Hans-Georg Harloff
Profi-Aquaristik

- Zierfische und Wasserpflanzen
- Aquarien und Zubehör
- Alles für den Gartenteich
- Einrichtung Wartung und Pflege von Aquarien

CO_2 im Aquarium Bedeutung und Anwendung

Die CO_2-Düngung im Aquarium ist vor allem für viele neu beginnende Aquarianer oft noch ein Buch mit sieben Siegeln. Allein das Wort CO_2 löst bei manchen Unbehagen aus. Doch dies ist unbegründet. Ein Aquarium mit einem gut gedeihenden und schönen Pflanzenwuchs benötigt einen angemessenen Gehalt an CO_2. Als Gegenleistung revanchieren sich gesunde Pflanzen mit dem für die Fische lebensnotwendigen Sauerstoff.

von Kaspar Horst (1929 – 2014)

Die Geschichte des $C0_2$ in der Aquaristik

Bis in die Mitte der 60er Jahre spielte das CO_2 im Aquarium eine zwielichtige Rolle. Kohlensäure galt bis dahin sogar als „Fischgift“, das unbedingt aus dem Aquarium entfernt werden müsse. Wie kam es zu der Wende?
Seit Beginn der Aquaristik in Deutschland und noch bis in die 50er Jahre wurden Aquarien nur spärlich beleuchtet. Entweder standen sie ganz ohne Beleuchtung im Raum, in der Nähe des Fensters, oder sie wurden nur mit dürftigen Sofittenbirnchen einigermaßen „erhellt“. Licht ist aber für Pflanzen elementar notwendige Energie, um Nährstolle aufzunehmen, zu assimilieren – wie die Botaniker sagen. Weil die bis dahin vorhandene Energie dazu nicht ausreichte, fristeten die Pflanzen im Aquarium nur ein bescheidenes Leben, verbrauchten kaum Nährstoffe, also auch kein CO_2. Sie vergammelten rasch und deshalb waren die meisten Aquarien oft auch völlig pflanzenleer.
Aber in einem Aquarium fällt Kohlendioxid auf ganz natürliche Weise an: die Fische atmen es aus und vor allem Milliarden von Bakterien produzieren es durch die Verarbeitung von Futterresten, abgestorbenen Pflanzenteilen, Algen usw. Da auch die Wasserbewegung in den frühen Aquarien nur bescheiden gelöst war, häufte sich das CO_2 mehr oder weniger an, es kam zu einem Überangebot und damit auch zum Sauerstoffmangel für die Fische - sie standen häufig an der Wasseroberfläche und schnappten nach Luft. Der Ruf der Aquarianer nach Vertreibung des CO_2 (oder der Kohlensäure) aus dem Aquarium war deshalb laut und man entwickelte die tollsten Luftpumpen-Konstruktionen um dieses Problem zu lösen.

Die Wende

Als dann die Leuchtstofflampen im Aquarium mehr und mehr Eingang fanden, änderte sich die Situation. Durch die besseren Energieverhältnisse kam endlich auch der Stoffwechsel der Pflanzen in Gang. Sie konnten nun auf einmal Nährstoffe aufnehmen und verarbeiten. Schließlich sorgten auch die langsam aufkommenden Kreiselpumpen für Bewegung im Wasser. Jetzt verbrauchten die Aquariumpflanzen mehr Nährstoffe, als das Aquarium selbst liefern konnte, vor allem Kohlenstoff und Eisen. Es kam zu Mangelerscheinungen. Zur Enttäuschung vieler Aquarianer war der Pflanzenwuchs in den mit modernen technischen Mitteln eingerichteten Aquarien so schlecht wie zuvor.

Ruf nach CO_2-Düngung

Als einer der Ersten wies Dr. Rolf Geisler auf einem Aquarianer-Kongress 1965 in Wuppertal auf den Kohlenstoffmangel im Aquarium hin. Vergleichsuntersuchungen in den Naturbiotopen mit den

CO_2-Verhältnissen in Aquarien zeigten dies deutlich. Sofort begann ein eifriges Experimentieren der Aquarianer mit allen möglichen CO_2-Quellen. Von der Zugabe von CO_2-haltigem Mineralwasser über Säurezusätze bis hin zur Bildung von CO_2 aus der Hefegärung wurde alles ausprobiert und viel gebastelt. Bis dann die Industrie sich der Sache annahm und HILENA (der Vorläufer von Dupla) 1971 mit dem Hilena CO_2-Diffusor das erste patentgeschützte Kohlensäuredüngungsgerät auf den Markt brachte. Es bestand aus einem Handventil für CO_2-Einwegpatronen, einem Verbindungsschlauch sowie einem Diffusionsrohr, das oben mit einer Membran versehen war. Dieses Gerät war der Vorläufer für das heutige umfangreiche CO_2-Programm von Dupla, das mittlerweile weltweit kopiert wird.

Definition des Kohlendioxids

Das Wort CO_2 ist die wissenschaftliche Formel für „Kohlendioxid“. C steht für Carboneum, das heißt auf deutsch Kohlenstoff. O für Oxygenium = Sauerstoff. Damit wird bereits die Bedeutung des CO_2 für das Aquarium deutlich herausgestellt: Kohlenstoff ist ein wichtiger Nährstoff für die Pflanzen und Sauerstoff ist das unentbehrliche Lebenselixier für die Fische. Über die Pflanzen wird der Sauerstoff aus dem CO_2 an das Wasser weitergegeben. Das Kohlendioxid ist ein Gas wie Sauerstoff und Stickstoff. Es ist im Wasser sehr gut löslich, unter Druck sogar in großen Mengen. Bei 25 C° können sogar 1400 g/l CO_2 gelöst werden. Das wäre natürlich im Aquarium viel zuviel und tatsächlich giftig. Beispiel für einen extrem hohen CO_2-Gehalt im Wasser liefert die kohlensäurehaltige Mineralwasserflasche. Öffnet man sie, entweicht spontan das im Wasser gelöste Gas in dichten Blasen.

Der Unterschied zwischen CO_2 und Kohlensäure

Ein geringer Teil des im Wasser gelösten CO_2-Gases löst sich chemisch mit dem Wasser (ca. (0,7%) zu einer schwachen Säure, der Kohlensäure. d.h. zum Kohlendioxid-Molekül ist noch ein Wassermolekül (H_2O) hinzugekommen: H_2CO_3. Der Begriff der Kohlensäure wird allerdings oft mit dem gasförmig gelösten CO_2 verwechselt. Aber auch die Kohlensäure spielt im Aquarium eine ungemein wichtige Rolle mit möglicherweise weitreichenden Folgen. Sie säuert das Wasser an, senkt den pH-Wert, löst eventuell im Aquarium vorhandenen Kalk (Bodengrund) und beeinflusst mehr oder weniger die Karbonathärte des Wassers.

Die Doppelbedeutung des CO_2

Das CO_2 hat also im Aquarium eine doppelte Bedeutung:
1. CO_2 liefert den wichtigsten Nährstoff für die Pflanzen, den Kohlenstoff und
2. dient zur Regulierung des pH-Wertes in eine gewünschte Richtung.

Zu 1) Der Kohlenstoff als Pflanzennährstoff
Der Kohlenstoff ist für alle Pflanzen auf der Erde der mengenmäßig bedeutendste Nährstoff, also auch für Aquarienpflanzen. Während die Landpflanzen den Kohlenstoff aus dem Kohlendioxidgehalt der Luft aufnehmen, stehen den Wasserpflanzen theoretisch mehrere Quellen zur Verfügung. Einmal aus dem „freien“ Kohlendioxid (CO_2), das im Wasser gelöst ist, zum anderen aus dem „flüssigen“ Kohlenstoff, der Kohlensäure und schließlich aus dem „gebundenen“ in den Karbonaten. Besonders die letzte Möglichkeit, die von den Pflanzen genutzt wird, wenn kein gasförmiges CO_2 vorhanden ist, hat chemische Konsequenzen. Der pH-Wert des Aquarienwassers steigt dabei bis hoch ins alkalische an, je nach Pflanzenart und -gattung und je nach Lichtstärke können Werte von 8 bis 9 pH entstehen.
Im Aquarium ist es deshalb in jedem Falle empfehlenswert, nur die erste Möglichkeit, nämlich die des freien CO_2 zu realisieren.

Zu 2) CO_2 als pH-Regulativ
Mit dem gasförmigen CO_2 beeinflussen wir auch Karbonathärte und pH-Wert. Allerdings ist dies ein sehr komplizierter Komplex. Um die im Wasser vorhandenen Karbonate in Lösung zu halten und um zu vermeiden, dass sie als Salze ausfallen und den pH-Wert negativ verändern, ist je nach Höhe des Karbonatgehaltes eine gewisse Menge CO_2-Gas im Wasser nötig. Die CO_2-Tabelle zeigt den optimalen CO_2-Gehalt bei verschiedenen Karbonathärten und pH-Gehalten an. Interessierten Lesern empfehle ich, entsprechende Kapitel in den Büchern „Das optimale Aquarium“ und „Mein erstes Aquarium“ nachzulesen. Kurz, auch der Aspekt „pH-Wert und Karbonathärte“ fordert eine gute CO_2-Versorgung im Aquarium.

Tabelle: Optimaler CO_2-Bereich

		zuviel CO_2		optimaler Bereich		zuwenig CO_2						
Aufhärten mit Dupla KH-Bildner oder KH + GH-Bildner	pH / KH	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	9,3	5,9	3,7	2,4	1,5	0,93	0,59	0,37	0,24	0,15
	1,0	30	18,6	11,8	7,4	4,7	3,0	1,86	1,18	0,74	0,47	0,30
	1,5	44	28	17,6	11,1	7,0	4,4	2,8	1,76	1,11	0,70	0,44
	2,0	59	37	24	14,8	9,4	5,9	3,7	2,4	1,48	0,94	0,59
	2,5	73	46	30	18,5	11,8	7,3	4,6	3,0	1,85	1,18	0,73
	3,0	87	56	35	22	14	8,7	5,6	3,5	2,2	1,4	0,87
	3,5	103	65	41	26	16,4	10,3	6,5	4,1	2,6	1,64	1,03
Optimaler Härtebereich	4,0	118	75	47	30	18,7	11,8	7,5	4,7	3,0	1,87	1,18
	5,0	147	93	59	37	23	14,7	9,3	5,9	3,7	2,3	1,47
	6,0	177	112	71	45	28	17,7	11,2	7,1	4,5	2,8	1,77
	8,0	240	149	94	59	37	24	14,9	9,4	5,9	3,7	2,4
Enthärten wird empfohlen	10	300	186	118	74	47	30	18,6	11,8	7,4	4,7	3,0
	15	440	280	176	111	70	44	28	17,6	11,1	7,0	4,4
	20	590	370	240	148	94	59	37	24	14,8	9,4	5,9
	CO_2-Gehalt in mg/l – Karbonathärte in Grad deutscher Karbonathärte (°dKH)											

Links: Tabelle zum Feststellen des optimalen CO_2- Bereiches

Mitte: Das CO_2-Einsteigset von Dupla CO_2-Set Delta.

Unten: Für größere Aquarien empfiehlt sich das Dupla CO_2-Set Delta S. Anstatt eines Zerstäubers wird hier der CO_2-Reaktor 400 angeboten.

CO_2 in der aquaristischen Anwendung

Heute ist die richtige Dosierung von CO_2 im Aquarium kein Problem mehr. Dupla zum Beispiel bietet dem Aquarianer für alle Aquariengrößen und -verhältnisse geeignete Geräte, vom Einsteigerset bis zur intelligenten, selbstregelnden CO_2-Steueranlage.

CO_2 Set für kleine und mittlere Aquarien

Das Einsteigerset hat den Namen CO_2-Set Delta. Es besteht aus einer CO_2-Vorratsflasche „Alu-Depot 500“ mit Sicherheits-Cage, (500 steht für 500g flüssiges CO_2 in der Flasche), Ventil und der Armatur Delta, die den Flaschendruck je nach Außentemperatur von ca. 64 bar auf einen Betriebsdruck von 2 bar herunterregelt. Das CO_2-Cas wird durch einen sogenannten Zerstäuber in einem dichten Schwall winziger Gasbläschen ins Wasser hinein diffundiert. Hierbei wird ein raffiniert physikalischer Trick angewandt:

Der Trick mit dem CO_2-Zerstäuber

Die kleinen Gasbläschen, die der Zerstäuber ins Wasser bläst, werden beim Aufsteigen vom umgebenden Wasser angeströmt und geben CO_2-Gas ans Wasser ab. Damit wird es für die Pflanzen verfügbar. Da aber Aquarienwasser noch andere gelöste Gase enthält, hauptsächlich Sauerstoff und Stickstoff, unterliegen sie den gleichen physikalischen Gesetzen, wie das Kohlendioxid.

Befindet sich eine Gasblase im Wasser, so diffundiert nicht nur das CO_2 aus der Gasblase heraus, sondern auch O_2 (Sauerstoff) und N_2 (Stickstoff) in die Blase hinein. Bleibt die Luftblase lange genug in Kontakt mit dem Wasser, stellen sich die Gasgleichgewichte ein. Aus der CO_2-Blase wird eine Luftblase. Die Gasblasen werden zwar auf dem Weg zur Wasseroberfläche kleiner, aber sie verschwinden nicht, weil ja aus ihnen Luftblasen geworden sind, allerdings nun mit keinem oder nur noch ganz wenig CO_2.

Die intelligente Kontrolle

Dem Delta-Set liegt als Kontrollinstrument ein sogenannter CO_2-Dauertest bei. Es handelt sich um ein genial konstruiertes Testgerät, mit dessen Hilfe exakt und unabhängig von der Karbonathärte das richtige Kohlenstoffangebot für die Aquarienpflanzen eingestellt werden kann. Das geschieht auf folgende Weise: In die obere Glocke des Testgerätes - die gleichzeitig die optische Anzeige enthält – füllt man eine kleine Wasserprobe aus dem Aquarium, sowie zwei Tropfen eines beigegebenen Indikators. Der innere Glockenraum ist durch einen Kanal mit dem Aquariumwasser verbunden. Durch diesen Luftkanal korrespondiert das Aquariumwasser mit der Indikatorflüssigkeit. Sie zeigt dann an, ob genügend Kohlendioxid im Wasser enthalten ist:
Grün = optimal, gelb = zuviel, blau = zuwenig.
Die Blasenzahl ist dann so einzustellen, dass der optimale grüne Bereich konstant erhalten bleibt.

Das besonders Intelligente an diesem kleinen Gerät zeigt sich darin, dass nur solche Veränderungen im Säuregrad (pH-Wert) angezeigt werden, die ausschließlich durch Kohlendioxid verursacht werden, nicht etwa solche, die durch andere mineralische oder organische Säuren ausgelöst werden.

Es empfiehlt sich also, auch dann, wenn man sich einer vollelektronischen pH-Steuerung bedient, dieses intelligente Gerät im Aquarium zur zusätzlichen täglichen Sichtkontrolle anzubringen.

CO_2-Set für größere Aquarien

Für größere Aquarien, etwa bis 400 l, empfiehlt es sich, das CO_2-Set Delta S zu wählen. Statt des CO_2-Zerstäubers wird der Dupla CO_2-Reaktor 400 mit Safeventil und größere CO_2-Depots mit 500 g und 2.000 g angeboten.
Im Reaktor 400 sprudelt aus dem Bypass einer Filterpumpe Wasser hinein, verwirbelt sich über die darin befindliche Kaskade mit einströmendem CO_2-Gas und erhöht dadurch die Effektivität der CO_2-Zugabe um das Mehrfache. Auch hier wird die Kontrolle und Dosierung wieder durch den CO_2-Dauertest vorgenommen.

Automatische CO_2-Regelung

Um eine automatische CO_2-Dosierung zu ermöglichen, stehen weitere Geräte zur Verfügung. Zwar gehört deren Erwähnung nicht unbedingt in diesen, mehr für Beginner gedachten Beitrag. Dem Leser sollen sie aber für einen evtl. späteren Ausbau der Aquarienanlage kurz vorgestellt werden:

*) Steuerung der CO_2-Dosierung durch elektronische und chipgesteuerte Mess- und Regelgeräte, z.B. Dupla pH-Control Delta und Dupla pH-Control Alpha.
*) CO_2-Reaktor S für große bis sehr große Aquarien für höchste Ansprüche.
*) Separater Blasenzähler zur CO_2-Dosierungskontrolle.
*) CO_2-Armatur Alpha mit Vordruck-Nanometer zur Füllstandskontrolle des CO_2-Depots, sowie Nachdrucknanometer zur Kontrolle des Arbeitsdruckes.
*) Magnetventil zur automatischen Ab- und Anschaltung der CO_2-Zufuhr.
*) CO_2-Depot 1,5 kg für Langzeit-Vorrat

Resumee

Pflanzenvielfalt im Aquarium ist nur mit einer gut funktionierenden CO_2-Düngung möglich. Die verschiedenen Pflanzenarten sind nämlich ungleich befähigt, ihren Kohlenstoffbedarf aus den verschiedensten Kohlenstoffquellen zu decken. Einige Pflanzenarten sind immer anderen überlegen, vor allem in der relativen Enge eines Aquariums. Nach kurzer Zeit können ohne künstliche CO_2-Zufuhr nur noch diejenigen Pflanzen überleben, die auch die Kohlenstoffquellen in den Karbonaten nutzen können, die aber nur schwer zu erschließen sind und nur von solchen Pflanzen, die es gelernt haben, im Wasser mit hohen pH-Werten zu leben. Dieser Konkurrenzkampf um den Kohlenstoff verändert in dem kleinen Volumen eines Aquariums das chemische Milieu gleichermaßen negativ für Fische und für viele Pflanzen. Dies ist die Erklärung dafür, wenn wir im Aquarium ohne CO_2-Düngung keine Pflanzenvielfält erreichen können.