

Biogene Sedimentation, marin

Kap. 2 Limitierende Faktoren, Biomasse, Sonne, Attenuation

1) Was ist für den Erfolg von Biomassenproduktion allgemein wichtig?

Eine Kombination aus:

- Endogenen Faktoren

-> Diejenigen Faktoren, die in dem System „Individuum oder Lebewesen“ eine Rolle spielen

-> z. Bsp. Biochemische Möglichkeiten oder die Konstruktionsmorphologie oder Physiologie

- Exogenen Faktoren

-> Faktoren des Standortes, Mikro- und Makroenvironment (z. Bsp. Korallen, die genau von einem bestimmten Raum abhängig sind)

-> Generelle Umweltfaktoren (nicht nur für den Standort z. Bsp. einer Koralle, sondern für das gesamte Ökosystem oder für das System Erde wichtig werden)

-> z. Bsp. Erwärmung, Menge der Sonneneinstrahlung, Qualität der Sonnenstrahlung

→ Daraus ergibt sich eine strenge Hierarchie im Potenzial der Faktoren von molekularer und zellulärer Ebene (z. Bsp. vielzelliges Individuum) bis hin zum Standort (Meer oder Land), und bis zum System Erde.

→ Eine Kombination aus verschiedenen Faktoren bestimmt über die Biomassenproduktion

2) Was ist allerwichtigster exogener Faktor im Meer für die Primärproduktion bzw. was sind limitierende Faktoren?

- Lichtenergie ist der wichtigste Faktor

- Temperatur (wie bei jedem Stoffwechselfvorgang in einem bestimmten Temperaturintervall)

- Nährstoffe in notwendigen Konzentrationen in gelöster Form

→ Sie bestimmen in ihrer Variabilität die räumliche und zeitliche Verteilung des Phytoplanktons als Basis für alle weiteren Lebenserscheinungen

3) Was beschreibt das Liebig – Gesetz?

Hängt ein Prozess von mehreren Faktoren ab, so kann seine Intensität nur durch denjenigen Faktor gesteigert werden, der jeweils im Minimum ist und begrenzend wirkt. Gelangt ein Faktor ins Minimum, stoppt die Biomassenproduktion.

4) Was versteht man unter 1: Phytomasse und was ist 2: Zoomasse?

1 Gesamtheit aller lebenden Pflanzen auf der Welt

2 Gesamtheit aller lebenden Tiere auf der Welt

5) Nenne Sie Zahlen (t Trockengewicht) zur Phytomasse, Zoomasse und Menschheit an Land und im Meer! Wie viel lebende und tote Biomasse ist in den Weltmeeren in Gramm Kohlenstoff vorhanden?

Kontinente:

Phytomasse: $1837 \cdot 10^9$ hoch 9

Zoomasse: $1,005 \cdot 10^9$ hoch 9

Menschheit: $0,052 \cdot 10^9$ hoch 9

Gesamt: $1838,057 \cdot 10^9$ hoch 9

Weltmeere:

Phytomasse: $3,9 \cdot 10^9$ hoch 9

Zoomasse: $0,997 \cdot 10^9$ hoch 9

Menschheit: /

Gesamt: $4,897 \cdot 10^9$ hoch 9

Lebende + tote organische Substanz in den Weltmeeren $1,7 - 4,8 \cdot 10^{15}$ Gramm Kohlenstoff

→ gigantische Menge toten Abfalls von ($10^9 - 10^{13}$ Tonnen toter mariner Abfall)

6) Warum ist die Phytomasse in den Weltmeere extrem geringer, als an Land, obwohl ein deutlich größerer Raum zur Verfügung steht?

Es müssen offensichtlich entscheidende limitierende Faktoren eine Rolle spielen, die an Land nicht so deutlich limitieren. Theoretisch könnte man die gesamte Meeressäule beleben, während der Bewuchs auf den Kontinenten nur in einem minimalen Reliefraum stattfindet. Das Phytoplankton im Meer ist i.d.R. einzellig (nicht so wie bei den mehrzelligen (viele Millionen Zellen) Landpflanzen), weist ein sehr geringes Gewicht auf und hat eine sehr kurze Lebensdauer, es hat aber eine extrem hohe Turn-Over-Rate, dh.

innerhalb einer kurzen Lebenszeit findet die Zellteilung / Reproduktion statt. Dabei sterben alte Zellen ab. Daher existiert in den Weltmeeren zu einem Zeitpunkt nur eine sehr geringe lebende Biomasse und es kommt zu großen Mengen biologischen Abfalls. Bei der Phytomasse der Einzeller in den Weltmeeren beträgt die Produktionsrate das Hundertfache der lebenden Biomasse.

7) Wo findet Photosynthese statt und warum ist sie in den Weltmeeren kaum möglich?

Wenn Sonnenlicht in die Atmosphäre eindringt, gibt es eine Absorption im Bereich des Sonnenlichtes aber NICHT in dem Wellenlängenbereich, der für die Photosynthese verantwortlich ist (nicht im sichtbaren Wellenlängenbereich – daher können wir ja auch sehen). Somit sind Landpflanzen nicht durch die Absorption des Lichtes in der Atmosphäre betroffen.

Ab der Meeresoberfläche treffen sie noch im Bereich des sichtbaren Lichtes auf. Direkt unterhalb der Meeresoberfläche verschwindet das sichtbare Licht sehr rasch, dh. der Bereich des photosynthetisch wirksamen Lichtes lässt verschmälert sich sehr rasch.

Bereits ab 15 Meter Tiefe dringt kein rotes Licht mehr durch die Wassersäule, ab 50 Meter kein Orange, ab 100 Meter kein Gelb und Violett und ab 250 Meter kein Blau. (bezieht sich auf klares Wasser)

Da es nur ein Photosynthesepigment gibt, Chlorophyll A, was vor allem im roten Lichtbereich wirksam ist (B und C sind keine primären Pigmente mehr), kann bereits ab geringer Tiefe das Chlorophyll A den Wirkungsbereich des Spektrums des Sonnenlichtes kaum mehr nutzen. Somit wird es schnell schwierig, für entsprechende Organismen in der Tiefe Photosynthese zu betreiben.

8) Was bedeuten qualitative und quantitative Lichtverhältnisse?

Qualitativ:

Typ / Spektrum des Lichtes variiert

Quantitativ:

Generell nimmt die Lichtenergie mit der Wassertiefe ab

→ es resultiert ein Gradient mit zunehmender Wassertiefe, (beides nimmt ab), was einer der entscheidenden Gründe dafür ist, warum „Licht“ in der Hydrosphäre ein limitierender Faktor ist, und an Land eben nicht. Die Wassersäule, in der Photohydrotrophie möglich ist, ist dennoch mächtiger, als der Hauch an Vegetation an Land.

9) Welcher Winkel wird genommen, um einen Sonnenstand zu beschreiben?

Winkel zur Lotrechten -> Alpha

10) Je niedriger der Sonnenstand, desto XXX der Einfallswinkel Alpha?

- > größer

-> zur Mittagszeit, wenn die Sonne senkrecht steht, ist Alpha = 0

11) Was ist von Alpha abhängig? Für was ist Alpha noch verantwortlich?

-> Alpha ist variabel von der geographischen Position (Pol oder Äquator), vom Tagesgang, Jahresgang

-> Vom Einstrahlungswinkel Alpha ist die Lichtenergie abhängig

-> Alpha ist verantwortlich für die Lichtreflexion

-> Bis zu einem Winkel Alpha 0-50° → Reflexion kleiner als 0-5 %

-> Bei einem Winkel Alpha 50 – 90° → Reflexion steigt extrem an ca. 10-80% Reflexion (Licht nicht für Photohydrotrophie verfügbar)

-> Beste Bedingungen sind bei Sonnenhöchststand gegeben

12) Der Unterwassertag ist XXX als der Oberwassertag?

kürzer - > längere Dämmerung im Meer als in der Atmosphäre

13) Der Unterwassersommer ist XXX als an der Oberwassersommer?

kürzer -> Spätes Frühjahr, früher Herbst

14) Wovon ist die Lichtenergie, die auf die Ozeanoberfläche trifft, noch abhängig?

- Aerosole (Wolken, Staub,...)

15) Was minimiert ganz stark das Eindringen des Lichtes in die Wassersäule?

- Schaumbildungen durch Wellengang (Steigert die Reflexion)

- Wellengang an sich (erhöhen die Reflexion)

16) Wann erhöht die Wellenbewegung die Reflexion besonders stark?

-> bei niedrigen Sonnenständen, also wenn Alpha groß ist

-> Grenzwert: Alpha: ca. 60°

17) Was verringert die Reflexion?

-> Diffuses Licht durch Nebel, Wolkenbedeckung...

18) Was ist Lichtrefraktion?

Lichtbrechung zum Lot hin beim Übergang 2er Medien, weil V des Lichtes im Wasser reduziert ist mit „nur noch“ 225.000 km/s

19) Welchen Brechungsindex hat 1: reines Wasser und 2: Luft?

1: 1,33 (reines Ozeanwasser mit 36 Promille Salzgehalt)

2: 1

→ Die Einflüsse und Veränderungen die durch die Variabilität der Wassersäule selbst, im Hinblick auf die Refraktion (z. B. unterschiedliche Salzgehalte) hervorgerufen sind, sind nicht biologisch bedeutend!

20) Was ist eine Attenuation?

Strahlungsabschwächung innerhalb der Wassersäule

-> **durch Streuung** (Verändert nicht die Wellenlänge (Energieform) des Lichtes, sondern lenkt die Strahlen der ursprünglichen Richtung in allen 3 Raumrichtungen ab (auch nach oben), dadurch entsteht das sog. Unterlicht

-> durch Absorption von Licht

→ Beides findet an Wassermolekülen statt, an gelösten Substanzen (Ionen, Moleküle), und am Seston (Organische (lebende oder abgestorbene) Partikel und anorganischer Detritus als Suspension in der Wassersäule)

→ Dadurch wird Lichtenergie entweder in Wärmeenergie (vor allem bei sehr langwelligem Licht) umgewandelt, oder durch die Photosynthese genutzt, um die Lichtenergie in ch. Energie umzuwandeln. Beides führt dazu, dass die Absorption qualitativ und quantitativ stattfindet.

21) Wie misst man die Attenuation?

- Wie stark ist die Abschwächung des Lichtes in einem Meter Wassersäule

- Angaben in %

- Formel:

$Att = 100 * (1 - \text{Intensität } D' / \text{Intensität } D)$

D = Intensität des Lichtes in der Tiefe D

D' = Intensität des Lichtes in der Tiefe D` D` ist dabei die größere Tiefe

Att = Attenuationskoeffizient

22) Absorption und Streuung, somit die Attenuation, sind sehr stark abhängig von der XXX?

- Lichtenergie / Wellenlänge (qualitativ)

- Menge des Lichtes, das Eintritt (quantitativ)

→ bei hohen Wellenlängen ist der ATT sehr hoch, das Minimum liegt bei 457 nm

→ für das **blaugrüne Licht** ist die ATT in reinem Wasser am geringsten, dort dringt das entsprechende Licht sehr tief in den Ozean ein (siehe Frage 7).

→ Unterhalb 457 nm(UV-Licht) ist die ATT wieder stärker

23) Wo ist die ATT demnach am größten?

Rot