DER CO_2-RATGEBER

Eine Koproduktion von DATZ & DENNERLE

Kohlenstoffdioxid

„Blasenzähler“ ist kein Schimpfwort

Dekorativ bepflanzte Aquarien haben stets ihre Bewunderer gefunden. Man denke nur an die Tradition der berühmten holländischen Aquarien. Mit wachsender Begeisterung für Garnelen, Nano-Becken und – neuerdings – „Aquascaping“ steigt auch das Interesse an wuchswilligen Wasserpflanzen.

Wer sich an einem prächtig begrünten Aquarium ergötzen will, muss die Ansprüche seiner Pflanzen kennen. Er sollte wissen, dass Wasserpflanzen für ihr Wachstum Licht und Nährstoffe benötigen – und Kohlendioxid.

Jeder kennt diesen Stoff, der Sekt zum Perlen, Bier zum Schäumen und Wasserpflanzen zum Wachsen bringt. Unser Ratgeber zeigt, dass üppiges Unterwassergrün nichts mit Zauberei oder Glück zu tun hat; es ist sogar planbar – mit CO_2.

Doch alles der Reihe nach. Was ist überhaupt CO_2? Wie hängen Kohlenstoffdioxid, Licht und Dünger zusammen? Was haben pH und CO_2 miteinander zu tun? All dies und mehr erklärt unser Ratgeber, ausführlich und verständlich.

Der umfangreiche Praxisteil lässt nichts Wichtiges aus: Genügt Bio-CO_2, oder ist Druckgas besser? Was ist überhaupt der Unterschied? Welche Hardware benötigen Sie: Ein- oder Mehrwegflasche, Druckminderer, Zugabegeräte…?

Einmal auf den Geschmack gekommen, wünschen Sie vielleicht mehr Komfort: Wie wäre es mit automatischer Nachtabschaltung, elektronischer pH-Messung, Langzeittests zur CO_2-Überwachung? Eine einfache Düngeanlage lässt sich durchaus zu einer allen Ansprüchen genügenden CO_2-Anlage ausbauen. Lesen Sie selbst.

Und nach der Lektüre lösen Sie sicher auch unser Preisrätsel ganz ohne Mühe, wobei Sie die in Ihrem Sekt- oder Bierglas (oder Aquarium) aufsteigenden Bläschen in einem ganz anderen Licht sehen. Viel Spaß dabei wünscht Ihnen Ihr

Rainer Stawikowski

Keine Pflanze ohne CO_2

Wir wissen alle, dass eine Pflanze Licht, Wasser und Nährstoffe braucht. Bei Nährstoffen denken wir dabei an Stickstoff, Ammonium, Phosphat und Spurenelemente, vergessen dabei aber fast immer den wichtigsten, das Kohlendioxid (CO_2), weil es in der Luft immer in ausreichendem Maß vorhanden ist. In Gewächshäusern setzt man der Raumluft allerdings häufig zusätzlich Kohlendioxid zu.

Im Wasser verhält sich das ganz anders. In der Natur kommt es vor allem durch Quell- und Sickereinträge zu einem den Pflanzenwuchs merklich fördernden CO_2-Eintrag.

Außerdem entsteht CO_2 in größeren Mengen durch den Stoffwechsel von Bakterien und Pilzen am und im Gewässergrund. In größeren Fließgewässern kann man dagegen am spärlichen Pflanzenwuchs schon den geringen CO_2-Gehalt ablesen.

Auch in den meisten Aquarien lässt das eher kümmerliche Aussehen der Pflanzen auf eine zu niedrige CO_2-Konzentration schließen. Erst vor etwa 40 Jahren erkannten Kaspar Horst und Horst Kipper die Bedeutung der CO_2-Düngung für die Aquaristik. Seither ist sie bei den Pflanzenaquarianern fester Bestandteil der technischen Ausrüstung.

Ohne CO_2 ist gesunder, kräftiger Pflanzenwuchs nicht möglich.

Auf den beiden Bildern auf Seite 4 kann man gut erkennen, wie sich Pflanzen im Aquarium mit und ohne CO_2 entwickeln. Die Fotos zeigen zwei ursprünglich identisch eingerichtete Aquarien nach sechs Monaten.

Warum sollen die Pflanzen im Aquarium besonders gut wachsen? Dafür gibt es mehrere Gründe.

Der wichtigste ist natürlich der ästhetische Aspekt. Kräftige, gut wachsende Pflanzen lassen ein Aquarium schlicht und einfach um Klassen besser aussehen als kümmerlich vor sich hin vegetierende Stängelchen.

Was ist CO_2?

Kohlendioxid – richtig eigentlich Kohlenstoffdioxid – wird meist kurz mit seiner Formel CO_2 bezeichnet. Es ist ein farb- und geruchloses Gas, das in der Luft etwa 0,04 Prozent ausmacht. Löst es sich in Wasser, wandeln sich 0,1 % in Kohlensäure (H_2CO_3) um. Pflanzen müssen CO_2 aufnehmen, um daraus durch die Fotosynthese Glukose herzustellen, den wichtigsten Zellbaustoff und Energieträger. Grob vereinfacht: Kohlendioxid ist für Pflanzen ebenso wichtig wie der Sauerstoff für Menschen und Tiere.

Vergleicht man nach einem halben Jahr zwei ursprünglich völlig gleich bepflanzte Aquarien, von denen eines ohne (links) und eines mit CO_2 (rechts) betrieben wurde, muss man nicht mehr viel erklären.

Mit dem üppigen Wuchs erreichen wir aber noch ein zweites, in der Aquaristik überaus wichtiges Ziel: Wir lassen den Algen keine Chance. Zügig wachsende Pflanzen brauchen die Nährstoffe so rasch auf, dass kein einseitiger Überschuss einer der zahllosen Algenarten eine Nische bietet. Mit Plastikpflanzen erreichen wir diesen Effekt nicht.

Und selbstverständlich unterstützen wir unser Grün bei seiner wichtigsten Aufgabe, der Sauerstoffproduktion. Damit erleichtern wir nicht nur

Licht, Dünger und CO_2 gehören zusammen

Jeder Gärtner weiß, dass Licht, Wasser und Nährstoffe im richtigen Verhältnis zueinander vorhanden sein müssen. Beim Aquariengärtner kommt noch das CO_2 hinzu.

Allerdings führt eine einseitige Zugabe eines der drei Elemente nicht zum gewünschten Erfolg, sondern höchstens zu einer Algenplage.

Wir müssen darauf achten, dass alles im ausgewogenen, für die Pflanzen gleichmäßig zur Verfügung stehenden Angebot vorhanden ist. Ein Zuviel oder Zuwenig an nur einer Stelle führt geradewegs in die Katastrophe und damit zu einem hässlichen Aquarium.

Installieren wir also eine CO_2-Anlage an unserem Aquarium, müssen wir darauf achten, dass die Pflanzen zugleich genügend Licht bekommen und die notwendigen Nährstoffe im Bodengrund und im Wasser vorhanden sind.

Neben einer ausreichenden Beleuchtung gehört also auch eine ausgewogene Nährstoff- und Spurenelementversorgung zu einem attraktiv bepflanzten Aquarium.

den Fischen das Atmen, sondern stellen auch die Funktion der notwendigen Filterbakterien sicher.

Kräftige Pflanzen arbeiten aber auch im Untergrund. Die Wurzeln bilden im Boden ein eigenes Mikroklima aus, das sich ausgesprochen günstig auf die Prozesse darin auswirkt. Sauerstofffreie oder sogar faulige Zonen können so nicht entstehen. Wer zum Beispiel einmal eine üppig wachsende Amazonasschwertpflanze aus dem Boden gezogen hat, wird das an den langen, kräftigen und fast schneeweißen Wurzeln sofort erkennen.

Ein gesunder, starker Pflanzenwuchs ist also auch ein zuverlässiger Indikator für das Wohlergehen des gesamten Systems ‚Aquarium'.

Geht es den Pflanzen gut, geht es auch den Fischen und dem ganzen Aquarium gut. Ohne CO_2 lässt sich der unvergleichlich attraktive Eindruck eines stabil gedeihenden Aquariums aber einfach nicht erreichen. ■

Pflanzen reagieren unterschiedlich – vor allem unterschiedlich schnell – auf einen höheren CO_2-Gehalt im Wasser.
Während es bei *Rotala wallichii* (links oben) und *Alternanthera reineckii* (links unten) nur wenige Tage dauert, bis ein kräftigerer Wuchs und eine intensivere Rotfärbung zu erkennen sind, zeigen *Anubias barteri* (rechts oben) und *Microsorum pteropus* (rechts unten) erst nach Wochen, dass es ihnen besser geht. Generell reagieren langsamwüchsige Pflanzen – auch Cryptocorynen etwa – zwar langsamer, aber später ebenso deutlich positiv auf CO_2.

Die Dosis macht's

Licht, Nährstoffe und CO_2 müssen im richtigen Verhältnis zueinander stehen. Natürlich lässt sich mit einem stärkeren Angebot aller notwendigen Lieferanten ein besonders starkes Wachstum erzielen. Allerdings gerät man dabei auch wieder in riskantes Fahrwasser, denn bei einer auch nur geringfügigen Störung erfolgt der Absturz umso schneller und drastischer.

Zu viel CO_2 birgt auch die Gefahr, dass der pH-Wert des Wassers zu weit sinkt, was wiederum zu Schäden nicht nur an den Pflanzen, sondern vor allem auch an den Fischen führen kann: Zu viel CO_2 behindert die Atmung und kann besonders in den Morgenstunden, wenn die Pflanzen über Nacht CO_2 abgegeben und Sauerstoff aufgenommen haben, zum Erstickungstod führen. Allzu viel ist auch hier ungesund.

Wir dürfen aus denselben Gründen das CO_2 auch keinesfalls zum Senken des pH-Wertes missbrauchen, wie es hin und wieder empfohlen wird.

Welche Faktoren den CO_2-Bedarf bestimmen, ist in der Tabelle unten zu lesen. Anzumerken ist noch, dass eine Durchlüftung nicht nur völlig überflüssig ist, sondern auch die Kosten in die Höhe treibt, weil das meiste CO_2 ausgetrieben wird, bevor es die Pflanzen erreichen konnte.

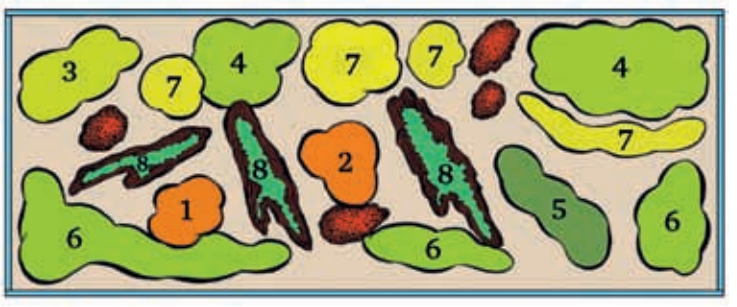
Ein guter Richtwert sind 20 Milligramm CO_2 pro Liter, die sich mithilfe eines CO_2-Dauertests (oben rechts) mühelos einstellen und überwachen lassen. ■

Der CO_2-Bedarf hängt vom Aquarium ab

Höherer Bedarf	Geringerer Bedarf
Großes Aquarium	Kleines Aquarium
Offenes Aquarium	Aquarium mit Abdeckung
Großes Oberfläche-Volumen-Verhältnis	Kleines Oberfläche-Volumen-Verhältnis
Viel Licht	Wenig Licht
Viele Pflanzen	Wenige Pflanzen
Schnell laufender Filter	Langsam laufender Filter
Starke Wasserbewegung	Schwache Wasserbewegung
Zusätzliche Belüftung	Ohne Belüftung

Rio Xingu: Eine südamerikanische Pflanzen- und Fischgesellschaft

Zwei Pflanzenparadiese



An zwei Beispielen wollen wir Ihnen zeigen, dass ein wirklich prachtvolles Pflanzenaquarium keine Hexerei ist. Mit der richtigen Beleuchtung, einer ausgewogenen Düngung und vor allem einer angemessenen CO_2-Zufuhr bekommt man schnell sattgrüne und vor Gesundheit strotzende Pflanzen. Und auch die begehrten Rottöne, auf die man sonst oft vergeblich wartet, stellen sich zuverlässig ein.

Im ersten Aquarium, das wir nach dem berühmten Nebenfluss des Amazonas „Rio Xingu“ genannt haben, spielt die Pflanzengattung *Echinodorus* mit ganz unterschiedlichen Arten die Hauptrolle.

Den Hintergrund dieser südamerikanischen Unterwasserlandschaft beherrschen die eindrucksvollen großen Amazonas-Schwertpflanzen *Echinodorus amazonicus* und *E. bleherae*, kombiniert mit dem zarten, hellgrünen Mooskraut *Mayaca*.

Im Mittelgrund bilden farbige *Echinodorus*-Sorten – *Echinodorus* ‘Dschungelstar Nr. 2’ und *Echinodorus* ‘Red Rubin’ – mit dem dunkelgrünen Javamoos einen außerordentlich reizvollen Kontrast.

Auch der dichte Pflanzenteppich im Vordergrund besteht aus zwei weiteren *Echinodorus*-Arten, den Zwergschwertpflanzen *E. tenellus* und *E. parviflorus* ‘Tropica’.

Der grasartige *Echinodorus tenellus* ist die kleinste Art der Gattung *Echinodorus*. Sie wird nur fünf bis neun Zentimeter hoch und benötigt vor

Rio Xingu (100 x 40 x 50 cm)

1 = *Echinodorus* 'Dschungelstar Nr. 2' (2 Töpfe);
2 = *Echinodorus* 'Red Rubin' (1 Topf);
3 = *Echinodorus amazonicus* (2 Töpfe);
4 = *Echinodorus bleherae* (3 Töpfe);
5 = *Echinodorus parviflorus* 'Tropica' (6 Töpfe):
6 = *Echinodorus tenellus* (8 Töpfe);
7 = *Mayaca fluviatilis* (4 Töpfe);
8 = Mooswurzel (3 Stück).

allem eine gute Beleuchtung, die auch bis zum Boden des Aquariums dringt.

Auch die *Echinodorus-parviflorus*-Sorte 'Tropica' ist eine Zwergart für den Vordergrund. Im Gegensatz zum grasähnlichen *E. tenellus* bildet sie ovale, leuchtend grüne Blattrosetten. Beide Arten sind übrigens auch für Nano-Aquarien sehr zu empfehlen.

Echinodorus sind sogenannte Starkzehrer, sie entfalten sich erst auf einem nährstoffreichen Bodengrund und bei guter CO_2-Versorgung ihren Möglichkeiten entsprechend.

Diese Landschaft ist besonders für viele südamerikanische Salmler geeignet, von denen man immer mindestens sechs – besser mehr – in einem Trupp pflegen sollte.

Aber auch Skalare fühlen sich hier pudelwohl und werden oft auf den großen *Echinodorus*-Blättern ablaichen.

Ebenso denkbar sind Zwergbuntbarsche der Gattung *Apistogramma* und Panzerwelse, wobei man dabei besonders darauf achten muss, keinen scharfkantigen Bodengrund zu verwenden, da sich die Welse sonst an ihren empfindlichen Barteln verletzen.

Ludwigia-Cube

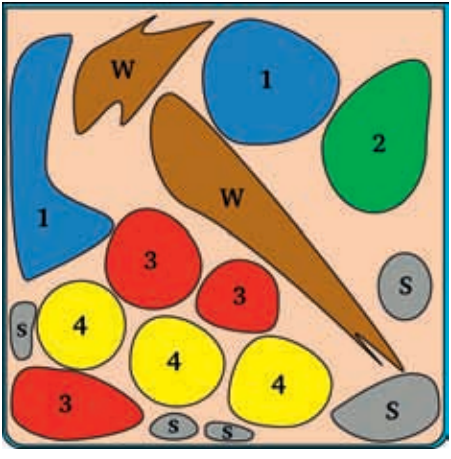
Die neue *Ludwigia*-Sorte 'Rubin' ist das optische Highlight dieser Nano-Landschaft. Wie alle Ludwigien reagiert auch diese rote Stängelpflanze sehr positiv auf eine gute CO_2-Düngung.

Mit dem hellgrünen *Pogostemon* und den dunkelgrünen *Cladophora*-Bällen wird die farbige Neuheit geschickt in den Mittelgrund gesetzt. Die beliebten Algenbälle *Cladophora* wachsen extrem

langsam und sind ein begehrter Tummelplatz für Garnelen.

Ludwigien sind beliebte Aquarienpflanzen und meist sehr farbenprächtig im Austrieb. Wie viele Stängelpflanzen reagieren sie sehr schnell auf eine CO_2-Zugabe mit kräftigem Wuchs und intensiver Färbung in vielen Rot- und Brauntönen. Besonders eindrucksvoll ist die neue Sorte 'Rubin' mit feuerroter Färbung. Die bekommt man allerdings nur mit ausreichender Beleuchtung und konstanter CO_2-Zufuhr.

In der Nano-Landschaft Ludwigia-Cube sollte diese Hauptpflanze alle vier bis fünf Wochen eingekürzt werden.



Kontrastreich ist in dieser Unterwasserlandschaft die neue Vordergrundpflanze *Pogostemon helferi* aus Thailand. Die hellgrünen, gewellten Blättchen wirken besonders zwischen den Algenbällen sehr abwechslungsreich.

Der Pflegeaufwand für beide Gewächse ist sehr gering. *Pogostemon* ist eine sehr langsam wachsende, kompakte Aquarienpflanze; bei den Algenbällen beträgt das Wachstum nur wenige Millimeter im Jahr.

Das eher seltene Spiky-Moos *Taxiphyllum* liebt frisches und klares Wasser. CO_2-Gaben fördern das Wachstum sichtlich.

Solche kleinen, reich bepflanzten Aquarien sind für Zwerggarnelen ideal. 'Crystal Red' heißt zum Beispiel eine wunderhübsche kleine Garnele, mit der sogar Anfäger zurechtkommen und für die man nicht einmal eine besondere Aquarienheizung benötigt. Auch Garnelen müssen immer zu mehreren gepflegt werden. ■

Ludwigia-Cube (30 x 30 x 35 cm)

1 = *Ludwigia repens* 'Rubin' (2 Töpfe);
2 = *Taxiphyllum* sp. auf Stein (1 Stück);
3 = *Pogostemon helferi* (3 Töpfe);
4 = *Cladophora aegagropila* (3 Stück);
W = Wurzeln (2 Stück);
S = Steine.

Alles in Flaschen

Zuerst müssen wir uns für eine der drei möglichen CO_2-Quellen entscheiden. Die beiden wichtigsten Kriterien dabei sind die Aquariengröße und unser Geldbeutel.

- Die preiswerteste, allerdings nur für kleinere Behälter ausreichende Variante stellt die Bio-CO_2-Methode dar: In einer Kunststoffflasche vergärt eine stark zuckerhaltige Lösung. Dabei entsteht Kohlendioxid, das ins Aquarium geleitet wird.
- Die komfortabelste Methode stellt die CO_2-Einwegflasche dar. Gerade für Nano-Aquarien ist sie das Mittel der Wahl, wenn es um Bequemlichkeit geht. Leere Flaschen können recycelt werden.
- Wiederbefüllbare Gasflaschen senken die Kosten erheblich und schonen die Umwelt, wenn in erreichbarer Nähe die Möglichkeit zum Wiederbefüllen besteht. Es gibt sie in verschiedenen Größen von 500 Gramm über die Zwei-Kilogramm-Flasche bis zu den im Getränkeausschank üblichen Größen.

Besitzt man ein kleineres Aquarium von nicht mehr als vielleicht 100 Liter Inhalt und möchte zunächst einmal ausprobieren, wie sich die CO_2-Zugabe auswirkt, ist man mit der Bio-CO_2-Anlage am besten bedient.

Neben der Flasche und der zugehörigen Lösung benötigt man als Mindestausstattung einen CO_2-tauglichen Schlauch und ein Zugabegerät. Sehr zu empfehlen ist die Anschaffung eines kompletten Sets, das alles Nötige enthält und nicht teuer ist.

Achten sollte man bei der Anschaffung auf eine kontrolliert ablaufende Gärung, die durch ein zusätzliches Gel gewährleistet wird. Das verhindert eine zu schnelle Anfangsgärung, die sehr schnell abflacht und das Aquarium sehr ungleichmäßig versorgt.

Wichtig ist ebenfalls eine nicht zu kalte Umgebung der

Notwendige Bestandteile bei Druckgasflaschen (Ein- oder Mehrweg)

- Die Flasche selbst.
- Druckminderer mit Einstellventil (siehe Seite 16).
- Geeigneter Schlauch (siehe Seite 17).
- Rücklaufsicherung (siehe Seite 22).
- Zugabegerät (siehe Seite 17).
- CO_2-Dauertest (siehe Seite 21).

Flasche. Unterhalb von 18 bis 20 °C kommt die Gärung schwer oder gar nicht in Gang und produziert auf jeden Fall zu wenig CO_2.

Druckgasflaschen

Hierunter fallen Ein- wie Mehrwegflaschen. Beide enthalten das CO_2 in flüssiger Form unter relativ hohem Druck.

Sie können nur mit einem Druckminderer und einem Arbeitsventil betrieben werden, das den Flaschendruck herunterregelt und dann dosierbar macht.

Mittlerweile gibt es sehr komfortable und sichere Druckminderer, die mit nur einer Einstellschraube bedient werden. Auf jeden Fall zahlt es sich aus, bei der Anschaffung zuerst auf die Qualität und dann erst auf den Preis zu achten.

An den Druckminderer wird ein geeigneter Schlauch (siehe Seite 17) angeschlossen, in dem wiederum kurz nach der CO_2-Flasche eine spezielle Rücklaufsperre (siehe Seite 22) ein eventuelles Eindringen von zurücklaufendem Aquarienwasser in den Druckminderer oder in die – am Ende leere – Flasche verhindert.

Notwendig ist weiterhin das Zugabegerät, das die Lösung des CO_2 im Wasser überhaupt erst ermöglicht.

Druckgasflaschen müssen aufrecht betrieben werden, weil sie flüssiges CO_2 enthalten, das erst im oberen Flaschenteil in den gasförmigen Zustand übergeht und dabei eine gewisse Verdunstungskälte entwickelt.

Bei liegendem Betrieb kann diese Kälte die Ventile des Druckminderers einfrieren lassen, was ihn nicht nur nicht mehr regelbar macht, sondern auch zu einem unkontrolliertem CO_2-Austritt führen kann. ■

Das Herz der Anlage

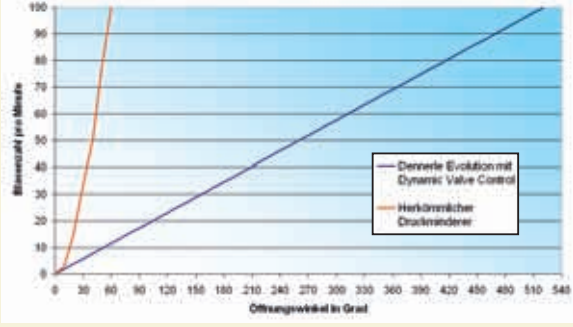
Herzstück jeder CO_2-Düngeanlage mit Druckgasflasche ist der Druckminderer. Er entscheidet darüber, wie einfach, bequem und genau die gewünschte CO_2-Zugabemenge – die sogenannte Blasenzahl – eingestellt werden kann und wie konstant und zuverlässig die Anlage langfristig läuft.

Der Druckminderer hat keine leichte Aufgabe zu bewältigen: Er muss einen Flaschendruck von etwa 60 bar so herunterregulieren, dass die konstante Entnahme von fünf bis 60 CO_2-Blasen pro Minute möglich ist. Zum Vergleich: Ein Autoreifen hat einen Druck von nur 2 bar.

Herkömmliche Druckminderer schaffen das nur mit zwei nacheinander geschalteten Ventilen, die gesondert geregelt werden müssen. Die von Dennerle neu entwickelten Druckminderer der Evolution-Serie arbeiten hingegen mit einem kombinierten Ventil- und Druckkammersystem, das mit nur einer Einstellschraube reguliert wird. Dadurch lassen sie sich sehr viel einfacher und zugleich exakter einstellen. Außerdem bleibt die einmal einge-stellte Blasenzahl langfristig konstant. ■

Einstellgenauigkeit bei herkömmlichem und Evolution-Druckminderer

Blasenanzahl in Abhängigkeit vom Öffnungswinkel (Prinzipdarstellung)



Flipper und Wendel

Damit das CO_2 überhaupt zu den Pflanzen gelangen kann, muss es erst einmal vom Wasser aufgenommen werden. Dafür benötigen wir eine Einrichtung, die einen möglichst langen Kontakt des Gases mit dem Wasser ermöglicht, ohne dass das CO_2 ungenutzt entweicht.

Die wirtschaftlichste, weil praktisch verlustfrei arbeitende Methode besteht darin, dass man das Gas langsam über eine möglichst lange Wegstrecke und deshalb im Zickzack oder in Wendelform in einzelnen Blasen im Aquarienwasser aufsteigen lässt.

Während des Aufstiegs wird die Blase immer kleiner, weil das CO_2 immer weiter vom Wasser aufgenommen wird. Oben kommt theoretisch gar nichts mehr an, doch in den aufsteigenden Bläschen sammeln sich „Falschgase“ aus dem Aquarienwasser. Hochwertige CO_2-Zugabegeräte führen über eine spezielle Konstruktion diese Gase ab und nutzen auch noch die kleinen CO_2-Restmengen vollständig.

CO_2-Zugabegeräte sind von der kleinsten Bauweise für Nano-Aquarien bis zum imposanten Großgerät für entsprechende Behälter im Handel zu haben.

Es ist wichtig, den Flipper oder die Wendel so im Aquarium anzubringen, dass man das Gerät ohne Mühe und vollständig von außen sehen kann. Etwaige Störungen kann man so schnell erkennen und beseitigen. Und auch die Feineinstellung lässt sich bei einwandfreier Sicht ohne zusätzlichen Blasenzähler bequem und einfach bewerkstelligen. ■

Auf den Schlauch kommt es an

Durch viele Materialien entweicht CO_2 in unterschiedlichen Mengen. Handelsüblicher Silikonschlauch für Aquarien ist absolut ungeeignet. Aber auch Luftschlauch (PVC) führt noch zu zweistelligen Verlustraten. Lediglich speziell ausgewiesener CO_2-Schlauch verhindert einen größeren CO_2-Verlust.

CO_2 auch für das kleinste Aquarium

Auch wer in Nano-Aquarien eine üppige Unterwasserlandschaft pflegen möchte, kommt an einer CO_2-Düngung nicht vorbei.

Doch Vorsicht: Nano-Aquarien mit ihren zehn bis 40 Litern Wasserinhalt benötigen nur sehr geringe Zugabemengen von wenigen CO_2-Blasen pro Minute. Viele handelsübliche Druckminderer sind für große Aquarien konstruiert und lassen sich nicht fein genug einstellen.

Mittlerweile gibt es deshalb spezielle CO_2-Düngeanlagen für Nano-Aquarien, bei denen sich die CO_2-Zugabemenge blasengenau einstellen lässt – etwa von Dennerle. So können auch noch Blasenzahlen von ein, zwei oder drei Blasen pro Minute justiert werden.

Das Zugabegerät – der Nano-Flipper – verfügt über eine Sicherheitskonstruktion der Auffangwanne, die dafür sorgt, dass die geringen erforderlichen CO_2-Mengen effektiv aufgelöst werden, gleichzeitig aber ungewollt große CO_2-Mengen über die Falschgasentlüftung automatisch abgeführt werden. Zu hohe CO_2-Konzentrationen werden dadurch sicher vermieden.

CO_2-Installation ganz einfach

1. Druckminderer auf Flasche schrauben

2. Rücklaufsicherung in Schlauch einbauen

3. Schlauch an Druck-minderer anschließen

4. Zugabegerät anschließen

5. Zugabegerät befestigen

6. Blasenzahl einstellen

Mehr Komfort

Zwar funktioniert eine CO_2-Anlage mit allen bisher vorgestellten Komponenten tadellos, man kann es aber noch weitaus komfortabler bekommen und dabei sogar noch CO_2 sparen.

Schließt man ein Magnetventil (Foto links) an die Anlage an, kann man die Versorgung über einen elektrischen Schalter vorübergehend stilllegen. „Vorübergehend“ meint hier in erster Linie nachts, denn in der Dunkelheit nehmen Pflanzen kein CO_2 auf. Während der Nacht werden sie zu Sauerstoffverbrauchern, während sie CO_2 abgeben.

Eine Nachtabschaltung verhindert so eine zu hohe CO_2-Sättigung im Wasser und zugleich ein zu starkes Sinken des pH-Wertes bis zum Morgen.

Das Magnetventil lässt sich natürlich ganz einfach betätigen, indem man den Netzstecker zieht. Einfacher, bequemer und vor allem zuverlässiger – denn irgendwann vergisst man es bestimmt – funktioniert die Nachtabschaltung, wenn man sie an die Zeitschaltuhr anschließt, die auch die Beleuchtung des Aquariums steuert. Mit dem Aufgang der Aquariensonne beginnt auch die Versorgung der Pflanzen.

Sehr viel exakter, nämlich in Abhängigkeit vom pH-Wert steuert eine elektronische pH-Messung die CO_2-Zugabe.

Eine im Aquarium angebrachte pH-Elektrode übermittelt den Messwert an die Steuereinheit, die sich beliebig programmieren lässt. Wird der eingestellte Wert unterschritten, unterbricht sie die CO_2-Zufuhr, indem sie das Magnetventil sperrt. Wird der Wert daraufhin nach einer Weile unterschritten, löst sie die Öffnung des Ventils aus.

Es soll aber nicht verschwiegen werden, dass dieser Schritt zum Komfortablen und Exakten auch eine kleine Investition verlangt. Während das Magnetventil noch nicht allzu sehr zu Buche schlägt, müssen für eine elektronische Steuereinheit mit qualitativ hochwertiger Elektrode € 250,– bis 350,– veranschlagt werden.

Zusätzlich muss der Austausch der verbrauchten Elektrode gegen eine neue alle ein bis zwei Jahre in die Kalkulation einbezogen werden. Dazu kommen noch die erforderlichen Eichlösungen, die ebenfalls regelmäßig erneuert werden müssen. ■

CO_2-Langzeittest

Ein CO_2-Langzeittest bietet die einfachste Möglichkeit, den CO_2-Gehalt im Aquarium permanent und gut sichtbar zu überwachen.

Der Test nutzt die Eigenschaft von CO_2, sich im Wasser zum Teil als Kohlensäure zu lösen. Kohlensäure senkt den pH-Wert.

Der Testbehälter ist mit einem speziellen pH-Indikator gefüllt. Testbehälter und Aquarienwasser stehen über eine „Luftbrücke“ miteinander in Verbindung. Erhöht man den CO_2-Gehalt im Aquarienwasser, wandert das CO_2 auch in den Testbehälter und senkt den pH-Wert im Indikator, der daraufhin seine Farbe ändert.

Die Bedeutung der Indikatorfarben:

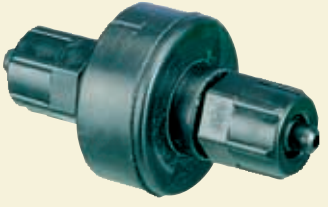
- Blau = zu wenig CO_2
- Grün = CO_2 optimal (etwa 20 mg/l)
- Gelb = zu viel CO_2

Schlauchführung

Es sind oft die kleinen Dinge, die das Leben erleichtern – eine Schlauchführung zum Beispiel. So lässt sich der oft etwas störrische CO_2-Schlauch elegant und knickfrei aus dem Aquarium heraus führen. Vor allem aber gewährleistet er die unterbrechungsfreie CO_2-Zufuhr, die durch einen Knick schon einmal ins Stocken geraten kann. Besonders empfehlenswert für Nano-Aquarien.

Rücklaufsicherung

Die Rücklaufsicherung schützt den Druckminderer und das Magnetventil sicher vor Korrosion durch zurücklaufendes Wasser. Normale Luft-Rücklaufsicherungen (Rückschlagventile) sind ungeeignet. Sie sind meist nicht dicht genug oder können durch das CO_2 innerhalb kürzester Zeit verspröden. Man sollte die Rücklaufsicherung mindestens einmal jährlich auf Dichtigkeit überprüfen, damit die Sicherheit gewährleistet bleibt.



Blasenzähler

Als Maß für die zugegebene CO_2-Menge im Aquarium dient die Blasenzahl pro Minute.
Sie lässt sich am einfachsten mit Hilfe eines Blasenzählers ermitteln. Auch bei CO_2-Zugabegeräten mit eingebautem Blasenzähler ist ein zusätzlicher Blasenzähler in der Nähe des Druckminderers sinnvoll, da sich die Blasenzahl so einfacher, schneller und exakter einstellen lässt.
Der Blasenzähler sollte gut zu befestigen und leicht ablesbar sein. Schlauchanschlüsse mit Überwurfmutter verhindern, dass der Schlauch abspringen kann.

Dabei ist zu beachten: Die Farbanzeige reagiert auf Änderungen des CO_2-Gehaltes jeweils mit durchschnittlich ein bis zwei Stunden Verzögerung, da das CO_2 eine gewisse Zeit braucht, um in den Indikator hinein oder wieder heraus zu diffundieren.

Deshalb sollte man die CO_2-Zugabemenge immer nur in kleinen Schritten von wenigen Blasen pro Minute über mehrere Tage verteilt ändern, bis der optimale CO_2-Gehalt eingestellt ist.

Es gibt zwei verschiedene Typen von CO_2-Langzeittests: solche, die mit einer Mischung aus Aquarienwasser und ein paar Tropfen Indikator gefüllt werden, und solche, die mit einem fertig gemischten Indikator (ohne Aquarienwasser) gefüllt werden. Bei ersteren muss man die Karbonathärte im Aquarienwasser messen, um die richtige Farbvergleichskarte zu ermitteln. Bei Tests mit „Fertigindikator“ sind keine Wassermessungen notwendig, und sie arbeiten genauer. ■

Hätten Sie's gewusst?

Wie lange hält eine CO_2-Flasche?

Die für den optimalen Gehalt von etwa 20 mg/l benötigte CO_2-Menge hängt von verschiedenen Faktoren ab (siehe Seite 7).

Man rechnet mit einem CO_2-Bedarf von 1 bis 1,5 Gramm je 100 Liter Aquarienwasser pro Tag. Eine 500-Gramm-Flasche reicht bei einem 100-Liter-Becken also 333 bis 500 Tage.

Wie kann man feststellen, wieviel CO_2 noch in der Flasche ist?

Der Flascheninhalt lässt sich nur durch Wiegen ermitteln. Das Tara-Gewicht – also das Gewicht der Flasche ohne Füllung – ist auf allen CO_2-Ein- und Mehrwegflaschen angegeben.

Das Flaschendruck-Manometer des Druckminderers sagt nur bedingt etwas über die Flaschenfüllung aus. Das meiste CO_2 in einer Druckgasflasche liegt in flüssiger Form vor. Darüber liegt ein Gaspolster, das den Flaschendruck aufbaut. So zeigt das Flaschendruck-Manometer bei 20 °C rund 60 bar an.

Entnimmt man CO_2-Gas, verdampft sofort wieder CO_2 aus der flüssigen Phase. Der Gasdruck in der Flasche bleibt so lange konstant bei 60 bar (bei 20 °C), wie noch flüssiges CO_2 in der Flasche ist. Erst wenn der letzte Tropfen CO_2 verdampft ist und weiter CO_2 entnommen wird, sinkt auch der Flaschendruck.

Warum läuft Wasser in CO_2-Schläuchen zurück?

CO_2 hat das starke Bedürfnis, sich im Wasser zu lösen. Unterbricht man die CO_2-Zufuhr, so löst sich das noch im Schlauch befindliche CO_2 weiter im Wasser. Dadurch entsteht ein Unterdruck im Schlauch, der das Wasser aus dem Aquarium ansaugt. Wenn ein Magnetventil zur Nachtabschaltung verwendet wird, kann die Wassersäule über Nacht bis zum Magnetventil kriechen.

Deshalb ist es wichtig, stets eine spezielle CO_2-Rücklaufsicherung vor dem Magnetventil oder dem Druckminderer einzubauen. Sie schützt sicher vor Korrosionsschäden durch das zurücklaufende Wasser.

Normale Luft-Rücklaufsicherungen, wie sie für Membranpumpen verwendet werden, sind ungeeignet! Sie sind meist nicht dicht genug oder können durch das CO_2 innerhalb kürzester Zeit verspröden.

Hilft CO_2 gegen Algen?

Kurz gesagt, ja. Wobei das CO_2 die Algen nicht direkt bekämpft, denn als Pflanzen benötigen sie genauso CO_2 wie unsere Aquarienpflanzen. Das CO_2 wirkt indirekt, da es das Wachstum der Aquarienpflanzen nachhaltig fördert. Dadurch können sie mehr Nährstoffe – insbesondere mehr Algennährstoffe (Phosphate, Nitrate) – aufneh-

men und werden konkurrenzfähiger gegenüber den Algen. Das Algenwachstum wird durch CO_2-Zugabe innerhalb weniger Wochen meist deutlich gebremst. **Tipp:** Parallel zur Inbetriebnahme der CO_2-Anlage auch ein paar schnellwüchsige Stängelpflanzen einsetzen!

Kann man zwischen CO_2-Ein- und Mehrwegflaschen wechseln?

Die Anschlüsse von CO_2-Einweg- und Mehrwegflaschen verfügen über unterschiedliche Gewinde. Ein Druckminderer für Einwegflaschen lässt sich deshalb nicht auf eine Mehrwegflasche schrauben. Manche Hersteller, Dennerle etwa, bieten jedoch passende Adapter an, die einfach in den Druckminderer eingeschraubt werden und es erlauben, zwischen beiden Systemen zu wechseln.

Wie lange dauert es, bis die Pflanzen auf CO_2-Zugabe reagieren?

CO_2 ist der wichtigste Pflanzennährstoff. Wurde bisher ausreichend gedüngt und beleuchtet, jedoch kein CO_2 zugegeben, war der niedrige CO_2-Gehalt bisher der wachstumsbegrenzende Faktor. Wird jetzt zusätzlich CO_2 gegeben, zeigen die Pflanzen nach wenigen Tagen einen deutlichen Wuchstumsschub, sie atmen förmlich auf

Die neuen Blätter werden größer, kräftiger und zeigen sattere Farben. Am schnellsten erkennbar ist die CO_2-Wirkung an den Triebspitzen von Stängelpflanzen.

Kann CO_2 den Fischen schaden?

Fische atmen über die Kiemen CO_2 als Stoffwechselendprodukt aus. In geringer Konzentration ist CO_2 grundsätzlich nicht schädlich. CO_2-Gehalte von 40 bis 60 mg/l sind in den Heimatgewässern unserer Aquarienfische durchaus üblich.

Bei längerfristig sehr hohen CO_2-Gehalten wird es für die Fische allerdings immer schwieriger, ihr eigenes CO_2 loszuwerden, die Atmung wird deutlich schneller.

Als guter Kompromiss hat sich deshalb ein CO_2-Gehalt von etwa 20 mg/l herausgestellt. Die Pflanzen wachsen dabei hervorragend, und für die Fische ist diese Konzentration immer absolut unbedenklich.

Kann man mit CO_2 einen bestimmten pH-Wert einstellen?

Theoretisch ja. In der Tabelle auf Seite 25 erkennt man: Je mehr CO_2 im Wasser gelöst ist, desto niedriger liegt der pH-Wert.

In der aquaristischen Praxis sollte man den CO_2-Gehalt jedoch längerfristig nicht über 20 mg/l einstellen, um die Fische nicht unnötig zu belasten (siehe oben).

Eine pH-Einstellung mit CO_2 ist deshalb nur in einem eng begrenzten Rahmen sinnvoll (grüner Bereich in der Tabelle auf Seite 25). ■

Wichtige Zahlen

CO_2, pH-Wert und Karbonathärte im Zusammenhang

	zu viel CO_2				CO_2 richtig				zu wenig CO_2			
	pH-Wert											
KH	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4
2	32	25	20	16	13	10	8	6	5	4	3	3
3	48	38	30	24	19	15	12	10	8	6	5	4
4	64	51	40	32	25	20	16	13	10	7	6	5
5	80	63	50	40	32	25	20	16	13	10	8	6
6	96	76	60	48	38	30	24	19	15	12	10	8
7	111	89	70	56	44	35	28	22	18	14	11	9
8	127	101	80	64	51	40	32	25	20	16	13	10
9	143	114	90	72	57	45	36	29	23	18	14	11
10	159	126	100	80	63	50	40	32	25	20	16	13
11	175	139	111	88	70	55	44	35	28	22	18	14
12	191	152	121	96	76	60	48	38	30	24	19	15
13	207	164	131	104	82	65	52	41	33	26	21	16
14	223	177	141	112	89	70	56	44	35	28	22	18

Die Kosten

Voll funktionsfähige, komplette Bio-CO_2-Anlagen bekommt man schon für knapp € 10,–. Für etwas komfortableres Zubehör muss man bis zu € 35,– zusätzlich ausgeben.

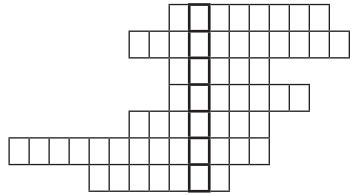
Einstiegsanlagen mit Einwegflasche gibt es schon ab etwa € 100,–, mit Mehrwegflaschen wird es in der Regel etwas teurer. Professionelle Ausstattungen bewegen sich im Bereich von € 150,– bis 200,–. Mit Magnetventil kommt man auf € 200,– bis 250,–.

Die Betriebskosten hängen bei Mehrwegflaschen stark von den Kosten für die Füllung ab. Ein Preisvergleich lohnt sich da durchaus. ■

Das große CO_2-Rätsel

Das Lösungswort ist der Name eines hocheffektiven Dennerle CO_2-Zugabegerätes – und eines bekannten Meeressäugers.

Wer produziert im Aquarium Sauerstoff für Ihre Fische?
CO_2 löst sich zum Teil im Wasser als...
Was ist außer CO_2 noch für den Pflanzenwuchs unentbehrlich?
Ein CO_2-Gehalt von ca 20 mg/l Aquarienwasser ist...
Zum Wechsel zwischen Einweg- und Mehrwegsystemen gibt es...
Das Herzstück jeder CO_2-Anlage ist der...
CO_2 senkt den...



1. Preis: 1 CO_2-Pflanzen-Dünge-Set ***Einweg 300 Space***
2. Preis: 1 CO_2-Pflanzen-Dünge-Set ***Einweg 160 Primus***
3. Preis: 1 CO_2-Druckminderer ***Evolution Quantum***
4. bis 10. Preis: je 1 x das Buch „***Aquarienpflanzen***“ von C. Kasselmann

Einsendeschluss ist der **30. 11. 2009**.
Die Gewinner werden im Dezember 2009 ermittelt und von der Dennerle GmbH benachrichtigt.
Das Lösungswort bitte auf einer Postkarte an:
Dennerle GmbH, Kröpper Str. 17, 66957 Vinningen, oder per E-Mail an: **gewinnspiel@dennerle.de**.

Bitte denken Sie an Ihre vollständige Anschrift.
Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Impressum

„Der CO_2-Ratgeber“ ist eine Koproduktion des Verlags Eugen Ulmer und der Dennerle GmbH.
Redaktion: Claus Schaefer (verantwortlich), Rainer Stawikowski.
Reproduktion und elektronische Speicherung nur mit Genehmigung des Verlages.
Anschrift der Redaktion: Villemomblerstr. 34, 53123 Bonn. E-Mail AP-Red@t-online.de.
Verlag: Eugen Ulmer KG, Postfach 700561, 70574 Stuttgart, Tel. (0711) 4507-0, Fax 4507-120, Internet www.ulmer.de, www.datz.de.
Layout und Herstellung: Alexandra Kramm.
Anzeigen: Marc Alber (verantwortlich).
Anzeigenberatung: Mirijam Kisur, Tel. (0711) 4507-135, E-Mail mkisur@ulmer.de.
Vertrieb: Detlef Noffz, Tel. (0711) 4507-197; E-Mail dnoffz@ulmer.de.
Druck: Offizin Chr. Scheufele GmbH & Co. KG, Tränkestr. 17, 70597 Stuttgart.

Texte: Claus Schaefer in Zusammenarbeit mit Carsten Gretenkord und Stefan Hummel.
Bilder: Irmtrud Stawikowski (S. 2), Dennerle-Archiv (alle übrigen).

Kostenlos probelesen!

Fordern Sie Ihr Probeheft gleich an!

Tel. +49 (0)711/4507-121
oder
www.datz.de/probeheft

DATZ bietet Ihnen jeden Monat die ganze Vielfalt der Aquaristik und Terraristik:

- **umfassende Fachinformationen** für die artgerechte Haltung und Zucht von Süß- und Meerwasser-Tieren
- **spannende Artikel** über Exkursionen
- **nützliche Expertentipps** zu Aquarien- und Terrarientechnik
- aktuelle **Veranstaltungstermine**
- das praktische Zusatzheft im Heft: die **Aquarien-Praxis**
- viele **exklusive Zusatzinformationen** nur für Abonnenten im Web unter **www.datz.de**

20% Sparvorteil für Schüler, Azubis und Studenten!

Verlag Eugen Ulmer
Tel. +49 (0)711/45 07-121 | Fax +49 (0)711/45 07-120
www.ulmer.de | www.datz.de

Ulmer

Trübe Aussichten?
Prima Klima mit CO_2!
Weltneuheit
Druckminderer mit integriertem Magnetventil!
Einfach & Sicher!
Die neue CO_2-Pflanzendüngung von Dennerle
- für üppiges, gesundes Pflanzenwachstum
DENNERLE
Dennerle GmbH · Kröpper Straße 17 · D-66957 Vinningen · www.dennerle.de
Natur erleben