

Informations- Broschüre Nährstoffbelastung (Eutrophierung)

"The web service for
scuba divers concerned
with the condition of
aquatic **eco** systems"



*Die Belastung der
Gewässer mit reaktivem
Stickstoff könnte sich als genau
so schwerwiegend erweisen,
wie die Belastung der
Atmosphäre mit Kohlendioxid.
(Galloway, 2008)*

Nutrient loading

Nährstoffbelastung (Eutrophierung)

Jan Oldenhuizing

Heute sind die Herausforderungen an die Umwelt gewaltig. Die Unterwasserwelt ist von vielen betroffen. Veröffentlichungen in der Presse behandeln hauptsächlich die Klimaveränderungen, Nahrungsproduktion und den Anstieg der Meeresspiegel. Diese werden als die grössten Bedrohungen für die Menschheit angesehen. Das sind aber nicht die einzigen Herausforderungen in der (nahen) Zukunft. In einer der grössten Untersuchung der Ökosysteme, von der UN durchgeführt, wurde in dem „Millenium Assessment“ dokumentiert, dass die Binnengewässer und küstennahe Gewässer zu den am meisten von den menschlichen Einflüssen betroffen gehören.

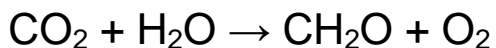


Sporttaucher sind Zeugen der Veränderungen in der Unterwasserwelt. Ihre Berichte aus erster Hand können helfen die Zerstörung der Ökosysteme schneller zu erkennen. Scuba-Eco ist ein Webservice für (und von) Sporttauchern, der ihnen hilft ihre Rolle als Botschafter für die Unterwasserwelt wahrzunehmen.

Einige Veränderungen in den Ökosystemen unter Wasser sind einfach zu erkennen. Die Korallenbleiche (Coral bleaching) ist ein Beispiel, einer bedeutenden, aber gut sichtbaren Veränderung. Andere Probleme können sich über eine lange Zeit unbeachtet entwickeln, bis es zu spät ist.

Nährstoffbelastung ist eine von ihnen. Diese Broschüre informiert über das Problem der Nährstoffbelastung (Eutrophierung) und gibt einige Beispiele welche Rolle die Sporttaucher einnehmen können, um Wege zu finden die Situation an den einheimischen Tauchplätzen zu verbessern.

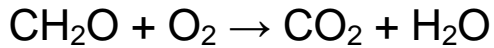
Nährstoffe – ein Zyklus im Gleichgewicht



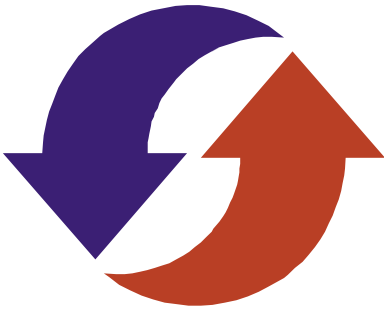
Die primäre Produktion (Fotosynthese) steht am Anfang der Nahrungskette. Pflanzen, pflanzliches Plankton mit eingeschlossen, benutzen

Sonnenenergie, Kohlendioxid aus der Umgebung und Wasser, um Kohlenwasserstoffe zu produzieren. In diesem Prozess erzeugen sie auch Sauerstoff (Fotosynthese). Das Wachstum von Pflanzen (und auch pflanzlichem Plankton) ist hauptsächlich begrenzt durch die verfügbare Menge an Wasser, Kohlendioxid und Sonnenlicht. Sind zwei der drei Faktoren reichlich vorhanden, der dritte aber knapp, dann wird dieser der begrenzende Faktor für das Wachstum. In der Wüste, wäre der begrenzende Faktor das Wasser. Im Schatten, wäre der begrenzende Faktor das Sonnenlicht. Die Primäre Produktion lagert die Sonnenenergie in chemischer Form ab. Auf diese Weise machen Pflanzen die Sonnenergie anderen Organismen zugänglich, unter anderem den Menschen.

Nutrient loading



Organismen, die sich von Pflanzen ernähren (herbivor) oder von anderen Tieren (karnivor) setzen die eingelagerte Energie frei, indem sie die umgekehrte Reaktion der Fotosynthese durchlaufen. Somit wird die eingelagerte Energie für die Funktion (Leben) des Organismus freigesetzt, der die Kohlenwasserstoffe benutzt. Derselbe Ablauf wie die Verbrennung von Benzin bei einem Automotor. Dieser Prozess erfordert Sauerstoff und produziert Kohlendioxid und Wasser. Logischerweise muss der Verbrauch von Kohlenwasserstoffen im Gleichgewicht mit der Fotosynthese sein, da jeder Ablauf/Reaktion die erforderlichen Moleküle erstellt, damit die andere Reaktion durchgeführt werden kann. Eine Situation, bei der eine der beiden Reaktionen erheblich geringer, als die andere ist, kann nur über einen begrenzten Zeitraum bestehen. Und unter der Voraussetzung, dass es keine Alternativen gibt. Es gibt aber Alternativen. Es gibt anaerobe (luftunabhängige) Bakterien, die trotz der Abwesenheit von Sauerstoff Kohlenwasserstoffe benutzen können und einige können sogar wählen, Sauerstoff zu benutzen (bevorzugt) oder auch nicht. Bakterien schliessen die Lücke in dem sichtbaren Teil der Nahrungskette oder besser gesagt, in dem Nahrungsnetz. Sollte das für das menschliche Auge sichtbare Nahrungsnetz aus dem Gleichgewicht geraten sein, dann profitieren Bakterien (bis zu einem gewissen Mass) an dem verbleibenden Rest.

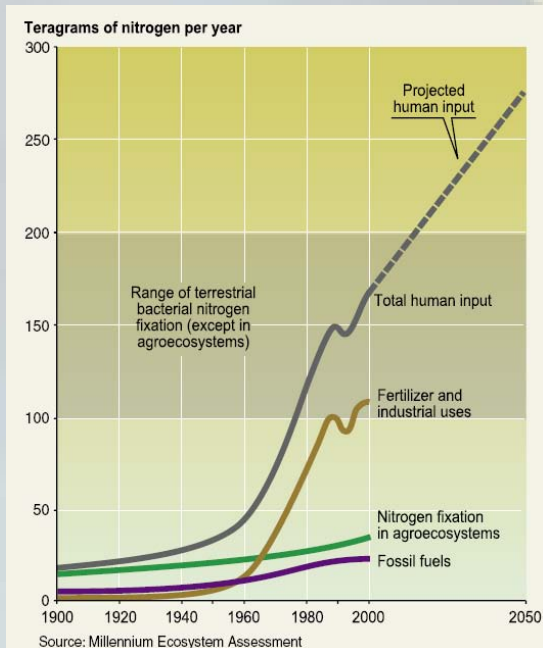


Lebende Organismen sind komplex. Sie bestehen aus einer grossen Vielfalt an verschiedenen Molekülen. Jedes spielt eine vitale Rolle im Überleben, Wachstum, Reproduktion und Bekämpfung von Pathogenen (Krankheitserregern) oder physikalischen Herausforderungen. Obwohl der grösste Teil dieser Moleküle aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff besteht, benötigen alle spezifische Anteile der anderen Elementen, wie Schwefel, Phosphor, Stickstoff und anderen. Pflanzen nehmen diese Nährstoffe mit Wasser auf und Tiere mit der Nahrung. Ein Defizit einer dieser Elemente wird die Bildung von lebenswichtigen Molekülen für den Organismus verhindern und wird deswegen zu dem begrenzenden Faktor werden.

Der Verteilungsfaktor

Ein „natürliches“ Ökosystem (Naturhaushalt) an Land ist an das örtliche Vorhandensein von Nährstoffen und Wasser angepasst (Kohlendioxid und Sauerstoff sind über die Welt durch die Atmosphäre gleichmässig verteilt). Verschiedene Mischungen von Arten (Ökosystem) werden in verschiedenen Regionen gefunden – warm, nass und nährstoffarm, oder kalt und nährstoffreich, oder eine beliebige Kombination aus diesen. Der Trick, um das Gleichgewicht zu erhalten ist, dass der Organismus der von dem Ökosystem konsumiert hat auch in demselben System stirbt. Somit gibt er die Elemente, die er vorher konsumiert hat wieder ab, womit sie für den nächsten Lebenszyklus verfügbar sind. Sicherlich gibt es immer wieder eine Art von „Export“ (z.B. Vögel), aber dieses kann wieder durch einen „Import“ ausgeglichen werden. So oder so wird ein „natürliches“ System ein Gleichgewicht finden, so dass keine essentiellen Rohstoffquellen (Ressourcen) aufgebraucht werden.

Nutrient loading



Die weltweite Bevölkerung ist von ungefähr 1 Milliarde Menschen im 18. Jahrhundert auf fast 6 Milliarden im Jahre 2000 angewachsen (erwarteter Wachstum bis zum Jahre 2050 auf 9 Milliarden) (MA, 2004). Dieses explosive Wachstum der „Konsumenten“ hat einen beispiellosen Bedarf an primärer Produktion hervorgerufen. Wir müssen viel mehr und viel grössere Pflanzen anbauen, um mit diesem Bedarf Schritt halten zu können. Wenn wir nicht alles verfügbare Land in Ackerland umwandeln möchten, dann müssen wir das vorhandene Ackerland so gut wie möglich nutzen. Das sieht sehr einfach aus. Wir müssen nur sicherstellen, dass keine Faktoren das Wachstum beeinträchtigen. Dieser Trick würde wahrscheinlich gut funktionieren, wenn primäre Produktion und Konsumation am selben Ort stattfinden würden. Das ist aber nicht der Fall. Auf

dem Ackerland nehmen die Pflanzen die Nährstoffe aus dem Boden, werden dann geerntet und zu den Städten transportiert, in welchen sie konsumiert werden. Die Verteilung der Nährstoffe gerät aus dem Gleichgewicht. Die Anhäufung in einem Gebiet während in einem anderen Gebiet die Nährstoffe aufgebraucht werden. Die heutige Technologie erlaubt uns die Nährstoffe in nährstoffarmen Gebieten wieder aufzufüllen (Dünger), aber wir sind weniger erfolgreich die Anhäufung von Nährstoffen in angereicherten Gebieten zu bewältigen.

Nehmen wir die Niederlande als Beispiel. Die Bevölkerungsdichte ist hoch und der Bedarf an Fleisch gross. Das vorhandene Ackerland ist bei weitem nicht ausreichend, um das Vieh zu füttern. Futter für Rinder (und andere Haustiere) wird von Indonesien, Afrika oder Südamerika eingeführt. Diese Gebiete sind von der Chemieindustrie abhängig, um ihre nährstoffarmen Anbaugelände mit Düngern zu versorgen, während die Niederlande Schwierigkeiten hat die enorm anfallende Menge an Mist in einer angemessenen Art zu versorgen. Der Boden ist so überladen mit Nährstoffen, dass der zukünftige Trinkwasservorrat gefährdet ist, natürliche Werte verloren gehen und Gewässer kollabieren. Anscheinend ist es keine gängige ökonomische Alternative, um den Mist in die Futterproduzierenden Länder zurück zu transportieren, um deren Probleme mit nährstoffarmen Böden zu lösen, und somit den Zyklus wieder in ein Gleichgewicht zu bringen.

Das oben genannte Beispiel könnte den Eindruck erwecken, dass die Anhäufung von Nährstoffen nur ein Problem in dicht besiedelten Gebieten darstellt. Das ist aber nicht der Fall. In landwirtschaftlichen Gebieten, gehen Bauern zu grosszügig mit Düngern um. Die Menge an verwendetem Dünger übersteigt den Bedarf des Ackerlandes bei weitem. Der zusätzliche Dünger geht in der Atmosphäre (Stickstoff), im Grundwasser und im abströmenden Wasser (Flüsse und Seen) verloren. Letztendlich gelangen die meisten Nährstoffe in Gewässer. Die Überdüngung hat schon in vielen Gewässern katastrophale Folgen verursacht. Die Häufigkeit solcher Ereignisse hat in der letzten Zeit zugenommen. Es wurde ausgesagt, dass die Belastung der Gewässer mit reaktivem Stickstoff sich als

Nutrient loading

genauso schwerwiegend erweisen könnte, wie die Belastung der Atmosphäre mit Kohlendioxid (Galloway, 2008).

Nährstoffe in Gewässern

Es gibt natürliche nährstoffreiche Gewässer, aber die meisten Seen und Ozeane sind nährstoffarm oder haben einen mittleren Nährstoffgehalt. Wenn zusätzliche Nährstoffe in das Gewässer gelangen, kann es zu einem Anstieg der primären Produktion (Fotosynthese) kommen. Ob dieses geschieht oder nicht ist abhängig von begrenzenden Faktoren. Sollte der Defizit an Nährstoffen der begrenzende Faktor gewesen sein, wird die primäre Produktion ansteigen, sollte aber das verfügbare Licht der begrenzende Faktor gewesen sein, dann wird nichts passieren (vor Ort – wenn die Nährstoffe in ein nährstoffärmeres Gebiet abwandern, dann können sie dort einen Anstieg in der primären Produktion auslösen). In den Gewässern ist es nicht so sehr ein Anstieg in der primären Produktion durch Blumenpflanzen, wie wir dieses von Ökosystemen an Land kennen. Die vermehrte primäre Produktion manifestiert sich hier als Algen- oder Phytoplanktonblüte.



Die Folgen einer Phytoplanktonblüte sind von den Umständen abhängig. In einem See mit geringer Tiefe kann das Ökosystem kollabieren. Die Trübung des Wassers steigt aufgrund der Menge von Phytoplankton an und deswegen erhalten die Wasserpflanzen nicht mehr genügend Sonnenlicht zum Überleben. Die Wasserpflanzen verschwinden aus dem See und mit ihnen auch die Arten, die sich von ihnen ernährt haben und die dazugehörige Nahrungskette. Eine neue stabile Situation wird sich mit anderen Arten (viele Bakterien) etablieren. Solche Seen haben typischerweise sehr trübes Wasser und nahe am Grund ist so gut wie kein Sauerstoff, und macht es für viele Arten unmöglich in diesem See zu überleben.

Küstenzonen mit relativem flachen Wasser und starker Wasserbewegung aufgrund von Gezeiten oder Wellen sind in Bezug auf ihr Unterwasserökosystem nicht so stark betroffen. Wasserbewegung und die Vermischung von Küstenwasser mit Wasser aus dem offenen Meer stellt sicher, dass sich genügend gelöster Sauerstoff im Wasser befindet, um grössere Probleme zu vermeiden. Zu manchen Zeiten können diese Gebiete aber mit einem stinkenden „Algenschäum“ am Strand überzogen sein.

Küstenzonen mit tieferem oder stagnierendem Wasser können mit der Entwicklung temporärer oder konstanter Todeszonen konfrontiert sein. In diesen Zonen können nur anaerobe Bakterien überleben und alles andere Leben am Grund stirbt. Grosse Gebiete in der Ostsee und dem Golf von Mexiko sind traurige Beispiele für solche Vorkommen. Was passierte? Die



Nutrient loading

primäre Produktion der Oberflächenwasser übersteigt in einem grossen Mass den Bedarf. Grosse Mengen von Algen werden nicht konsumiert, sterben und sinken zum Grund ab. Hier werden sie von Bakterien zersetzt. Die Bakterie benutzt am Anfang Sauerstoff (aerob) und in Bezug auf die Thematik, die wir in Paragraph 2 besprochen haben, verbraucht somit allen Sauerstoff der sich nahe am Grund befindet. Dann übernimmt die anaerobe Zersetzung und hält somit den Sauerstoffgehalt in den tieferen Wasserschichten niedrig. Alles Leben, ausser den anaeroben Bakterien stirbt. Wenn Wellenbewegung oder Strömung sauerstoffreiches Wasser in die Todeszonen bringt, dann endet dieser Zustand. Wenn dies aber nicht geschieht, dann haben wir es mit einer permanenten Todeszone zu tun. Seit 1960, hat sich die Anzahl der Todeszonen alle 10 Jahre verdoppelt. (Diaz and Rosenberg, 2008)



Die Reaktion der Korallenriffe auf Überdüngung ist ein wenig komplexer. Es scheint, dass Korallenriffe mit ihrem Artenreichtum (Anzahl der verschiedenen Arten in diesem Fall) belastbarer für Überdüngung sind. Die erhöhte Menge an Nährstoffen an den Riffen resultiert in einer erhöhten Produktion der Fotosynthese (und deswegen auch Algenwachstum) aber typische „Gräser“ an den Riffen wie Doktorfische, Papageienfische und Seeigel fressen die jungen Algen und verhindern somit deren weiteres Wachstum. Sollten nicht genügend dieser „Gräser“ an dem Riff vorhanden sein, dann wird die Alge anfangen das Ökosystem zu dominieren und das Korallenleben wird zum grossen Teil reduziert. Das passierte zum Beispiel mit jamaikanischen Riffen. Fischer haben die Anzahl der „Gräser“ an dem Riff reduziert. Zunächst waren andere „Gräser“ wie z. B. Seeigel in der Lage das Algenwachstum zu

begrenzen. Aber ein artenspezifischer Erreger brachte die meisten Seeigel um, und die Algen konnten sich zu erwachsenen Pflanzen bilden und beherrschen jetzt die Gebiete, in denen früher Korallen dominant waren. Der Umschwung zu einem Algen beherrschenden Ökosystem ist deswegen nicht rückgängig zu machen. (de Kraker, 2007)

Welche Nährstoffe

Die Überdüngung der Gewässer hängt meistens mit Phosphor und Stickstoff zusammen. Algen benötigen mehr Stickstoff (N_2) als Phosphor. Eine Faustregel, die benutzt wird, geht von einem Verhältnis von 16:1 aus, um herauszufinden, welches der beiden der begrenzende Faktor der Fotosynthese ist. Sollte eine Wasserprobe einen Stickstoffanteil höher als 16 Mal im Vergleich zum Phosphoranteil aufweisen, dann ist der Phosphor der begrenzende Faktor in der primären Produktion (Fotosynthese). Ein Stickstoffanteil geringer als 16 Mal der Phosphoranteil gibt an, dass der Stickstoff der begrenzende Faktor ist.

Nutrient loading

Algen (und die meisten Pflanzen an Land) können N_2 wie wir ihn von der atmosphärischen Luft her kennen, nicht benutzen. Sie benötigen eine reaktive Stickstoffverbindung, von welchem Nitrat der häufigste ist. Eine Quelle von reaktiven Stickstoffverbindungen ist die Atmosphäre. Motoren und Fabriken verbrennen fossile Brennstoffe mit so hohen Temperaturen, dass als Nebeneffekt der Sauerstoff auch mit Stickstoff reagiert, welcher dann als reaktive Stickstoffverbindung in den Abgasen frei wird. Diese lagern sich an Land und im Wasser ab. Punktuelle Quellen von reaktivem Stickstoff sind unter anderem gedüngtes Ackerland, bei welchem der Dünger über das Grundwasser oder abfliessende Regenwasser in die Gewässer gelangt. Auch durch Abfall von der Kanalisation und Grundwasserabfluss von besiedelten Gebieten und Städten und der Mist von Haustieren. Die Hauptquellen von Phosphor sind örtlich – Dung, Dünger und phosphathaltige Waschmittel (vor allem in solchen Gebieten, in denen solche Produkte noch nicht gesetzlich reguliert sind).

Was kann man tun?

Verminderung der landwirtschaftlichen Mengen – Es besteht eine enorme Diskrepanz zwischen der ökologisch erwünschten Grenze und dem gegenwärtigen Einsatz der Bauern an Düngemitteln und Dung. Dünger ist teuer und sollte deswegen im Interesse der Bauern mit mehr Präzision eingesetzt werden. Im Allgemeinen ist es besser, geringere Mengen an Dünger öfter anzuwenden, als eine grosse Menge nur ein oder zweimal im Jahr (was aber häufiger praktiziert wird). Somit gelangt weniger in das Grundwasser oder wird mit dem Regenwasser weggespült. Die Ernte ist aber nicht beeinträchtigt. Mit Dung besteht eine andere Situation, sollte der Viehbestand mit dem örtlich produzierten Futter versorgt werden können. Mittlerweile versuchen sogar Grosstierhaltungen ihren Mist an Bauern mit Ackerland zu verkaufen. Solch eine Situation ist unhaltbar und sollte mit den lokalen Behörden geregelt werden. Das schwarze Meer ist ein gutes Beispiel, was die Reduzierung von Nährstoffen auslösen kann. Nach dem Zusammenbruch der UDSSR, erhielten die Bauern um das schwarze Meer herum keinen subventionierten Dünger mehr. Über mehrere Jahre wurde in diesem Gebiet Dünger nur noch in geringen Mengen verwendet. Als Folge, verschwand die grosse Todeszone in dem schwarzen Meer und das Ökosystem kehrte in seinen ursprünglichen Zustand zurück, vor Entwicklung der Todeszone. Abgesehen von der kurzen Periode nach dem Zusammenbruch der UDSSR, hat der Einsatz von Düngern weltweit enorm zugenommen.

Verringerung von städtischen Abwässern – Eine Verminderung der Menge an fossilen Brennstoffen, um den hohen Bedarf in Städten zu decken, wird nicht nur der globalen Erwärmung nutzen, sondern verringert auch den Anteil an reaktiven Stickstoffverbindungen in der Atmosphäre. Eine effektive Reinigung der Abwässer, eine Verminderung der Strassenreinigung und das Verbot, um phosphathaltige Waschmittel zu benutzen, wären auch hilfreich. Die Reinigung der städtischen Abfälle ist essentiell. Städtische Gebiete in entwickelten Nationen haben normalerweise grosse Kläranlagen für die Abwässer, aber viele sich entwickelnden Nationen haben diese nicht. Kläranlagen sind nicht immer mit Auffangbecken für die Zwischenlagerung von Wasser ausgestattet. Bei starkem Regenfall wird ein Teil des Abwassers ohne Reinigung abgelassen.

Pufferzonen – Manchmal kann ein Pufferbereich zwischen dem Ackerland und einem Gewässer erstellt werden. Dieses könnte aus einem wassergefüllten Graben bestehen, der sich vor dem Wasserkörper (See/Meer) befindet. In diesem Puffer findet ein Grossteil der primären Produktion statt und diese wird regelmässig entfernt. Dieser Puffer würde

Nutrient loading

den Nährstoffanteil im Wasser verringern, der das Ökosystem letztendlich erreicht. Eine Reduzierung von Nährstoffen im Wasser könnte auch erreicht werden, indem man das Schilf im Flachwasser der Seen entfernt. Wenn das Abernten auf Ackerböden zu einer Verarmung der Nährstoffe im Boden führt, dann würde dasselbe Resultat (Ernte von Schilf) auch auf ein Gewässer zutreffen. Es könnte auch eine Option darstellen, eine solche Ernte für die nächste Generation von biologischem Brennstoff einzusetzen.

Mehr Wellenbewegung – Viele Seen sind durch Bäume oder Gebäude vor dem Wind geschützt. Das begrenzt den Einfluss des Windes auf die Wasseroberfläche. Somit kann die benötigte Entstehung von Wellen, um die tieferen Wasserschichten mit Sauerstoff zu versorgen, nicht mehr stattfinden. Sollte die am meisten vorherrschende Windrichtung bekannt sein, dann könnten die Hindernisse entfernt werden und somit kann der Wind sich auf dem See frei entfalten. Im Idealfall könnte der See in die Windrichtung vergrößert werden. Damit hat der Wind einen längeren Kontakt mit der Wasseroberfläche und erzeugt somit längere Wellen.

Biologische Manipulation – In einigen flachen Seen, ist die biologische Manipulation eine erfolgreiche Methode gewesen. Die Idee ist, dass eine erhöhte primäre Produktion auch eine hohe Anzahl von primären Konsumenten benötigt, also die Lebewesen, die sich direkt von den Algen ernähren. Um das zu erreichen, entfernte oder reduzierte man nachhaltig aus dem See die meisten (hauptsächlich Fische) Arten, welche sich von den primären Konsumenten ernährten. Um die Anzahl der Fische, die sich von primären Konsumenten ernähren gering zu halten, setzte man in einigen Fällen auch Raubfische (wie Hechte) aus.



Artenvielfalt – Jeder Organismus in einem Ökosystem hat eine spezifische Rolle. Einige Arten haben eine Rolle, die sich nur geringfügig von einer anderen Art unterscheidet, diese gehören dann zu derselben funktionellen Gruppe. Häufig bestehen nur geringe Unterschiede – Papageienfische bevorzugen eine andere Alge als Doktorfische.

Sollte aber ihr bevorzugtes Futter fehlen, dann könnte (und würde) diese Art auch das bevorzugte Futter ihrer „Konkurrenten“ fressen. Wie an den Riffen vor Jamaika, wo eine Art durch einen spezifischen Krankheitserreger die Population stark dezimierte. In so einem Fall ist es wichtig, dass eine andere Art die Rolle der dezimierten Art übernehmen kann, bis sich die Population wieder erholt hat. Aus diesem Grund (unter anderem) ist es wichtig, dass ein Ökosystem seine Artenvielfalt aufrecht erhält – es macht das System belastbarer. Überfischung und die Zerstörung der Lebensräume sind Beispiele für die Bedrohung der Artenvielfalt.

Und . . . – Die oben behandelten Punkte decken nicht alle Möglichkeiten ab. Auf der ganzen Welt sind viele Wissenschaftler und Behörden mit den Problemen der Überdüngung konfrontiert. Es wurde darauf reagiert. Einige dieser Aktionen haben (gut) funktioniert, andere weniger. Zum Beispiel haben viele Länder den Gebrauch von Phosphaten in Waschmitteln verboten. Als Resultat haben sie eine beachtliche Verminderung der Algenblüten.

Nutrient loading

Plötzlicher Kollaps

Wie bei vielen Naturkatastrophen, manifestiert sich die Überdüngung nicht in einer graduellen Verschlechterung des Ökosystems. Zeichen eines bevorstehenden Kollapses sind vielleicht für das menschliche Auge unsichtbar – sogar wenn man mitten in dem gefährdeten System schwimmt. Jedes Gewässer – küstennahe Gewässer, Korallenriffe, Flüsse, Seen, usw. können von einem Kollaps aufgrund der Nährstoffe bedroht sein. Nährstoffe können sich bis zu einem gewissen Grenzwert ansammeln, bis zu dem Schwellenwert, bei dem das System das Niveau nicht mehr handhaben kann. Wenn der Grenzwert einmal erreicht ist, wird das System schnell in einen neuen stabilen Zustand umkippen, in welchen Algen die dominante Rolle spielen. Der Weg zurück, vor dem Kollaps, ist dann sehr schwierig. Der neue stabile Zustand wird sogar dann noch bestehen, wenn man den Nährstoffgehalt auf das Niveau vor dem Kollaps reduziert. Nur wenn das Niveau bis auf einen Punkt reduziert wird, bei welchem die Algen nicht mehr dominieren können, ist ein Umkehr auf ein attraktiveres System möglich. Die beste Handlungsweise ist also, den Kollaps vollständig zu vermeiden.

Welche Rolle können die Sporttaucher einnehmen

Frühe Erkennung – Taucher könnten ein System entwickeln, um den Nährstoffgehalt in ihren häufig besuchten Tauchplätzen zu überwachen. Die Messung von Nitrat und Phosphor ist einfach. Die Taucher könnten auf verschiedenen Tiefen regelmässig Wasserproben entnehmen und Aufzeichnungen über den Nährstoffgehalt in einem See, an einem Korallenriff, einem Fluss oder jedem beliebigen Ort machen, den sie regelmässig besuchen, um die Unterwasserwelt zu genießen.

Teile Informationen mit anderen Tauchern – Sollte eine Aktion an einem spezifischen Ort erfolgreich sein (entweder eine Massnahme, ausgeführt von Tauchern, oder von einer nationalen oder örtlichen Behörden), dann ist es wichtig, diese Informationen an andere Taucher weiterzugeben. Ihr Tauchplatz hat vielleicht ähnliche Charakteristiken oder Gegebenheiten und eine nachweislich wirksame Strategie könnte an diesem Tauchplatz auch helfen, wenn auch nur in soweit, um den Behörden zu zeigen, was in anderen Teilen der Welt (mit Erfolg) gemacht wurde.

Teile Wissen und Informationen – Taucher haben schon früher die Rolle als „Botschafter“ für die Unterwasserwelt übernommen. In den meisten Fällen war es für den Schutz einer bestimmten Art, wie für Thunfische, Haie oder Schildkröten. Taucher wissen viel von der Unterwasserwelt und können Erfahrungen aus erster Hand mitteilen. In dieser Rolle, sollten Taucher ihre Kenntnisse bezüglich der Überdüngung erweitern und diese mit anderen Nicht-Tauchern teilen. Damit werden so viele Personen als möglich mobilisiert, um die Behörden von angemessenen Schritten überzeugen zu können.

Lerne und habe Spass – Die Unterwasserwelt ist der Grund warum wir tauchen. Je mehr wir über das Ökosystem, in dem wir tauchen, wissen, umso mehr genießen wir diese Tauchgänge. Wir lernen, indem wir aktiv Wasserproben analysieren, Quellen von Überdüngung lokalisieren und nach frühen Anzeichen einer Verschlechterung des Ökosystems suchen. In Diskussionen mit anderen Tauchern und indem man Kurse über das Unterwasserleben absolviert, können wir unser Wissen Schritt für Schritt erweitern und Schritt für Schritt wird jeder unserer weiteren Tauchgänge eine interessantere Erfahrung werden.