



Biogene Entkalkung punktuell auf einer Valisnerie

Jeder von uns kennt die Faszination, welche von einem mit Pflanzen bewachsenen Aquarium ausgeht. Die Pflanzen werden gedüngt, gestutzt, abgestorbene Blätter entfernt und jede soweit wie möglich vermehrt. Umso größer ist dann der Schock, wenn eines Tages Punkte und später sogar ganze Flächen auf unserer Pflanze weiß werden. Tastet man diese Stellen ab, so empfindet man sie als rau

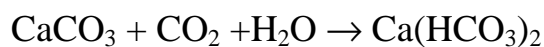
und hart. Es handelt sich bei dieser Erscheinung um Kalkablagerungen, welche aus einer biogenen Entkalkung resultieren. Doch wie funktioniert das ?

In einem normalen Aquarium befindet sich immer ein gewisser Teil von gelöstem Kohlendioxid CO_2 . Dieses Kohlendioxid reagiert mit Wasser H_2O zu Kohlensäure H_2CO_3 :



Kohlendioxid + Wasser \rightarrow Kohlensäure

Ist im Wasser auch Kalzium vorhanden, was meist der Fall ist, so bildet sich je nach CO_2 -Gehalt Kalziumcarbonat CaCO_3 oder Kalziumbikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.



Um das Kalziumbikarbonat stabil zu halten, muss ständig CO_2 bzw. überschüssige Kohlensäure vorhanden sein.

Betrachtet man Kohlensäure H_2CO_3 genau, sieht sie folgendermaßen aus ($\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$).

Fehlt dem Wasser nun das nötige CO_2 , so zerfällt das Kalziumbikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ in das schwer lösliche Kalziumcarbonat CaCO_3 . Dieses CaCO_3 fällt dann in unserem Aquarium aus.

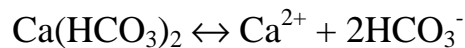


Flächige biogene Entkalkung auf einer Cryptocoryne

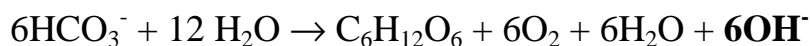
Doch warum passiert das und wieso setzt sich dieser Kalk auf unseren Pflanzen ab?

Pflanzen entziehen dem Wasser CO_2 . Sie benötigen es zur Photosynthese. Wie wir wissen, ist die Photosynthese unser Sauerstofflieferant im Aquarium.

Wie erwähnt, zerlegt sich das Kalziumbikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ in Kalzium Ca und Hydrogencarbonat



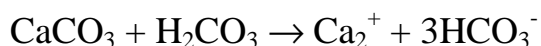
Im Photosyntheseprozess wird nun dem Hydrogencarbonat das benötigte CO_2 entzogen, da wir unseren Pflanzen das nötige CO_2 ja ansonsten nicht bieten, und es bilden sich unter Hilfe von Licht und unter Abgabe von Sauerstoff Kohlenhydrate $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (=Zucker)



Hyd.Carb + Wasser → Zucker + Sauerstoff + Wasser + alkalischer Teil des pH-Wertes

Wie wir wissen, besteht unser pH-Wert aus H^+ und OH^- Ionen, wobei die OH^- Ionen die alkalische Komponente des pH-Wertes darstellen, was wiederum bedeutet, wenn unsere Pflanze mehr OH^- Ionen in unser Aquarium bringt, steigt auch unser pH-Wert, was auch tatsächlich an den Blättern lokal passiert. Durch diese Erhöhung fällt nun unser schwer lösliches CaCO_3 aus und setzt sich an den Blättern ab.

Dieser Prozess ist zum Teil rückgängig zu machen, indem man dem Wasser wieder CO_2 zugibt. Sobald im Wasser wieder mehr Kohlendioxid vorhanden ist, als für das Kalk-Kohlensäure Gleichgewicht notwendig ist, zerlegt sich unsere Kalkablagerung wieder nach



Kalk + Kohlensäure → Kalzium + Hydrogencarbonat

Das Ganze klingt nun, als wäre es eine hässliche aber harmlose Sache, dem ist nicht so !

Wir erinnern uns, daß die Karbonathärte definiert ist als die Konzentration von Karbonat- und Hydrogencarbonat-Ionen (CO_3^{2-} und HCO_3^-). Zerlegt nun unsere Pflanze mangels CO_2 die oben genannten Ionen, so verringert sich auch unsere Härte.



Karbonathärte in °dKH

KH/pH	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
0,5	15,0	9,3	5,9	3,7	2,4	1,5	0,9	0,6	0,4	0,2	0,2
1,0	30,0	18,6	11,8	7,4	4,7	3,0	1,9	1,2	0,7	0,5	0,3
1,5	44,0	28,0	17,6	11,1	7,0	4,4	2,8	1,8	1,1	0,7	0,4
2,0	59,0	37,0	24,0	14,8	9,4	5,9	3,7	2,4	1,5	0,9	0,6
2,5	73,0	46,0	30,0	18,5	11,8	7,3	4,6	3,0	1,9	1,2	0,7
3,0	87,0	56,0	35,0	22,0	14,0	8,7	5,6	3,5	2,2	1,4	0,9
3,5	103,0	65,0	41,0	26,0	16,4	10,3	6,5	4,1	2,6	1,6	1,0
4,0	118,0	75,0	47,0	30,0	18,7	11,8	7,5	4,7	3,0	1,9	1,2
5,0	147,0	93,0	59,0	37,0	23,0	14,7	9,3	5,9	3,7	2,3	1,5
6,0	177,0	112,0	71,0	45,0	28,0	17,7	11,2	7,1	4,5	2,8	1,8
8,0	240,0	149,0	94,0	59,0	37,0	24,0	14,9	9,4	5,9	3,7	2,3
10,0	300,0	186,0	118,0	74,0	47,0	30,0	18,6	11,8	7,4	4,7	3,0
15,0	440,0	280,0	176,0	111,0	70,0	44,0	28,0	17,6	11,1	7,0	4,4
20,0	590,0	370,0	240,0	148,0	94,0	59,0	37,0	24,0	14,8	9,4	5,9
	zuviel CO2			zuviel CO2			optimal		zuwenig CO2		

CO2-Gehalt in mg/l

Karbonathärte in °dKH

Tabelle über die Beziehung zwischen CO2-KH-pH

Die Härte ist aber ein Puffer für unseren pH-Wert !

Das gefährliche am Zerfall der Härte ist die mögliche Verschiebung des pH-Wertes in die für Lebewesen tödlichen Grenzbereiche.

Somit wird verdeutlicht, wie wichtig die richtige CO₂ Zugabe ist. Man beeinflusst maßgeblich den pH-Wert und die Härte und stabilisiert somit das Aquarium. Pflanzen bekommen genug „Nahrung“ und es finden somit keine oder kaum biogene Entkalkungen statt.