

Ozon Informationsblatt

by Dr. Jaime Orellana (V 6/26)

Ozon – Die Kraft der Natur

Ozon ist eine besondere Form des Sauerstoffs. Normalerweise verbinden sich zwei Sauerstoffatome zu einem Sauerstoffmolekül. Das Ozonmolekül dagegen besteht aus einer losen Verbindung von drei Sauerstoffatomen. Wenn dieses Molekül zerfällt, werden neue Reaktionspartner gesucht. Alle Wirkungen, die Ozon auf den biochemischen Reaktionsablauf im Aquarium ausübt, beruhen auf seiner starken oxidierenden Wirkung. Ozon ist das stärkste technisch verfügbare Oxidationsmittel. Gleichzeitig ist es das umweltfreundlichste, denn es besteht nur aus drei Atomen Sauerstoff und trägt keine andere Chemikalie ins Aquarienwasser ein.

Anwendungsgebiete in der Aquaristik

Trotz einer guten Filteranlage, die mit mechanischem und biologischem Filter oder im Meerwasser mit Abschäumung ausgerüstet ist, kann es in einem Aquarium zu Situationen kommen, in denen uns Ozon helfen kann, wie z.B.

- Das Auftreten von plötzlichen Spitzenbelastungen bei Nitrit
- Die Anreicherung von biologisch schwer oder nicht abbaubaren Stoffen
- Das Auftreten von einer mikrobiologischen Belastung des Wassers (erhöhtes Keimgehalt)
- Trübes Wasser
- Das Redoxpotential ist zu niedrig

Die Ozonerzeugung

Wie in der Natur beim Blitzschlag wird Ozon in der Ozonelektrode durch Funkenentladung aus dem Sauerstoffgehalt der Luft erzeugt. Durch den kontinuierlichen Elektronenfluss wird aus dem Sauerstoffmolekül der vorbeiströmenden Luft das Ozonmolekül gebildet.

Der Gehalt an Ozon in der Luft, die aus dem Ozonisator strömt, ist umso höher, je höher die Spannung an der Elektrode ist. Verändert man also die Betriebsspannung des Ozonisator, kann man auf einfache Weise die erzeugte Ozonmenge einstellen. Dies erfolgt beim Ozonisator mit einem Drehwiderstand (Potentiometer).

Leider wird im Ozonisator nicht nur der Sauerstoff zu Ozon umgeformt. Auch der Wasserdampf, der immer in geringen Spuren in der Luft enthalten ist, wird in geringem Umfang zerlegt. Hierbei geht er eine Reaktion mit dem Stickstoff ein. Aus dieser Reaktion können sich nach längerer Betriebszeit Salpetersalze auf der Glaselektrode niederschlagen. Diese führen zu einer deutlichen Leistungsminderung. Die Elektrode sollte also in regelmäßigen Abständen gereinigt werden. In der Regel reicht es aus, wenn diese Reinigung etwa alle 8 bis 12 Wochen erfolgt.

Einfluss von Ozon auf den Stickstoffkreislauf

Ozon übt einen intensiven Einfluss auf den Stickstoffkreislauf aus. Die besonders giftige Nitritstufe wird in jedem Fall von Ozon zu Nitrat oxidiert, wobei diese Reaktion pH-Wert unabhängig ist, also im Meerwasser ebenso abläuft wie im Süßwasser. Insbesondere bei der Nitritoxidation mit Ozon sollte aber auch daran gedacht werden, dass Ozon nur ein Hilfsmittel bei der Aquarienwasseraufbereitung sein kann. Bei plötzlich auftretenden Nitritspitzen sollte man nicht nur das Ozongerät auf volle Leistung stellen, sondern vor allem auch nach der Ursache suchen. Liegt es vielleicht an einem unbemerkt verendenden Tier, finden im Bodengrund unkontrollierte Faulprozesse statt oder liegt es gar am Biofilter, der nicht mit Sauerstoff versorgt ist und daher nitrifizierende Bakterien nicht ansiedeln kann? Je mehr Schmutz der Biofilter ansammelt, umso mehr Sauerstoff wird innerhalb des Filters verbraucht. Die aerobe Biologie stirbt langsam ab, und der Filter "kippt um". Die Folge kann eine sehr hohe Nitritspitze im Wasser sein, da der Filter jetzt nicht mehr Nitrit abbaut, sondern ganz im Gegenteil Nitrit abgibt. Zu empfehlen ist also eine regelmäßige Filterreinigung.

Einfluss von Ozon auf die organische Belastung

Die allgemeine Belastung eines Wassers mit organischer Verschmutzung kann man, ohne näher auf die einzelnen Verbindungen einzugehen, mit dem biologischen Sauerstoffbedarf (BSB-Wert) angeben. Wie bereits oben erwähnt, reichern sich im Aquarium Stoffe an, die von der biologischen Oxidation nicht erfassbar sind. Dies sind vor allem langkettige Moleküle, die u.a. auch für die unschöne Gelbfärbung im Aquariumwasser verantwortlich sind. Während die Biologie nicht in der Lage ist diese Stoffe abzubauen, ist dies mit Ozon sehr wohl möglich. Diese Gelbfärbung bzw. -stoffe sind in ihrer optischen Eigenschaft den Huminstoffen, die wir in natürlichen Gewässern finden, ähnlich. Sie werden in Aquarienanlagen stetig angereichert, weil sie in den herkömmlichen Filtern nicht abgebaut werden können. Sie entstehen im Wesentlichen aus dem Futter und den Exkreten der Fische. Gelbstoffe haben ihren Namen daher, dass sie dem Wasser einen gelblichen Stich verleihen. Die Entfernung von Gelbstoffen mit Ozon hat neben dem Abbau der organischen Belastung auch einen ästhetischen Effekt. Gelbstoffe stehen hier nur exemplarisch für Stoffe, die biologisch nicht abbaubar sind und somit auch vom BSB-Wert nicht erfasst bzw. wiedergegeben werden. Es ist also sehr wichtig neben dem BSB auch den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) zu betrachten, der auch schwer abbaubare Stoffe miterfasst. Da Ozon langkettige Moleküle oxidiert, fällt der CSB-Wert zunächst langsam und mit fortschreitender Oxidation immer schneller. Die Oxidation wird aber nicht sofort bis zur Endstufe (CO₂) durchgeführt, sondern es werden zunächst Zwischenstufen in Form kürzerer Ketten erzeugt. Diese kleineren Verbindungsarten sind aber wiederum biologisch abbaubar. Dies führt zu dem zunächst überraschenden Effekt, dass der BSB ansteigt, da biologisch nicht abbaubare Substanz von Ozon so umgeformt wurde, dass sie nun von der Biologie weiter abgebaut werden kann. Das Ergebnis dieser Abhängigkeit ist, dass die Oxidation mit Ozon nicht bis zum bitteren Ende fortgesetzt werden braucht. d.h. es wird nur relativ wenig Ozon benötigt.

Ozon und Keimgehalt im Aquariumwasser

Eine sehr wichtige Eigenschaft des Ozons ist seine entkeimende Wirkung. Ozon ist in der Lage, auch bei der Anwendung sehr geringer Konzentrationen eine keimtötende Wirkung gegenüber Mikroorganismen, insbesondere Bakterien. In einem Aquarium kann es allerdings nicht der Sinn der Ozonanwendung sein, ein steriles Wasser zu erreichen. Das wäre für Fische und niedere Tiere nicht erträglich.

Der Zusammenhang von Ozon und Redoxpotential

Das Redoxpotential ist ein Messwert, der Auskunft gibt über das Oxidations- bzw. Reduktionsverhalten von Wässern. Reduzierende Stoffe sind Sauerstoffzehrende Stoffe. Hierzu gehören alle organischen Substanzen, Eiweißverbindungen, Kot und Futterreste. Diese Stoffe führen sehr schnell zu giftigen Verbindungen wie Ammoniak und Nitrit und neigen zur Fäulnisbildung. Reduzierende Stoffe lassen das Redoxpotential absinken. Die Wasserqualität wird schlechter. Oxidierende Stoffe sind Sauerstoff oder eben noch intensiver Ozon. Je mehr reduzierende Stoffe im Wasser sind, umso niedriger wird das Redoxpotential abfallen. Je mehr oxidierende Stoff im Wasser sind umso höher wird das Redoxpotential ansteigen. Wir haben also mit Ozon die Möglichkeit, der negativen Wirkung reduzierender Stoffe durch Anhebung des Redoxpotentials entgegenzuwirken.

Redoxpotential und Entkeimung

Während wir z.B. bei der Flaschensterilisation mit einem Redoxpotential von ca. 900 mV und bei der Trinkwasseraufbereitung mit ca. 700 mV arbeiten, reicht für die Aquaristik ein Wert von ca. 350 mV vollständig aus. Dies wird an der Keimabtötung deutlich. Wissenschaftliche Studien zeigten, dass während bei einem Redoxpotential von 200 mV 100% Keimbelastung besteht, vermindert sich die Verkeimung bei Anheben des Redoxpotentials von 200 mV auf 300 mV auf etwa 10% des Anfangswerts. Wird ein Redoxpotential von ca. 400 mV erreicht, so ist nur noch ca. 1-5% der Anfangsverkeimung vorhanden. Insbesondere für niedere Tiere kann evtl. ein niedrigeres Redoxpotential um 300 mV vorteilhaft sein. Wenn die Ozondosierung kontinuierlich betrieben werden soll, so ist eine automatische Regelung der Ozondosierung über ein Redox Mess- und Regelgerät zu empfehlen. Dieses passt die Ozondosierung an die Wasserbelastung kontinuierlich an und vermeidet Überdosierung.

Ozon und Tierwohl

Beobachtungen an den im Kieler Aquarium gehaltenen *Labridae* scheinen die eben beschriebene Wirkung einer ständigen Ozonisierung zu bestätigen. Eine größere Anzahl aus Schweden mitgebrachter Lippfische zeigten leichtere und stärkere vom

Fang herrührende Verletzungen, so dass bei allen Fischen mit großer Anfälligkeit gegen Infektionen zu rechnen war. Bei der Hälterung der Tiere - das Wasser wurde von der zentralen Ozonisierungs- und Abschäumenanlage gereinigt - zeigte sich, dass nur bei den übermäßig stark verletzten Tieren Infektionen auftraten. Obwohl keine Chemikalien oder Medikamente angewandt wurden, heilten die Verletzungen innerhalb von ca. 20 Tagen weitgehend ab. Auch das durch Infektion hervorgerufene Schwären der Wunden klang ab, und der Heilprozess verlief positiv. Aus der Fischgruppe gingen Fische an zwei Aquarien, die ohne Ozon arbeiteten. Dort zeigten die Tiere bald wieder das volle Krankheitsbild während der Tiere in Kiel vollständig ausheilten. Grundsätzlich ist für das Ausheilen von Wunden das Gesamtbild des Wassers und der Tiere maßgeblich. Aber mit Ozon kann man natürlich die Gesamtbelastung des Wassers mit Keimen stark reduzieren und so den Tieren die Möglichkeit geben, die eigenen Körperabwehr zu aktivieren.

Ozon in Süß- und Meerwasseraquarien

In Meerwasseraquarien ist Ozon eine weitgehend eingeführte Methode während sich Süßwasseraquarianer eher zurückhalten. Dabei kann gesagt werden, dass sich Ozon im Wesentlichen im Süßwasser genauso einsetzen lässt wie auch im Meerwasser. Alle Ozonmerkmale wie z.B. Keimtötung, Nitritoxidation, Entfernen von Gelbstoffen usw. können auch im Süßwasser genutzt werden. Darüber hinaus ist die Reaktion von Ozon, insbesondere was die Geschwindigkeit betrifft, pH-Wert abhängig. Bei hohen pH-Werten zerfällt Ozon relativ schnell und wird dadurch auch sehr schnell zur Reaktion gezwungen. Bei niedrigen pH-Werten ist Ozon relativ lange stabil, so dass es recht langsam zur Reaktion kommt. Bei niedrigen pH-Werten steigt auch das Redoxpotential deutlich schneller an.

Ozon richtig einsetzen

Die typische Einsatzweise eines Ozonerzeugers ist die, dass die ozonhaltige Luft über einen Abschäumer eingeleitet wird. Ozon ist in wesentlich höherem Maße löslich als Luft. Man kann daher davon ausgehen, dass etwa 90 bis 95 % des Ozons im Wasser verbleiben. Die Abluft vom Abschäumer kann Restozon enthalten. Daher muss diese Abluft über einen Restozonventilator geleitet werden. Um eine unnötige Überdosierung zu vermeiden, kann man das Ozongerät auch über ein Redoxpotential Messgerät steuern.

Zusammenwirken verschiedener Filtersysteme

Die wesentlichen Elemente der Wasseraufbereitung in der Aquaristik sind: mechanische und biologische Filtration, Abschäumer, Ozon und UV. Der Abschäumer entfernt nicht nur Schmutz und Bakterien, sondern reichert das Wasser auch noch mit Sauerstoff an. Der Abschäumer legt mit seiner gleichmäßigen

Sauer-stoffzufuhr für die biologische aerobe Filtration eine wichtige Lebensgrundlage. Die biologische Filtration Ihrerseits erzeugt Stoffwechselprodukte, die sie an das Wasser abgibt. Dies sind vor allem Zwischenstufen bei der Mineralisation also der biologischen Zersetzung von organischer Substanz in deren mineralische Endprodukte, wie Phosphate, CO₂ und Stickstoffverbindungen. Der Abschäumer nimmt diese Stoffwechselprodukte wieder auf und bringt sie endgültig aus dem Aquarium heraus.

Einfluss der Abschäumung auf den Keim- und Partikelgehalt

Der Abschäumer weist eine entkeimende Wirkung auf. Dies kann man sich so erklären, dass Bakterien vorzugsweise auf den im Wasser fein verteilten Partikeln wachsen. Werden diese dann im Abschäumer entfernt, werden gleichzeitig auch Mikroorganismen mit aus dem Wasser ausgetragen. Wir bei Sander nennen das „mechanische Desinfektion“.

Die Entfernung von Partikeln erzeugt klares Wasser. Die meisten Tiere sind aus ihrer natürlichen Umgebung optisch reine Wässer gewohnt. Insbesondere niedere Tiere, Algen und Wasserpflanzen sind auch existentiell darauf angewiesen mit ausreichend Licht versorgt zu werden. Klares Wasser sorgt dafür, dass das Licht auch in die tiefen Schichten des Aquariums dringt.

Ozon und biologische Filtration

Wie im Kapitel über Ozon beschrieben wird, werden bestimmte organische Verbindungen, die zunächst biologisch nicht abbaubar sind, von Ozon soweit vor-oxidiert, dass sie von einem nachgeschalteten Biofilter dann doch weiter abgebaut werden können. In der wissenschaftlichen Literatur wird erklärt, es besteht nicht die Gefahr, dass wir eventuell mit Ozon die Bakterien im Biofilter abtöten können. Hierfür sind zwei Umstände wichtig. Zum einen wird in der Aquarientechnik nur mit sehr geringen Ozonmengen dosiert. Zum anderen wachsen die nitrifizierenden Bakterien im Biofiltersubstrat und werden von einer Fülle organischer Stoffe umgeben.