz: Becken die Ca/Alkalinität **NICHT AUSGEGlichen VERBRAUCHEN** (=Steigung des Verbrauches weicht von den Hilfslinien an...), bekommen auf Dauer eine ungewünschte Verschiebung der Ionen-Balance Ca/Alkalinität, wenn wir dort **AUSGEGlichen DOSIEREN** würden.



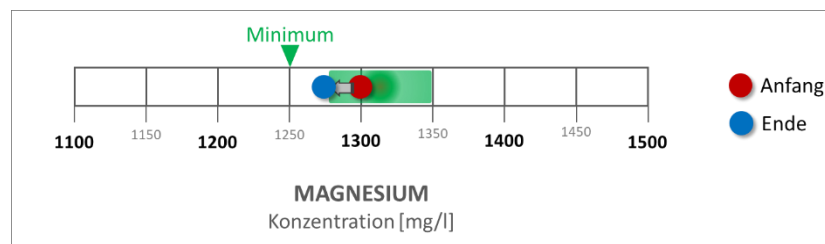
Die Lösung ist einfach: Mit einer **VERBRAUCHSABHÄNGIGEN DOSIERUNG**, führst du beide Elemente im selben Verhältnis wieder zu in denen sie verbraucht werden. Wir erklären Dir später wie du das machen kannst.

.... Und noch etwas weiteres sehr Wichtiges

Zum Ausgleichen des Verbrauches deines Aquariums an Calcium-Karbonat, wird ebenso eine passende **Magnesium-Konzentration** benötigt!

Magnesium verhindert nämlich die Ausfällung von Calcium-Karbonat in Salzwasser. Erst bei Magnesium Konzentrationen ab 1250 mg/l sind Calcium/Karbonat-Konzentrationen wie benötigt überhaupt erst möglich.

Wenn in Deinem Aquarium trotz Zugabe von größeren Mengen an Calcium und Karbonathärte erhöhenden Chemikalien, die Ca/Alkalinitätswerte nicht wunschgemäß steigen, könnte es sehr gut an zu geringer Magnesium-Konzentration liegen.



Bedenke außerdem, dass auch Magnesium in unseren Becken verbraucht wird, und wir diesen Verbrauch (zB durch Dosierung) ebenso wieder ausgleichen müssen!

Calcium, Karbonat/Alkalinität und Magnesium sind aus gutem Grund die Big-THREE der Meerwasseraquaristik.

**Du wirst diese Werte in Deinem Riffaquarium steuern müssen!
Hierzu ist es notwendig dass du diese Werte selbst messen kannst.**

1.4 Zusammenhang von pH-Wert, Alkalinität und CO₂-Konzentration



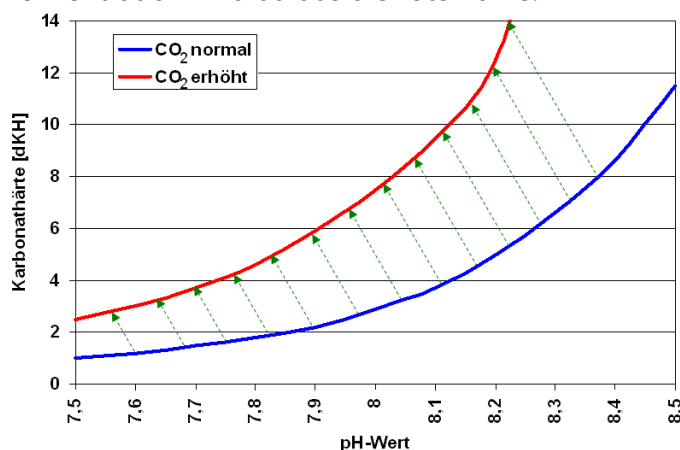
Dieses Kapitel ist für diejenigen die es sehr genau wissen wollen.
Überspringe es falls Du es etwas eilig hast

Es besteht eine direkte Korrelation zwischen dem *pH-Wert* der *Alkalinität* und der *CO₂-Konzentration*.

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-Karbonat-Alkalinität relevant und bestimmt >95% der Gesamt-Alkalinität. Beide werden durch die CO₂-Konzentration maßgeblich beeinflusst. CO₂ (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 CO₂-Konzentration hat maßgeblichen Einfluss auf diese Abhängigkeit. Bei erhöhter CO₂-Konzentration wird daraus die rote Kurve.



Die CO₂-Konzentration im System schwankt, denn es gibt *CO₂-zuführende* und *CO₂-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) CO₂-Zufuhr

Die CO₂-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 CO₂ einbringen das sich dann über der Wasseroberfläche sammelt
- Viele nachtaktive Lebewesen und auch Algen produzieren CO₂ als Abfallprodukt Ihres Stoffwechsels

Eine um 100ppm erhöhte CO_2 -Konzentration reduziert den pH-Wert im Becken um ca.0,09
bei 700 ppm verringert er sich um 0,25

b) CO_2 -Abbau: erfolgt tagsüber in Aquarien durch Photosynthese

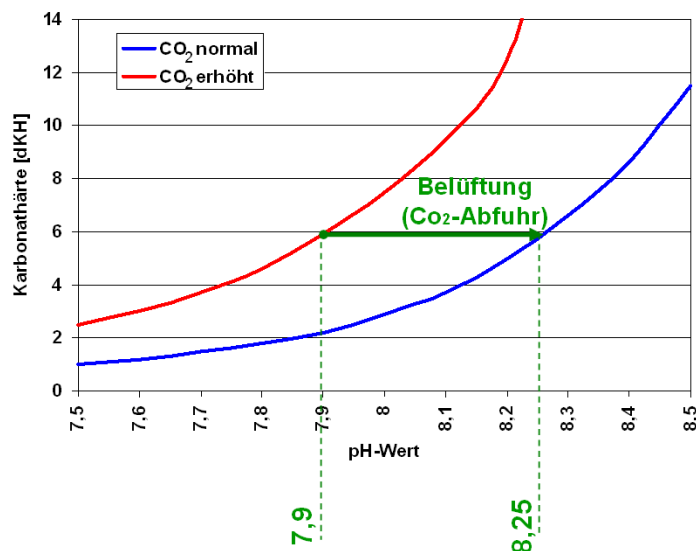
Wie bereits beschrieben hängen pH-Wert, Alkalinität sowie CO_2 -Konzentration unmittelbar miteinander zusammen.

Ändert man einen der 3 Parameter (Alkalinität, CO_2 -Konzentration oder pH-Wert) und hält einen weiteren konstant so hat das die Änderung des 3.ten zufolge.

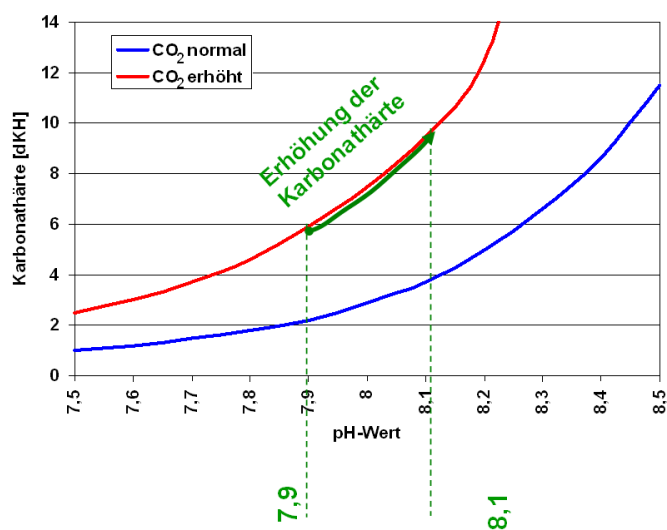
Ebenso könnte durch gleichzeitige Änderung von 2 Parametern eine stärkere Änderung des 3.ten Parameters erfolgen.

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

a) Diagramm: Korrektur (hier Erhöhung) des pH-Wertes durch Reduktion der CO_2 -Konzentration



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



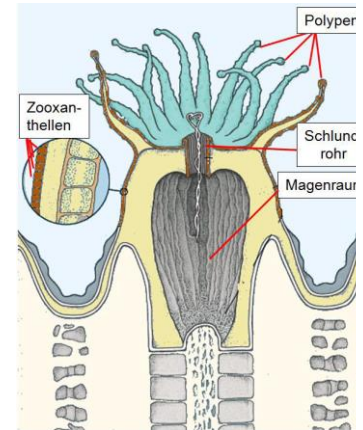
1.5 Optimale Bedingungen für SPS schaffen



Dieses Thema ist komplex. Wer es jedoch einmal verstanden hat ist auf einem guten Weg die richtigen Maßnahmen einzuleiten um die „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 (NO₃, PO₄) auf**. Hiermit betreiben sie **Photosynthese** und produzieren daraus auch für Korallen verwertbare Nahrung in Form von **Glucose** (Zuckeralkohole, Fettsäuren, Aminosäuren, ..).



urspr. Grafik: 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 CO₂ und Wasser, welches die Zooxanthellen für Ihre Photosynthese benötigen.

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 nutzen (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.

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.

Starke Lichtquellen sind wichtig!

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 damit 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 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-Karbonat und Magnesium-Konzentration (separates Kapitel)

➤ **Separate Nahrungsquelle** in Beckenwasser (optional, z.B.: Plankton, Aminosäuren, ...)

TEIL 2 – Wasserwerte, Meßkits & Messmethodik

Die Wasserchemie in deinem Meerwasser-Aquarium ist durchaus komplex unterliegt vor allem immer wieder Änderungen. Du hast es nämlich mit einem kleinen Bitop zu tun, in dem hunderte Prozesse nebeneinander ablaufen (biologische, chemische und physikalische).

Du wirst mit an Sicherheit grenzender Warscheinlichkeit irgendwann selbst an einen Punkt gelangen an dem diese Prozesse anfangen aus dem Ruder zu laufen. Dann ist es an Dir dies zu erkennen und dann mit Bedacht die richtigen Schritte einzuleiten (keinesfalls überstürzt!). Das wiederum kannst Du nur wenn Du die Signale erkennst.

Beachte: Der mögliche Verlust von Lebewesen ist nicht nur ein finanzieller Aspekt, sondern verantwortlos gegenüber den Lebewesen.



Sorge dafür, dass Du jederzeit dazu in der Lage bist die wichtigsten Parameter sofort und selbstständig, richtig messen zu können!



Verlasse dich nicht ausschließlich auf Aquarianerhändler die für dich messen oder externe Analysen (zB ICP) die neben Geld auch wertvolle Zeit kosten!

2.1 Eine Kopie von natürlichem Meerwasser!

Werfen wir zuerst mal einen Blick auf die Größenverhältnisse.....

Wasserqualität im Korallenriff

haben eine praktisch unbegrenzte Menge an Salzwasser!

1.338.000.000.000.000.000.000.000.000 Liter ($1,33 \cdot 10^{21}$ L)

- Hierin leben ANTEILSMÄSSIG SEHR WENIGE Lebewesen
 - Durch Strömung bekommen diese immer wieder frisches Salzwasser der genau gleichen Konsistenz zugeführt.
- Verunreinigungen oder Konzentrationsunterschiede werden wieder ausgeglichen.

Wasserqualität in Riffaquarien

Unsere Aquarien sind im Vergleich zum Ocean nur eine absolute „Pfütze“!

Viele Lebewesen leben auf engem Raum und

- ... verschmutzen das Wasser
- ... verbrauchen Mengenelemente



Deswegen ist es etwas anspruchsvoll gute Wasserwerte in unseren Aquarien aufrechtzuerhalten!
.... aber keine Angst, wir zeigen dir was wichtig ist und wie das funktioniert!



Salzgehalt: physikalischer Effekt „Dichte“

In Salzwasser treiben Objekte leichter/schneller nach oben als in Süßwasser da die „Dichte“ (Gewicht pro Volumen) durch das gelöste Salz höher ist als in Süßwasser. Die Lebewesen sind an die höhere Dichte gewöhnt und die Organe (zB. Schwimmblasen bei Fischen) sind darauf ausgelegt. Deine Aufgabe:

- Die (phys.) Dichte entsprechende natürlichem Meerwasser durch Zugabe der richtigen Menge an Meersalzmischung passend „einstellen“
- Diese (phys.) Dichte dauerhaft aufrecht zu halten

Achtung: In unseren Aquarien verdunstet jeden Tag eine ahnsehnliche Menge Wasser. Es verdunstet allerdings vor allem Süßwasser. Das Salz verbleibt im Aquarium. Wenn verdunstetes Wasser nicht nachgefüllt wird, steigt die Dichte und bedeutet zumindest Streß für die Tiere. Beim „schnellen Nachfüllen mit Süßwasser“ würde diese schlagartig wieder reduziert.

Sogenannte Nachfüllanlagen ersetzen verdunstetes Wasser sofort durch frisches und halten die (phys.) Dichte konstant).



Salzgehalt: Mengen + Spurenelemente

Die in Salzwasser gelösten Salze sind für gewisse Lebewesen wichtige Mengen-/Spurenelemente. (Calcium, Karbonate Magnesium, Strontium, etc)

Je höher die Salzkonzentration, desto höher ist auch die Konzentration dieser Elemente im Wasser. Durch Schwankungen in der Salzkonzentration verursachst du also ebeno Schwankungen in der Konzentration dieser Mengen/Spurenelemente. Ein weiterer Grund die Salzkonzentration möglichst konstant zu halten!

Element	Name	Konzentration im Ozean	Element	Name	Konzentration im Ozean
		[mg/l]			[mg/l]
Cl	Chlor	19357.2	B	Bor	4.5
Na	Natrium	10782.2	O	Sauerstoff	2.8
Mg	Magnesium	1280.9	Si	Silicium	2.8
S	Schwefel	897.8	F	Fluor	1.3
Ca	Calcium	411.6	Ar	Argon	0.6
K	Kalium	398.8	NO3	Nitrat	0.4
Br	Brom	67.1	Li	Lithium	0.2
C	Kohlenstoff	27.0	Rb	Rubidium	0.1
N	Stickstoff	8.3	P	Phosphor	0.1
Sr	Strontium	7.8	I	Jod	0.1

$$\text{Konzentration}_{\text{normiert@34,8psu}} = \text{Konzentration}_{\text{gemessen}} \times \frac{34,8 \text{ [psu]}}{\text{Salinität}_{\text{gemessen}} \text{ [psu]}}$$

Nährstoffe

Neben den Salzen sind im Wasser auch Nährstoffe (zb Nitrat und Phosphat) gelöst.

Diese entstehen u.a. durch Ausscheidungen und Nahrungsrückstände.

Nährstoffe sind IN GERINGEN MENGEN dringend notwendig da gewisse Lebewesen ansonsten verhungern. Steigen in unseren Aquarien diese Werte zu stark an kann dies zu Problemen führen. Deinen Nährstoff-Level im Auge zu behalten ist sehr wichtig - Die richtige Balance macht's!



Toxine (Gifte)

Toxine im Wasser, wie z.B. Schwermetalle, sollten natürlich generell vermieden bzw. stark verdünnt werden.



2.2 Salzkonzentration messen

Als Riffaquarianer solltest Du die Salzkonzentration unbedingt korrekt selbst messen können

Es gibt 3 verschiedene Typen von Messgeräten. Alle eignen sich gut zur Messung, es gibt jedoch deutliche Unterschiede in Qualität, Ablesbarkeit und damit Genauigkeit.

Beschreibung	Refraktometer	Spindel oder Zeigergeräte (Aräometer)	Leitwertmessung/ Salinity Managers
ca Preis	 50.- .. 100.- €	 15.- .. 50€	 ab 80€
Messgröße/Einheit	Lichtbrechung Süß-/Salz-wasser Angabe in [psu] bzw. [‰]	Typ-A) Dichte [g/cm ³] Typ-B) relative Dichte [-]	Leitfähigkeit (= el. Widerstand ⁻¹) [ms/cm]
Temperatur-Kompensation	Ja	Nein, muss zur Ermittlung des korrekten Salzgehaltes separat gemessen werden	Teilweise, je nach Gerät
Dauer-Messung möglich	Nein	Nein	Teilweise, je nach Gerät
Sonstiges - Nachteil + Vorteil	- Achtung vor Billig-Refraks aus China, sie sind häufig ungenau - Refraks sind häufig mit Referenzlösungen zu kalibrieren	- bruchempfindlich, - Verwendung eines zusätzlichen Gefäßes zur Messung empfohlen	- Elektrode von Zeit zu Zeit zu kalibrieren - Nur teure Geräte sind wirklich gut + Möglichkeit der Anbindung an Aquarien-Computer

Die Messmethoden liefern die Ergebnisse des Salzgehaltes in unterschiedlichen Einheiten, welche nur per Software ineinander umgerechnet werden können.

Definition „Salinität“

In der Riffaquaristik ist eine Salzkonzentration (Salinität in [psu]) von 34,8 optimal. 34,8 [psu] sind erreicht, wenn pro 1 Kilo Wasser genau 34,8 Gramm „reines Salz“ gelöst sind.



Achtung: Die zuzugebende Menge an Salzmischung für [34,8 psu] auf 1 Liter ist höher als 34,8 Gramm, da die Salzmischungen auch noch andere Inhaltsstoffe beinhalten.

Die Sache mit der Wassertemperatur beim messen...

Die Salinität ist der einzige **temperatur-unabhängige Meßwert**. Messgeräte die Dichte, relatives Gewicht/spezifische Dichte sowie Leitwert messen sind üblicherweise **temperatur-abhängig**!



Grund: Wasser hat im für uns relevanten Bereich (20 ... 30°C) bei steigender Temperatur abnehmende Dichte was gleichzusetzen ist mit leichter Ausdehnung (Volumenzunahme).

Temperatur	Dichte von Wasser bei angeg. Temperatur [g/cm ³]
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.



Bei allen anderen Messungen der Salzkonzentration außer der Salinität in [psu] solltest du unbedingt die Temperatur beim Messen mitberücksichtigen, da sie direkten Einfluss auf das angezeigte Ergebnis hat!

Messwert		bei 20°C	bei 25°C	bei 30°C
Salinität	[psu]	34,8	34,8	34,8
oder [‰]				
Dichte	[g/cm ³]	1,0246	1,0232	1,0216
Spezifische Dichte	[/]	1,0276	1,0262	1,0246
Leitwert	[ms/cm]	47,67	52,80	58,05



Empfohlen: Salzkonzentration in Salinität umrechnen selbst, wenn sie mit anderen Messgeräten als Refraktometer gemessen wurde.

Tabellen zur Umrechnung in Salinität findest siehe Anhang:

([Dichte → Salinität](#) , [Relative Dichte → Salinität](#) , [Leitwert Dichte → Salinität](#)) oder in AquaCalculator



Salinitäts Umrechnungen

Salinität [psu] bei Temperatur [°C]

Dichte [g/cm³] [g/cm³] bei 25°C

Rel. Dichte/spezif. Dichte [-]@25,0°C [-]@25,0°C bei 25°C

Leitwert [ms/cm] [ms/cm] bei 25°C

2.2.1 Messen mit Refraktometern:

- Verwende **Refraktometer die für Meerwasser**, nicht solche die auf NaCl **kalibriert sind** (Abweichung ca ~1 psu)
- Refraktometer sollten regelmässig mit **Referenz-Lösung** (Salzwasser einer genau bekannten Salinität) im Bereich in dem später auch angezeigt/gemessen werden soll **eingestellt werden**. Einstellung mit destilliertem- /Umkehrosmosewasser auf Salinität 0 ist nicht sinnvoll!
- Lese die angegebene **Salinität in [psu]** (oder [‰]) ab.
Verwende NICHT den auf Refraks häufig mit angegebenen Dichtewert!
(Mir ist nicht ersichtlich warum die Hersteller diesen Wert weiterhin aufdrucken er ist irreführend)
- Verwende nur Refraks mit Automatischer Temperatur Kompensation (ATC)



2.2.2 Messen mit Aräometern:

- Verwende **gut ablesbare Geräte** mit möglichst großem beschriftetem Messebereich.
- Messe außerhalb des Aquariums. Ein separates, **transparentes und schlankes Gefäß zum Messen** ist optimal (500ml, schlanker & hoher Messzylinder).
- Halte das Gerät **frei von Salzrückständen**. Ansonsten werden falsche Werte angezeigt.
- Die Wassertemperatur beim messen beeinflusst das Messergebnis



„Dichte“ oder „relative/spezifische Dichte“?

Angezeigte Meßwerte sind unterschiedlich für Geräte die in „Dichte“ bzw. anderen die in „relativer Dichte“ kalibriert (= bedruckt) worden sind.

	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 ³]	[-] Einheitenlos!
Sonstiges	Temperaturaufdruck 25/4°C oder nur 25°C	Temperaturaufdruck 25/25°C Diese Geräte findet man häufig in USA

2.2.3 Messen mit Leitwertmessgeräten:

- Geräte gemäß Bedienungsanleitung bedienen
- Messsonde regelmässig mit **Referenz-Lösung** (Salzwasser einer genau bekannten Salinität) im Bereich in dem später auch angezeigt/gemessen werden soll **einstellen (Kalibrieren)**
- Die beim messen beeinflusst das Messergebnis.
Hochwertige Geräte bieten eine automatische Temperaturkompensation



2.3 Wasserwerte messen (Konzentrationen)



Als Riffaquarianer solltest Du die wichtigsten Wasserwerte unbedingt jederzeit selbst messen können !

In deinem Riffaquarium wirst du gewisse Wasserwerte Einstellen. Manchmal wirst Du bei Problemen auch schnell reagieren wollen.



Ermittelte Messergebnisse müssen richtig / vertrauenswürdig sein!

Legst Du hier nicht ausreichenden Fokus, kann es passieren, dass Du ausgehend von falsch ermittelten Werten falsche Massnahmen ergreifst.

Dies ist besonders wichtig, wenn Du Steinkorallen oder andere anspruchsvolle Tiere pflegen möchtest.

Es gibt gute Gründe selbstermittelten Messwerten nicht einfach blind zu vertrauen.

- Testkit hat unzureichende Qualität, unzureichende Genauigkeit oder es wurde eine fehlerhafte Charge ausgeliefert
- Testkit wurde falsch gelagert
- Haltbarkeitsdatum überschritten
- Anwenderfehler: Test nicht genau gemäß Anleitung durchgeführt
- Anwenderfehler: Test falsch abgelesen

Fazit: Wir lernen richtig messen!



2.3.1 Dokumentation Deiner Wasserwerte, Fortschritte, Katastrophen

Du weißt nun worauf es ankommt, wie du messen solltest und in welchem Bereich Deine Wasserwerte sein sollten. Super!

Die dabei ermittelten Messergebnisse solltest Du Dir notieren um daraus auch Rückschlüsse ziehen zu können.

**Wie verbesserten oder verschlechterten sich Deine Werte über die Zeit?
Wodurch wurde etwas besser / schlechter?**

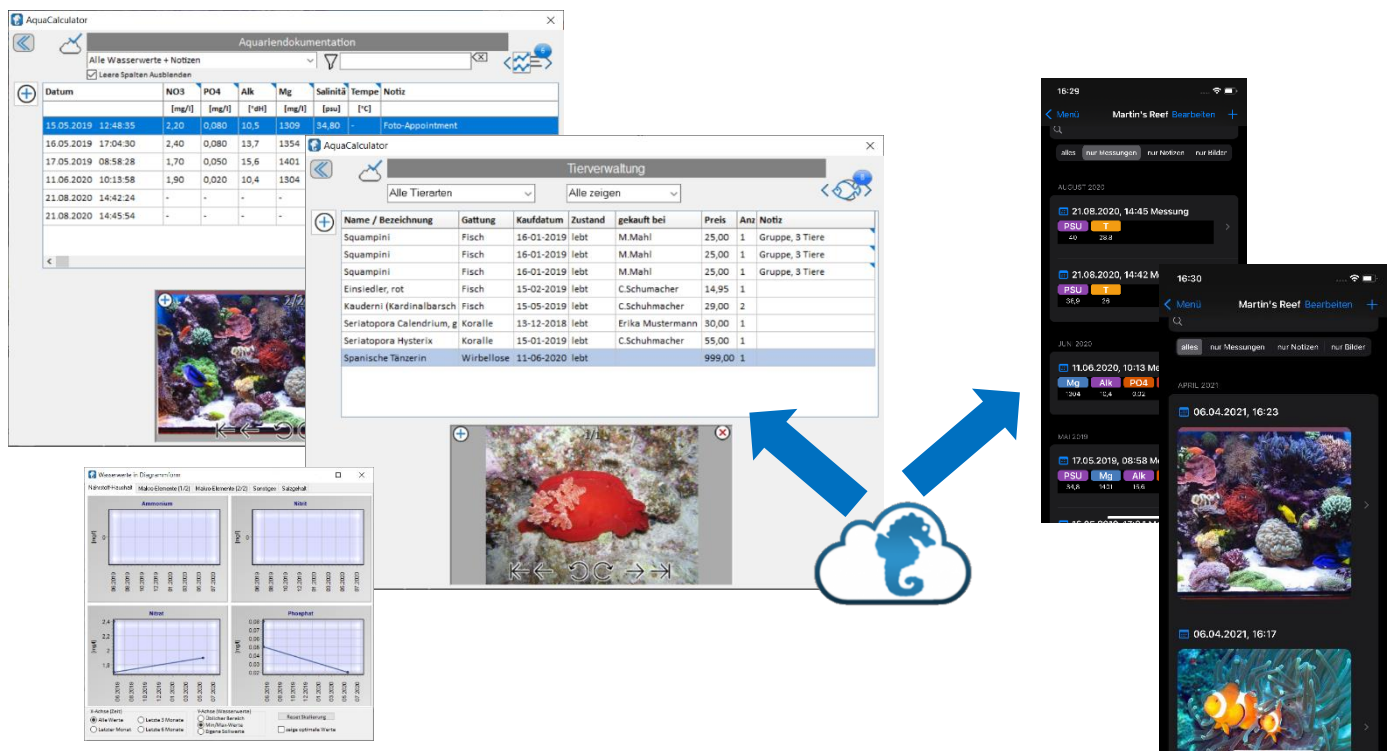
- Neue Chemikalien oder Umstellung in der Dosierung)
- Durchgeführte Wasserwechsel?
- Durchgeführte Umbauten oder Wartungsmassnahmen?
- Neue Technik eingebaut?
- Ausfälle der Technik?
- Hast Du neue Fische oder Korallen eingebracht?

**Auf dem Weg zu deinem Wunsch-Aquarium
ist es vorteilhaft eine Dokumentation
über Dein Becken und optimalerweise auch über deine Tiere zu führen.**

Ob und wie du das machst bleibt natürlich Dir überlassen.



Die gezeigten Screenshots zeigen die Aquarien-Dokumentation und Tierverwaltung von **AquaCalculator** für **Windows** und **iOS** (synchronisiert über die eigene aCloud-Lösung).



2.3.2. Referenzlösungen sind super!



Kalibriere als erstes „Deine eigene Art zu messen“ sowie die „Testkits“. Damit kannst du selbst mit Tests für den Heimbereich (zB.: Tröpfchentests) ausreichend genaue Meßergebnisse zu erzielen!

Bereits VOR der ersten Verwendung eines (neuen) Tröpfchentests solltest du diesen an einer sog. **Referenzlösung** überprüfen. Eine Referenzlösung ist eine bewusst eingestellte, Wasserprobe auf deren Werte du Dich verlassen kannst.

Bei hochwertigen Testkits wird sie mitgeliefert oder man kann sie separat kaufen.

Die eingestellten Werte dieser Wasserprobe befinden sich i.d.R. auf dem Optimal-Niveau dieses Wasserwertes (Ca, Mg, Alkalinität), bzw. auf einem günstigen Wert um die gemessenen Nährstoffwerte überprüfen zu können (N₃, PO₄, Si).

FM Multi-Referenz zur Prüfung der Genauigkeit mehrerer
Messgrößen
(Salinität, Nitrat, Phosphat, Calcium, Magnesium,
Karbonathärte, Kalium, Strontium, ...)



Einfache Kalibrierung von Wassertests mit Referenzlösungen

1. Messe mit jedem deiner Wassertestkits zuerst eine Probe der Referenzlösung (nicht des Beckenwassers!)
2. a) Ist der gemessene Wert identisch mit dem bei der Stammlösung angegebenen Wert ist alles bestens → Du kannst den Ergebnissen dieses Tests vertrauen.
b) Ist dies nicht der Fall
→ Ermittle den Korrekturfaktor (KF) zwischen Stammlösung und angezeigtem Wert

Bsp.: angegebener Wert Mg-Stammlösung 1350 mg/l
 gemessener Wert der Stammlösung 1300 mg/l
 → KF = Angegebener Wert / Messwert (1350mg/l / 1300 mg/L = **1,038**)

Vermerke den Korrekturfaktor, am besten direkt auf der Verpackung oder Bedienungsanleitung des Wassertests. Berücksichtige diesen nun bei jeder folgenden Messung des Becken-Wassers.

Neu gemessener Wert Beckenwasser	1180 mg/l
bereits ermittelter Korrekturfaktor	1,038
Korrigierter Wert Beckenwasser	1180 x 1,038 → 1225 mg/l

3. Wenn Du deine Testkits längere Zeit benutzt, solltest Du den Kalibrierungsprozess öfters wiederholen

Anmerkung: Die hier angeg. Methode geht davon aus, dass der Test überhaupt dazu in der Lage ist den gew. Wasserwert zu überprüfen, und die Abweichung nicht zu extrem ist. Ebenso wird eine 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!)



Wenn Du Deine Wasserparameter mit AquaCalculator dokumentierst, nimmt dir das Programm die notwendige Umrechnung der von dir gemessenen Werte mit den Korrekturfaktoren ab. Beim abspeichern der Werte wird der „Korrigierte“ Messwert gespeichert.

2.3.3 Checkliste zum Messen von Wasserwerten



- Keine NoName-Tests verwenden
- Angaben der Hersteller, sowie evtl. Haltbarkeitsdatum der Tests beachten (Einige Tests sollten gekühlt aufbewahrt werden)
- Nur bewusst für Salzwasser geeignete Tests verwenden
- Messung sollte immer zur selben Tageszeit, bei gleicher Wassertemperatur und nicht kurz nach der Fütterung erfolgen (Die Tageszeit ist speziell bei pH-Messung wichtig!)
- Zu untersuchendes Wasser sollte sauber sein und immer an derselben Stelle im Becken entnommen werden
- Konzentrationsmessungen von Elementen die im Meerwasser gelöst sind (Ca/Mg/..) sind nur vergleichbar wenn sie bei gleicher Salinität gemessen wurden.
- 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 deswegen u.a. unterschiedlich farbige Spritzen.
- Chemikalien und Wasserprobe blasenfrei aufziehen.
- Bei Tests bei denen eine genaue Menge an zuzugebendem 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) Flaschen 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 optimal).
Messe immer zur gleichen Tageszeit (Tageslichtintensität) und wenn Du ausgeruht bist.
- 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. Auch kein rostfreier Stahl denn selbst dieser korrodiert in Meerwasser. Messelektroden sollten wenn möglich nicht aus Stahl sein. Keinesfalls aber aus Kupfer oder Messing.
Temperatur-Messfühler lassen sich z.B. mit Folie oder Kunststoff überziehen.

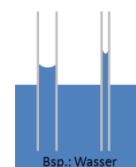
2.3.4 Tipps zum Messen mit Spritzen, Küvetten und Aräometern

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

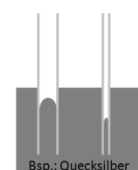


Kapillareffekt: Beim Eintauchen einer dünnen oben und unten offenen Röhre (Kapillare) sinkt ODER steigt der Wasserspiegel darin. Je dünner die Kapillare desto größer der Effekt.

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



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



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.

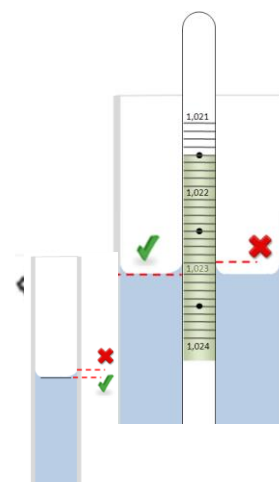
Ablesen von Aräometern

Lese den Wert am Wasserspiegel, nicht den oben am Meniskus (Wölbung) ab.

Starte dazu Deinen Blick von unten und nähere ihn dem Wasserspiegel.

Wenn die, zunächst elliptisch erscheinende, Grundfläche zu einem Strich wird liest Du den Wert ab.

Nicht vergessen: Temperaturmessung parallel zur Ablesung unbedingt erforderlich



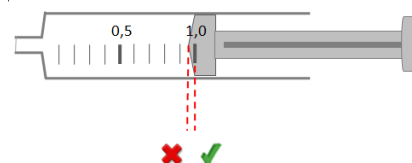
Ablesen von Küvetten

Vorgehen wie bei Aräometern, von unten kommend ablesen

Ablesen der Füllmenge einer Spritze

Bei leicht pfeilförmig Spritzen, liest du am Rand des Kolbens ab.

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



Spritzen mit Aufsatz

Der Aufsatz dient dazu den Inhalt langsam und gezielt entleeren zu können.

Es ist normal das beim Aufziehen innen in der Spritze ein Luftpolster entsteht.

(Aufsatz war mit Luft gefüllt, welche dann in die Spritze gezogen wird).

Halte die Spritze immer mit der Spitze nach unten. Dadurch verbleibt/sammelt sich die Luft oben am Kolben. Wenn die Spritze dann entleert wird, entleert sich das Luftpolster auch wieder am Ende.

2.3.5 Empfohlene Testkits (Heimbereich)

Es gibt inzwischen viele gute Wassertest-Kits. Wir empfehlen die Produkte namhafter Hersteller.



Empfehlenswerte Tröpfchentests

Wassertest für	Formel	Produkt / Hersteller (in alphabetischer Reihenfolge)
Ammoniak/ Ammonium	NH_3 NH_4^+	Tropic-Marin , RedSea
Nitrit	NO_2^-	Fauna Marin , Tropic-Marin, Salifert, RedSea, Sera, Tetra, JBL
Nitrat	NO_3^-	Fauna Marin , Tropic-Marin, Salifert, Visocolor Eco Machery Nagel
Phosphat	PO_4^{3-}	Fauna Marin , Row, Red Sea, Salifert, Tropic-Marin,
Calcium	Ca	Salifert , Fauna Marin, Tropic-Marin, RedSea
Karbonathärte	-	Fauna Marin , Tropic-Marin, RedSea
Magnesium	Mg	Salifert , Fauna Marin, Tropic-Marin
Kalium	K	Fauna Marin , Tropic Marin, Salifert
pH-Wert	-	- Alle bekannten Hersteller liefern gute Testkits - Verwende keine Streifentests, da ungenau
Silicat	Si/SiO ₂	Salifert , Tropic-Marin

Werte in [blau](#) = von mir selbst aktuell bevorzugter Test

Meine Kriterien für gute Wassertests:

- Genauigkeit (Prio-1: Reproduzierbarkeit, Prio-2: Abweichung)
- Gute Ablesbarkeit
- einfaches Handling
- Preis/Leistungsverhältnis

2.4 Wassertests aus dem Labor (ICP-OES und IC Analysen)

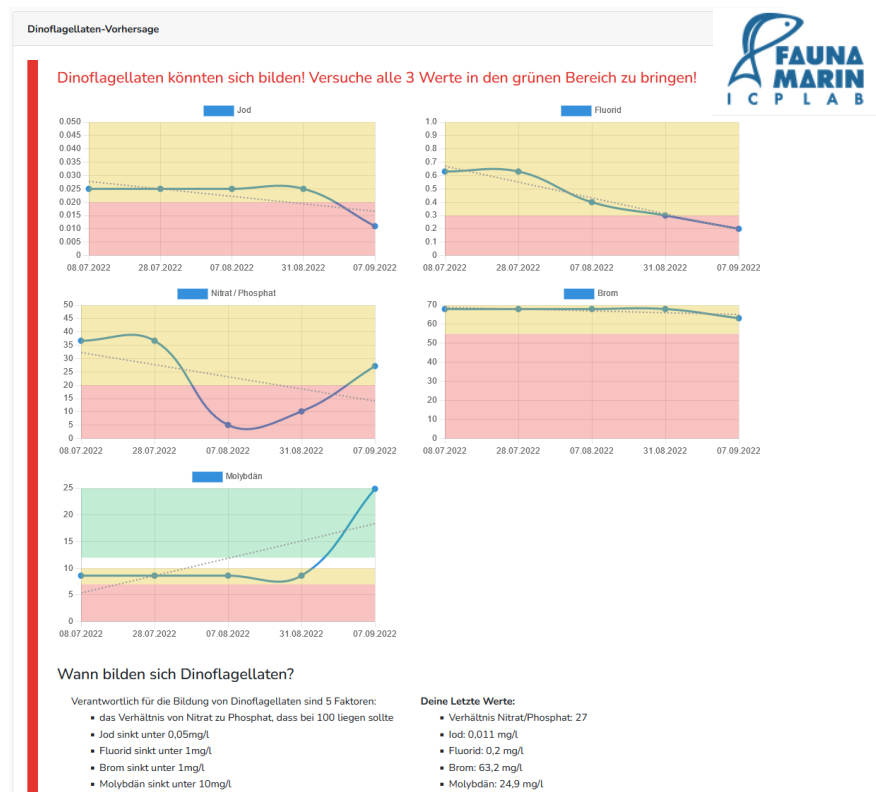
Diverse größere Anbieter von Meerwasser-Produkten investieren derzeit intensiv in Salzwasser-Analytik und die entsprechenden Labore/Messgeräte.



Aquarianer haben dadurch den Vorteil das praktisch ALLE nur denkbaren Wasserparameter ermittelt werden. Die Meßwerte werden höchst genau gemessen und angegeben.

Diverse Anbieter bieten, teilweise für einen Preisaufschlag, noch ein Beratungspaket an. Abhängig von den Ergebnissen erhält man zusätzlich eine spezifische **Detailanalyse** mit einer Empfehlung welche Parameter man optimieren sollte und wie das erfolgen kann. Speziell für Aquarianer, die auch schwierigst zu haltende Steinkorallentypen pflegen wollen, ist das ein lohnender Service.

Seit 09/2022 ganz neu auf dem Markt: Mittels **künstlicher Intelligenz** werden mehrere vorliegende ICP Ergebnisse ausgewertet und möglicher **Kieselalgen-, Cyano-, Dinoflagellaten-, Fadenalgen-, RTN-, STN- und Parasitenbefall vorab prognostiziert**.



So läuft eine ICP Analyse ab

1. Kauf eines **ICP-OES Testkits** (ca. 40€) oder **ICP-OES +IC Labor-Testkits** (ca 100€ incl. Beratung)
Enthalten: Probenbecher/-röhrchen & Plastikspritzen zur Wasserentnahme
2. Entnahme **Wasserprobe** aus eigenem Becken → **Verpacken + Versand** an Labor
3. Abwarten Analyse. Ergebnisse und evtl. Beratung erhält man per e-mail oder Web-Zugang

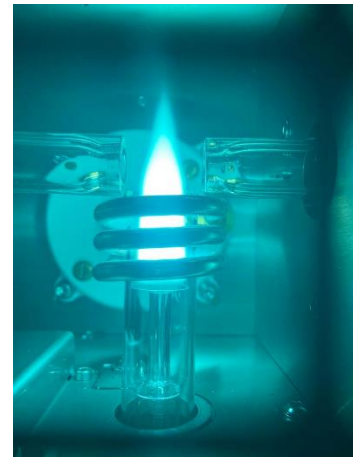


Messmethode:

[ICP-OES](#)

evtl. zusätzlich

[IC](#)



2.5 Wichtige Wasserparameter und Häufigkeit der Messungen

Wasserwert	Formel	Häufigkeit der Messung
Wassertemperatur		- Ständig (Ausschließen Fehler Heizung/Kühlung)
Salzkonzentration		- Bei Neubefüllung - vor/nach jedem Wasserwechsel - Zur Kontrolle 2x / Monat
Ammoniak (Ammonium)	NH_3 (NH_4^+)	- um festzustellen das die Einfahrphase beendet ist - bei Auffälligkeiten im Becken v.a. bei Fischen
Nitrit	NO_2^-	- um festzustellen das die Einfahrphase beendet ist
Nitrat	NO_3^-	- Anfangs 1x /Woche - bei stabil laufenden Becken 1x / Monat
Phosphat	PO_4^{3-}	- Anfangs 1 x /Woche - bei stabil laufenden Becken 2 x Monat
Calcium	Ca	- zunächst 1 x /Woche - bei bekanntem Ca-Verbrauch im Becken seltener
Karbonathärte/ Alkalinität	-	- zunächst 1 x /Woche - bei bekanntem Ca-Verbrauch im Becken seltener
Magnesium	Mg	- ca 1x / Monat - bei bekanntem Mg-Verbrauch im Becken seltener
pH-Wert	-	Anfangs 1 x /Woche wenn Becken stabil, seltener
Silicat	Si/SiO ₂	- ca 1 x / Monat, Überprüfung des verwendeten Süßwassers vor Ansetzen Salzwasser oder Nachfüllanlage

Anmerkung: Gültig für Becken mit anspruchsvollen Tieren/Korallen.

Je nach Besatz des Beckens müssen nicht alle Werte überprüft werden und die Messintervalle können seltener sein. Z.B.: Bei reinen Fischaquarium oder unempfindlichen Weichkorallen.

Bei neu gestarteten Becken, speziell wenn du dich noch innerhalb der Einfahrphase befindest, sind die Wasserwerte noch nicht aussagekräftig. Sie sollten allerdings vor dem Einsetzen von Fischen und Korallen überprüft und als OK eingestuft werden.

2.6 Empfohlene Wasserwerte für Riffaquarien

	Beschreibung / Formel	In Riffaquarien - Empfohlener Bereich - optimaler Wert	In natürlichem Meerwasser	Einheit / Kommentar
Allgemeine Werte	Wassertemperatur	23,5 - 28,3 24,0 – 26,0	Je nach Gebiet/Jahreszeit 23 .. 29	[°C]
	Salzgehalt			
	a) Salinität	33,0 - 36,0 34,5 – 35,0	34	[psu]
	b) Dichte @25°C	1,021 - 1,024 1,0233	1,0225 - 1,024	[g/cm³]
	c) spez. Dichte @25°C	1,024 - 1,027 1,0263	1,0255 - 1,027	[]
	d) Leitwert @25°C	50,4 - 54,5 53	51,7 - 54,5	[ms/cm]
Nährstoffe	Silicat Si	0,0 - 0,3 0,0	Offenes Meer: 0 - 10 Korallenriffe: 0,1 - 0,2	[mg/l]
	pH-Wert	7,7 - 8,5 8,0	8,2	Max. Änderung Tag/Nacht: 0,5
	Ammonium NH ₄	0 - 0,1 0	0,0 - 0,1	[mg/l]
	Nitrit NO ₂	0 - 0,10 0	0,0001	[mg/l]
Mengen-Elemente	Nitrat NO ₃	1 - 20 1 – 8 (≠ 0 !)	0,01 - 0,5	[mg/l]
	Phosphat PO ₄	0,05 - 0,5 0,01 – 0,10 (≠ 0 !)	0,001 - 0,1	[mg/l]
	Alkalinität @34,8 psu			
	a) in Karbonathärte	5 - 10 6-8	6,5	[°dH]
Sonst.	b) in mEq/l	1,8 - 3,6 2,2-2,9	2,3	[mEq/l]
	c) in Parts per Million	90 - 180 110-140	116	[ppm]
	Calcium @34,8 psu Ca	360 - 480 400 – 450	420	[mg/l]
Sonst.	Magnesium @34,8 psu Mg	1100 - 1400 1280 – 1350	1280-1400	[mg/l]
	Kalium @34,8 psu K	330 - 420 380 (< 460!)	398	[mg/l]
	Jod J	Schlecht messbar	0,06	[mg/l]
Sonst.	Strontium @34,8 psu Stro	2 -10	7,8	[mg/l]

Empfehlung für Riffaquarien mit Mischbesatz (Fische, Wirbellose, anspruchsvollere Steinkorallen, etc).
Bei wenig anspruchsvollen Tieren/reinen Fischbecken sind einige Parameter nicht von Relevanz.

2.8 Wasseraufbereitung oder Leitungswasser?



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

Die meisten Wasserversorger haben 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!

Planst Du trotzdem Leitungswasser zu verwenden, empfiehlt sich ein Check folgender beim Wasserversorger erhältlichen Wasserwerte.

Nachteilig:

- Erhöhte Nährstoff und Silikat-Konzentration (Nitrat, Phosphat und Kieselsäure/Silikat)
- Jegliche Schwermetalle (Eisen, Kupfer, Blei, ...) v.a. auch in alten Wasserleitungen
- Hoher Chlorgehalt, speziell in Sommermonaten

Unbedenklich:

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

.... da im Meerwasser bereits vorhanden.

Die restlichen vom Wasserversorger angegebenen Werte sind von geringem Belang.



Fast alle im Handel erhältlichen Salzmischungen sind außerdem darauf ausgelegt, dass sie bei Verwendung von **aufbereitetem Wasser** (nicht Leitungswasser), optimale Wasserparameter im damit angesetzten Salzwasser einstellen.

Verwendest Du Leitungswasser, werden die Inhaltsmengen um die schon im Ausgangswasser beinhaltete Dosis erhöht und damit evtl. zu hoch.

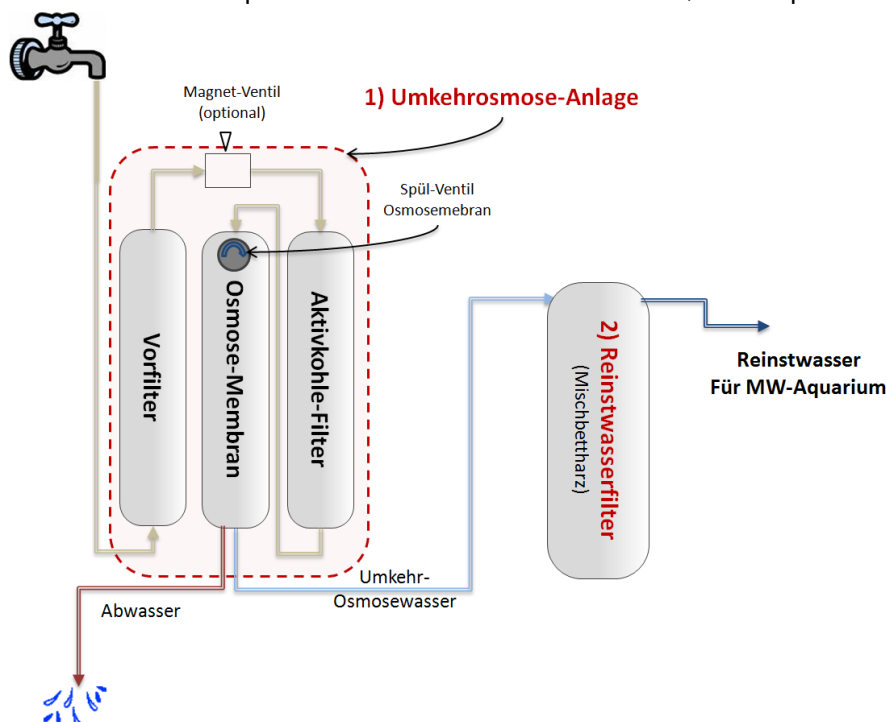
In den meisten Fällen ist die Wasserqualität für ein sauber laufendes Meerwasserbecken nicht ausreichend. Die Anschaffung einer geeigneten Wasseraufbereitungsanlage gehört somit eigentlich zur Grundausstattung. Nur bei kleinen Aquarien empfiehlt es sich eventuell sauberes Ausgangswasser zu kaufen statt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

Die richtige Wasseraufbereitung

Bei bis zu mittelgroßen Becken ist eine **Umkehr-Osmoseanlage** (= UOA) mit nachgeschaltetem **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)

Element	Rückhaltequot e [%]	Element	Rückhaltequot e [%]	Element	Rückhaltequot e [%]
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

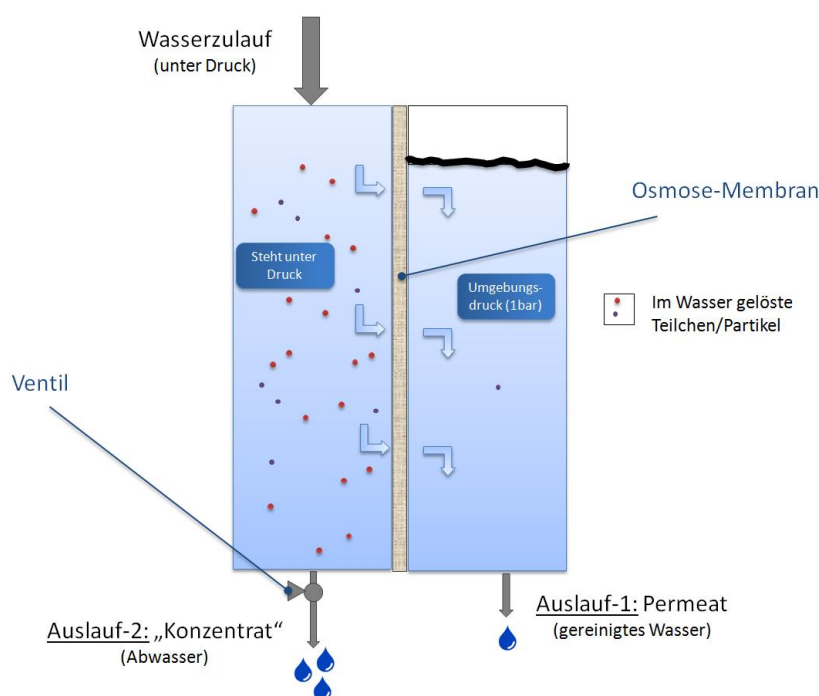


Silikat wird allerdings nicht ausreichend für die MW-Aquaristik entfernt.

Erst in einem Reinstwasser-Filter 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 auch möglich. Dadurch, dass das Harz dann neben dem Silikat auch alle anderen Inhalts-/Schadstoffe des Ausgangswassers binden muss, wird es schnell verbraucht (wenig sinnvoll...).

Funktionsskizze einer Umkehr-Osmose-Membran.

Um eine möglichst große Oberfläche und damit gute 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 Membran 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 aufrechterhalten werden. Dieses Wasser reichert sich aber mit gelösten Verunreinigungen an und muss deswegn 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 du dies, wird die Permeatmenge sinken und die Konzentratmenge steigen.

Du merkst dies auch daran, dass die UOA 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 zusammen 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. → Häufigere Wechselintervall bei „viel Chlor im Wasser“ notwendig.

Osmose-Membran: Diese verschleißt in der Regel nicht! Manche Aquarianer empfehlen „spülen“ alle 2 Wochen für ca 5 Minuten. Durch das vermehrte Vorbeilaufen von Wasser an der Membran sollen anhaftende Partikel weggespült werden. Ich halte das 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.

So prüfst du die Funktion einer Osmoseanlage:

- Leitwert des Permeates $\leq$ 5% Leitwertes des Leitungswassers
- KH-Test schlägt beim Permeattest bei sehr geringen Werten um (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

TEIL 3 – Wirkungen der Inhaltsstoffe von Meerwasser



3.1 Salzkonzentration

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.

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 defekte Niveau-Regulierung)

Anfällig auf stärkere Schwankungen sind vor allem diverse Arten von Garnelen, aber auch Anemonen und weitere niedere Tiere.

Bei Änderungen am Salzgehalt, sind automatisch auch immer die in den Salzen enthaltenen Mengen und Spurenelemente (ebenfalls Salze) mitbetroffen.

Größere Abweichungen solltest du nicht zu schnell korrigieren (~1psu verteilt auf 1 Tag).

3.2 Wassertemperatur



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

- Mit zunehmender Temperatur steigt der Grundumsatz der Tiere.
Als Konsequenz verbrauchen diese mehr Sauerstoff, CO₂, Nährstoffe, Calcium und Alkalinität. Dadurch steigt häufig die Geschwindigkeit des Wachstums aber auch die Menge Ihrer Ausscheidungen.
- Die Temperatur hat Einfluss auf die Löslichkeit von einigen Gasen.
Sauerstoff und CO₂ lösen sich z.B. bei hoher Temperatur schlechter als bei niedriger.
- 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 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 überhitzen kann.

3.3 pH-Wert



Der pH-Wert gibt an wie „sauer“ oder „alkalisch“ das Wasser ist. Er deswegen ist mit der entscheidendste Wert für das WOHLBEFINDEN unserer Aquarienbewohner. Er sollte im Auge behalten werden, und häufiger mit überprüft werden da er ein Indikator für sich andeutende Probleme sein kann.

Aus diesem Grund sollten neue Tiere langsam ans Becken aklimatisiert werden. Negative Auswirkung eines abweichenden pH-Wertes sind Stress bzw. schlechteres Allgemeinbefinden.

3.4 Calcium-Karbonat



Viele Korallen benötigen Calcium-Karbonate um Ihre Skelette zu bauen. Dabei verwenden sie Bikarbonate das sie in Karbonat umformen. Die Bereitstellung einer passenden Calcium-Karbonat Konzentration im Wasser ist auch einer der wichtigsten Parameter zur erfolgreichen Haltung von Tridacna-Muscheln und Kalkalgen.

Ein guter Indikator für eine korrekte Calcium-Karbonat Konzentration ist deswegen auch das Kalkrotalgen-Wachstum.

Durch den ständigen Verbrauch von Korallen und anderen Organismen sinkt die Calcium-Karbonat-Konzentration und muss deswegen künstlich angepasst werden.

Alkalinität

Alkalinität (oder auch Karbonathärte) im Salzwasser, ist die Menge an Säure die notwendig ist um einen pH-Wert von 4,3 zu erreichen. Je höher die Alkalinität, desto höher das Säurebindungsvermögen, was für einen stabileren pH-Wert sorgt.

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

Calcium

Für die Bildung von Calcium-Karbonat wird eine ausreichend hohe Calcium Konzentration benötigt. Es gilt aber keinesfalls der Umkehrschluss „je mehr Calcium desto besser“, da dieses ansonsten in unseren Becken in Form von ungewollten Ablagerungen ausfällt.

3.5 Magnesium



Die im Salzwasser gelöste Menge an Calcium und Karbonaten ist so hoch, dass es dieses normalerweise ausfallen, also festen Kalk bilden würde. Magnesium verhindert das. Es blockiert wirksam die Oberfläche von Calciumkarbonat-Kristallen, so dass diese nicht weiterwachsen 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 entspr. Dosierung, auf einem konstanten Level zu halten.
Wird zu viel Magnesium zugeführt, fällt es als Magnesiumkalk aus.

Achtung: Einige Methoden vernachlässigen die Magnesium-Konzentration (z.B. Kalkwasserzuführung, Kalkreaktor). Mg solltest Du in diesem Falle durch Dosierung aufrechterhalten.

3.6 Kalium

K

Kalium kommt im natürlichen Meerwasser als sechst häufigstes Element vor (~400mg/l). Es ist allerdings bereits bei geringer Überdosierung (> 460 mg/l) giftig für empfindliche Tiere!

Die im Aquarien-Fachhandel erhältlichen Tests liefern nicht unbedingt ausreichende Messgenauigkeit (Vergleich mit Referenzlösungen und Routine erforderlich!). Da die positiven Auswirkungen zusätzlicher Kaliumdosierung nicht sehr stark sind, wird eine **Zudosierung nur für Fortgeschrittene und nur unter ständiger Kontrolle der Wasserwerte empfohlen.**

3.7 Strontium

Sr

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.

3.8 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 war die Dosierung von Jod früher eher umstritten, inzwischen wird sie befürwortet. Allerdings: Jod ist flüchtig und muss ständig nachdosiert werden.

3.9 Ammoniak



Das giftige Ammoniak befindet sich in einem dynamischen Gleichgewicht mit dem ungiftigen Ammonium (NH_4^+). Je höher der pH-Wert, desto mehr Ammonium wandelt sich in Ammoniak um. Ammoniak (NH_3) wird von den meisten Lebewesen im MW-Aquarium beim Stoffwechselprozess stetig ausgeschieden.



Für die meisten Lebewesen ist Ammoniak stark toxisch (Tiere $> 0,2 \text{ mg/l}$, pflanzliches Plankton $> 0,1 \text{ mg/l}$). Bei Fischen werden 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) Eine besonders effektive Filtertechnik, wie z.B. Zeolithe, zu schnell abgesetzt wird.
- d) Zusätzlicher lebender Sand (Live-Sand) frisch zugesetzt wird

3.10 Nitrit



Nitrit ist im MW-Aquarium für Fische deutlich weniger toxisch als Ammoniak und gesunde Bewohner überstehen selbst hohe 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 darauffolgenden Abbau des Nitritwertes, er fällt in einen Bereich von $0,1 \text{ mg/L}$ oder darunter, kann man erkennen, dass sich genug nitritabbauende Bakterien gebildet haben. Frühestens ab diesem Zeitpunkt sollte 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).

3.11 Nitrat



Eine erhöhte Nitrat Konzentration ist für Fische nicht toxisch, führt aber 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.

3.12 Phosphat



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

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

Korallen können 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).



Fast noch **wichtiger als genau Passende** (niedrige aber nicht zu niedrige Konzentration), ist das sich die **PO₄-Konzentration nicht zu schnell ändert**.

Speziell Steinkorallen (SPS) reagieren auf zu schnelle Absenkung extrem sensibel mit fast blitzartigem Absterben Ihrer Zooxanthellen/Polypen (RTN = Rapid tissue necrosis / schnelles Absterben der Polypen)

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 sind aber auch ungeeignete Aktivkohle sowie ungeeigneter Korallenbruch eines Kalkreaktors eine mögliche PO₄-Quelle.

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

3.13 Silikat



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.



Da die Folgen unschön und lästig sein können ist meine Empfehlung das fürs Aquarium verwendete Ausgangswasser vollkommen silikاتفrei zu halten. Behalte die Silikat-Konzentration im Becken im Auge (messen oder auf erscheinen von Kieselalgen achten) und optimiere bei Notwendigkeit deine Wasseraufbereitung.

3.14 Weitere wichtige Elemente?

Glückwunsch: Hast du diese Werte bis hier im Griff, kannst du Aquarien pflegen die für 99% der Aquarianer einen Top-Zustand darstellen!

Speziell für die Pflege von einigen wenigen SEHR anspruchsvollen Gattungen an Steinkorallen ist es angeraten noch einen Schritt weiter zu gehen und auch auf weitere Spurenelemente spezifisch zu achten. Ebenso gilt es dann „gewisse Verhältnisse in einen optimalen Bereich zu bringen“. Hierzu bist Du allerdings dann auf regelmäßige ICP Analysen angewiesen da du die Konzentrationen dieser Elemente nicht selbst messen kannst.

Wir verweisen hierzu auf die umfangreiche [Wissensdatenbank von](#)



TEIL 4 – Salzkonzentration anpassen



4.1 Meersalzmischungen für Aquarien

MW-Aquarien Salzmischungen

Die Konzentrationen der Mengen/Spurenelemente liegen üblicherweise sehr nahe an denen von natürlichem Salzwasser. Diese Mischungen sind geeignet für alle Becken bei denen die Mengenelemente (Ca, Alk und Mg) sowie evtl. auch Spurenelemente ohnehin durch Dosierung oder eine andere Methode ausgeglichen werden, oder für reine Fischaquarien.

Spezielle Riffaquarien Salzmischungen

sind etwas teurere Salzmischungen und haben eine erhöhte Konzentration an Mengen/Spurenelementen. Diese können bei regelmäßig durchgeführten Wasserwechseln und weniger anspruchsvollen Becken (wenig/keine Steinkorallen) eine Option sein weniger bis nichts „zudosieren“ zu müssen



Es gibt außerdem „Komplettes Salzwasser“ oder „Salzwasserkonzentrate die noch mit Wasser gemischt werden müssen“. Die Kosten sind aufgrund hoher Transportkosten meist überhöht.



All diese Salzmischungen sind sehr gut für Meerwasseraquarien geeignet. Verwende diejenigen die den von Dir angestrebten Wasserwerten möglichst nahekommen. Die Hauptunterschiede von eher teureren Produkten zu günstigeren liegen vor allem in der geringeren Schadstoffbelastung.



Verwende aber in jedem Fall spezielle Meerwasser-Aquariensalzmischungen, auf keinen Fall Kochsalz, Streusalz oder ähnliches.

Die benötigte Salzmenge richtet sich nach diversen Faktoren

- Der von dir gewünschten Salz-Konzentration
- Gesamtwasservolumen deines Aquariums bzw der gewünschten Wechselmenge bei einem Wasserwechsel
- Der von der verwendeten Meersalzmischung abhängigen notwendigen Salzmenge/Liter zum Erreichen einer bestimmten Salzkonzentration

Als Richtwert gilt es eine Salinität von ca. 34,8 [psu] einzustellen und zu halten. Dies entspricht der Salzkonzentration in vielen tropischen Rifften.



Die Menge an Salz die du zu 1 Liter dazugeben musst um 34,8 [psu] Salinität zu erhalten ist je nach Hersteller und Salzart unterschiedlich!

Er liegt üblicherweise **zwischen 38 und 41 Gramm Salz je Liter Süßwasser**.

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.

5.3 Salzmengenberechnung

Diverse Hersteller empfehlen: „zuerst eine gewisse Menge Salz zuzugeben“, anschliessend die „Salz-Konzentration zu messen“ und je nach Messwert „mehr Salz zuzudosieren“.

Das ist natürlich nicht besonders praktisch/einfach.

Ebenfalls sind in den Salzmischungen enthaltene Konzentrationen von Ca, Alk, und Mg häufig nicht auf eine gewisse Salinität bezogen und damit schlecht vergleichbar.



Die wohl bequemste und sicherste Möglichkeit die Salzkonzentration anzupassen ist die Verwendung von **AquaCalculator** und einer genauen **Haushaltswaage** zum abmessen der benötigten Menge an Meersalzmischung. Ebenso bekommst du hier einen Überblick über die wichtigsten Parameter der Salmischungen wie zB Ca, Alk und Mg-Konzentrationen.

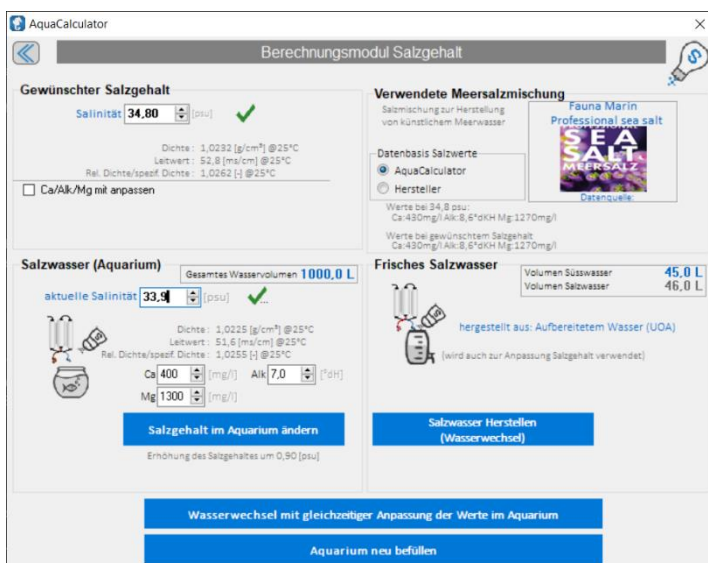
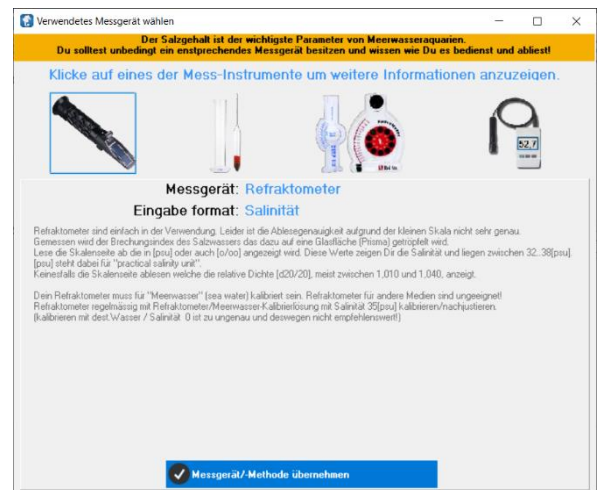
Du wählst lediglich die von Dir verwendete Meersalzmischung aus, sowie was Du tun möchtest. Das Programm berechnet Dir anhand von integrierten Messdaten praktisch aller am Markt verfügbaren Salzmischungen die bei dir genau benötigte Dosiermenge und gibt vor wie vorzugehen ist. (Wir beschaffen/messen hierzu bereits seit diversen Jahren Proben aller verfügbaren Meersalz-Mischungen).

....egal welches Messinstrument du für die Salzkonzentration verwendest

....egal ob Du frisches Salzwasser anmischen möchtest oder deine Salinität im Becken kontrollieren möchtest

.... Treffergenau nur durch Abwiegen der Salzmenge
.... Auf Wunsch incl. Ca,Alk und Mg-Anpassung

.... Einfach und verständlich erklärt



5.4 Wasserwechsel: Das Mittel der Wahl für alle Fälle?

Ein Wasserwechsel ist das Ersetzen einer bestimmten Menge des „Beckenwassers“ durch „frisches Salz-Wasser“ welches zB aus einer Meersalzmischung hergestellt wurde.

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

- **Zufuhr** entzogener **Mineralien, Nährstoffe oder Spurenelemente**
- **Verdünnen von Schadstoffen oder Giften** die entweder versehentlich ins System eingebracht wurden oder durch Prozesse oder Tiere im Becken entstehen.
- **Absaugen** von Verschmutzungen, Algen, Futterreste oder anderer nicht erwünschte Dinge im Becken beim WW.
- Korrigieren zu niedriger/hocher **Salz-Konzentration** beim WW

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. (Verwendung aufbereiteten Wassers wird empfohlen)
- Salzmischungen verwenden die dem Wunschzustand der Wasserwerte, vor allem der Mengenelemente Calcium, Magnesium und Alkalinität möglichst nahekommen.
- Tatsächliche Salzkonzentration des Wechselwassers vor Zugabe überprüfen
- 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.

Eine allgemeingültige Antwort auf Fragen nach dem „WANN?“, „WIE OFT?“ und „WIE VIEL?“ gibt es nicht.

Wir geben dir im Folgenden einige Hinweise wie du die „am besten zu deinem Aquarium und Bedürfnissen passende“ Wasserwechsel-Strategie herausfindest.

5.4.a Wasserwechsel zur Verdünnung von Giften/Schadstoffen



Hin und wieder werden versehentlich Toxine oder andere Schadstoffe ins Becken eingebracht. Diese sollte man so schnell als möglich, aber ebenso für die Beckenbewohner verträglich und evtl. auch vollständig entfernen.

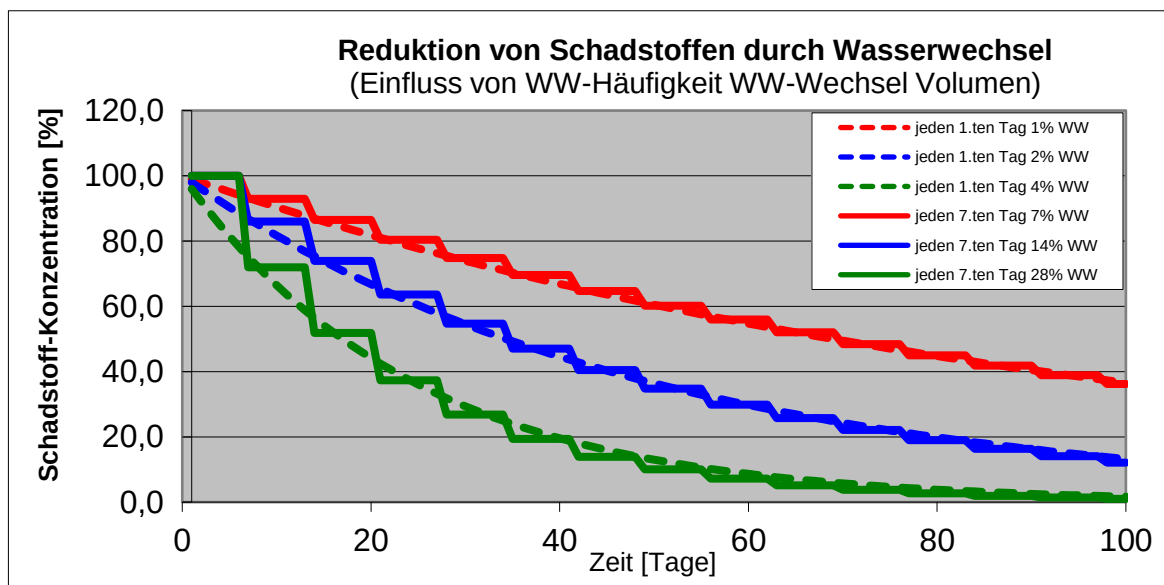
Je nach Kosten solltest Du entscheiden ob Du die Schadstoffe durch Filter oder Adsorber entfernen oder dies durch Wasserwechsel erledigen möchtest.

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) sowie hoher Wechselmenge (grün)
Durchgezogene Linien: „wöchentlichen“, gestrichelt: „tägliche“ Wasserwechsel
1% je Tag entspricht dem identischen Volumen wie 7% je Woche; 2% je Tag -> 14% je Woche

Ergebnis:

- Je höher die Wechselmenge 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 wieder mit entfernt
- Weniger aber häufige Wasserwechsel sind etwas effektiver



5.4.b Wasserwechsel zur Reduktion von Nährstoffen

(z.B.: bei stetigem Nährstoffeintrag)



Im Unterschied zu vorher, werden Nährstoffe 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.

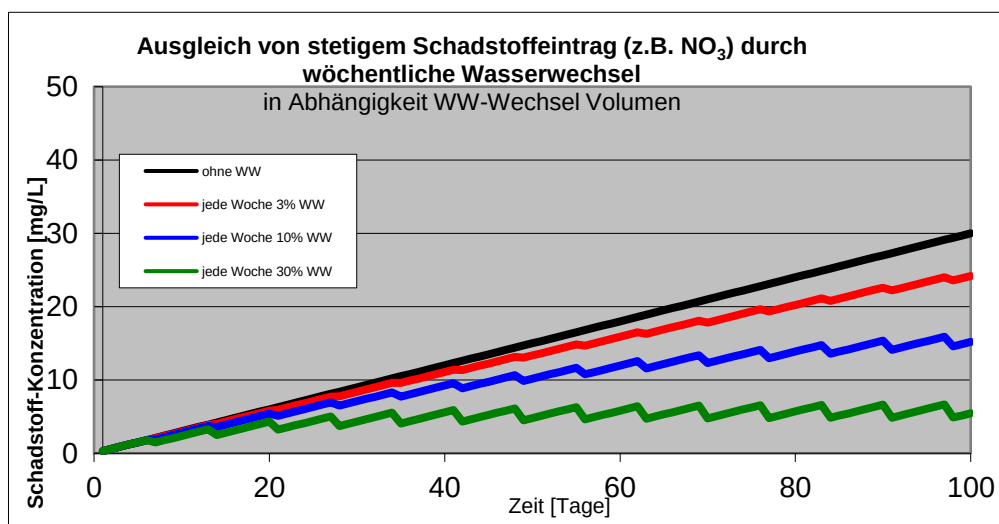
Man kann dies aber ebenso durch Wasserwechsel in den Griff bekommen. Ein Vorteil der Wasserwechsel ist, dass man dadurch sehr schnell reagieren kann. Bedenken sie aber den Aufwand und die Kosten.

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

- Stetiges Einbringen eines Schadstoffes (hier NO_3)
 - Die NO_3 Konzentration erhöht sich im angegeben 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



5.4.c 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 sollten dem System ja bewusst immer wieder zugeführt werden.



Je nach Beckeneinrichtung und Besatz ist der Verbrauch stark unterschiedlich. Ebenso kann sich der Verbrauch ändern. Stein-Korallenbecken haben z.B. einen viel höheren Verbrauch und auch Ansprüche als vorwiegende Fischbecken.

Haupt Einflussparameter aus denen du erkennst ob Wasserwechsel bei Dir eine passende Strategie sind zur Anpassung der Mengenelemente sind:

Mitgebrachte Konzentration an Mengenelementen durch Meersalzmischung

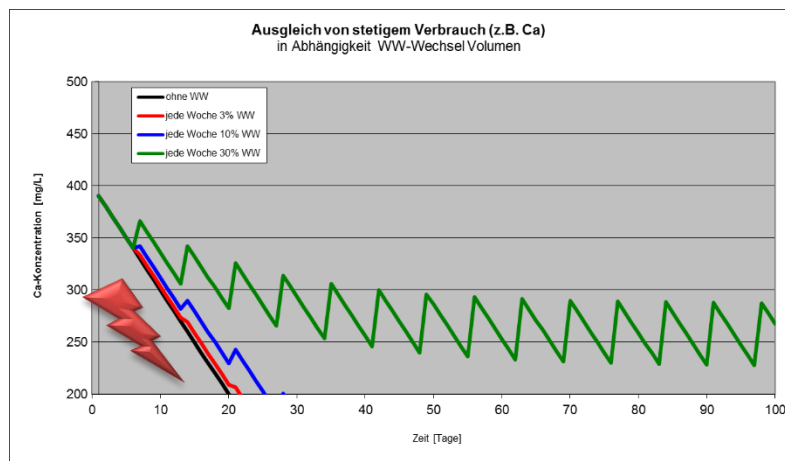
Von Dir angestrebte Gehalte an Mengenelementen

Ermittelter „Verbrauch“ (Ca, Alk, Mg) und Größe Deines Beckens



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

Folgendes Diagramm stellt den Verlauf von Ca bei Wasserwechseln und gleichzeitigem Verbrauch dar. Achtung: Diagramm ist rein hypothetisch. In Realität würde in keinem Becken ein Ca-Verbrauch auf 0,0 mg/l stattfinden, denn die Ca-konsumierenden Lebewesen würden absterben oder zumindest der Verbrauch zum Erliegen kommen.



Ausgleich des Ca, Alkalinitäts Verbrauches durch Wasswerwechsel
ist nur in Becken mit geringem Verbrauch möglich.
Bei starkem Steinkorallenbesatz solltest du eine alternative Methode anwenden!



TEIL 5 – Alkalinität, Ca, Magnesium und Spurenelemente

Jedes funktionierende Meerwasser-Aquarium VERBRAUCHT vor allem die Mengenelemente Calcium, Alkalinität und zusätzlich dazu auch etwas Magnesium.... die „Big-Three“.

Außerdem verbrauchen unsere Becken auch weitere Elemente die in natürlichem Meerwasser in geringerer Konzentration vorkommen/Spurenelemente.

Neben der Möglichkeit die Big Three durch Wasserwechsel etwas mit anzupassen, gibt es 3 verschiedene Systeme Ca, Alk und Mg anzupassen und den Verbrauch unserer Aquarien auszugleichen.

Du hast die Qual der Wahl welches System du einsetzt.... Evtl. sogar eine Kombination mehrerer Systeme. Im Laufe der Zeit haben sich die Systeme in folgender Reihenfolge entwickelt.

- **Kalkwasser**
Eine Lösung aus einer einfachen Chemikalie + Wasser wird dem Becken zugegeben und liefert Calcium-Karbonat. Leider aber nur in geringen Mengen da die Lösung nicht hoch konzentriert werden kann.
- **Kalkreaktor**
Aus Calcium-Karbonat bestehender Korallenbruch wird im sauren Milieu eines Kalkreaktors gelöst und dann dem Becken zugeführt.
- **Dosierung (auch Balling Methode genannt)**
Mehrere verschiedene Chemikalien, jede zur Anpassung eines einzelnen Wasserwertes geeignet, werden dem Becken in trockener Form oder flüssiger Form zugegeben.

Funktion	Kalkwasser	Kalkreaktor	Dosierung (Balling M.)
Calcium/Karbonat zuführen	Ja	Ja	Ja
in beliebiger Menge	kleinere/mittlere Mengen	Ja	Ja
Calcium / Karbonat getrennt zuführen - Zur Korrektur von Abweichungen - bei nicht ausgeglichenem Verbrauch	-	-	Ja
Magnesium zuführen	-	Bedingt	Ja
Magnesiumwert schnell korrigieren	-	-	Ja
Andere Spurenelemente mit zuführen	Bedingt	-	Ja
Automatisierbar	Bedingt (über Nachfüllanlage)	Ja	Ja
Dosierung ändern, bei Änderung im Verbrauch des Aquariums	-	Schwierig zu justieren	Einfach zu justieren

Diese Tabelle zeigt anschaulich warum **Dosierung (Balling)** eine flexible und sehr gute Wahl ist, bzw. dass du trotzdem „dosieren“ wirst falls du dich für eine andere Methode entscheidest.

Lass dich nicht von davon abschrecken, dass „dosieren“ am Anfang komplex erscheint. Ebenso nicht dass du dazu auch Wasserwerte messen musst... bei allen anderen Systemen musst du das ebenfalls!

5.1. Dosieren (Balling Methode)

5.1a Chemikalien dem Becken zuführen

Die Möglichkeiten reichen von manueller Dosierung (einfaches dazu schütten von Pulvern) bis hin zu vollautomatischer Dosierung flüssiger Stammlösungen aus Vorratsbehältern. Eine allgemeingültige Empfehlung kann nicht gemacht werden. Die für jeden optimale Lösung hängt ab von:

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



Berücksichtige folgende Punkte:

- Basis für richtige Dosierung sind glaubwürdige Messwerte Deines Aquarienwassers. Verwende hochqualitative Tests bzw. Messgeräte und achte 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. Achte nicht nur auf die Anzahl der angezeigten Nachkommastellen, sondern auf die Messgenauigkeit der Waage (eine Waage die 0,01 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
(*CalciumChlorid*- und *Natrium(Di/Hydrogen)Karbonat* nicht zeitgleich dosieren!)
- Je gleichmäßiger und langsamer die Dosierung desto schonender für deine Tiere. Chemikalien niemals unverdünnt auf empfindliche Korallen geben
- Einleitung von Chemikalien immer an ausreichend gut durchströmten Stellen stattfinden (Vermeidung von Konzentrationsansammlungen)
- Zur Aufbewahrung von Stammlösungen verwendete Behälter sollten keine Schadstoffe abgeben und von Zeit zu Zeit wieder durchmischt werden.

Dosiermengen selbst berechnen (Theorie)



Überspringe dieses Kapitel wenn Du nicht vorhast Dir deine Dosiermengen selbst zu berechnen

Schritt-1: Ermittle zunächst die Dosiermenge einer gewissen Chemikalie, die notwendig ist um eine vorgegebene Konzentrationserhöhung zu erzielen.

Soll eine Anpassung/Erhöhung erfolgen sind folgende Angaben notwendig:

- a) **Welche Konzentration** soll erhöht werden (Calcium&Alkalinität und/oder Magnesium)
- b) um **wie viel** soll der Wert erhöht werden. Z.B. um xx [mg/l]
- c) Welches **Wasservolumen** ^{*1)} soll dabei angepasst werden

*1) gemeint ist das im gesamten Beckenkreislauf vorhandene Wasser
also: Volumen Becken abzüglich Steine, Sand, etc ...
jedoch plus dem Wasservolumen in Technikbecken, Verrohrung usw.

Errechne zuerst 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, 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 $40 \text{ mg/l} \times 100 \text{ l} / 1000 = 4,0 \text{ g}$

Ergebnis: Dem Becken müssten 4g reines Magnesium zugeführt werden.



Mit diesem Ergebnis kannst Du allerdings zunächst noch wenig anfangen,
da Du in Dein Aquarium kein „reines Magnesium“ dosieren kannst!

Schritt-2:

Die gewünschte/ermittelte Menge der Chemikalien (Gesamt-Defizit) kann wie gesagt nicht „einfach so“ dem Becken zugegeben werden. Stattdessen werden im Handel erhältliche Salze, sogenannte Ballingsalze, eingesetzt. Diese sind chemische Verbindungen und enthalten neben den gewünschten Bestandteilen (Ca, Mg, etc), ebenso andere Ionen. Ebenso gibt es Kristallwasserhaltige und auch wasserfreie Salze.

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

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

Die **Molasse einer Verbindung** (nicht nur die eines Elementes) ermittelt man aus der Summenformel der Verbindung. Addiere dazu die **Molassen der Einzelelemente** (teilweise mehrfach, je nachdem wie häufig die Einzelelemente in der Verbindung vorkommen).

Einige Rezepturen sind außerdem Mischungen 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

$$\text{Dosiermenge} = \frac{\text{Gesamtdefizit} \times \text{MolmasseVerbindung}}{\text{MolmassesElement}}$$

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)

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

Man errechnet $\rightarrow$ dazu die Molmasse von $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ und erhält

203,3021 g/mol

die Molmasse von Mg alleine beträgt (ohne den Rest der Verbindung)

24,305 g/mol

bereits weiter oben haben wir das Gesamt Defizit errechnet

4,00 g

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

Es sind also 33,4 Gramm $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ nötig um Mg in 100 l Wasser um 40mg/l zu erhöhen



Mit diesem Grundwissen kannst Du sämtliche verwendeten Formulierungen anhand der chemischen Summenformeln nachvollziehen.

Deine spezifischen Dosiermengen „auf die etwas bequemere Art“

So geht's mit etwas Handarbeit...

Die folgende Tabelle zeigt die Dosiermengen der verschiedenen erhältlichen Ballingsalze. Du kannst sie anhand deiner Anforderungen im Aquarium auf deine persönlich benötigte Dosierung umrechnen.

$$\text{Dosiermenge} = \frac{\text{DeinDefizit} \times \text{DeinWasservolumen}}{\text{StandardDefizitWert} \times 100}$$

DeinDefizit, StandardDefizitWert in [mg/L] oder [dKH]
Dein Wasservolumen in [Liter]

Benötigte Dosiermengen zur Erhöhung von Ca, Alkalinität und Magnesium

	Summenformel Chemikalie	Bezeichnung	Std.DefizitWert Wert: um	Benötigte Menge für 100 L Wasservolumen [Gramm]
Ca	CaCl ₂ * 2H ₂ O	CalciumChlorid-DiHydrat	Ca: +10 [mg/L]	3,67
	CaCl ₂	CalciumChlorid (wasserfrei)	Ca: +10 [mg/L]	2,77
A	NaHCO ₃	NatriumHydrogenKarbonat	KH: +1,0 [dKH]	2,99
	Na ₂ CO ₃	NatriumKarbonat	KH: +1,0 [dKH]	1,89
Mg	MgCl ₂ * 6 H ₂ O	MagnesiumChlorid Hexahydrat	Mg: +10 [mg/L]	8,36
	MgCl ₂	MagnesiumChlorid (wasserfrei)	Mg: +10 [mg/L]	3,92
	MgSo ₄ * 7 H ₂ O	MagnesiumSulfat Heptahydrat	Mg: +10 [mg/L]	10,10
	MgSO ₄	MagnesiumSulfat (wasserfrei)	Mg: +10 [mg/L]	4,95

Stammlösungen sind das A und O

Stammlösungen sind aus Osmosewasser und Balling-Salzen zusammengemischte Flüssigkeiten.

Gegenüber den trockenen Salzen, lassen sie sich einfacher abmessen (z.B.: mit einer mit ml-Skala markierten Spritze aufziehen) und vor allem auch mit sog. Dosieranlagen automatisch dosieren.

Dosierpumpen machen das Leben einfacher.



Mit der Möglichkeit für kleine aber häufige Dosierungen verteilt über den ganzen Tag stabilisieren sie das chemische System besser, als durch einmalige Dosierungen.

Bei jeder Stammlösung ist die dafür verwendete „Konzentration“ extrem wichtig.

Sie gibt an „wieviel Gramm Ballingsalz“ auf ein „standardisiertes Volumender Stammlösung“ (1L) eingemischt wurden.

- Nur wenn die Konzentration der Stammlösung und deren Inhaltsstoffe bekannt sind, kannst Du daraus errechnen „wieviel du davon zudosieren musst“ um deine Wasserparameter entsprechend zu erhöhen
- Beim anmischen der Stammlösungen ist eine „maximal machbare Konzentration“ zu berücksichtigen. Mehr als die max. lösliche Salz in Wasser einzumischen wird in Ausfällungen resultieren.

Empfohlene und maximale lösliche Mengen von Ballingsalzen

	Summenformel Chemikalie	Bezeichnung		Max. lösbar auf 1 Liter bei 20°C [gramm]
Ca	CaCl ₂ * 2H ₂ O	CalciumChlorid-DiHydrat		986,5 g
	CaCl ₂	CalciumChlorid (wasserfrei)	Link	740 g
A	NaHCO ₃	NatriumHydrogenKarbonat	Link	96 g
	Na ₂ CO ₃	NatriumKarbonat	Link	217 g
Mg	MgCl ₂ * 6 H ₂ O	MagnesiumChlorid Hexahydrat	Link	2350 g
	MgCl ₂	MagnesiumChlorid (wasserfrei)	Link	542 g
	MgSo ₄ * 7 H ₂ O	MagnesiumSulfat Heptahydrat	Link	710 g
	MgSO ₄	MagnesiumSulfat (wasserfrei)	Link	300 g
Tr	-	NaCl freies Salz (Mineralsalz)		25 g

Ein weiterer Vorteil von Stammlösungen: Du kannst in diese ebenso weitere Inhaltsstoffe natürlichen Meerwassers einmischen. Sogenannte Spurenelemente wie z.B. Kalium, Strontium, Bor, Jod, etc.

Durch die passende Dosierung der Stammlösungen die ja bereits an deinen persönlichen Beckenverbrauch von Ca, Alk und Mg angepasst sind, werden die Spurenelemente die „vermutlich ähnlich stark verbraucht werden gleich mitdosiert.

Dosierung von Stammlösungen... jetzt wird's etwas kompliziert

Stammlösungen sind nahezu perfekt für unsere Meerwasser/Riffaquarien geeignet (Spezifisch an unsere Becken angepasst, voll automatisierbar, ungefährlich und sogar relativ kostengünstig).

Augrund vieler möglicher Parameter

- Unterschiedlicher Verbrauch der verschiedenen Elemente in unseren Aquarien
- Unterschiedliche Wassermenge die anzupassen ist
- Unterschiedliche Produkte/Chemikalien die verwendet werden
- Konzentration der Stammlösungen von eher schwach (zur genaueren Dosierung in kleineren Aquarien) bis hin zu hochdosierten Produkten
- Stammlösungen mit/ohne integrierte Spurenelemente

...ist es jedoch nicht ganz einfach die „für dein Aquarium genau passende Dosiermenge“ selbst so einfach zu ermitteln!

Hersteller die es Ihren Kunden etwas einfacher machen wollen veröffentlichen Dosierungs-Anleitungen für Ihre Produkte die beim Kunden anhand mehrerer 3-Satz Berechnungen in ihre persönlichen Dosiermengen umgerechnet werden können.

Bsp.: 20ml dieses Produktes erhöhen den Calcium-Wert Deines Meerwasseraquariums pro 100L Wasservolumen um 10 mg/l.

Viele Hersteller machen diese jedoch leider nicht und lassen den Aquarianer ohne Informationen zu Ihren Produkten stehen.



Die SW-Komplettlösung speziell beim Dosieren (Balling Methode) ist **AquaCalculator**.

- Supereinfache Bedienbarkeit trotz hoher Flexibilität
- Mehr als 100 verschiedenen Rezepturen praktisch aller Hersteller integriert. mit/ohne integrierte Spurenelemente. Option eigene Rezepturen zu definieren.
- 2 Berechnungs-Modi: „Korrektur abweichender Werte“ oder „dauerhafter Ausgleich“
- Anweisungen zum Anmischen der Stammlösungen
- Anweisungen wie die Dosierung durchzuführen ist

Ca/Alk/Mg Anpassung (Balling)

Deine Werte für Ca, Alk und Mg sind zu niedrig? Bringe sie in den optimalen Bereich!

1. Gib die zu korrigierenden Werte an

Anpassung: ☒ Calcium (429 → 440 [mg/l]), ☒ Alkalinität (7,00 → 8,00 [°dH]), ☒ Magnesium (1280 → 1300 [mg/l])

2. Dosiere die angezeigten Mengen

Dosierung von	Anpassung	Tag-#1	Tag-#2	Tag-#3	Tag-#4	Tag-#5	Tag-#6	Tag-#7	Gesamt
FM Calcium-Mix	Calcium	40,4 g	-	-	-	-	-	-	40,4 g
FM Carbonate-Mix	Alkalinität	20,0 g	-	-	-	-	-	-	20,0 g
FM Magnesium-Mix	Magnesium	160 g	-	-	-	-	-	-	160 g
Salz NaCl-frei	/	-	-	-	-	-	-	-	-

Information

Die errechnete Dosierung führt zwangsläufig zu einer leichten Erhöhung der Salzkonzentration des Aquarienvassers! Der Ausgleich erfolgt üblicherweise zusammen mit dem nächsten Wasserwechsel. Im Falle seltener Wasserwechsel auch zwischendurch.

Wie möchtest du den Salinitätsanstieg ausgleichen?

☒ Salzwasser meines Aquariums durch Süßwasser Ersetzen

☐ Weniger Meersalz Mischung bei Wasserwechsel

Aktuelle Salinität Aquarium: 33,9 [psu]

Anhand diesem Wert wird die zu erhöhende Menge an Salzwasser ermittelt.

Nach ...	NaCl	NaCl-freies Salz	Gesamt	Erhöhung Salinität	Zu ersetzende Menge an Salzwasser
39 Tagen	298,9 [g]	0,0 [g]	298,9 [g]	0,30 [psu]	8,82 [l]
40 Tagen	306,6 [g]	0,0 [g]	306,6 [g]	0,31 [psu]	9,04 [l]
41 Tagen	314,2 [g]	0,0 [g]	314,2 [g]	0,31 [psu]	9,27 [l]
42 Tagen	321,9 [g]	0,0 [g]	321,9 [g]	0,32 [psu]	9,50 [l]
43 Tagen	329,6 [g]	0,0 [g]	329,6 [g]	0,33 [psu]	9,72 [l]

Ca/Alk/Mg dauerhaft ausgleichen (Balling) + Spurenelemente dosieren

AquaCalculator's Balling-Rechner macht Dir das dosieren so einfach wie nie zu

1. Gebe den Verbrauch Deines Aquariums an

Calcium: 2,50 [mg/l] je Tag, Alkalinität: 0,55 [°dH] je Tag, Magnesium: 1,00 [mg/l] je Tag

2. Dosiere täglich folgende Mengen ...

	Dosierung je Tag
Calcium + Spurenelemente	68 [ml]
Alkalinität + Spurenelemente	110 [ml]
Magnesium	20 [ml]

Rezeptur-Einstellungen zur Ca, Alk und Mg Anpassung

Verwendete Rezeptur: Fauna Marin - Balling Light

Konzentration der Stammlösungen: ☒ Standard, ☐ Gleiche Dosiermengen anstreben, ☐ Geringsten Verbrauch anstreben (max. Konzentration sind vorrangig zu beachten!)

Stammlösungen | Ca + Alk | Mg | Salz NaCl-frei | Spurenelemente | Zusätzliche Dosierung | Sonstiges

Calcium Volumen: 2000 [ml] → 800 [g]

Alkalinität Volumen: 2000 [ml] → 200 [g]

Magnesium Volumen: 2000 [ml] → 800 [g]

Weitere Details zu Dosieren/Balling-Methode findest du hier:

[Dosieren / Die Balling Methode mit AquaCalculator.](#)

5.2 Kalkreaktoren

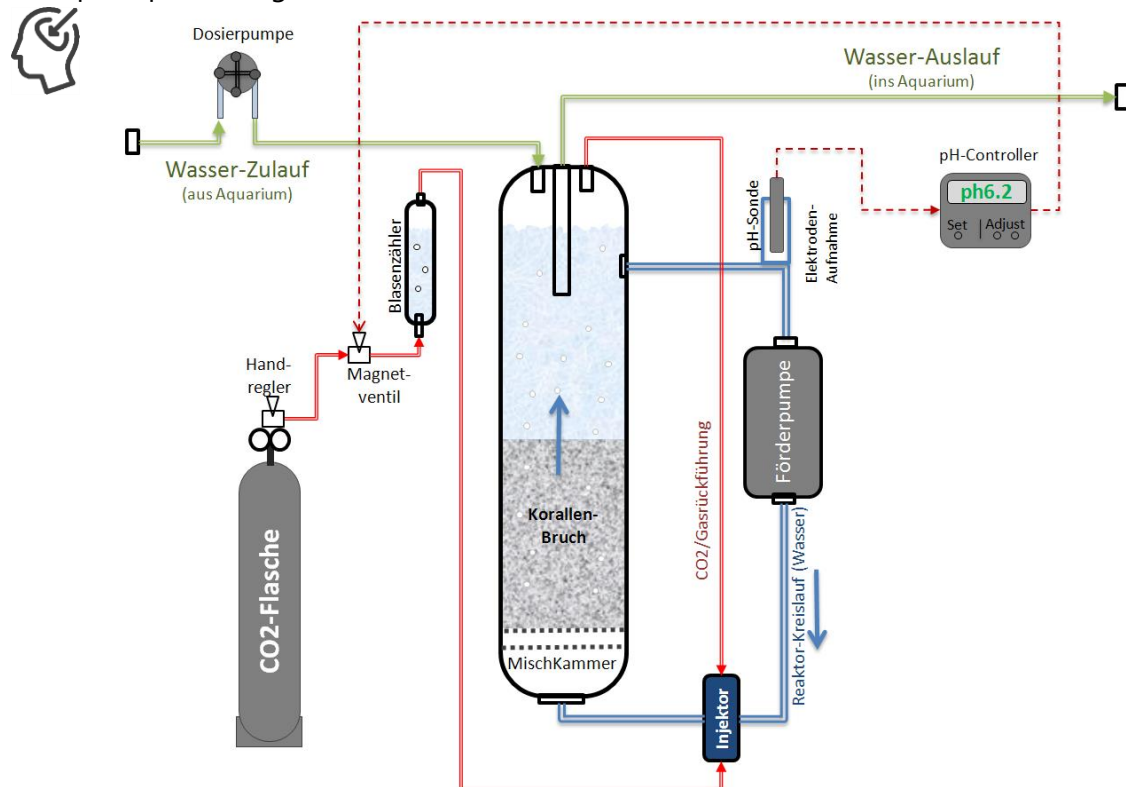
Eine im Reaktorraum des Kalkreaktors eingebrachte Füllung, wird durch Kohlendioxid (CO_2) gelöst und dann dem Becken zugeführt. Die Füllung besteht aus natürlichem Korallenbruch oder künstlich hergestelltem Granulat, welches ähnliche Eigenschaften aufweist.

Reaktionsgleichung Ca:



Mit speziellen Füllmaterial kannst du auch zusätzlich Magnesium zugeführen.

Funktionsprinzip voll ausgerüsteter Kalkreaktoren:



- 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_2 zugeführt (**Roter Kreislauf**). Dieses Gas soll die Reaktorkammer ständig von unten nach oben durchströmen. Moderne, besonders effiziente, Reaktoren sammeln das CO_2 oben in der Reaktorkammer und führen es über eine sog. CO_2 /Gasrückführung im Diffusor wieder zu. Wichtig für den im Reaktor befindlichen pH ist die Menge des zugeführten CO_2 . Um die Auslaufmenge aus der CO_2 -Flasche sichtbar zu machen dient ein Blasenähler bei dem das CO_2 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_2 -Zufuhr unterbunden werden, wenn der pH-Wert im Reaktor bereits optimal ist. Dazu wird mit einer Sonde im Reaktor der pH gemessen. Erreicht er den optimalen Wert wird die CO_2 -Zufuhr mittels Magnetventil unterbrochen.
- Das im Reaktor aufgekalkte Wasser muss jetzt nur noch entnommen und dem Becken zugeführt werden. Hierzu wird Beckenwasser in den Reaktor gedrückt. Dieselbe Menge an aufgekalktem Wasser wird dem Becken dann wieder zugeführt (Zulaufmenge = **Auslaufmenge, grüner Kreislauf**)

Einstellung/Justierung von Kalkreaktoren

Je nach Ausbaustufe eines Kalkreaktors ist die Einstellung komfortabler oder umständlicher. Es gibt viele Benutzer bei denen Reaktoren mit Minimalausstattung (also ohne CO₂-Steuerung und ohne Dosierpumpe) hervorragend funktionieren. Andere klagen über schlechte Einstellbarkeit sowie Verstellen des Reaktors im Betrieb, wenn keine Regelung sowie Zwangsdurchströmung durch Strömungspumpe erfolgt.

Entscheidungshilfe

CO ₂ -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 CO₂ 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 (Zwangsdurchströmung J/N)

- pH-Wert im Reaktor wird automatisch durch pH Controller geregelt.

Es muss lediglich die ungefähre CO₂ Zugabe Geschwindigkeit eingestellt werden.

(Richtwert: 100 Blasen/ Minute)

Aufbau ist suboptimal, da sich der Querschnitt des Zu/Ablaufschlauches durch das stark aufgekalkte Wasser häufig verringert/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)

Einstellung der Dosiermenge erfolgt als Kombination von

- **Fest eingestellter Menge an zugegebenem CO₂ (Blasenzähler)**
- in den **Reaktor kontrolliert eingeleitetes** (und damit auch wieder ausgegebenes!) **Wasservolumen**

Optionen zum Einstellen

- Anzahl CO₂-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 CO₂-Flasche ist meist umständlich. Ebenso verstellt sich die Blasenzahl auf Dauer durch eine zunehmende Entleerung der CO₂-Flasche.

Wird „zuviel“ CO₂ dosiert, sinkt der pH-Wert im Becken unnötig

Wird „zuwenig“ CO₂ dosiert, funktioniert die Lösung im Reaktor schlechter.

Wartungsaufwand: - Wartung der Dosier/Schlauchpumpe (ca. alle 1-2 Jahre)
 - CO₂-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 CO₂ (Blasenzähler)**
- in den **Reaktor eingeleitetes** (und damit auch wieder ausgegebene!) **Wasservolumen**.

Optionen zum Einstellen

- Anzahl CO₂-Blasen/Minute
- Drosselventil (kleiner Kugelhan) am Auslauf des Kalkreaktors
- Lage und Bauart des Abzweigstückes (Zwangsdurchstörung J/N)



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 CO₂-Flasche ist meist umständlich. Ebenso verstellt sich die Blasenzahl auf Dauer durch eine zunehmende Entleerung der CO₂-Flasche.

Wird „zuviel“ CO₂ dosiert, sinkt der pH-Wert im Becken unnötig

Wird „zuwenig“ CO₂ dosiert, funktioniert die Lösung im Reaktor schlechter.

Wartungsaufwand: - je nach Zustand alle paar Tage „melken“ der Schläuche
 - CO₂-Blasenzähler kontrollieren, evtl. nachstellen

5.3 Kalkwasser / Calciumhydroxid

Kalkwasser mischst du aus Osmosewasser und **Calciumhydroxid** ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) Calciumhydroxid bekommst du im Aquarienhandel („Kalkwasserpulver“) oder im Chemie-Großhandel.



Mischanleitung: 40g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mit Süßwasser auf insg. 10 Liter anmischen (löst sich nicht komplett!)

Dosierung: 872 ml erhöhen die Alkalinität um 1,0 [dKH] und Ca um 7,1 [mg/l]

Du siehst schon..... du benötigst relativ viel Kalkwasser um deinen CalciumKarbonatverbrauch auszugleichen. Falls der Bedarf an Kalkwasser größer ist als das jeden Tag in deinem Becken verdunstete Wasser (Steinkorallenbecken), kannst Du Deinen Bedarf nicht kpl. abdecken, da du das Becken „überfüllen“ würdest und u.a. die Salzkonzentration sinken würde.

Noch ein Hinweis: Bei längerer intensiver Dosierung können im Becken Phosphate ausgefällt werden.

Ich empfehle Kalkwasser deswegen nicht für anspruchsvolle Becken.



Falls Du Kalkwasser verwenden möchtest, dir Anmischen/Berechnung etc zu kompliziert sind ... auch hier hilft dir wieder AquaCalculator.

Außerdem beinhaltet: Eine ca . 2x höher dosierte Spezialrezeptur mit Essig

AquaCalculator

So wendest Du Kalkwasser an

1.) Kalkwasser Herstellen

1 Rezeptur: Gesättigtes Kalkwasser 1L erhöht bei 100L Wasser-Volumen: Ca: +7,8 [mg/l] Alk: +1,1 [dKH]

Volumen Deines Mischbehälters: 3,00 [l]

Calcium-Hydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$ → 12,0 [g] oder 1,1 gestrichene Teelöffel

2.) Anmischen

- Osmosewasser einfüllen und Rezepturbestandteile zugeben. Verschließen.
- Behälter schütteln. Die milchige Lösung ist übersättigtem Kalkwasser
- 1h warten
- Nicht gelöstes Calcium Hydroxid setzt sich ab
- Fülle den oberen, klaren Teil in Behälter-2 um -> "Gesättigtes Kalkwasser"
- Entsorge den Bodensatz von Behälter-1
- Kalkwasser frisch verwenden (empfohlen) oder unter Luftausschluss lagern!

2.) Verbrauch Deines Aquariums (je Tag) Ausgleichen

Calcium: 7,3 [mg/l] Alkalinität: 1,02 [°dH]

Gesamtes Wasservolumen: 100,0 L

Benötigte Menge an gesättigtem Kalkwasser → 0,90 [L]

Diese Rezeptur bewirkt eine kurzzeitig anhaltende aber starke pH Erhöhung!

Langsam und über 24h verteilt zutropfen (optimaler Zeitpunkt: Nachts)

5.4 Spurenelemente

Du hast die Big-Three (Ca, Alk, Mg) im Griff? Damit ist vermutlich mindestens die Hälfte der Meerwasseraquariner gut bedient. Aber es geht noch besser, wenn Du ebenso die „Spurenelemente“ berücksichtigst.

Spurenelemente sind alle Salze die in natürlichem Meerwasservorkommen
außer „reinem Kochsalz“ und
außer „den Big-Three Calcium, Karbonat und Magnesium“.

Je näher unser Aquarienwasser natürlichem Meerwasser kommt, desto besser für die Tiere. Entsprechend sollte die Spurenelement-Konzentration in unseren Becken ebenso eine passende sein. Es ist allerdings nicht ganz einfach hier eine perfekte Kopie von Meerwasser sicherzustellen denn

- Spurenelemente werden in unseren Becken ähnlich den Big-Three auch „verbraucht“
- Es ist sehr aufwendig Spurenelementkonzentrationen zu messen (ICP Messung benötigt)



Die gute Nachricht zuerst: Es ist selbst für die Pflege wirklich toller Riffaquarien nicht nötig diesbzgl. eine perfekte Kopie des Meerwassers ständig nachzubasteln.

Es gibt 3 Möglichkeiten Spurenelemente in unsere Becken einzubringen.

- Über frisches Salzwasser / Wasserwechsel
- Spurenelement-Mischungen
- Einzel Spurenelemente

5.4.1 Spurenelemente in Salzmischungen

Praktisch alle bekannten Salzmischungen enthalten Spurenelemente und das in passenden Konzentrationen.

Mit jedem Wasserwechsel bringst Du damit sowohl wieder Spurenelemente ins Becken ein ^{*1)}, als dass du auch evtl. Überkonzentrationen von Spurenelementen in Deinem Becken wieder verdünnst ^{*1)}.

^{1*)} zugegebenermaßen wegen der Durchmischung mit dem im Aquarium bereits befindlichen Wasser nur in geringer Dosierung. Je mehr Wasser gewechselt wird desto stärker.

Das ist einer der Hauptgründe warum viele seriöse Hersteller parallel zu anderen Dingen wie z.B.: Dosierung/Balling-Methode zusätzliche Wasserwechsel empfehlen.



5.4.2. In Stammlösungen integrierte Spurenelement-Mischungen

Hier gibt es 2 Kategorien von Produkten

5.4.2.1 „NaCl freie Salze“ oder „Mineralsalze“

Das sind spezielle, trockene Salzmischungen welche verschiedene Salze (=Spurenelemente) beinhalten. Üblicherweise werden diese in geringer Konzentration in Osmosewasser gemischt (max 25g/L) und diese dann als Stammlösung dosiert.

In allen dieser Produkte ist ebenso Magnesiumsalz enthalten das hier einfach mitdosiert wird. Die von Hans-Werner Balling vorgestellte Original-Balling Methode benutzt zB diese Methode der Spurenelementdosierung.



5.4.2.2 Flüssige Spurenelementmischungen

Eine Lösung mit der du mit geringem Aufwand sehr gute Ergebnisse erzielen kannst ist es Spurenelemente gleich in die Stamm-Lösungen für Calcium und Karbonate (Alkalinität) zu „integrieren“.

Einerseits ist das superpraktisch, weil nichts mehr separat zu dosieren ist, zum anderen wird die Zu-Dosierung der Spurenelemente an die Zu-Dosierung der meist verbrauchten Elemente (Ca, Alk) „gekoppelt“.

Diese Mischungen bringen in der Regel kein Magnesiumsalz mit. Dieses wird in separaten Stammlösungen dosiert was m.E. viel mehr Sinn macht



Meine Empfehlung sind flüssige Spurenelementmischungen von namhaften Herstellern.

Hier ist die Chance am größten, dass diese Mischungen über Jahre hinweg in diversen Aquarien getestet und weiterentwickelt wurden.

5.4.3 Gesamtversorgungssysteme

Das angesagteste vom angesagtem und nahe an der Perfektion ist, sämtliche Spurenelemente einzeln anzupassen. Damit ist perfekte Farbgebung und Pflege selbst anspruchsvollster Steinkorallenarten möglich.

Zu betreibender Aufwand und Kosten sind allerdings höher und es sind regelmässige ICP-Analysen notwendig mit denen du die „aktuelle Spurenelementkonzentration messen“ lässt. Hier wird festgestellt bei welchen Elementen ein Defizit besteht. Im Anschluss daran dosierst du die fehlenden Elemente nach Bedarf nach.

Genaue Dosierungsanweisungen bekommst du i.d.R. vom Anbieter gleich mitgeliefert.



Einige Hersteller geben an hiermit auch auf Wasserwechsel völlig verzichten zu können.

FaunaMarin Elementals Serie (insgesamt 22 Produkte)



Triton Komplett Versorgungssystem



Dutch Synthetic Reef „Full DSR Methode“



TEIL 6 –Reduktion von Nährstoffen



6.1 Vorsicht bei nährstoffarmen Bedingungen

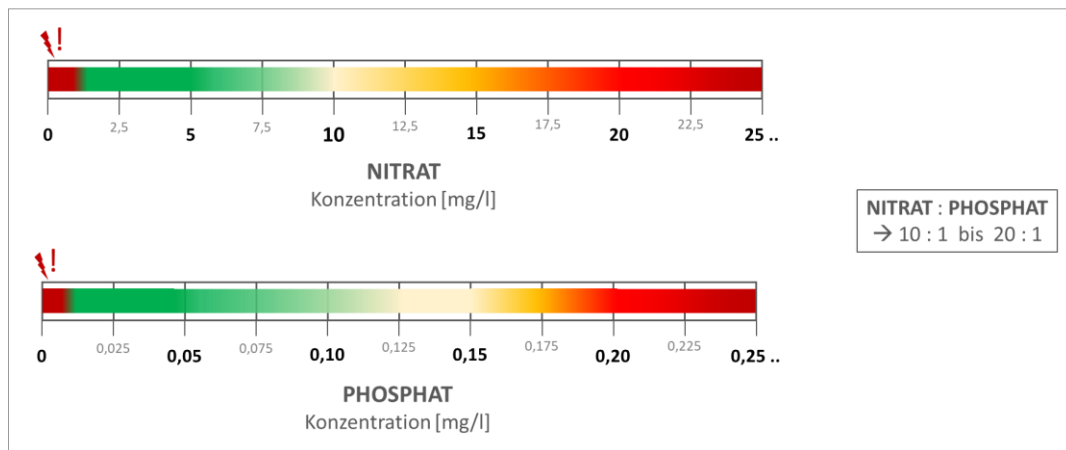
Wie bereits erwähnt ist es wichtig die Nährstofflevels im Auge zu behalten.

Erfahrene Aquarianer erkennen Abweichungen an Auffälligkeiten im Becken (zB Algenbildung) oder an empfindlichen Tieren wie Steinkorallen.

Man kann es nicht oft genug erwähnen: Eine Nährstofflimitierung kann unter gewissen Bedingungen schnell eintreten kann und die Auswirkungen können dramatisch sein.



Wir empfehlen die Nährstoffkonzentrationen gut im Auge zu behalten.
Eine Reduktion der Nährstoffwerte sollte immer **LANGSAM** erfolgen.



Deine Werte sind trotzdem bei 0 angelangt (Limitierung)?

- Schnellstmöglich „Zusatzfütterung“ durch für MW-Aquaristik geeignete Aminosäuren oder
- Zudosierung Phosphat und Nitrat ([Link](#))

Im Folgenden werden die gängigsten Methoden beschrieben mit denen entweder

- Schädliche Nährstoffe entfernt/umgewandelt (Ammonika, Nitrit) und/oder
- Standard-Nährstoffe in Riffaquarien (Nitrat/Phosphat) reduziert werden können

6.2 Rieselfilter, Biobälle, Schnellfilter – Relikte aus alten Zeiten?

Noch vor wenigen Jahren waren sogenannte Rieselfilter Stand der Technik in 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 überhaupt noch eine Berechtigung. Dies auch nur wenn sie regelmäßig alle paar Tage gereinigt werden. Wichtig ist sie in Salzwasser zu reinigen um keine Bakterien abzutöten und damit das System zu belasten.



6.3 Fliesrollenfilter

Eine gute Option zur Entfernung von Schwebeteilchen sind allerdings automatische Vliesrollenfilter (zB Theiling Rolleramat) bei denen die bereits verschmutzte Filtermatte durch einen Motor wieder aus dem Wasserkreislauf entfernt wird.



6.4 Das Berliner System

Das Berliner System ist zum Standard geworden und ist Ausgangspunkt anderer Systeme zur Reduktion von Nährstoffen.

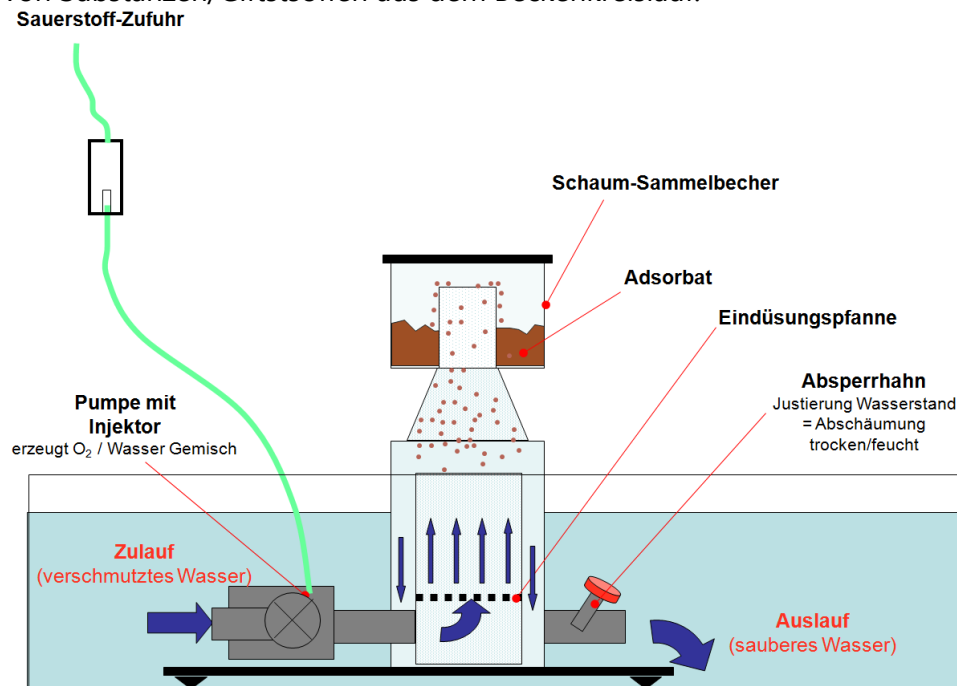
a) Es wird **lebendes Riffgestein** eingesetzt. Je mehr desto größer die dort bereits vorhandene Bakterienpopulation und auch Besiedlungsfläche. Ein Aquarium mit hohem Anteil an Lebendgestein kommt eintsprechend schnell zum laufen.

Qualität und Menge der lebenden Steine ist 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 Kosten- oder Optikgründen kann z.T auch totes Riffgestein verwendet werden. Die Steine sollten jedoch ebenso hochporös sein (Siedlungsfläche für Bakterienpopulation). Die Etablierung der Bakterienpopulation dauert dann aber länger.

b) Ein **Eiweißabschäumer** entfernt Nährstoffe und auch im Kreislauf befindliche Schwebeteilchen. Außerdem sorgt er für eine hohe Sauerstoffanreicherung im Wasser und sorgt teilweise für die Entfernung von Substanzen/Giftstoffen aus dem Beckenkreislauf.



Funktion: Zunächst wird aus Luft 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

neu nachkommenden 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

So findest du den passenden Abschäumer



- **Bauform/Größe** muss zu den Gegebenheiten des eigenen Systemes passen
Es gibt unterschiedliche Systeme
 - Abschäumer die ans Becken „angehängt“ werden und anderen die
 - „in eigenen Filterbecken“ stehen.
- Ans Aquarium angepasste, gute **Abschäumleistung**
Kriterium: Große Luftmenge, möglichst kleine Blasen
- **Geringer Stromverbrauch**
Abschäumer laufen evtl. 24h/Tag! entstehenden Stromkosten sind nicht vernachlässigbar
In der Anschaffung teurere Modell machen sich evtl. bereits nach einigen Monaten bezahlt.
- **Geringe Lautstärke** im Betrieb. Wenig/keine **Vibrationen**
- **Schaumtopf einfach demontierbar und gut zu reinigen**
 - muss regelmäßig erledigt werden
 - besteht evtl. sogar Möglichkeit das Adsorbat ohne Demontage des Schaumtopfes ablaufen zu lassen?
- **Gute Einstellbarkeit** des Adsorbates
 - feucht oder eher trocken
 - Wasser am Ausfluss des Abschäumers beinhaltet wenig bis keine Luftblasen
- **Qualität/Langlebigkeit** der Komponenten

Früher ebenso in MW-Aquarien eingesetzte Systeme (Jaubert, DeepSandBed) wurden bewusst aus diesem Kompendium entfernt. Sie gelten als überholt und weisen keine echten Vorteile gegenüber dem „Berliner System“ auf

6.5 Vermehrung der Bakterienpopulation

Je höher die Population der passenden Bakterien, desto besser die Reduktion der Nährstoffkonzentration Nitrat/Phosphat.



Die Pflege einer passenden und hohen Bakterienpopulation ist natürlich und wirkungsvoll. Sie ist die Nährstoff-Reduktions Methode schlechthin.

Es gibt generell 2 Möglichkeiten die Bakterienpopulation zu erhöhen

- **Einbringen spezieller Bakterienstämme** zum „Animpfen“ bzw „Nachimpfen“ (falls zu wenige passende heterotrophe Bakterien vorhanden sind)
- **Gezielte Ernährung** der im Becken vorhandenen Bakterien-Population durch zur Verfügung stellen eine Kohlenstoffquelle als Bakteriennahrung. (Wachstum und Zellteilungsrate der Bakterien angekurbelt)
- Funktionierende Nährstoffreduktion bemerkst Du zuerst an verstärkter Abschäumung. Mit leichter Verzögerung sinken dann die Nitrat-/Phosphat-Konzentrationen.
- Auftreten schleimig weißlicher oder bräunliche Beläge an Scheiben, Steinen und im Technikbecken zeigen eine Überpopulation (Bakterienblüte). Reduziere die Dosierung. Beläge lassen sich abbürsten und werden dann abgeschäumt.
- Sich trübende Wasseroberfläche deutet auf abgestorbene Bakterien hin die wegen mangelnder Oberflächen-strömung/absaugung nicht abtransportiert werden.
- Bei niedriger Nitrat-, aber erhöhter PO₄- Konzentration ist gleichzeitiger Einsatz eines PO₄ Adsorbers sinnvoll.
- UV-Klärer, Ozon, Aktivkohle kann parallel eingesetzt werden



Bei hoher Vermehrungsrate verstoffwechseln Bakterien viel Sauerstoff.

Vermeide eine **Sauerstoff-Unterversorgung Deiner Tiere!**

Nur mit Abschäumer einsetzen der Deinem Becken ständig frischen Sauerstoff zuführt.

Aquarianer berichteten immer wieder von massivem Fischsterben innerhalb kürzester Zeit, meist über Nacht. Ursache war sehr wahrscheinlich Sauerstoffmangel der Fische durch vorangegangenen Sauerstoffentzug durch (zu viele) Bakterien.

Warum: 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. Eine stetige Sauerstoffversorgung, vor allem über Nacht, ist absolute Grundvoraussetzung.

Es gibt diverse Produkte um Nährstoffe durch Bakterien im perfekten Bereich zu halten.

A) Do-It Yourself Produkte

- Hierbei handelt es sich praktisch immer nur um **Bakterien-Nahrung**. Damit fütterst Du Deine Bakterien damit sie sich schnell vermehren. Die bekanntesten Vertreter sind Alkohol (zB Wodka) oder Essig.



B) Käufliche Produkte

- A) Spezielle Bakterien-stämme** (meist konzentrierte Bakterienmischungen)
Achte beim Kauf vor allem darauf was die verschiedenen Stämme bewirken!
Es gibt üblicherweise 2 Arten:

a) Bakterien die Nährstoffe im Wasser abbauen, oder

b) Bakterien die festen Nährstoffe wie Mulm und Detritus abbauen



- B) Bakterien-Nahrung**

Hiermit fütterst Du Deine Bakterien damit sie sich schnell vermehren.
(Meist eine Kombination aus Alkohol und Essig)



Aqua-Calculator vereinfacht das Anmischen und die Dosiermengen-Berechnung (knapp 20 integrierte Rezepte, incl. Varianten die du dir aus im Supermarkt erhältlichen Material selbst mischen kannst)

Einfach und effizient Wodka-Dosierung

Es gibt keine allgemeingültige Dosierungsmenge, 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



Zeit	Dosiermenge [je 100 Liter Beckenvolumen]	Bemerkung
Tag 1-4	0,5ml Wodka /100L	
Tag 5-6	0,75ml Wodka /100L	
Tag 7-14	1,0ml 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 nicht deutlich über 1,0 ml / 100L	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

- 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.

6.6 MAXimale Bakterienpopulation: Zeolith Methode

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 Methode zu naturnahen Becken-Bedingungen.

Steinkorallen gedeihen mit gutem Wachstum und besonders ausgeprägter Farbgebung.

Die dabei erreichten Farbvarianten der Korallen sind deutlich, hell und pastellfarben. 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.

Am Markt werden hierzu mehrere Systeme/Produkte angeboten. Die Produktnamen der Zeolith-Systeme der beiden größten deutschen Hersteller lauten **ZEOvit** (Korallenzucht - Pohl) und **ZEO Light** (Fauna Marin). Die folgende Beschreibung erfolgt möglichst produktneutral und wird hier als **Zeolith-Methode bezeichnet**.

Benötigt:

- Abschäumer mit guter Abschäumleistung
- Zeolith-Filter
- Zeolithe (kleine Gesteinsbrocken, Verbrauchsmaterial)
- Spezielle Bakterien-Kulturen (Verbrauchsmaterial)
- Spezielle Bakterien-Nahrung (Verbrauchsmaterial)
- Spezielles Korallen-Futter (Verbrauchsmaterial)

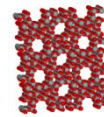
Wichtig: Methode komplett, inklusive aller notwendigen Schritte und Mittelchen angewenden!

Funktionsweise

Schritt-1: Zunächst wird im Aquarium ein sehr nährstoffarmes Milieu geschaffen. Dies erfolgt durch Einsatz von sogenannten Zeolithen in speziellen Zeolith-Filtern.

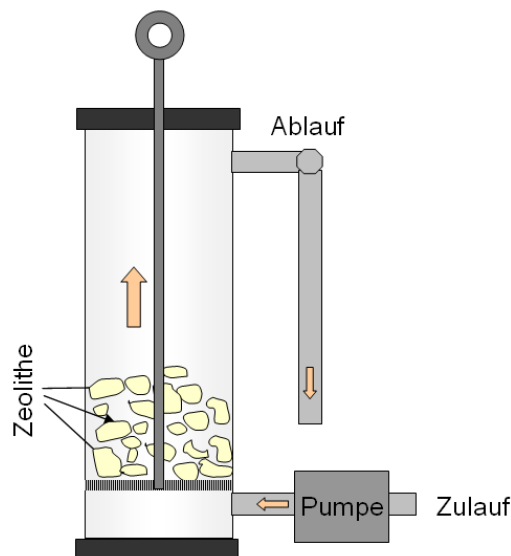
In den Zeolith-Brocken wird zunächst **Ammonium** mechanisch **gebunden**. Parallel dazu eine hochpotente **Bakterienkultur aufgebaut die den Stickstoffkreislauf ankurbelt**. Die sich, durch Fütterung stetig erhöhende, Masse der Bakterien **bindet ebenso Phosphat**. Ein mechanisches Durchlüften der Zeolithe entfernt die abgestorbenen Bakterien aus den Zeolithen. Diese werden dann über einen Abschäumer incl. Phosphate aus dem Aquarienwasser entfernt.

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.

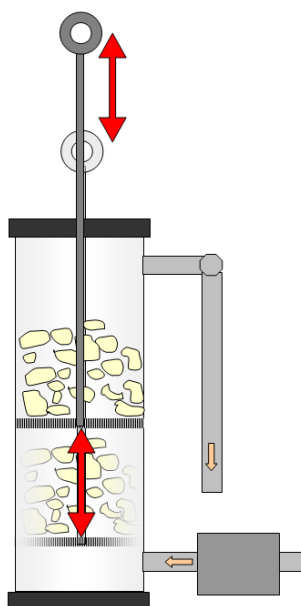


Zeolithe sind inerte Silikat Minerale mit hochporöser, schwammähnlicher Struktur und entsprechend **riesiger Oberfläche**. Damit bilden sie optimale Siedlungsflächen für Kleinstlebewesen, wie Bakterien, auf der Oberfläche und auch im Inneren.

Zeolithe kommen natürlich vor (ca. 50 verschiedene Arten), können aber auch synthetisch hergestellt werden (ca. 150 verschiedenen Arten). In der Aquaristik werden meist Mischungen aus natürlichen Zeolithen (Clinoptilolithe) eingesetzt. Dabei wird ausgenutzt, dass diese eine sehr hohe Adsorptionskapazität sowie Adsorptionsneigung von Ammonium haben.



Aufgabe eines **Zeolith-Filter**s ist es 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. Zeolithe sollten täglich, durch ausspülen im eigenen Wasser, gereinigt werden. Dies bewirkt eine 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 Marin, Grotech und von Korallenzucht.de.

Zeolith-Filter sind optimalerweise vor einem Abschäumer einzusetzen!

Alternativ und anstelle eines Zeolith-Filter, wird der Einsatz von Zeolithen auch an einer gut und gleichmäßig durchströmten Stelle in einem Filterbecken empfohlen.

Zur Füllmengenauslegung des Zeolith-Filter, Dosierung der Bakterien sowie Futter hältst Du Dich am besten an die Anweisungen der jeweiligen Anbieter.

Grober Richtwert für die Zeolith-Anwendung:

Füllmenge	bis 250 Gramm Zeolith je 100L Beckeninhalt vorher gut mit Leitungs- oder Osmosewasser spülen
Austausch Zeolithe	alle 6-12 Wochen ca 25% austauschen
Durchströmung	~75Liter/h je 100L Beckeninhalt

Wie schon beschrieben ist die Zugabe spezieller Bakterien, Futterpräparate, sowie Aminosäuren notwendig. Je nach verwendetem System/Produkt kommen mehrere **Komponenten** zum Einsatz:

I) **Hochkonzentrierte Bakterienstämme**

zur Optimierung der Nährstoffreduktion in bzw auf dem Zeolith

Bacto Blend (Fauna Marin)
ZEObak (Korallenzucht Pohl)



II-a) Kombiprodukte Basis-(Er)nährlösung für Korallen / Bakterienfutter

MIN S, CORAL vitality (Fauna Marin)
ZEOFOOD (Korallenzucht Pohl)



II-b) Aminosäuren Basis-(Er)nährlösung für die Korallen

AMIN (Fauna Marin)
AMINOacid (Korallenzucht Pohl)



III) Spurenelemente zur maximalen Farbausprägung der Korallen

COLOR Elements (Fauna Marin)
ZEO spur2 (Korallenzucht Pohl)



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.
- UV-Klärung sowie Einsatz von Ozon sind bei Zeolith Anwendung generell weniger ratsam (Möglichkeit der Zerstörung spezieller Bakterienkulturen sowie Zusätze).
Bis einige Stunden nach 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.
- Speziell bei anfangs nährstoffreichen Becken ist es dringend anzuraten nicht gleich mit der vollen Menge an Zeolithen, sondern nur mit 25%-50% davon, zu starten. Eine weitere Möglichkeit die Nährstoffreduktion sanft anzugehen ist die Durchströmungsmenge zu reduzieren (z.B. halbieren).

Risiken



1.) Hauptrisiko ist zu **schnelles Beginnen der Methode** bei Becken mit **hohem Nährstoffgehalt**. Die Korallen werden zu schnell von einem gewöhnten (evtl. 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.

6.7 Algen-Refugien (Schlammfilter)

Algen Refugien sind bei Verfügbarkeit des nötigen Platzes eine gute und natürliche Option Nährstoffe abzubauen.

So funktioniert's: **Nitrat** im Becken **fördert den Algenwuchs**, da sich die Algen sich dieser „Energiequelle“ bedienen. Phosphat wird von den Algen dabei ebenso aufgenommen und „eingebaut“. Durch regelmäßiges Abernten und Entsorgen der Algen wird **Phosphat auch dauerhaft entzogen**. Die in den Algen stattfindende Photosynthese sorgt außerdem für eine zusätzliche Sauerstoffversorgung des Beckens.

- Makroalgen sollten in einem separaten Becken (Technikbecken) kultiviert werden. Einbringen im Hauptbecken/Riffaufbau ist auch möglich wird aber nicht empfohlen (Atypische Optik, mögliche Abschattung von Korallen, verästelt sich evtl. so, dass man die Algen nur noch schwer entfernen kann)
- Abernten ca. alle 1-2 Wochen. Häufiges Ernten verstärkt Wachstum/Phosphat-Austrag
- Glasig werdende Algen stehen sie kurz vor der Auflösung und würden dabei aufgenommene Schadstoffe abgeben → Vorher Aus dem Becken entfernen
- In Refugium sammeln sich diverse Mikroorganismen und Kleinstlebewesen die gut für die Beckenbiologie sind und auch als Nahrungsergänzung für Fische dienen.
- Nicht zu viele abgerntete Algen an Fische verfüttern (Phosphatquelle)
- 24-stündige Beleuchtung in Refugien wird empfohlen → verbesserter Algenwuchs
- Folgende Caulerpaarten sind wegen starkem Wachstum besonders geeignet



6.8 Phosphatadsorber (Silikatadsorber)

Adsorbergranulate (z.B. auf Eisenhydroxydbasis) entfernen Phosphate und Silikate aus unseren Aquarien indem sie diese auf der Oberfläche des Granulates „binden“.

Dosierungshinweise sind Produktabhängig.
Es gibt stärkere und schwächere Granulate.



Einsatz von **Phosphatadsorber** würde ich persönlich dann empfehlen wenn..

- **Andere Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffen** in deinem Aquarium **nicht funktionieren** oder
- **Phosphat** im Vergleich zu Nitrat **deutlich überhöht** ist

Besonders die Optionen „Optimierung der Strömung“ sowie „Vermehrung der Bakterienpopulation“ sind praktischer und dauerhafterer Natur.

Risiken



Risiko der Nährstofflimitierung bei übertriebenem Einsatz.
Risiko der zu schnellen Reduktion

Wichtig ist, dass das Adsorbergranulat gut umströmt und durchströmt wird. Multifilter sind die eine sehr gute Wahl. In diese wird das Adsorbermaterial von oben eingefüllt, der Filter verschlossen und dann mit Beckenwasser durchströmt.

Die „Durchströmung des Granulates“ mit Wasser erfolgt von unten nach oben. Hierdurch wird übermäßiges Channeling und auch Absetzen von Schwebeteilchen vermieden.



TEIL 7 – Sonstige Tipps & Tricks

7.1 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

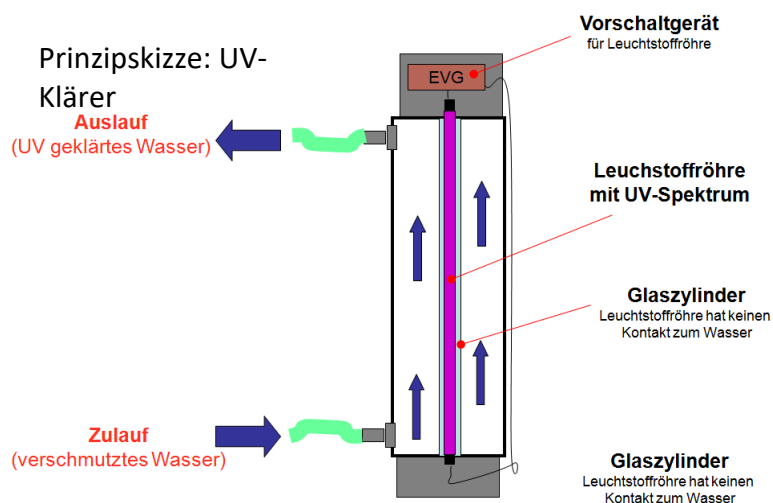
- Verringerung des Infektionsrisikos
- besser Gesundheitszustand von empfindlichen oder neu eingesetzten Fischen.

Ein Teil des im Beckenkreislauf befindlichen Wassers wird 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.

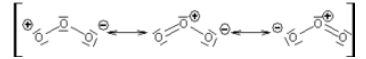
Je höher die Verweildauer des Wassers in der starken UV-Strahlung, desto höher ist die UV-Dosis und damit der Grad der Entkeimung. Gleiches gilt für die Stärke der UV-Lichtquelle. Hier gibt es verschiedene Leuchtstärken für kleinere und größere Becken.

Überdosierung ist nicht möglich. 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.

Da das Leuchtspektrum der Röhre mit der Zeit nachlässt, sind die Leuchtstoffröhren in gewissen Intervallen auszuwechseln (hier ebenfalls Herstellerempfehlung beachten)



7.2 Ozon



Ozoneinsatz reduziert die organische Belastung durch Entzug organischer Trübstoffe und sorgt für klareres Wasser.

Es tötet im Freiwasser treibende Krankheitserreger und Bakterienstämme. In lebenden Steinen, sowie im Bodengrund befindliche Bakterien bleiben unbeeinträchtigt.

In MW-Aquarien oxidiert Ozon ebenso in geringem Maße Ammonium zu Nitrit zu Nitrat

Risiken

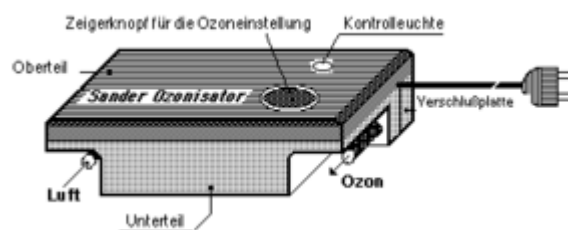
- Dosierung von Ozon darf nicht übertrieben werden.
Ansonsten negative Begleiterscheinungen durch die starke Oxidation v.a. für Fische (Verätzungen der Kiemendeckel, ...)
- Ozoneinsatz führt zur Versprödung von Kunststoff/Gummitteilen → Häufiger kontrollieren!

Zuzuführende Ozonmenge: ~10 mg Ozon je 100 Liter Beckenwasser, 24/7 Einsatz

Beim Kauf eines Ozonisators eine gewisse Reserve einplanen. Gute Ozonisatoren haben eine einstellbare Abgabe-Leistung.

Bei Einsatz eines Ozonisators an einem Abschäumer empfiehlt es sich, das ins Wasser eingeleitete Ozon durch dauerhafte Aktivkohlefilterung wieder zu normalem Sauerstoff umzuwandeln.

Das Ozon selbst wird im sog. Ozonrohr/Ozonelement innerhalb des Ozonisators, durch elektrische Entladung, hergestellt. Ozonisatoren haben Zigarettenschachtelgröße und eine sehr geringe elektrische Leistungsaufnahme. Das Ozon meist über den Ansaugschlauch des Eiweißabschäumers (empfohlen) ins Becken eingebracht.



7.3 Jod zudosieren

Zudosierung von Jod ist vorteilhaft für einige Tiere und auch SPS.

Die Zudosierung muss ständig erfolgen, da es im Aquarium relativ schnell wieder „ausfällt“.

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: **Jodzugabe**

LUGOLsche Lösung	2 Tropfen je 100 Liter Beckenwasser pro Tag
PVP-Jod	1 Tropfen je 200-250 Liter Beckenwasser pro Tag

7.4 Kalkwasser zur pH-Anhebung

Kalkwasserpulver eignet sich auch zur pH-Wert-Erhöhung, wobei sich der pH-Wert häufig relativ schnell wieder abbaut. Soll der pH-Wert für mehrere Tage erhöht werden, ist eine mehrmalige Dosierung am Tag nötig. Bedenke, dass dabei Ca und Alkalinität ebenso erhöht werden.

26g Ca(OH)_2 auf 100 Liter Wasservolumen → erhöhen den pH-Wert um 0,1 pH

- 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, etc) kommen.

7.5 Phosphat (Nitrat) Konzentration erhöhen

Falls Dein Becken eine Nährstofflimitierung erfährt..... die Bestellung eines Phosphat-erhöhenden Produktes aus einem Aquaristikshop zu lange dauern würde und du einen freundlichen Apotheker erwischst, kannst Du Dir evtl. mit dieser selbshergestellten Phosphat-Lösung aus KaliumDiHydrogenPhosphat (KH_2PO_4) selbst helfen.

Rezeptur:	14,3g KH_2PO_4 in Osmosewasser auf ein Gesamtvolumen von 1,0 L lösen
Konzentration:	enthält 10g PO_4 /Liter. Hoch konzentriert !!
Dosierung:	0,1 ml der Lösung je 100L Waser erhöhen PO_4 um 0,01 mg/l



Herstellung dieser Lösung muss aufgrund der hohen Konzentration sorgfältig erfolgen.



Falls Dein Becken so effizient Nährstoffe abbaut, dass du regelmäßige Phosphat / Nitrat nachdosieren musst, kann dich AquaCalculator mit mehreren integrierten Rezepten unterstützen unterstützen. So spart Du dir evtl. den Kauf teurer Spezialprodukte die die gleichen Inhaltsstoffe haben.

The screenshot shows the AquaCalculator application window with the title "Nährstofflevels erhöhen". At the top, there is a volume selector set to "1000,0". Below this, there are two main sections: "Nitrat" and "Phosphat".

Nitrat section:

- Icon: A plate with a fork and a plus sign.
- Text: "... erhöhen um" followed by a dropdown menu set to "0,0" [mg/l]. Below it, it says "Empfohlen: Anfangs 1 mg/l je Tag".
- Step 1: "Rezeptur definieren" with a dropdown menu showing "NatriumNitrat (100g/L)".
- Step 2: "Stammlösung erstellen" with instructions: "- 137,1 [g] NaNO_3 " and "- mit Osmosewasser auf 1L auffüllen".
- Step 3: "0,0 [ml] der Stammlösung dosierem".

Phosphat section:

- Icon: A plate with a fork and a plus sign.
- Text: "... erhöhen um" followed by a dropdown menu set to "0,01" [mg/l]. Below it, it says "Max 0,1 mg/l je Tag".
- Step 1: "Rezeptur definieren" with a dropdown menu showing "KaliumDiHydrogenPhosphat (10g/L)".
- Step 2: "Stammlösung erstellen" with instructions: "- 14,3 [g] KH_2PO_4 " and "- mit Osmosewasser auf 1L auffüllen".
- Step 3: "1,00 [ml] der Stammlösung dosierem".

7.6 Einfache Methode zur Abschätzung der CO₂-Konzentration in Räumen

Messgeräte zur Ermittlung der CO₂ Konzentration sind relativ teuer und damit selten. Folgende, relativ einfache Messmethode bringt zumindest eine grobe Abschätzung.

Benötigt: Ein pH-Meter, Aquarienluftpumpe

- Gefäß mit Aquarienwasser füllen
- Luftpumpe einschalten und das Gefäß ca. 15 Minuten im Freien belüften
- pH-Wert messen → 1.Messung / Referenz
(die CO₂ 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 ₂ 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 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 ₂
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 ₃	Calciumkarbonat
CO ₂	Kohlendioxid (farb/geruchloses Gas)
Detritus	Ablagerungen aus Kot, toten Kleinstlebewesen, Algen usw.
Denitrifikation	Abbauprozess von Nitrat → Stickstoff
Diatomeen	Kieselalgen
Dichte	Gewicht eines festgelegten Volumens eines Stoffes
Dinoflagellaten	Algen (einzellige Organismen, Panzergeißler) spezielle Arten sind heftige Plagegeister von Aquarianern
DSB	Sandbettfilter (DSB= deep sand bed)
ICP	Hochgenaue Analyseverfahren für Wasserparameter
Herbivor	pflanzenfressend
Heterotroph	keine Photosynthese betreibend, benötigt organische Nährstoffe/Kohlenstoffverbindungen
Korallenbruch	Skelette abgestorbener Korallen unterschiedlicher Größe hoher Anteil CaCO ₃ und Spurenelemente, aber auch PO ₄
Lebender Sand (Live Sand)	Aragonitsand mit Population an Bakterien / Kleinstlebewesen
LPS	Großpolypige Steinkorallen (L arge P olyp S tonecorals)
Mg	Magnesium
Nährstoffe	Stoffe die als Nahrung aufgenommen werden können
NH ₄ ⁺	Ammonium
NO ₂ ⁻	Nitrit
NO ₃ ⁻	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 ₂ -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	Kleinpypige Steinkorallen (S mall P olyp S 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: Dichte

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: Relative Dichte

Meßwert: **relative Dichte**

Dargestellter Wert: **Salinität [psu]**



	Dichte [g/cm³]																					
	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	
Temperatur [°C]	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	34,5	35,2	35,8	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: Leitwert

Meßwert: **Leitwert**

Dargestellter Wert: **Salinität [psu]**

	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	
Temperatur [°C]	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	

Impressum

Autor: Martin Kuhn, 82149 München, Estingerstr. 2c
e-mail: martin.kuhn@aquacalculator.com
Homepage: www.aquacalculator.com / www.acalc.de

Die Verlinkung dieses Kompendiums ist ausschließlich unter folgendem Link erlaubt:

https://www.aquacalculator.com/docu/Reeftank-Compendium_de.pdf

Alle auf meiner Homepage angebotenen Inhalte unterliegen eigenem Urheberrecht und dürfen nicht auf anderen Servern/Homepages zum Download angeboten werden.

Quellen & Personenangaben

Robert & Manuela Baur-Kruppas <http://www.korallenriff.de>

Armin Glaser: Ratgeber Meerwasserchemie
Theorie und Praxis für Aquarianer ISBN 978-3-9810570-2

Dr. Randy Holmes-Farley: Reef Aquarium Water Parameters / Low pH: Causes and Cures/ High pH: Causes and Cures/ Solutions to pH Problems / Nitrate in the Reef Aquarium/ Solving Calcium /Alkalinity Problems / Relationship between Alkalinity and pH / What is Alkalinity?

Jens Kallmeyer, Jörg Kokott, Hans-Werner Balling, Michael Mrutzek, Michael Nannini, Thomas Geisel, Thomas Chronz: Fachliche Unterstützung, Verbesserungsvorschläge und Korrekturlesen

Folgende Fachgeschäfte/Hersteller unterstützten z.B. durch Test-Hardware

Fauna Marin (Claude Schuhmacher)	www.faunamarin.de
Mrutzek Meeresaquaristik	shop-meeresaquaristik.de
Tropic Marin (H.W. Balling)	www.tropic-marin.com
ATI (Oliver Pritzel)	www.atiaquaristik.com
RedSea aka TN (Georg Kotlin)	www.terra-nova-pro.de
GroTech Aquarientechnik	www.grotech.de
Dupla Aquaristik (C. Seidel)	www.dupla-marin.com
Aquarium West (Markus Mahl)	aquarium-west.de



VIELEN DANK FÜR DEINE AUFMERKSAMKEIT!

