

Spurenelemente und ihr Bedeutung für die Meerwasseraquaristik

Dr. Andreas A. Pilz - Marine Chemistry e.K

Die wegweisenden Arbeiten auf diesem Gebiet sind dem Forscher Hans-Werner Balling zu verdanken.

Ihm zu Ehren nennt man diese Methode "Die Balling-Methode zur Dosierung von Spurenelementen im Riff Aquarium". Erstmals wurden hier die essentiellen Spurenelemente für ein Meerwasser Becken zusammengestellt. Darüber hinaus gibt der Forscher eine Anleitung zur Herstellung der Lösungen, die man in zahlreichen Fachbüchern für die Meerwasser Aquaristik nachlesen kann

Biologisch wichtige Spurenelemente

Chrom

Chrom kommt mit einer Konzentration von 0,0003 mg/l in nat. sw. vor, dabei schwankt seine Konzentration im Ozean mit der Tiefe (F.C. Küpper). Chrom ist in der Oxidationsstufe 3+ ist ein essentielles Spurenelement und spielt eine wichtige Rolle beim Insulinstoffwechsel. In seiner biologisch aktiven Form ist es an das Oligopeptid Chromodulin gebunden. Dieses einfach aufgebaute Protein besteht nur aus den vier Aminosäuren: Asparagin, Glutamin, Glycin und Cystein. Einsatz von Chrom i. Meerwasseraquarium: In Aquarien die vorwiegend mit SPS besetzt sind kann der Einsatz des Spurenelementes Chrom ev. sinnvoll sein, da ein Zusammenhang mit der Farbigkeit diskutiert wird. Wir dosieren das Spurenelement Chrom nicht und können daher keine Dosierempfehlung geben.

Eisen

Das Spurenelement Eisen, chem. Formelzeichen [Fe] kommt mit einer Konzentration von 0,002 mg/L in natürlichem Meerwasser vor. Eisen gehört zu den Essentiellen Spurenelementen dabei sind die biochemischen Funktionen von Eisen äußerst vielfältig, seine Bedeutung bei der Photosynthese oder dem Transport von Sauerstoff sind lange bekannt. Für alle Korallen im Riffaquarium ist Eisen essentiell, sein Verbrauch sollte am besten täglich ausgeglichen werden.

Jod

Das Element Jod mit dem chemischen Formelzeichen [J], kommt mit einer Konzentration von 0,06 mg/l in nat. sw. vor. Jod zählt man zusammen mit Molybdän und Vanadium zu den anionischen Spurenelementen, da sie eine negative Ladung tragen. In der Meerwasser Aquaristik ist es eines der ersten Spurenelemente, dass man dosiert hat. Jod ist Baustein des Schilddrüsenhormones Thyroxin.

Im Meer sind Algen das zentrale Speichermedium für Jod. Aquarianer, die in ihrem Aquarium Fische pflegen und diese regelmäßig mit Trockenfutter versorgen, das Spirulina Algen enthält, fügen nach unserer Meinung damit eine ausreichende Menge an Jod zu.

Dosierung Für Aquarianer die nicht auf den Zusatz von Jod verzichten möchten, haben wir eine Jod Lösung entwickelt. Diese ist sehr einfach in der Anwendung. Am Tag muß der Aquarianer nur einen Tropfen auf 100L Aquariumwasser zusetzen. Ein Tropfen der Lösung hat einen Jod Gehalt von 0,06mg. Dies entspricht der Jod Konzentration von einem Liter nat. sw.. Vergleich der Jod Dosierung

mit einem Wasserwechsel Um den gleichen Jodeintrag zu erzielen müssen in der Woche 7% des Aquarium Wassers mit nat. sw. getauscht werden, oder 24% im Monat.

Kobalt

Kobalt hat das chemische Formelzeichen [Co] es kommt mit einer Konzentration von 0,00005 mg/L in nat. sw. vor. Kobalt gehört zu den essentiellen Spurenelementen, es ist Bestandteil des Vitamin B12, das Co-Faktor bei zahlreichen biochemischen Prozessen ist.

Dabei kann das Vitamin B12 nur von spezialisierten einzelligen Organismen hergestellt werden, die in der marinen Umwelt leben. Dies sind die archaea Bakterien. Aus neueren Untersuchungen weiß man, dass auch Korallen mit diesen Bakterien in Symbiose leben, die das Vitamin B12 für die Korallen produzieren. Aufgrund dieser Bakterienaktivität findet man das Vitamin B12 auch im Wasser der Ozeane wieder.

Wir halten eine Dosierung des Vitamin B12 im Riffaquarium für sinnvoll. in phosphatarmen Aquarium Wasser ist Kobalt auch mit für die Blaufärbung von SPS mitverantwortlich. Kobalt sollte hier täglich dosiert werden.

Kupfer

Das Element Kupfer mit dem chemischen Formelzeichen [Cu] kommt in nat. sw. mit einer Konzentration von 0,0005 mg/L vor. Kupfer gehört zu den essentiellen Spurenelementen und ist für zahlreiche Funktionen im Organismus notwendig ein Mangel führt zu spezifischen Ausfallerscheinungen. Für Aquarianer interessant dürfte die Funktion des Kupfers in der Photosynthese sein. Kupfer ist Bestandteil des Chlorophyll c, das bei einer Wellenlänge von 600-650 nm sein Absorptions-maximum hat. Bei der Auswahl der Aquarium Beleuchtung muss dies bedacht werden.

Blaue Korallen benötigen oft die Spurenelemente Cu und Co um ihre Farbe auszubilden.

Kupfer ist ein essentielles Spurenelement, dessen Verbrauch im Riff Aquarium ausgeglichen werden muss. ACHTUNG:!!!! Die Überdosierung von Kupfer kann sehr schnell zu irreversiblen Schäden und Verlusten im Riff Becken führen. Um dies zu verhindern sollte man nur solche Lösungen verwenden, die klare Konzentrationsangaben in mg/ml oder µg/ml haben.

Molybdän

Molybdän hat das chemische Formelzeichen [Mo] und kommt in nat. sw. mit einer Konzentration von 0,01mg/L vor. Molybdän zählt man zu den drei anionischen Spurenelementen (mit Jod und Vanadium), da die biologisch verwertbare Form negativ geladen ist. Molybdän ist ein essentielles Spurenelement. Heute (STAND 2012) waren 60 Molybdän haltige Enzyme bekannt. Eine wichtige Funktion hat Molybdän im Stickstoffkreislauf.

Der Verbrauch des Spurenelementes Molybdän im Meerwasseraquarium sollte durch tägliche Dosierung ausgeglichen werden.

Mangan

Ob wohl das Element Mangan, chemisches Formelzeichen [Mn] nur mit einer sehr geringen Konzentration von 0,0002mg/L in nat. sw. vorkommt, sind hunderte von biochemischen Prozessen bekannt, die für ihren Ablauf das Spurenelement Mangan benötigen. Mangan ist nach Zink das Spurenelement, das an der größten Anzahl biochemischer Prozesse teilnimmt. Ein Mangan Calciumcluster, der aus vier Atomen Mangan und einem Atom Calcium besteht ist für die Produktion von Sauerstoff verantwortlich. Dieser Komplex wird auch als Oxygen-Evolving-Complex abgekürzt OEC bezeichnet. Seine genaue Struktur ist bis heute nicht geklärt.

Wichtig für Aquarianer die mit Aminosäuren arbeiten. Die Aminosäuren Asparaginsäure und Histidin sind an der Komplexbildung beteiligt. Mangan sollte täglich im Meerwasser Aquarium dosiert werden.

Nickel

Nickel chem. Formelzeichen [Ni] kommt mit einer Konz. von 0,0066mg/l in nat sw vor. Im Jahre 2009 waren bereits 7 Nickel-haltige Enzyme bekannt.

Nickel ist ein essentielles Spurenelement für Steinkorallen und Krustenanemonen und sollte in Aquarien in denen diese Tiere gepflegt werden regelmäßig angewendet werden. Dosierung des Spurenelementes Nickel im Meerwasser Aquarium Als Startdosierung schlagen wir die erprobte Dosierung von 3Tropfen/100L Tag vor. Damit führt man einem Aquarium mit einem Volumen von 100L die Menge von 0,0017mg Nickel zu.

Selen

Selen [Se] kommt mit einer Konz, von 0,0009mg/L in nat. sw. vor. Selen ist ein essentielles Spurenelement für Steinkorallen.

Das Vorkommen von Proteinen die aus diesen Aminosäuren aufgebaut werden, wurde an der Koralle Acropora Millepora von Zou Huihin in seiner Doktorarbeit an der James Cook Universität in Australien untersucht. Das Ergebnis seiner Forschung an der Koralle acro. millepora sind die Detection von 21 selenhaltigen Proteinen und zwei Selen bindenden Proteinen. Damit weist diese Koralle den höchsten Selengehalt aller untersuchten Korallen auf. Die Universität stellt die Arbeit zum online Abruf zur Verfügung unter: <http://eprints.jcu.edu.au/29162/> (Zum Ausführen kopieren Sie den link in Ihren Browser.)

Dosierung Dosierung des Spurenelementes Selen im Meerwasser Aquarium. Wir empfehlen die Dosierung des Spurenelementes Selen nur in solchen Aquarien in denen hauptsächlich SPS gepflegt werden.

Vanadium

Vanadium [V] kommt mit einer Konzentration von 0,0019mg/L nat. sw. vor. Es ist Bestandteil einiger Enzyme den Haloperoxidasen die in Pilzen, Bakterien und Algen enthalten sind. Die Enzyme haben die Aufgabe Halogenionen (wie Chlor und Brom) an organische Moleküle zu übertragen. Bei unseren Aquarium Studien haben wir festgestellt, daß mit der Dosierung von Vanadium die Vermehrung und das Wachstum von Schwämmen stark zugenommen hat. Aquarianer die in ihrem Aquarium Schwämme pflegen und Wert auf ein naturnahes Milieu legen, empfehlen wir daher die Dosierung von Vanadium.

Zink

Zink chem Formelzeichen [Zn] kommt in nat. sw. mit einer Konz. von 0,005mg/L vor. Mit diesem Gehalt gehört Zn schon zu den hochkonzentrierten Spurenelementen. Zink ist ein essentielles Spurenelement für alle Lebewesen und hat wichtige Funktionen in unzähligen biologischen Prozessen. Sie hier alle aufzuführen würde das Volumen der Seite bei weitem übersteigen. Für Meerwasser von besonderem Interesse dürfte die Funktion des zinkhaltigen Enzymes Carbonanhydrase sein. Dieses Enzym beschleunigt die Bildung des Kalkskelettes von Korallen aus Kohlendioxid und Wasser um den Faktor 10000000. Die Funktion dieses Enzymes haben wir in schematischer Form in untenstehendem Bild dargestellt, die Vorlage ist bei Wikipedia entnommen. Die Aminosäure Histidin spielt ebenfalls eine zentrale Rolle bei der Komplexierung des zweiwertigen Zink Ions. Wir empfehlen die tägliche Dosierung des Spurenelementes Zink im Riff Aquarium.

Spurenelemente ohne biologische Funktion

Arsen

Arsen kommt im nat. sw. mit einer Konzentration von 0,0037 mg/L vor. Einige Algen sind in der Lage Arsen stark anzureichern. Ob dies eine biologische Bedeutung hat ist unklar, möglicherweise liegt dies nur in der chemischen Ähnlichkeit zu wichtigen essentiellen Elementen, wie Phosphor/Phosphat begründet. Eine wichtige Speicherform von Arsen in lebenden Zellen sind Arsenzucker. Vor kurzem hat man Bakterien entdeckt, bei denen Enzyme (Arsenreductasen) an der Energiegewinnung aus Arsenverbindungen beteiligt sind.

Aluminium

Das Spurenelement Aluminium kommt im Meerwasser (nat. sw.) mit einer Konzentration von 0,002 mg/L vor. Es ist das häufigste Element in der Erdkruste und wird auch in Spuren in vielen Organismen gefunden. Dennoch sind bis heute keine biologischen Prozesse bekannt, für deren Funktion Aluminium essentiell ist. Wir halten die Dosierung im Riffaquarium für nicht sinnvoll.

Antimon

Antimon (chemisches Formelzeichen Sb) kommt in nat. sw. mit einer Konzentration von 0,00033 mg/L vor. Wie Arsen ist es extrem giftig. Da es auch in Zellen gelangen kann, haben die meisten Organismen zur aktiven Entgiftung von Antimon biochemische Prozesse entwickelt. Antimon ist natürlich kein Spurenelement, das man im Meerwasser Aquarium dosieren muss.

Barium

Barium kommt im nat. sw. mit einem Gehalt von 0,002 mg/l vor. Bezogen auf seinen Gehalt in Spurenelement Mischungen (Balling Methode), war Barium das Element, daß man in der größten Menge dem Meerwasser Becken zugesetzt hat. Bei einer umfangreichen Literatur Studie und zahlreichen Aquarium Versuchen konnten wir keine Anhaltspunkte dafür finden, dass Barium eine

biologische Bedeutung hat, siehe auch JOHN EMSLEY Nature's Building Blocks, Oxford Press 2011. Möglicherweise beruht die Aufnahme von Barium in der Koralle auf seiner chemischen Ähnlichkeit zum Calcium. Die Dosierung von Barium halten wir nicht für notwendig.

Cäsium

Das Spurenelement Cäsium chemisches Formelzeichen [Cs] kommt mit einem Gehalt von 0,0004 mg/L in nat. sw. vor. Bekannt geworden ist Cäsium durch die Reaktor Katastrophe von Tschernobyl, da es bei der Kernspaltung von Uran entsteht. Aufgrund seiner Ähnlichkeit zu Kalium kann es in verschiedenen Organismen angereichert werden. Cäsium gehört natürlich nicht in ein Riff Aquarium.

Cadmium

Das Spurenelement Cadmium kommt in einer Konzentration von 0,0001 mg/L in nat. sw. vor. Erst kürzlich hat man ein cadmiumhaltiges Enzym(Carbonic Anhydrase) in Diatomeren entdeckt, das für die Umwandlung von Kohlendioxid und Wasser in Kohlensäure verantwortlich ist, s. nachfolgendes Bild, entnommen bei Wikipedia.

Gallium

Das Spurenelement Gallium mit dem chemischen Formelzeichen [Ga] kommt in nat. sw. nur noch mit einer Konzentration von 0,00003 mg/L vor. Dabei kommt Gallium nicht frei vor, sondern nur als Verbindung des dreiwertigen Galliums. Die Verwendung von Gallium Verbindungen ist in der Krebstherapie bekannt, es sind jedoch keine biochemischen Prozesse bekannt, die das Spurenelement Gallium benötigen. Die Dosierung von Gallium im Meerwasser Becken ist unsinnig.

Lithium

Lithium chem. Formelzeichen [Li] ist das Spurenelement, das unter den Spurenelementen im Meerwasser mit 0,17mg/L die zweithöchste Konzentration hat. In der Medizin findet es Verwendung bei Behandlung von psychischen Erkrankungen. Im Meerwasser sind einige Algen in der Lage Lithium anzureichern. Diese Anreicherung des Spurenelementes beeinflusst hier die Aufnahme von Alkaliionen (Natrium). Die Frage kann z.Z. nicht beantwortet werden, ob dies nur ein osmotischer Effekt ist, oder eine lebensnotwendige biochemische Funktion. Wikipedia stellt klar, daß keine biologische Funktion von Lithium bekannt ist. In unseren Versuchsreihen konnten wir mit der Dosierung von Lithium keinen positiven Effekt erzielen. Wir sehen keinen Nutzen in der Dosierung des Spurenelementes Lithium im Meerwasseraquarium.

Neon

Das Element Neon [Ne] kommt in einer Konz. von 0,0012mg/L in nat. sw. vor. Es hat keinerlei Bedeutung für die biochemischen Abläufe im Riff Aquarium und wird nicht dosiert.

Scandium und Silber

Das Spurenelement Scandium chem. Formelzeichen [Sc] kommt mit einer Konz. von 0,001mg/L in nat. sw. vor. Biologische Funktionen bei marinen Organismen sind nicht bekannt. Bei einigen Krankheiten hingegen scheint es zu einer Anreicherung von Scandium im Plasma zu kommen. Es besteht keine Notwendigkeit das Spurenelement Scandium im Meerwasseraquarium zu dosieren.

Silber, chem. Formelzeichen [Ag] kommt mit einer Konzentration 0,00028mg/l nat. sw. vor. Silber ist kein essentielles Spurenelement eine Wichtige industrielle Verwendung ist die Sterilisation von Trinkwasser. Da Silber für die meisten maritimen Organismen äußerst giftig ist, wäre eine Verwendung als Spurenelement völliger Quatsch!

Titan

Titan chem. Formelzeichen [Ti] kommt mit einer Konzentration von 0,001mg/L nat. sw. vor. Titan hat keine biologische bekannte Funktion (siehe z.B. webelements, wikipedia), einige Krebs sind jedoch zur starken Anreicherung fähig (Compendium of Trace Metals). Ob diese Anreicherung eine biologische Bedeutung hat ist bisher nicht bekannt. Die Dosierung des Spurenelementes Titan im Meerwasser Aquarium ist nach unser Erfahrung nicht sinnvoll.

Phosphor

Phosphor chemisches Formelzeichen [P] ist das Spurenelement, dass die höchste Konzentration unter allen Spurenelementen in nat. sw. hat. Phosphor ist an allen Lebensprozessen beteiligt, und ein sehr wichtiger Baustein von unserem Erbgut. Beim Abbau von biologischen Materialien im Riff Becken werden daher auch große Mengen an Phosphat freigesetzt. Die Hauptaufgabe des Aquarianers besteht darin, den Phosphat Anstieg so stark wie möglich zu begrenzen. Phosphat bildet mit den meisten Spurenelementen schwerlösliche Salze, die über den Abschäumer exportiert werden. Die Dosierung von Phosphat oder Hydrogenphosphat im Meerwasseraquarium ist völlig unsinnig.

Rubidium

Rubidium [Rb] ist das Spurenelement mit der dritthöchsten Konz. in nat. sw.. Rubidium hat ähnlich wie Lithium eine begrenzte Bedeutung in der Behandlung psychischer Erkrankungen. Seine Anreicherung in lebenden Zellen ist wahrscheinlich auf seine Ähnlichkeit zum essentiellen Element Kalium begründet. Wir haben bei unserer umfangreichen Literaturrecherche keine Hinweise darauf gefunden, dass Rubidium eine essentielle Funktion im lebenden Organismus hat. Die Dosierung von Rubidium im Meerwasser Aquarium ist nicht notwendig.

Zirkon

Zinn, chem. Formelzeichen [Sn] kommt mit einer Konz. von 0,00081mg/L in nat. sw. vor. Wegen seinem natürlichen Vorkommen in der Umwelt findet man es auch in biologischen Proben wieder. Die im letzten Jahrhundert aufgestellte Vermutung das Zinn ein ess. Spurenelement ist konnte bis heute jedoch nicht bestätigt werden. Wir halten aus unseren langjährigen Beobachtungen die Dosierung des sehr giftigen Spurenelementes Zinn im Meerwasseraquarium für nicht sinnvoll.

Zirkon Zirkon [Zr] kommt mit einer Konz. von 0,000026mg/L in nat. sw. vor. Es konnte bisher jedoch keine biologische Funktion nachgewiesen werden (www.webelements.com). Wir halten die Dosierung von Zirkon im Meerwasseraquarium daher nicht für sinnvoll.

Quellenangaben:

<https://www.marine-chemistry.de/Allgemeiner-Teil-der-Spurenelemente>

<https://www.marine-chemistry.de/Allgemeiner-Teil-der-Spurenelemente/Geschichte>

<https://www.marine-chemistry.de/Allgemeiner-Teil-der-Spurenelemente/essentielle-Spurenelemente>

<https://www.marine-chemistry.de/Allgemeiner-Teil-der-Spurenelemente/Aufnahme-von-Spurenelementen>

<https://www.marine-chemistry.de/Allgemeiner-Teil-der-Spurenelemente/Dosierung>

<https://www.marine-chemistry.de/Allgemeiner-Teil-der-Spurenelemente/Wo-bleiben-die-Spurenelemente>