

Hanns-J. Krause | Bernd Kaufmann



ulmer



HANDBUCH AQUARIENWASSER

Wasseranalyse und Wasseraufbereitung

7., aktualisierte und erweiterte Auflage

Hanns-J. Krause | Bernd Kaufmann

**HANDBUCH
AQUARIENWASSER**





Hanns-J. Krause | Bernd Kaufmann

HANDBUCH AQUARIENWASSER

Wasseranalyse und Wasseraufbereitung

7., aktualisierte und erweiterte Auflage

66 Farbfotos

11 Zeichnungen

17 Tabellen

INHALT

Foto Seite 2:

Encontro das Aguas nennt man den Zusammenfluss des Schwarzwassers des Rio Negro und des Weißwassers des Rio Solimões.

VORWORT 5

WASSERCHEMIE 6

Was ist Wasser? 6
Im Wasser gelöste Stoffe 6

WASSERANALYTIK 12

Umgang mit Chemikalien 12
Richtig testen 13

DIAGNOSE UND THERAPIE 20

Wasserhärte 21
Natrium 34
Chlorid 35
Elektrische Leitfähigkeit 36
pH-Wert 41
Kohlendioxid 50
Rechentafel KH-CO₂-pH 56
Sauerstoff 59
Redoxspannung 70
Ozon 72
Wasserstoffperoxid 74
Chlor 76
Stickstoff 78
Phosphat 90
Polyphosphate 92
Kalium 93
Eisen 94
Sulfat 100
Mangan 102
Kieselsäure und Siliciumdioxid 103
Kupfer 105
Organische Verbindungen 107
Filterung 112

EINFACHE WASSER-AUFBEREITUNG 114

Leitungswasser 114
Torffilter 115

WASSERENTSALZUNG 118

Umkehrosmose 118
Ionenaustauscher 121

WASSER AUFSALZEN 132

Rohwasser 132
Mineralwasser 133
Kalkreaktor 134
Salzmischung 135
Wasserwechsel 137
Analysen tropischer Gewässer 138

ALGEN IM AQUARIUM 140

Unerwünschte Algen 141
Kieselalgen 144
Rotalgen 145
Grünalgen 148
Cyanobakterien 152
Wachstum durch Mangel? 154
Licht 155
Algen chemisch bekämpfen? 156
Was wirklich hilft 156

SERVICETEIL 160

Register 160
Bildquellen 165
Impressum 166

VORWORT

Hanns-J. Krause war fünf Jahrzehnte lang Mentor, sachkundiger Reisebegleiter und lieber Freund für mich. Er hat meinen aquaristischen Werdegang durch sein Fachwissen maßgeblich geprägt und war immer offen für Fragen, praktische Hilfe, Diskussionen und Zusammenarbeit. Leider konnte unsere gemeinsame, bereits detailliert vorbereitete Reise nach Laos nicht mehr stattfinden, da Hanns im Juni 2018 völlig unerwartet verstarb.

Sein Hauptwerk „Handbuch Aquarienwasser“ darf ohne Übertreibung als Klassiker in der deutschsprachigen Literatur zur Aquarienchemie bezeichnet werden. Es wurde in dieser 7. Auflage gründlich überarbeitet und in einem neuen Teil durch das Thema „Algen“ ergänzt.

Die Überarbeitung wurde nötig, da sich nicht nur die Aquaristik weiterentwickelt, sondern auch die Analytik deutliche Fortschritte zu verzeichnen hat. So ist einerseits das Angebot chemischer Wassertests für die Aquaristik in Qualität und Umfang gewachsen und andererseits sind viele der in früheren Auflagen genannten Chemikalien, zum Beispiel für Prüflösungen, heute für Laien nur noch schwer oder gar nicht mehr zu beschaffen. Dafür gibt es seit einiger Zeit eine pfiffige Lösung für sehr viel genauere Messungen mit einem einfachen, aber vergleichsweise preiswerten Fotometer.

In dieser neuen Auflage wurde die bisher streng alphabetische Struktur in einen mehr thematisch geordneten Aufbau geändert. Damit werden komplexe chemische und physikalische Reaktionen, die sich gegenseitig beeinflussen und biologische Folgen für alle Lebewesen im Aquarium nach sich ziehen, verständlicher dargestellt.

Die Aufgabe, das Werk für die 7. Auflage zu überarbeiten und zu ergänzen, habe ich sehr gern übernommen, und ich danke dem Verlag Eugen Ulmer für das in mich gesetzte Vertrauen. Ein ganz herzliches Dankeschön gebührt Frau Carmen Ape für die großzügige Überlassung des aquaristischen Nachlasses sowie der Rechte am „Handbuch Aquarienwasser“ von Hanns-J. Krause.

Den Herren Dr. Stefan Karl Hetz, Michael Kokoscha und Dr. Andreas Kremser sei ebenfalls herzlich gedankt für ihre Hilfe und fachkundige Beratung.

Bernd Kaufmann
Herbst 2022

WASSERCHEMIE

Das Wasser ist ein freundliches Element für den, der damit bekannt ist und es zu behandeln weiß.

Johann Wolfgang von Goethe

Was ist Wasser?

Was ist Wasser? Der Physiker sieht eine klare Flüssigkeit, die bei 0 °C zu Eis wird und bei 100 °C verdampft. Ihm fällt auf, dass das Wasser merkwürdigerweise seine größte Dichte nicht bei 0 °C, sondern bei +4 °C besitzt, dass es also bei dieser Temperatur am schwersten ist und daher Wasser mit anderen Temperaturen unterschichtet. So kommt es, dass noch kälteres Wasser und Eis an der Oberfläche bleiben. Das ist biologisch von größter Bedeutung. So bleibt auch im Winter am Boden der Gewässer der Lebensraum Wasser erhalten, da er oben durch eine wärmeisolierende Eisschicht vor weiterer Abkühlung geschützt wird. Ohne diese Dichteanomalie entstünde auf dem Boden ein Eisblock, der im Sommer nicht auftauen kann, sondern allmählich nach oben wächst und alles Leben im Wasser auslöscht.

Was ist Wasser? Der Chemiker sieht eine geruch- und geschmacklose Flüssigkeit, die weder Säuren- noch Basencharakter hat. Und das, obwohl sie die entscheidenden Merkmale einer Säure (H-Ionen) und einer Base (OH-Ionen) enthält. Wasser entsteht merkwürdigerweise dadurch, dass zwei Gase miteinander reagieren: Wird ein Gemisch aus zwei Raumteilen Wasserstoff (H) und einem Raumteil Sauerstoff (O) verbrannt, so entsteht Wasser mit der chemischen Formel H_2O . Dem Chemiker fällt weiterhin auf, dass Wasser außerordentlich viele Stoffe in Lösung bringen kann. Es ist das Lösungsmittel schlechthin! Das ist eine biologisch äußerst wichtige Eigenschaft, denn das Wasser als Lebensraum vieler Pflanzen und Tiere muss sämtliche Nährstoffe und Ausscheidungen aufnehmen und transportieren können.

Was ist Wasser? Biologisch gesehen ist reines Wasser, also chemisch H_2O , ein absolut toter Lebensraum, denn reines Wasser ist nährstofffrei. Außerdem quillt darin infolge osmotischer Wasseraufnahme jede einfache Zelle bis zum Zerplatzen auf. Biologisch einwandfreies Wasser muss eine Mindestmenge an gelösten Stoffen, meist Salze, enthalten. Das gilt für unser Trinkwasser genauso wie für unser Aquarienwasser. Nähere Kenntnisse der im Wasser gelösten Stoffe sind deshalb Voraussetzung für eine erfolgreiche Aquaristik.

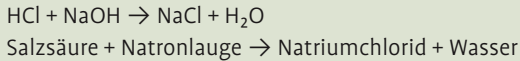
Im Wasser gelöste Stoffe

Bei den im Wasser gelösten Stoffen lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

- Salze,
- Gase und
- organische Verbindungen.

Salze

Wasser, das im Erdreich versickert, kann auf seinem Weg die verschiedensten Mineralien lösen. Diese sind dann als Salze im Wasser nachweisbar. Je nach geologischer Struktur von Sicker- und Quellgebiet kann das Wasser unterschiedliche Salze enthalten. Unter einem Salz versteht der Chemiker das Reaktionsprodukt aus einer Säure und einer Base. Beispiel: Bei der Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge entsteht das Salz Natriumchlorid, allgemein bekannt als Kochsalz:

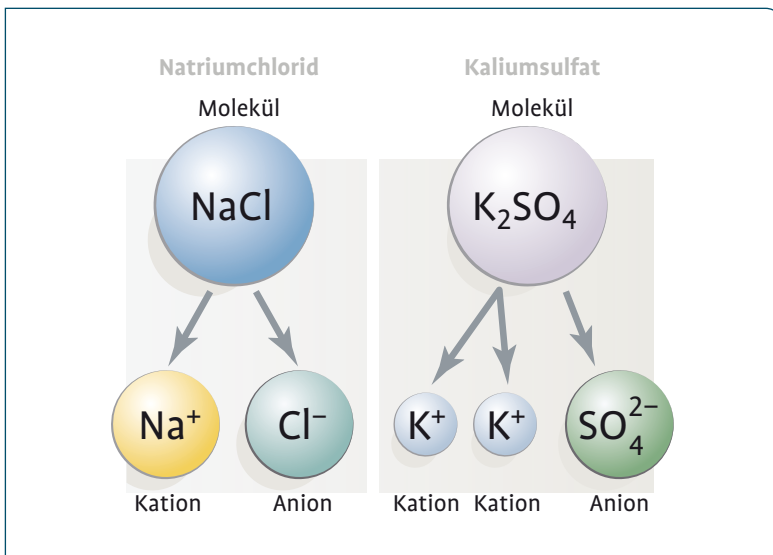


Weil es sehr viele Säuren gibt, die mit ebenfalls vielen Basen reagieren können, gibt es sehr viele verschiedene Salze. Abhängig von ihren Ursprungsstoffen haben die Salze andere chemische Formeln und verschiedene Eigenschaften. Das ist biologisch von sehr großer Bedeutung.

Die Salze sind im Wasser zunächst in Molekülform gelöst, doch alsbald drängen sich die Wassermoleküle derart intensiv dazwischen, dass die meisten Salzmoleküle in Ionen aufgespalten werden. Diesen Prozess nennt der Chemiker Dissoziation. Aus zuvor elektrisch neutralen Salzmolekülen entstehen dann positiv geladene Ionen (Kationen) und negativ geladene Ionen (Anionen). Beim Natriumchlorid, also dem Kochsalz, sieht das so aus:



Ein Ion kann auch aus einer Gruppe von Atomen bestehen, siehe Abbildung unten.



Salzmoleküle dissoziieren in Ionen, wobei die Ionen auch aus Gruppen von mehreren Atomen bestehen können. Die Gesamtladung des Salzes bleibt jedoch nach außen hin stets neutral.

Gut zu wissen

Das Wissen über die Ladungen der Kationen (positiv) und Anionen (negativ) ist spätestens beim Kapitel „Ionen-austauscher“ von Bedeutung.

Tab. 1: Im Wasser häufig vorkommende Ionen

positiv geladene Ionen (Kationen)		negativ geladene Ionen (Anionen)	
Ammonium	NH_4^+	Chlorid	Cl^-
Kalium	K^+	Hydrogencarbonat	HCO_3^-
Natrium	Na^+	Nitrit	NO_2^-
Barium	Ba^{2+}	Nitrat	NO_3^-
Calcium	Ca^{2+}	Carbonat	CO_3^{2-}
Eisen	Fe^{2+}	Sulfat	SO_4^{2-}
Magnesium	Mg^{2+}	Phosphat	PO_4^{3-}
Mangan	Mn^{2+}		
Strontium	Sr^{2+}		

Im Wasser schwimmen also genau besehen keine Salze, sondern deren elektrisch geladene Bruchstücke (Ionen). Die Aufspaltung in Ionen ist so gründlich, dass man hinterher nicht unbedingt feststellen kann, welches Ion eigentlich aus welchem Salz entstanden ist. Deshalb werden bei den Wasseranalysen grundsätzlich nicht die Salze angegeben, sondern nur die aufgefundenen Ionen. Die häufigsten im Wasser vorkommenden und für uns eine Rolle spielenden Ionen zeigt die oben abgebildete Tabelle 1.

Die hochgestellten Ziffern und die Plus- bzw. Minuszeichen in der Tabelle kennzeichnen die Art der elektrischen Ladung. Einige Ionen können verschiedene Ladungen tragen. So kann zum Beispiel das Eisen als Fe^{2+} und als Fe^{3+} vorkommen. Das Mangan kann sogar positive Ladungen von eins bis sieben annehmen, wobei die zweifach und die siebenfach positiv geladenen Formen Mn^{2+} und Mn^{7+} die häufigsten sind.

Das Meerwasser hat auf der ganzen Welt dieselbe Zusammensetzung und unterscheidet sich höchstens in der Konzentration der Salze. Deshalb kann ein

Tab. 2: Die häufigsten Ionen im Meerwasser (Gewichtsprozent)

Kationen		Anionen	
Na^+	83,6 %	Cl^-	87,2 %
Mg^{2+}	10,1 %	SO_4^{2-}	12,2 %
Ca^{2+}	3,3 %	HCO_3^-	0,6 %
K^+	3,0 %		
Gesamtsalzkonzentration stets etwa 36 000 mg/l			

Tab. 3: Mittlere Verteilung der häufigsten Ionen im Süßwasser (Gewichtsprozent)

Kationen		Anionen	
Ca ²⁺	64,4 %	HCO ³⁻	80,0 %
Na ⁺	18,4 %	SO ₄ ²⁻	13,7 %
Mg ²⁺	10,6 %	Cl ⁻	6,3 %
K ⁺	6,6 %		

Gesamtsalzkonzentration überwiegend im Bereich 100–800 mg/l

künstliches Meerwasser für Fische vom Indischen Ozean oder von der Karibik nach genau demselben Rezept hergestellt werden (Tabelle 2).

Das Süßwasser kann dagegen verschieden zusammengesetzt sein. Seine Gesamtsalzkonzentration schwankt überwiegend im Bereich von 100 bis 800 mg/l. Überraschenderweise ist aber in den meisten Süßwässern das Mengenverhältnis der Ionen untereinander sehr ähnlich, und zwar unabhängig von der Gesamtsalzkonzentration. Das heißt, sowohl stark salzhaltige Süßwässer als auch weniger salzhaltige haben oft eine erstaunlich gleichartige Ionenverteilung.

Untersuchungen an verschiedenen Seen und Flüssen in aller Welt, darunter auch an den Weißwasserflüssen Amazonas und Rio Solimões sowie am Klarwasserfluss Rio Tapajós, ergaben nach GESSNER (1959) folgende Mittelwerte, die auch als „Standard-Ionenkombination“ bezeichnet werden (siehe Tabelle 3 oben). Interessant ist, dass bei den Kationen die zweiwertigen (Ca, Mg) den größten Anteil stellen, während bei den Anionen die einwertigen (HCO₃, Cl) weit in der Mehrzahl sind.

Nur relativ wenige Süßwässer weichen erheblich von der Standard-Ionenkombination ab. Zu den Ausnahmen gehören beispielsweise der Schwarzwasserfluss Rio Negro, bei dem anstelle der Hydrogencarbonat-Ionen die Sulfat- und Chlorid-Ionen deutlich überwiegen, aber auch der Tanganjikasee mit seiner erhöhten Natriumkonzentration.

Wie jedoch die langjährige Praxis und wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, spielt dieses Standardverhältnis für die Fische eine weit geringere Rolle als vermutet, denn die Fähigkeit zur Osmoregulation ist offensichtlich bei den meisten Arten bestens entwickelt. So sind Haltung und Zucht von Tanganjikasee-Cichliden auch in Wässern ohne erheblich erhöhte Magnesium- und Natriumkonzentrationen möglich, solange Gesamtsalzgehalt und pH-Wert wenigstens ungefähr denen ihres Heimatgewässers ähnlich sind.

Umgekehrt sind manche ausgesprochene „Weichwasserfische“ ohne Probleme in einem Wasser von bis zu 20 °GH zu pflegen. Die Zucht wird allerdings kaum in solchem Wasser gelingen. Kurz gesagt: Es ist sicher kein Fehler, den Fischen ein Wasser wie in ihrer Heimat zu bieten, aber es ist nur in bestimmten Fällen absolut notwendig.

Gut zu wissen

Während Meerwasser weltweit gleich zusammengesetzt ist, gibt es im Süßwasser teilweise extreme Unterschiede der Gesamtsalzgehalte und der einzelnen Ionenkonzentrationen.

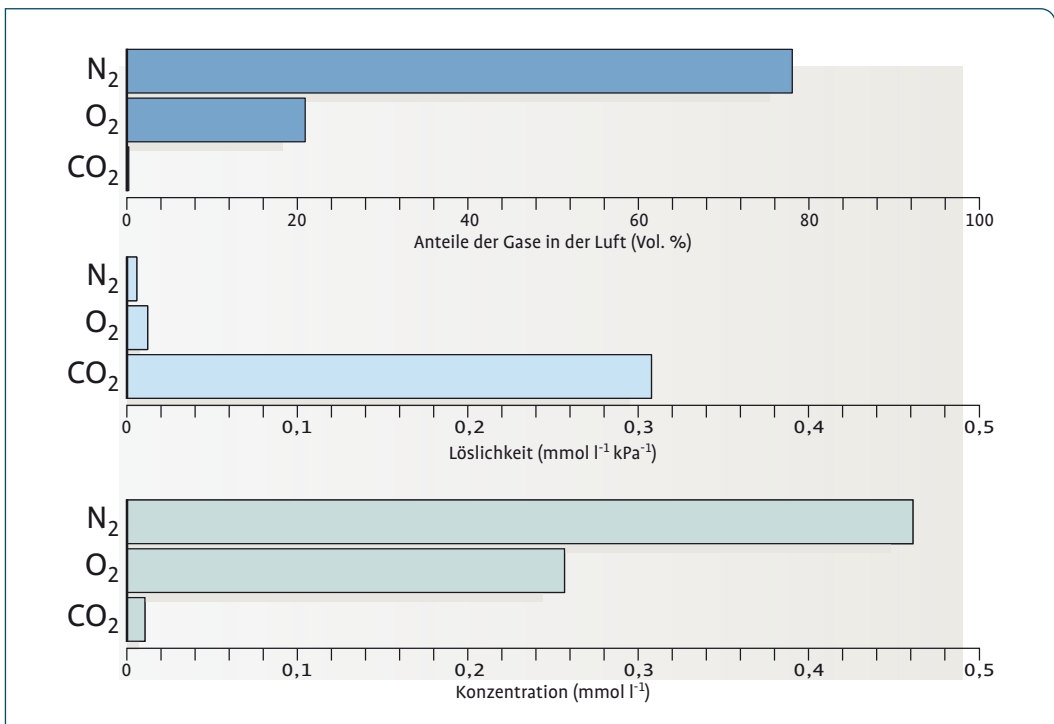
Gase

Alle offenen Gewässer tauschen mit der Atmosphäre ständig Gase aus: Sauerstoff (O_2), Stickstoff (N_2), Kohlendioxid (CO_2) und andere. Aus der Luft wandern Gasmoleküle in das Wasser hinein, aber gleichzeitig wandern auch Gasmoleküle wieder aus dem Wasser heraus in die Luft. Die Geschwindigkeit der beiden Prozesse hängt wesentlich von den jeweiligen Gasdrücken sowie von der Temperatur ab. Nach einiger Zeit kommen die Austauschprozesse scheinbar zur Ruhe, weil gleichzeitig genauso viele Gasmoleküle aus der Luft in das Wasser hineinwandern wie umgekehrt auch heraus. Dann ist das Gleichgewicht der Gase in Luft und Wasser erreicht.

Dieser Gleichgewichtszustand des Wassers mit der Luft wird mitunter fälschlich als „Sättigung“ bezeichnet. Das ist irreführend. Dieser Begriff verleitet zu der Annahme, höhere Konzentrationen seien unmöglich. Doch können im Wasser auch höhere Gasmengen gelöst sein. So enthält frisch eingegossenes Sprudelwasser mehrere Tausend Milligramm CO_2 pro Liter. Lässt man es aber längere Zeit offen an der Luft stehen, so verliert es seine CO_2 -Konzentration bis zum Gleichgewichtswert von etwa 0,5 mg/l, und dann schmeckt es schal.

Auch andere Gase, wie zum Beispiel Sauerstoff, können im Wasser viel stärker konzentriert sein als es dem Gleichgewichtswert entspricht. Wenn man das System Wasser/Atmosphäre sich selbst überlässt, so streben die Konzentrationen ihrem Gleichgewicht zu, wie es in der Grafik unten angegeben ist. Der Begriff

Anteile der Gase in der Luft (Vol.%) sowie ihre Löslichkeit und ihre Konzentration in Wasser ($mmol\ l^{-1}$). (Quelle: S. K. HETZ, native-fish.org)



„Sättigung“ wird diesem Verhalten daher keineswegs gerecht, sondern ist irreführend.

Die Grafik zeigt auch, dass sich die Gaskonzentrationen in Wasser und Luft stark voneinander unterscheiden. So ist im Wasser bei gleichem Sauerstoffpartialdruck nur etwa 1/30 der Menge dieses Gases gelöst, die in der Luft enthalten ist. Unter diesem Evolutionsdruck wurden zu der Zeit, als sich noch fast das ganze Leben im Wasser abspielte, Tiere zu Lungenatmern, die einen höheren Bedarf an Sauerstoff entwickelten. Sie vollzogen damit den ersten Schritt zum Leben auf dem Land.

Organische Verbindungen

Es sind mehr als sieben Millionen verschiedene organische Verbindungen bekannt. Sie besitzen meist relativ große Moleküle. Ihr Grundgerüst besteht typischerweise aus Kohlenstoffatomen, die oft in Ketten oder Ringen, die auch verzweigt sein können, angeordnet sind. An dieses Gerüst können die verschiedensten anderen Atome oder Atomgruppen gekoppelt sein, sodass recht bizarre Gebilde entstehen.

Organische Verbindungen wurden einst als Bausteine von Organismen entdeckt und erhielten so ihre Namen. Denn zunächst glaubte man, dass nur sie zur Herstellung solcher Verbindungen befähigt sind, denn Laborversuche scheiterten. Heute aber können die meisten organischen Verbindungen synthetisiert werden, ja es gelingt sogar die Herstellung von Verbindungen, die in der Natur (noch?) nicht gefunden worden sind.

Viele der organischen Verbindungen spielen biologisch eine außerordentlich wichtige Rolle. In belebten Gewässern in der Natur wie auch im Aquarium sind regelmäßig erhebliche Mengen an organischen Verbindungen gelöst. Näheres dazu im Kapitel „Organische Verbindungen“.

Literatur über Wasserchemie

GESSNER, F. (1959): Hydrobotanik II, S. 316–318. Verlag der Wissenschaften, Berlin.

HÜTTER, L. A. (1994): Wasser und Wasseruntersuchung, 6. Aufl. Otto Salle Verlag, Frankfurt, und Verlag Sauerländer, Aarau.

KLEE, O. (1998): Wasser untersuchen. 3. Aufl. Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden.

Gut zu wissen

Anteile, Löslichkeit und Konzentrationen von Gasen in Luft und Wasser sind ganz unterschiedliche Begriffe und sollten nie verwechselt werden.

WASSERANALYTIK

Gut zu wissen

Angst muss man nicht haben – doch Sorgfalt und Konzentration beim Umgang mit Chemikalien verhindern sowohl Unfälle als auch falsche Messergebnisse.

Umgang mit Chemikalien

Wer chemisch nicht vorbelastet ist, hat oft Angst vor Chemikalien. Die Angst ist unbegründet, wenn die nachfolgenden Sicherheitsregeln beachtet werden. Täglich werden in jedem Haushalt zahlreiche Chemikalien bedenkenlos benutzt, die keineswegs harmlos, sondern bei unsachgemäßem Gebrauch sogar lebensgefährlich sein können.

Es gibt viele Beispiele: Essigessenz, Haarfärbemittel (Peroxide!), Fleckenmittel aller Art, Konzentrate zum Aufwischen, WC-Reiniger und so weiter. Sogar Geschirrspülmittel sind ernsthaft lebensgefährlich, wenn sie getrunken werden (Kinder!), denn der Schaum gelangt in die Bronchien und setzt die Lunge außer Funktion. Zu den gefährlichen Chemikalien zählen auch viele Arzneimittel – einschließlich der Fischheilmittel. Das alles beweist: Nicht Angst, sondern Aufklärung und umsichtiges Handeln sind die richtige Devise.

Sicherheitsregeln

- Bei Arbeiten mit Chemikalien darf man grundsätzlich nicht essen, nicht trinken und nicht rauchen. Es besteht die Gefahr, dass Substanzen in den Mund geraten.
- Das Berühren der Chemikalien ist zu vermeiden, denn viele Substanzen durchdringen die Haut! Nach eventuellen Kontakten muss man die Haut unter reichlich fließendem Wasser abspülen.
- Alle Reagenzien müssen vor Missbrauch sicher aufbewahrt werden (für Kinder unzugänglich!).

Wohin mit den Wasserproben nach dem Test? Um die Antwort drücken sich viele Hersteller. Die Reagenzien können nicht nur Säuren und Laugen enthalten, sondern auch Gifte. Im Hobbybereich fallen diese Substanzen allerdings nur gelegentlich und in sehr kleinen Mengen an, und es ist kaum ein anderer Weg gangbar, als die wenigen Milliliter nach Gebrauch in den Abguss zu schütten und sofort mit viel Wasser nachzuspülen. Der Abguss in der Küche aber muss unbedingt tabu bleiben, denn hier werden auch Lebensmittel und Geschirr gewaschen! Wer zum Beispiel als Fischzüchter viel analysieren muss, frage den Hersteller nach der richtigen Entsorgung der Wassertests.

Der beste Arbeitsplatz für wasserchemische Untersuchungen ist am Waschbecken im Badezimmer. Hier können auch die Reagenzien und andere benötigte Chemikalien griffbereit in einem verschließbaren (!) Schränkchen untergebracht werden.

Richtig testen

Aquarienchemie ist heutzutage kein Hexenwerk mehr. Mit guten Reagenziensätzen kann jedermann die wichtigsten Wasserinhaltsstoffe schnell und hinreichend genau messen. Für den chemisch besonders interessierten Leser wird das jeweils bevorzugt angewandte Reaktionsprinzip angegeben. So werden die Eigenheiten der verschiedenen Verfahren besser verständlich.

Im Zoofachhandel sind einfache Wassertests zu relativ niedrigen Preisen erhältlich. Deren Messgenauigkeit reicht für die Aquaristik im Allgemeinen aus. Wesentlich höhere Messgenauigkeit und bessere Störungssicherheit bieten die Reagenziensätze für Berufchemiker aus dem Chemie-Laborhandel. Diese Wassertests sind verständlicherweise erheblich teurer. Manche aquaristisch geeignete Tests sind nur im Chemie-Laborhandel zu finden.

Auswahlkriterien

Vor dem Kauf eines Wassertestes prüfe man folgende Punkte:

Messbereich: Die in den einzelnen Kapiteln dieses Buches angegebenen Grenzwerte müssen messbar sein, und zwar vor allem der untere Grenzwert. So ist beispielsweise ein Eisentest für 0,1 bis 10 mg/l Eisen aquaristisch unbrauchbar, denn im Aquarium sind etwa 0,03 bis 0,1 mg/l Eisen erwünscht. Ein Aufdruck wie etwa „Messbereich bis 10 mg/l“ lässt vermuten, dass alle kleineren Werte messbar seien. Das ist jedoch niemals der Fall. Jeder Test hat eine untere Grenze der Nachweisfähigkeit. Das heißt, er reagiert erst ab einer Mindestkonzentration. Im Zweifelsfall sollte man in der Gebrauchsanleitung nachlesen, wie viel Milligramm pro Liter Substanz einem Reagentropfen entspricht, oder auf der eventuell vorhandenen Farbskala den kleinsten Wert ablesen.

Farbskala: Die Farbskala muss genügend fein und farbklar abgestuft sein. Bei schlechten Tests sind die Farben nur um Nuancen abgestuft, und folglich treten leicht unzumutbare Ableser- und damit Messfehler auf. Das gilt insbesondere bei Kunstlicht. Oft kommt bei zunächst preisgünstig erscheinenden Tests hinzu, dass der billige Druck der Farbskala erheblich von den Sollfarben abweichen kann, womit Messfehler unvermeidbar sind.



Bei einfachen Tests werden Reagenzien in eine Probe Aquarienwasser gegeben. Die nun entstehende Färbung wird mit einer Farbskala verglichen, auf der die Konzentration der gemessenen Substanz abgelesen werden kann. Besser als der Test in der Abbildung sind Tests, bei denen die Wassersäule von oben betrachtet wird.

Wesentlich genauere Messungen als mit Farbskalen sind mit Fotometern möglich. Dieses einfache, aber außergewöhnlich preiswerte Modell ermöglicht auch Hobby-Aquarianern unabhängig von der Beleuchtung präzisere Messungen.



Messglas: Kunststoff-Messgläser können eine leichte Eigenfärbung haben, die beim Vergleichen mit der Farbskala Messfehler verursachen kann. Zur Prüfung blicke man von oben durch das leere oder besser mit Wasser gefüllte Messglas auf ein weißes Blatt Papier. Vorzuziehen sind Messgläser aus Glas. Sie haben keine eigene Farbe und sind besser zu reinigen.

Probenvolumen: Wassertests mit einem großem Volumen der Wasserprobe arbeiten meist verlässlicher. Warum? Tests mit kleinerem Probenvolumen erfordern zwangsläufig eine stärkere Verdünnung der Reagenzien. Stärker verdünnte Reagenzien aber verderben leichter und messen dann falsch. Zum Beispiel muss man bei einem Sauerstofftest mit nur 20 ml Probenvolumen eher mit Verderb und unbemerkter Falschmessung rechnen als bei einem Sauerstofftest mit größerem Probenvolumen von 40 ml.

Haltbarkeit der Wassertests

Die Wassertests sind verschieden lange haltbar. Einige bleiben jahrelang unverändert, wie beispielsweise die meisten GH-, KH- und pH-Tests. Andere können schon nach wenigen Monaten falsche Messergebnisse liefern, insbesondere bei unsachgemäßer Lagerung. Das Mindesthaltbarkeitsdatum der Tests gilt normalerweise ausschließlich für die ungeöffneten, nicht jedoch für geöffnete und in Gebrauch befindliche Tests. Pauschale Angaben sind hier nicht möglich.

Auch ein Garantiedatum bietet erfahrungsgemäß keine Sicherheit. Es bedeutet nur, dass der Hersteller bis zu diesem Tag einen fehlerhaften Test umtauscht. Das Datum besagt keineswegs, dass der Test bis dahin mit Sicherheit richtig misst. Gerade in der unteren Preisklasse kommt es vor, dass ein Test weit vor Ablauf des Garantiedatums erheblich falsch misst.

Besonders leicht verderben Tests, die reduzierende Reagenzien enthalten, also zum Beispiel Phosphat- und Nitrattests. Anfällig sind auch CO₂-Soforttests und manche Sauerstofftests. Das gilt insbesondere für solche Fabrikate, die nur sehr kleine Wasserproben benutzen, weil deren Reagenzien entsprechend stark verdünnt sein müssen. Grundsätzlich halten sich alle Reagenzien wesentlich länger, wenn sie luftdicht verschlossen, kühl und dunkel aufbewahrt werden. Bei längerem Nichtgebrauch ist ein frostfreier Platz im Kühlschrank sehr zu empfehlen, doch ist eindeutige Kennzeichnung aus Sicherheitsgründen unerlässlich.

Soweit möglich, werden Rezepte für Prüflösungen angegeben, mit denen die Tests kontrolliert werden können. Ihre Zubereitung erfordert sehr sauberes Arbeiten. Hohe Verdünnungen, beispielsweise 1:1000, werden in mehreren Stufen durchgeführt. Die meisten Prüflösungen sind nur für kurze Zeit haltbar.

Mitunter müssen kleine Substanzmengen abgewogen werden. Das kann ohne Analysenwaage zum Problem werden. Als Behelf kann man eine gute Briefwaage wie folgt benutzen: Man wiege die zehnfache Menge ab, löse sie in Wasser und fülle auf 100 ml auf. Dann enthalten 10 ml dieser Lösung die gewünschte Substanzmenge. Der Verlust an Genauigkeit ist aquaristisch tragbar.

Ergeben sich bei der Kontrolle eines Tests mit der Prüflösung nennenswerte Abweichungen, kann man ihn in den meisten Fällen noch weiter verwenden. Es genügt, den Fehler zu kennen und künftige Messergebnisse mit einem Korrekturfaktor zu berichtigen. Beispiel: Ein Gesamthärtetest misst in der Prüflösung mit 20 °d nur 18 °d. Künftig werden die Ergebnisse mit dem Faktor $20/18 = 1,11$ multipliziert.

Am einfachsten ist es, im Zweifelsfall neue Tests zu kaufen (die beim Händler nur kurze Zeit gelagert worden sein sollten) und angebrochene Wassertests nach spätestens zwölf Monaten auszutauschen. Dies gilt insbesondere bei CO₂-Soforttests und bei Sauerstofftests.

Auf Reisen in die Tropen verderben manche Wassertests überraschend schnell und liefern dann irreführende Resultate. Zum einen trägt das warm-feuchte Tropenklima die Schuld, wobei nach der Van't-Hoff-Regel der Verderb je 10 °C höherer Temperatur mit doppelter bis vierfacher Geschwindigkeit zunimmt. Zum anderen verderben manche Reagenzien bei nicht absolut dichten Flaschen bereits durch das Klima in den Flugzeugen infolge der ganz erheblich höheren Ozonkonzentration in Verbindung mit der Pumpwirkung des wechselnden Luftdrucks. Das geschieht unbemerkt.

So berichtete ein wirklich namhafter Autor von einem fließenden, knöcheltiefen Tropenbach mit 12 mg/l Sauerstoff. Das ist ein utopischer Wert, denn bei 28 °C beträgt der Gleichgewichtswert mit der Luft nur 7,8 mg/l! Die Ursache: Die Reagenzien waren im Reisegepäck verdorben, der Autor benutzte sie ungeprüft und glaubte kritiklos seinen Messergebnissen. Leider wurden daraus entsprechend falsche Schlüsse gezogen und als „wissenschaftlich bewiesen“ mit Nachdruck verbreitet – zum Schaden für die Aquaristik.

Nicht nur in den Tropen entstehen gelegentlich kritische Zweifel. Hat das Gewässer tatsächlich so extreme Eigenschaften oder sind die Reagenzien total verdorben? Im Reisegepäck ist natürlich kein Platz für die ebenfalls verderblichen

Achtung!

Das Mindesthaltbarkeitsdatum gilt nur für ungeöffnete Tests. Misst man mit geöffneten Tests nur selten, nimmt die Messgenauigkeit ab. Es kommt zu falschen Ergebnissen, oft mit fatalen Folgen.