

# Roßmäßler – Vivarium – Rundbrief

„Roßmäßler-Vivarium 1906“  
Verein für Aquarien- und Terrarienfrende  
Halle (Saale) e. V.



Mitglied im Verband Deutscher Vereine für  
Aquarien- und Terrarienkunde e. V. (VDA)  
VDA- Bezirk 22  
Ostniedersachsen/ Sachsen-Anhalt

im Internet:  
[www.aquarienverein-rossmaessler-halle.de](http://www.aquarienverein-rossmaessler-halle.de)

Vereinsleitung:  
Vorsitzender: Dr. Dieter Hohl  
Stellv. Vorsitzender: Günter Lehmann  
Schatzmeister: Claus Wasilewski

Redaktion im Auftrag der Vereinsleitung:  
Michael Gruß

---

**23. Jahrgang**

**Januar 2014**

**Nr. 1**

---

## Inhalt:

- Liebe Leser	1
- Unsere Veranstaltungen im Monat Januar	
Am 07.01.2014: Jahresrückblick in Bildern	2
Am 21.01.2014: Aquarienpflanzen im Bild - ausgewählte Gattungen	3
- Dr. Dieter Hohl - 70 Jahre	3
- Gedanken zu unserem Vereinsabend am 19. 11.2013: „Der Bezirk 22 stellt sich vor“ oder zur Geschichte und Bedeutung der VDA-Bezirke	4
- Nachruf: Dr. Gerd Kassebeer	6
- Schlamm im Aquarium - Eigenschaften und Bedeutung	7

## Liebe Leser,

das Neue ist da – das neue Jahr, natürlich. Aber auch ein neues Veranstaltungsprogramm, das uns auch in diesem neuen Jahr wieder neue Referenten und Themen verspricht. Und auch die Mitgliedschaft in einem für uns neuen VDA- Bezirk – neue Bekanntschaften und Gepflogenheiten inklusive. Und natürlich nicht zu vergessen und besonders erfreulich: unsere neuen Vereinsmitglieder – herzlich willkommen im Verein! Eines aber bleibt wie gewohnt (sprich: beim Alten): der Vereins-Rundbrief! Er wird auch im neuen Jahr wieder über die Ereignisse im Verein und darüber hinaus berichten – und in dieser Ausgabe geht es schon gut los. Deshalb jetzt: Viel Spaß beim Lesen!

## Unsere Veranstaltungen im Januar

### Am 07.01.2014: „Jahresrückblick in Bildern“

Text und Abbildungen: Dr. Dieter Hohl

Wohl selten ist ein Jahr im Leben unseres Vereins so bewegend gewesen wie das Jahr 2013. Überraschende personelle Veränderungen in der Vereinsführung führten nicht zu der von einigen erwarteten Krise, sondern im Gegenteil zu einer gewissen Stabilisierung, sowohl im menschlichen Miteinander, der Mitgliederinformation als auch der fachlichen Arbeit. Und das, obwohl durch die eingetretenen Hochwasserschäden im Vereinslokal und kurzfristigen Ausfall fest geplanter Gastreferenten manches Improvisationstalent gefragt war.

Selbstverständlich wird der nun schon zum 6. Mal präsentierte „Jahresrückblick in Bildern“ auch das „innere Vereinsleben“ Revue passieren lassen. Sein Schwerpunkt wird aber wiederum in Bildberichten über vivaristische Veranstaltungen im In- und Ausland bestehen, die von unseren Vereinsfreunden besucht wurden. Die damit verbundene Fülle von Informationen wird auch die Daheimgebliebenen nachträglich teilhaben lassen. Der „Rückblick“ reicht von der „Erlebniswelt Heimtier“ in Berlin über Tagungen des Arbeitskreises Großsichliden, der IGL, des BSSW bis hin zu Veranstaltungen wie die „Aquaristik-Terraristik-Tage“ in Falkenberg oder die Bezirkstage der VDA-Bezirke 04 und 22. Einen besonderen Platz nehmen im „Rückblick“ natürlich vivaristische Großveranstaltungen wie der VDA-Kongress in Frankfurt/M. und der 7. ÖVVÖ-Bundeskongress in der Steiermark ein. Darüber hinaus fehlen auch nicht die Eindrücke der Aquarienausstellungen im tschechischen Rychnov nad Kněžou, in Dresden und in Altenburg. Aber auch der Besuch einiger Zoohandlungen konnte 2013 im Bild dokumentiert werden, so bei unseren Vereinsfreunden Mirko Jelinek und Günter Lehmann oder auch im OBI-Baumarkt in Halle.



*Aphyosemion pamaense*



*Fossorochromis rostratus*, Männchen

Einen speziellen Schwerpunkt werden dabei vor allem seltenere Fische spielen, die sowohl auf öffentlichen Ausstellungen fotografiert werden konnten als auch im Angebot einiger Zoohandlungen in Halle entdeckt wurden. Erwähnt seien beispielsweise *Aphyosemion pamaense*, *Ataenobius toweri*, *Badis assamensis* und *B. ruber*, *Betta pugnax*, *Botia lohachata* und *B. striata*, *Chela dadyburjori*, *Cichla* sp. „Xingú“, *Cichlasoma boliviense*, „*Cichlasoma*“ *grammodes*, *Cyclocheilichthys janthochir*, *Cyprinella lutrensis*, *Epiplatys roloffii*, *Fossorochromis rostratus*, *Fundulopanchax spoorenbergi*, *Haplochromis* sp. „Flameback“ und *H.* sp. „blue obliquidens“, *Herichthys tamasopoensis*, *Iriatherina weneri*, *Krobia* sp. „Oyapock“, *Lepisosteus oculatus*, *Mastacemelus erythrotaenia*, *Metynnis maculatus*, *Morgunda morgunda*, *Myleus schomburgkii*, *Myleus rubripinnis luna*, *Nomorhamphus ebrardtii*, *Notropis chrosomus*, *Paratilapia pollenii*, *Parosphomenus quindecim*, *Poeciliopsis profilica*, *Pseudoplatystoma tigrinum*, *Puntius mahecola*, *Rhinogobius rubromaculatus*, *Scriptaphyosemion schmitti*, *Simpsonichthys reticulatus*, *Synodontis angelicus*, *S. ocellifer* und *S. velifer*, *Xenotoca eiseni* oder *Yunnanilus cruciatus*.

Natürlich werden neben diesen selten gepflegten Arten auch weitere vorgestellt, die zu den betreffenden Anlässen präsentiert wurden.

## Am 21.01.2014: Dr. Helmut Mühlberg: Aquarienpflanzen im Bild - ausgewählte Gattungen

Text und Abbildungen: Dr. Helmut Mühlberg

Da soll ich nun wieder einmal einen Vortrag über Wasserpflanzen halten! Und da habe ich gleich ein Problem mit der Vorankündigung in unserem Rundbrief! Das Manuskript dafür muss natürlich rechtzeitig beim Redakteur sein. Ich ziehe diesen Vortrag aber nicht aus der Schublade (solche Vorträge habe ich natürlich auch), sondern werde sicher bis Mitte Januar in Abständen daran arbeiten und gestalten. Es kommen im Laufe der Zeit ja noch neue Gedanken dazu auf, so dass ich zurzeit keinen vollständigen Überblick geben kann.

Wie das Thema aber schon sagt, werde ich Pflanzen aus ausgewählten Gattungen vorstellen, gegliedert nach den Wuchsformen „Stängelpflanzen“ (Abb.1) und „Rosettenpflanzen“ (Abb. 2). Bei den Stängelpflanzen werde ich u. a. auf die Gattungen *Hygrophila*, *Hydrocotyle* sowie *Ludwigia* eingehen, und bei den Rosettenpflanzen auf die Gattungen *Aponogeton* und *Echinodorus*. Manchmal sind es pro Gattung mehrere Arten, manchmal auch nur eine Art. Ich werde dabei bei den einzelnen Arten auf Besonderheiten aufmerksam machen und zum Teil auch ihre Eignung für die Haltung im Aquarium diskutieren. Lassen Sie sich also überraschen!



Abb.1: *Rotala rotundifolia* als Beispiel für eine Stängelpflanze



Abb.2: *Echinodorus uruguayensis* als Beispiel für eine Rosettenpflanze

## Dr. Dieter Hohl - 70 Jahre

Text: Günter Lehmann

Am 10. Januar 2014 begeht Dr. Dieter Hohl seinen 70. Geburtstag – er hat fast sein ganzes Leben lang die Aquaristik mit bewegt, und das sogar in zwei verschiedenen Gesellschaftssystemen.

Wollte man auf seine umfangreiche aquaristische Lebensleistung eingehen, die neben einer Fülle von Publikationen und Vorträgen auch ein rund 50-jähriges Engagement in vivaristischen Organisationen der DDR und seit 1990 sofort im wiedervereinigten Deutschland umfasst, dann könnte man schon ein Buch darüber schreiben.

Eine entsprechende Würdigung erfolgte bereits in VDA-Aktuell 10 (1) 2004: 6-7 und 15 (1) 2009: 32. Sein 70. Geburtstag soll vielmehr Anlass sein, Dieter Hohl einmal aus etwas anderer Sicht vorzustellen. Auch wenn ich ihn erst vor rund einem Jahrzehnt, und damit relativ spät, persönlich kennen lernen durfte. Durch seine Veröffentlichungen in der aquaristischen Fachliteratur ist er für mich schon seit Jahrzehnten ein Begriff. Ich habe ein Leben lang ein sehr großes Interesse für Buntbarsche, und da war Dieter für mich immer *der* Experte, vor dem ich einen gewaltigen Respekt

hatte. Dies ist wahrscheinlich auch der Grund, weshalb wir nun seit Jahren ein sehr freundschaftliches Verhältnis haben.

Respekt habe ich auch heute noch vor der Person, vor seinem umfangreichen Fachwissen und seinem Engagement für die Aquaristik. Als ich Dieter endlich persönlich kennen lernte, erlebte ich eine nachhaltige Überraschung. Ich traf einen äußerst hilfsbereiten und entgegenkommenden Aquarianer, der sich in keiner Situation zu schade war, anderen mit Rat und Tat zur Seite zu stehen, ganz gleich, ob der Andere ein Anfänger oder schon ein langjähriger Züchter war. Ich persönlich habe dies nie als eine Art von Bevormundung angesehen, da die Hinweise die ich von Dieter bekomme, immer Hand und Fuß haben. Seine umfangreichen Kenntnisse in der Geschichte der Vivaristik und sein unwahrscheinliches Namens- und Personengedächtnis beeindruckten mich immer wieder. Er versteht es, aktuelle Ereignisse im historischen Zusammenhang zu analysieren, mögliche Folgen abzuschätzen und daraus ein Vorgehen zu entwickeln. Dies versteht Dieter in der großen wie in der kleinen Politik.

Dieter verlangt von niemanden etwas, was er nicht auch von sich selbst fordern würde. Deshalb kann er wegen Oberflächlichkeit und Unzuverlässigkeit auch recht ungehalten sein. Aber er bietet jederzeit auch seine Erfahrungen und Mitwirkung an, wenn er glaubt, dass Unterstützung hilfreich sein könnte. Dies betrifft den VDA, den Arbeitskreis Großcichliden der DCG oder den eigenen Aquarienverein. Im September 2013 übernahm Dieter fast 70-jährig genau aus diesen Gründen den Vorsitz unseres Aquarienvereins in Halle.

Ich bin stolz darauf, ihn nicht nur zu meinen aquaristischen Freunden zählen zu dürfen - er ist vielmehr für mich auch ein sehr guter persönlicher Freund. Deshalb wünsche ich Dir, lieber Dr. Dieter Hohl, von Herzen alles Gute und die Kraft und Freude, auch künftig nicht nur mir, sondern uns allen aquaristisch und freundschaftlich zur Seite zu stehen.

## **Gedanken zu unserem Vereinsabend am 19. 11.2013: „Der Bezirk 22 stellt sich vor“ oder zur Geschichte und Bedeutung der VDA-Bezirke**

Text: Dr. Dieter Hohl

Das Thema war recht ungewöhnlich für einen Vereinsabend und lautete ganz schlicht „Der VDA-Bezirk 22 stellt sich vor“. Überwiegend also ein organisatorisches und durchaus kein fachliches Thema. Anlass für dieses Thema war die Auflösung des VDA-Bezirk 04 zum Jahresende 2013 und der Anschluss der bestehenden Bezirksvereine an den VDA-Bezirk 22 „Ostniedersachsen/Sachsen-Anhalt“. Wenn trotzdem dieser Vereinsabend von 12 Mitgliedern und 8 Gästen besucht wurde, verdeutlicht das durchaus gewisse Erwartungen und so soll hier vordergründig weniger der eigentliche Vereinsabend rekapituliert werden. Vielmehr möchte ich in diesem Zusammenhang die Frage beantworten, warum überhaupt VDA-Bezirke bestehen und warum wir uns einem solchen anschließen?

Schon ein Jahr nach der VDA-Gründung im Jahre 1911 reifte die Erkenntnis, dass ein Verband, dessen Mitglieder über die gesamte (damals wesentlich größere) Fläche Deutschlands verteilt sind, nicht zentral verwaltet werden kann, sondern entsprechende Unterstrukturen benötigt. So nahm der Verbandstag 1912 einen von SAUER (Breslau) eingebrachten Antrag einstimmig an, nach dem der „... Verband die Gründung von Orts- und Provinzialverbänden ...“ anstrebt. Das bedeutete nichts anderes als die Bildung von VDA-Bezirken, denen eine Mittlerrolle zwischen dem VDA-Vorstand (heute Präsidium) und den Mitgliedern (Vereine) zugedacht war. Auch wenn dieser Gedanke schon im Folgejahr durch August Gruber mit der Forderung nach „Gauverbänden“ präzisiert wurde, verhinderte der Ausbruch des I. Weltkrieges in den Folgejahren eine geordnete Umsetzung.

Ein Grund mehr, dass sich der Verbandstag 1920 intensiver mit dieser Frage befasste. Trotz richtungsweisender Ausführungen des VDA-Vorstandsmitgliedes GERHARD NETTE aus Halle blieben konkrete Regelungen noch immer aus. In der Folge entstanden diverse diesbezügliche Strukturen wie zum Beispiel der „Gauverband Oberschlesischer Aquarien- und Terrarienvereine“. Der damit entstandene „Zugzwang“ führte dann zum Verbandstag 1922 in Breslau zu verbindlicheren Regelungen, die allerdings im Wesentlichen nur die Vorstellungen von NETTE bestätigten und nunmehr in den Folgejahren zur Bildung entsprechender Gauverbände (heute VDA-Bezirke) führten, wobei diese im weiteren Verlauf noch diversen Umorganisationen unterzogen sein sollten.

Am 14.09.1924 wurde dann auch unter Führung von GERHARD NETTE der „Saalegau“ und spätere VDA-Bezirk 04 gegründet. Mit vielfältigen Ideen und Neuerungen führte NETTE seinen Bezirk zum Erfolg und Beispiele wie die erstmalige Aufstellung eines konkreten Gau-Arbeitsplanes, die Einrichtung einer „Bestimmungsstelle für niedere Tiere“, einer „Bestimmungsstelle für heimische Pflanzen“, einer „Zentralstelle für Fundortfestlegung“, einer „Auskunftsstelle für Rechts- und Versicherungsfragen“ sowie einer „Auskunftsstelle für Steuerfragen“ waren der Zeit voraus. Besonders

hervorzuheben ist dabei die „Zentralstelle für Fundortfestlegung“, die man als Vorläufer der heute bei den Umweltbehörden angesiedelten Arterfassungskataster und Biotopkartierungen auffassen darf. Im Folgejahr wurde diese Stelle zur „Bezirksstelle für Heimatschutz und Naturdenkmalpflege“ ausgebaut und arbeitete an einem Verzeichnis der im Regierungsbezirk Merseburg unter Schutz zu stellenden Tiere und Pflanzen – das war nichts anderes als ein Vorläufer der heutigen „Roten Listen“.

In der Folgezeit arbeitete der Saalegau 04 unter unterschiedlichen Vorsitzenden und war bei wechselnder Zusammensetzung seiner Mitglieder (zeitweilig gehörte sogar der Verein in Nordhausen dazu) bis zum Ende des II. Weltkrieges recht erfolgreich. Sein letzter Vorsitzender war übrigens der bekannte Professor JOHANNES JÄGER.

Bekanntlich durften in der sowjetischen Besatzungszone keine VDA-Strukturen wieder entstehen. Die auf Veranlassung der Militäradministration gebildeten fünf deutschen Länder (einschließlich des „Kunstprodukts“ Sachsen-Anhalt) wurden 1952 durch eine Verwaltungsreform wieder zerschlagen und die Zeit bis dahin war viel zu kurz, auch unter der aufoktruierten Vorherrschaft des Kulturbundes stabile Landesstrukturen der Vivarianer zu schaffen. Erst mit der Bildung der DDR-Bezirke entstanden nach 1952 die bekannten Bezirksfachausschüsse (BFA); zu deren Arbeitsweise und Funktion sei auf die Literatur verwiesen [HOHL, DIETER (2001): Zur Geschichte der Vivaristik in der DDR. In „Festschrift zum 90jährigem Jubiläum. Beiträge zur Geschichte der Aquaristik und Terraristik in Deutschland“, S. 319 ff., Hrsg. VDA]. Wiederum zeichnete sich der damalige Bezirk Halle mit seinem BFA besonders aus, schon sein 1. Vorsitzender FRITZ KOSIK beschritt erfolgreich Neuland und durch seine Initiative entstanden zum Beispiel bezirkliche Diaserien und Vorträge, lange bevor das auf zentraler Ebene durchsetzbar war. Die langjährigen Vorsitzenden Dr. DIETER HOHL und Dr. REINHOLD BECH schrieben dann im Sinne der Wortes die Geschichte der Vivaristik mit. Aber auch zahlenmäßig war der BFA Halle nicht zu übersehen. Mit rund 30 Fachgruppen für Aquarien- und Terrarienkunde vertrat er nach Karl-Marx-Stadt den zweitstärksten Bezirk der DDR.

Das Jahr 1990 bedeutete eine Zäsur. Mit der deutschen Wiedervereinigung brachen auch die Kulturbundstrukturen weg, plötzlich war Selbständigkeit und Entscheidung gefragt. Nun bot sich als Alternative die Wiederaufnahme des 1945 zwangsweise beendeten und erfolgreichen Weges als VDA-Bezirk 04 und damit die Rückkehr in den ältesten und damals größten Aquarienverband der Welt, den VDA. Noch im Herbst 1990 wurde in Kretzschau bei Zeitz der VDA-Bezirk 04 in der Hoffnung wieder gegründet, dass sich neben den anwesenden Gründungsvereinen in den Folgejahren weitere anschließen würden. Diese Hoffnung hat sich nicht erfüllt, die Ursachen dafür sind mannigfaltig und haben ganz sicher nichts mit ungenügendem Interesse an der Vivaristik zu tun. So deutete sich schon Ende der 90er Jahre an, dass der VDA-Bezirk 04 aufgrund mangelnder Mitgliederzahlen auf Dauer nicht überlebensfähig sein werde. Leider wurde diese Erkenntnis damals noch nicht von allen Mitgliedsvereinen geteilt und es musste noch rund ein Jahrzehnt verstreichen, ehe ernsthaft über eine Fusion mit einem Nachbarbezirk nachgedacht wurde. Das Ergebnis ist bekannt und am 10. Mai 2013 stimmte der VDA-Verbandstag dem Anschluss des Bezirkes 04 an den Bezirk 22 zu, nachdem dieser im Vorfeld zwischen Vertretern beider Bezirke vereinbart worden war. Damit ist der VDA-Bezirk 04 „Saale“ mit Ende des Jahres 2013 unwiderruflich ein Stück Geschichte. Da mag zwar ein tränendes Auge derer gestattet sein, die sich über Jahre oder sogar Jahrzehnte für diesen Bezirk und seine frühere Erfolgsgeschichte engagiert haben, viel wichtiger ist aber der Blick nach vorn. Tatsächlich ist eine Ära zu Ende gegangen, nicht aber ein Ende eingetreten!

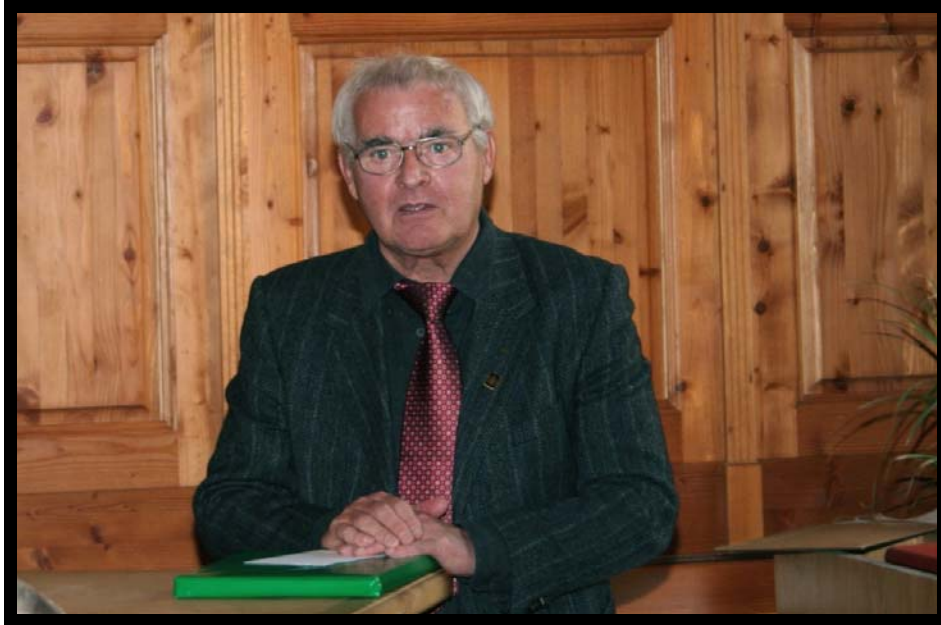
Dieser Blick nach vorn war letztlich auch der Anlass, zum Vereinsabend am 19.11. ein so ungewöhnliches Thema zu wählen, und wir sind dem Vorstand des Bezirkes 22 sehr dankbar dafür, dass er nicht nur mit dem gesamten Bezirksvorstand anreiste, sondern neben seiner Präsentation auch mit viel Aufwand für alle Vereine ein entsprechendes Informationsmaterial erarbeitet und übergeben hat und unsere Fragen beantwortete.

Zum Blick nach vorn gehören aber auch einige Betrachtungen oder gar Visionen, warum wir überhaupt noch Mitglied im VDA sind und warum wir uns einem Bezirk anschließen wollen. Gerade der VDA durchlebt momentan bekanntlich keine einfache Phase und wird seine Erneuerungsfähigkeit noch beweisen müssen. Aus dem historischen Abriss ist ersichtlich, dass die Bezirke ursprünglich als eine Art „Transmissionsriemen“ zwischen dem VDA-Präsidium und den Vereinen konzipiert waren. Formal ist das – denkt man an das Procedere auf den Verbandstagen – auch heute noch so. In der Praxis ist die Entwicklung aber (glücklicherweise) längst fortgeschritten. Die Bezirke haben meines Erachtens heute eine wesentlich wichtigere Bedeutung. Sie gewährleisten die Präsenz der Vivaristik in der Fläche, sie sichern das Miteinander der Vereine, sie organisieren die Ausrichtung regionaler (und damit für viele auch noch bezahlbarer) Fachtagungen u.v.a.m. Ich bin überzeugt, dass diese Bedeutung zunehmen wird und halte es nicht für ausgeschlossen, dass aus den Bezirken eines Tages Landesverbände mit einem ganz anderen Selbstbewusstsein entstehen könnten. Deshalb halte ich es – als ein über 50 Jahre auch in der Organisation tätiger Aquarianer – für so wichtig, die Bezirke zu stärken. Neben den notwendigen Mitgliederzahlen und einer daraus resultierenden besseren

Finanzausstattung erhoffe ich mir auch eine Stärkung des fachlichen Potenzials durch die nunmehrige Fusion der Bezirke 04 und 22. Überzeugen werden letztlich nur Leistungen!

### **Nachruf: Dr. Gerd Kassebeer**

Heute erhielt ich die traurige Nachricht, dass mein Freund Dr. Gerd Kassebeer in der Nacht vom 23. zum 24. November verstorben ist.



Dr. Gerd Kassebeer als Gratulant des „Roßmähler“ Hamburg auf dem 100. Geburtstag des „Roßmähler-Vivarium“ Halle im Jahre 2006

Ich weiß gar nicht mehr, wann es genau war, dass mich Hans-Jürgen Ende anrief und fragte, ob ich Interesse hätte, einen Quickborner Aquarianer kennenzulernen, der gerade bei ihm zu Besuch sei. Es muss Anfang der 1980er Jahre gewesen sein. Ich hatte natürlich Interesse, war doch zur damaligen Zeit ein Kontakt in das „andere“ Deutschland etwas Besonderes. Im Laufe des Gesprächs fragte mich dieser, ob er meine Adresse einer Terrarianerin geben dürfe, um einen Kontakt herstellen zu können. Auch damit war ich gern einverstanden, ohne ernsthaft zu glauben, dass daraus jemals etwas werden würde. Schon wenige Wochen danach kam ein Brief von Jutta Kassebeer aus Norderstedt, in dem sie sich und ihren Mann Gerd vorstellte und mir eine Briefpartnerschaft anbot. So begann meine Bekanntschaft und spätere Freundschaft mit der Familie Kassebeer. Was ursprünglich zwischen Jutta und mir begann, schloss sehr bald auch Gerd mit ein, ja es verlagerte sich sogar hauptsächlich auf Gerd!

Gerd war ein Aquarianer „alter Schule“. Ihn interessierte weniger das dekorative Schaubecken im Wohnzimmer (solange ich dieses kenne, stand dort nie ein Aquarium), dafür umso mehr das Wohl seiner Tiere und Pflanzen und deren Lebensumstände. Durch seinen Beruf (er war Chemiker in einer Firma die, unter Anderem, Geräte zur Reinstwasseranalyse herstellte) konnte er besonders die Stoffwechselfvorgänge im Aquarium erkennen und beurteilen. Das zeigte sich in seinem Fischkeller, wo ich Aquarien mit einem Fisch- und Pflanzenbesatz sah, den ich davor nicht für möglich gehalten hätte. Das betrifft sowohl die Menge und Zusammenstellung der Arten, als auch die Anzahl der Tiere und Pflanzen, die dort lebten und sich vermehrten. Daher bin ich auch nie mit leeren Fischbeuteln nach Halle zurück gefahren. Aber auch das „Tümpeln“, einem Teil unseres Hobbys, welches heute kaum noch Freunde findet, war für ihn immer wichtig und notwendig. Konnte er hier doch, neben der Futterbeschaffung für seine Fische, auch seinem Interesse für alles was da „krecht und fleucht“ nachgehen. Diese Liebe, auch zur einheimischen Natur, wird deutlich, wenn man weiß, dass er jahrelang in seinem Keller Grillen hielt, um sich am Gesang der Männchen zu erfreuen. Ob Jutta da ab und an auch Leckerbissen für ihre Echsen „abzweigte“?

Die Fähigkeit, den Dingen auf den Grund zu gehen (und sei es der schlammige Grund eines Aquariums) und die daraus gewonnenen Erkenntnisse behielt er nicht nur für sich. In der Zeitschrift

„Aquarium heute“ hatte er in fast jeder Ausgabe einen Aufsatz zum Thema Aquarienchemie. Diese Aufsätze wurden später auch in einem Buch zusammengefasst. In seinem Verein, dem „Roßmäbler“ Hamburg, war er viele Jahre Stellvertretender Vorsitzender und bis zu seinem Tod Ansprechpartner für Probleme der Süßwasseraquaristik. Der „Hamburger Mattenfilter“ ist zwar nicht seine Erfindung, aber er hat wesentlich zu dessen Siegeszug durch die Aquaristik beigetragen. Das sind sicher nicht alle Aktivitäten im Zusammenhang mit seinem Hobby, aber sie zeigen seinen Beitrag.

Das alles sind Dinge allgemeiner Natur. Mir werden vor allem die vielen Stunden in seinem Keller in Erinnerung bleiben und fehlen, in welchen er mir geduldig und ausführlich seine Erkenntnisse erklärte, die er aus seinen Experimenten gewonnen hat. Es hat schon etwas und bleibt in Erinnerung, einen Nitratfilter erklärt zu bekommen, der über Paraffin läuft. Der nebenbei durch diesen Filter entstehende „Duft“ nach Schwefelwasserstoff tat dabei sein Übriges. Auch die Abende zusammen mit unseren Frauen bei einem guten Glas Wein oder auch einem ordentlichem Korn sind unvergessen. Was zeigt Wesen und Bedeutung eines Menschen am besten und bleibt auch am besten in Erinnerung? Die Ergebnisse seiner Arbeit! Deshalb sei hier sein Aufsatz „Schlamm im Aquarium - Eigenschaften und Bedeutung“ wiedergegeben.

25. November 2013

Wolfgang Dittmann

## Schlamm im Aquarium - Eigenschaften und Bedeutung

Text: Dr. Gerd Kassebeer (Stand: 27.09.2010; leicht verändert)

Der folgende Text gibt Beobachtungen und Erkenntnisse über Aquarienfilterschlamm wieder. Sie stammen aus einer Anlage mit Mattenfiltern. Nicht alle Beobachtungen und Erkenntnisse sind auf Aquarien mit Saugfilter übertragbar. Während Mattenfilter mit 1-10 cm/min laminar durchströmt werden, erreicht die Strömungsgeschwindigkeit in einem Saugfilter 50-200 cm/min. Dabei treten Turbulenzen, Verstopfungen und Kanalbildung auf. Ein Saugfilter muss in kurzen Zeitabständen gereinigt werden, ein Mattenfilter normalerweise nicht. Durch die Reinigungsintervalle des Saugfilters kommt es nicht zu einer Optimierung der Bakterienflora. Das wiederum kann sich auf die Qualität des bakteriellen Abbaus negativ auswirken.

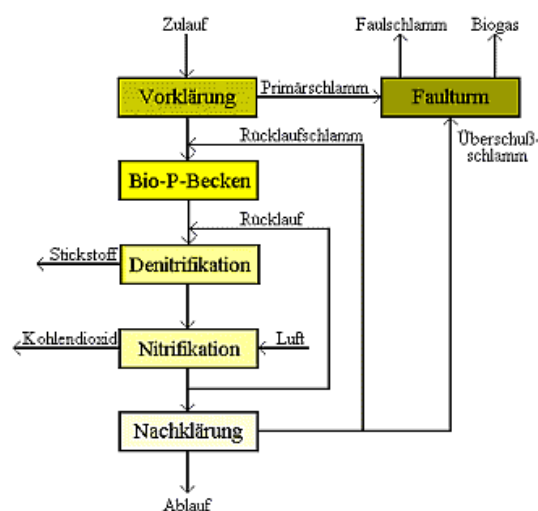
### Parallelen zur Kläranlage

Das ganze Aquarium, insbesondere der Filter, stellt eine kleine Kläranlage dar. Abgesehen von der unterschiedlichen Größe gibt es sowohl Parallelen als auch Unterschiede. Viele Erkenntnisse über die Funktionen von Aquarienschlamm habe ich erst durch intensive berufliche Tätigkeit auf Kläranlagen, Befragen des Personals und Durcharbeiten von Kläranlagenliteratur gewonnen.

In einer großen kommunalen Kläranlage gibt es verschiedene Abschnitte mit verschiedenen Aufgaben und verschiedenen Schlämmen, z.B. aus der Vorklärung oder der Nachklärung. Die Vorklärung ist eine mechanische Abscheidung wie im Aquarium. Die Belebungsstufe ist eine Veratmung gelöster organischer Substanz, kombiniert mit einer Nitrifikation.

In Aquarien gibt es eine Nitrifikation, aber in den meisten im Gegensatz zu den meisten Kläranlagen keine Denitrifikation.

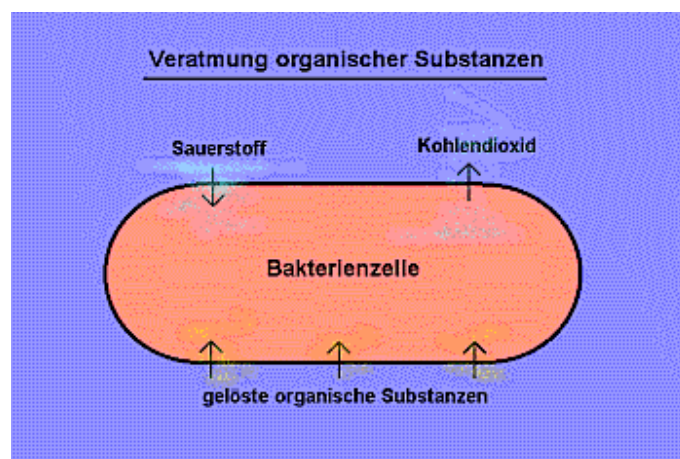
### Schema einer Kläranlage



In einem Aquarium sitzt die Bakterienflora überwiegend auf einer festen Matrix, in der modernen Kläranlage werden die Schlämme bewegt. Bei der Kläranlage ist die Belastung pro Volumeneinheit wesentlich höher, dagegen geht im Aquarium die Reinigungsleistung wesentlich weiter. Im Auslauf des Aquarienfilters schwimmen anspruchsvolle Fische, im Auslauf von Kläranlagen kommt das bislang noch selten vor. Im Prinzip ist der Überschussschlamm aus der Belebung einer Kläranlage zur Beimpfung neuer Aquarien geeignet. Die Zusammensetzung der Schlämme und das Artenspektrum von Flora und Fauna sind ähnlich. Kläranlagen mit niedriger Belastung und hoher Reinigungsleistung sind noch selten.

### Unterschiede zwischen Mulm und Schlamm

Als Mulm wird die Vorstufe des Schlammes verstanden, der den Boden des Aquariums oder Teile desselben bedeckt. Er wird durch gründelnde Fische, Krebstiere und Schnecken ständig durchgearbeitet und bewegt. Er ist gröber als der Schlamm strukturiert und kann auch abgestorbene Pflanzenteile enthalten. Aus dem Durcharbeiten des Mulms entstehende Trübstoffe gelangen in den Filter und werden dort zu Filterschlamm. Unter Schlamm wird der ausspülbare Inhalt eines Filters verstanden, unabhängig von dessen Bauart. Ebenso wird das, was an Mulm in den Bodengrund eindringt, als Schlamm verstanden.



### Zusammensetzung von Schlamm

Schlamm wird durch suspendierte Partikel und ausgeflockte Substanzen gebildet, die sich auf und in dem Filter ablagern. Er besteht hauptsächlich aus totem organischen, mehr oder weniger zerkleinerten, mehr oder weniger mikrobiologisch abgebauten Material, aus anorganischem Material, z.B. Ton, Feinsand, ausgefallten Stoffen, wie Calciumphosphaten, Gips, Carbonaten und Hydroxiden von Schwermetallen (z.B. Eisenoxidhydrat aus Aquariendünger), aus lebenden Bakterien und Pilzen und aus einer Mikrofauna, die sich hauptsächlich von Bakterien ernährt. Unter den einzelligen Tieren (Protozoen) dieser Fauna sind die Pantoffeltierchen und Glockentierchen am bekanntesten. Außerdem kommen noch Würmer, Rädertierchen und eventuell Hüpferlinge und kleine Schnecken vor.

### Dynamik des Schlammvolumens

Das Füttern der Fische, das Absterben von Pflanzenteilen führt zu mehr Schlamm, Filterreinigung und Mineralisation der organischen Substanz führen zur Reduktion des Schlammvolumens. Bei gleichmäßigem Betrieb des Aquariums ohne Beseitigung des Schlammes kommt es zu einem Gleichgewichtsvolumen. Wird der entstehende Schlamm nicht durch Strömung, Fische oder andere Organismen aufgewirbelt, so bildet sich eine Mulmschicht. Bei reichlicher Fütterung kommt es zum Wachstum von Schlamm und Mulm, bei geringer Fütterung zur Reduktion. Wird ein Becken wochenlang nicht befüttert, so schrumpft das Schlammvolumen, weil die vorhandene Flora sich nicht in dem Maße vermehrt, wie sie von der bakterienfressenden Mikrofauna reduziert wird.

### Aussehen von Schlamm

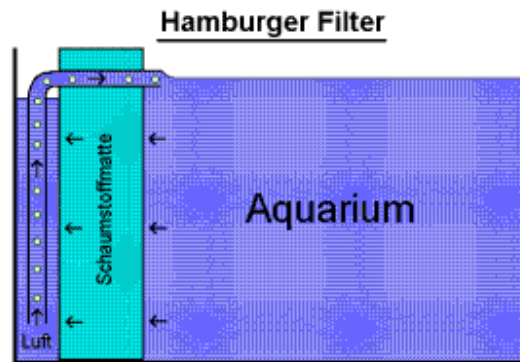
Saugt man einen Mattenfilter ab und passiert die dunkelbraune Brühe durch einen Fischkescher, so flocken aus dieser Brühe graubraune Flocken, die sich mit etwas Geduld durch Abgießen des überstehenden Wassers zu einem konzentrierten Schlamm anreichern lassen. Dieser Schlamm wurde von mir untersucht und anschließend zur Beimpfung eines Mattenfilters in einem neuen Aquarium benutzt. Eine Probe wurde unter einer Stereolupe bei 40-facher Vergrößerung betrachtet. Im Schlamm



waren verschiedene Wurmart, Pantoffeltierchen und kugelige Wimpertierchen zu beobachten, Teile einer Mikrofauna, die sich vornehmlich von Bakterien ernährt.

### Schlamm als Puffer

Seit Jahren untersuche ich Altwasseraquarien mit Mattenfiltern (Hamburger Filter), niedrigem pH (5-6) und viel Mulm auf die Ursachen ihrer Stabilität. Seit Jahren bemerke ich, dass der an sich niedrige pH-Wert meiner Aquarien unmittelbar nach Wasserwechsel in erwarteter Weise ansteigt, wie man das auch aus KH und CO<sub>2</sub>-Konzentration der Teilvolumina errechnen kann, in den nächsten Stunden aber wieder absinkt.



Das geht soweit, dass nach Teilwasserwechsel innerhalb von einigen Stunden die eingebrachte KH völlig verschwindet, und sich der (niedrige) Anfangs-pH wieder einstellt. Parallel dazu nahmen die GH und der Leitwert ab. Bei einem isolierten Schlamm mit dem Anfangs-pH 7,4 brauchte ich 16 ml einmolarer Salzsäure pro Liter Schlamm, um den pH 5 zu erreichen. Davon wurde nur 1 ml HCl (= 3,6%) für die Neutralisation der KH des überstehenden Wassers benötigt. Der Rest wurde vom Schlamm verbraucht. In der überstehenden Lösung fanden sich Härtebildner.

Beide Phänomene werden verständlich, wenn man unterstellt, dass der Filterschlamm die Eigenschaft eines schwach sauren Kationentauschers hat, der teilweise in der H-Form vorliegt, teilweise mit Härtebildnern beladen ist. Seine Kapazität liegt in meinem Falle bei etwa 15 mmol/l. Handelsübliche Kationentauscher haben 700-1000, Torf rund 100 mmol/l Ionenaustauschkapazität.

Bei Wasserwechsel mit höherer KH wird die errechnete pH-Erhöhung abgepuffert, bei Zugabe von entsalztem oder entkarbonisiertem Wasser oder bei Zugabe von Mineralsäuren wird die pH-Erniedrigung abgepuffert. Im ersten Fall werden durch die Huminstoffe des Schlammes Ca- und Mg-Ionen absorbiert, im zweiten Falle desorbiert. Die Effekte wurden bei pH-Werten zwischen 4,5 und 7,4 gefunden.

### Schlamm und Mineralstoffe

Huminstoffe und andere Inhaltsstoffe des Schlammes chelatisieren Kationen, hauptsächlich die Härtebildner, aber auch Schwermetalle wie z.B. Eisen und Kupfer. Säuert man einen isolierten Schlamm an, so lassen sich in der überstehenden Lösung diese Stoffe nachweisen. Bei der Mineralisation organischer Stoffe des Schlammes werden die daran gebundenen Mineralstoffe, wie Kohlenstoff als Kohlendioxid, Stickstoff als Ammonium, Nitrit und Nitrat, Phosphor als Phosphat, Schwefel als Sulfat, Magnesium, Kalium oder Spurenelemente in Ionenform freigesetzt. Bakterien akkumulieren Schwermetalle weit über den Eigenbedarf hinaus. Z.B. finden sich 95-99% der in eine Kläranlage gelangenden Schwermetalle im Klärschlamm wieder. Seine Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen stellt deswegen ein Problem dar.

### Sauerstoffverbrauch

Schlamm verbraucht aufgrund seiner bakteriellen Oxydationsvorgänge Sauerstoff. Die Veratmung gelöster und fester organischer Substanz benötigt ihn, ebenso die Nitrifikation. In einer mehrere Stunden alten Schlammprobe wurden 0,0 mg O<sub>2</sub>/l gemessen, sowie 0 mg NO<sub>3</sub>/l im überstehenden Wasser, ein Zeichen, dass im Schlamm Atmung und Nitratatmung stattfanden. Mit einem Sauerstoffmessgerät gelang mir die Messung der Sauerstoffzehrung an einem Mattenfilter. Die O<sub>2</sub>-Konzentration im Aquarium betrug 5,0 mg O<sub>2</sub>/l, in der Filterkammer 4,0 mg O<sub>2</sub>/l. Die Strömung betrug ein Beckenvolumen pro Stunde, die Verweilzeit im Filter 4 min. Der Filter in diesem 80 l-Becken verbrauchte also etwa 2 g O<sub>2</sub>/Tag! Der O<sub>2</sub>-Verbrauch könnte durch regelmäßiges Reinigen des Filters drastisch gesenkt werden, allerdings auf Kosten der Optimierung der Bakterienflora.

## Entstehung von Schlamm

Fische werden gefüttert und scheiden verschiedene Stoffe aus, z.B.  $\text{CO}_2$  und  $\text{NH}_3$  über die Kiemen, unverdaute Partikel über den Darm. Die Partikel wandern entweder in den Mulm oder den Filterschlamm. Das gelöste  $\text{NH}_3$  wird in  $\text{NH}_4$  verwandelt und entweder von den Pflanzen verbraucht oder durch nitrifizierende Bakterien in  $\text{NO}_2$  und anschließend in  $\text{NO}_3$  verwandelt. Bei richtiger Auslegung des Filters siedelt sich die Nitrifikationsflora im Filter an und bildet dort einen Teil des Schlammes. Größere Partikel, z.B. Fischleichen, Futterbrocken oder Pflanzenblätter, werden als Bestandteile des Mulms durch Fische, Schnecken oder Bakterien weiter zerkleinert und gelangen als kleine Partikel in den Filterschlamm. Dort werden sie durch die Bakterienflora des Filters weiter mineralisiert. Als Zwischenprodukte entstehen schwer abbaubare Huminstoffe, welche als schwach saure Kationentauscher wirken.

## Abscheidungsvorgänge

Das Absieben von Partikeln durch die Poren des Filters spielt eine untergeordnete Rolle. Ein größerer Teil der Partikel ist kleiner als der mittlere Porendurchmesser und wird durch Adsorptionsvorgänge abgeschieden. Auch die Flockung spielt eine Rolle, wie man durch Zugabe von einigen Tropfen Eisen (III)-chloridlösung in ein trübes Aquarium sehr schön zeigen kann. Nach wenigen Stunden ist es glasklar. In der Flocke, zwischen den Partikeln und auf der inneren Filteroberfläche wirken auch elektrostatische Kräfte.



Eine weitere Abscheidungsart ist die Aufnahme gelöster Stoffe durch die im Filter wohnende Bakterienflora. Es wurden z.B. in einem Aquarium mit einer Filterströmung von einem Beckenvolumen pro Stunde (etwa 1,25 cm/min.) im freien Wasser 0,1 - 0,2 mg  $\text{NH}_4$ /l gefunden, im Filterauslauf 0,0 mg  $\text{NH}_4$ /l und 0,0 mg  $\text{NO}_2$ /l. Die mittlere Verweilzeit des Wassers im Filter betrug dabei 4 min. Während dieser Zeit fand die vollständige Nitrifikation statt! Bei höheren Filtriergeschwindigkeiten reichte die Auflösung der Tropfstests nicht mehr aus, weil die effektiven Konzentrationen zu niedrig wurden.

## Bakterielle Besiedlung eines Filters

Das Aquarienwasser enthält gelöste und suspendierte Stoffe, die zum Teil von den gefütterten Fischen ausgeschieden werden, zum Teil von abgestorbenem Pflanzenmaterial oder überschüssigem Futter stammen. Diese Stoffe können Bakterien zur Nahrung dienen. Die zunächst wenigen vorhandenen Bakterien veratmen diese Stoffe, um daraus ihren Energiebedarf zu decken. Dabei vermehren sie sich und besiedeln außer dem freien Wasser auch angeströmte Oberflächen, z.B. Pflanzen, Scheiben oder das Innere des Filters. Bestimmte Bakterienarten besiedeln die Oberflächen von Partikeln, um diese zu mineralisieren. Die Arten, die eine Nahrungsgrundlage haben, vermehren sich solange, bis sie beginnen zu hungern. Dann wird die Größe der Bakterienpopulation durch Nahrungsangebot und Fressdruck der Mikrofauna reguliert. Die Zellzahl einer Art bleibt dann in etwa konstant.

Die Vermehrung geschieht durch Zellteilung. Die meisten Arten teilen sich bei optimaler Ernährung alle 20 min einmal, die nitrifizierenden Arten nur einmal pro Tag. Die schnellen Arten benötigen nur einen Tag, um im Aquarium eine effiziente Population aufzubauen, die nitrifizierenden Arten ohne massive Impfung aber 2-3 Wochen. Man kann den Aufbau der Nitrifikationsflora durch Messung von  $\text{NH}_4$  und  $\text{NO}_2$  verfolgen. Bei zu geringer Filtriergeschwindigkeit verlagert sich die Bakterienpopulation vom Filter ins freie Wasser oder auf die Dekoration. Bei zu hoher Filtriergeschwindigkeit kann der Bakterienrasen von der inneren Filteroberfläche abgeschwemmt

werden. Filtergeometrie, Filterstrom und organische Belastung müssen also in einem ausgewogenen Verhältnis stehen.



### Frühere Altwasser-Experimente

Der erste Altwasserversuch fand in einem 15 Liter-Becken statt. Ein Büschel Wasserstern, eine Gruppe Moderlieschen, ein Brillantfilter mit zwei Schaumstoffpatronen und Luftantrieb, sowie eine starke Beleuchtung waren die Ausstattung. Die Fische bekamen täglich Lebendfutter. Auf dem Boden bildete sich eine dicke Mulmschicht. Die Filterpatronen verstopften gelegentlich und wurden durch Drücken wieder gängig gemacht. Das verdunstete Wasser wurde durch Leitungswasser ersetzt. Der Wasserstern bildete eine dicke Schicht an der Oberfläche und stagnierte dann. Er wurde nicht geerntet! Wöchentlich wurden pH und Härte gemessen. Der pH sank in 3 Monaten von 7,5 auf 6, stieg nach weiteren 3 Monaten auf 7,0 und blieb dort bis zum Abbruch des Versuchs. Die Härte stieg in 6 Monaten von 10°dH bis auf 20°dH und blieb dann konstant. Nach gut einem Jahr wurde der Versuch abgebrochen, weil sich einfach keiner der Parameter mehr änderte.

Weitere Altwasser-Experimente folgten, ohne zunächst verwertbare Erkenntnisse zu bringen. Schließlich fand ich die Lösung meines Rätsels, nämlich die Ursache der rätselhaften Stabilität, ganz woanders, und zwar auf Kläranlagen. Es war nicht das Altwasser, sondern die Eigenschaften des Schlammes!

### Konkurrenz der Bakterienarten

An der Reinigung des Aquarienwassers ist eine große Zahl von Bakterienarten beteiligt. Sie konkurrieren zum Teil miteinander, die meisten aber ergänzen sich. Die verschiedenen Arten bearbeiten verschiedene Teilschritte eines Abbauvorgangs nacheinander. So sind z.B. an der Oxidation des Ammoniums zum Nitrit andere Arten beteiligt als an der darauf folgenden Oxidation des Nitrits zum Nitrat. Sessile Bakterien einer Art konkurrieren mit freilebenden der gleichen Art. Bei geringem Nahrungsangebot, d.h. bei einer reifen hungrigen Population, werden die freilebenden wahrscheinlich durch den Fressdruck der Mikrofauna reduziert. Das Wasser wird klar.

### Eigenschaften des alten Schlammes

Frischer Schlamm besteht fast ausschließlich aus Bakterien vieler verschiedener Arten. Älterer Schlamm reichert allmählich verschiedene Stoffe an, z.B. Cellulose, Lignin, Chitin, Rohfaser, Huminstoffe, Eisenoxidhydrat, Eisenphosphate, Calciumphosphate, Schwermetalle aller Art. Bei meinen Altwasserversuchen fiel mir auf, dass die Konzentration von Phosphat nie über 6 Milligramm pro Liter stieg. Dafür fand sich inzwischen eine einfache Erklärung: Phosphat bildet mit Schwermetallen wie Eisen sowie mit Calcium schwerlösliche Salze. Diese Salze fallen aus und gelangen in den Filterschlamm. Das erklärt auch zwanglos die Stagnation der Härte.

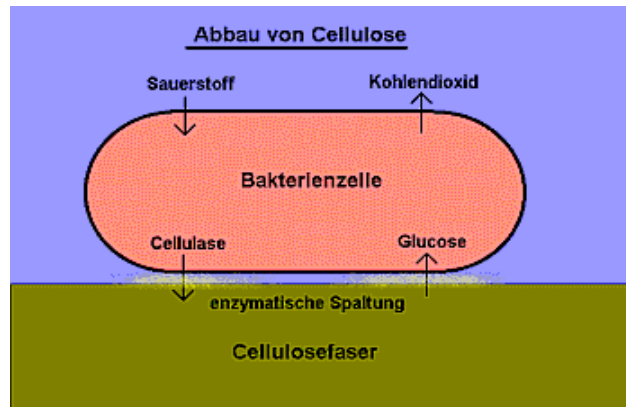
Einen Tag nach einem Wasserwechsel war bei meinem Aquarium die Phosphatkonzentration wieder so hoch wie zuvor, eine Folge der Rücklösung des Phosphats aus dem Schlamm. Das gleiche auch beim pH, wie schon berichtet. Andererseits werden die schwer abbaubaren organischen Stoffe, wenn auch langsam, aber stetig mineralisiert. Die dazu nötigen Bakterien siedeln sich erst in älterem Schlamm an. In jüngerem sind sie noch nicht in nennenswerten Mengen enthalten.

Der Gelbstich eines Altwassers besteht nicht etwa aus dem Urin der Fische, sondern aus wasserlöslichen Fulvosäuren, die beim Abbau von Huminstoffen entstehen und weiter abgebaut werden. Es sind übrigens schwache Komplexbildner (Chelatoren), die Spurenelemente wie Eisen und Kupfer in sehr kleiner Konzentration in Lösung halten.

Gelöste Schwermetalle werden absorbiert oder als unlösliche Phosphate, Hydroxide oder Carbonate festgehalten. Andererseits werden stets bei der bakteriellen Mineralisierung kleine Konzentrationen im Mikrogramm-pro-Liter-Bereich freigesetzt, die zur Versorgung der Pflanzen meistens ausreichen. Pharmazeutika werden sehr schnell absorbiert, so dass ihre erwünschte Wirkung unter Umständen nicht eintritt. Dosierte man stärker, so schädigt man einen Teil der Bakterienflora.

### Cellulose

Die festen organischen Stoffe werden von spezialisierten Bakterien besiedelt und sehr langsam mineralisiert. Beim Abbau der Cellulose handelt es sich um Arten, die das Enzym Cellulase besitzen. Dieses Enzym wird durch die Zellwand ausgeschieden und die Produkte dieses Abbaus durch die Zellwand aufgenommen.



### Schlamm als Futter

Für Hobbyzüchter hat der alte Schlamm in der Schaumstoffmatte noch interessante Nebeneffekte. Zahlreiche Arten von Fischen, wie viele Lebendgebärende oder Saugwelse, ernähren sich zumindest teilweise von der Mikrofauna des Schlammes, indem sie die Matte abweiden. Der Filter stößt ständig einen Teil seiner Mikrofauna mit dem Filtrat aus, was für Fischlarven ein ideales feines Lebendfutter darstellt.

### Hungernde Bakterien

Hungernde Bakterien sind in der Lage, aus dem umgebenden Wasser gelöste Stoffe in sehr geringer Konzentration aufzunehmen und in der Zelle anzureichern. Sie verfügen dafür über verschiedene Aufnahmemechanismen. Das erklärt, warum sie so reines Wasser erzeugen können. Immerhin werden auch bei der Trinkwasserreinigung Bakterien eingesetzt, z.B. zur Beseitigung von Ammonium oder von Nitrat.

### Über die Größe eines Mattenfilters

Es ist üblich, die Matte vor eine Seitenscheibe zu stellen. Häufig wird ein feinporiger Typ mit 5 cm Dicke verwendet. Daraus ergibt sich je nach Beckenlänge ein relatives Filtervolumen von 5-20%. Partikel sammeln sich an der Oberfläche, während die Bakterien auch in der Tiefe des Filters siedeln. Bei sehr hoher Belastung des Aquariums mit Futter füllen sich die gesamten Poren der Matte, auch die Filterkammer, mit Schlamm. Der Strömungswiderstand steigt, und die Matte muss gereinigt werden. Dazu wird nur die Oberfläche abgesaugt, weiter nichts. Nach einigen Jahren Standzeit gibt es Fraßschäden durch Bakterien oder Saugwelse. Dann muss die gesamte Matte erneuert werden. Bei Überlastung des Aquariums muss die tägliche Futtermenge drastisch reduziert werden. Vermutlich ist die Belastbarkeit eines Mattenfilters in weiten Grenzen variabel.

### Was lehrt uns das?

Auf die Beschäftigung mit dem Schlamm stieß ich, weil ich herausfinden wollte, warum meine Altwasserbecken langfristig so sehr stabil waren. Heute weiß ich, dass der Schlamm die Stabilität bringt und nicht das Altwasser. Ich bin davon überzeugt, dass ein ungereinigter Mattenfilter zur Stabilität eines Aquariums wesentlich beiträgt.

*(Vorstehender Beitrag wurde von W. Dittmann zur Veröffentlichung hier im Rundbrief ausgewählt und ist mit freundlicher Genehmigung von O. Deters (<http://www.deters-ing.de>) der Webpage: <http://www.deters-ing.de/Gastbeitraege/schlamm.htm> entnommen.)*