

## Vermittlung biogeochemischer Sachverhalte bei der Erarbeitung des Bach-Ökosystems in der Sekundarstufe I

Christiane Weigelt

The difficulties of dealing with ecosystems in Sekundarstufe I, (fifth to tenth school years), consist in illustrating the manylayered interactions.

It is therefore necessary to select a clearly arranged, compact ecosystem. A brook ecosystem was chosen, since in this case the pupil can work independently, collect the necessary data through simplified methods, and the ecological organization can be revealed through reconstruction of the bio-geochemical cycles. The cycles figured in the given scheme represent a generalization of the individual investigations, but also enable a transfer to understand general environmental problems. They also give a basis in Sekundarstufe II for a deeper ecological understanding based on personal experience.

Die Unterrichtsempfehlungen für die Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen sehen für die Jahrgangsstufe 9 und 10 eine erste vertiefte Behandlung ökologischer Themenkreise vor, was auch den entwicklungspsychologischen Ergebnissen für diese Altersstufe entspricht: Schüler im Alter von 15 bis 17 Jahren besitzen ausreichende formallogische Fähigkeiten, um ökologische Wechselbeziehungen zu analysieren.

Problematisch ist allerdings erstens die Komplexität der Thematik, wodurch die Gefahr besteht, daß die Schüler überfordert werden. Zweitens ist es schwierig, den richtigen Weg zur Motivierung für ökologische Fragestellungen zu finden. Für die Auswahl eines geeigneten Ökosystems ergeben sich somit vier Forderungen:

- I. Es muß die Möglichkeit zur unmittelbaren Konfrontation mit der Wirklichkeit gegeben sein, so daß Verständnis und Verantwortung gegenüber der belebten Umwelt geweckt und das Problembewußtsein altersgemäß geschult wird.
- II. Die Schüler müssen die vielschichtigen Wechselwirkungen anschaulich durch eigenständige Untersuchungen am Gegenstand selbst erarbeiten können.
- III. Die Komplexität eines Ökosystems ist durch ökologische Grundgesetzmäßigkeiten und Grundeinsichten mit Hilfe einer Auswahl exemplarischer Inhalte zu verdeutlichen.
- IV. Die getroffene Auswahl der Inhalte muß einen Transfer auf allgemeine Ökologie- und Umweltprobleme ermöglichen.

Als Untersuchungsobjekte, welche diese Voraussetzungen erfüllen, bieten sich limnische Ökosysteme wie Fließgewässer oder Seen an. Diese Systeme sind weitgehend in sich geschlossen und überschaubar, eine exemplarische Auswahl an biotischen und abiotischen Faktoren kann durch Schüler untersucht und gemessen werden, und die Störanfälligkeit des Systems ist unmittelbar ableitbar. Außerdem sind die Gesetzmäßigkeiten der Gewässerverschmutzung ein Zentralproblem der derzeitigen Umweltdiskussion.

Für die vorliegende Unterrichtsreihe mit einem Aufbaukurs der Jahrgangsstufe 10 wurde die Untersuchung eines Fließgewässers vorgezogen, da dieses verschiedene Umwelten durchfließt, welche durch dynamische Anpassungsprozesse unterschiedliche Biozönosen bedingen. Zudem verläuft in der Nähe der Schule ein Bach, in dem auch Selbstreinigungsprozesse beobachtbar sind.

In Anbetracht der abgeleiteten Forderungen wurde bei dem Konzept der Reihe beachtet, daß die Zusammenhänge von den Schülern leichter erfaßbar sind, wenn die biotischen und abiotischen Faktoren zunächst getrennt erarbeitet und dann zu einem übersichtlichen Wirkungsgefüge zusammengesetzt werden. Daraus folgt am Ende zwingend die Erstellung einer Zusammenschau in Form von biogeochemischen Zyklen im Sinne von ODUM (1967). Solche Zyklen stellen sowohl die Abhängigkeit der Glieder der Biozönose untereinander, als auch ihre Wechselwirkung mit biotischen und abiotischen Faktoren übersichtlich dar, gleichzeitig verdeutlichen sie die Störbarkeit des Systems. Aus der erwähnten Notwendigkeit der Zweiteilung in biologische und chemische Sachverhalte wurde der Bach von den Schülern nach einer orientierenden ersten Exkursion mit Aufnahme der Topographie des Baches in der zweiten Exkursion dann auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften untersucht. In der dritten Exkursion wurden schließlich chemische Inhaltsstoffe des Bachwassers gemessen (Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführte Unterrichtsreihe

<p>1. SEQUENZ</p> <p>Exkursion I</p> <p>Auswertung:</p>	<p>Stunden 1 - 10</p> <p>Einführung</p> <p>Topographie des Baches "Mühlenstrang"</p> <p>Problemfindung und Planung der weiteren Untersuchungen</p>
<p>2. SEQUENZ</p> <p>Exkursion II</p> <p>Auswertung:</p>	<p>Stunden 11 - 30</p> <p>Untersuchung ausgewählter Biotope und Biozönosen</p> <p>Keimzahlbestimmung</p> <p>Bestimmung der gesammelten Tiere und Pflanzen</p> <p>Nahrungskette und Nahrungsnetz</p> <p>Auswirkung von Störeinflüssen auf die Bachuferbiozönose</p> <p>Artenverteilung und Artenanzahl</p> <p>am Bachufer und im Bachwasser</p> <p>Ausstellung der Teilergebnisse im Schaukasten und</p> <p>Fortführung der Ausstellung im Verlauf der Unterrichtsreihe</p>
<p>3. SEQUENZ</p> <p>Exkursion III</p> <p>Auswertung:</p>	<p>Stunden 31 - 45</p> <p>Einüben chemischen Arbeitens und</p> <p>chemischer Hintergrund der Meßmethoden</p> <p>Messung von Wasserinhaltsstoffen</p> <p>an ausgewählten Stellen im Bach</p> <p>Einfluß von Pflanzen und Tieren auf den</p> <p>Sauerstoff-/Kohlendioxidgehalt des Wassers</p> <p>Abbau organischer Abfallstoffe</p> <p>Interpretation der Meßwerte</p> <p>Störgrößen, die in den</p> <p>biogeochemischen Kreislauf eingreifen</p> <p>Selbstreinigungsprozesse an einem</p> <p>exemplarischen Beispiel und im Bach selbst</p> <p>Leitorganismen - Wassergüteklassen</p>

Abb. 1 spiegelt den Kenntnisstand der Kursgruppe nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse der zweiten Exkursion wider. Die Lebensgemeinschaften an verschiedenen Stellen des Baches wurden auf ihre Nahrungsverknüpfung untersucht und die allgemeingültigen Gesetzmäßigkeiten an exemplarischen Beispielen erarbeitet.

Die Bestimmung der Wasserinhaltsstoffe, eine wichtige Voraussetzung für die Vervollständigung biogeochemischer Kreisläufe, wird oft als zu schwierig für Schüler der Jahrgangsstufe 10 erachtet. Um diesem Einwand zu begegnen, wurde für die dritte Exkursion ein vereinfachtes methodisches Vorgehen gewählt:

- Aus der großen Anzahl möglicher Wasserinhaltsstoffe wurde eine exemplarische Auswahl getroffen.
- Für die Schüler wurden überschaubare, leicht durchführbare Meßmethoden ausgewählt, wobei dennoch quantifizierbare und reproduzierbare Werte ermittelbar waren.

Entsprechend diesen Kriterien erfolgte eine Beschränkung auf die Messung der für das Verständnis des Stoffkreislaufes und seine Störbarkeit wesentlichsten Stoffe: Sauerstoff, Kohlendioxid, pH-Wert und Ammoniumionen sowie Nitrit-, Nitrat- und Phosphationen. Für die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration wurde in Anlehnung an WINKLER (1914) von M.NOLL (1977) eine vereinfachte Methode entwickelt. Dabei wird durch Einsatz von Plastikspritzen und -fläschchen die Messung stark simplifiziert, die Meßgenauigkeit der Winkler-Methode aber fast erreicht. Auch für die Kohlendioxid-Bestimmung wurde eine von M. NOLL (1976, pers. Mitt.) für Feldmessungen vereinfachte Titrationmethode eingesetzt, bei der mit Plastiktröpfelfläschchen und einem 50ml-Erlenmeyerkolben gearbeitet wird. Für die Messung der Ammonium-, Nitrat- und Phosphationenkonzentration boten sich vereinfachte kolorimetrische Meßmethoden in vorbereiteten Testkästen an, wie sie von verschiedenen Firmen bezogen werden können. Für die Messung der Nitrationkonzentration wurden Teststäbchen und für die Messung des pH-Wertes nichtblutende Neutralitätstäbchen benutzt.

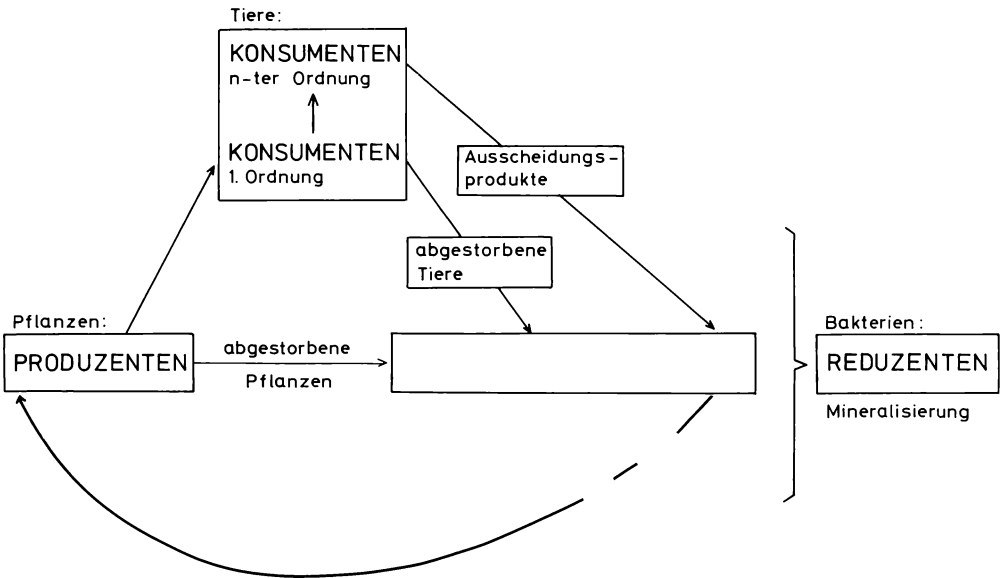


Abb. 1: Schema der Nahrungsverknüpfung der Bachbiozönose

Weil die chemische Bestimmung nicht Selbstzweck sein darf, muß notwendigerweise die Herkunft der gemessenen Stoffe abgeleitet werden. Nach Kennenlernen der Vorgänge von Photosynthese und Atmung konnte der Zyklus durch die Sauerstoff-Kohlendioxid-Wechselwirkung zwischen Tier, Pflanze und Umgebungsluft ergänzt werden. Für die Erklärung der Herkunft der übrigen gemessenen Wasserinhaltsstoffe mußten zunächst die Teil-

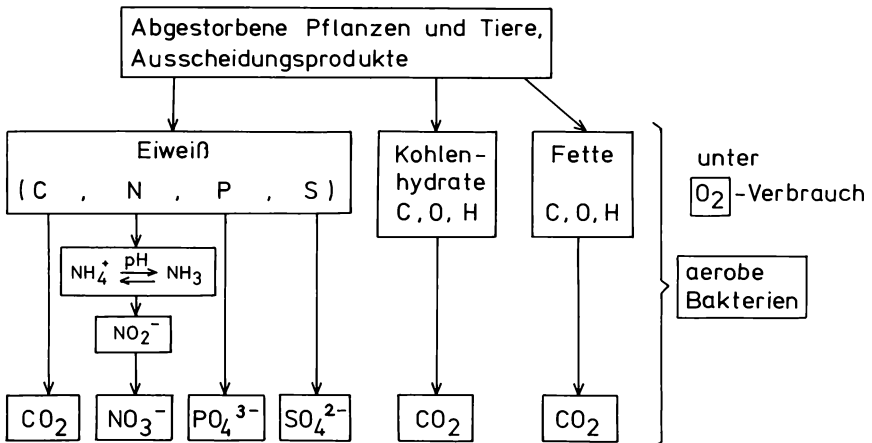


Abb. 2: Schema des aeroben bakteriellen Abbaus organischer Stoffe im Bachwasser

prozesse des Abbaus organischer Abfallstoffe entwickelt werden, wobei gleichzeitig die Zentralstellung der Reduzenten als mineralisierende und sauerstoffverbrauchende Organismen deutlich wurde (Abb. 2). Durch die abbauende Tätigkeit der Bakterien wird u.a. Kohlendioxid frei. Darin erkennen die Schüler eine weitere Kohlendioxid-Quelle für die Photosynthese der Produzenten (Abb. 3).

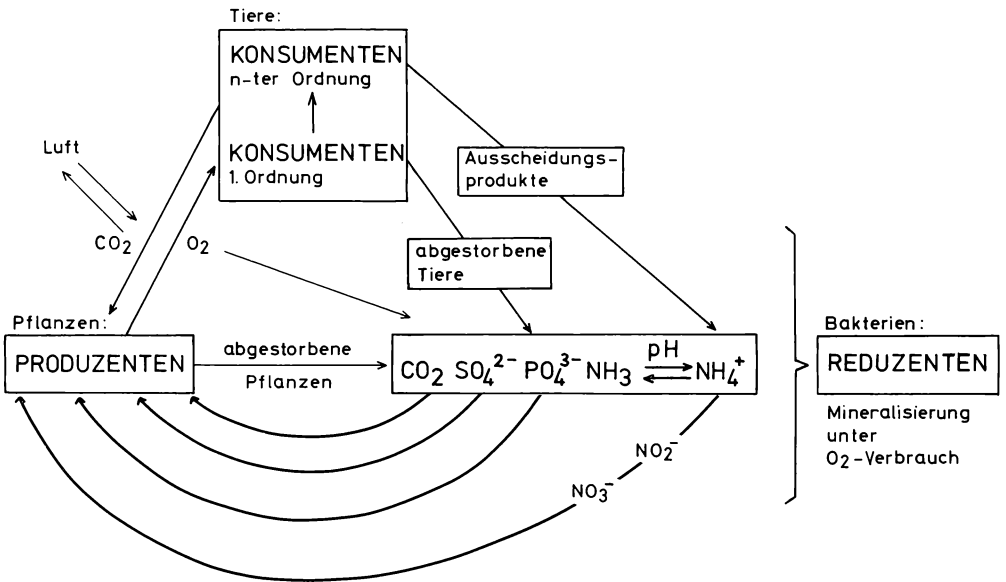


Abb. 3: Schema der Vernetzung biotischer und abiotischer Faktoren im biogeochemischen Kreislauf

Im letzten Teil der Unterrichtsreihe wurden Störfaktoren benannt, die das Gleichgewicht des Systems empfindlich beeinflussen können. Nicht nur durch systemeigene Stoffe, sondern auch durch die Zufuhr von außen wird in biogeochemische Kreisläufe massiv eingegriffen. Das sekundär vermehrte Algenwachstum wird als zentraler Ausgangspunkt für die Belastung eines Gewässers ableitbar (Abb. 4).

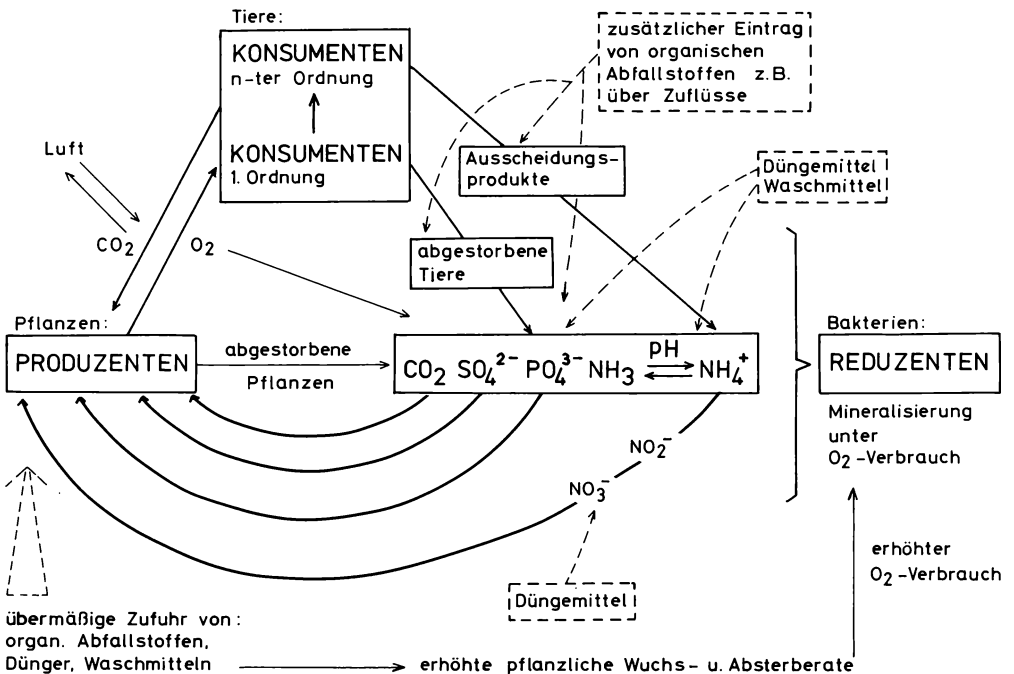


Abb. 4: Schema des Eingreifens von Störfaktoren in den biogeochemischen Kreislauf

Es zeigte sich, daß bei Durchführung der Unterrichtsreihe durch inhaltliche und methodische Einzelschritte der Gesamtkomplex eines intakten Ökosystems unter Zuhilfenahme von biogeochemischen Kreisläufen anschaulich ableitbar ist. Unter Anwendung der erarbeiteten ökologischen Grundeinsichten kann außerdem die Störbarkeit des Systems abgeleitet werden. Handelt es sich insbesondere um ein durch verschiedene Umwelten gekennzeichnetes Bachökosystem, müssen sich notwendigerweise Selbstreinigungsprozesse zur Eliminierung der Störfaktoren anschließen. Wurden die Grundgesetzmäßigkeiten des biogeochemischen Kreislaufes verstanden, kann ein einfaches Schema zur Selbstreinigung im Fließgewässer abgeleitet werden, das auch eine vertiefte und erweiterte Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse einschließt (Abb. 5).

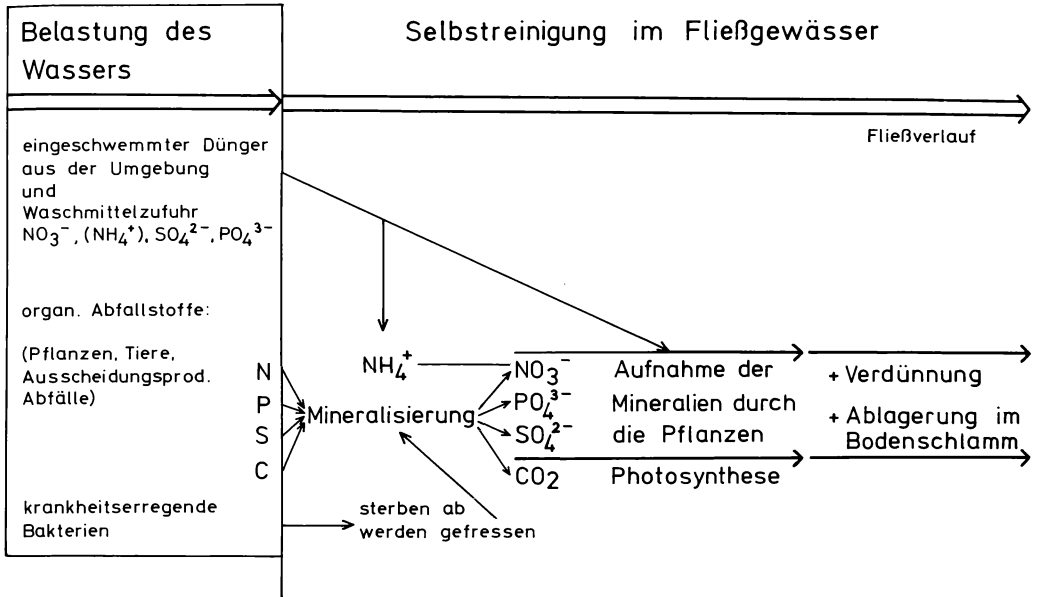


Abb. 5: Schema der Selbstreinigungsprozesse in einem Fließgewässer

Als besonders motivierend erwies sich die Demonstration der von den Schülern erarbeiteten Untersuchungsergebnisse in einem Schaukasten, so daß neben den allgemeingültigen biogeochemischen Erkenntnissen die individuell ermittelten Ergebnisse die Variationsbreite ökologischer Forschung verdeutlichten.

#### Literatur

- NOLL M., 1977: Eine einfache Methode zur Sauerstoffbestimmung. Mikrokosmos 66/3: 86-88.  
 ODUM E.P., 1967: Ökologie. München/Basel/Wien (Bayer. Landwirtschaftsverlag).  
 WINKLER L.W., 1914: Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffs. Z. f. analyt. Chem. 53.

#### Adresse

Dr. Christiane Weigelt  
 Sommerberger Kirchweg 12  
 D-4600 Dortmund 30

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [7\\_1978](#)

Autor(en)/Author(s): Weigelt Christiane

Artikel/Article: [Vermittlung biogeochemischer Sachverhalte bei der Erarbeitung des Bach-Ökosystems in der Sekundarstufe I 477-481](#)