

Heute schon gefiltert.....?

Die verschiedenen Filtersysteme und deren Wirkungsweise

Jens Kallmeyer

Max Planck Institut für marine Mikrobiologie
Geoforschungszentrum Potsdam

Gliederung

- **Nährstoffkreisläufe im Aquarium**
 - Nährstoffkreisläufe allgemein
 - Stickstoff
- **Die verschiedenen Filtersysteme**
- **Abschäumer**
- **Nitratfilter**
 - Alkoholfilter und Schwefelfilter
- **Zeolithfilter**
- **Sedimentfilter**
- **Zusammenfassung**

Nährstoffkreisläufe

- In unseren Aquarien laufen verschiedene Kreisläufe ab
- Die meisten Kreisläufe sind miteinander verknüpft
- Filter greifen in diese Kreisläufe ein
- Ohne Kenntnis der Kreisläufe kann ein Filter nicht optimal eingesetzt werden

Der Stickstoffkreislauf, wer spielt mit?

- Ammonium NH_4^+
- Ammoniak NH_3
- Nitrat NO_3
- Nitrit NO_2
- Stickstoff N_2

- Partikuläres und gelöstes organisches Material (POM, DOM)

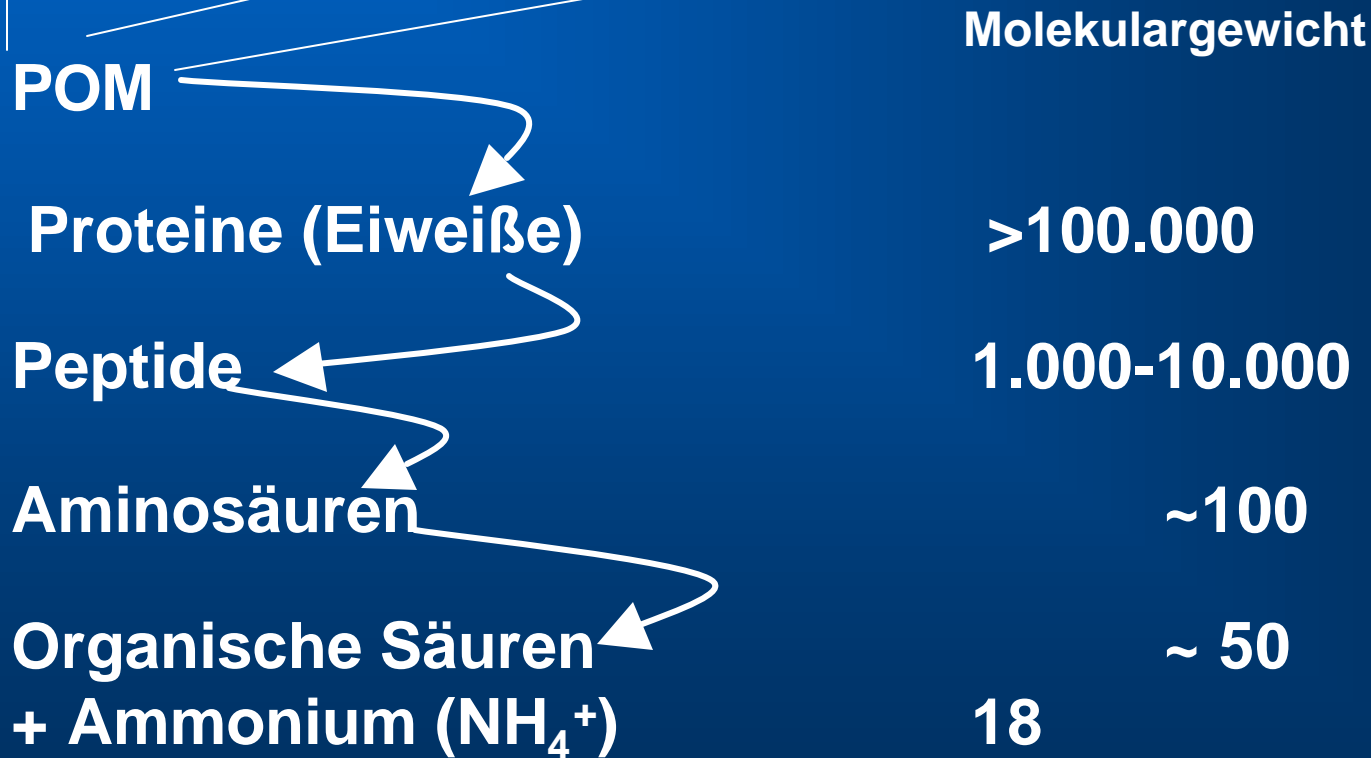
Stickstoffkreislauf, was passiert?

- Ammonifizierung
- Ammoniumoxidation
 - aerob und anaerob
- Assimilierung
- Denitrifikation
- Nitritoxidation
- Nitrifikation
- Nitritreduktion
- Stickstofffixierung

Das ist alles recht kompliziert

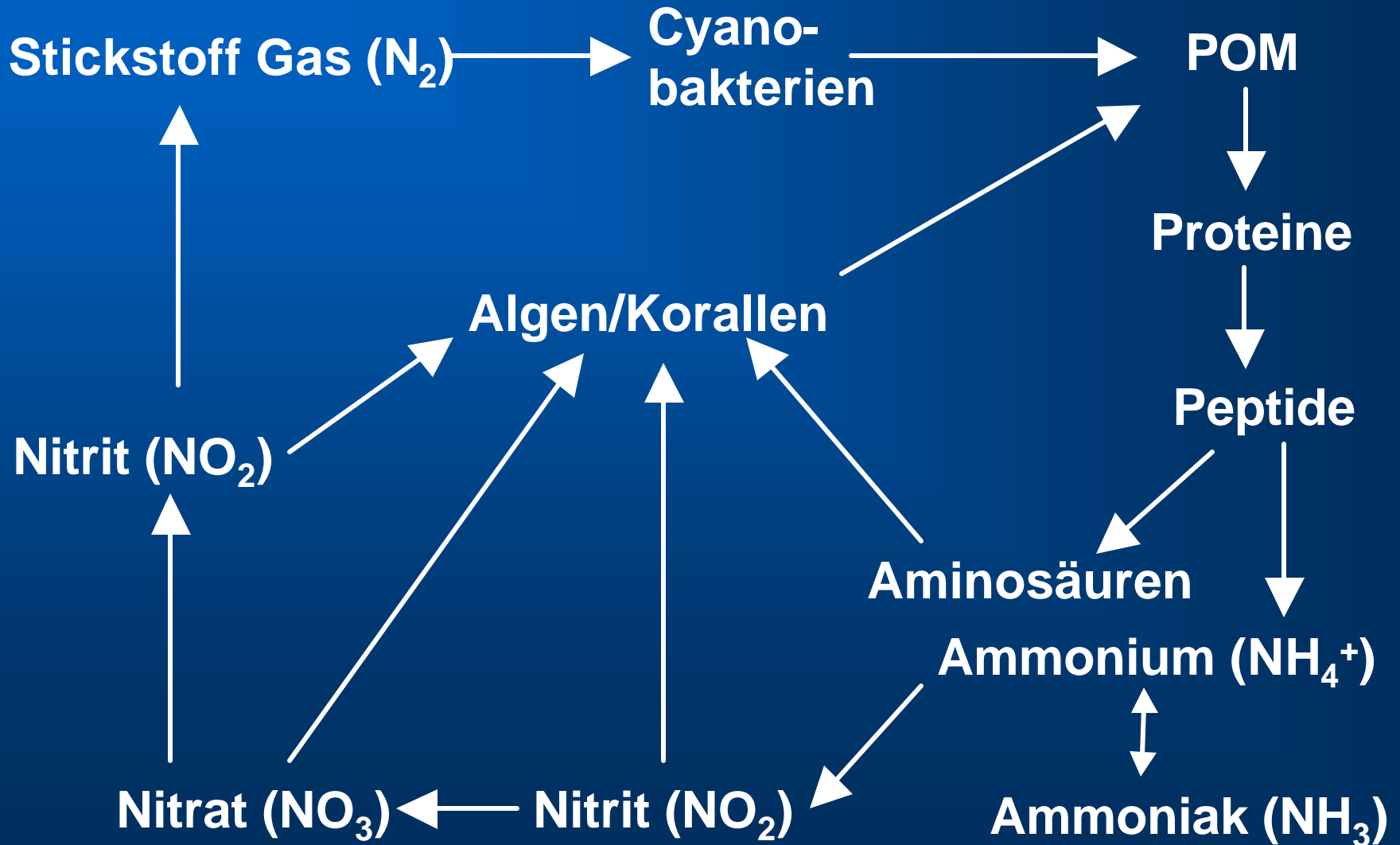
Wie kommt Stickstoff ins Aquarium ?

Füttern Ausscheiden Sterben



Es geht auch anders, dazu später mehr.....

Wie geht's weiter?



Abschäumer

Entfernt Proteine aus dem Wasser

ABER

keine anderen Stickstoffverbindungen

Aber ein paar andere Sachen, dazu später mehr.....

Ein paar Fragen.....

- **Warum gibt es Becken mit riesigem Abschäumer und Nitrat?**
 - **Die Proteine müssen den Abschäumer auch erreichen**
- **Kann man zu viel abschäumen?**
 - **Das ist eine Glaubensfrage**
- **Braucht man wirklich einen Abschäumer?**
 - **Es kommt auf das Aquarium an**

Abschäumer

- **Sind technisch ausgereift, einfach zu bedienen**
- **Brauchen wenig Aufmerksamkeit und Wartung**
- **Holen viele “gute“ Sachen aus dem Wasser raus**
- **Schreddern Plankton**

Nitratfilter

- **Es gibt 2 grundsätzlich verschiedene Typen von Nitratfiltern**
 - **Auf Kohlenstoff basierende Systeme**
 - **Schwefelfilter**

Ein kleiner Exkurs.....

Im Kohlenstoff Filter leben **heterotrophe** Organismen.

-Energiegewinn: Oxidation von **organischem** Material mit verschiedenen Stoffen, z.B. Sauerstoff, Nitrat, etc.

-Heterotrophe Organismen sind **NICHT** in der Lage, selber organisches Material aus anorganischen Verbindungen (CO_2) herzustellen

Ein kleiner Exkurs, Teil 2.....

Im Schwefelfilter leben **autotrophe** Organismen.

Energiegewinn: Oxidation von **anorganischem Material** (z.B. Schwefel, Sulfid) mit verschiedenen Stoffen, z.B. Sauerstoff, Nitrat etc.

Autotrophe Organismen können **selber** organisches Material aus anorganischem herstellen.

Kohlenstoff-Nitratfilter

- Durch Zugabe von organischem Kohlenstoff kommt es zur starken Vermehrung von heterotrophen Bakterien im Filter
- Die Bakterien verbrauchen Sauerstoff
- Wenn der Sauerstoff aufgebraucht ist nehmen sie Nitrat
- Und wenn Nitrat aufgebraucht ist.....?
- Dann stinkts!

Und wieder Chemie.....

— **Oxische Respiration** - 479kJ/mol



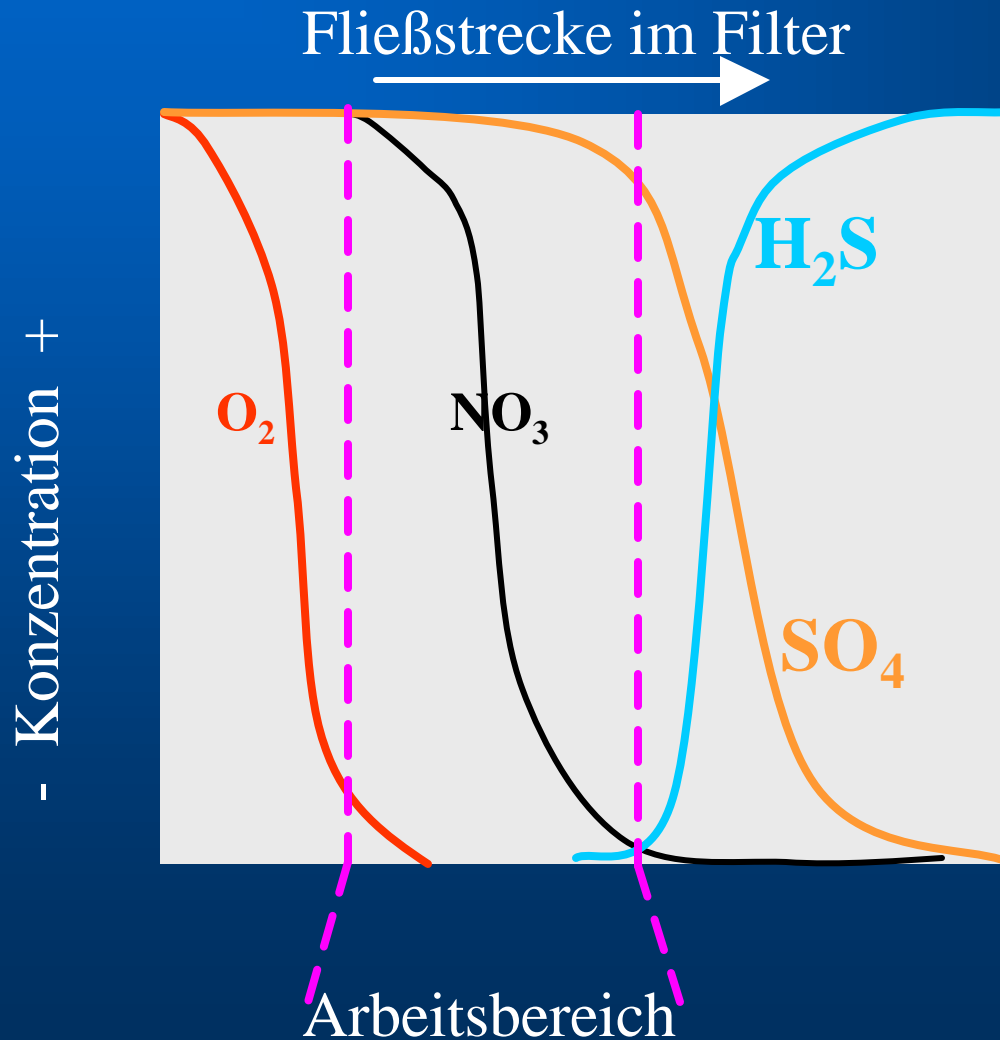
— **Denitrifikation** - 453 kJ/mol



— **Sulfatreduktion** - 77 kJ/mol



Was passiert im Filter?



Das Wasser kommt
Nitrat- und Sauerstoff-
frei aus dem Filter!

Kohlenstoff Nitratfilter

- Die Nahrung und das Frischwasser müssen möglichst gleichmäßig zugeführt werden, beides muß aufeinander abgestimmt sein
- Es sollte eine **belüftete** Reaktionskammer nachgeschaltet sein, in der evtl. entstandenes Sulfid oder nicht verbrauchter Kohlenstoff abgebaut werden kann

Schwefelfilter

- In diesem Filter werden autotrophe Bakterien gezielt angereichert.
- Die Nahrungsquelle braucht nicht extra zugeführt werden
- Anstelle von organischem Kohlenstoff oxidieren sie Schwefel mit Sauerstoff oder Nitrat
- Was passiert wenn kein Sauerstoff oder Nitrat mehr da ist.....?
- Dann stinkts!

Und schon wieder Chemie...



Es wird Schwefelsäure frei, die durch Kalk abgepuffert wird



So weit die Theorie.....

—Wenn kein Nitrat mehr da ist?



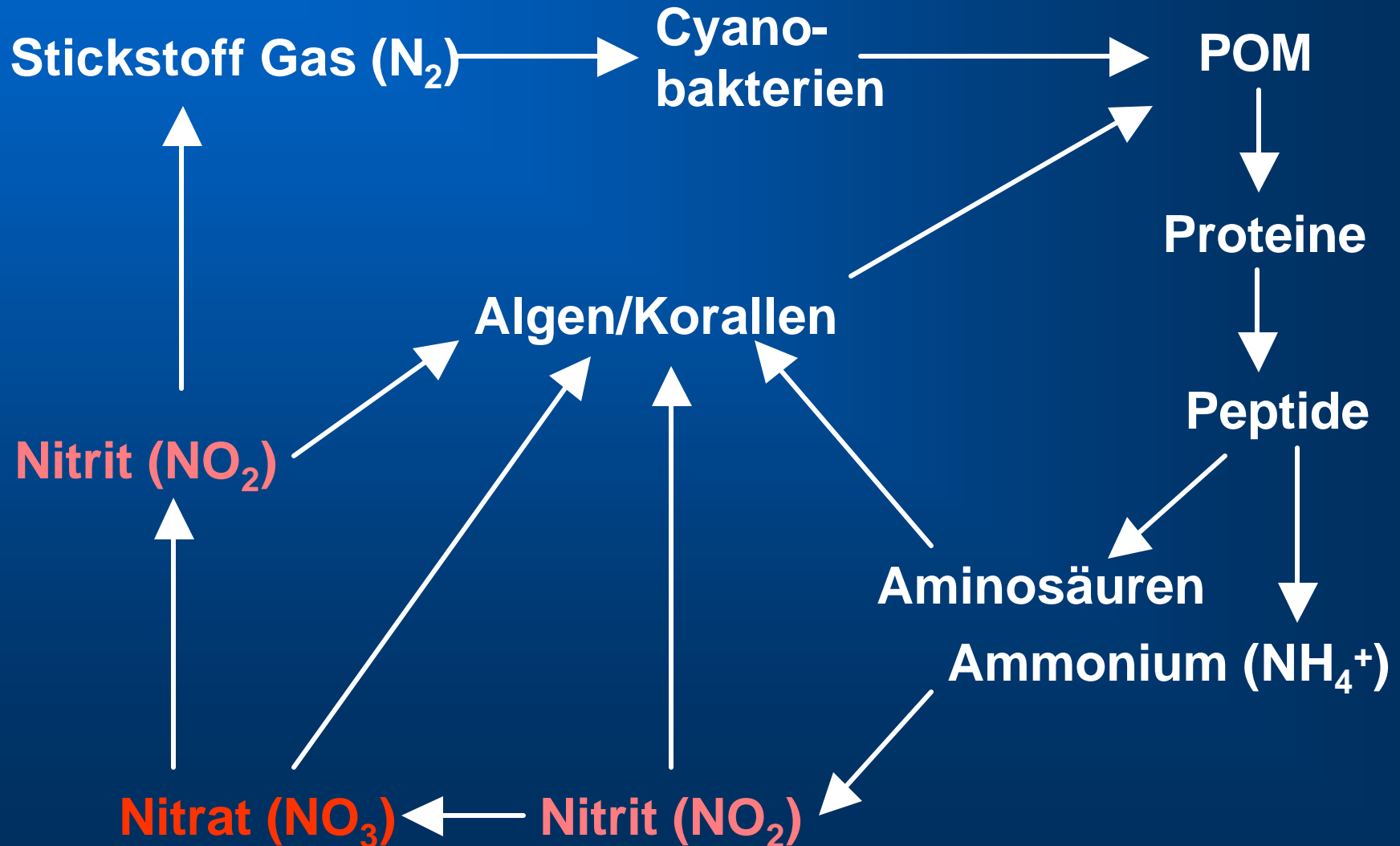
—Und was kann noch passieren?



Schwefelfilter

- Weniger Aufwand, da nur Wasserzufluß kontrolliert werden muß
- Erhöht den Kalkgehalt
- Erzeugt eine Ionenverschiebung!
- Es sollte **keine** belüftete Reaktionskammer nachgeschaltet sein, in der evtl. entstandenes Sulfid reagieren kann, da sonst der Kalk ausfällt

Wo greifen Nitratfilter ein?



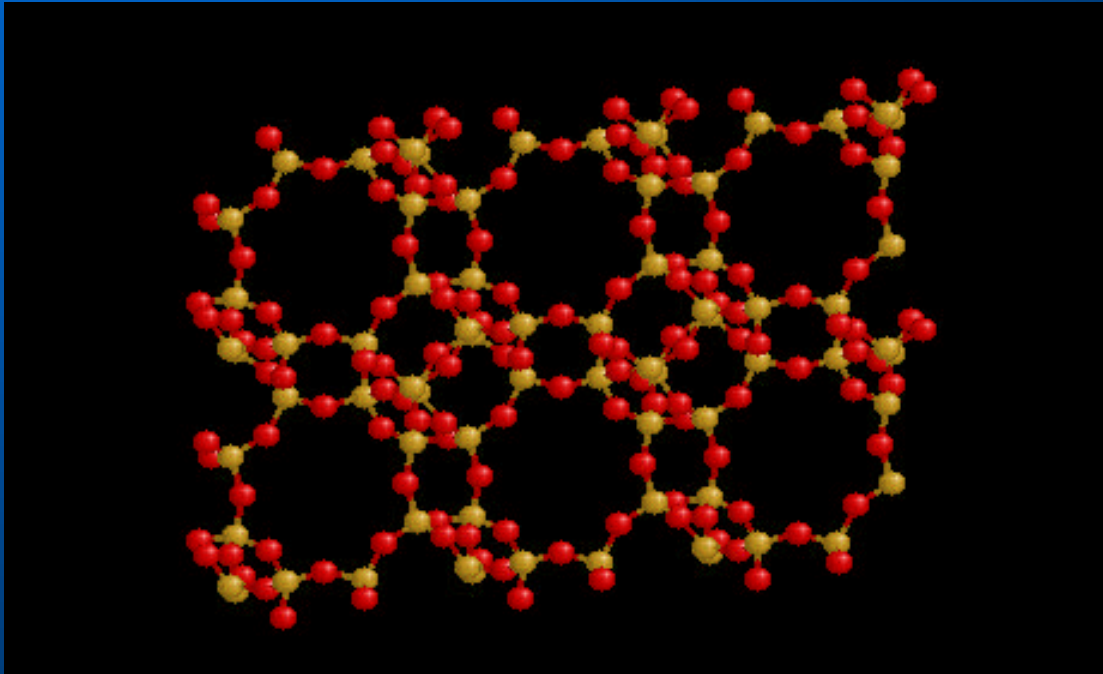
Zeolith Filter

- Was sind Zeolithe?
- Was machen sie, und warum?
- Was haben sie im Aquarium zu suchen?

Zeolithe

- **Zeolithe sind Minerale**
- **Es gibt sehr viele verschiedene natürliche und synthetische Zeolite**
- **Zeolithe tauschen Moleküle mit denen sie beladen sind gegen andere aus**
- **Je nach Art des Zeoliths bevorzugen sie bestimmte Moleküle**

Struktur von Zeolithen



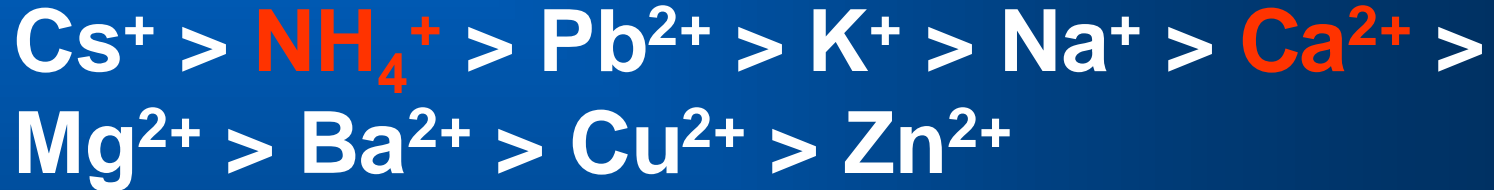
Aluminium- und Siliziumatome bilden ein Gerüst, in dem andere Atome oder Moleküle eingeschlossen werden können

Zeolithe

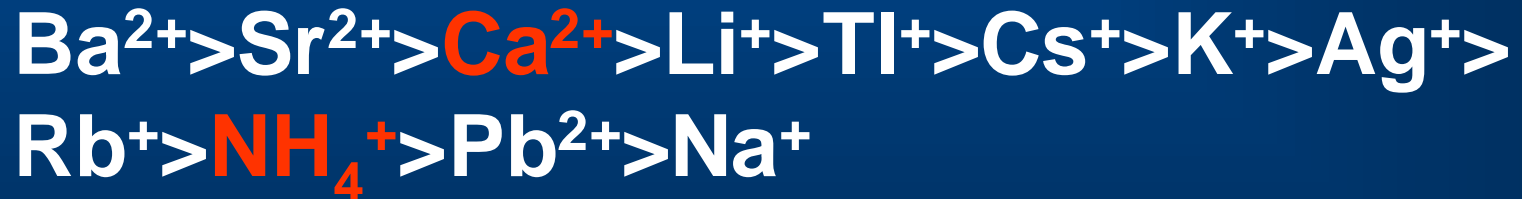
- Zeolithe sind extrem porös und besitzen winzige Poren (Durchmesser 1-10 μm)
- In diesen Poren siedeln sich Bakterien an
- Der Nährstoffabbau funktioniert in zwei Stufen:
 1. Ammoniumabsorption
 2. Ammoniumoxidation/Denitrifizierung

Wer absorbiert was?

—Clinoptilolith

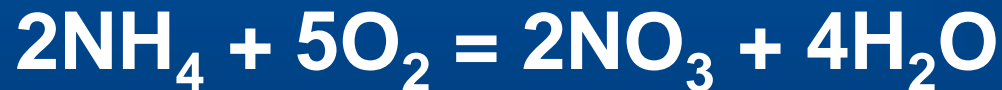


—Herschelith



Ammoniumabsorption

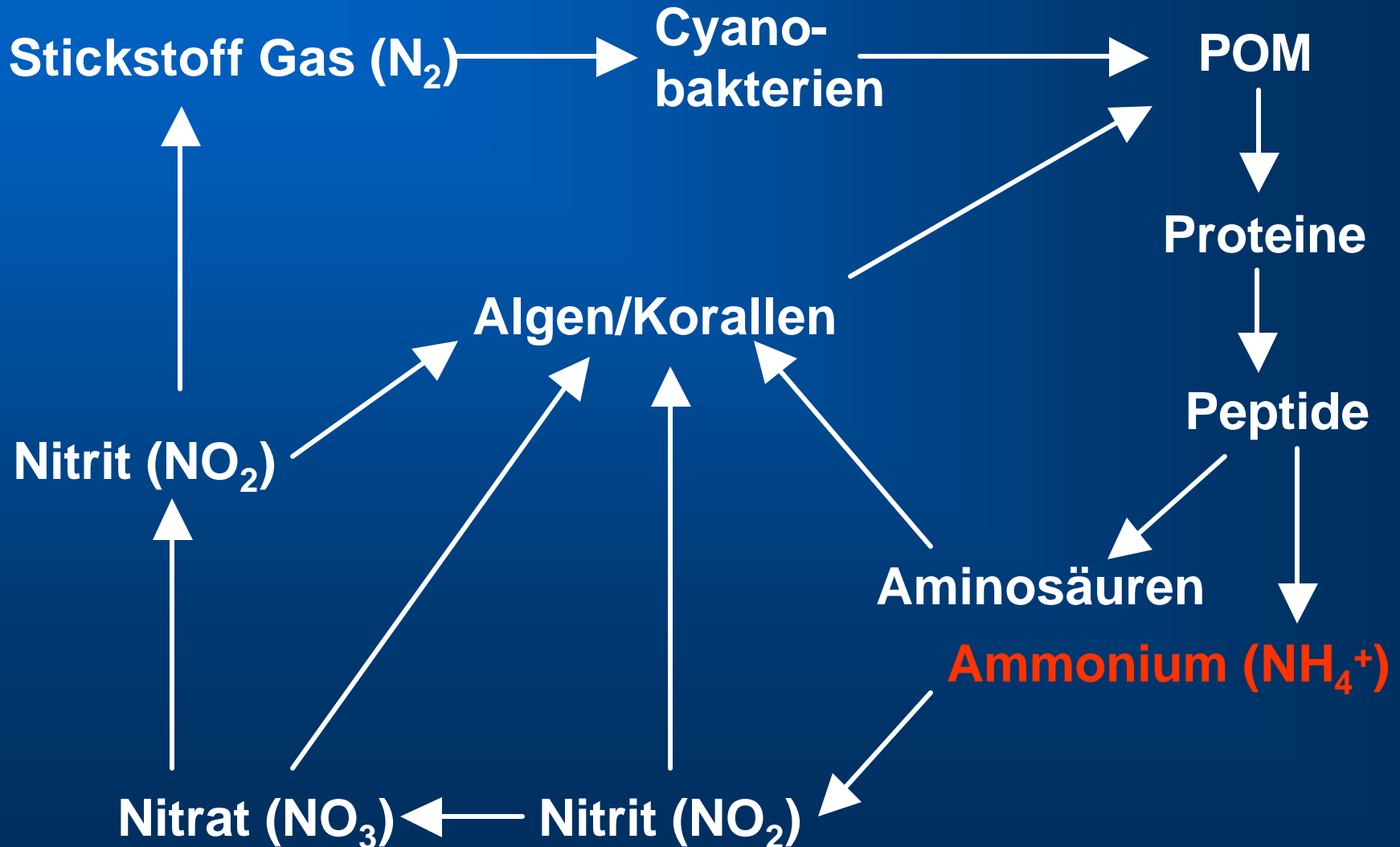
- Autotrophe Bakterien besiedeln die Oberfläche des Zeoliths und oxidieren das absorbierte Ammonium mit Sauerstoff zu Nitrat



- Tiefer im Mineral wird das Nitrat von heterotrophen Bakterien zu Stickstoff abgebaut



Wo greifen Zeolithfilter ein?



Warum läuft ein Zeolith Filter nicht ewig?

- Die Poren verstopfen
- Die Austauschwirkung ist erschöpft

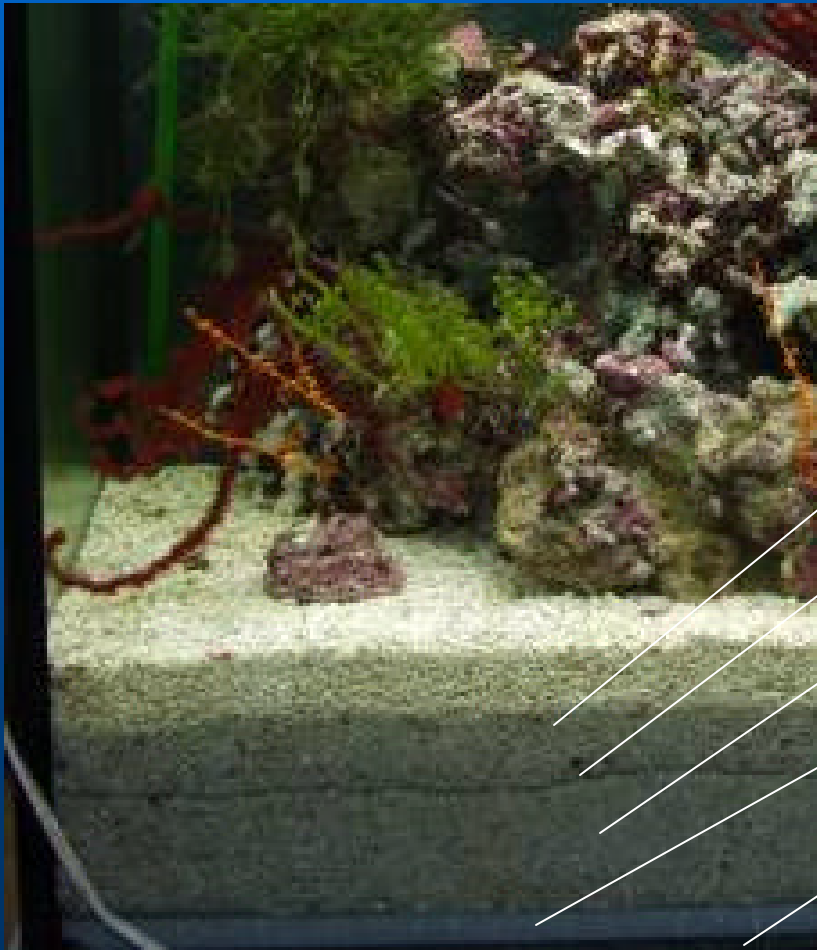
Zeolith Filter

- Zeolithe sind recht einfach in der Anwendung
- Zeolithe können Phosphat binden und u.U. auch biologisch abbauen
- Zeolithe können u.U. extrem schnell und effektiv in Nährstoffkreisläufe eingreifen, das kann positive oder negative Effekte haben

Sedimentfilter

- **Filtertechnik mit der längsten Geschichte**
- **Verschiedene Systeme sind im Gebrauch, unterscheiden sich nur graduell**
Jaubert, Deep Sand Bed, Miracle Mud

Jaubert



**Bodengrund wird
als Filter genutzt**

Feiner Kies/Sand

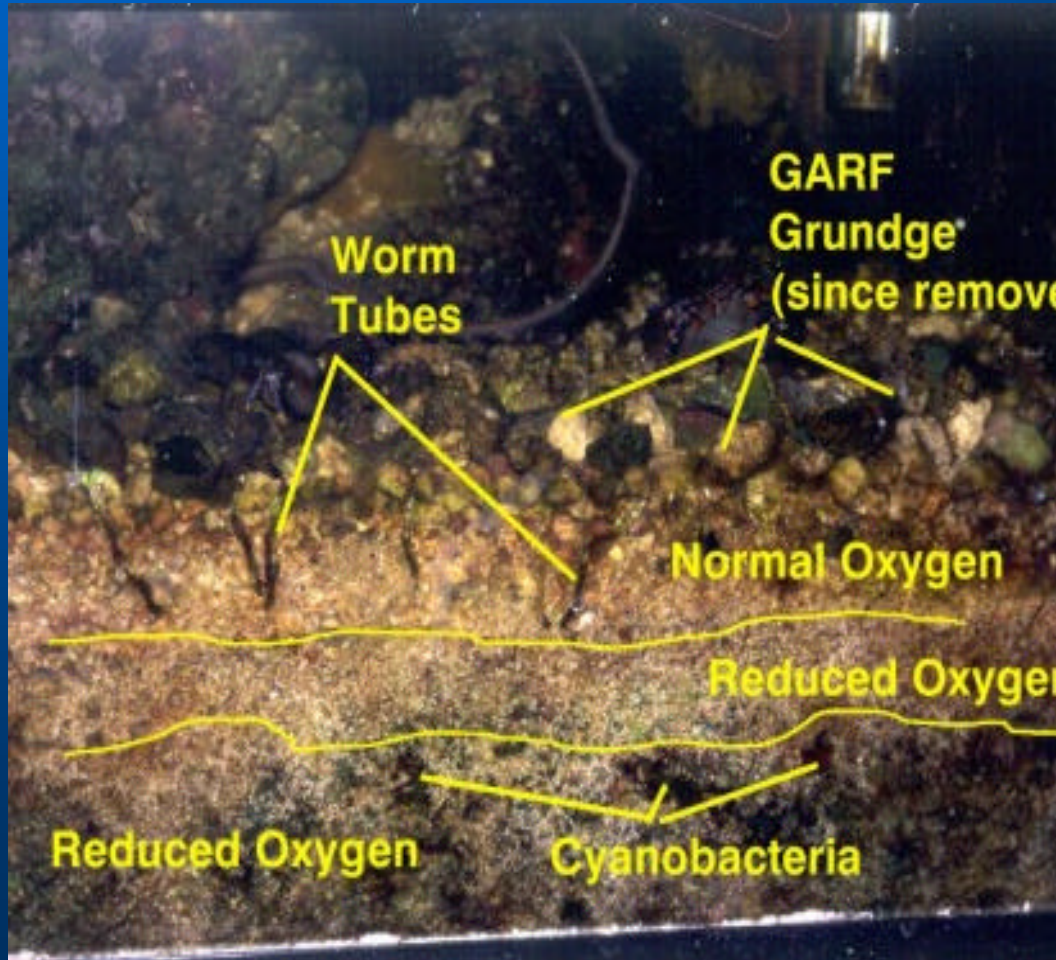
Gaze

Feiner Kies/Sand

Rasterplatte

Plenum mit Auslauf

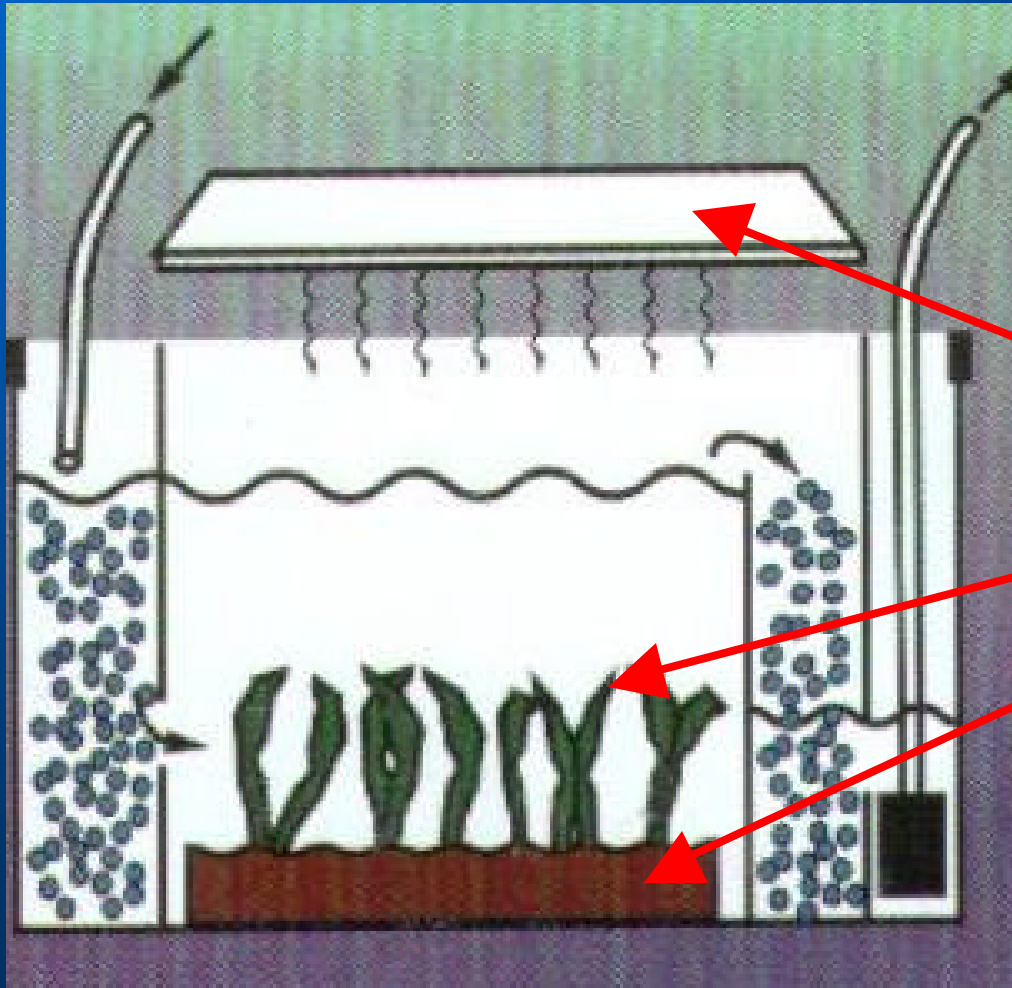
Deep Sand Bed (DSB)



**Bodengrund wird
als Filter genutzt**

Feiner Kies/Sand

Miracle Mud (MM)



**Sediment ist in
eigenem Becken**

24 h Beleuchtung

**Caulerpa
Miracle Mud**

Gemeinsamkeiten der Systeme

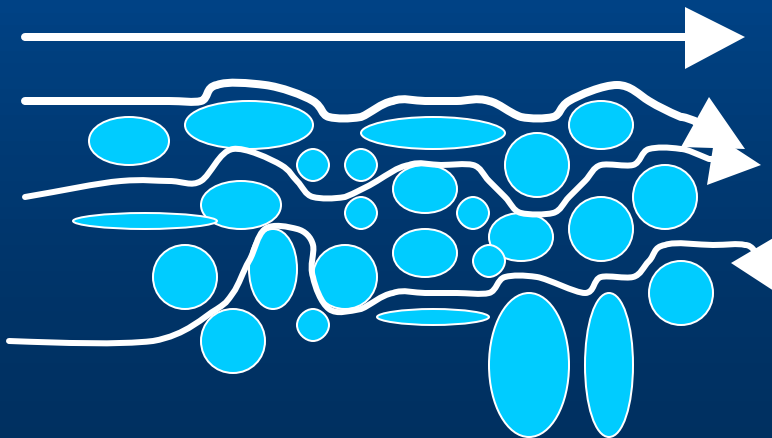
- Das Sediment bietet Bakterien eine große Oberfläche zum Besiedeln
- Alle benötigten Nährstoffe (bzw. zu entfernenden Stoffe) gelangen durch Advektion ins Sediment
- Systeme regulieren sich selber

Was ist Advektion?

Advektion ist der GERICHTETE Transport von gelösten Stoffen durch Strömung

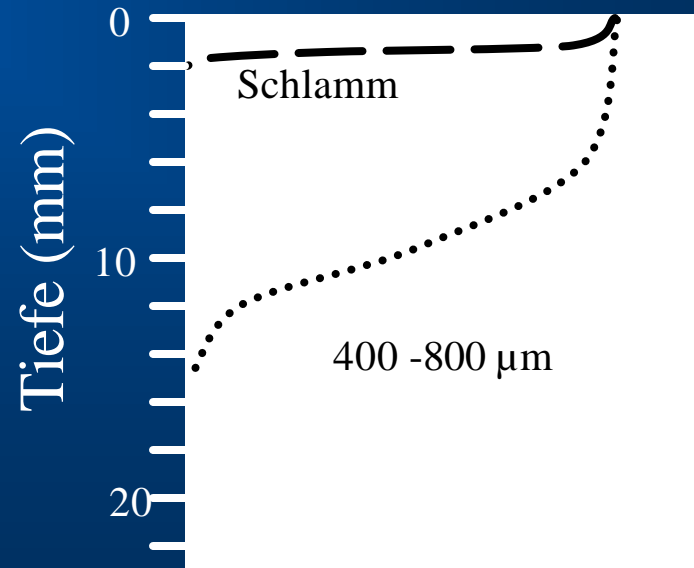
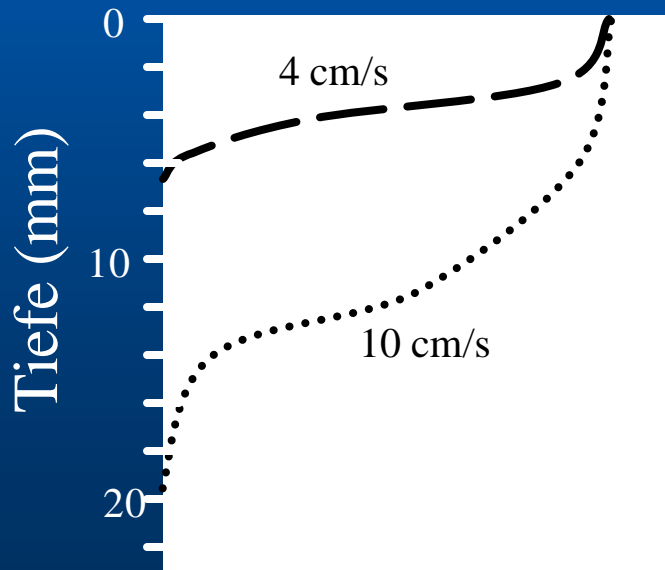
Advektiv Transport von Stoffen in Sedimenten wird mit zunehmender Sedimenttiefe langsamer weil:

- Der zurückzulegende Weg immer länger wird
- Reibungsverluste die Strömung bremsen

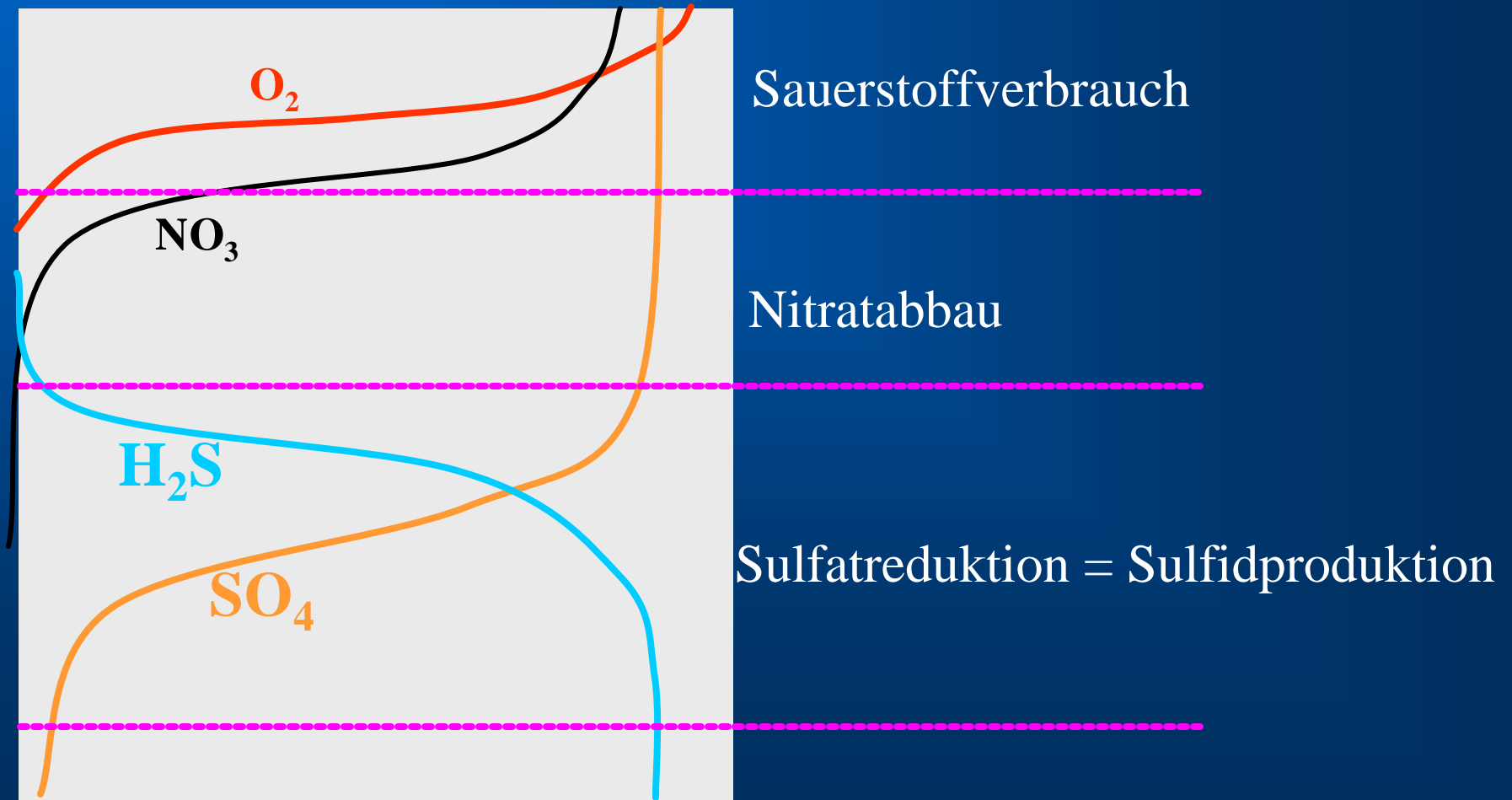


Was ist Advektion ?

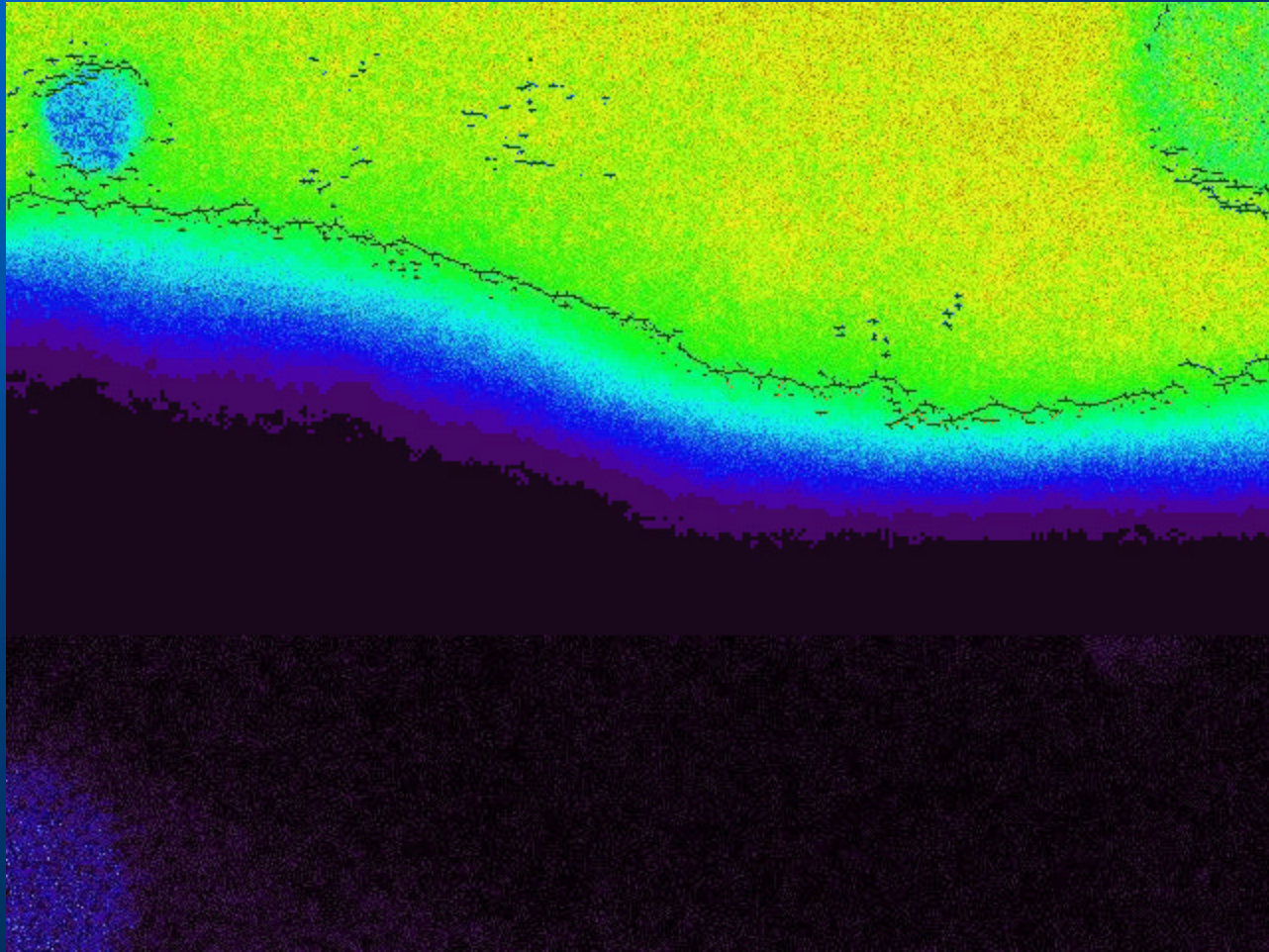
Wie tief advektiver Transport ins Sediment eindringt hängt von 2 Faktoren ab :
Strömungsgeschwindigkeit und Korngröße



Was passiert im Sediment ?

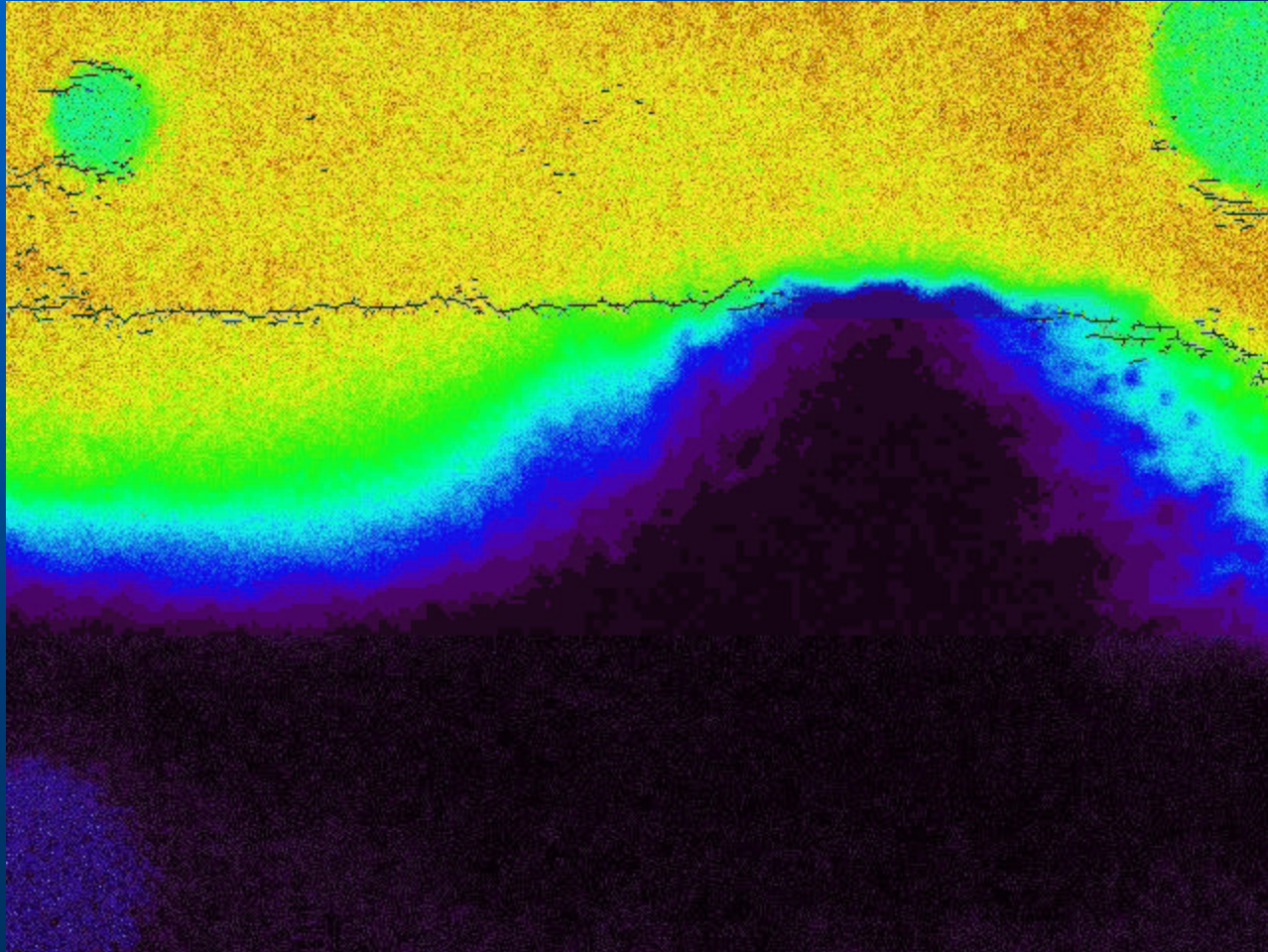


Und wie sieht so was aus?



E. Precht & U. Franke

Und noch einer

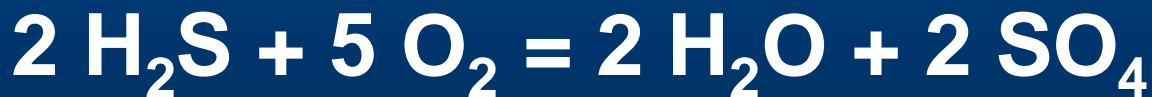


E. Precht & U. Franke

Die große Angst: Sulfid

In tiefen Sedimentschichten kann es zur
Produktion von Sulfid kommen

Sulfid kann von autotrophen Bakterien
mit Nitrat oder Sauerstoff oxidiert
werden



Die große Angst: Sulfid

- Sulfid kann sehr schnell in Sedimenten entstehen
- Es wird von Bakterien als Energiequelle genutzt
- Eine Freisetzung ins Aquarium ist nur unter ungünstigen Bedingungen möglich (sehr viel organisches Material an einer Stelle, wenig Strömung etc.)

Sulfid als Nahrungsgrundlage

Eigenschaften der Systeme

- **Jaubert**
 - Durch Plenum gute Kontrollmöglichkeit
 - Unterer Bereich des Sediments nicht zugänglich für grabende Tiere
- **Deep Sand Bed**
 - Extrem einfach einzurichten
 - Sehr robust, aber schwer zu kontrollieren
- **Miracle Mud:**
 - Entfernt Phosphat durch Caulerpa
 - Caulerpa muß regelmäßig geschnitten werden
 - Gutes Biotop für kleine Krebse etc.
 - Sehr starke Strömung in der Filterkammer

Zusammenfassung

- Die Systeme arbeiten auf unterschiedliche Weise und greifen an verschiedenen Stellen in den Nährstoffkreislauf ein
- Mit jedem System oder Kombinationen daraus können Aquarien betrieben werden
- Ohne ein Verständnis über die Funktionsweise eines Filters kann man mit **jedem** Filter **jedes** Aquarium ruinieren

Zusammenfassung

Ein paar Gedanken sollte man sich vor einem Systemwechsel machen:

- Was will ich bzw. was brauche ich?**
- Was können die einzelnen Systeme können und was können sie nicht?**