

Eutrophierung

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie



Dieser Artikel wurde aufgrund von formalen und/oder inhaltlichen Mängeln in der Qualitätssicherung Biologie zur Verbesserung eingetragen. Dies geschieht, um die Qualität der Biologie-Artikel auf ein akzeptables Niveau zu bringen. Bitte hilf mit, diesen Artikel zu verbessern! Artikel, die nicht signifikant verbessert werden, können gegebenenfalls gelöscht werden.

Lies dazu auch die näheren Informationen in den Mindestanforderungen an Kurzartikel der Biologie.

Eutrophierung ist die Nährstoffanreicherung in einem Gewässer und damit verbundenes übermäßiges Wachstum von Wasserpflanzen (z. B. Algen, Laichkraut). Mit dem Abwasser (u. a. Rückstände von Wasch- und Reinigungsmitteln, Fäkalien) und Abschwemmungen landwirtschaftlicher Flächen (Düngung) können große Mengen Nährstoffe (vor allem Phosphate und Nitrate) in die Gewässer gelangen und das Wachstum der Wasserpflanzen beschleunigen. Durch das vermehrte Absterben von Pflanzen wird bei dem anschließenden Zersetzen übermäßig Sauerstoff verbraucht. Fällt der Sauerstoffgehalt des Wassers unter ein bestimmtes Mindestmaß, hört der Abbau organischer Verunreinigungen durch aerobe Bakterien auf. Bei den danach von anaeroben Bakterien verursachten Zersetzungsprozessen können sich giftige Stoffe wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak oder Methan bilden. Das Gewässer beginnt „umzukippen“ (Fischsterben und belästigende Gerüche). Kläranlagen mit weitergehender Reinigung (dritte Reinigungsstufen) können die Nährstoffbelastung der Gewässer erheblich verringern.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Auswirkungen
- 2 Ursachen
- 3 Chemisch-/biologische Betrachtung
 - 3.1 Beispiel
- 4 Mineralstoffquellen
- 5 Gegenmaßnahmen
- 6 Literatur
- 7 Einzelnachweise
- 8 Siehe auch

Auswirkungen

Kurz nach der Frühjahrs-Vollzirkulation ist die Wachstumsrate von Algen auf Grund der steigenden Temperaturen, besseren Lichtverhältnissen und ausreichender Versorgung mit Mineralsalzen aus dem Hypolimnion sehr hoch, was im Epilimnion zur Wassereintrübung (*Algenblüte*) führt. Dadurch ist in den unteren Schichten des Epilimnions nicht mehr genügend Licht vorhanden, es kommt dort zum Absterben der Algen.

Eine Zunahme von Algen bedeutet zunächst eine Sauerstoff- und Nahrungsanreicherung für das Gewässer. Dadurch finden Konsumenten wie Herbivoren (Pflanzenfresser) und Carnivoren (Fleischfresser) optimale Wachstumsbedingungen vor. Das Phytoplankton (Algen) vermehrt sich explosionsartig, wodurch das Zooplankton ein erhöhtes Nahrungsangebot vorfindet. Da das Zooplankton aber auch Sauerstoff verbraucht, geht der Sauerstoffgehalt des Wassers kurzerhand stark zurück.

Das schnelle Sterben der Organismen, das zum Teil durch die Sauerstoffverknappung begünstigt wird, bewirkt ein Absinken der toten Biomasse als Detritus auf den Grund des Sees (Hypolimnion). Der Detritus wird bakteriell abgebaut, was zuerst noch auf aerobe Weise, also unter Sauerstoffverbrauch geschieht. Das führt schließlich zu einer völligen Sauerstoffarmut, sodass die Biomasse nur noch von anaeroben Destruenten abgebaut werden kann. Hierbei entstehen Ammonium, Methan und Schwefelwasserstoff, welche Zellgifte darstellen. Bei Vollzirkulation können diese Giftstoffe auch in die obere Wasserschicht gelangen. Da der anaerobe Abbau wesentlich langsamer abläuft als der aerobe, häuft sich am Boden Faulschlamm an. Die Sauerstoffarmut im Hypolimnion verursacht außerdem eine Reduktion von Fe^{3+} zu Fe^{2+} . Vorher an Fe^{3+} gebundenes Phosphat (PO_4^{3-}) wird dadurch frei und trägt als Nährstoff zusätzlich zur Eutrophierung bei.

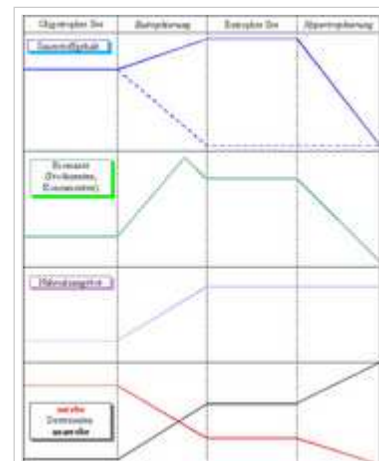
Ursachen

Die Eutrophierung eines abflusslosen Sees entsteht durch zu viel Biomasse. Wenn es zuviele Produzenten (Pflanzen) gibt, gibt es dadurch auch mehr Konsumenten (Fische, Plankton). Infolge dessen vermehren sich auch die Destruenten (die Zerstörer der Biomasse), die zusätzlich O_2 verbrauchen. Dadurch herrscht ein O_2 -Mangel im Gewässer und die Fische sterben ab. Die entstandene Biomasse wird zu Faulschlamm. Die Ursachen können daher sein:

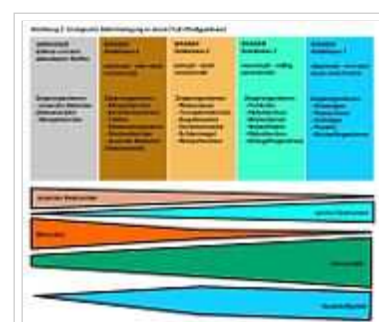
- organische Biomasse, die in den See geleitet wird
- zu viele Pflanzen um den See herum
- zu viele eingesetzte Fische
- Überdüngung vom das Gewässer umgebenden Land
- generelle Nährstoffüberbelastung

Chemisch-/biologische Betrachtung

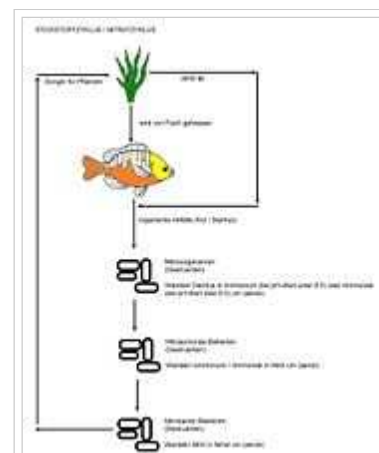
Definition: Eutrophierung wird verursacht durch die Zufuhr von Nährstoffen, insbesondere durch Phosphor- und Stickstoffverbindungen, welche einen Anstieg der Nettoproduktion pflanzlicher Biomasse in Gewässern verursachen. Laut Definition der Universität Ulm: Eutrophierung bezeichnet man den Übergang eines Gewässers von einem nährstoffarmen (oligotrophen) in einen nährstoffreichen (eutrophen) Zustand. Bei der



Trophiestufen eines Sees in Beziehung zu einigen kennzeichnenden Faktoren



Trophiestufen in Fließgewässern in Beziehung zu einigen kennzeichnenden Faktoren



Nitratzyklus (stark vereinfacht)

Betrachtung der Eutrophierung unterscheiden wir die diffusen und die punktförmigen Einträge. Diffuse Einträge gelangen in die Gewässer über nicht lokalisierbare Wege, punktförmige hingegen werden von industriellen Anlagen oder Klärwerken direkt in die Flüsse geleitet. Als Hauptverursacher der diffusen Einträge gilt die Landwirtschaft, wohingegen die punktuellen nur ein Drittel der Gesamteinträge betragen. Der Vorgang ist darauf zurückzuführen, dass Stickstoff und Phosphor wichtige Nährelemente zur Förderung des Pflanzenwachstums sind. Für den Prozess sind insbesondere die Stickstoffverbindungen relevant. Stickstoff kommt im Boden und in der Atmosphäre in Verbindungen mit Sauerstoff oder Wasserstoff als Nitrat, Nitrit, Ammonium, Ammoniak und weiteren Stickoxiden vor, außerdem wird Stickstoff durch organische Substanz gebunden und bei einer Zersetzung der Substanz wieder freigesetzt, somit unterliegt der Stickstoffvorrat einer kontinuierlichen Zu- und Abfuhr verschiedener Verbindungen. Eine Verlagerung von Stickstoff findet dominierend (48 %) über das Grundwasser statt. Das Wasser mit den Nitrat- und Organischen-Stickstoffen wird mit dem Sickerwasser aus der Bodenlösung ausgewaschen und gelangt auf diesem Wege in die Oberflächengewässer. Dieser Vorgang findet in Mitteleuropa insbesondere in den Monaten November bis März statt. Betrachten wir dieses als Prozess, als Kreislauf, in Verbindung einer erhöhten Zufuhr von Stickstoffverbindungen, so führt dies zu einer Überdüngung, auch genannt Eutrophierung. Mikroorganismen zersetzen die Biomasse und wandeln den enthaltenen Stickstoff in Ammonium bzw. giftiges Ammoniak um. Dieses Ammonium kann ab einem pH-Wert von 8,5 ein Fischsterben verursachen. Im optimalen Fall werden diese beiden Stoffe von Bakterien der Gattung Nitrosomonas und Nitrobacter zu Nitrat oxidiert, welches ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen und Tiere ist. Da Teichpflanzen, bzw. Lebewesen, das Nitrat nur teilweise verbrauchen können, oder aber zusätzlich Stoffe dem See zugeführt werden, so kann es aufgrund der immer wieder kehrenden Restmengen zu einer Überdüngung des Sees kommen. Es kommt anfangs zu einem raschen Aufblühen des Sees in Verbindung mit einer Trübung des Wassers. Durch den erhöhten Sauerstoffbedarf und dem damit verbundenen, folgenden Sauerstoffmangel kommt es zu einem Sterben der Algen. Das Zersetzen dieser Biomasse durch Mikroorganismen verbraucht nochmals einen großen Teil des Restsauerstoffes und es kommt zu anoxischen^{*2} Bedingungen, in denen Bakterien Nitrat zu Nitrit reduzieren, welches für Fische giftig ist. Des Weiteren bildet sich Faulschlamm mit H₂S, NH₃ und Methan, welcher am strengen Geruch wahrgenommen werden kann.

Ein Fischsterben ist somit durch eine Unterbrechung der Kette vorbestimmt. Abhilfe kann nur durch eine bakterielle Denitrifikation^{*3} geschaffen werden, um das überschüssige Nitrat zu entfernen, da das Hinzugeben von zusätzlichem Sauerstoff zu einer erhöhten Algenblüte führen würde. Eine Unterbrechung bzw. Minderung des Prozesses kann zum einen durch die Reduzierung des Lichteinfalls erreicht werden, wie z. B. das Aufforsten des Uferbereichs. Interessant ist hierbei nicht nur der Bezug zur Eutrophierung, sondern auch die ökologische Betrachtung der Nachhaltigkeit interessant. Andere Maßnahmen müssen hingegen in zeitlichen Abständen wiederholt werden, wie z. B. das Entfernen des Faulschlammes durch Ausbaggern und der Einsatz von chemischen Hilfsmitteln zur bakteriellen Bekämpfung. Die einfachste aber meist nicht durchführbare Maßnahme ist die Minderung der Nährstoffzufuhr. Nicht durchführbar, da wir auch natürliche Einflüsse in der Eutrophierung betrachten müssen. Als Beispiel kann die „Möweninsel“ des Lanker Sees bei Preetz genommen werden. Wie der Name schön verrät, erfolgt dort die Nährstoffzufuhr durch Vogelkot. Organisch gebundener Stickstoff, z. B. in Form toter Biomasse, wird durch Destruenten, bzw. Reduzenten^{*} in der tropholytischen^{*33} Schicht zu Ammoniak (NH₃) umgewandelt, das mit Wasser Ammonium-Ionen (NH₄⁺) ergibt ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$). Wir unterscheiden die zwei folgenden Vorgänge: Aerobe Verhältnisse: Aerobe Bakterien, Nitritbakterien (Nitrosomonas) und Nitratbakterien (Nitrobacter) oxidieren das freigesetzte Ammonium bei der Nitrifikation erst zu Nitrit (NO₂⁻) und dann zu Nitrat (NO₃⁻) Anaerobe Verhältnisse: Aufgrund der Sauerstoffzehrung aerober und fakultativ anaerober Mikroorganismen reduzieren anaerobe Bakterien Nitrat über Nitrit zu Ammonium. Andere Bakterien wandeln Nitrat bei der Denitrifikation zu Stickstoff (N₂) um, indem sie es bei ihrem oxidativen Energiestoffwechsel als Oxidans^{*32} verwenden, und somit das N₂ freisetzen. In der trophogenen Schicht entzieht Phytoplankton Stickstoff aus dem noch vorhandenen Nitrat und Ammonium für die Synthese körpereigener Stoffe wie Protein und produziert somit Biomasse, welche in den Kreislauf gelangt. Das beim Abbau organischer Stoffe gebildete Ammonium wird von Konsumenten genutzt und wird dem Kreislauf wieder zugeführt.

Beispiel

Um die Folgen der Eutrophierung zu verdeutlichen, wird der Vorgang an einem realen Beispiel betrachtet. Dieser Vorfall geschah im Potomac River der USA. Anfangs, und auf dem Bild gut zu erkennen, war eine verstärkte Algenblüte in den oberen Wasserschichten sichtbar. Aufgrund der Überdüngung konnten sich große Mengen Phytoplankton bilden. Nach dem darauf folgendem Absterben der Algen und dem Zersetzen durch Bakterien kam es durch den hohen Sauerstoffbedarf der Bakterien zu einem Sauerstoffmangel. Aufgrund dieses Mangels kam es anfangs zu einem vermehrten Fischsterben, wodurch noch größere Mengen an organischer Masse dem Wasser zugefügt wurden. Die Folgen dieses Szenarios war schließlich ein Umkippen des Sees. Hiermit ist gemeint, dass der See „stirbt“ und die enthaltenen Lebewesen aufgrund des nicht mehr vorhandenen Sauerstoffs in ihrem Umfeld nicht überleben.^[1]

Mineralstoffquellen

Als Mineralstoffe gelten z. B. Phosphate, Nitrate und andere organische und anorganische Stoffe.

Die Mineralsalzzufuhr durch die Zuflüsse des Sees oder durch Windverfrachtung von Stäuben ist in der Regel gering.

Die meisten Mineralstoffe werden einem See in Form von organischem Material zugeführt, das durch die Destruenten unter Sauerstoffverbrauch remineralisiert wird.

Eine natürliche Quelle ist die Fracht der Zuflüsse an Organismen und erodiertem Humus, vor allem bei Überschwemmungen. Hinzu kommt das Laub der Bäume im Herbst. Kot kann bsw. durch Wasservögel einen See belasten, vor allem, wenn Zugvögel den See in großen Massen als Rastplatz im Frühjahr und im Herbst nutzen. Bei relativ flachen Seen, die sich im Sommer im Epilimnion stark erwärmen und deren Hypolimnion nur einen kleinen Sauerstoffspeicher darstellt, kommt es auf diese Weise zu einer natürlichen Eutrophierung oder gar zur Hypertrophierung und damit zur Verlandung. (Beispiele: Ehemaliger *Rosenheimer See*, *Chiemsee*)



Eutrophierungserscheinungen im nördlichen Bereich des Kaspischen Meeres östlich der Wolgammündung, Algenblüte durch hohe Düngierzufuhr (Satellitenaufnahme von 2003)

Durch anthropogene Einflüsse kann es aber auch bei stabilen, oligotrophen Seen zur Eutrophierung oder gar zum Umkippen des Gewässers kommen:

- Die Einleitung ungeklärter Haushalts- und Industrieabwässer erhöht zum einen die Belastung mit anorganischen und organischen Nährstoffen, zum anderen kann sie durch Giftstoffe zum Absterben der Organismen führen.
- Zweistufige Kläranlagen mit mechanischer und biologischer Stufe leiten Nitrat- und Phosphat-reiches Wasser in die Vorfluter ein. Enthält die Kläranlage auch eine chemische Stufe, wird zwar das Phosphat zurückgehalten, die Nitrate gelangen aber dennoch in die Gewässer. Erst in neuerer Zeit werden Kläranlagen mit einer zweiten biologischen Stufe ausgerüstet, die Bakterien enthält, welche die Nitrate durch Denitrifikation in Stickstoff (N₂) umwandeln. Außerdem erwärmen viele dieser Kläranlagen das Wasser und nehmen dem Wasser somit die Sauerstofflöslichkeit.
- Eine weitere anthropogene Quelle ist der Dünger-Eintrag aus der Landwirtschaft mit Stickstoff- und Phosphat-Salzen. Da die Pflanzen nicht alle Mineralsalze aufnehmen können, wird ein Teil des Düngers ausgewaschen und gelangt damit in die Gewässer.
- Eine weitere Belastungsquelle stellt das Füttern von Wasservögeln und Fischen sowie der Freizeitbetrieb an Badeseen dar.

Gegenmaßnahmen

Die einfachste Methode ist Lichtminderung. Wegen der verminderten Lichtaufnahme können die Algen und die anderen Lebewesen erst gar keinen kritischen Wert erreichen. Das kann durch Pflanzen von Bäumen an den Fluss- und Seeseiten erreicht werden. Dies stellt wohl die günstigste, und „natürlichste“ Möglichkeit dar; alle anderen Methoden sind von Jahr zu Jahr zu wiederholen, um ein letztes Umkippen des Gewässers zu verhindern. Viele Gewässer hatten diesen Pflanzenwuchs an den sonnenbeschienenen Flanken, erst durch Abholzen der schützenden Bäume werden künstliche, aufwendige und nicht zuletzt im Vergleich zum einfachen Wachstum der Bäume ineffektivere Methoden notwendig, wie:

- Sauerstoffzufuhr: Kurzfristig erfolgreich, da das Artensterben ausbleibt. Langfristig erhöht sich allerdings dadurch auch die Menge des Detritus, wodurch das Gewässer wieder eutroph wird („positive Rückkopplung“).
- Nährstoffzufuhr einschränken durch Reinigen von Abwässern in Kläranlagen (Phosphorelimination)
- Olszewski-Rohr: Abzug des nährstoffreichen und sauerstoffarmen Tiefenwassers anstelle des oberflächlichen Ablaufes (Prinzip eines kommunizierenden Gefäßes.)
- Verringern des Phosphatgehalts in z. B. Waschmitteln. Diese Maßnahme ist allerdings schon weitestgehend geschehen.
- Entfernen von Faulschlamm durch Ausbaggern
- Entfernen der Algen
- Behandlung mit Mikroorganismen (z. B. EM – Technologie)
- Anlegen von Gewässerrandstreifen zur Eindämmung der durch Überdüngung bedingten erhöhten Nährsalzzufuhr

All diese Maßnahmen können langfristig nur dann wirksam sein, wenn sie dem Ökosystem See auf Dauer seine Selbstreinigung wieder ermöglichen.

Literatur

- Markus Bernhardt-Römermann, Jörg Ewald: *Einst zu wenig, heute zuviel: Stickstoff in Waldlebensgemeinschaften.* – In: *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* **66**(6), S. 261–266 (2006), ISSN 0949-8036 Archiv der Zeitschrift mit link zur Zusammenfassung (<http://www.technikwissen.de/gest/issue.php>) .

Einzelnachweise

1. <http://www.umanitoba.ca/institutes/fisheries/earlyears.html>, Stand 10. Dezember 2006

Siehe auch

- Ökosystem See
- Gewässergüte
- Selbstreinigung
- Trophiensystem
- Trophie
- Verlandung

Von „<http://de.wikipedia.org/wiki/Eutrophierung>“

Kategorien: Limnologie | Hydrologie

Wartungskategorie: Wikipedia:Qualitätssicherung Biologie

- Diese Seite wurde zuletzt am 21. Juni 2009 um 10:21 Uhr geändert.
- Der Text steht unter der Creative Commons Attribution/Share-Alike Lizenz. Dateilizenzen können abweichen.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.