

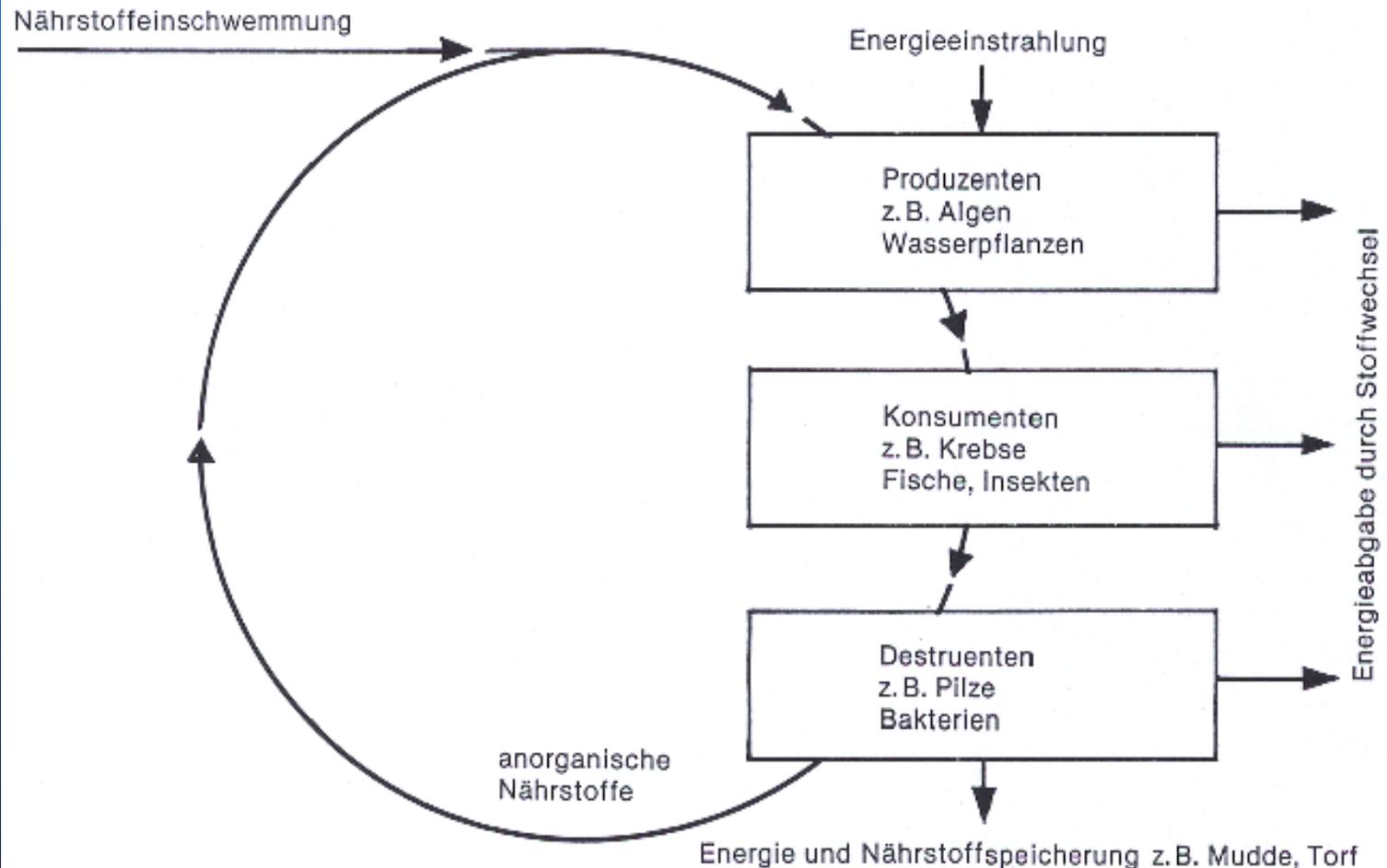
Einführung in die Limnologie

Fliessgewässer

Quellen – Bäche - Flüsse

Geschlossenes Ökosystem

Bild 2 **Geschlossenes Ökosystem**
Süßwassersee
Vereinfachtes Schema von Stoffkreislauf und Energiefluß

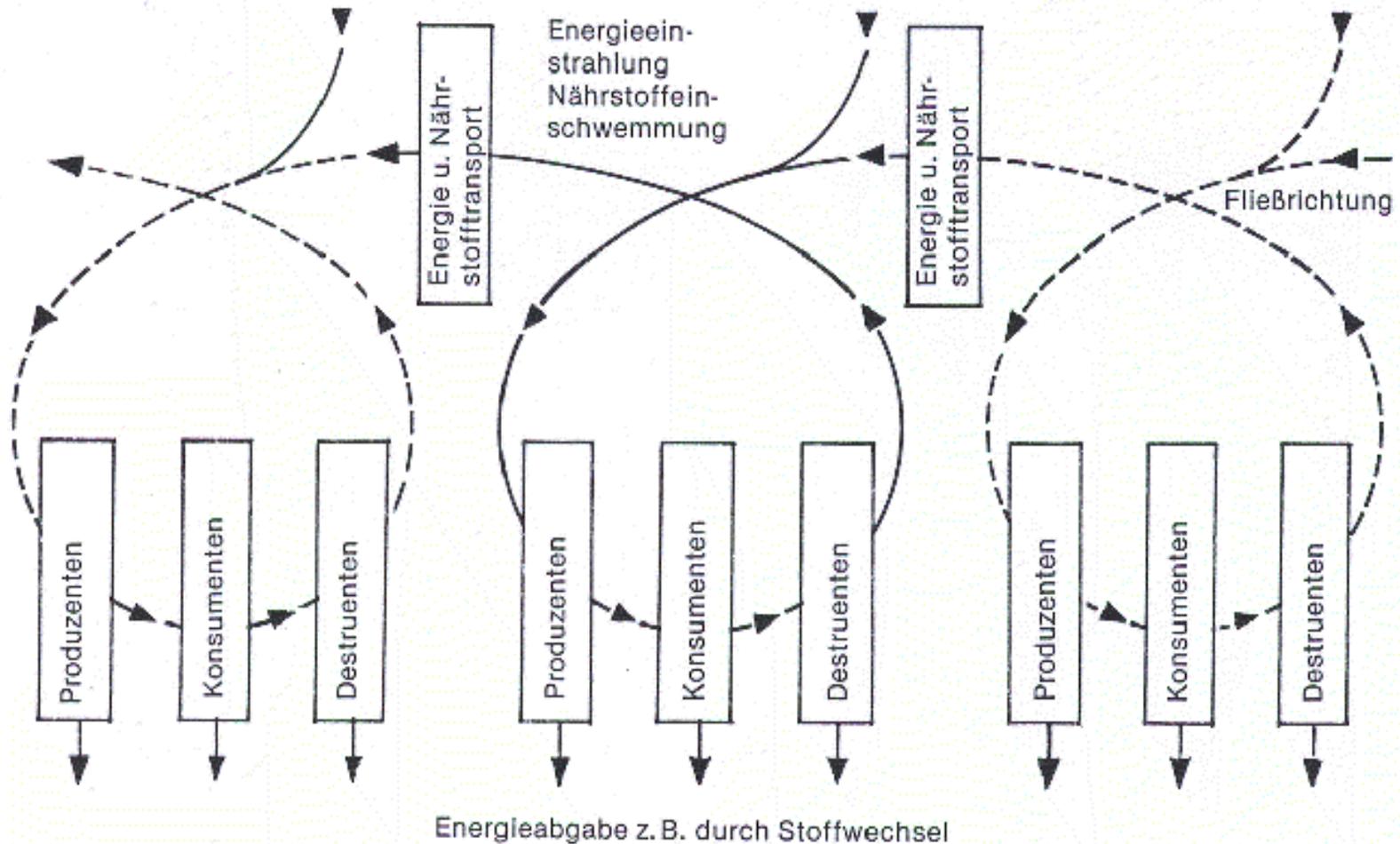


Offenes Ökosystem

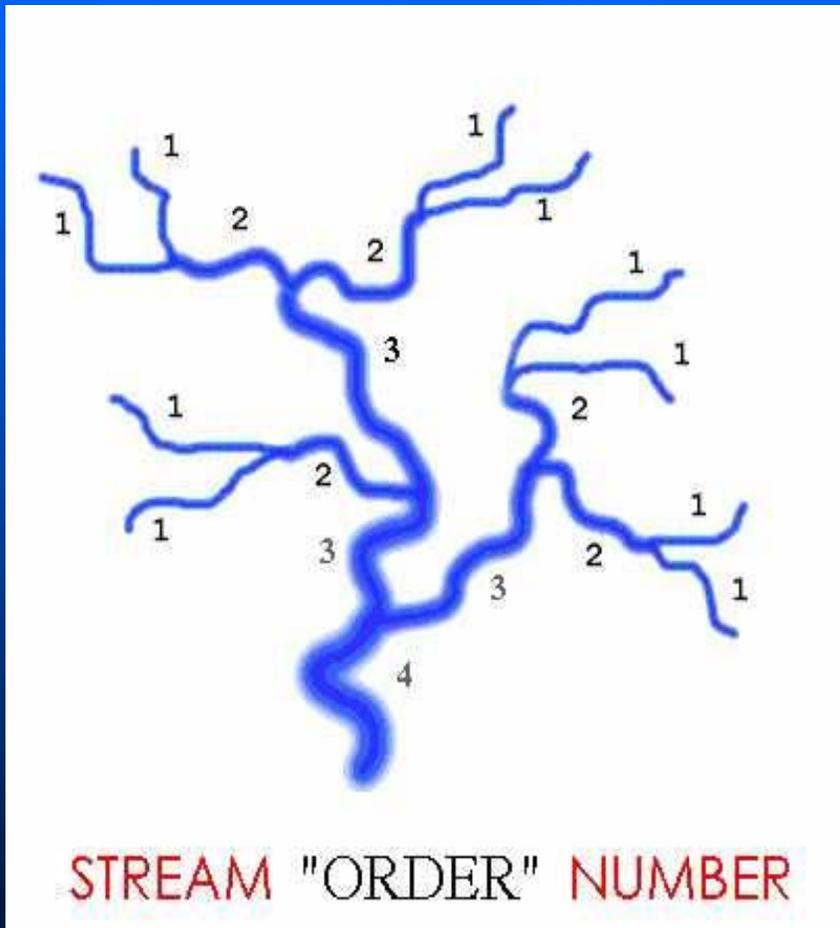
Bild 3 **Offenes Ökosystem**

Teil eines Fließgewässers

Vereinfachtes Schema von Stoffdurchlauf und Energiedurchfluß



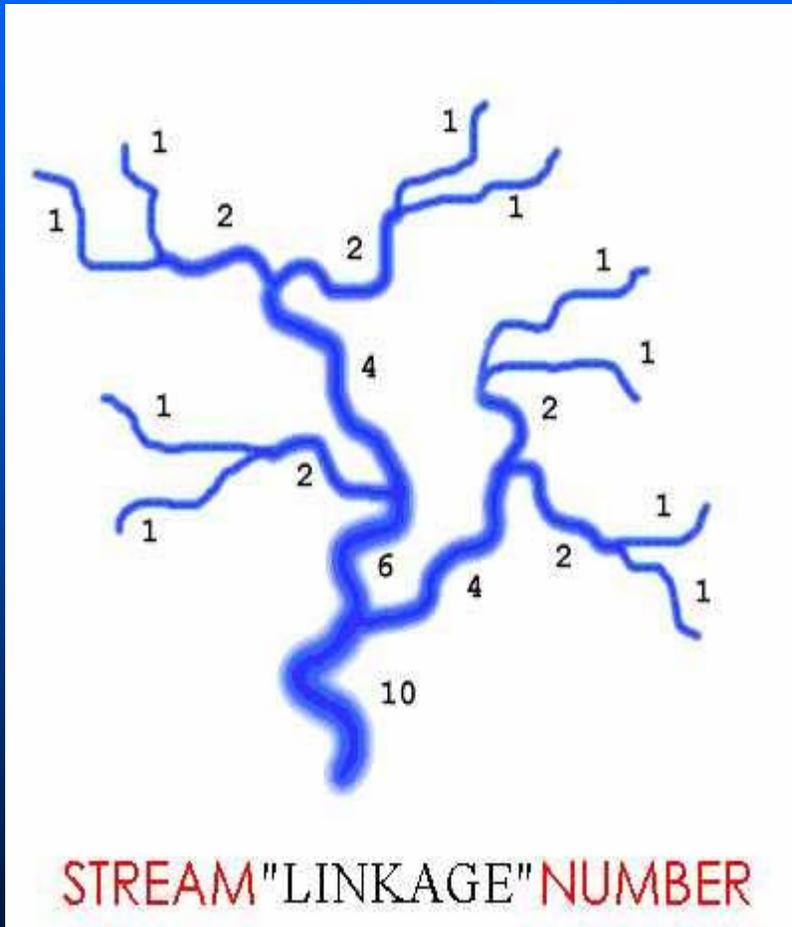
Ordnung in Fließgewässern



In vielen Ländern vergibt man ‚stream order numbers‘ und das geht so:

1. Aus Quellen kommen ‚1st order streams‘
2. Durch Zusammenfluss von zwei ‚1st order streams‘ entsteht ein ‚2nd order stream‘
3. Aus zwei ‚2nd order streams‘ wird ein ‚3rd order stream‘
4.

Ordnung in Fließgewässern



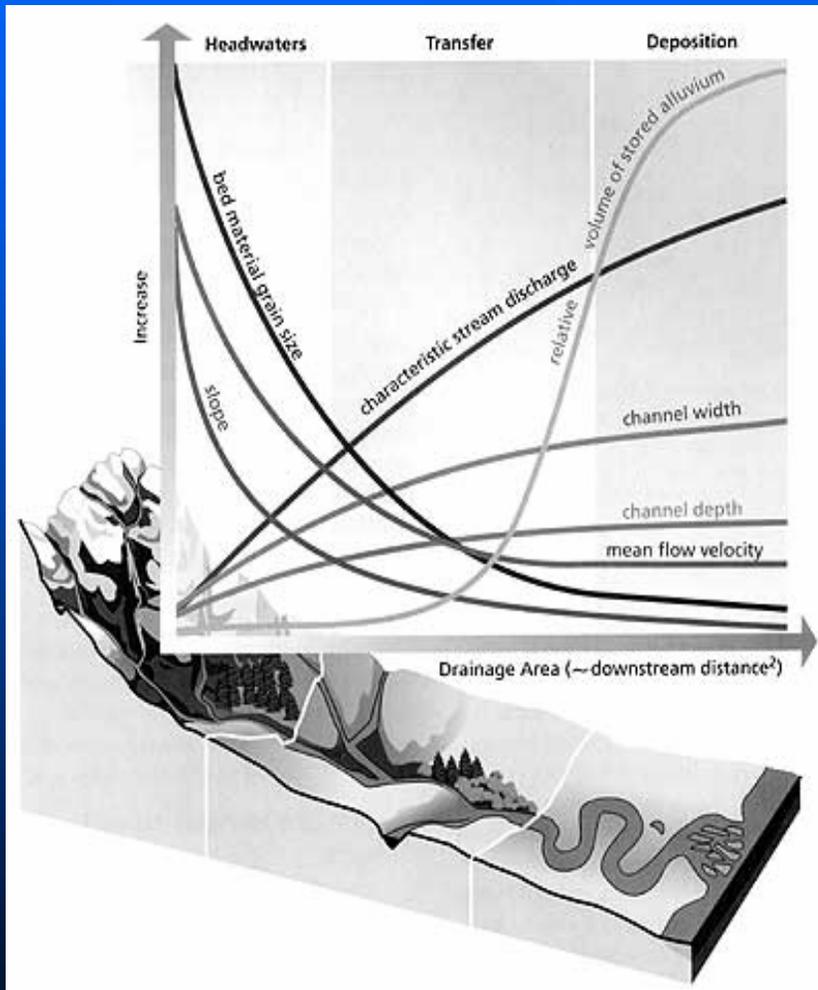
Eine Alternative ist die
,stream linkage number':

Durch die **Addition** der
Ordnungszahlen oberhalb
eines Zusammenflusses
wird die **Ordnungszahl**
unterhalb ermittelt

Deutsche Fliessgewässerordnung

1. Fliessgewässer **1. Ordnung** sind Bundeswasserstrassen (Bund mit eigener Verwaltung verantwortlich)
2. Fliessgewässer **2. Ordnung** sind Gewässer mit Sohlbreiten über 1 – 1.5m (meist Gemeinden verantwortlich, Vereine ...)
3. Fließgewässer **3. Ordnung** sind Gewässer mit Sohlbreiten unter 1m (verantwortlich oft Grundstückseigentümer)

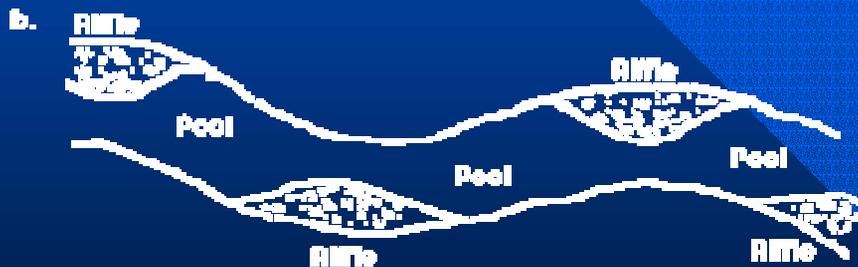
Veränderungen Quelle - Mündung



Von Quelle zu Mündung
Ändern sich Faktoren –
Menge abgelagerten
Materials, Abfluss, Breite
und Tiefe **steigen**

Gefälle, Fließgeschwindigkeit
und mittlere Korngrösse
sinken

Entstehen von Lebensräumen



Durch Veränderung des Gefälles und durch die landschaftlichen Vorgaben beginnt das Gewässer in Schleifen abzufließen

Dabei bilden sich **,riffles'** = flach, stark durchströmt und **,pools'** = tieferes Bereiche mit ruhig fließendem Wasser

(**,Schnellen'** und **,Stillen'**)

Energieversorgung - Shredder

Shredder – Zerkleinerer

Wichtigste Nahrung

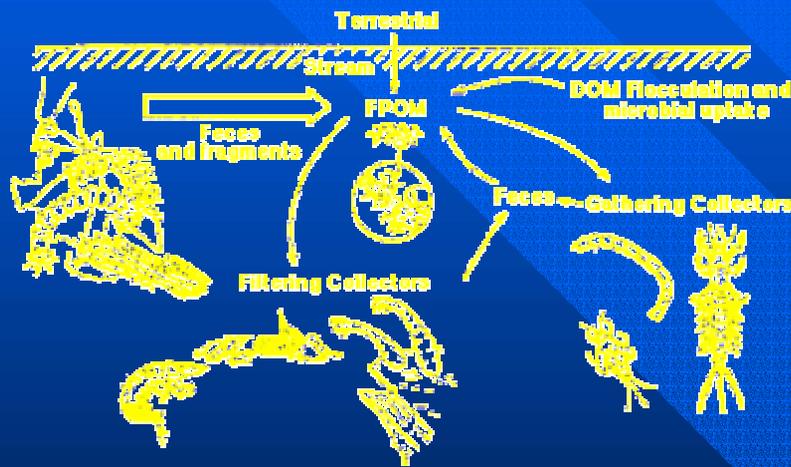
1. Gefäßpflanzen
2. Grobpartikuläres organisches Material (CPOM)
3. Holz

Fressmechanismen

1. Herbivore – kauen und minieren in lebendem Material
2. Detritivore – fressen CPOM

Wichtige Vertreter

1. Gammaridae
2. Trichoptera – Limnephilidae



Shredder - Zerkleinerer



Shredder findet man meist am Rande der Bäche, ganz besonders aber in ‚leaf packs‘

Sie verarbeiten organisches Material >1 mm (CPOM, Blätter, Holz ...) und ‚zerbrechen‘ es in kleinere Partikel

Habitat: Shredder bevorzugen Blätter, kleine Holzstücke und Zweige. Alle Strukturen, die organisches Material fangen und halten können ist für sie interessant

Gammaridae, Trichoptera und Plecoptera sind Gruppen einheimischer Shredder

Collector - Sammler



Collectors (filterers and gatherers)
nutzen Partikel < 1 mm (FPOM)

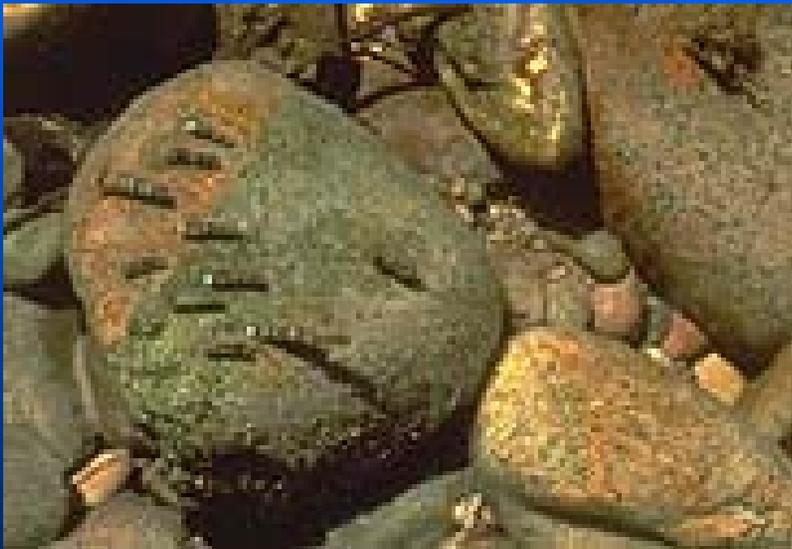
Filtrierer wie die Larven von
Simuliidae (Kriebelmücken) sitzen
und warten, bis Futterpartikel zu
ihnen gedriftet werden

Habitat: Collector-filterers sitzen auf
großen, stabilen Unterlagen
(Steine, Äste, Baumstämme), und
warten auf driftendes Futter

Simuliidae, Trichopteren und
Chironomiden sind Sammler

Gatherers - Sammler

Gatherers, suchen aktiv ihre Nahrung (u.a. einige Köcherfliegen-Larven).

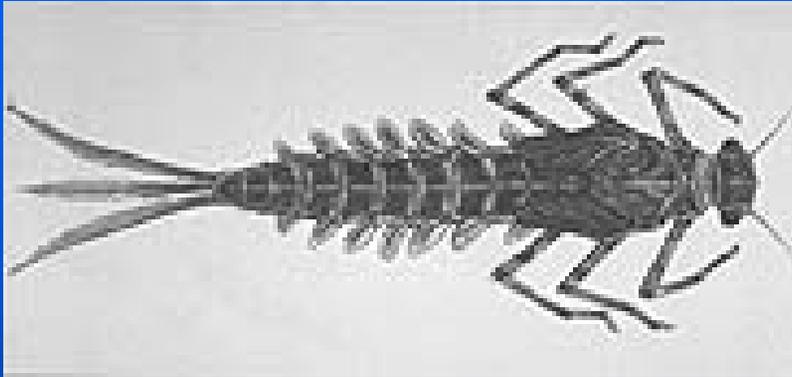


Habitat: Collector-gatherers leben in Bächen mit mittelgroßen Steinen

Pflanzliches und tierisches organisches Material, das sich am Gewässerboden absetzt ist ihre Futterquelle

Die **Trennung** von **Shredder** und **Gatherer** ist teilweise **künstlich**

Collectors und Grazer/Scraper



Collectors und grazers **fressen Algen**, die auf Steinoberflächen wachsen (eigentlich **Biofilm**)

Gewässerabschnitte mit **guter Sonneneinstrahlung** haben **ausreichendes Algenwachstum**

Habitat: Mittelgroße Bäche mit Ordnungszahl ca. 4-6

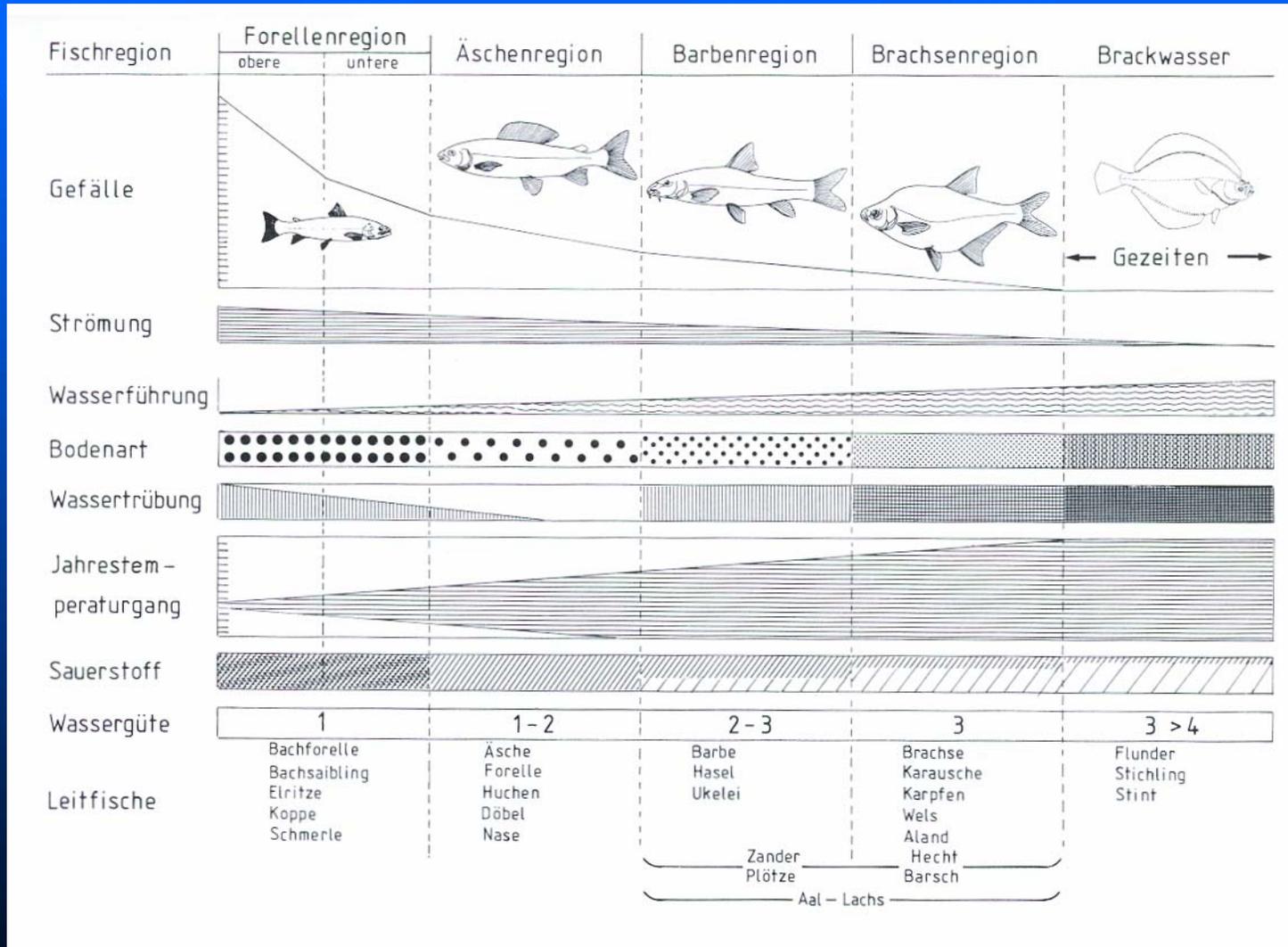
Mehr Sonne erreicht das Gewässer, wärmeres Wasser und mehr Nährstoffe beschleunigen Algenwachstum

Predators - Räuber

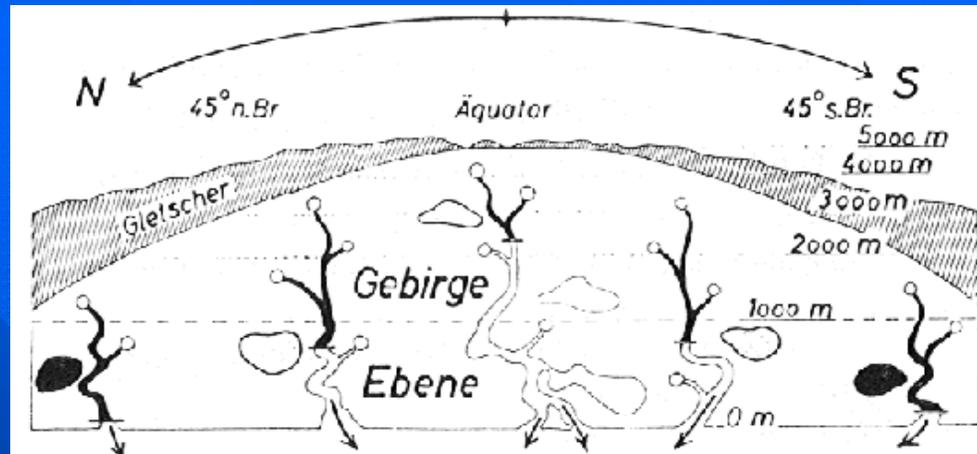
Predators – **Räuber** fressen andere kleine Bewohner der Bäche als Eier, Larven oder Puppen. Spezialisierung gibt es dabei kaum.



Fließgewässer und Fischregionen



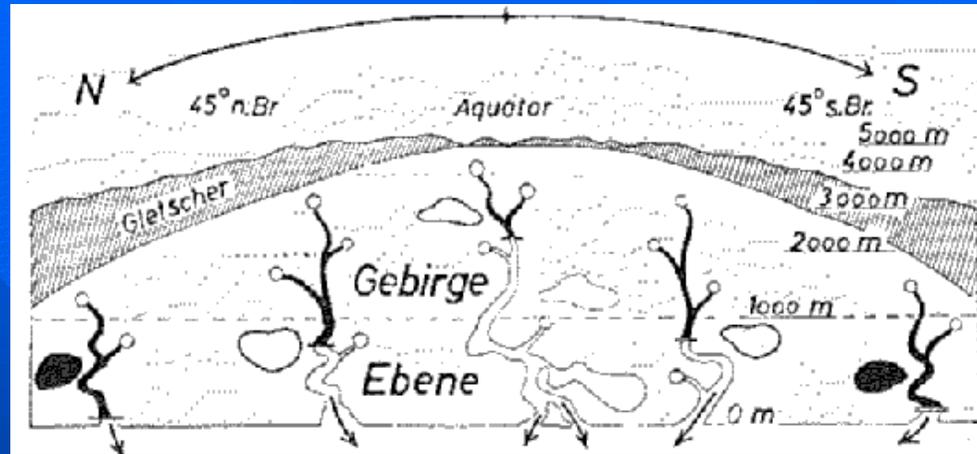
Rhithron – Potamon - Konzept



nach Illies und Botosaneanu 1963

- Fließgewässer werden in drei Abschnitte: Quelle (**Krenon**) – Bach (**Rhithron**) - Fluss (**Potamon**) unterteilt. Bach und Fluss haben je einen oberen (**epi-**), mittleren (**meta-**) und unteren (**hypo-**) Abschnitt.
- **Helokrene** (Sumpf-) **Limnokrene** (Teich-) und **Rheokrene** (Fließquelle) sind die wichtigsten Quelltypen.

Rhithron – Potamon - Konzept

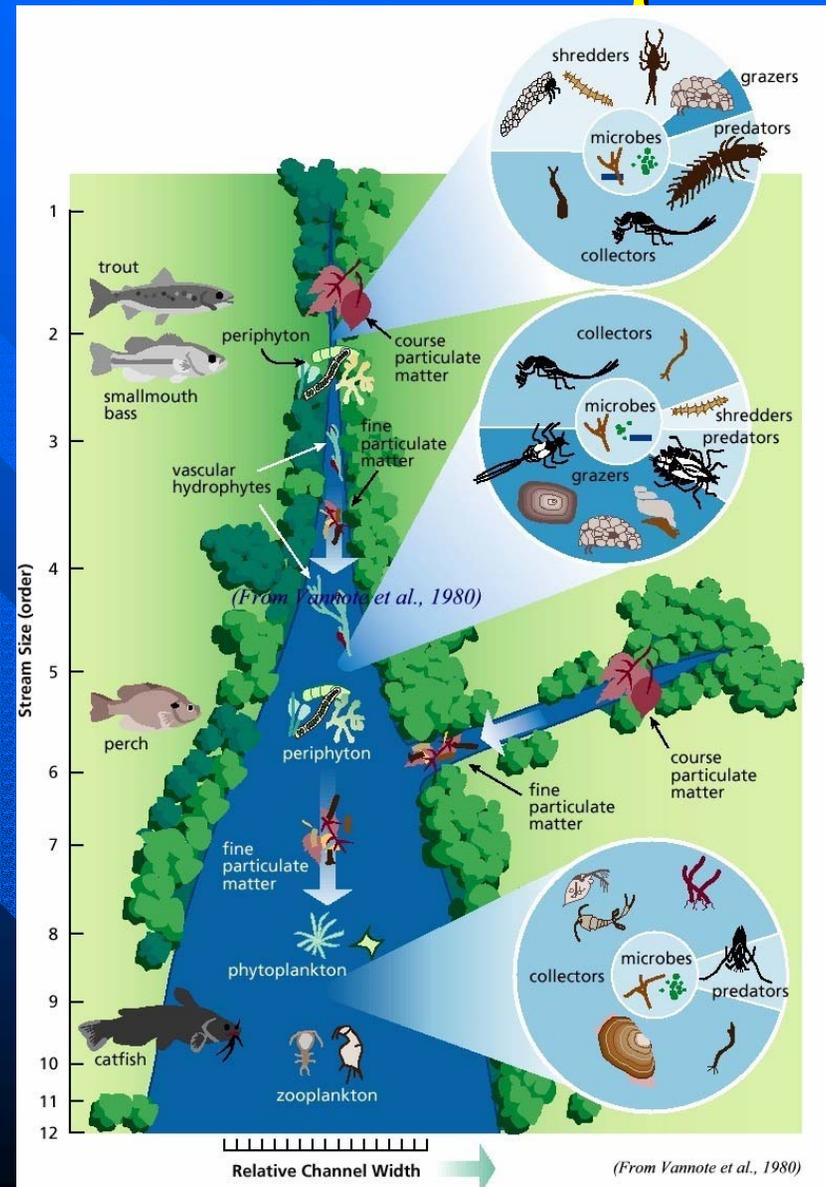


Illies & Botosaneanu 1963

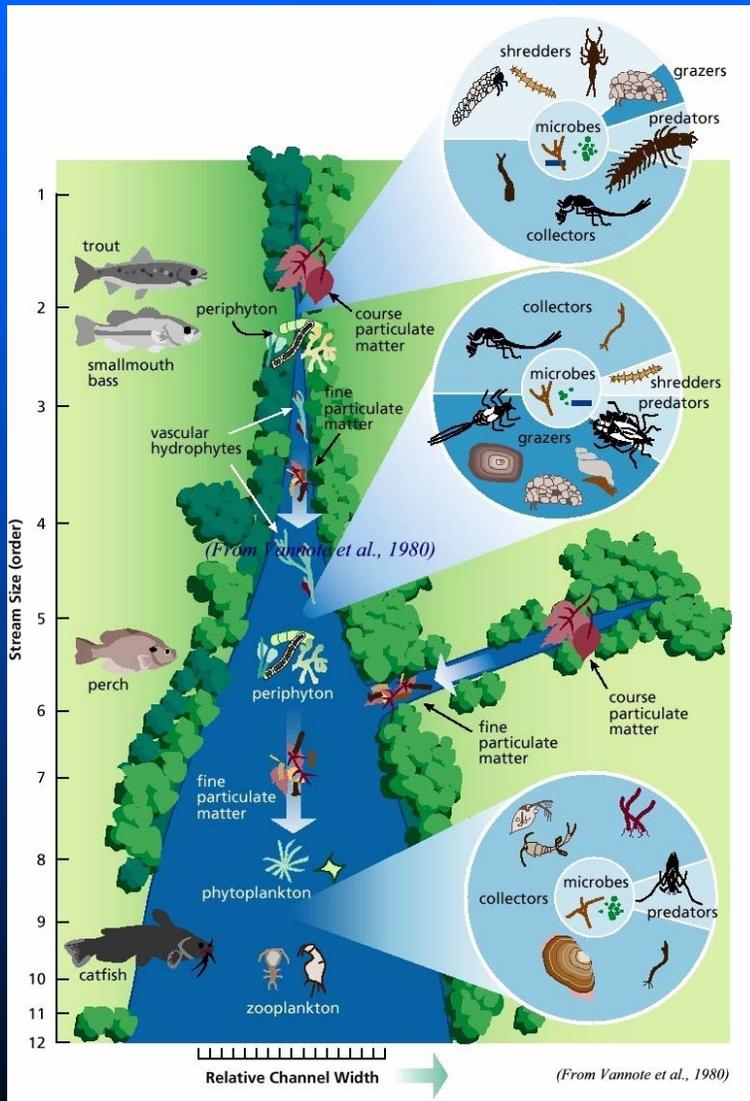
- Grenze Rhithron-Potamon ist eine Jahrestemperaturamplitude der Monatsmittel $> 20^{\circ}\text{C}$
- Mit zunehmender Entfernung vom Äquator steigt der Anteil des Rhithrals am Gesamtgewässer

Das River-Continuum-Concept

- RCC gibt einen theoretischen Rahmen von Struktur und Funktion von Fließgewässern von der Quelle bis zur Mündung zu geben.
- Es versucht Unterschiede zwischen verschiedenen Stellen durch die vom terrestrischen Umfeld bestimmten unterschiedlichen Vorgaben zu erklären.



Das River-Continuum-Concept



- Annahme: Lebensgemeinschaft und Ökosystem im Gleichgewicht mit ihrer Umwelt sind.
- Annahme: lotische Systeme sind entlang eines Kontinuums physikalischer oder Ressourcen-Gradienten strukturiert und daher vorhersagbar (Statzner & Higler).
- Ein Bach wird in seinem Verlauf permanent durch den Zufluss von Seitengewässern grösser und entwässert so ein anwachsendes Einzugsgebiet.

Zusammenfassung und Fragen

Die Erkenntnis, dass es einen gewässerabwärts gerichteten, starken Fluss von Organismen und Material gibt, hat zur Folge, dass der Gedanke entstand, ein **Flusssystem** sei **eine vorhersagbare Einheit** oder Gesamtheit

Das versucht zusammenfassend das **River Continuum Concept (RCC)**

Es wird umfangreich benutzt, um ökologische **Veränderungen entlang von Fließgewässern** zu erklären

RCC – Zusammenfassung

Das River-Continuum-Concept ist **ein einfaches Modell**:

Das RCC ist der Versuch mit **einer** einzigen **Theorie** die Funktion lotischer Ökosysteme von der Quelle bis zur Mündung zu beschreiben, und die Veränderung zwischen Stellen aus den unterschiedlichen Einflüssen aus der terrestrischen Umgebung zu verstehen (Vannote et al 1980)

Alle ökologischen Prozesse in Fließgewässern werden anhand von **'Referenzsituationen'** messbar gemacht - Verhältnisse von **Untersuchungstellen** werden mit den **Referenzen** verglichen

Charakteristische Veränderungen geomorphologischer/hydrologischer Faktoren **entlang eines Gewässers** sind ein Rahmen, an den sich Lebensgemeinschaften angepaßt haben

Gewässerklasse, Abfluss und Einzugsgebietsgröße sind physikalische Maße einer Position entlang Kontinuums, alle sind hoch korreliert

Da die **Veränderungen** im Einzugsgebiet von der Quelle zur Mündung gut **vorhersagbar** sind, sollte das auch für die Lebensgemeinschaften gelten, deren Arten an bestimmte Umweltbedingungen angepasst sind

RCC - Zusammenfassung

Wichtigste Grundannahmen des RCC:

1. Jahreszeitliche Veränderungen der POM-Versorgung – Algen – Detritus Biomasse
2. Zusammensetzung der Wirbellosen-Lebensgemeinschaft
3. 'Resource partitioning' entlang eines Fließgewässers

Größte Probleme des RCC:

1. Das Fehlen großer Teile der Vorhersagbarkeit im Rahmen der Variablen führt zu zufälligen Veränderungen der Gemeinschaft
2. Der Einfluss des Menschen verringert die Vorhersagbarkeit
3. Kurzzeitliche Änderungen können Langzeitanpassungen verschiedener Gemeinschaften überlagern
i.e. Populationen durchlaufen evolutionäre Veränderungen über Jahrhunderte, die durch kurzzeitige Variabilität maskiert werden

RCC - Vorhersagen

Vorhersagen des RCC sind an Waldbächen gemäßiger Zonen abgeleitet:

- Stellen an **Gewässern mit niedriger Ordnungszahl** sind beschattete kleine Bäche mit hohem Eintrag von CPOM Shredder dominieren
geringes P/R Verhältnis (P=Produktion, R=Respiration)
höchstes CPOM : FPOM Verhältnis
- Stellen an **Gewässern mit mittlerer Ordnungszahl** sind unbeschattet mit niedrigem CPOM – Eintrag
starke Besonnung, viel Periphyton
viel FPOM wegen der CPOM-Aufarbeitung oberhalb
Grazer dominieren
Hohes P/R Verhältnis
sehr verschiedene Einträge (& höhere Diversität)
- Stellen an **Gewässern mit hoher Ordnungszahl** haben starken Pflanzenwuchs wegen kleiner Gradienten und Feinsubstraten

Das RCC getestet

Der umfangreichste **Test** stammt von Minshall et al (1983), die Gewässer in verschiedenen Regionen der USA bearbeiteten – alle waren wenig beeinflusst mit bewaldeten Oberläufen.

1. **Periphyton war in mid-order streams nicht am höchsten**
2. **Kein Anstieg des FPOM:CPOM Verhältnisses bachabwärts**
3. tägliche Stoffumsatz-Raten wie erwartet
4. Oberläufe allgemein heterotroph, Unterläufe eher autotroph
5. Heterotrophy dominierte allgemein
6. Längsverteilung der Energieeinträge etwa wie erwartet
7. **Unterschiedliche Stellen weniger verschieden als erwartet**
8. **Regionale Variation hoch**
9. **Shredder in Oberläufen am häufigsten, aber die Vorhersagen für andere Gruppen passten nicht**

Modifikationen des RCC

Durch verschiedene andere Konzepte wurde das RCC modifiziert um es realistischer zu machen

Material cycles (Wallace et al 1977)

Fliessgewässer sind eigene Ökosysteme mit gerichtetem Fluss von Materialien. Nährstoffkreisläufe sind nicht geschlossen, weil durch Transport abwärts der Kreislauf nicht zu schliessen ist

Diese 'offenen Zyklen' wurden als Spiralen (spiralling) bezeichnet. Obwohl also das Recycling von Material durch eine Kombination biotischer und abiotischer Faktoren bestimmt wird, überlagert der Abfluss alles, z.B. ineffizienter Abbau und Festlegung 'oben' führt zu Verlusten an alle Unterlieger

Riparian zone influence (Cummins et al 1989) (=Uferzone)

Die Artzusammensetzung und das Alter der Ufervegetation kann die vorher gesagten biologischen Strukturen im Längsverlauf beeinflussen. Unterschiede in der Artzusammensetzung kann Aufarbeitung POM aus dem Umfeld verändern

Modifikationen des RCC

Flood-pulse concept (Junk et al 1989)

Manchmal überschwemmen Bäche und Flüsse ihre Aue. Der zeitliche Zyklus kann Lebensgemeinschaften 'formen', die andere Muster (zeitlich, räumlich) überdecken können. Die Größe des überschwemmten Gebietes steigt vorhersagbar gewässerabwärts an.

Patch dynamics (Frid & Townsend 1989)

Dieses Konzept stellt das Gewicht von '**disturbance**' (=Störung) als wichtigste Determinante für die Zusammensetzung von Fließgewässer-Biozönosen in den Mittelpunkt. Es war ursprünglich für nicht kompatibel angesehen worden, passt aber nun sehr gut mit dem RCC zusammen.

Was sind "patch dynamics"?

'Patch' weist auf räumliche Variation hin. 'Patch dynamics' beschreibt dass Veränderungen der Lebensgemeinschaft in solchen patches auftreten.

'**Disturbance**' bewirkt '**patches**' in Bächen. Es wird angenommen, dass die folgende Wiederbesiedlung durch '**Lotterie-Modelle**' beschrieben wird. Arten, die '**Disturbance**' überlebten oder Erstbesiedler beeinflussen Nachfolgende und dies wird sg. "**founder-controlled" communities** hervorbringen.

Modifikationen des RCC

Lotterie Modelle

In den meisten Modellen ist **Raum** eine wichtige Ressource für Adulte, er ist knapp und wird Jungen nur durch den Tod Adulter verfügbar.

Die Art mit den meisten Nachkommen zum **Zeitpunkt**, wenn **Raum** verfügbar wird, besetzt den meisten Raum.

Nachkommenzahl wird durch **Geburtenrate** beeinflusst.

Geburtenrate wird zufällig durch **Umweltvariabilität** beeinflusst.

Zufälligkeit stellt sicher, dass jede Art eines Lebensraumes sich manchmal stark vermehren kann.

Adulte können mehrere Jahre mit geringer Vermehrung überleben ("**storage effect**") - gilt nicht für Insekten

Der "**storage effect**" hängt ab von: **Umweltvariabilität** – sie schafft Bedingungen für zufällig hohe Vermehrung und

Überlappende Generationen – sie erlauben dass Adulte aus 'guten Jahren' sich über mehrere Jahre fortpflanzen

Modifikationen des RCC

Probleme bei Patch Dynamics

Downes (1990): der Erfolg von Arbeiten auf diesem Gebiet bei der Untersuchung einer sehr mobilen Fauna hängt nicht alleine vom richtigen Modell ab, sondern auch von der 'richtigen Grösse' der patches.

Hydraulic stress (Statzner et al 1988)

Hydraulische Bedingungen und kleinräumige Reaktionen der Organismen darauf kann **als globales organisierendes Prinzip für Fließgewässer** angesehen werden.

Es wird angenommen, dass **mittlere Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe** sind wichtiger als das 'Substrat' bei der Verteilung von Gewässerorganismen. Das kann lokal wichtig sein, könnte aber auch für den Längsverlauf von Bächen und Flüssen gelten.

Flut - Puls Konzept (Flood-Pulse)

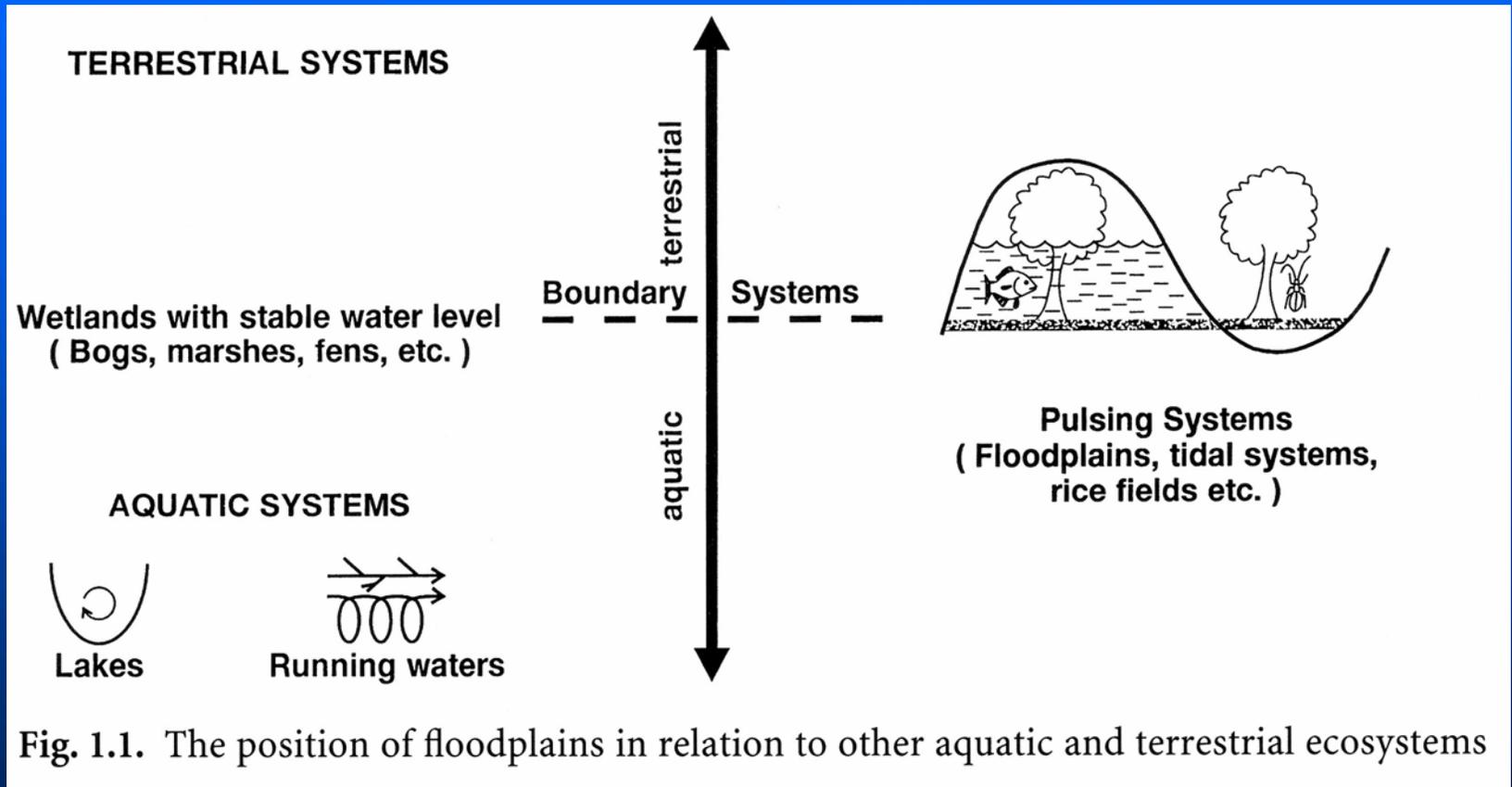
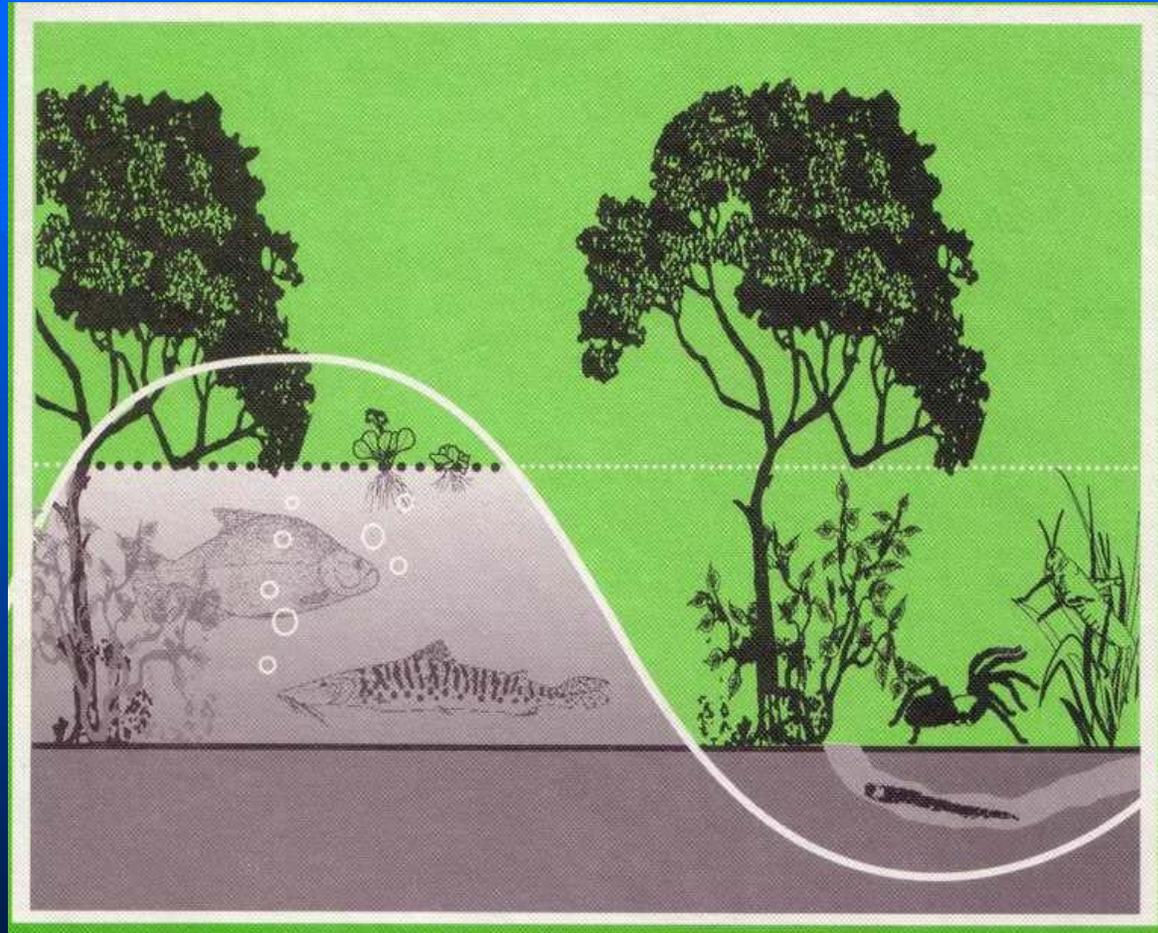


Fig. 1.1. The position of floodplains in relation to other aquatic and terrestrial ecosystems

Die Verbindung von Gewässer und Gewässerumfeld

Flood – Pulse - Concept



Basiert auf Erkenntnissen an tropischen Gewässern

Flood - Pulse - Concept

