

# Faszination Unterwasser

„Wir horchen staunend auf, wenn eine Nasa-Sonde Wasser auf dem Mars entdeckt haben soll - aber wir haben verlernt zu staunen über das Wasser, das bei uns so selbstverständlich aus dem Hahn fließt.“

Horst Köhler, (\*1943), seit dem 1. Juli 2004 Bundespräsident der Bundesrepublik Deutschland, Quelle: FOCUS

## **Physikalische Aspekte des Wassers: was steckt im flüssigen Gold?**

Vorwiegend ist uns Wasser als „flüssig“ und als „aus dem Hahn“ bekannt. Aber Wasser hat weit mehr Eigenschaften, als nur diese eine. Dem einen dient sie als Lebensraum, der andere benötigt sie auf dem Trockenen, um zu überleben.

Wo kein Wasser, da kein Leben, könnte man sagen.

Erstaunlich, dass der menschliche Körper nahezu zu 70% aus diesem flüssigen Gold besteht, die Erde zu  $\frac{3}{4}$  und wir damit ein Monopol auf der Erde haben, das in dieser Form auf keinem anderen Planeten so existiert. Jedenfalls nicht in diesen Mengen.

Die Gesamtwassermenge der Erde ist jedoch nicht nur eingeteilt in flüssige Vorkommen. Auch Schnee, Regen, Eis und Wolken bestehen aus Wasser. Interessant ist, dass die Gesamtwassermenge der Erde stetig gleich bleibt. Einzige Ausnahme hiervon wäre, wenn ein/e Raumfahrer/in in den Weltraum pinkeln würde, sofern das nicht wieder zurück geführt wird.

Die Aggregatzustände des Wassers werden in drei Bereiche eingeteilt: flüssig als Wasser bekannt, fest, also gefroren, als Eis und gasförmig als Wasserdampf und ist somit der einzige bekannte Stoff, der auf unserer Erde in allen drei Zuständen auftritt.

Der Siedepunkt des Wassers liegt bei 100 Grad Celsius, der Schmelzpunkt bei 1 Grad und die Gefriertemperatur bei 0 Grad Celsius.

## **Elektrische Leitfähigkeit oder: Lass dich nie mit Wasser löschen!**

Wasser existiert eigentlich nicht in absolut reiner Form, es sei denn, es wurde chemisch aufbereitet und nennt sich „destilliertes Wasser“, hat einen pH-Wert von 7 und ist daher nicht besonders leitfähig und weist einen hohen Widerstand auf. Durch die Vielzahl an gelösten Spurenelementen und Mineralien in unserem „normalen“ Wasser ist es jedoch elektrisch sehr leitfähig, sodass bsp. bei einem Löschversuch Personen, die unter dem Wasserstrahl stehen, einen elektrischen Schlag bekommen können, wenn ein Stromkreislauf durch das Treffen elektrischer Geräte mit dem Wasser geschlossen wurde.

## **Dichteanatomie oder: warum schwimmen Fische schneller als Menschen?**

Die Dichte des Wassers ist abhängig von der Temperatur. Das bedeutet, je höher die Temperatur ist, desto größer ist das Volumen und um so kleiner die Dichte. Die Stoffe werden

leicht. Dies gilt aber auch gegensätzlich: je kleiner die Temperatur, desto kleiner das Volumen und umso größer die Dichte, die Stoffe werden schwer.

Die größte Dichte hat Wasser bei 3,98 Grad Celsius und damit das geringste Volumen. Wasser ist einer der einzigen bekannten Stoffe, der sich bei abfallenden Temperaturen erst zusammen zieht und beim Gefrieren wieder ausdehnt. Eis ist leichter als Wasser und in der Lage, auf der Wasseroberfläche zu schwimmen.

Wie aber kommt das Gefrieren zustande? Bei Erstarren ordnen sich die Atome bzw. Moleküle, platzsparend in einem Gitter an (z. B. Würfelform). Beim Schmelzen mit steigenden Temperaturen, bewegen sich die Moleküle heftiger und brauchen mehr Platz, daher wird das Volumen größer. Dies ist ähnlich mit den Stromleitungen auf Strommasten.

Die Einheit der Dichte wird berechnet in Gramm geteilt durch Kubik Zentimeter. Das Volumen kann bestimmt werden, wenn die Dichte durch die Masse geteilt wird.

Je höher die Dichte, desto langsamer kann sich ein Mensch im Wasser fortbewegen. Durch einen stromlinienförmigen Körper ist hierbei der Fisch um einiges schneller. In Zeitlupe betrachtet wirft der menschliche Körper Falten bei der Wasserverdrängung, also beim Schwimmen, was also mehr Kraft erfordert und somit der Fisch im Wettschwimmen definitiv gewinnt.

### **Oberflächenspannung**

An der Grenzfläche einer Flüssigkeit ist eine Oberflächenspannung wirksam. Sie äußert sich in dem Bestreben, die Flüssigkeitsoberfläche möglichst klein zu halten. Die Grenzfläche besteht aus Wasser und Gas, bzw. Luft. Da die vorherrschende Form dieser Eigenschaft in der Natur die Kugel ist, formt Wasser sich zu Tropfen. Diese Eigenschaften der Oberflächenspannung nutzen u. a. Bienen im Bienenstock.

In der Natur macht sich dies zum Beispiel der Wasserläufer zu Nutze. Durchbricht er jedoch das Wasser, würde er untergehen.

### **Wärmekapazität im Aquarium**

Mit 47 % ist der Heizstab im Aquarium der energieaufwändigste Verbraucher neben aller anderen Techniken im Aquarium. Dies kommt durch den Wärmeverlust abhängig von Verdunsten und der Dicke des Glases der Aquarienwand zustande. Verdunsten entzieht dem Wasser Wärme, dies kann mittels einer Aquarienabdeckung den Luft- und Feuchtigkeitstausch drastisch reduzieren. Die Verdunstung wird durch die wassergefüllte Luft erheblich reduziert, dennoch findet sie statt, wenn auch in erheblicheren Mindermengen. Aus eigenen Erfahrungen kann ich sagen, dass Aquarien ab 20 Liter Beckenbruttovolumen ca 10% pro Woche an Volumen verlieren, sofern diese keine Abdeckung und keinen Heizstab haben, dasselbe Becken mit Heizstab, aber nahezu die doppelte Menge an Wasser verdunstet. Dies ist aber auch unter anderem abhängig von den Standorten des Beckens. Im Winter ist hierbei die Heizungsanlage des Hauses ein wichtiger Faktor, im Sommer eventuell einfallende Sonnenstrahlen, bzw. die Aufwärmung des Raumes. So hingegen müssen Temperaturen der Jahreszeit, bzw. dem Standort angepasst werden.

Aquarien können auch nach Temperaturen klassifiziert werden, so unterscheiden wir in der Aquaristik zwischen Kalt- und Warmwasserbecken. Ich habe mich vor allem auf Becken mit

höheren Temperaturen im tropischen Bereich, hier 25-30 Grad Celsius eingerichtet, habe jedoch auch Kaltwasserbecken, die lediglich mittels der Raumtemperatur betrieben werden. Je höher die Temperatur in einem Becken ist, desto höher ist die Aktivität der darin lebenden Tiere. Je kühler das Wasser ist, desto träger sind diese. Abhängig mache ich dies nach der jeweiligen Gattung. So kommen beispielsweise Wirbellose eher mit kühleren Temperaturen zurecht, als bsp. Fische. Dennoch habe ich jegliche Vergleiche gezogen, wie welche Gattung auf welche Temperatur reagiert, wie sich dies auf das Brut- und Fortpflanzungsverhalten auswirkt und meine Schlüsse gezogen.

## **Chemische Aspekte und Wasserwerte**

Ohne regelmäßige Überprüfung der 5 wichtigsten Wasserwerte im Aquarium, den äußeren Einflüssen, der betriebenen Technik und der Betrachtung der natürlichen Lebensräume der Aquarienbewohner kann dieses Hobby relativ schnell den sprichwörtlichen Bach herunter gehen. Aquaristik ist nicht nur zeitraubend, sondern auch kostenintensiv. Zwar sammelt man eigene Erfahrungen und kann bei bevorstehenden Unfällen rechtzeitig reagieren, aber diese Erfahrungen können mitunter einen kompletten Fischbestand kosten.

Ich beziehe mich bei den 5 wichtigsten Wasserwerten auf die folgenden: **Nitrat, Nitrit, Gesamtwasserhärte, Karbonwerte und nicht zuletzt dem pH-Wert.** Zwar können im Aquarium wesentlich mehr Werte festgestellt werden, jedoch ist dies erst ab Aquarien in höheren Bruttovolumen (ab 250 Litern aufwärts) nötig, sowie in anderen Klassifizierungen, wie bsp. Meerwasserbecken, Brackwasser, etc. Ich berufe mich daher auf meine eigenen Erfahrungen, die ich fest gestellt habe in folgenden Becken:

- 1 Becken, 96 Liter Bruttovolumen, ca. 80 Liter Netto
- 2 Becken á 12 Liter Bruttovolumen, ca. 10 Liter Netto
- 3 Becken á 25 Liter Bruttovolumen, ca. 23 Liter Nettovolumen
- 1 Fluval Edge Nano Aquarium, 25 Liter Bruttovolumen, 25 Liter Nettovolumen
- 1 Becken 60 Liter Bruttovolumen, ca. 58 Liter Nettovolumen
- 1 Hexagon, 20 Liter Bruttovolumen, ca. 18 Liter Nettovolumen

## **Der böse Nitritpeak oder: Wie impfe ich mein Aquarium?**

Bei der ersten Neueinrichtung eines Aquariums wird von allen Seiten vor dem berüchtigten „**Nitritpeak**“ gewarnt. Es wird geraten, ein Aquarium einzurichten mit Bodengrund, Pflanzen, Dekoration und Technik und mindestens 4 Wochen, eher 6, ohne lebendigen Besatz laufen zu lassen. Dies hat damit zu tun, dass das Leitungswasser, wie es aus dem Hahn kommt, diverse Aufbereitungsstoffe der Wasseraufbereitung, wie bsp. Chlor, mit sich führt, bei älteren Rohren ist es möglich, Rückstände von Kupfer zu bekommen. Kupfer ist für so ziemlich alle Aquarientiere lebensgefährlich. Durch das Leerlaufen des Aquariums ist es möglich, dass sich Stoffe im Wasser lösen und Bakterien ihre neue Aufgabe übernehmen. Bakterien sind substratgebunden und wichtig für die Wasserchemie und damit letztlich essentiell für die Gesundheit unserer Schützlinge. Diese bauen ein funktionierendes Klima im Becken auf und sind in der Lage, Schadstoffe, wie bsp. Schwermetallrückstände aus unserem Leitungswasser zu eliminieren. Hierbei auffällig ist, dass bei einer Neueinrichtung der Nitratwert sehr schnell sehr hoch ansteigt und dann in Nitrit umschlägt. Nitrit selbst in geringen Dosen ist lebensgefährlich für Fische.

Unter dem Nitritpeak verstehen wir den temporären Höchstwert von Nitrat in einem Aquarium, der bei Neueinrichtung, wie genannt, geschehen kann, bzw. bei einer absoluten Überbesetzung des Beckens. Der Nitritpeak kann allerdings auch auftreten, wenn die Algenpopulation zusammen bricht, die unter anderem eine nützliche Aufgabe übernimmt und giftige Stoffe aus dem Wasser filtert und somit ein optimales Klima wieder herstellt.

Aber wie geschieht das im Detail?

Zunächst steigen die Ammonium Ionen des Leitungswassers auf einen maximalen Höchstwert an und werden durch den Stickstoffaustausch über die Kiemen von Fischen wieder „ausgeatmet“. Auch ist es ein Abfallprodukt, das durch faulende Algen oder durch Überfütterung entsteht. Hier bilden sich Bakterien, denen das Ammonium als Nahrung dient. Folglich vermehrt sich die Bakterienpopulation, Nitrosomonas genannt, auf ein Vielfaches und oxidiert wiederum zu Nitrit. Nitrit wiederum ist der Nährstoff für Nitrobacter-Bakterien, die sich vom Nitrit ernähren und dieses als nicht toxisches Nitrat wieder ausscheiden. Da dieser Vorgang einige Zeit in Anspruch nimmt, bis sich beide Bakterienpopulationen ergänzen, wird zu einer langen Einlaufphase geraten, da neues Ammonium dann praktisch umgehend in ungefährliches Nitrat verwandelt wird.

Durch die Zugabe von chemischen „Waffen“, wie bsp. „Nitrivec von Sera kann dieser Vorgang beschleunigt werden, jedoch hat dieses Mittel wiederum negative Auswirkungen auf den Fischbestand. Daher beschleunige ich den Vorgang, auch nach jedem Wasserwechsel, durch ein biologisches flüssiges Filtermaterial, das bereits eine hohe Konzentration an Nitrobacter enthält und zudem die neu hinzugefügten Schwermetalle direkt bindet und eliminiert, ohne Einfluss auf die Population zu nehmen. Also sind Nitrobacter quasi mein Nährstoff im Becken. Da diese substrangebunden sind, bsp. am Bodengrund haften, an Dekoartikeln, bzw. im Filterschwamm, ist es möglich, mit einem „geimpften“ Filterschwamm ein neues Becken sehr schnell ins Gleichgewicht zu bekommen, wenn man den alten Filterschwamm einfach hineinlegt.

Durch einen Versuch im Winter habe ich festgestellt, dass der Nitritpeak wesentlich schneller mit Regenwasser „durch“ ist, sich die Einlaufphase drastisch verkürzt und mit einem Schneebecken quasi unvorhanden ist. Mein Schneewasserbecken habe ich zu Versuchszwecken sofort nachdem die Temperatur auf Zimmerwärme angepasst war, sofort besetzt und akribisch alle Werte überwacht. Bislang ist dies das einzige Becken, das mir keinerlei Probleme bereitet. Schnee ist also relativ reines Wasser, unvorbelastet und hat auch nur einen sehr geringen Anteil an Mineralien und Salzen. Theoretisch gesehen würde ich es zum Bügeln benutzen können. Da aber meine Schützlinge gewisse Ansprüche haben, mache ich mir den Vorteil des Wassers als einzigen chemischen bekannten Stoff zu Nutze und pantsche mir das ideale Wasser zusammen. Dies ist ausschließlich bei Wasser möglich. Ist es zu hart, enthärte ich es, ist es zu weich, härte ich es auf, fehlen mir wichtige Bakterien, füge ich sie hinzu. Dies ist so mit keinem anderen Stoff, den wir kennen, möglich.

Um möglichst schnell möglichst viele Stoffe aus einem neuen Becken heraus zu bekommen, pflanze ich eine grüne Hölle und lege viele Ableger der Efeu Tute hinein, die die meisten Schadstoffe gut verwertet. Allerdings muss hier Acht gegeben werden, damit die Konzentration der gewünschten Stoffe nicht ebenfalls genullt wird.

**Der pH-Wert oder: was macht das Pferdeleckerli im Becken?**

Der pH-Wert ist eine Maßeinheit für die saure oder alkalische Reaktion von flüssigen Stoffen und somit eine dimensionslose Zahl. Hierbei wird die Konzentration der Wasserstoffatome berechnet, beziehungsweise der Lösungsdruck der Wasserstoffionen. Der pH-Wert wird im Hinblick auf Wasser in drei Kategorien eingeteilt:

pH-Wert  $< 7$  bezeichnet eine saure, wässrige Lösung

pH Wert = 7 bezeichnet sehr reines oder destilliertes Wasser

pH-Wert  $> 7$  bezeichnet eine alkalische oder basische wässrige Lösung

Es gibt viele Möglichkeiten, den pH-Wert festzustellen oder zu messen, im Bereich der Aquaristik messen wir diesen mittels eines Tröpfchentests. Dabei verwenden wir einen flüssigen Farbindikator, der nach Zugabe einer bestimmten Menge des zu bestimmenden Aquarienwassers einfärbt und abgelesen werden kann. Eine andere Alternative sind Teststäbchen, auch als „Ratestäbchen“ unter Aquarianern bekannt, die allerdings nur grobe Richtwerte angeben. Der Tropfentest ist hier ziemlich genau.

Gelöste Säuren geben Wasserstoffionen ab und der pH-Wert sinkt. Gelöste Basen geben Hydroxydionen ab, die wiederum Wasserstoffionen binden können, Basen erhöhen den pH-Wert. Je nach Intensität der gelösten Säure oder Base schwankt der pH-Wert unterschiedlich stark. Bei sehr hohen pH-Schwankungen sind nicht die Menge der Ionen von Bedeutung, sondern deren Aktivität. Durch die Zugabe von Salzen entsteht eine Pufferlösung, die ein Ungleichgewicht wieder ausgleicht. Im Aquarium reguliere ich einen zu hohen pH-Wert mittels Himalaya-Salzlecksteinen für Pferde. Pflanzen sind hierbei toleranter, was den pH-Wert betrifft, als Fische. Mittels chemischer Waffer kann auch hier wieder eingegriffen werden, ich jedoch lege aus persönlichen Gründen viel Wert auf chemiefreie Aquarien.

### **Die Gesamtwasserhärte oder: wie reagiere ich auf flüssigen Stahlbeton**

Die Wasserhärte wird gemessen anhand der im Wasser gelösten und ungelösten Salzen und Mineralien, sowie der Ionen und Erdalkalimetallen. Weiches Wasser ist vorteilhaft zum Kochen oder Blumengießen, weist jedoch eine schlechte Entfernbareit von Seifen auf, sodass Waschmaschinen niedriger dosiert werden müssen in Regionen mit weichem Wasser. In unserer Gegend haben wir ein relativ hartes Wasser. Dies hängt damit zusammen, da wir in einem Gebiet mit vorherrschendem Sand- und Kalksteinvorkommen leben. Nicht alle Stoffe können im Wasser gelöst werden, wie bsp. Kalk und können somit die Lebensdauer von Gerätschaften enorm nach unten korrigieren.

Die Gesamtwasserhärte wird mittels der Ionen berechnet und in Mol pro Liter angegeben. Früher wurde dies als deutsche Härte angegeben, also  $^{\circ}dh$ , dies haben wir in der Aquaristik bislang weiter übernommen, der Einfachheit halber. Die Gesamtwasserhärte kommt zustande durch die den Lösungsvorgang der Gesteinsschichten und der vorherrschenden Calcium, Magnesium und Karbonatwerten, durch die es fließt. Der größte Teil der Wasserhärte wird bestimmt durch die die Carbonhärte, also der Auflösung von Kalk ( $CaCO_3$ ) und Kohlensäure unter Bindung löslicher Hydrogencarbonate ( $HCO_3$ ). Hartes Wasser bildet sogenannte Kalkränder an Aquarienscheiben. Diesem kann entgegen gewirkt werden, wenn  $CO_2$  hinzugefügt wird. Ein weiterer positiver Aspekt der  $CO_2$  Zugabe im Aquarium ist zum einen die Löslichkeit von Kalk, zum anderen nutzen Pflanzen dies und produzieren dank Photosynthese wesentlich mehr Sauerstoff und reinigen das Wasser wesentlich effektiver.

Den einen ist hartes Wasser ein Fluch, ich hingegen betrachte es als Segen

Eine Enthärtung harten Wassers ist durch einen Ionentauscher möglich, der manchmal im Keller in Gebieten mit hartem Wasser aufgebaut wird. Dabei werden Calcium und Magnesium-Ionen gegen Natrium-Ionen austauscht, der Ionentauscher regeneriert dies mit Kochsalz.

Auch ist es möglich mittels Kalkwasser, besser bekannt als Calciumhydroxid, kleinere Mengen zu enthärten. Diesen Vorgang nennt man *Entkarbonsierung*. Durch Komplexbildnern in Waschmitteln wird ebenfalls versucht, das Wasser zu enthärten, um Geräte zu schonen, hierbei wird Zeolith A eingesetzt. Zeolith gibt es ebenfalls als Substrat, bzw. Filtermedien für Aquarien und ich nutze sie ebenso gerne wie Aktivkohlefiltermedien zum Aufbau meiner Bakterienstämme.

Vorwiegend meine Schnecken benötigen größere Mengen Kalk zum Gehäuseaufbau. Sind jedoch nur geringe Mengen vorhanden, so führt dies unweigerlich zu Gehäuseschäden und letztlich zu unansehnlichen Tieren, die permanente Störungen aufweisen und sterben.

Durch Teilwasserwechsel führe ich zwar frischen Kalk, bzw. Carbon wieder hinzu, jedoch reicht, je nach Besatz, diese Menge manchmal nicht aus. Also muss ich mein Wasser aufhärten, damit ich stabile Tiere nachziehen kann. Dies mache ich mit handelsüblichem Natriumhydrogencarbonat, auch als Natron bekannt. Bemerkenswert ist hierbei die Dosierung: 1 g reichen bereits für 100 Liter Aquarienwasser aus. Zuviel des Guten quittieren meine Fische allerdings mit Rücken- und Kiemenproblemen, sogar bei unverwundlichen Guppys. Erfahrungen haben gelehrt, dass aufgehärtetes Wasser für den empfindlichen Neonsämler unweigerlich zum Tod führt.

Warum ich Wasser toll finde? Abgesehen von Wäschewaschen, Blutspenden und Zähneputzen fasziniert es mich, dass ich es chemisch aufbereiten kann, wie es mir beliebt, und somit optimale Bedingungen für meine 9 Aquarien herstellen kann.

Hiermit versichere ich, meine Angaben nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt zu haben beruhend auf eigenen Erfahrungen und Tests, sowie in Kooperation mit :

- Herrn Dr. P. Steinmann, Gewässerbiologe, Weil am Rhein
- Herrn M. Schaich, BSC of Life Science Engineering, Basel
- Herrn S. Tritschler, Diplom-Biologe, Geschäftsführer von „Unterwasser“, Freiburg
- Frau X. Reckewell, Gewinnerin „Jugend forscht“, 2007, Königslutter
- Herrn Dr. Stephen Koszudowski, Diplomphysiker, freier Wirtschaftsjournalist

L. Herfurth

Bad Krozingen, den 15.02.2011

PS: Ich habe diese Prüfung übrigens als Klassenbeste mit 1,3 abgeschlossen :-)

copyright wilove llh