



Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Zentrum für Infektionsmedizin

Abteilung Fischkrankheiten und Fischhaltung

Bünteweg 17

30559 Hannover

Deutschland

Tel.: +49(0)511 / 953-8889

Fax.: +49(0)511 / 953-8587

BERICHT: BIORB-AQUARIENPROJEKT



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	4
2 Unterwasseraufnahmen	5
3 Wasserqualität	7
4 Verhalten	13
4.1 Allgemeines Verhalten	13
4.2 Fütterungsverhalten	15
5 Schlussfolgerungen	17
Anhänge	
Anhang I: Messpunkte für Sauerstoff und Temperatur	
Anhang II: Daten über physikalisch-chemische Wasserparameter	
Anhang IIa: Sauerstoff	
Anhang IIb: Temperatur	
Anhang IIc: Stickstoff und pH	
Anhang IId: Wasserhärte	
Anhang III: pH	
Anhang IV: Nitrat	

Zusammenfassung

Dieser Bericht vergleicht zwei kugelförmige BiOrb-Aquarien (30L und 60L) mit einem allgemein erhältlichen, rechteckigen 60L-Aquarium. BiOrb-Aquarien sind kugelförmig. Möglicherweise auftretende Verzerrungen aufgrund der Aquarienform wurden anhand von Unterwasseraufnahmen untersucht. Mögliche Auswirkungen auf die Fischgesundheit, hervorgerufen durch das Aquarienform oder das integrierte Filtersystem wurden mittels Sauerstoffmessungen und Untersuchung der Wasserqualität sowie durch Verhaltensbeobachtungen an Fischen überprüft. Die Aquarien wurden über einen Zeitraum von drei Monaten beobachtet, während dessen wurden alle 28 Tage neue Fische zugesetzt. Die Fische stammten aus einem herkömmlichen, rechteckigen Aquarium. Um ein möglicherweise auftretendes Fehlverhalten eines Aquarienhalters zu imitieren, wurden die Untersuchungen unter Streßbedingungen (zu hoher Fischbesatz, zu viel Futter, kein Wasserwechsel) durchgeführt. Mit allen Aquarien wurde auf die gleiche Art und Weise verfahren.

Die Unterwasseraufnahmen zeigten keine Verzerrungen in den BiOrb-Aquarien. In dem rechteckigen Aquarium konnten Reflexionen beobachtet werden. Die Sauerstoffversorgung war in allen drei Aquarien gut. Sowohl Sauerstoff als auch Temperatur waren innerhalb der Aquarien an den verschiedenen Messpunkten stabil. In den BiOrb-Aquarien waren die Nitrit- und Ammoniumwerte in den ersten zwei Monaten der Studie höher als in dem rechteckigen Aquarium. Die Fische zeigten jedoch weder verändertes Verhalten noch Anzeichen einer Erkrankung. Nach dieser Zeit sanken die Nitrit- und Ammoniumwerte in den BiOrb-Aquarien und blieben stabil. Das rechteckige Aquarium hingegen wies in dem dritten Monat der Studie weniger stabile Ammoniumwerte auf. Für Karbonathärte, Gesamthärte, pH und Nitrat konnten während der gesamten Studie keine kritische Werte gemessen werden. Die Fische benötigten eine Eingewöhnungszeit von wenigen Tagen nach Umsetzen in die BiOrb-Aquarien. Danach zeigten sich die Fische ruhig und fraßen gut. In dem rechteckigen Aquarium benötigten die Fische nur einen halben Tag zur Eingewöhnung. Sie waren stärker auf das Futter fixiert als die BiOrb-Fische.

Im Zuge dieser Studie konnten anhand von Sauerstoffmessungen, Unterwasseraufnahmen, Verhaltensbeobachtungen und Wasseranalysen keinerlei Anzeichen dafür gefunden werden, dass BiOrb-Aquarien (30L und 60L) weniger fischgerecht sind als rechteckige Standardaquarien. Auch zwischen dem 30L- und dem 60L-BiOrb-Aquarium konnten im Hinblick auf das Wohlbefinden freischwimmender Fische und auf die Systemstabilität keine Unterschiede festgestellt werden.

1 Einleitung

ReefOne, Hersteller von BiOrb-Aquarien, beauftragte die Abteilung Fischkrankheiten und Fischhaltung, Zentrum für Infektionsmedizin, Tierärztliche Hochschule Hannover, zwei BiOrb-Aquarien (30L und 60L) mit einem handelsüblichen 60L-Standardaquarium (MP) zu vergleichen. BiOrb-Aquarien sind kugelförmig und mit einem integrierten Filter, einem Belüfter sowie mit Beleuchtung ausgestattet. In allen Aquarien wurden Unterwasseraufnahmen gemacht, physikalisch-chemische Wasserwerte gemessen, das generelle Verhalten der Fische sowie ihr Fressverhalten beobachtet und ausgewertet.

Alle Aquarien wurden unter den gleichen Bedingungen betrieben. Das rechteckige Aquarium war mit handelsüblichem Aquariensand, einer 60L-Standardheizung (JÄGER) sowie einem Filtersystem (EHEIM) ausgestattet. In den BiOrb-Aquarien wurde das Standard-BiOrb-Keramikmedium als Bodengrund eingestreut. Das integrierte ReefOne Filtersystem wurde verwendet und in beiden runden Aquarien wurde eine Heizung, gestellt von ReefOne, installiert. (Am Tag 51 des Experimentes musste in dem 30L-Aquarium die BiOrb-Heizung aufgrund einer Fehlfunktion durch einen handelsüblichen Heizstab ersetzt werden.) Die Filter in den BiOrb-Aquarien wurden entgegen der Empfehlung in der Gebrauchsanweisung nicht ausgewechselt, da dies für das rechteckige Aquarium auch nicht möglich war. Das Filtermaterial des rechteckigen Aquariums hätte zwar gewaschen werden können, dies ist aber nicht empfehlenswert, da es dadurch zur Auswaschung der Filterbakterien kommt. Alle Aquarien wurden zudem mit künstlichen Pflanzen bestückt, die ebenfalls von ReefOne gestellt wurden. Alle Aquarien wurden mit unbehandeltem Leitungswasser gefüllt. Einen Tag nach dem Aufbau der Aquarien wurden die ersten Fische (Platys, *Xiphophorus maculatus*) zugesetzt. Weitere Platys wurden alle 28 Tage (Tag 1, Tag 29 und Tag 56) zugesetzt. Das gesamte Experiment erstreckte sich über einen Zeitraum von 81 Tagen. Jeweils acht Platys – in der Gebrauchsanweisung für das 60L-BiOrb-Aquarium sind sechs Fische empfohlen -, wurden den 60L-Aquarien zugesetzt. Nach zwei Monaten war so der maximale Besatz von 24 kleinen tropischen Fischen erreicht. Dem 30L-Aquarium wurden jeweils vier Platys zugesetzt mit einem maximalen Besatz von 12 Fischen nach zwei Monaten. Empfohlener Besatz für das kleine BiOrb-Aquarium sind jeweils drei Fische pro Monat.

Jeden Tag wurde die gleiche Menge Futter pro Fisch zugefügt (vier Pellets des „Hikari Staple floating type“ pro Fisch). Die in dieser Studie verwendeten Pellets sind größer als die von ReefOne für tropische Fische empfohlenen Pellets („Hikari Tropical micro pellets“). Auf diese Weise war eine Quantifizierung des Futters möglich, so dass eine gleichbleibende Nährstoffversorgung pro Fisch beibehalten werden konnte. Dadurch wurde allerdings auch mehr Futter als von ReefOne empfohlen zugefügt, was zu einer stärkeren Nährstoffbelastung führen kann. Wenn nötig, wurde nicht aufgenommenes Futter nach zehn Minuten aus den Aquarien entfernt.

2 Unterwasseraufnahmen

Unterwasseraufnahmen, sowohl Fotos als auch Videosequenzen, wurden mit einer SONY 5.0 Megapixel Cybershot Digitalkamera (Mithilfe eines Sony 40m Marine Pack) aufgenommen.

Für die BiOrb-Aquarien (30L und 60L) wurden vier verschiedene Kamerapositionen gewählt:

- auf ca. 50% der Aquarienhöhen und auf 50% der Aquarienweite
- auf ca. 50% der Aquarienhöhen und 5 cm vom Glas entfernt
- auf ca. 75% der Aquarienhöhen und auf 50% der Aquarienweite
- auf ca. 75% der Aquarienhöhen und 5 cm vom Glas entfernt

Für das rechteckige Aquarium wurden folgende zwei Positionen festgesetzt:

- im Zentrum des Aquariums
- 5 cm von der kurzen Seite des Aquariums entfernt

Von jeder Position wurden Fotos in alle Ecken sowie in Richtung der langen und kurzen Seiten der Aquarien erstellt. Zusätzlich wurden kurze Videosequenzen von jedem Aquarium aufgenommen, um eine bessere Vorstellung von der Sichtweise der Fische zu bekommen, da sich die Sicht der Fische aus dem Aquarium heraus möglicherweise aufgrund des Schwimmens und aufgrund von Positionswechseln ändert. Insgesamt wurden acht Fotos und eine Videosequenz von dem 30L-BiOrb-Aquarium, neun Fotos und eine Videosequenz von dem 60L-BiOrb-Aquarium sowie 13 Fotos und eine Videosequenz von dem rechteckigen 60L-Aquarium aufgenommen.

Während der Aufnahmen wurden alle drei Aquarien auf einem Tisch in der Mitte eines Zimmers aufgestellt und mit unbehandeltem Leitungswasser gefüllt. Handelsüblicher Aquarienkies wurde für das rechteckige Aquarium genutzt. Für die BiOrb-Aquarien wurde das für diese Aquarien hergestellte BiOrb Keramik-Medium verwendet. Keine Pflanzen oder sonstige Dekoration wurden während der Unterwasseraufnahmen zugesetzt, der Filter und die Aquariumbeleuchtung wurden nicht angeschaltet.

Die Augen von Fischen weisen grundlegende Unterschiede zu den Augen der meisten Wirbeltiere auf, da Fische während ihres gesamten Lebens wachsen und unter Wasser sehen (andere Lichtbrechung). Weiterhin zeigen Fischaugen aufgrund der verschiedenen Lichtverhältnisse, in denen die Fische leben, mehr Variationen als die Augen der Landtiere. Um die Unterwasseraufnahmen vernünftig auswerten zu können, sind Kenntnisse der Anatomie und der Physiologie des Fischauges notwendig.



Anders als unsere Augen, mit denen wir eine begrenzte Sichtweise unserer Umgebung haben, kann ein Fisch womöglich einige Bereiche seiner Umwelt binokular sehen, andere Bereiche – zur Seite – mit jedem Auge unabhängig voneinander. Zudem haben Fische einen unflexiblen Hals, was eine Anpassung der Augen nötig gemacht hat, um ein weites binokulares Sichtfeld zu erhalten, in dem sich die Bilder der Außenwelt in jedem Auge überlappen. Im Gegensatz zu Landtieren findet Lichtbrechung im Fischeauge nicht in der Kornea statt, sondern in der Linse. Fische akkomodieren, indem sie die Distanz zwischen der Linse und der Retina verändern. Bei den meisten Fischen kommt es zu einer Anpassung (Retinomotorik) in den Augen bei einem Wechsel von dunklem zu hellem Licht. Diese Hell-oder Dunkeladaption dauert 20 bis 30 Minuten. Eine solche Anpassung der Retina findet man in den Augen von Landtieren nicht, bei denen schnelle Änderungen des Pupillendurchmessers eine wichtige Rolle für die Regelung der einfallenden Lichtmenge spielen. Die meisten Fische haben, wie auch Säugetiere, eine Duplex-Retina: die Retina enthält sowohl Stäbchen als auch Zapfen. Die Zapfen der Fische enthalten drei bis vier verschiedene Pigmente. Die Anwesenheit von zwei Pigmenten bietet Vorteile in der Wahrnehmung von reflektierendem Licht, da dieses in der Regel ein leicht anderes Spektrum hat als das ursprüngliche Licht.*

In beiden runden Aquarien (BiOrb-30L und BiOrb-60L) hatten wir von allen Positionen aus gute Sicht, sowohl in die Aquarien hinein als auch aus den Aquarien hinaus. Auch die Videoaufnahmen zeigten klare Sicht, ohne dass ein Verlust der Orientierung eintrat. Es konnten keine Verzerrungen der Bilder von Gegenständen außerhalb der Aquarien festgestellt werden. Diese Beobachtungen können generell auch auf das rechteckige Aquarium übertragen werden. Jedoch zeigt die Videoaufnahme von dem rechteckigen Aquarium deutlich eine Reflexion und Überlappung der Sicht beim Übergang von den kurzen zu den langen Seiten und umgekehrt.

* Taken from: Biology of fishes, Bone, Q., Marshall, N.B. and Blaxter, J.H.S. (2nd ed.), Blackie Academic & Professional, Suffolk



3 Wasserqualität

Wasserwerte wurden 24 Stunden nach dem Befüllen und unmittelbar vor dem Einsetzen der ersten Fische in den noch leeren Aquarien gemessen. Es konnte kein nennenswerter Effekt auf die Wasserwerte durch das 24-stündige Ruhenlassen des fertig eingerichteten Aquariums vor dem Einsetzen von Fischen festgestellt werden. Im weiteren Verlauf der Studie wurden Wasserwerte in den besetzten Aquarien untersucht. Folgende Parameter wurden dreimal die Woche gemessen:

- Sauerstoff (mg/L)
- Temperatur (°C)
- pH
- Nitrat (mg/L)
- Nitrit (mg/L)
- Ammonium (mg/L)

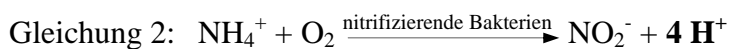
Gesamthärte und Karbonathärte (°dH) wurden einmal pro Woche gemessen. Sauerstoff und Temperatur wurden in jedem Aquarium an vier unterschiedlichen Positionen gemessen (s. Anhang I). Für alle weiteren Wasserparameter wurde eine Wasserprobe aus den Aquarien entnommen. Sobald sich der Wasserspiegel in den BiOrb-Aquarien weniger als 5 cm (Angabe des Herstellers) oberhalb des Belüftungsrohrs befand, wurden die Aquarien mit unbehandeltem Leitungswasser wieder aufgefüllt. Die Gesundheit der Fische wurde täglich kontrolliert. Aufgrund gleichbleibenden Verhaltens und unveränderter Futteraufnahme wurde entschieden, keinen Wasserwechsel durchzuführen. Allerdings kam es zu einem Anstieg der gemessenen Wasserparameter in Bereiche, die über einen längeren Zeitraum hin als schädlich für Fische angesehen werden.

Die Werte der Wasserparameter sind als Anhang diesem Bericht angefügt (Anhang II). Insgesamt kann beobachtet werden, dass die Konzentration einiger Parameter über die für Aquarien empfohlene Höchstmenge anstiegen. Trotzdem kam es bei den Fischen zu keiner Veränderung in Verhalten oder Futteraufnahme.

Die gemessenen Werte von Gesamt- und Karbonathärte entsprechen denen des örtlichen Leitungswassers. Bis auf kleine Schwankungen waren diese Werte stabil. Das Zusetzen von Fischen führte zu einer erhöhten Respirationsrate. Das führte zu einem Anstieg des CO₂-Wertes und somit auch zu einer höheren H₂CO₃-Konzentration im Wasser, entsprechend Gleichung 1.

Gleichung 1: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ (pH-abhängig).

Als Folge davon entsteht vermehrt HCO_3^- , welches vornehmlich als Kalzium-Dihydrogenkarbonat vorliegt und als Karbonathärte gemessen werden kann. Somit war zu erwarten, dass die Karbonathärte kurzfristig nach dem Zusetzen von Fischen ansteigt. Jedoch ist es möglich, dass dieser Anstieg nicht im Zuge einer Messung erfasst wurde, da Gesamt- und Karbonathärte nur einmal wöchentlich gemessen wurden. Weiterhin kam es nach dem Zusetzen von Fischen zu einem Anstieg der Nitritwerte - besonders deutlich in den BiOrb-Aquarien zu sehen - aufgrund gesteigerter Ammoniumausscheidung der Fische. Das Ammonium wurde entsprechend der Gleichung 2 durch gesteigerte Aktivität der nitrifizierenden Bakterien zu Nitrit oxidiert:



Die zusätzlich entstehende Säure (H^+ in Gleichung 2) vermag es nun, die Karbonathärte zu senken und eine höhere Konzentration an CO_2 in Lösung zu halten. In allen drei Aquarien ist ein Absinken der Karbonathärte beobachtet worden (s. Abbildung 1).

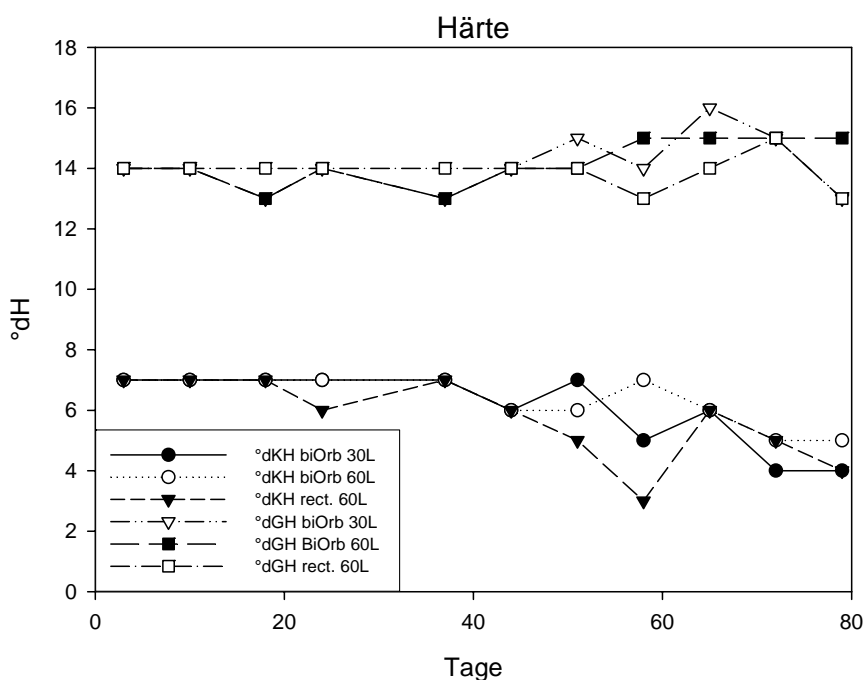
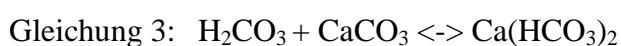


Abb. 1: Gesamthärte ($^{\circ}\text{dGH}$) und Karbonathärte ($^{\circ}\text{dKH}$) der BiOrb-Aquarien und des rechteckigen 60L-Aquariums

Aufgrund des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes zeigt der pH nur sehr geringe Schwankungen, da im Wasser gelöstes Kalzium entstehende Säure abpuffert:



Die Rückführung der Karbonathärte auf die Anfangswerte geschieht durch im Wasser gelöstes Kalzium und seine Reaktion mit Kohlensäure zum Bikarbonat. Der Zusatz von Fischen an den Tagen 1, 29 und 56 scheint wenig Einfluss auf die pH-Werte zu haben (s. Anhang III). Jedoch wurde eine erhöhte Konzentration von Ammonium in allen Aquarien gefunden, die mit der Reifung der Aquarienbiologie wieder zurückging.

Keinen bedeutenden Einfluss hatte das Zusetzen der Fische auf die Sauerstoffwerte. Alle drei Aquarien waren gut belüftet und zeigten sehr ähnliche Schwankungen während des gesamten Experiments (s. Anhang IIa). Im rechteckigen Aquarium gab es keine deutlichen Unterschiede zwischen den O₂-Messungen an den unterschiedlichen Messpunkten (s. Anhang I und IIa). Bei den BiOrb-Aquarien konnten an einigen Tagen geringe Schwankungen festgestellt werden (s. Anhang IIa). Gegen Ende der Studie konnte beobachtet werden, dass nach Aussetzen der Luftpumpe die Fische vermehrt an der Wasseroberfläche schwammen. Nach erneuter Inbetriebnahme der Luftpumpe verhielten sich die Fische schnell wieder normal.

Deutliche Schwankungen der Sauerstoffkonzentrationen wurden nicht gemessen. Generell waren die Sauerstoffkonzentrationen im 60L-BiOrb-Aquarium höher als im 30L-BiOrb-Aquarium; die O₂-Werte in den BiOrb-Aquarien waren wiederum höher als im rechteckigen Aquarium. Die höheren Sauerstoffwerte in den BiOrb-Aquarien sind möglicherweise auf eine stärkere Belüftung und Wasserumwälzung zurückzuführen. Dies führt zu einem verstärkten Gasaustausch von Wasser und Luft. Die Gase werden gleichmäßiger verteilt und überschüssige Gase können leicht ausgetrieben werden.

Bei der Auswertung der Temperaturmessungen konnten in allen Aquarien ebenfalls keine deutlichen Unterschiede beobachtet werden. Nach zwei bis drei Tagen stabilisierte sich die Temperatur zwischen 24,5 und 25,5°C. Dies ist die empfohlene Temperatur für Platys, die in diesem Experiment verwendet wurden. Auch im 60L-BiOrb-Aquarium blieb die Temperatur bis auf zwei abweichende Werte konstant zwischen 24 und 25°C. Ein deutlicher Abfall der Temperatur von 25°C auf 23°C trat am Tag 31 auf. Es kam während der folgenden Tage zu einem stetigen Abfall der Temperatur von ca. 23°C auf ca. 22°C, bis schließlich sogar auf 21,6°C (Tag 46). Die Heizung schien nicht mehr vollständig zu funktionieren, so dass diese durch eine allgemein erhältliche Heizung ersetzt wurde. Nach diesem Austausch stieg die Temperatur wieder auf 23°C an und blieb in diesem Bereich stabil. Die in dieser Studie verwendete Heizung ist nicht mehr erhältlich und wurde durch ein neues Modell ersetzt.

Fische scheiden Stickstoff-Abfallprodukte in Form von Ammonium aus und nicht in Form von Harnstoff, welches weniger toxisch ist. Fische können Ammonium produzieren und aufgrund der hohen Verfügbarkeit von Wasser, in dem Ammonium stark verdünnt gelöst werden kann direkt ausscheiden. Steigt hingegen die Ammoniumkonzentration im Wasser über einen bestimmten Schwellenwert, können die Fische ihr Ammonium nicht mehr ausscheiden, und es kommt zu einer Selbstvergiftung. Ammoniakalischer Stickstoff kann im Wasser als Ammonium (NH_4^+) und als Ammoniak (NH_3) vorliegen. Bei einem neutralen pH-Wert ist im Wasser überwiegend das weniger giftige Ammonium vorhanden, das hochgiftige Ammoniak ist lediglich zu weniger als 1% vertreten. Bei ansteigendem pH verschiebt sich das Gleichgewicht in Richtung des hochtoxischen Ammoniaks, so daß unter alkalischen pH-Bedingungen höhere Ammoniak/ Ammonium-Konzentrationen direkt fischtoxisch werden können..

Im Aquarienfilter kann (wird) das von den Fischen ausgeschiedene Ammonium von sogenannten nitrifizierenden Filterbakterien zu Nitrit abgebaut werden. Auch Nitrit besitzt fischtoxische Eigenschaften, ist jedoch weniger gefährlich als Ammoniak. Für den Abbau ist es notwendig, sich auf dem Filtermaterial ein Biofilm gebildet hat, der die erforderlichen Bakterien enthält. Nitrit kann dann durch weitere nitrifizierende Bakterien in demselben Biofilm weiter zum noch geringer fischtoxischen Nitrat abgebaut werden.

Während der Studie traten in allen drei Aquarien einige Ammoniumspitzen beobachtet (Abbildung 2). Bei den beiden BiOrb-Aquarien zeigte sich nach dem ersten Zusetzen der Fische zunächst eine geringe Zunahme der Ammoniumkonzentration, gefolgt von einem deutlichen Nitritanstieg (Tag 16. bis Tag 26). Nitrit erreichte in den BiOrb-Aquarien sehr hohe Konzentrationen von bis zu 2,0 mg/L. Diese Werte können für Fische toxisch sein. Danach sank die Nitrit-Konzentration auf unterhalb der Nachweisgrenze ab. Aufgrund der ausreichend vorhandenen Bakterien im Aquarium stieg Nitrit nicht wieder an und blieb stabil auf niedrigen Werten. Jedoch stieg die Ammoniumkonzentration (Tag 35) nach dem zweiten Zusetzen von Fischen wieder an. In dieser Studie schien die Fische durch die gemessenen Ammonium-Konzentrationen nicht beeinträchtigt, wahrscheinlich bedingt durch die gute Gesundheit und Kondition. Dennoch sollten hohe Ammonium-Konzentrationen im Bereich der Ammoniumspitzen grundsätzlich vermieden werden. Durch Krankheit oder Transportstress (Kauf neuer Fische) geschwächte Fische können mit derartig hohen Konzentrationen nicht umgehen und Schaden daran nehmen.

Generell braucht ein biologischer Aquarienfilter vier bis sechs Wochen, um eine ausreichend gereifte bakterielle Fauna zu etablieren, die zur Katabolisierung der Fischexkremente nötig ist. Nach Ablauf von sechs Wochen konnte in den BiOrb-Aquarien kein weiterer Ammonium- oder Nitritanstieg mehr beobachtet werden. Sogar der dritte Zusatz von Fischen hatte keinen messbaren Einfluss auf die Stickstoffwerte. Die Biologie der Aquarien schien ein stabiles Stadium erreicht zu haben (s. Abbildung 2), und nach der anfänglichen Reifungsperiode schien das BiOrb-Filtersystem das von den Fischen ausgeschiedene Ammonium verlässlich abzubauen.

In allen drei Aquarien konnte ein stetiges Anwachsen der Nitratkonzentration beobachtet werden. Die höchsten Konzentrationen wurden im rechteckigen Aquarium festgestellt (Anhang IV). Insgesamt wurden jedoch keine für Fische kritischen Werte gemessen.

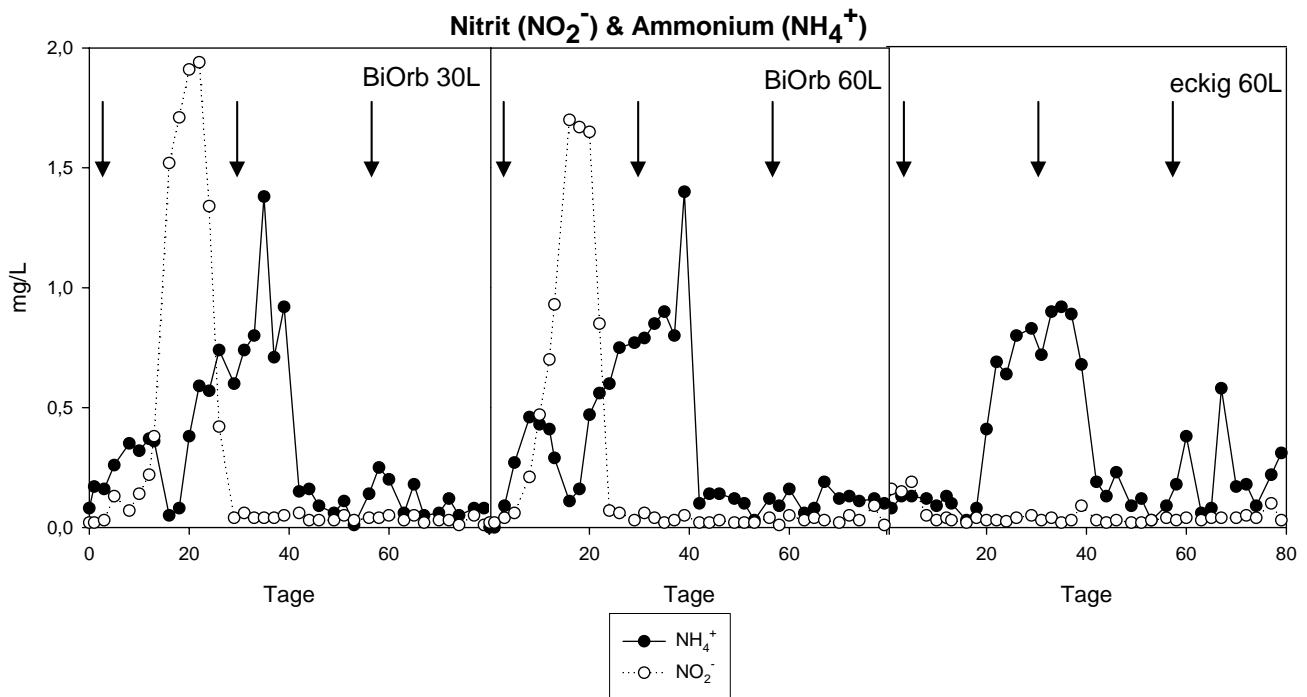


Abb. 2: Nitrat und Ammonium der BiOrb-Aquarien und des rechteckigen 60L-Aquariums (Pfeile zeigen die Zugabe von Fischen an)

Im rechteckigen Aquarium konnte nach erstem Zusetzen von Fischen ebenfalls ein Nitritanstieg sowie ein nahezu zeitgleicher Anstieg von Ammonium beobachtet werden, wobei der des Ammoniums geringer war als bei den BiOrb-Aquarien. Die Nitritkonzentration blieb unterhalb von 0,1 mg/L. Dieser Wert ist als oberer Grenzwert festgesetzt, der von Fischen als gut tolerierbar angesehen wird. Die Ammoniumkonzentration stieg vor dem zweiten Zusetzen von Fischen an. Einige Tage nach diesem Zusetzen begann der Ammoniumwert zu sinken. Nach dem dritten Zusetzen von Fischen konnten weitere Peaks des Ammoniums beobachtet werden. Dies kann darauf hinweisen, dass der Filter seine maximale Kapazität erreicht hat.

Ammoniumwerte blieben jedoch während des gesamten Beobachtungszeitraumes unterhalb von 1 mg/L (s. Abbildung 2) und somit deutlich unter den Höchstwerten, die in den BiOrb-Aquarien gemessen wurden. Jedoch können auch diese Werte die Fische noch stark beeinträchtigen.



Alle drei Aquarien zeigten einen durchgehenden Nitratanstieg. Der höchste Wert konnte im rechteckigen Aquarium gemessen werden (Anhang IV). Die Nitratkonzentrationen erreichten nie kritische Werte.

Es muss bedacht werden, dass während der gesamten Beobachtungszeit in keinem der drei Aquarien ein Wasserwechsel durchgeführt und mehr Futter als empfohlen zugefügt wurde. Dieses stellte sowohl für die Fische als auch für die Filterbakterien eine Stresssituation dar. Bei regelmäßigen Wasserwechseln wären Ammonium und Nitrit nicht auf solche hohen Werte angestiegen. Generell wird empfohlen, dass Aquarienbesitzer einen wöchentlichen Wasserwechsel von 10% durchführen. Ein Wasserwechsel ist besonders während der ersten Wochen nach Einrichtung eines Aquariums aufgrund der noch fehlenden Filterkapazität wichtig. ReefOne empfiehlt einen Wasserwechsel von 30% alle vier bis acht Wochen. Im Zuge der Auswertung der Wasserwerte kommt man zu dem Schluss, dass es empfehlenswert ist, innerhalb der ersten vier Wochen einen wöchentlichen Wasserwechsel durchzuführen. Nach Ablauf dieses Zeitraums reicht das von ReefOne empfohlene Intervall von vier bis acht Wochen aus.

Obwohl mehr Fische als von ReefOne empfohlen den Aquarien zugesetzt wurden, wurde die Gesundheit der Fische in keinem der Aquarien beeinträchtigt.

4 Verhalten

4.1 Allgemeines Verhalten

Die folgenden Verhaltensbeobachtungen wurden zweimal am Tag (morgens sowie nach der nachmittäglichen Fütterung) und dreimal in der Woche getätigt:

- Schwimmrichtung
- Aufenthaltsort im Wasser
- Aktivität/Ruhe
- Schwarmverhalten
- allgemeine anderweitige Beobachtungen

Alle Fische änderten ihr Verhalten sofort nach dem Einsetzen in die Aquarien, allerdings kehrten die Fische im rechteckigen Aquarium innerhalb eines halben Tages zu ihrer normalen Verhaltensweise zurück. Die Futtermittelaufnahme bei der ersten Fütterung war gut. Die Fische in den BiOrb-Aquarien versteckten sich im Beckenhintergrund in Bodennähe hinter den Pflanzen. Auch zur Fütterungszeit verließen sie kaum ihre Versteckplätze. Diese Fische kehrten nach etwa einer Woche zu ihrem Normalverhalten zurück. Die Fische im 30L-Aquarium passten sich etwas später an als jene im 60L-Aquarium. Diese Reaktionen waren in abgemilderter Form ebenfalls nach dem Hinzusetzen der zweiten und dritten Gruppe von Fischen zu beobachten. Alle Fische wurden aus rechteckigen Aquarien zugesetzt. Man kann vermuten, dass die Fische daher mehr Zeit benötigten, sich an die neue kugelige Form zu gewöhnen.

Nach der ersten Woche konnten keine deutlichen Verhaltensunterschiede zwischen den verschiedenen Becken festgestellt werden (mit Ausnahme des Fütterungsverhaltens, siehe Seite 16). Die Fische im rechteckigen Aquarium waren auf das Futter fixiert und kamen an die Frontscheibe, sobald eine Person den Raum betrat. Ganz allgemein kann das Schwimmverhalten in allen Becken als „gemischt“ bezeichnet werden, was bedeutet, daß sich die Fische allerorten in den Aquarien aufhielten. Die Fische in den BiOrb-Aquarien tendierten dazu, öfter in den oberen Bereichen zu schwimmen. Auch unter natürlichen Bedingungen schwimmen Platys normalerweise in der Nähe der Wasseroberfläche, um sich dort von Insekten zu ernähren.

Es ist nicht möglich eine genaue Beschreibung des Schwimmverhaltens aller Fische zu liefern, da diese selten im Schwarm schwammen und zudem ihren Aufenthaltsort im Aquarium regelmäßig wechselten (Abbildung 3, 4, 5). Platys bilden Gruppen. Unter stressfreien Bedingungen verlassen Fische jedoch auch die Gruppe. In allen drei Aquarien konnten die Fische sowohl einzeln als auch in Gruppen schwimmend beobachtet werden.

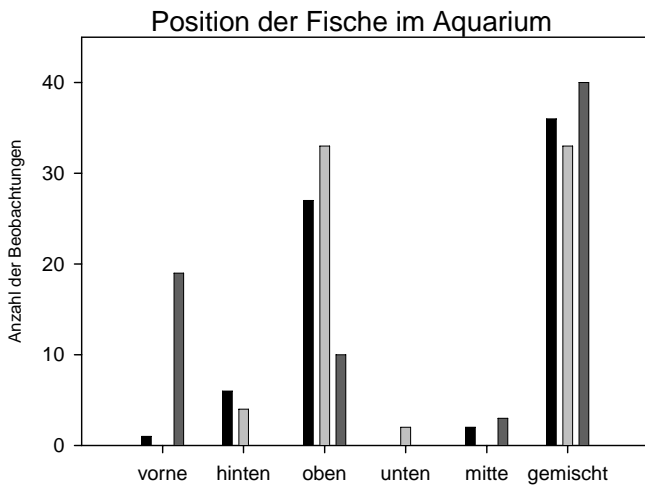


Abb. 3: *Position der Fische in den BiOrb-Aquarien und im rechteckigen 60L-Aquarium*

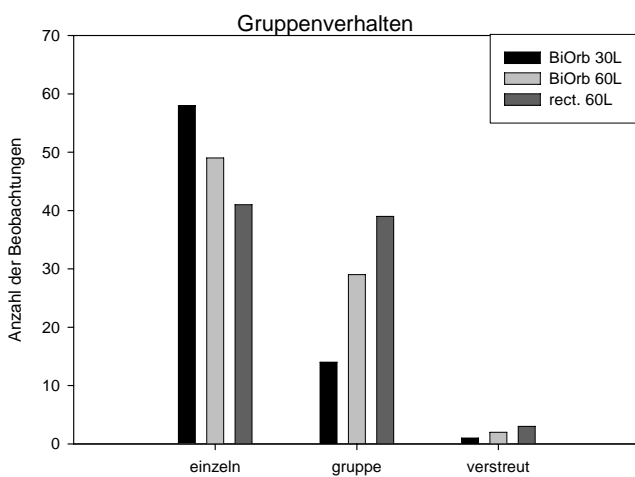


Abb.4: *Schwarmverhalten in den BiOrb-Aquarien und im rechteckigen 60L-Aquarium*

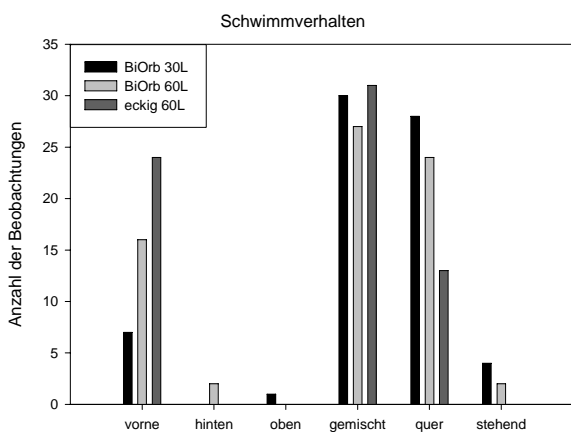


Abb.5: *Schwimmverhalten im BiOrb-Aquarien und im rechteckigen 60L-Aquarium*

Aufgrund der Form ist es unmöglich, ein BiOrb-Aquarium komplett einzusehen. Um alle Bereiche des Aquariums betrachten zu können ist es notwendig, sich um das Becken herum zu bewegen. Falls ein BiOrb-Aquarium (30L oder 60L) vor einer Wand plaziert wird, ist es somit schwer, die Fische zu beobachten und ihr Wohlergehen zu beurteilen, sofern sie sich gerade nicht im Vordergrund aufhalten. In auf gleiche Weise eingerichteten Aquarien ist es daher leichter möglich, einen Fisch in den BiOrb-Aquarien zu übersehen, als es in rechteckigen Aquarien der Fall ist. Diese sind jedoch teilweise mit vielen Einrichtungsgegenständen dekoriert, wodurch auch hier schlecht einsehbare Bereiche entstehen können.

Alle Fische schienen gesund und ohne Anzeichen einer Verletzung während der gesamten Studie. In keinem der Aquarien konnte aggressives Verhalten seitens der Fische beobachtet werden. In beiden BiOrb-Aquarien pflanzten sich die Platys fort.

4.2 Fütterungsverhalten

Die folgenden Verhaltensbeobachtungen wurden einmal täglich um die Fütterungszeit gemacht.

- Zeit bis zur Futterraufnahme
- Verhalten während der Fütterungszeit
- Futterraufnahme

Das Verhalten während der Fütterungszeiten war in allen Aquarien friedlich. Im rechteckigen Aquarium unterschied sich das Verhalten vor der Fütterung von dem der Fische in den BiOrb-Aquarien. Sobald die Fische im rechteckigen Becken bemerkten, daß eine Person den Raum betrat, schwammen sie in Erwartung des Futters sofort zur Frontscheibe. Die Fische in den BiOrb-Aquarien zeigten weder eine so deutliche Reaktionen noch andere offensichtliche Verhaltensunterschiede. Die Fische in dem rechteckigen Aquarium zeigten auf Futter konditioniertes Verhalten. Aufgrund der durch unterschiedliche Wasserumwälzung anderen Oberflächenspannung bemerken die Fische in den BiOrb-Aquarien die Zugabe von Futter nicht sofort. Dies würde erklären, warum die BiOrb-Fische kein Futter-konditioniertes Verhalten zeigten.

In den BiOrb-Aquarien konnte beobachtet werden, daß die Futterpellets nach Zugabe direkt an die Rändern der Wasseroberfläche der Aquarien verdriftet wurden. Das erschwerte den Fischen die Futterraufnahme. Desweiteren wurde festgestellt, daß die Fische in den BiOrb-Aquarien nicht direkt auf das Futter zuschwammen. Es kann vermutet werden, daß das Auftreffen der Pellets auf die Wasseroberfläche für die Fische aufgrund der Störung der Oberfläche durch die Blasen der Belüftung nicht wahrnehmbar war.



Aufgrund der Verwendung größerer Pellets als von ReefOne empfohlen, waren die Fische in allen drei Versuchsaquarien nicht in der Lage, die Pellets am Stück herunter zu schlucken. Sie ließen die Pellets im Wasser solange aufquellen, bis diese weich geworden waren und Stückchen von ihnen abgebissen werden konnten. Allerdings ist es nachteilig, Futterpellets über einen längeren Zeitraum im Wasserkörper zu belassen, da durch Diffusion Nährstoffe ausgeschwemmt werden können. Dies kann zu unnötiger Belastung des Wassers und auf lange Sicht zu Nährstoffmängeln der Fische führen. Aus diesem Grund sollte die Pelletgröße der Maulgröße der Fische angepaßt sein. In einem zusätzlichen rechteckigen Aquarium gehaltene Platys wurden mit “Hikari Tropical micro pellets”, von ReefOne gefüttert. Diese Pellets waren kleiner als die vom “Hikari Staple floating type” und wurden von den Fischen gut akzeptiert. Die Pellets wurden direkt aufgenommen und in einem Stück verschluckt. Der Nachteil solcher kleinen Pellets ist allerdings, daß eine exakte Quantifizierung der Pelletmenge nicht möglich ist. Aus diesem Grund ist es sehr wahrscheinlich, daß es – wie bei anderen im Handel erhältlichen Futtersorten auch – zu einer Überdosierung kommen kann.

5 Schlussfolgerungen

Die Sicht aus den BiOrb-Aquarien nach außen ist klar und unverzerrt. Der Hauptunterschied zwischen dem im Handel erhältlichen rechteckigen Aquarium und den BiOrb-Aquarien sind die Reflektionen im rechteckigen Becken. Diese Reflexionen wirken irritierend auf das menschliche Auge. Es ist nicht sicher, wie Reflexionen von Fischen wahrgenommen werden. Es gibt keinerlei Anzeichen dafür, daß die Kugelform der BiOrb-Aquarien irgendwelche Nachteile in Bezug auf die optische Wahrnehmung der Fische hätte.

In allen Aquarien wurde, wie in der Literatur beschrieben, eine Reifung des Wassers einhergehend mit dem Anwachsen der Filterbakterienpopulation festgestellt. Das rechteckige Aquarium benötigte eine etwas kürzere Einfahrphase als die BiOrb-Aquarien. Hier erreichte Nitrit nicht so hohe Konzentrationen wie in den BiOrb-Aquarien. In diesen zeigte sich ein kurzer aber sehr hoher Ammonium-Peak. Im Großen und Ganzen konnten aber keine ausschlaggebenden Unterschiede beobachtet werden. Obwohl einige Parameter (Nitrit und Ammonium) Werte erreichten, die als für Fische langfristig schädlich erachtet werden, zeigten die Fische keinerlei Veränderung im Verhalten oder in der Nahrungsaufnahme. Wäre, wie im BiOrb-Benutzerhandbuch empfohlen, ein Wasserwechsel durchgeführt worden, wären die Stickstoffkonzentrationen auch längerfristig auf unschädliche Werte reduziert worden.

Alle Fische stammten aus einem rechteckigen Aquarium und wurden dann in die in der Studie verwendeten Aquarien umgesetzt. Nachdem die Platys in die BiOrb-Aquarien überführt wurden, änderten sie ihr Verhalten. Sie versteckten sich in den Pflanzen und bevorzugten die Nähe zum Aquarienboden, gewöhnten sich jedoch ein und kehrten nach einer Woche zu einem normalen Verhalten zurück. Es ist wahrscheinlich, dass die Fische aufgrund der ihnen fremden Form mehr Zeit zur Eingewöhnung benötigten. Dennoch unterschied sich dieses Verhalten auch nach einer Woche noch geringfügig von dem Verhalten der Fische im rechteckigen Becken. Diese waren aktiver und stärker futterfixiert. Die Fische in den BiOrb-Aquarien hingegen waren sehr ruhig und ließen sich kaum durch äußere Einflüsse stören.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß bei diesem Experiment keinerlei Anzeichen dafür gefunden werden konnten, dass BiOrb-Aquarien (30L und 60L) weniger fischgerecht sind als rechteckige Standardaquarien. Auch zwischen dem 30L- und dem 60L-BiOrb-Aquarium konnten im Hinblick auf das Wohlbefinden freischwimmender Fische und auf die Systemstabilität keine Unterschiede festgestellt werden.