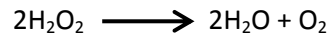


Zur Chemie des Oxidators:

Ein Oxidator spaltet Wasserstoffperoxid (H_2O_2) durch eine chemische Reaktion in Wasser und Sauerstoff.



Wie der Oxidator funktioniert:

Betrachtet man die Funktionsweise eines Oxidators am Beispiel der weitverbreiteten Oxidatoren aus dem Hause Söchting, so stellt man fest dass es nur sehr wenige Einzelteile gibt:

1. Vorratsgefäß
2. Braunsteinkatalysator-Pellet
3. Keramischer Oxidatorfuß
4. Wasserstoffperoxid Lösung

Die Söchting Oxidatoren arbeiten mit einem Braunsteinkatalysator. Braunstein ist chemisch gesehen Mangan(IV)Oxid (MnO_2).

Eigentlich würden viele chemische Reaktionen auch irgendwann von allein ablaufen, sollten sie die zum Start notwendige Aktivierungsenergie zugeführt bekommen. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieses passiert ist jedoch sehr gering, weshalb Katalysatoren zum Einsatz kommen.

Katalysatoren haben die Eigenschaft, chemische Reaktionen zu fördern, und zu erleichtern. Meistens geschieht dies, indem sie die Aktivierungsenergie einer Reaktion herabsetzen, so dass die Reaktion leichter starten kann.

So ein wenig ist das wie ein Autokauf auf Raten mit einem zinsfreien Kredit: Wenn die Anzahlung für ein Auto entsprechend niedrig ist, steigt die Wahrscheinlichkeit dass es Käufer gibt, die diesen kleineren Betrag zur Verfügung haben an, und so werden dann wahrscheinlich auch mehr Autos verkauft. Der Gesamtpreis ändert sich dadurch aber nicht. Nur der Anfang wird eben erleichtert.

Katalysatoren selbst werden durch die Reaktion nicht verändert. Dadurch hält so ein Katalysator-Pellet im Oxidator unbegrenzt lange. (Es sei denn man verliert es)

Der Oxidatorfuß ist aus einer porösen Keramik hergestellt, die ebenfalls katalytische Eigenschaften besitzt.

Die Pellets im Glas erzeugen Sauerstoff und Wasser aus dem Wasserstoffperoxid, aber in viel geringerer Menge als der Katalysatorfuß aus Keramik. Das liegt daran, dass Katalysatoren oberflächenaktiv sind. D.h. je größer die Fläche auf der der Katalysator mit dem Stoff in Kontakt kommt, desto größer der Effekt. Die poröse Keramik dient also der Oberflächenvergrößerung, wie z.B. auch bei Siporax im Filterpott.

Wozu also die Steinchen im Oxidator, wenn der relevante Sauerstoff doch im Oxidatorfuß entsteht?

Dadurch, dass sich im Glas auch Sauerstoff bildet, entsteht natürlich ein Überdruck, der die Flüssigkeit langsam in den Keramikfuß des Oxidators drückt, wo dann durch die große Oberfläche der Keramik eine sehr viel größere Menge an Sauerstoff entsteht.

Die Steinchen dienen lediglich dazu, dass immer genug Nachschub an Lösung in den Fuß gelangt, um dort in Sauerstoff und Wasser gespalten zu werden. Wenn man also zwei der Steinchen in das Glas wirft, entstehen durch die größere Katalysatoroberfläche mehr Sauerstoff und ein höherer Druck, der die Lösung dann auch schneller in den Oxidatorfuß drückt, wo natürlich auch mehr Sauerstoff entsteht.

Die Abstimmung von Katalysator-Steinchen und Porosität des Keramikfußes ist vom Hersteller so gewählt, dass im Normalfall keine unverbrauchte Wasserstoffperoxid-Lösung in das Becken austritt.

Eine Verschwendung von Reaktionslösung oder sogar die Gefährdung von Aquarienbewohnern durch unverbrauchte Lösung ist im Normalbetrieb eigentlich sehr unwahrscheinlich.

Die Reichweite eines Oxidators

Oft stellen die Nutzer eines Aquariums fest, dass ihr Oxidator schneller leer ist, als vom Hersteller angegeben. Die Reichweite des Oxidators hängt jedoch von verschiedenen Faktoren ab, die sehr individuell verschieden sein können:

1. Konzentration der Wasserstoffperoxid-Lösung

Verwendet man eine höher konzentrierte Lösung, so entsteht primär auch mehr Sauerstoff, wenn die Lösung auf die Katalysatorsteinchen trifft. Dadurch kommt es natürlich auch zu einem höheren Druck im Vorratsbehälter des Oxidators, wodurch die Lösung schneller in den Keramikfuß gepresst wird, und dort zu Wasser und Sauerstoff reagiert.

Da aber die Größe des Vorratsbehälters bauartbedingt immer gleich bleibt, ist der Oxidator natürlich schneller leer, obwohl er effektiv mehr Sauerstoff produziert hat. Laut Söchting führt eine Verdopplung der Konzentration der Wasserstoffperoxid Lösung zu einer Vervierfachung der Sauerstoffabgabe.

2. Temperatur der Lösung

Es ist eine Gesetzmäßigkeit der Chemie, dass eine Reaktion in der Regel umso schneller abläuft, je höher die Temperatur ist.

Gemäß der Herstellerhomepage wurde die Reichweite bei einer Temperatur von 25°C gemessen. Bei einer Temperaturerhöhung um 8°C soll sich die Sauerstoffabgabe verdoppeln.

3. Anzahl der eingesetzten Katalysatoren

Mehr Fläche = mehr Effekt

Nutzeffekte durch den Oxidator

Jetzt kommt natürlich die spannende Frage: „Wieso das Ganze?“

Eigentlich kann man den Nutzen des Oxidators auf 2 Hauptaspekte reduzieren:

1. Bereitstellung von Sauerstoff für die Aquarienbewohner
2. Direkte desinfizierend-entgiftende Wirkung auf das Aquarium
3. Indirekte entgiftende Wirkung

Alle Lebewesen in unseren Aquarien benötigen Sauerstoff. Klar, ist schon immer so gewesen. Normalerweise kommt der Sauerstoff auf 3 Arten in das Becken:

1. Aufnahme von Sauerstoff durch Bewegung der Wasseroberfläche
2. Einbringen von Sauerstoff durch Sprudelstein oder Pumpen mit Injektor
3. Sauerstoffabgabe von Pflanzen bei Lichteinstrahlung

Ähnlich den Pflanzen, die den überschüssigen Sauerstoff aus ihrem Stoffwechsel gelöst an das Wasser abgeben, gibt auch der Oxidator den freigesetzten Sauerstoff feinverteilt an das Wasser ab. Dieses O₂ löst sich sehr gut, weil es quasi schon gelöst im Wasser entsteht. Gleichzeitig unterbleibt aber die Austreibung von CO₂ aus dem Aquarienwasser, welche zwangsläufig bei starker Wasserbewegung entsteht.

Oft liest man über Oxidatoren, dass sie in der Lage wären auch schlecht durchströmte Bereiche des Beckens mit Sauerstoff zu versorgen. Ob dies wirklich so ist, kann ich in meinen Mitteln nicht prüfen. Wenn dies aber wirklich so geschieht, dann eventuell nachfolgendem Gedankenmodell:

1. Nehmen wir einmal an, dass wir in einem Raum mit 100L Inhalt fiktiv 100 Sauerstoffmoleküle haben.
2. Jedes dieser Moleküle hat also theoretisch einen kugelförmigen Raum von 1L Volumen für sich.
3. Nach dem Verteilungsgesetz ist jedes Sauerstoffmolekül bestrebt den maximalen Abstand zu jedem seiner Nachbar-O₂ einzunehmen.
4. Jetzt kommen gedachte 25 Sauerstoffmoleküle aus dem Oxidator dazu. Mathematisch betrachtet, hat jedes Molekül noch 0,8L Platz zur Verfügung.

Weil: $100L : 125 \text{ Moleküle} = 0,8L/\text{Molekül}$

5. Der Sauerstoff im Oxidator wird langsam und kontinuierlich freigesetzt. Geschieht dies über einen längeren Zeitraum, so werden sich die Moleküle durch Diffusion irgendwann gleichmäßig im verfügbaren Raum verteilen, weil alle wieder auf den maximal möglichen Abstand zu ihrem Nachbarn gehen wollen. So können auch Bereiche ohne direkte Anströmung versorgt werden.

6. Betrachten wir jetzt die Sauerstoffkonzentration in unserem 100L Volumen, so stellt man fest, dass in einem Liter nicht mehr nur 1 O₂-Molekül enthalten ist, sondern 1,25 Moleküle. Also ist der Sauerstoffgehalt in Bezug auf das Volumen gestiegen, und hat sich gleichmäßig verteilt.

Aber nochmal zur Erinnerung: Das geschieht über einen längeren Zeitraum und nicht, wenn der Oxidator gerade mal eine Stunde im Becken steht.

Es gibt Grenzen

Gemäß den Angaben der Beipackzettel gängiger Tröpfchentests für Sauerstoff sollte sich der Sauerstoffgehalt des Aquarienwassers zwischen 4mg/l und 6mg/l bewegen. Alles oberhalb 6mg/l ist schon Spitze. Klingt gut, gel? Es wäre aber ein Trugschluss zu glauben, man könne mit dem Oxidator

den Sauerstoffgehalt beliebig nach oben schrauben. Hier setzt die Chemie uns klare Grenzen. Die Löslichkeit von Gasen wird von zwei Faktoren bestimmt: Der Temperatur und dem Druck.

Bei steigenden Temperaturen sinkt die Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser, während sie mit steigendem Druck ebenfalls ansteigt. Jeder von uns konnte das bei einer Mineralwasserflasche schon beobachten. Der Druckabfall beim Öffnen der Flasche führt zu einem massiven Ausperlen des im Mineralwasser gelösten CO_2 . Je wärmer die Flasche dabei ist, desto stärker tritt der Effekt auf, während bei einer eiskalten Flasche Mineralwasser fast nix passiert.

Um den Druck machen wir uns bei unserem Aquarium einfachmal keine Sorgen: Er ist immer fast gleich, es sei denn jemand hat eine riesige Mineralwasserflasche.

Interessanter ist da schon die Temperatur und unsere Freunde aus der Chemie haben natürlich mal rasch nachgemessen was da geht: In 22°C warmen Wasser können sich max. $8,53\text{mg O}_2$ lösen. Diese Werte wird man bei einem normalen Becken jedoch sicher nicht erreichen, da man nicht unbegrenzt für Wasserbewegung sorgen oder 25 Sprudelsteine einhängen kann, wenn sich Pflanzen und Besatz im Becken halten sollen. Auch der Bepflanzung sind Grenzen gesetzt und gerade bei Dunkelheit verbrauchen auch Pflanzen ordentlich Sauerstoff, den sie aus dem Wasser holen müssen.

Kann verbrauchter Sauerstoff auf normalem Wege nicht ausreichend nachgeliefert werden, so kann hier ein Oxidator eingesetzt werden, um eine Mangelsituation zu verhindern. Hierbei ist es egal, ob der Mangel dauerhaft besteht, weil das Setup des Beckens dies verursacht, oder hohe Temperaturen vorübergehend den Bedarf erhöhen.

Was kann der Oxidator noch?

Ok, wir machen also Sauerstoff, den unsere Pfleglinge dann einfach "weg atmen" können. Was gibt es noch?

Dazu komme ich nochmals auf die einzelnen Sauerstoffatome zurück, die kurzfristig während der Reaktion entstehen: Jetzt ist es aber so, dass nicht einfach ein O_2 erscheint, sondern zunächst entstehen einzelne Sauerstoffatome, die sich sofort zu O_2 Molekülen verbinden. Diese einzelnen Sauerstoffatome nennt man auch naszierenden Sauerstoff. Diese Sauerstoffatome sind sehr reaktionsfreudig und existieren nur für Sekundenbruchteile, bevor sie mit sich selbst zu O_2 oder einem anderen Stoff reagieren.

Das ist auch der Grund, warum man sie eigentlich nie wirklich antrifft. Ist niemand zum Reagieren da, reagieren sie nämlich mit sich selbst. Hauptsache reagiert. Daher findet man eigentlich nur O_2 vor.

Nach einer kurzen Rückblende in die Chemiestunde wird klar, dass es bei Reaktionen immer darum geht, Zugriff auf die Elektronen des Reaktionspartners zu bekommen. Jedes Sauerstoffatom ist eigentlich ein kleiner Egoist, und würde die Elektronen eines schwächeren Reaktionspartners gern vereinnahmen. Reagieren zwei Sauerstoffmoleküle miteinander, so sind sie als Reaktionspartner jedoch gleich stark, weswegen keiner von beiden seinen Egoismus ausleben kann. Haben sie aber erst mal miteinander reagiert, so müssen sie es normalerweise miteinander aushalten, es sei denn sie werden durch äußere Einflüsse wieder voneinander getrennt (chem. Reaktion, UV etc.).

Anders sieht es aus, wenn ein einzelnes Sauerstoffatom unmittelbar nach seiner Entstehung die Möglichkeit erhält sich einen anderen Reaktionspartner zu schnappen, der schwächer als es selbst ist. Das sind übrigens die meisten Elemente des Periodensystems.

Mit einem schwächeren Reaktionspartner würde das Sauerstoffatom natürlich bevorzugt binden, um sich dessen Elektronen zu krallen. Und genau das passiert auch, und bringt dem Aquarianer einen netten Zusatznutzen ein:

Blonde Garnelen?

In einigen Posts bezüglich des Oxidators wurde Wasserstoffperoxid mit dem Blondieren von Haaren in Verbindung gebracht. Das ist so auch korrekt, denn Wasserstoffperoxid ist DAS Bleichmittel des Friseurs. Aber keine Angst, unsere Garnelen entfarben sich dadurch nicht.

Was geschieht beim Bleichen?

Viele Farbstoffe sind nur deswegen farbig, weil ihre Molekülstruktur in der Lage ist, die Wellenlänge des Lichts, welches auf sie scheint zu verändern. Ändert sich die Wellenlänge des Lichts, so ändert sich seine Farbe, und aus farblosem Licht wird für unser Auge z.B. ein leuchtendes Rot.

Bleichmittel wie Wasserstoffperoxid zwingen einen Farbstoff zu einer chemischen Reaktion, indem sie Sauerstoff freisetzen, welcher den Farbstoff oxidiert.

Wenn sich durch Oxidation die Molekülstruktur des Farbstoffs ändert, so verschwindet oft auch die Fähigkeit die Wellenlänge des Lichts zu beeinflussen, wodurch ein roter Fleck z. B. im Tischtuch, nicht mehr rot erscheint. Genaugenommen ist der Fleck zwar noch da, aber eben nicht mehr farbig.

Was bringt mir das im Aquarium?

Oxidieren kann man viele Dinge, nicht nur Farbstoffe. Was könnte man also nützlicher Weise im Aquarienwasser oxidieren?

Viele Stoffwechselprodukte (Metabolite) sind nur deswegen schädlich für Lebewesen, weil sie eine Molekülstruktur aufweisen, die Stoffwechselprozesse negativ beeinflussen kann. Gelingt es diese Molekülstruktur zu verändern oder zu zerstören, so entstehen unter Umständen neue Stoffe, die weniger oder sogar nicht mehr schädlich sind.

Der im Oxidator entstehende naszierende Sauerstoff kann also bestimmte Gift- und Abfallstoffe im Wasser durch Oxidation mit Sauerstoff inaktivieren, und so die Lebensbedingungen für unsere Pfleglinge verbessern.

Ein weiterer nützlicher Effekt ist die desinfizierende Wirkung von Sauerstoff. In der Medizin verwendet man daher häufig 3%ige Wasserstoffperoxid-Lösung um Wunden zu reinigen. Viele krankmachende Bakterien sind obligate Anaerobier, d. h. sie können nur überleben, wenn kein Sauerstoff vorhanden ist. Reiner Sauerstoff stellt für diese Bakterien natürlich ein ernstes Problem dar und auch viele Bakterien die eigentlich kein Problem mit Sauerstoff hätten mögen es gar nicht wenn Teile von ihnen mal eben oxidiert werden.

Durch eine gesenkte Keimbelastung im Aquarienwasser verringert sich natürlich auch die in gewissem Maße die Wahrscheinlichkeit von Erkrankungen.

Indirekte Wirkung

Weiter oben waren wir uns darüber einig, dass fast alle Lebewesen in unserem Aquarium Sauerstoff benötigen. Zunächst denkt man da immer nur an die sichtbaren Bewohner. Doch natürlich gibt es auch Bakterien, die Sauerstoff benötigen.

Das Ökosystem Aquarium ist auf die wirkungsvolle Entgiftung von Stickstoffverbindungen angewiesen. Stickstoffverbindungen werden immer dann frei, wenn Proteine und Eiweiße abgebaut werden. Fische z.B. atmen Ammoniak (NH_3) über ihre Kiemen ab, welches in Wasser zu Ammonium (NH_4^+) protoniert wird. Bestimmte Bakterien der Gattung Nitrosomonas können dieses Ammonium aus dem Wasser in Nitrit (NO_2^-) umwandeln. Andere Bakterien aus der Gattung Nitrobacter wiederum nutzen diese Nitrit um es zu Nitrat (NO_3^-) umzuwandeln, welches „relativ“ harmlos ist, und von den Aquarienpflanzen zumindest zum Teil als Nahrungsquelle verwendet wird. Hierzu benötigen die genannten Bakterien jedoch zwingend Sauerstoff, weshalb ein Oxidator die biologische Filterung im Aquarium wirkungsvoll unterstützen kann.

Hinweis und Haftungsausschluss: Die hier genannten Informationen wurden durch Recherche auf den Seiten der jeweiligen Hersteller gewonnen. Sie erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern geben lediglich die Einschätzung des Autors wieder. Alle Angaben erfolgen unter Ausschluss jeglicher Haftung und ohne Gewähr.

Dieser Text stellt lediglich eine Orientierungshilfe dar, und jeder Leser ist aufgerufen für seine jeweilige Situation selbst zu recherchieren und kritisch zu prüfen, welche Maßnahmen für ihn selbst angezeigt / sinnvoll sind.

Markennamen und Firmennamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber, und werden hier nur beispielhaft verwandt.

Dieser Text wurde von mir geschrieben, um mich bei den Mitgliedern im Forum „Der Wirbellotse!“ und dem Team der Crustahunter für ihre unschätzbare Hilfe zu bedanken, und gleichzeitig den Einstieg in unser tolles Hobby zu unterstützen.

Daher bitte ich alle Leser, mein Urheberrecht zu wahren, und diesen Text nur privat zu nutzen. Ich bitte auch, ihn nicht auf Websites außerhalb des Wirbellotsen oder Crustahunter zum Download bereitzustellen oder zu veröffentlichen.

Da jedem Fehler passieren, ist das natürlich auch hier möglich. Korrekturen und Verbesserungsvorschläge daher gern per PN (in „Der Wirbellotse!“) an mich.

Toothbrush