



## Köcherfliegen lügen nicht!

Materialien zur angewandten Fließgewässerökologie  
in der Sekundarstufe II



Materialheft für Schülerinnen und Schüler

**Herausgeber:**

Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen (NUA)  
Siemensstraße 5, 45659 Recklinghausen, [www.nua.nrw.de](http://www.nua.nrw.de)

Ruhrverband

Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen, [www.ruhrverband.de](http://www.ruhrverband.de)

Universität Duisburg-Essen, Abteilung Angewandte Zoologie / Hydrobiologie  
Universitätsstraße 5, 45141 Essen, [www.uni-due.de/hydrobiologie](http://www.uni-due.de/hydrobiologie)

**Inhalt, Konzeption:**

Thomas Korte\*, Maren Hering\*, Mareike Hromek\*, Sebastian Elsemann\*, Marion Koczy\*, Marina Hoeveler\* und Philipp Schmiemann\*\*

**Redaktion:**

Thomas Korte\*, Mareike Hromek\*, Jürgen Chill\*\*\* und Andrea Mense\*\*\*\*

**Titelfotos:** Gerhard Laukötter\*\*\*\*, NUA-Lumbricus \*\*\*\*

**Bildnachweise:** alle Thomas Korte\*, außer U 7 (S. 17) T. Djerka

\* Universität Duisburg-Essen, Abteilung Angewandte Zoologie / Hydrobiologie

\*\* Universität Duisburg-Essen, Abteilung Didaktik der Biologie

\*\*\* [info@juergen chill.com](mailto:info@juergen chill.com)

\*\*\*\* Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW

**Grafische Konzeption und Umsetzung:**

Jürgen Chill, Bochum, [info@juergen chill.com](mailto:info@juergen chill.com)  
Ruhrverband, Unternehmenskommunikation

**Druck:**

völcker druck, Goch

Druck auf 100% Recycling-Papier, ausgezeichnet mit dem „Blauen Umweltengel“.

1. Auflage 2011

Alle Unterrichts- und Exkursionsmaterialien sind im Rahmen des DBU-Projektes „AquaWis. Ein Umweltbildungsprojekt für BiologielehrerInnen und SchülerInnen“ entstanden (AZ 26080-43/0).

**Gefördert durch:**

*gefördert durch*



[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen

**Bezug:**

Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW  
Siemensstraße 5  
45659 Recklinghausen  
Tel. 02361 / 305-0  
Fax 02361 / 305-3340  
E-Mail [poststelle@nua.nrw.de](mailto:poststelle@nua.nrw.de)  
[www.nua.nrw.de](http://www.nua.nrw.de)

**Kostenloser Download:**

[www.aquawis.eu](http://www.aquawis.eu)  
[www.nua.nrw.de](http://www.nua.nrw.de)  
[www.ruhrverband.de](http://www.ruhrverband.de)

Der unveränderte Nachdruck für nichtgewerbliche Zwecke wird freigegeben.

Andere – auch ansatzweise – Nachdrucke nur nach Zustimmung der Herausgeber und Autoren.

## Vorwort

Bäche und Flüsse prägen alle Landschaftsräume in Deutschland. Sie haben vielfältige Funktionen im Naturhaushalt, sind besonders reich an spezialisierten Tier- und Pflanzenarten und verbinden andere Lebensräume. Schon immer haben Bäche und Flüsse den Menschen fasziniert. Auch wenn die meisten unserer Gewässer heute nicht mehr stark verschmutzt sind, werden sie doch schleichend durch menschliche Einflüsse verändert: Begradigung und Eutrophierung, Klimawandel und die Einwanderung fremder Arten bedrohen die Biodiversität und Funktion fast aller Gewässer in Deutschland.

Fließgewässer sind hervorragende Beispiele, um Prinzipien der Ökologie zu verstehen und Umweltbewusstsein zu entwickeln, gerade im Ökologieunterricht der gymnasialen Oberstufe. Umweltfaktoren, Anpassungen an den Lebensraum, Bioindikation, Belastung und Schutz von Ökosystemen: all dies lässt sich leicht am Fallbeispiel Fließgewässer erarbeiten und verstehen. In der Nähe fast jeder Schule befindet sich ein Bach oder ein Fluss, an dem Ökologie praxisnah erlebt werden kann. Die hier vorgestellten Unterrichtsmaterialien bieten Ökologieunterricht „aus einem Guss“ anhand des Fallbeispiels Fließgewässer; sie wurden von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Universitäten Duisburg-Essen und Bratislava entwickelt, mit finanzieller Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, des Ruhrverbandes, der Stiftung Sauberes Wasser Europa und des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Materialien sind auf die curricularen Vorgaben des Biologieunterrichtes für die Sekundarstufe II an Gymnasien und Gesamtschulen in NRW hin optimiert.

Der Bildungsordner „Köcherfliegen lügen nicht – Materialien zur angewandten Fließgewässerökologie in der Sekundarstufe II“ enthält eine komplette Unterrichtsreihe zum Thema Fließgewässerökologie mit 16 Unterrichtseinheiten. Damit das erlernte Wissen auch praktisch angewendet werden kann, soll innerhalb der Unterrichtsreihe eine Exkursion zur Bestimmung des ökologischen Zustands eines Baches in Schulumgebung durchgeführt werden. Die ökologische Bewertung des Fließgewässers ist angelehnt an die Europäische Wasserrahmenrichtlinie. Der Ordner enthält dazu eine detaillierte Exkursionsanleitung, einen Feld-Bestimmungsschlüssel, eine Interpretationshilfe und Unterrichtseinheiten, welche auf die Exkursion vorbereiten und deren Ergebnisse für den weiteren Ökologieunterricht nutzbar machen.

Wir möchten uns bei den Lehrerinnen und Lehrern sowie Schülerinnen und Schülern bedanken, die Exkursions- und Unterrichtsmaterialien im Unterricht und auf den Exkursionen ausgiebig und vor allen Dingen sehr engagiert ausprobierten. Besonders bedanken möchten wir uns bei Bettina Jablonowski und Svenia Schäfer (Willy-Brandt-Gesamtschule, Castrop-Rauxel), Bettina Kalkstein (Riesener-Gymnasium, Gladbeck), Claudia Lindenberg und Christine Petzold (Gymnasium Essen-Werden), Eva Schulte (Franz-Stock-Gymnasium, Arnsberg), Monika Hertel (Ernst-Barlach-Gesamtschule, Dinslaken), Sascha Ebert (Ricarda-Huch-Gymnasium, Krefeld), Ulrike Schulz-Kossuch (Gesamtschule Berger-Feld, Gelsenkirchen), Winfried Platen (Matthias-Claudius-Schule, Bochum) und Wolfhard Koth-Hohmann (Bert-Brecht-Gymnasium, Dortmund). Wir haben versucht, die vielen Anregungen und Verbesserungsvorschläge so umfassend wie möglich umzusetzen.

Wir wünschen allen Schülerinnen und Schülern sowie Lehrerinnen und Lehrern viel Spaß und Spannung bei der Untersuchung!

Die Herausgeber



## Inhaltsangabe

## Seitenzahl Materialheft

|   |    |
|---|----|
| Einstieg in die Unterrichtsreihe                                    | 4  |
| Fachbegriffe zur aquatischen Ökologie                               | 6  |
| Morphologie und Taxonomie ausgewählter Fließgewässerorganismen      | 14 |
| Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor                          | 15 |
| Stoffkreisläufe: Der Stickstoffhaushalt                             | 22 |
| Anpassungen an die abiotischen Faktoren Temperatur und Sauerstoff   | 28 |
| Die Fischbesiedlung im Längsverlauf von Fließgewässern              | 31 |
| Die Aue und ihre Vegetation   | 41 |
| Die Ernährungstypen des Makrozoobenthos                             | 45 |
| Abiotische Faktoren und Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften    | 48 |
| Das Kartenspiel <i>RiverFun</i> (Anleitung)                         | 50 |
| Auswertung der Exkursion  | 52 |
| Selbstreinigung von Fließgewässern                                  | 66 |
| Nachhaltige Fließgewässerbewirtschaftung, Funktion einer Kläranlage | 70 |



### **Film (DVD) zum Einstieg in den Ökologieunterricht (für Computer bzw. Beamer)**

Der Film „Einstieg in den Ökologieunterricht“ kann durch Doppelklick auf die Datei über den Windows Media Player abgespielt werden. Der Film sollte aber nicht direkt von der CD-Rom abgespielt werden, sondern vorher lokal auf einer Festplatte abgespeichert werden.

#### Englische Schrift im Film:

1. Transnational ecosystem based Water management
2. Water management for the future
3. Current practise is to build
4. and interfere with nature
5. We are building bigger and higher
6. and intervening even more
7. Due to climate change
8. more and excessive precipitation
9. only building dikes is not enough
10. we need new approaches
11. and a new kind of manager
12. Who can bring up new ideas
13. we have to learn from the natural rivers
14. Study it
15. Adjust it
16. Taking into account natural process

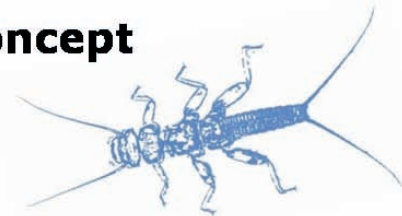
#### Übersetzung:

1. Ein transnationales auf dem Ökosystem basierendes Wassermanagement
2. Wassermanagement für die Zukunft
3. Die aktuelle Praxis ist, zu bauen
4. und die Natur zu beeinträchtigen
5. Wir bauen größer und höher
6. und greifen noch mehr ein
7. Infolge des Klimawandels
8. gibt es mehr und übermäßigen Niederschlag
9. nur Deiche zu bauen reicht nicht aus
10. wir brauchen neue Ansätze
11. eine neue Art von Manager
12. Der neue Ideen einbringen kann
13. Wir müssen von den natürlichen Flüssen lernen
14. Studieren Sie es
15. Korrigieren Sie es (Passen Sie es an)
16. Ziehen Sie natürliche Prozesse in Betracht



## Inhalte der Unterrichtseinheit „Fließgewässerökologie“

- Was ist das Makrozoobenthos (MZB)?
  - Die Umweltfaktoren und das MZB
    - Stoffkreisläufe
- Fischzonen und Längsverlauf von Fließgewässern
  - Die Aue
  - Ernährungstypen
- River Continuum Concept



Arbeitsteilige Freilandexkursion mit ökologischer Fließgewässerbewertung, MZB- Organismen als Indikatoren



- Anthropogene Belastungen
- Selbstreinigung
- Renaturierung von Fließgewässern
- Kläranlagen





## Aufgabe 1: Umkreisen Sie die zu den Erklärungen passenden Tiere!

Beispiel Eintagsfliegen, Ephemeroptera

Order: Eintagsfliegen, Ephemeroptera  
Kennzeichen: dreifädige Schwanzanhänge

Family: Heptageniidae  
Kennzeichen: Augen auf der Kopfoberseite

Genus: *Ecdyonurus* spec.  
Kennzeichen: Vorderbrust an der Seite scheibenartig verlängert

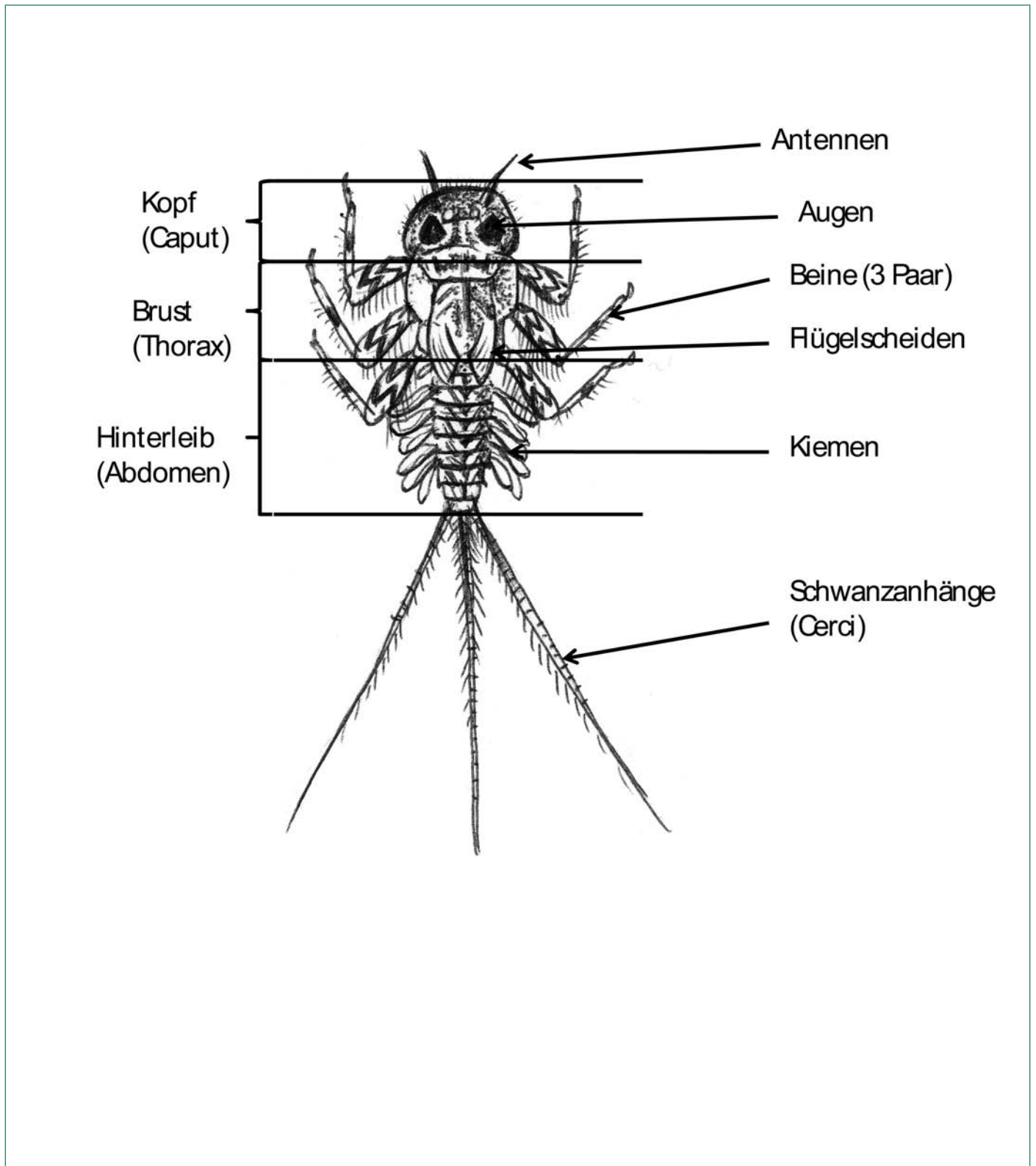
Species: *Ecdyonurus venosus*  
Kennzeichen: Bestimmte Merkmale, die nur diese Art hat (kann man hier nicht darstellen).

1 2 3 4 5 6 7



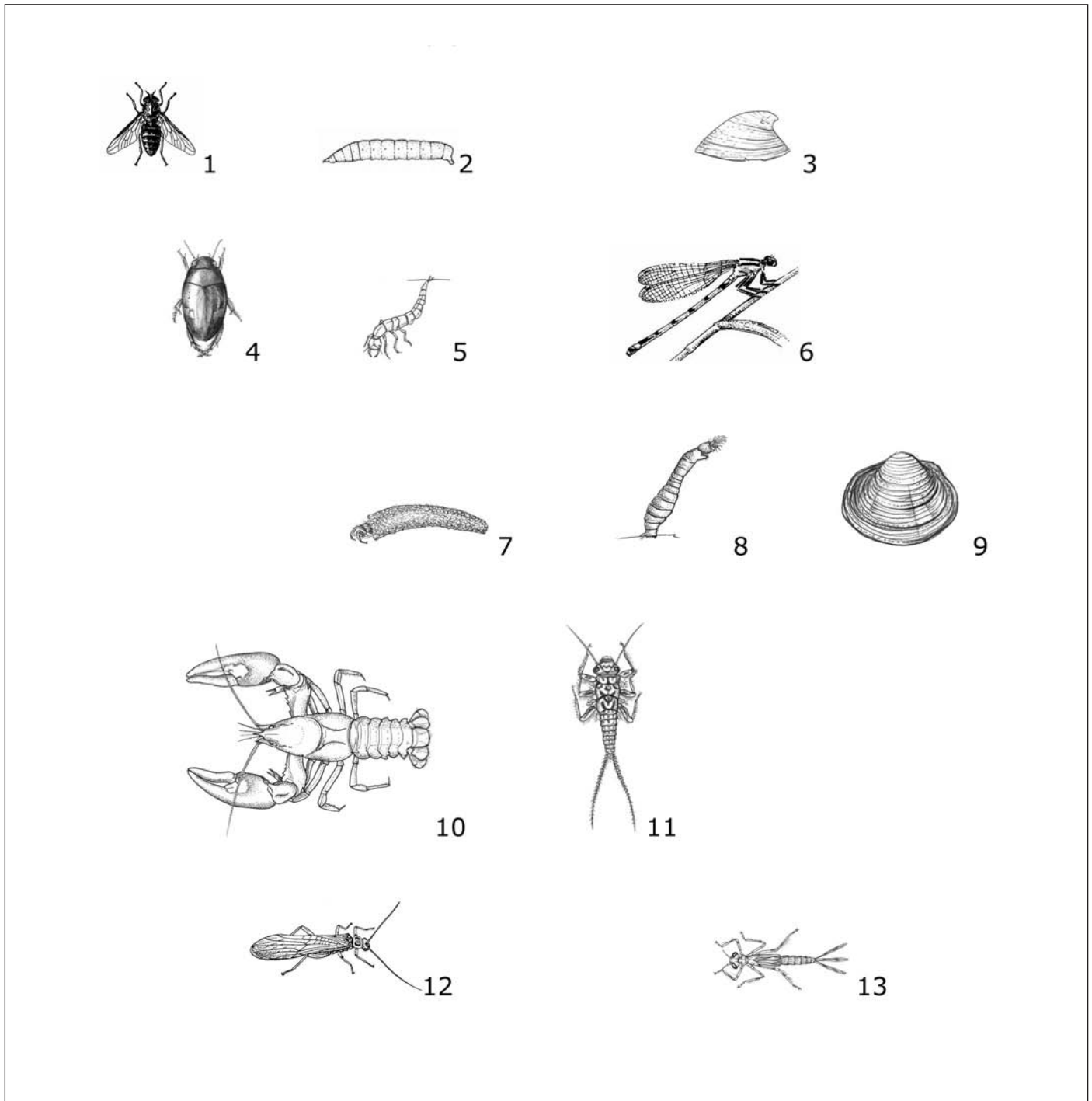


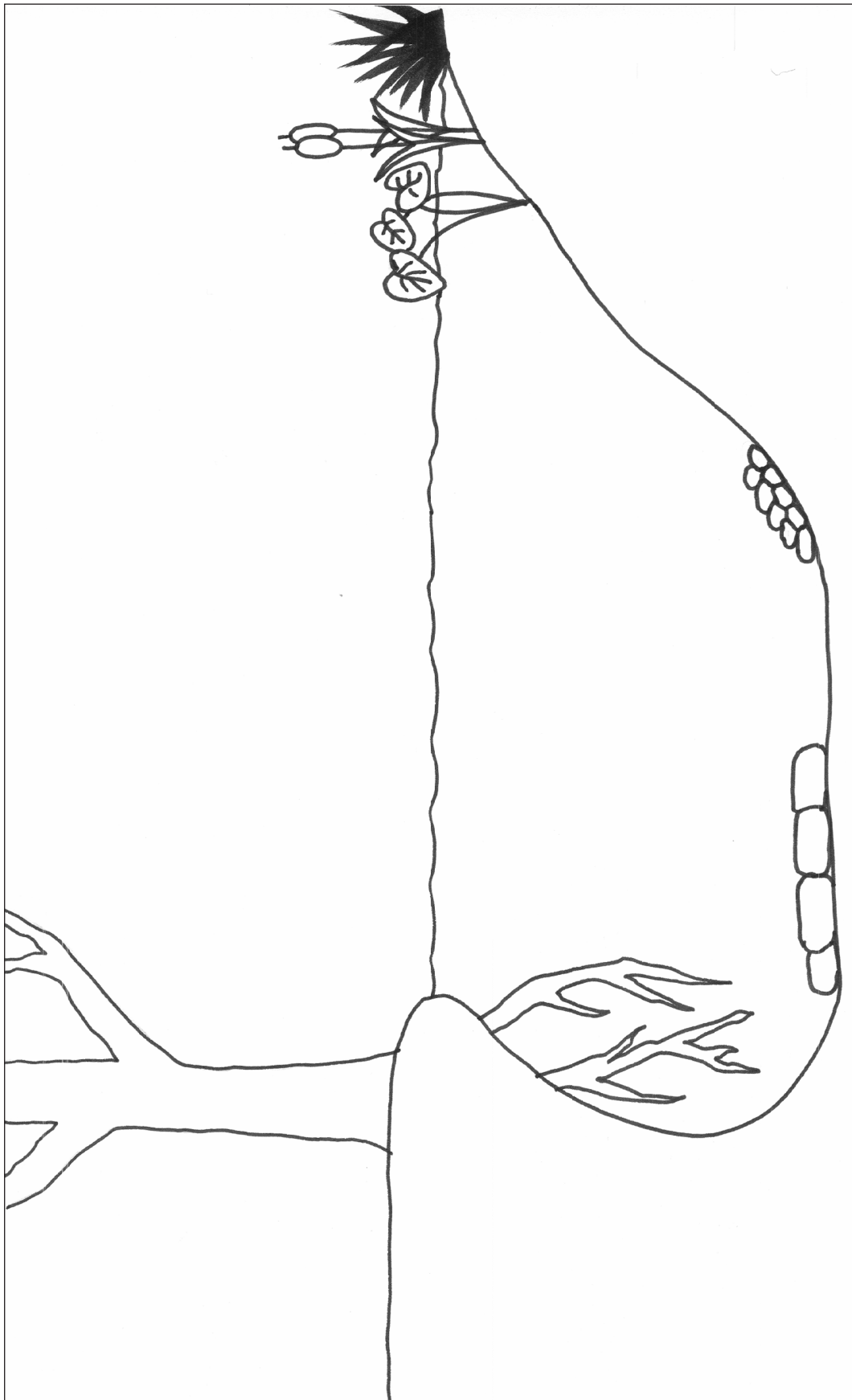
**Aufbau einer Insektenlarve (Eintagsfliege)**





**Aufgabe 2:** Schneiden Sie die einzelnen Tiere aus. **Nennen** Sie die Tiere soweit Ihnen bekannt mit Namen und ordnen Sie diese in den auf M4 abgebildeten Lebensraum Fließgewässer ein. Sie haben für die Lösung der Aufgabe 15 Minuten Zeit. Für die anschließende Lösung der Aufgabe im Plenum benutzen Sie die Begriffe: Aquatisch, terrestrisch, Imago, Larve und Makrozoobenthos (MZB). AB (M5) kann zur Hilfestellung genutzt werden.





Lebensraum



### Aquatisch

Als aquatisch (aus dem Lateinischen abgeleitet: *im Wasser, zum Wasser* gehörend) bezeichnet man in der Biologie Organismen und deren Entwicklungsstadien, die ihren Lebensmittelpunkt im Wasser haben.

### Terrestrisch

Als terrestrisch (aus dem Lateinischen abgeleitet: *an Land, zum Land* gehörend) bezeichnet man in der Biologie Organismen und deren Entwicklungsstadien, die ihren Lebensmittelpunkt an Land haben.

### Makrozoobenthos (MZB)

Wörtlich übersetzt, heißt Makrozoobenthos große (Makro) Tiere (Zoo), die auf der Gewässer-  
sohle (Benthos) leben. Der Begriff bezeichnet wirbellose Tiere (Invertebraten), die im Gewässer leben und mit dem bloßen Auge sichtbar sind. Das Makrozoobenthos umfasst viele Insekten-  
ordnungen, Würmer, Spinnentiere, Schnecken, Muscheln und Krebstiere. Unter den Insekten-  
ordnungen gibt es einige, die fast nur auf Binnengewässer (Seen und Flüsse) beschränkt sind,  
wie die Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera), Köcherfliegen (Trichoptera)  
und Libellen (Odonata). Einige MZB-Arten vollenden ihren Lebenszyklus innerhalb weniger  
Wochen, andere leben mehrere Jahre im Gewässer. Von den Insekten leben meist nur die  
unreifen, nicht geschlechtsreifen Larven im Wasser; aber einige Insekten, z.B. aus der Gruppe  
der Käfer und Wanzen, verbringen ihren gesamten Lebenszyklus im Wasser. Die meisten aqua-  
tischen „Nicht-Insekten“, wie Muscheln, Schnecken, Krebstiere und Würmer, findet man ihr  
gesamtes Leben im Wasser.

### Imago

Geschlechtsreife, „Erwachsenen“- Form (adult) bei Insekten.

### Larve

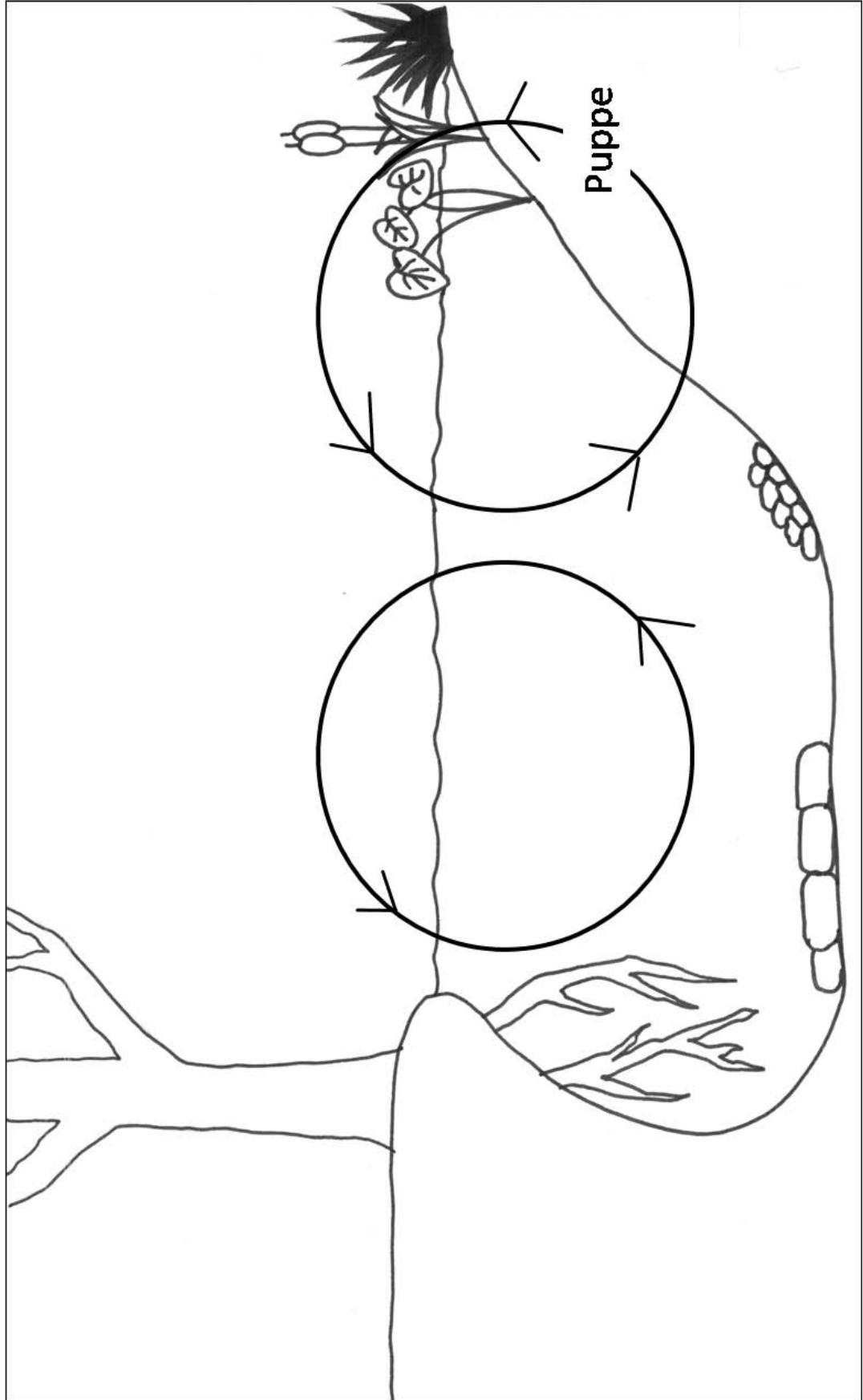
Noch nicht geschlechtsreife Form (Jugendform, Juvenile) von Organismen, die eine Metamor-  
phose durchlaufen, z.B. Insekten.

### Metamorphose

Die Metamorphose bezeichnet die Umwandlung von Larven, manchmal über ein Puppensta-  
dium, zu dem adulten Tier. Der Begriff bezieht sich speziell auf Tiere, deren Juvenile in Gestalt  
und Lebensweise vom Adulten abweichen.



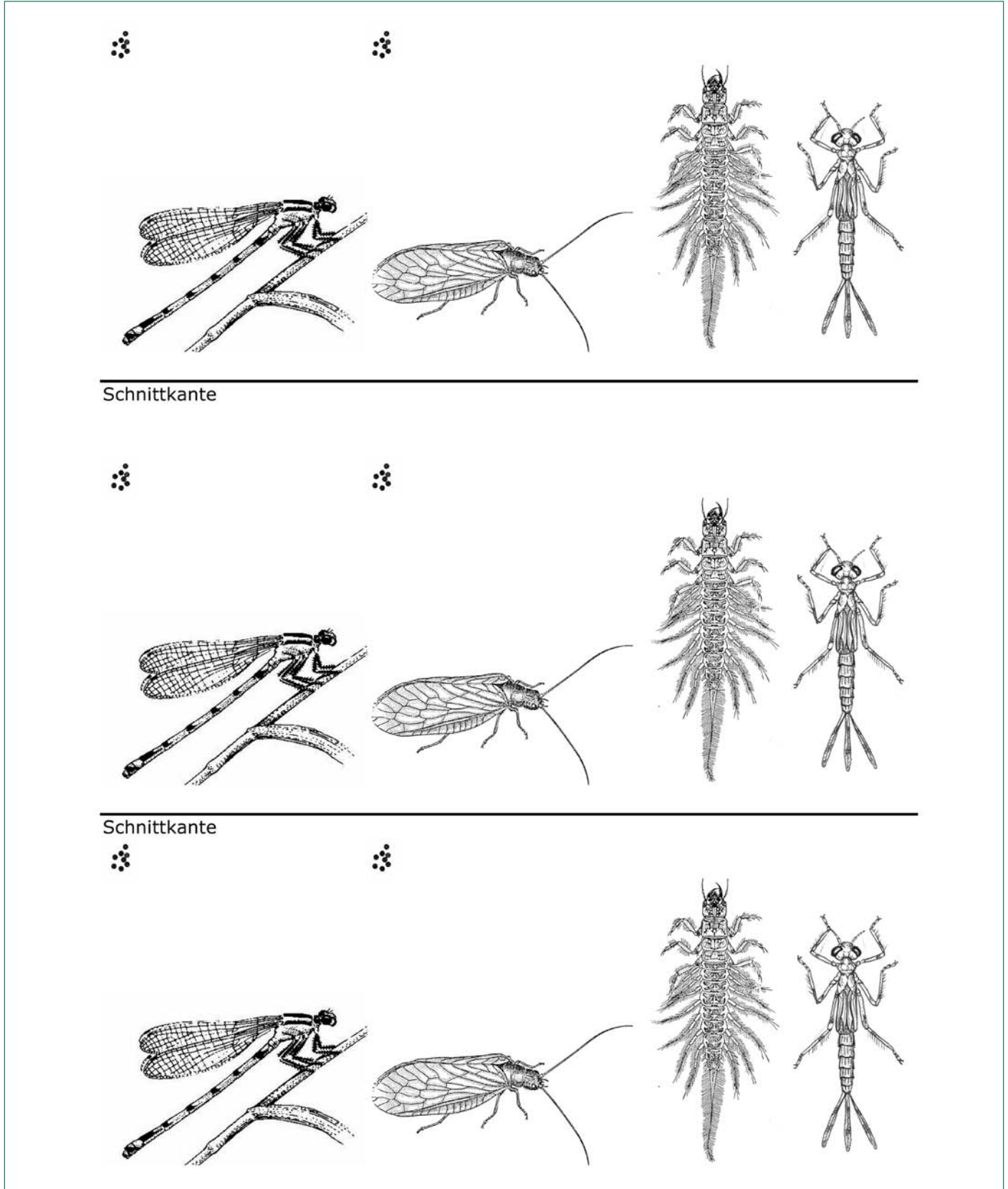
**Aufgabe 3:** Schneiden Sie die verschiedenen Entwicklungszyklen der Schlammfliege und der Libelle aus (M7). Bringen Sie jeweils die verschiedenen Entwicklungsstadien in eine sinnvolle Reihenfolge. Benutzen Sie dafür die Entwicklungszyklen symbolisierenden Kreise in M6 und legen Sie die Stadien an die richtige Stelle. **Beschreiben** Sie die zwei Entwicklungszyklen schriftlich! Benutzen Sie dabei die Begriffe Insekt, Ei(er), Imago, Larve, Puppe, holometabol, hemimetabol, terrestrisch, aquatisch. Der Text M8 kann als Hilfe genutzt werden. Sie haben für die Aufgabe 20 Minuten Zeit.



Lebensraum



**Entwicklungszyklen Schlammfliege und Libelle**





### Entwicklungszyklus

Der Entwicklungszyklus beschreibt den Gang der Entwicklung eines Lebewesens, beginnend von der Befruchtung der Eizelle bis zur Produktion von eigenen Nachkommen.

### Hemimetabolie

Die Hemimetabola stellen eine Gruppe innerhalb der Insekten dar, bei denen sich das unreife Jungtier, die Larve, oft nur anhand seiner Größe vom geschlechtsreifen Tier, der Imago, unterscheidet. Die Entwicklung der Larve vollzieht sich über mehrere Häutungen. Der auffälligste Unterschied zwischen der Larve und der Imago ist, dass nach der letzten Häutung die Flügel entfaltet werden.

### Holometabolie

Als holometabole Insekten werden alle Insekten zusammengefasst, die in ihrer Entwicklung eine vollständige Metamorphose durchlaufen; d.h. zwischen der Larve und der Imago ist ein Puppenstadium geschaltet. In der Puppe findet die Umwandlung der flügellosen Larve zum geflügelten Imago statt. Die Larve unterscheidet sich meist deutlich in ihrem Aussehen von der Imago.



**Aufgabe 1:** **Vergleichen** Sie die Ihnen vorliegenden FG-Organismen mit Hilfe des Binokulars (der Lupe). Bilden Sie aus den 4 Organismen jeweils zwei Gruppen mit Tieren, die sich ähnlich sehen!

**Aufgabe 2:** **Skizzieren** Sie aus den jeweils zwei zusammengehörigen Individuen ein künstliches Tier (EINEN Modellorganismus), das die Gemeinsamkeiten beider Individuen darstellt (insgesamt 2 Zeichnungen), und **zeichnen** Sie es auf Poster!

.....Erst nur Aufgabe 1 und 2 verteilen.....

**Aufgabe 3:** Bestimmen Sie mithilfe des Bestimmungsschlüssels die vier Organismen bis auf Ordnungsniveau (siehe Tafel 9 des Feld-Bestimmungsschlüssels).

**Überprüfen** Sie Ihr Arbeitsergebnis zu Aufgabe 1. Die zwei Organismen einer Gruppe sollten auch zu einer Ordnung gehören!

**Aufgabe 4:** Beschriften und ergänzen Sie Ihr künstliches Tier (Modellorganismus) mit den charakteristischen Merkmalen der Ordnung!

**Aufgabe 5:** Bestimmen Sie Ihr Tier weiter auf das best zu erreichende Niveau.

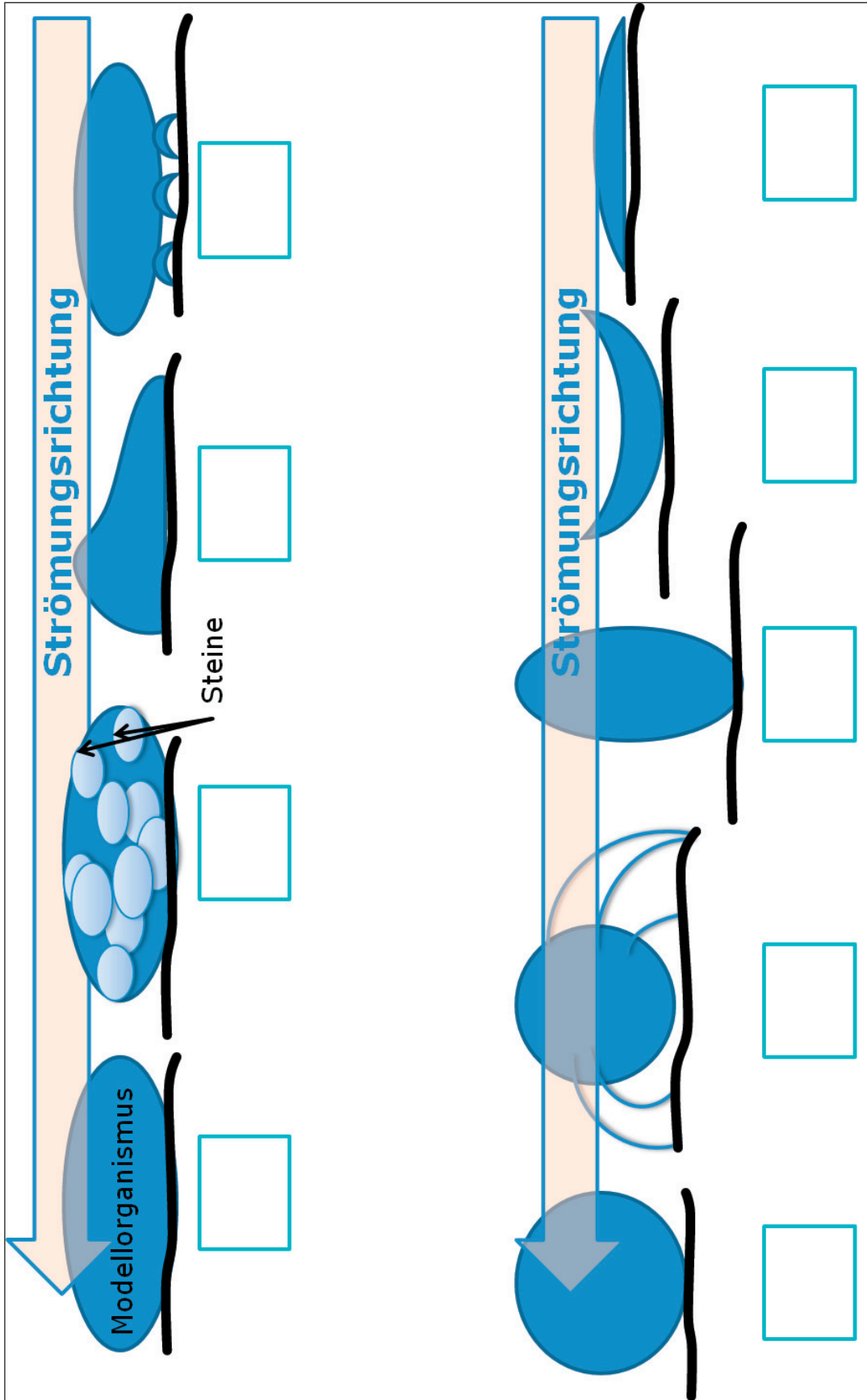
**Aufgabe 6:** Stellen Sie Ihre Modellorganismen in einem kurzen Vortrag (2-3 Min.) dem Plenum vor!





**Tafelbild/Folie:**

Stellen Sie Vermutungen auf, welche der Modellorganismen der Strömung standhalten können.





## Zusatzinformation für die LuL

### Der Film – Strömung und Fließgewässerorganismen (M1)

| Sequenz | Modellformen im Strömungsdurchlauf                  | Ergebnis  |
|---------|---|---|
| 1       | Wurst (quer) + Kugel + Wurst, beschwert (längs)     | Wurst, beschwert (längs): Köcherfliegenlarven                                       |
| 2       | Wurst (quer) + Kugel + Scheibe, abgeflacht          | Scheibe, abgeflacht: abgeflachte Larven, Muscheln, "Ducken" als Verhaltensanpassung |
| 3       | Wurst (quer) + Kugel + Dreieckskörper (längs)       | Dreieckskörper (längs): Napfschnecken   |
|         | Übersicht 1-3                                       | s.o.  |
| 4       | Wurst (quer) + Kugel + Wurst eingegraben            | Wurst eingegraben: grabende Larven / Würmer   |
| 5       | Wurst (quer) + Kugel + Kugel mit Krallen + Saugnapf | Kugel mit Krallen + Saugnapf: festkrallende Arten, ansaugen                         |

## Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

M2



- Aufgabe 1:** Markieren Sie in den nachfolgenden Abbildungen diejenigen Strukturen der Fließgewässerorganismen, die einer im Film gezeigten Strömungsanpassung entsprechen, und **nennen** Sie die spezifischen Anpassungen an die Strömung mit den folgenden Begriffen: abgeflachter Körper, stromlinienförmiger Körper, parallele Ausrichtung zur Strömung, Steinköcher, Saugnapf, Krallen, Eingraben
- Aufgabe 2:** **Erklären** Sie die Funktionen der verschiedenen Anpassungen im Fließgewässer und **diskutieren** Sie, ob die Strömung auch einen positiven Effekt auf die Organismen hat (Nutzen).

# Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

M2



| Fließgewässerorganismus             | Spezifische Anpassung an die Strömung | Funktion der Anpassung |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| <p><i>Baetis spec.</i></p>          |                                       |                        |
| <p><i>Rhithrogena spec.</i></p>     |                                       |                        |
| <p><br/>Napfschnecke</p>            |                                       |                        |
| <p><br/>Fischegel</p>               |                                       |                        |
| <p><br/>Hakenkäfer</p>              |                                       |                        |
| <p><br/>Blaßfüßige Köcherfliege</p> |                                       |                        |
| <p><br/>Vierkantwurm</p>            |                                       |                        |

Pfeil ( → ) gibt die Richtung an, aus der die Strömung kommt.



**Aufgabe 3:** Beschreiben und erläutern Sie die Grafik schriftlich. Verwenden Sie dabei folgende Fachbegriffe:

**(physiologisches) Optimum, Toleranzbereich, Präferenzbereich, Umweltfaktor/Ökofaktor, Pessimum, Minimum, Maximum und stenök bzw. euryök.**

Als mögliche Hilfestellung kann der Text genutzt werden „Reaktion von Lebewesen auf Umweltfaktoren, Begriffe“ (M3b).

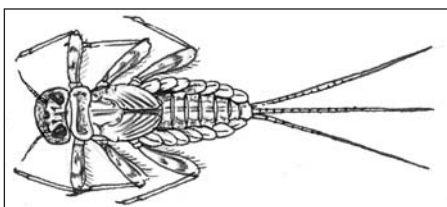
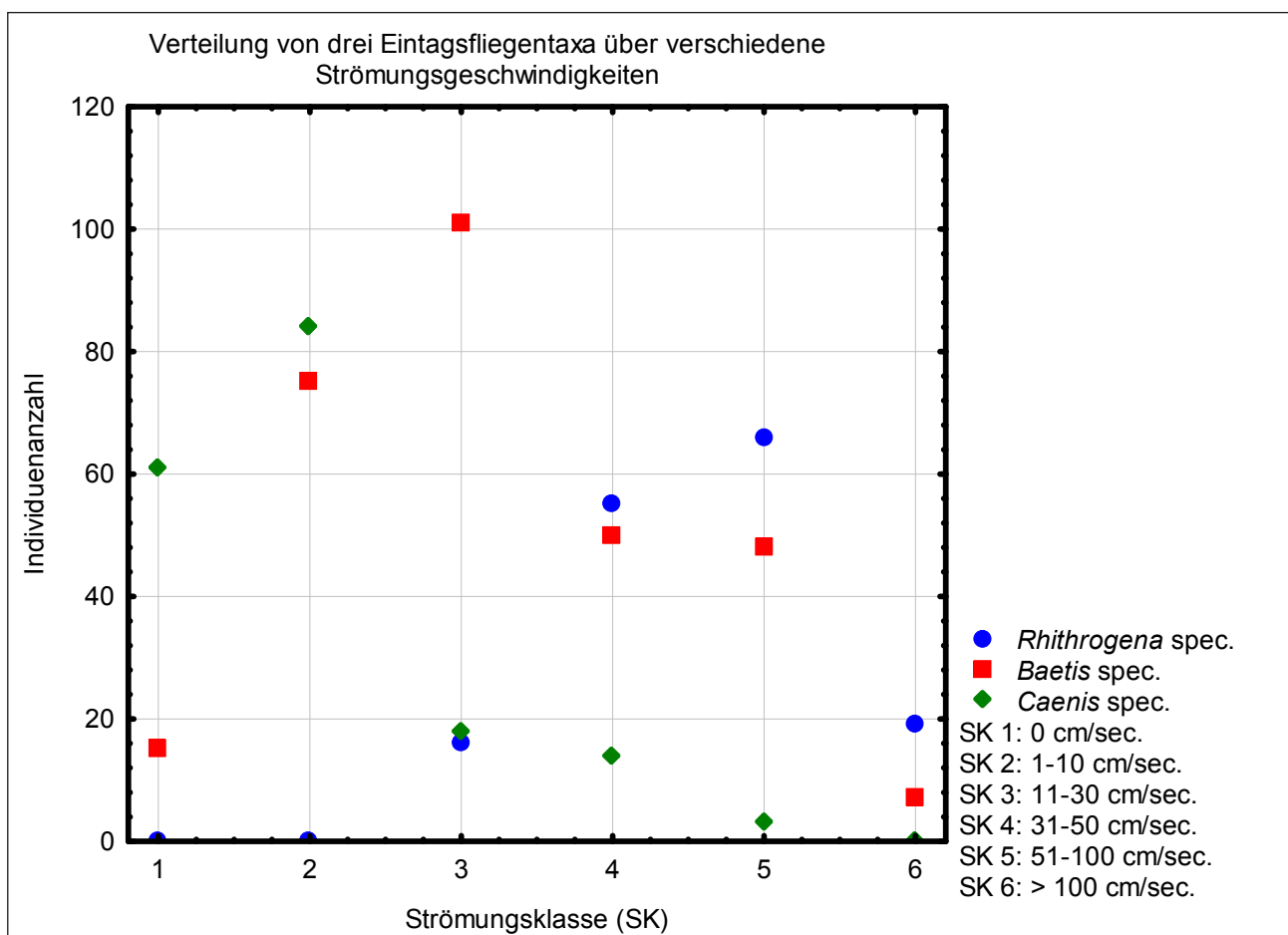


Abb. 1: *Rhithrogena spec.*

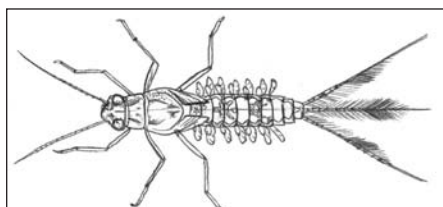


Abb. 2: *Baetis spec.*

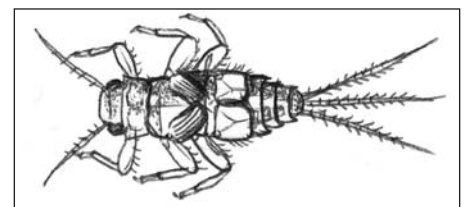


Abb. 3: *Caenis spec.*



## **Reaktion von Lebewesen auf Umweltfaktoren, Begriffe**

### **(physiologisches) Optimum**

Die für das Gedeihen einer Population oder eines Individuums günstigste Intensität eines Umweltfaktors. Das Optimum ist der Bereich, der für den entsprechenden Organismus am günstigsten ist.

### **Präferenzbereich**

Der bevorzugte Bereich eines Organismus oder einer Population in der Nähe des Optimums.

### **Umweltfaktor/Ökofaktor**

Gesamtheit der auf einen Organismus aus einer Umwelt einwirkenden Faktoren. Einflüsse der unbelebten Umwelt bezeichnet man als abiotische Faktoren, solche der belebten Umwelt als biotische Faktoren.

### **Pessimum**

Extrembereiche für einen Organismus oder eine Population, in denen eine Existenz gerade noch möglich ist.

### **Minimum**

Unterhalb bestimmter Schwellenwerte können Organismen nicht leben. Der untere Grenzwert wird als Minimum bezeichnet. Es ist der Wert, der das Vorkommen einer Art in einem Lebensraum nach unten begrenzt.

### **Maximum**

Oberhalb bestimmter Schwellenwerte können Organismen nicht leben. Der obere Grenzwert wird als Maximum bezeichnet. Es ist der Wert, der das Vorkommen einer Art in einem Lebensraum nach oben begrenzt.

### **Toleranzbereich (Ökologische Potenz)**

Der Bereich zwischen Minimum und Maximum.

### **Euryök**

Bezeichnung für Organismen, die sehr unterschiedliche Umweltbedingungen tolerieren. Der Begriff bezieht sich immer auf einen bestimmten Umweltfaktor.

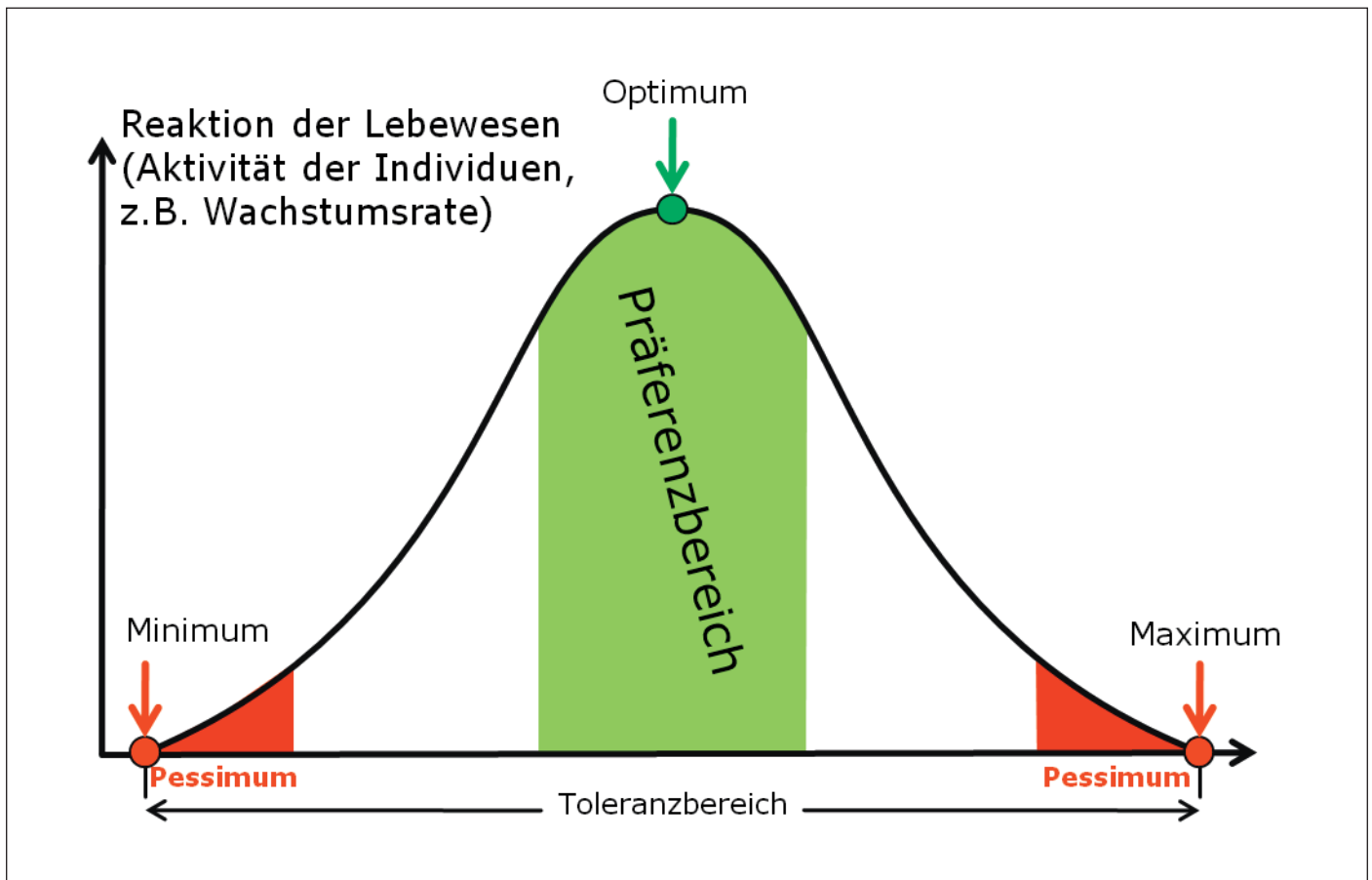
### **Stenök**

Bezeichnung für Organismen, die empfindlich auf die Schwankung von Umweltfaktoren reagieren. Der Begriff bezieht sich immer auf einen bestimmten Umweltfaktor.

Quelle: Nach Scherf, G. (1997): Wörterbuch Biologie. Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG. München.

# Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

M3b



# Stoffkreisläufe: Der Stickstoffhaushalt in Fließgewässern

M1



## Zusatzinformatinen für die LuL

### Stickstoff ist ein essentielles Element für Lebewesen

Ein bestimmtes chemisches Element wird dann als essentieller Nährstoff bezeichnet, wenn es für das Wachstum der Pflanze aus dem Samen bis zur Vollendung des Entwicklungszyklus mit abschließender Produktion einer neuen Samengeneration erforderlich ist. Dabei gibt es sechs Hauptbestandteile, die Pflanzen in relativ großen Mengen benötigen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor (Campbell/Reece 2003).

Tiere sind als Konsumenten auf die in den Pflanzen vorkommenden Stickstoffverbindungen angewiesen. Auch für sie ist Stickstoff ein lebenswichtiges Element.

Beispiele für Verbindungen, in denen Stickstoff vorkommt:

Ammoniak, Ammoniumverbindungen, Nitride, Amine, Peptide und Proteine, Adenin, Thymin, Uracil und viele mehr

### Stickstoff als Hauptbestandteil der Luft

| Gas          | Formel          | %-Anteil |
|--------------|-----------------|----------|
| Stickstoff   | N <sub>2</sub>  | 78 %     |
| Sauerstoff   | O <sub>2</sub>  | 21 %     |
| Kohlendioxid | CO <sub>2</sub> | 0,04%    |
| Argon        | Ar              | 0,93 %   |
| Spurengase   |                 | 0,03 %   |

### Stickstoff als limitierender Faktor in Ökosystemen:

Stickstoffdünger gilt als wichtigste Düngeform in der Landwirtschaft, da Stickstoff in Ökosystemen häufig den limitierenden Faktor darstellt.

### Leitfrage der Stunde:

Wie können Lebewesen den atmosphärischen Stickstoff nutzen?





### M2.1

**Aufgabe 1:** **Erklären** Sie Ihren Gruppenmitgliedern den Begriff Nitrifikation mithilfe der Informationen des vorliegenden Textes zum Stickstoffhaushalt in Fließgewässern!

**Aufgabe 2:** Ordnen Sie gemeinsam in der Gruppe die folgenden Begriffe in die Abbildung auf dem Arbeitsblatt „Stickstoffhaushalt im Fließgewässer“ ein:

Stickstoff, Stickstoff, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Ammoniak, Ammoniak, Wurzelknöllchen, Denitrifikation, Nitratammonifikation

**Aufgabe 3:** Zeichnen Sie den Vorgang der Nitrifikation mit einem farbigen Stift in die Abbildung zum „Stickstoffhaushalt im Fließgewässer“ ein!

### M2.2

**Aufgabe 1:** **Erklären** Sie Ihren Gruppenmitgliedern die Begriffe Nitratatmung und Denitrifikation mithilfe der Informationen des vorliegenden Textes zum Stickstoffhaushalt in Fließgewässern!

**Aufgabe 2:** Ordnen Sie gemeinsam in der Gruppe die folgenden Begriffe in die Abbildung auf dem Arbeitsblatt „Stickstoffhaushalt im Fließgewässer“ ein:

Stickstoff, Stickstoff, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Ammoniak, Ammoniak, Wurzelknöllchen, Denitrifikation, Nitratammonifikation

**Aufgabe 3:** Zeichnen Sie den Vorgang der Nitrifikation mit einem farbigen Stift in die Abbildung zum „Stickstoffhaushalt im Fließgewässer“ ein!

### M2.3

**Aufgabe 1:** **Erklären** Sie Ihren Gruppenmitgliedern den Vorgang der Bindung von molekularem Stickstoff mithilfe der Informationen des vorliegenden Textes zum Stickstoffhaushalt in Fließgewässern!

**Aufgabe 2:** Ordnen Sie gemeinsam in der Gruppe die folgenden Begriffe in die Abbildung auf dem Arbeitsblatt „Stickstoffhaushalt im Fließgewässer“ ein:

Stickstoff, Stickstoff, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Ammoniak, Ammoniak, Wurzelknöllchen, Denitrifikation, Nitratammonifikation

**Aufgabe 3:** Zeichnen Sie den Vorgang der Nitrifikation mit einem farbigen Stift in die Abbildung zum „Stickstoffhaushalt im Fließgewässer“ ein!



## Stickstoffhaushalt

Stickstoff gelangt durch den Abbau von Eiweißen<sup>1</sup>, als Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) auch direkt aus der Aue, vor allem aus dem Boden und heute besonders aus der Düngung (Gülle, mineralischer Dünger) in die Gewässer. Auch aus der Luft und dem Grundwasser gelangen Nitrate in die Fließgewässer. Nitrate sind leicht wasserlöslich. Nitrate und Ammonium werden von Pflanzen direkt als Nährstoffe aufgenommen. Der Stickstoffhaushalt wird fast ausschließlich über Nitrifikation und Denitrifikation reguliert. Beim Vorgang der Nitrifikation geht das aus dem Eiweißabbau stammende Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) in Fließgewässern sehr schnell in Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) über, welches meist schnell zu Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) oxidiert:

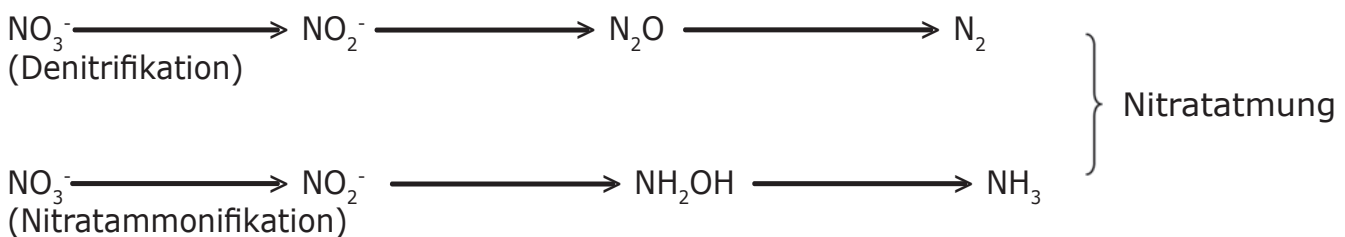


Für die Reaktion ist das Bakterium *Nitrosomonas* verantwortlich. Je nach Sauerstoffgehalt des Wassers wird das Nitrit verschieden schnell durch das Bakterium *Nitrobacter* zu Nitrat oxidiert:



Es ist von Bedeutung, dass die Ammoniak- und Nitritphase nur sehr kurz ist; verlangsamt sich die Oxidationsphase, kommt es zu einem deutlichen Rückgang der Artenmannigfaltigkeit infolge der Giftigkeit beider Verbindungen.

In anoxischen oder sauerstoffarmen Bereichen der Fließgewässer kommt es zur Nitratatmung. Als Endprodukte entstehen dabei molekularer Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) oder Ammoniak.



Die Nitratatmung ist von entscheidender Bedeutung für die Selbstreinigung eines Fließgewässers unter sauerstoffarmen Bedingungen.

Bei der Denitrifikation handelt es sich um eine Reduktion von Nitraten zu Ammoniak oder bis hin zum freien Stickstoff durch fakultativ<sup>2</sup> anaerob lebende Bakterien. Statt des atmosphärischen Sauerstoffs verwenden sie den Sauerstoff von Nitraten, Nitriten oder Stickstoffoxiden zur Oxidation von organischen Verbindungen. Durch die Denitrifikation entweicht der molekulare Stickstoff als Gas aus dem Gewässer. So kann es in belasteten Gewässern zu größeren Stickstoffeliminationen kommen, sogar in turbulenten Gebirgs- und Mittelgebirgsbächen.

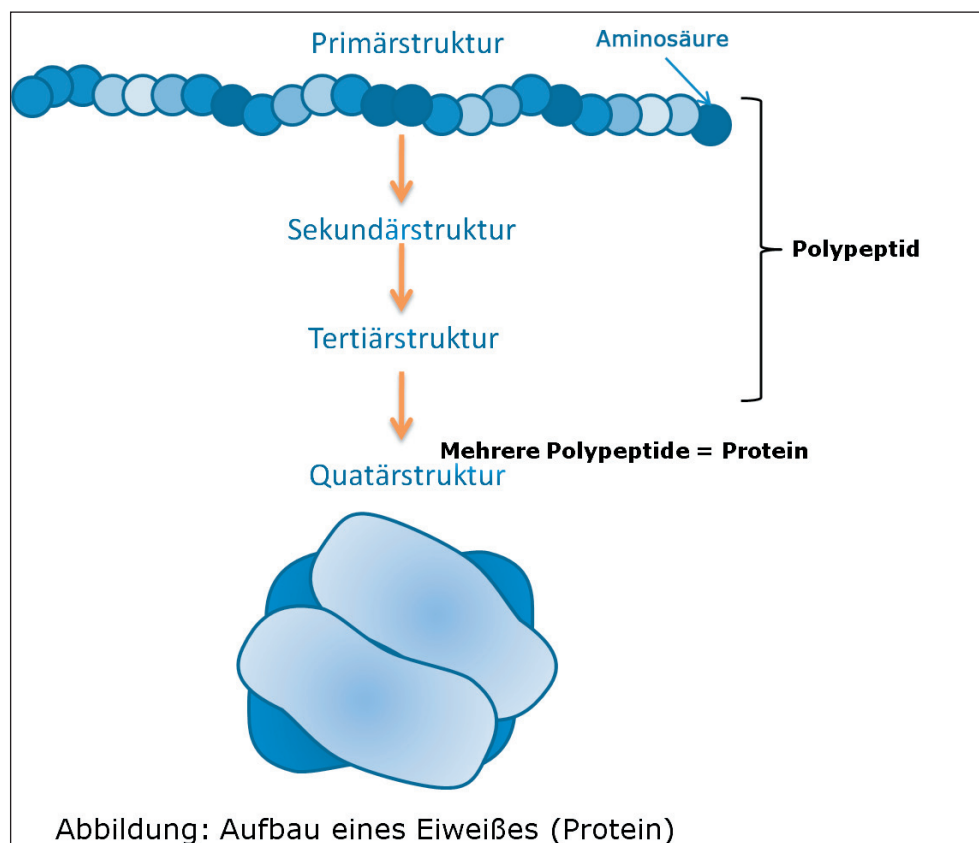


Beeinflusst wird der Stickstoffhaushalt durch  $N_2$ -Fixierung und die N-Akkumulation einiger Pflanzen. Einige heterotrophe Bakterien (z.B. *Azotobacter*, *Azomonas*-Arten) und phototrophe Bakterien einschließlich Blaualgen sind zur Bindung von molekularem Stickstoff befähigt. In anaeroben Bereichen hat diese Funktion besonders *Clostridium* inne, während die überwiegende Zahl der Fixierer freien Stickstoff unter aeroben Bedingungen nutzt.

Eine besondere Rolle im Zusammenhang mit der Bindung von molekularem Stickstoff spielen die uferbegleitenden Erlen. Ihre landwärts wachsenden Wurzeln bilden sogenannte Knöllchen aus, in denen symbiontische Bakterien leben. In diesem Fall sind es  $N_2$ -fixierende Actinomyzeten (z.B. *Frankia*), die der Pflanze Stickstoff zukommen lassen. Die Bakterien hingegen werden von den Pflanzen mit Nährstoffen und Wasser versorgt. Der aus der Bodenluft entnommene Stickstoff befähigt die Erlen, auch an Bächen zu wachsen, die in nährstoffarmen Gebieten fließen. Die Erlen entziehen den Blättern vor dem herbstlichen Laubfall keinen Stickstoff, so dass das C/N-Verhältnis in den Blättern, die in den Bach fallen, niedrig bleibt, wodurch diese sich vorzüglich als Nahrung für das Makrozoobenthos eignen.

<sup>1</sup> Definition Eiweiß (Protein):

Dreidimensionale Biopolymere, die aus zwanzig verschiedenen, als Aminosäuren bezeichneten Monomeren aufgebaut sind. Aus den Aminosäureketten (Primärstruktur) entstehen durch die Ausbildung von Wasserstoffbrücken (Sekundärstruktur) und anschließende Wechselwirkungen zwischen den Seitenketten der Aminosäuren Polypeptide (Tertiärstruktur). Lagern sich mehrere Polypeptide zusammen, spricht man von der Quatärstruktur oder Proteinen (nach Campbell/Reece, 2003.).



<sup>2</sup> fakultativ: [von lat. facultas: Möglichkeit]; freigestellt, unter bestimmten Kontextbedingungen.

# Stoffkreisläufe: Der Stickstoffhaushalt in Fließgewässern

M4

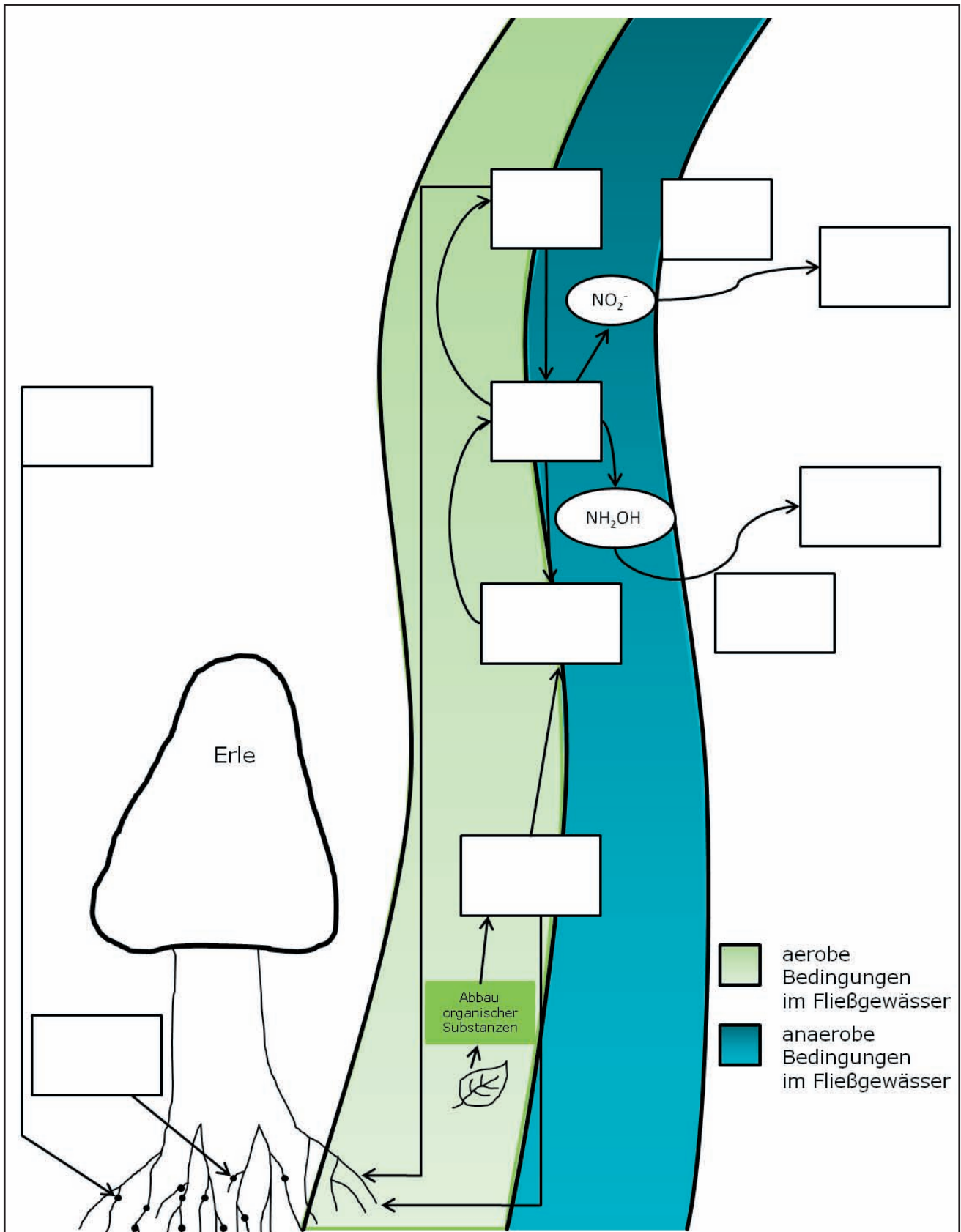


Abbildung: Stickstoffhaushalt im Fließgewässer



## Hausaufgabe zum Thema Stickstoffhaushalt im Fließgewässer

**Aufgabe 1:** **Beschreiben** Sie anhand der Abbildung 1 den Kurvenverlauf der Nitratkonzentration eines Fließgewässers im Jahresverlauf.

**Aufgabe 2:** **Erklären** Sie mithilfe des Ihnen aus dem Unterricht bekannten Stoffes und der Abbildung über die Niederschläge in Deutschland im Jahresverlauf (Abb. 2), warum sich der Nitratgehalt im Fließgewässer natürlicherweise im Jahresverlauf ändert.

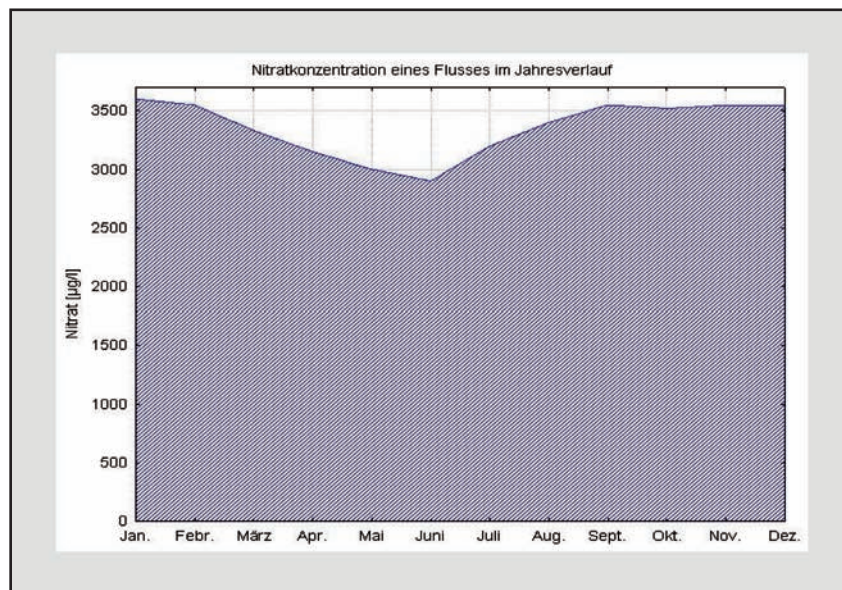


Abb.1: Die Nitratkonzentration eines Flusses im Jahresverlauf (aus: Brehm & Meijering. Fließgewässerkunde. 1996.)

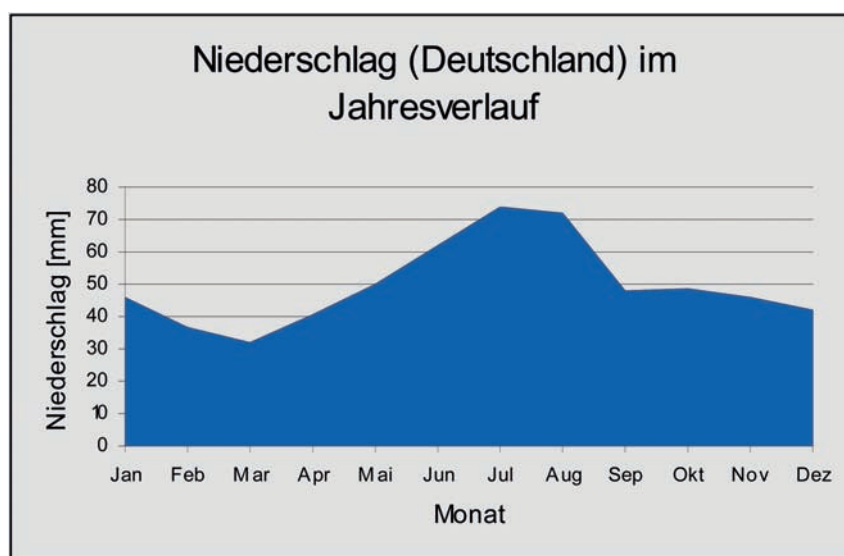


Abb.2: Der Niederschlag in Deutschland im Jahresverlauf (vgl. <http://www.diewettervorhersage.info/> Zugriff: 15.10.2009.)



Abb. 1: Wasserhahnenfuß (*Ranunculus fluitans*), aus: Van de Weyer und Schmidt (2007): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten. Polykopie.



**Aufgabe 1:** **Erläutern** Sie am Beispiel des Wasserhahnenfußes die Begriffe Heterophyllie und Thermomorphose. **Erklären** Sie warum der Wasserhahnenfuß Schwimmblätter ausbildet!

Nutzen Sie zum Lösen der Aufgabe den Text: „Kontrolle der Entwicklung durch Außenfaktoren“.

### Kontrolle der Entwicklung durch Außenfaktoren

Wachstum und Differenzierung, also die Morphogenese, werden nicht allein durch endogene Prozesse gesteuert. Vielmehr wird im Rahmen der genetisch festgelegten Reaktionsnorm die Entwicklung durch Außenfaktoren maßgeblich beeinflusst. Gerade die standortgebundenen Pflanzen sind - im Unterschied zum frei beweglichen Organismus - den oft erheblich schwankenden Außeneinflüssen an ihrem Standort ausgesetzt und müssen in angemessener Weise darauf reagieren.

Endogen gesteuert erfolgt die Realisierung der artspezifischen Gestalt, d.h. die Ausprägung der arttypischen Organisations- und Anpassungsmerkmale. Durch die jeweils auf das Individuum einwirkenden Umgebungsbedingungen werden diese Merkmale jedoch modifiziert. Diese Umgebungsbedingungen beeinflussen wie groß und wie alt z.B. eine Blütenpflanze wird und wann bei ihr die irreversible Umsteuerung von der vegetativen zur reproduktiven Entwicklung erfolgt; auch wie viele Blüten, Pollen und Samen sie schließlich hervorbringt hängt von den Umgebungsbedingungen ab. Die letztgenannten Modifizierungen werden maßgeblich von der Wasser- und Nährstoffversorgung sowie den Temperatur- und Lichtverhältnissen beeinflusst.

Die Betrachtung beschränkt sich auf solche Prozesse, deren verursachende Außenfaktoren nicht als Stoff- und/oder Energiequelle dienen, sondern als auslösende Signale wirken.

So wie chemische Reaktionen im Allgemeinen unterliegen auch die Stoffwechselläufe der Zellen einer Temperaturabhängigkeit und die Temperaturbereiche, innerhalb derer sich bei einem Organismus Wachstum ereignet, werden durch biochemische, physiologische und morphologische Gegebenheiten bestimmt. Die Temperaturabhängigkeit des Wachstums folgt in der Regel einer charakteristischen Optimumkurve.

Die Temperaturoptima für das Sprosswachstum ändern sich bei vielen Pflanzen oft tagesperiodisch, d.h. diese Pflanzen sind an einen Temperaturwechsel zwischen Tag und Nacht angepasst und entwickeln sich nur bei einem solchen regelmäßigen Temperaturwechsel optimal. Eine solche Erscheinung nennt man Thermoperiodismus.

Durch Einwirkung bestimmter Temperaturen ausgelöste Entwicklungsprozesse werden Thermomorphosen genannt. Ein Beispiel dafür ist die Heterophyllie beim Wasserhahnenfuß (*Ranunculus fluitans*). Die fiederteiligen Unterwasserblätter entwickeln sich bei Wassertemperaturen um 8 - 10 °C. Bei Erhöhung der Wassertemperatur im Sommer auf 23 - 28 °C (dem Bereich der Lufttemperatur) entwickeln sich zusätzlich Schwimmblätter mit gelappter Blattspreite, die auf der Wasseroberfläche liegen.



- Aufgabe 2:**
- a) **Beschreiben** Sie die  $O_2$ -Konzentration bei zunehmender Temperatur in Abbildung 2.
  - b) **Ermitteln** Sie mithilfe der Abbildung auf welchem Faktor die Sauerstofflöslichkeit zurückzuführen ist.
- Aufgabe 3:** **Beschreiben** und **erläutern** Sie in Partnerarbeit die Anzahl der Kiemen von *Anabolia nervosa* in Abbildung 2. Beziehen Sie Ihre Ergebnisse zur Sauerstoffkurve mit in Ihre Überlegungen ein.

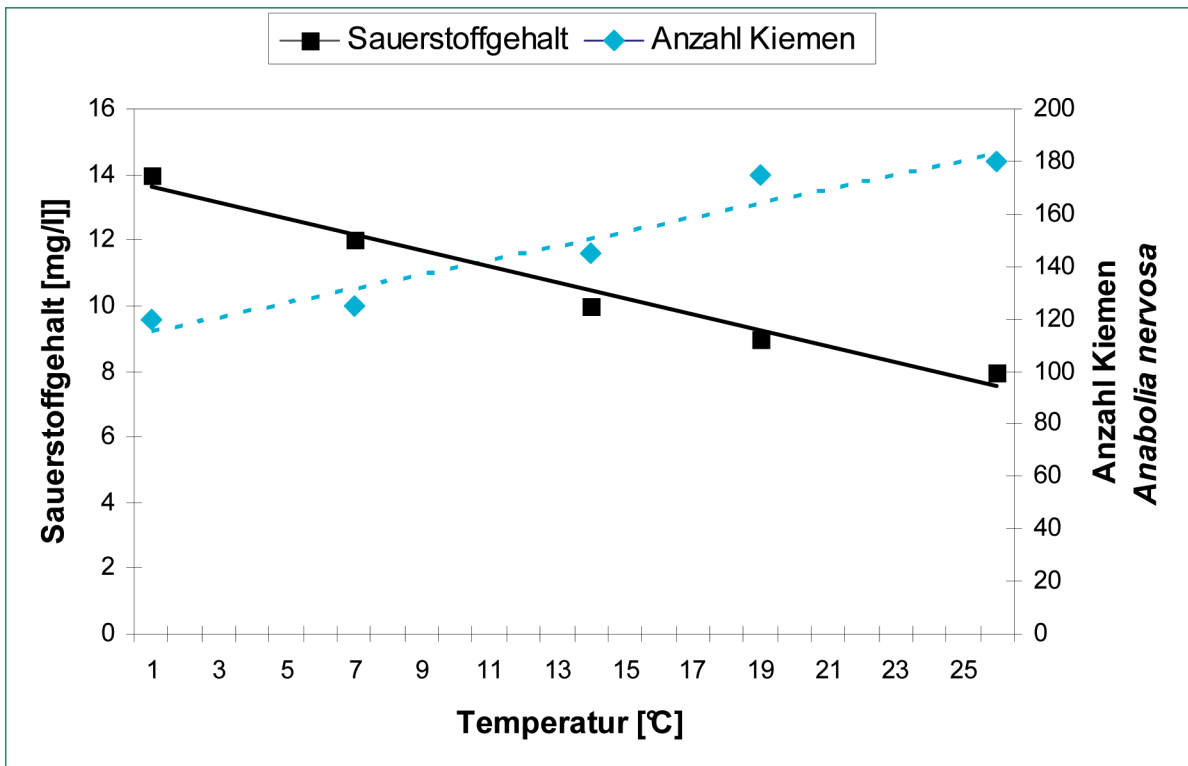
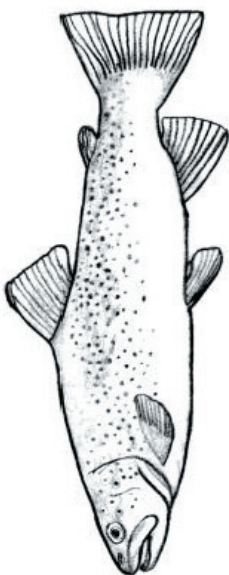
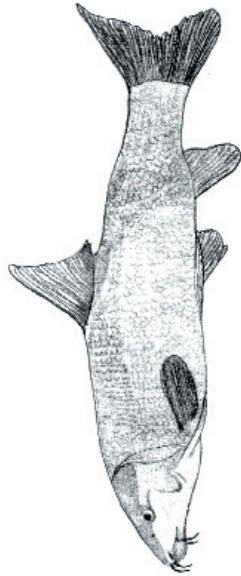


Abb. 2: Der Gehalt des im Wasser gelösten Sauerstoffs in Abhängigkeit von der Temperatur und die Anzahl der Kiemen von *Anabolia nervosa*.

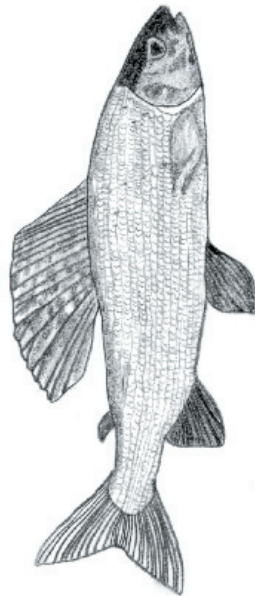




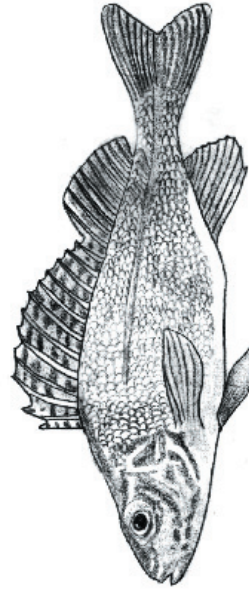
**Bachforelle, *Salmo trutta fario***



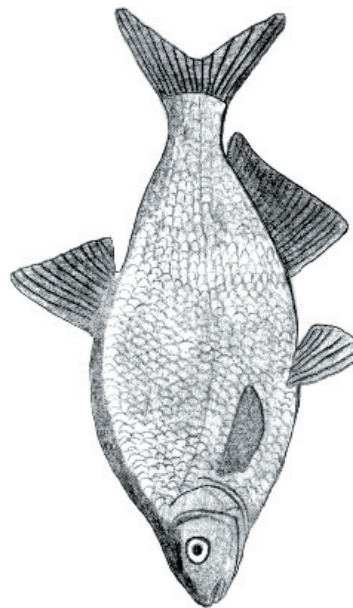
**Barbe, *Barbus barbus***



**Äsche, *Thymallus thymallus***



**Kaulbarsch, *Gymnocephalus cernua***



**Brachsen, *Abramis brama***



## Aufgabe 1 (Gruppe A):

Lesen Sie den Text zur Längszonierung eines Fließgewässers. **Ermitteln** Sie die Informationen bzgl. der abiotischen Faktoren Gefälle, Wasserführung, Wassertrübung, Nährstoffgehalt, Bodenart (Substrattyp), maximale Temperatur und Sauerstoffgehalt, jeweils für den Ober-, Mittel-, Unterlauf und die Mündung.

## Aufgabe 2 (Gruppe B):

Informieren Sie sich über die Habitatansprüche der abgebildeten Fische und markieren Sie im Text die wichtigsten abiotischen Faktoren.

## Aufgabe 3 (Gruppen A+B):

Stellen Sie sich gegenseitig ihre Ergebnisse vor und **leiten** Sie daraus den Lebensraum der Fische im Längsverlauf des Fließgewässers **ab!** Ergänzen Sie mithilfe der zusammengetragenen Ergebnisse in Partnerarbeit das Arbeitsblatt (M3). Schneiden Sie dafür die hier abgebildeten Fische aus.



Bachforelle, *Salmo trutta fario*



Barbe, *Barbus barbus*



Äsche, *Thymallus thymallus*



Brachsen, *Abramis brama*



Kaulbarsch, *Gymnocephalus cernua*



### **Gruppe A:** Die abiotischen Faktoren im Längsverlauf von Fließgewässern in Deutschland

#### *Quelle:*

Fließgewässer beginnen an Quellen. Quellen sind kleinflächige, punktuell verteilte Lebensräume, an denen Grundwasser zutage tritt. Je nachdem wie das Grundwasser an die Oberfläche tritt, bilden sich charakteristische Strukturen. Bei einer Sturzquelle fließt das Wasser unmittelbar in den Quellbach ab. Bei der Sicker- oder Sumpfquelle sickert das Grundwasser durch aufgelagerte Bodenschichten an die Oberfläche. Es bilden sich Feuchtstellen und kleinere Rinnsale. Diese Quellform findet man häufig im Tiefland. In Tümpel- oder Weiherquellen tritt das Grundwasser am Grunde einer geschlossenen Mulde aus, füllt diese auf und fließt an der Stelle des Überlaufs in den Quellbach. Das unmittelbar aus den Quellen austretende Wasser ist noch sauerstoffarm. Die Wassertemperatur entspricht in etwa der durchschnittlichen Jahrestemperatur der Luft und beträgt in Deutschland zwischen 7 - 10°C.

#### *Oberlauf:*

Die sich der Quellregion im Längsverlauf anschließende Region eines Fließgewässers nennt man Oberlauf. Im Gebirge erreicht das Fließgewässer im Oberlauf aufgrund des starken Gefälles hohe Fließgeschwindigkeiten. Durch Abtragungsprozesse (Erosion) entstanden enge Täler, in denen das Fließgewässer; das ist im oberen Oberlauf meistens ein Bach - mehr oder weniger gestreckt verläuft. Die Gewässersohle ist strukturreich und besteht überwiegend aus großen Steinen (> 20 cm) und Schotter (6 – 20 cm), teilweise mit größeren Felsblöcken oder anstehendem Fels.

Im Jahresverlauf beträgt die maximale Wassertemperatur < 5 °C. Der Sauerstoffgehalt ist hoch. Das hat zwei Gründe: 1. Generell wird Sauerstoff aus der Atmosphäre nur an den Grenzflächen Wasser/Luft und im Fließgewässer besonders an Orten, wo Strömungsturbulenzen herrschen, ins Gewässer gemischt. Turbulenzen sind im Oberlauf häufig vorhanden. 2. Die Temperatur beeinflusst stark die Menge an gelöstem Sauerstoff im Wasser. Die Sättigungsgrenze für Sauerstoff sinkt nämlich mit Erhöhung der Wassertemperatur; oder anders herum, je niedriger die Temperatur desto mehr Sauerstoff kann im Wasser gelöst werden. Die geringen Wassertemperaturen im Oberlauf führen dazu, dass viel Sauerstoff im Wasser gelöst werden kann.

Die Fließgewässer im Bereich des Oberlaufs sind meist flach und wenig breit. Entsprechend können die am Ufer stehenden Bäume das Gewässer vollständig beschatten (Kronenschluss der Bäume über dem Gewässer); der Wasserkörper ist schlecht belichtet. Deshalb kommen als Wasserpflanzen höchstens ein paar Moosarten vor; Phytoplankton (frei schwebende Algen) fehlt vollständig. Auch der Algenaufwuchs (Phytobenthos) auf den Steinen ist, als Folge der Beschattung, schlecht entwickelt.

Im Übergangsbereich zum folgenden Mittellauf haben die Flüsse des Oberlaufs geringere Fließgeschwindigkeiten und die Gewässersohle besteht überwiegend aus Schotter oder Grobkies (2 - 6 cm).



### *Mittellauf:*

Nach dem Oberlauf folgt der Mittellauf, der durch flachere Landschaften mit geringem Gefälle fließt. Die Fließgeschwindigkeit nimmt ab und damit verliert der Fluss an Schleppkraft. Es kann sich feinkörnigeres Substrat, wie z.B. Feinkies oder Sand, ablagern. Erosion- und Sedimentationsprozesse (Ablagerung) sind im Gleichgewicht.

Die maximale Temperatur kann auf Werte zwischen 15 und 17 °C steigen. Der Sauerstoffgehalt ist hoch, erreicht aber durch die höheren Temperaturen und die geringeren Turbulenzen im Mittellauf nicht mehr die Werte wie im Oberlauf. Sowohl die Tiefe als auch die Breite des Flusses steigen an. Dies führt dazu, dass der Fluss je nach Exposition zur Sonne mittelmäßig bis gut belichtet ist und sich Wasserpflanzen, Phytobenthos und das Phytoplankton gut entwickeln können.

### *Unterlauf:*

Im anschließenden Unterlauf bis zur Mündung fließt das Wasser dann durch flaches Land. Durch das geringe Gefälle sinkt die Fließgeschwindigkeit der Flüsse und Ströme. Es überwiegen Sedimentationsvorgänge und die Korngröße der auf der Gewässersohle abgelagerten Substrate ist gering. Bei den großen Flüssen bestehen diese überwiegend aus Sand und größeren Anteilen organischen Materials (Schlamm). Durch Seitenerosion entstehen weite Mäander.

Im Unterlauf kann die maximale Wassertemperatur bis auf Werte zwischen 17 - 19°C steigen. Der Sauerstoffgehalt ist natürlicherweise durch die hohen Wassertemperaturen, die geringen Fließgeschwindigkeiten und die fehlenden Turbulenz deutlich geringer als im Ober- und Mittellauf. Die Gewässer sind sehr breit und tief. Die Gewässersohle wird nicht mehr vollständig belichtet und das Wasser ist aufgrund der zunehmenden Anzahl von Feinpartikeln trübe. Wasserpflanzen, Phytobenthos und Phytoplankton können sich nicht mehr so gut entwickeln.

### *Mündung:*

Im Bereich der Mündung steigt die maximale Wassertemperatur auf über 20°C an. Der Sauerstoffgehalt ist gering. Die Gewässersohle besteht aus Sand, Schlamm und anderem Feinsediment. Aufgrund der Nährstoffanreicherung im Längsverlauf und der sehr geringen Fließgeschwindigkeit von der Quelle bis zur Mündung ist das Fließgewässer im Bereich der Mündung stark getrübt.

(Quellen: Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (2008): Band 64.  
Schwoerbel & Brendelberger (2005): Einführung in die Limnologie.  
Schönborn (2003): Lehrbuch der Limnologie.)



### **Gruppe B:** Habitatansprüche der Fische

#### **Äsche: *Thymallus thymallus***

##### *Merkmale:*

Bis 50 cm großer Fisch mit großen Schuppen und kleinem Maul. Gestreckter, seitlich abgeflachter Körper mit Fettflosse. Kleiner Kopf mit einer spitzen Schnauze. Männchen mit charakteristischer fahnenartig verlängerter Rückenflosse. Die Färbung des Rückens ist graugrün bis bläulich, an Flanken und Bauch ist die Äsche silbrig weiß.

##### *Lebensweise:*

Lebt in kühlen und schnell fließendem Bächen und Flüssen mit sauerstoffreichem Wasser und reich strukturierter Gewässersohle bestehend aus Kies- oder Sandgrund. Die Äsche hält sich bevorzugt in der Gewässermittle oder am Rand tiefer Becken im Flussbett auf. Lebt in Schwärmen und ernährt sich von Insektenlarven und Kleinkrebsen. Die Nahrung besteht aus wirbellosen Kleintieren (z.B. Bachflohkrebse, Insektenlarven, Schnecken), Anfluginsekten und kleinen Fischen. Die Laichzeit liegt zwischen März und Mai. Der Laich wird nach der Befruchtung mit Kies bedeckt, da er nicht am Substrat kleben bleibt.

#### **Barbe (auch: Flussbarbe): *Barbus barbus***

##### *Merkmale:*

Schlanker, bis 1 m langer, kräftiger Körper, auffallende Barteln.

##### *Lebensweise:*

Lebt in größeren Flüssen mit mäßiger Strömung und sandig bis kiesigem Untergrund. Der dämmerungsaktive Fische zieht sich tagsüber in durchströmte Unterstände zurück. Barben halten sich vorwiegend am Gewässergrund auf und suchen dort nach Insektenlarven, Würmern und Kleinkrebsen, aber auch Algen und kleine Fische werden aufgenommen. Barben sind Kieslaicher, die zur Laichzeit (Mai bis Juli) in großen Schwärmen flussaufwärts ziehen, um ihre Laichgebiete aufzusuchen.

#### **Brachsen (auch: Blei, Brassen): *Abramis brama***

##### *Merkmale:*

30 bis 70 cm langer, hochrückiger karpfenartiger Fisch. Seitlich stark zusammengedrückt, bleiblauer Rücken und silbrige Seiten, im Alter oft goldgelb schimmernd.

##### *Lebensweise:*

Lebt in langsam fließenden Gewässern, kommt auch in nährstoffreichen Seen vor. Als typischer Grundfische durchsucht der Brachsen mit seinem rüsselartig vorgestreckten Maul den schlammigen Grund systematisch nach Planktontieren und Kleinlebewesen. Brachsen sind Krautlaicher und ziehen von April bis Mai in Schwärmen flussabwärts und laichen in pflanzenreichen, strömungsberuhigten Uferbereichen und Seitenarmen.

## Die Fischbesiedlung im Längsverlauf von Fließgewässern

M2



### **Bachforelle: *Salmo trutta fario***

#### *Merkmale:*

20 bis 60 cm langer Fisch mit torpedoförmigem Körper und auffallenden roten und schwarzen Punkten.

#### *Lebensweise:*

Stellt hohe Ansprüche an ihren Lebensraum. Lebt in sauerstoffreichen und kühlen Bächen mit mineralischer, reich strukturierter Gewässersohle. Temperaturmaxima über 15 °C werden nicht toleriert. Bachforellen sind standorttreue Fische mit ausgeprägtem Revierverhalten. Von gut geschützten Unterständen (Erlenwurzeln, großen Steinen und Ufervorsprüngen) aus lauern sie auf ihre Nahrung (Insektenlarven, Kleinkrebse und Anflugnahrung). Zur Laichzeit (Oktober bis Januar) ziehen die Tiere bachaufwärts an kiesige, gut durchströmte Flachwasserbereiche.

### **Kaulbarsch: *Gymnocephalus cernua***

#### *Merkmale:*

15 bis 25 cm langer, gedrungener und leicht hochrückiger Körper. Der freie Rand des Kiemendeckels trägt einen spitzen Dorn. Zwischen den miteinander verbundenen Rückenflossen befindet sich ein Einschnitt. Grundfärbung olivgrün bis braungelb.

#### *Lebensweise:*

Bewohnt größere Fließgewässer, Seen sowie das Brackwasser von Flussmündungen. Lebt auf sandigem bis weichem Grund und ernährt sich von Insektenlarven, Flohkrebse, Würmern und Mollusken. Die Weibchen laichen ab einer Wassertemperatur von 10- 15 °C (März bis Mai) auf Hartsubstrat (Steine, Kies oder Sand).

(Quellen: Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (2008): Band 64.  
Vilcinskas (2000): Fische – Mitteleuropäische Süßwasserarten  
und ~~Wasser~~ der Nord- und Ostsee.)



## Definitionen/Glossar

### Bach

Ein Bach ist ein Fließgewässer, dessen Einzugsgebiet eine Größe von 10 - 100 km<sup>2</sup> besitzt.

### Einzugsgebiet

Das von einem Fließgewässer mit seinen oberirdischen und unterirdischen Zuflüssen entwässerte Gebiet. Das jeweilige Fließgewässer kann ein Bach, Fluss oder Strom sein.

### Fluss

Ein Fluss hat eine Einzugsgebietgröße > 100 – 10.000 km<sup>2</sup>.

### Gefälle

Grad der Neigung eines Fließgewässers. Je geringer die Entfernung und je größer der Höhenunterschied zwischen zwei Punkten, desto stärker das Gefälle. Je stärker das Gefälle, desto stärker die Strömung.

### Gewässersohle

Umgangssprachlich Flussbett. Die Gewässersohle ist aus verschiedenen Substrattypen aufgebaut. Diese können grundsätzlich a) mineralisch sein, z.B. bestehend aus Gesteinsblöcken, anstehendem Fels, Schotter (6 - 20 cm), Kies (0,2 – 6 cm) oder Sand (< 2 mm) oder b) aus organischen Substrattypen bestehen, wie z.B. Algen, Wasserpflanzen und Falllaub.

### Habitat

Der charakteristische Lebensraum einer Art wird als Lebensraum, Biotop oder Habitat bezeichnet. Der Lebensraum erfüllt alle für die Art notwendigen Anforderungen und die übrigen Bedingungen können ertragen werden. Im Fließgewässer werden die verschiedenen Substrattypen auch als Habitate bezeichnet. Diese lassen sich grob unterteilen in mineralische und organische Substrattypen.  
Holz.

### Phytobenthos

Mikroskopische Algen, vor allem Kieselalgen, die am Gewässerboden wachsen; überwiegend auf mineralischen Substrattypen zu finden.

### Strom

Als Ströme werden Fließgewässer bezeichnet, die eine Einzugsgebietgröße > 10.000 km<sup>2</sup> haben.

# Die Fischbesiedlung im Längsverlauf von Fließgewässern

M3



**Quelle**      **Oberlauf**      **Mittellauf**      **Unterlauf**      **Mündung**

**Abiotische Faktoren**

1. Gefälle:
2. Wasserführung : Nährstoffgehalt
3. Bodenart (Substrattypen):
4. Max. Temperatur:
5. Sauerstoffgehalt:

**Fischregionen:** \_\_\_\_\_ ?      ?      ?      ?      ?

**Fische:**



# Die Fischbesiedlung im Längsverlauf von Fließgewässern

M4

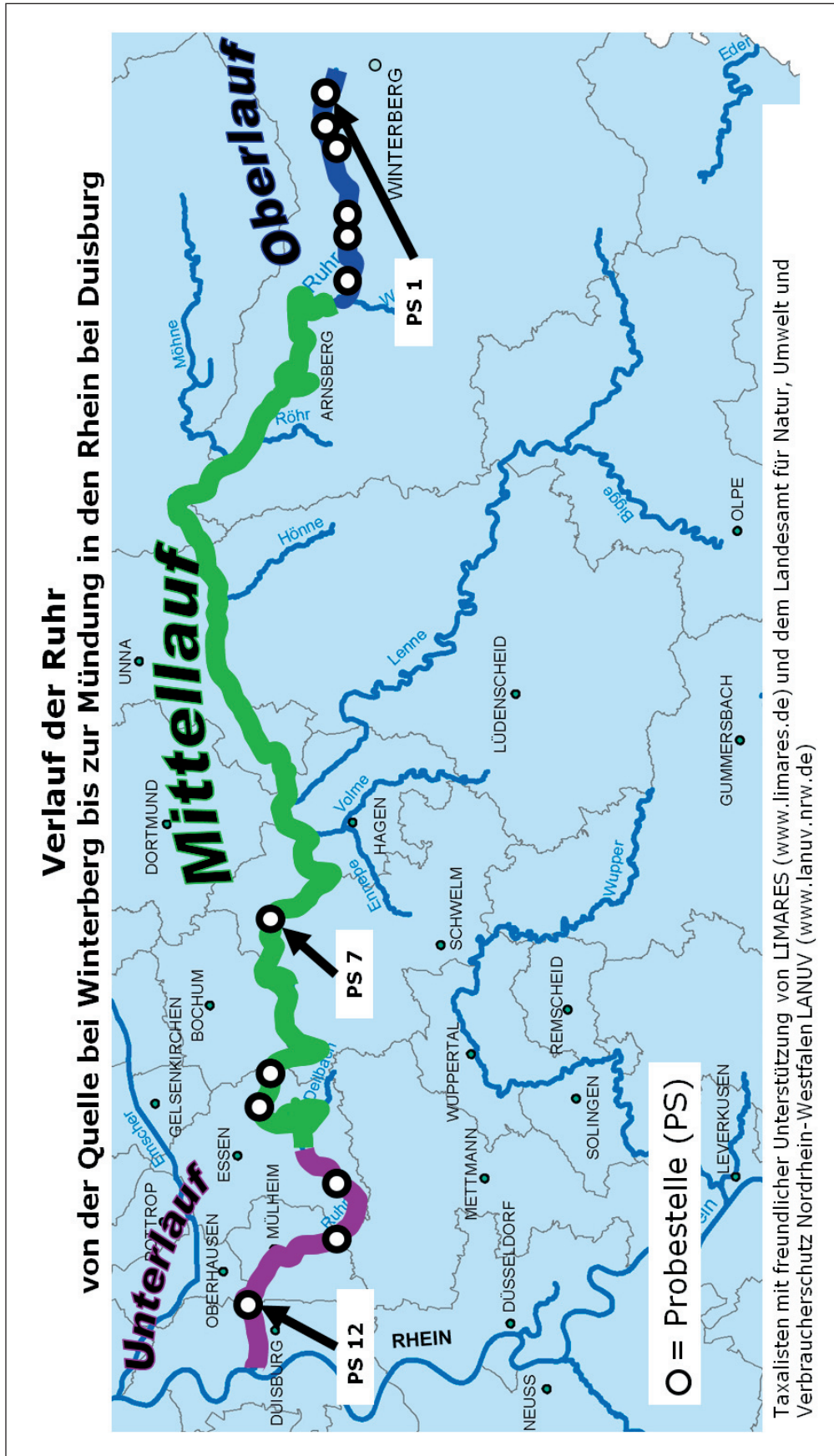


| PROBESTELLE | JAHR | NAME        | HAEUFIGKEIT |
|-------------|------|-------------|-------------|
| A           | 2003 | Döbel       | 8           |
|             | 2003 | Rotauge     | 4           |
|             | 2003 | Brachsen    | 5           |
|             | 2003 | Barbe       | 18          |
| B           | 2006 | Bachforelle | 5           |
|             | 2006 | Äsche       | 16          |
|             | 2006 | Groppe      | 10          |
| C           | 2007 | Aal         | 44          |
|             | 2007 | Barsch      | 130         |
|             | 2007 | Kaulbarsch  | 90          |
|             | 2007 | Döbel       | 7           |
|             | 2007 | Rotauge     | 2           |
|             | 2007 | Gründling   | 3           |
|             | 2007 | Schleie     | 1           |
|             | 2007 | Groppe      | 2           |
| D           | 2006 | Aal         | 1           |
|             | 2006 | Äsche       | 20          |
|             | 2006 | Bachforelle | 7           |
|             | 2006 | Groppe      | 4           |
| E           | 2005 | Bachforelle | 131         |
|             | 2005 | Groppe      | 20          |
| F           | 2007 | Aal         | 6           |
|             | 2007 | Barbe       | 9           |
|             | 2007 | Döbel       | 4           |
|             | 2007 | Gründling   | 3           |
|             | 2007 | Kaulbarsch  | 1           |
|             | 2007 | Brachsen    | 5           |
| G           | 2007 | Barsch      | 236         |
|             | 2007 | Kaulbarsch  | 155         |
|             | 2007 | Aal         | 11          |
|             | 2007 | Rotauge     | 24          |
|             | 2007 | Schleie     | 7           |
|             | 2007 | Döbel       | 7           |
| H           | 2001 | Aal         | 13          |
|             | 2001 | Barsch      | 70          |
|             | 2001 | Döbel       | 55          |
|             | 2001 | Rotauge     | 322         |
|             | 2001 | Schleie     | 1           |
|             | 2001 | Brachsen    | 81          |

|   |      |             |     |
|---|------|-------------|-----|
|   | 2001 | Gründling   | 8   |
|   | 2001 | Kaulbarsch  | 9   |
| I | 2001 | Barsch      | 152 |
|   | 2001 | Rotauge     | 412 |
|   | 2001 | Gründling   | 8   |
|   | 2001 | Kaulbarsch  | 26  |
|   | 2001 | Aal         | 24  |
|   | 2001 | Döbel       | 49  |
|   | 2001 | Brachsen    | 140 |
| J | 2007 | Bachforelle | 58  |
|   | 2007 | Groppe      | 22  |
|   | 2007 | Äsche       | 9   |
|   | 2007 | Rotauge     | 1   |
| K | 2001 | Aal         | 1   |
|   | 2001 | Barsch      | 23  |
|   | 2001 | Döbel       | 15  |
|   | 2001 | Rotauge     | 64  |
|   | 2001 | Brachsen    | 128 |
|   | 2001 | Gründling   | 1   |
|   | 2001 | Kaulbarsch  | 3   |
|   | 2001 | Barbe       | 2   |
| L | 2007 | Barsch      | 76  |
|   | 2007 | Aal         | 11  |
|   | 2007 | Kaulbarsch  | 81  |
|   | 2007 | Rotauge     | 38  |
|   | 2007 | Döbel       | 15  |
|   | 2007 | Gründling   | 19  |
| M | 2007 | Bachforelle | 8   |
|   | 2007 | Äsche       | 25  |
|   | 2007 | Rotauge     | 1   |
|   | 2007 | Groppe      | 22  |
| N | 2005 | Bachforelle | 143 |
|   | 2005 | Groppe      | 22  |
| O | 2007 | Aal         | 20  |
|   | 2007 | Barbe       | 73  |
|   | 2007 | Döbel       | 119 |
|   | 2007 | Brachsen    | 10  |
|   | 2007 | Barsch      | 9   |
|   | 2007 | Gründling   | 76  |
|   | 2007 | Rotauge     | 74  |

#### Aufgabe 4:

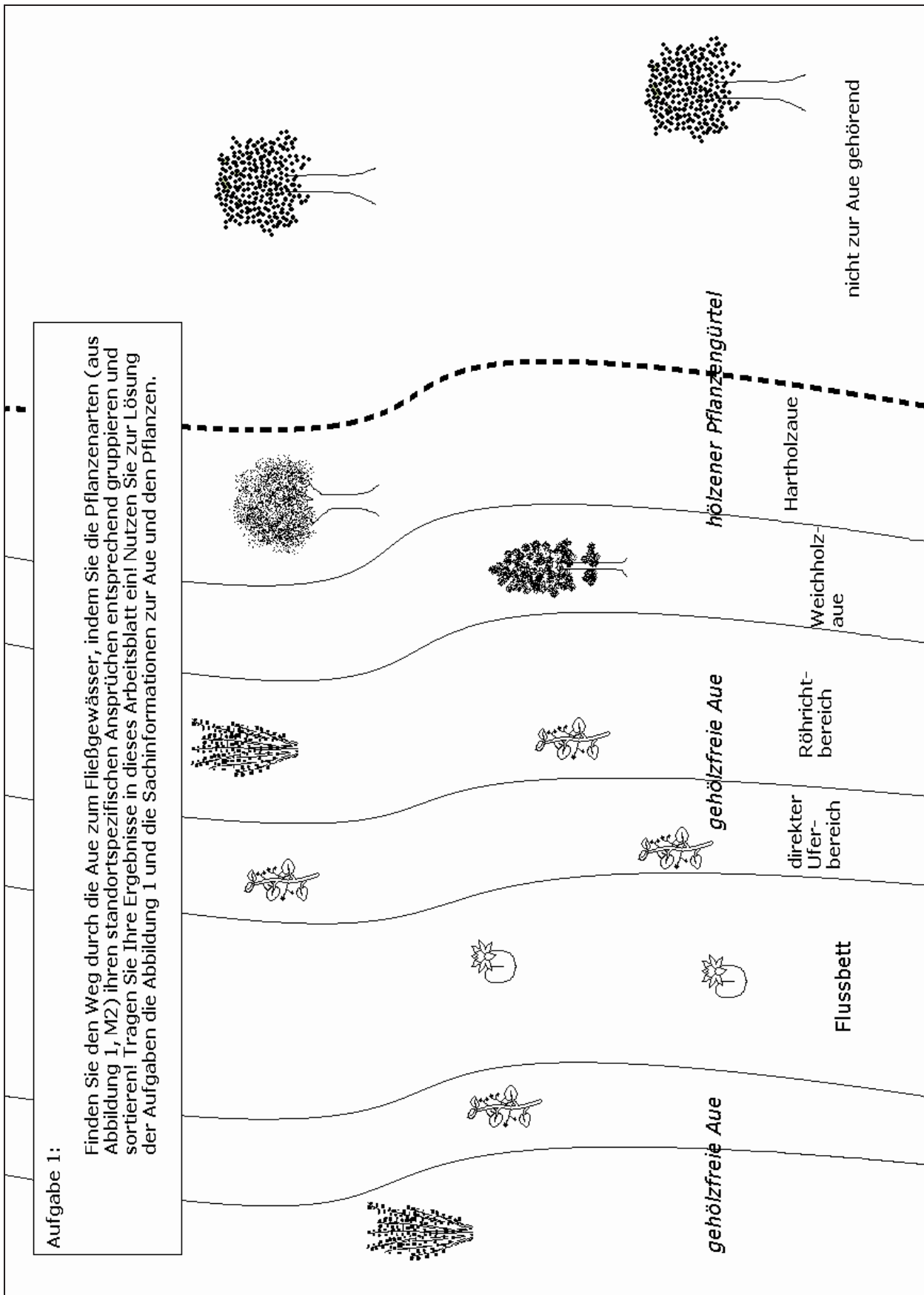
Ordnen Sie die vorliegenden Fischfangergebnisse (A-N) den verschiedenen Fließgewässerabschnitten (PS 1-12) zu und begründen Sie Ihre Einteilung! Wo müssten die übrigen 3 Fischfangergebnisse eingeordnet werden?



## Die Fischbesiedlung im Längsverlauf von Fließgewässern

M5







**Aufgabe 1:** Finden Sie den Weg durch die Aue zum Fließgewässer, indem Sie die folgenden Pflanzenarten (Abbildung 1) ihren standortspezifischen Ansprüchen entsprechend gruppieren und sortieren! Tragen Sie Ihre Ergebnisse in das Arbeitsblatt ein! Nutzen Sie zur Lösung der Aufgaben die Abbildung 1 und die Sachinformationen zur Aue und den Pflanzen.

**Aufgabe 2:** Welche Pflanzen würden Sie als typische Zeigerorganismen für bestimmte Feuchtigkeitsgehalte des Bodens **nennen**? **Begründen** Sie ihre Meinung!

**Hausaufgabe:** **Diskutieren** Sie, warum die Esche und die Stieleiche nicht in der Weichholzaue vorkommen, obwohl beide Arten Staunässe vertragen!

### Die Aue

Die Aue ist der natürliche Überschwemmungsbereich des Gewässers. Generell kann man sagen, je weiter ein Bereich der Aue vom Gewässer entfernt ist, desto seltener wird er überschwemmt.

Das Flussbett ist die meiste Zeit des Jahres vollständig mit Wasser gefüllt. Nur bei extremen Trockenperioden kann es trocken fallen.

Die daran anschließende gehölzfreie Aue lässt sich unterteilen in den direkten Uferbereich, der die meiste Zeit des Jahres überschwemmt ist, und den daran anschließenden Röhrichtbereich, der stark schwankende Wasserstände aufweist. In dieser amphibischen Zone findet man schnellwüchsige Gräser und krautige Pflanzen, die zudem an mechanische Beanspruchung durch das Wasser angepasst sind.

An den Uferbereich schließt sich ein hölzerner Pflanzengürtel an, der gekennzeichnet ist durch niedrig wachsende Büsche auf Kies- und Sandbänken.

Auf einem etwas höher liegenden Niveau, wo der Hochwassereinfluss geringer ist, beginnt die Weichholzaue. Hier wachsen Pflanzen, die Staunässe und Überschwemmungen vertragen. Die Weichholzaue kann bis zu 190 Tage im Jahr überflutet sein.

Die anschließende Hartholzaue wird maximal ein- bis zweimal im Jahr überflutet. Im Tiefland treten die Überschwemmungen meist nur im Frühjahr auf und im Sommer ist der Boden trocken.

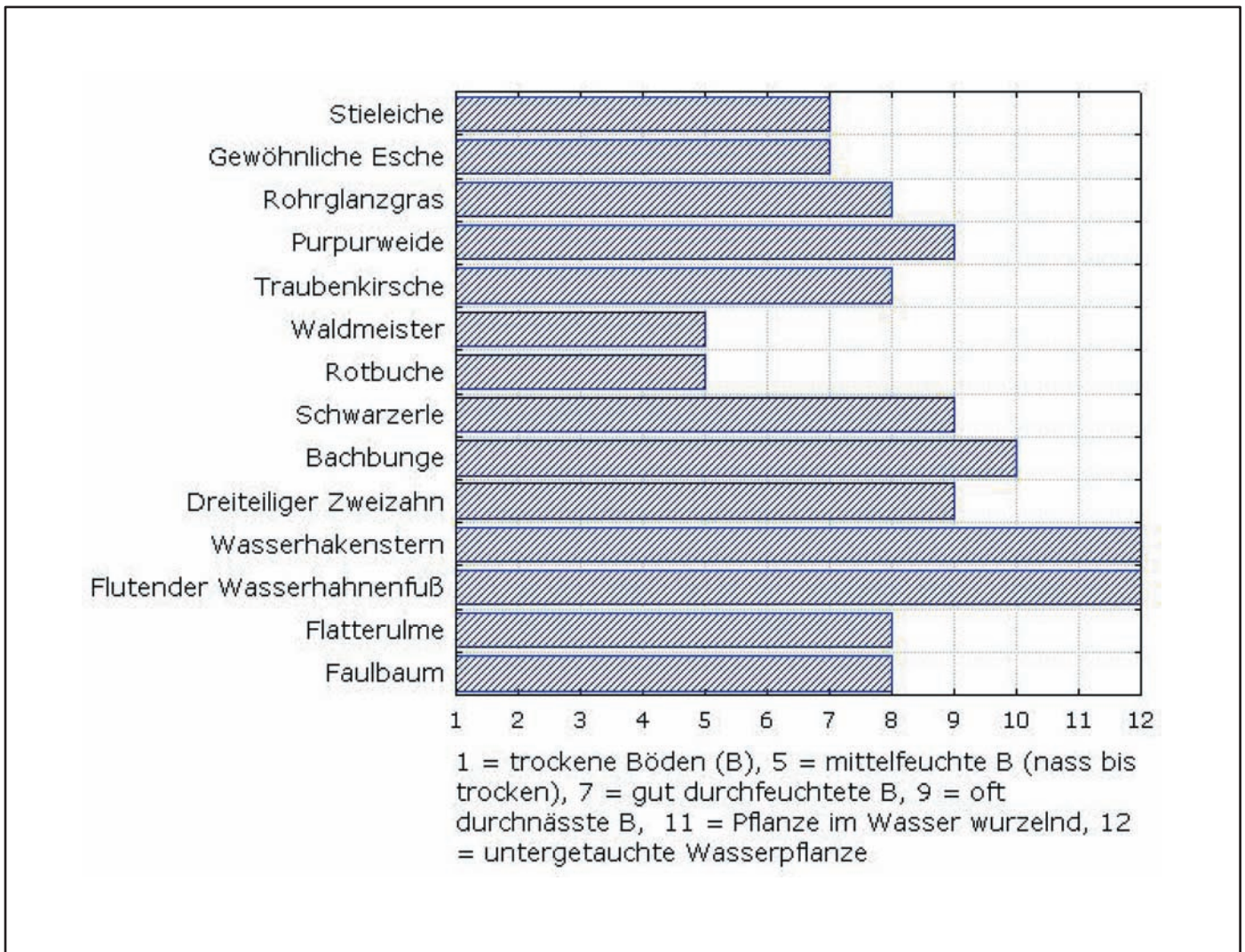


Abbildung 1: Feuchtezahl verschiedener Pflanzen. Die Feuchtezahl beschreibt den Standort der Pflanze bezogen auf den Umweltfaktor Feuchtigkeit (Feuchtezahl nach Rothmaler (2002): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Kritischer Band.)



### Wachstumsansprüche der Pflanzen

#### Stieleiche

Auf trockenen bis feuchten Böden, Staunässe ertragend.

#### Gewöhnliche Esche

Auf mäßig feuchten Böden; aber auch auf trockenen Böden. Dort, wo das Gelände nur noch selten überschwemmt wird. Das harte und elastische Holz der Esche ist qualitativ sehr hochwertig.

#### Rohrglanzgras

Auf Böden mit stark schwankenden Wasserständen. Es ist an schnelle Fließgeschwindigkeiten angepasst.

#### Purpurweide

An Ufern auf nassen, zeitweise überschwemmten, nährstoffreichen Böden. Dieser Strauch verankert sich mit seinen langen kräftigen Pfahlwurzeln und den weit kriechenden Wurzelausläufern in den lockeren Kiesböden.

#### Traubenkirsche

Auf sickernassen bis feuchten, zum Teil auch auf zeitweise überschwemmten nährstoffreichen Böden.

#### Waldmeister

Auf mäßig feuchten nährstoffreichen Böden.

#### Rotbuche

Auf gut entwässernden und lockeren Böden; staunässeempfindlich.

#### Schwarzerle

Auf sickernassen, zum Teil zeitweise überfluteten nährstoffreichen Böden. Die Schwarzerle kann über Korkzellen des Stammes Sauerstoff aufnehmen, der dann zu den Wurzeln transportiert wird und diese versorgt. Ihre Wurzeln brauchen dementsprechend keinen Sauerstoff direkt aus der Umgebung aufzunehmen. Deshalb reichen diese oft bis ins Grundwasser.

#### Bachbunge

Meist auf flach überschwemmten oder sickernassen und mehr oder weniger nährstoffreichen Böden.

#### Dreiteiliger Zweizahn

Schnellwüchsige Pflanze auf nassen, zeitweise überschwemmten nährstoffreichen Böden.

#### Wasserhakenstern

Untergetauchte Wasserpflanze, die bei Trockenfallen aber auch eine Landform ausbilden kann.

#### Flutender Wasserhahnenfuß

Untergetauchte Wasserpflanze, die an schnelle Fließgeschwindigkeiten angepasst ist.


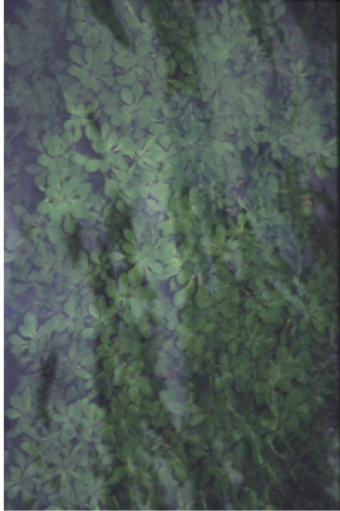
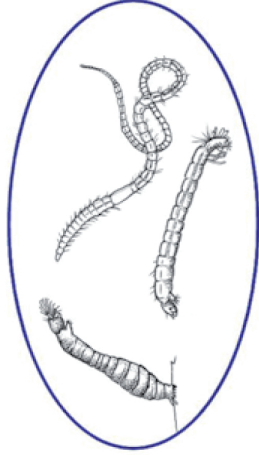




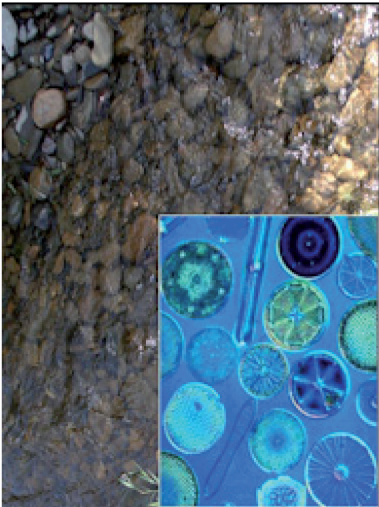

#### Flatterulme

Auf sickernassen, zeitweise überschwemmten nährstoffreichen Böden

#### Faulbaum

Auf staunassen bis nassen Böden oder auf Böden, die in der Tiefe zeitweise feucht sind.



|  |   |  |
|--|---|--|
|  <p>Ins Wasser ragende Wurzeln</p>                  |  <p>Wasserpflanzen, Makrophyten<br/>(hier: Wasserhakenstern)</p>   |  <p>Beutetiere</p>  |
|  <p>Totholz</p>                                   |  <p>Schlamm. Die darin enthaltenen Bakterien, Mikroalgen und auch Kleintiere dienen vielen MZB-Organismen als Nahrungsquelle.</p>                            |  <p>FPOM (und anorganisches Material) über Steinen und Algen. FPOM dient vielen MZB-Organismen als Nahrungsquelle.</p>  |
|  <p>Laub (ins Wasser gefallene Blätter), CPOM</p> |  <p>Algenaufwuchs (Periphyton), besteht aus Kieselalgen und Grünalgen, wächst als dünne Schicht auf Steinen und dient vielen MZB-Organismen als Nahrung.</p> |  <p>Trübes Wasser, bestehend aus FPOM (und anorganischem Material), das mit der fließenden Welle transportiert wird. FPOM dient vielen MZB-Organismen als Nahrungsquelle.</p> |



**Aufgabe 1:** **Skizzieren** Sie hier großformatig Ihre Vorstellung von einer morphologischen Struktur benthisch lebender Fließgewässerorganismen, die geeignet wäre, die dargestellte Nahrungsquelle zu erschließen!







**Aufgabe 2:** **Vergleichen** Sie Ihre Kreation mit der in der Natur realisierten Struktur: **Beschreiben** Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede! Welche der genannten Nahrungsquellen kann man sich damit erschließen?





## Die verschiedenen Ernährungstypen eines Fließgewässers

**Aufgabe 4:** Ordnen Sie in dem Lückentext die folgenden Fachbegriffe und MZB-Organismen zu: Bachflohkreb, Bergbachköcherfliegenlarve, Filtrierer, Kriebelmückenlarve, Posthornschncke, Räuber, Sammler, Schlammröhrenwurm, Substratfresser, Steinfliegenlarve, Weidegänger, Zerkleinerer!

|  |   |
|--|---|
|   | <p>_____ beißen größere Teile aus Makrophyten (höheren Pflanzen), besonders aber aus Laubblättern (CPOM) heraus, die von den Uferbäumen in das Fließgewässer fallen. Zu ihnen gehören z.B. Flohkrebse, Wasserasseln, einige Köcherfliegenlarven, einige Steinfliegenlarven und Schneckenlarven.</p> |
| <p>_____ schaben oder raspeln Algenaufwuchs von den Habitatoberflächen. Zu ihnen gehören z.B. die Schnecken, Eintagsfliegenlarven, Steinfliegenlarven, Köcherfliegenlarven und auch Wasserkäfer. Die wichtigsten Schabewerkzeuge sind zu „Rechen“ und Bürsten umgewandelte Mundwerkzeuge der Insekten und die Raspelzunge (Radula) der Schnecken.</p>  |   |
|   | <p>_____ ernähren sich vom Schlamm, Detritus und feinem Sand. Verdaut werden allerdings vor allem im Substrat vorhandene Bakterien, Mikroalgen und auch Kleintiere. Typische Vertreter sind Wenigborster und Zuckmückenlarven.</p>  |
| <p>_____ gewinnen ihre Nahrung (organische Schwebstoffe) aus der fließenden Welle. Die wichtigsten Vertreter sind Muscheln, aber auch einige Köcherfliegenlarven, die Unterwassernetze bauen oder filtrierende Beinstellungen besitzen, einige Zuckmückenlarven und schließlich die Larven der Kriebelmücken mit ihren Kopffächern als effektive Filtrierorgane.</p>                               |    |
|   | <p>_____ erbeuten gezielt andere Tiere. Wichtige Vertreter in Fließgewässern sind Strudelwürmer, Egel, mehrere Larven von Köcherfliegenarten (z. B. die Bergbachköcherfliege), Steinfliegenlarven, einige Käfer (Schwimmkäfer) und Fische.</p>  |
| <p>_____ nehmen gezielt Nahrungspartikel auf, vegetarische wie auch tierische (z.B. Detritusflocken) und haben eine Ernährungsposition zwischen den Substratfressern und den Räubern. Einige Vertreter sind Wasserasseln, einige Steinfliegenlarven (z.B. <i>Leuctra</i> sp.), sowie einige Eintagsfliegenlarven. Zu diesem Ernährungstyp gehören auch die Substratfresser und die Filtrierer.</p> |   |

(nach Schönborn (2003): Lehrbuch der Limnologie.)



**Tabelle 1**

|                        | Oberlauf | Mittellauf | Unterlauf |
|------------------------|----------|------------|-----------|
| <b>Abiotik</b>         |          |            |           |
| Gefälle                |          |            |           |
| Fließgeschwindigkeit   |          |            |           |
| Korngröße              |          |            |           |
| Belichtung             |          |            |           |
| Trübung                |          |            |           |
| Gewässerbreite         |          |            |           |
| Gewässertiefe          |          |            |           |
| <b>Nahrungsangebot</b> |          |            |           |
| Herkunft               |          |            |           |
| Qualität               |          |            |           |



## Aufgabenstellungen aus der ppt: RCC\_input Referat

Folie 8:

- Aufgabe 1:**
- Diskutieren** Sie im Plenum über die Ihnen vorgestellten abiotischen Faktoren.
  - Beschreiben** Sie, wie sich diese auf das Nahrungsangebot im Längsverlauf eines Fließgewässers auswirken.

Folie 10:

- Aufgabe 2:** **Fassen** Sie die Ergebnisse Ihrer Diskussion tabellarisch **zusammen**.

Folie 12:

GA: 3-4 (5) Personen/Gruppe:

- Fertigen Sie ein Poster an, welches die %-Anteile der verschiedenen Ernährungstypen (Zerkleinerer, Weidegänger, Sammler und Räuber) für den Ober-, Mittel-, und Unterlauf bildhaft **darstellt** und **erklärt!**
- Bereiten Sie sich auf eine 2-3 minütige Präsentation vor.

Zeit: 30 Minuten

Stellen Sie Ihr Poster anschließend in einer 2-3 minütigen Präsentation vor.

Beziehen Sie bei der Bearbeitung Ihre Überlegungen über die Ernährungstypenverteilung der verschiedenen Fließgewässerbereiche die Ihnen bekannten abiotischen Faktoren mit ein.



# RiverFun

## Anleitung

### Spielmaterial:

1. 54 blaue Spielkarten
2. 16 grüne Auftragskarten
3. 3 Lösungslisten (für den River Manager)

### Teilnehmer:

Insgesamt mindestens 5 Spielteilnehmer (max. 7)

- Teams mit jeweils 2 (3) Mitspielern, die gegen andere Teams spielen.
- 1 River Manager

### Spielidee:

Mit dem Kartenspiel „**RiverFun**“ können Schülerinnen und Schüler im Ökologieunterricht ihr erlerntes Wissen zu Nahrungsketten, Ernährungstypen und dem River Continuum Concept festigen.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Zweier- oder Dreier-Teams Teams zusammen und erfüllen Aufträge verschiedener Schwierigkeitsstufen. Ob die Teams ihre Aufträge richtig erfüllt haben, überprüft der **River Manager**. Der River Manager ist eine vor Spielbeginn ausgewählte Schülerin oder ein ausgewählter Schüler, der mithilfe von Lösungslisten kontrolliert, ob die Spieler einen Auftrag richtig erfüllt haben, oder aber während des Spiels von den Teams zu Rate gezogen werden kann. Das Team, das seine Aufträge als erstes erfüllt hat, hat das Spiel gewonnen. Alternativ kann man auch eine bestimmte Anzahl von Runden spielen oder ein Zeitfenster bis zum Ende des Spiels festlegen. Die Gruppe, die dann der Auftragserfüllung am nächsten kommt bzw. die meisten Aufträge erledigt hat, gewinnt.

### Spielvorbereitung:

Vor Spielbeginn wird der River Manager des Spiels bestimmt. Die anderen Spielpartner bilden die Zweier- oder Dreier-Teams. Der River Manager erhält die Lösungslisten, die nur er einsehen darf.

### Spielablauf/Spielregeln:

Zu Beginn des Spiels wird der Stapel der Spielkarten gemischt und verdeckt in die Mitte des Tisches gelegt. Daneben werden die verschiedenen Auftragskarten platziert- ebenfalls verdeckt und eventuell nach Schwierigkeitsgraden sortiert. Welche Auftragskarten im Spiel sind wird vom Lehrer entschieden.

Anschließend ziehen die Teams jeweils zwei Auftragskarten (Ausnahme: nur ein Auftrag beim Spiel zum River Continuum Concept) und legen diese offen vor sich aus. Zuerst ziehen beide Teams verdeckt sechs Spielkarten. Aus diesen sechs Karten können



sich die beiden Teams jeweils gegenseitig zwei Karten zum Tausch anbieten. Werden die angebotenen Karten nicht genommen, kommen diese unter den Stapel und es werden neue Karten gezogen. Nach der Tauschaktion haben beide Teams wieder sechs Karten. Das Team, das links vom River Manager sitzt, beginnt das Spiel und zieht eine Spielkarte vom Stapel. Das Team muss nun entscheiden, ob die gezogene Karte hilft, den Lösungsauftrag zu erfüllen oder nicht. Wird entschieden, dass die gezogene Karte nutzt den Auftrag zu erfüllen, wird die Karte offen zum entsprechenden Arbeitsauftrag gelegt. Passt die gezogene Spielkarte nicht, wird sie verdeckt neben den Spielkartenstapel abgelegt. Ist sich das Team nicht sicher, ob die Spielkarte hilft, den Auftrag zu erfüllen, kann sie den River Manager befragen. Der River Manager benutzt zur Beantwortung die Lösungslisten. Er darf aber nur mit „Ja“ oder „Nein“ antworten. Jedes Team hat prinzipiell die Möglichkeit, bei jeder Ziehung den River Manager zu befragen. Allerdings, dürfen nicht mehr als zwei Fragen hintereinander gestellt werden, bevor nicht ein anderes Team auch eine Frage gestellt hat. Zum Beispiel hat das Team 1 zwei Fragen an den River Manager gestellt. Team 2 hat noch keine Frage gestellt. Team 1 kann somit erst wieder eine oder zwei Frage(n) an den River Manager stellen, wenn Team 2 eine Frage gestellt hat.

Ist der Spielkartenstapel aufgebraucht, wird der Stapel der abgelegten Spielkarten gemischt und erneut verwendet.

Hält eine Spielgruppe einen Auftrag für erfüllt, teilt sie dies vor Beginn einer neuen Ziehung dem River Manager mit. Der River Manager kontrolliert dies sofort anhand der Lösungslisten. Bei richtig gelöstem Auftrag wandern die Spielkarten zurück ins Spiel und werden auf den Stapel der abgelegten Karten gelegt. Ist der Auftrag nicht korrekt erfüllt worden, muss das Team einen weiteren Auftrag ziehen und gleichzeitig versuchen, den alten Auftrag richtig zu erfüllen. Die falschen Karten werden auf den Stapel mit den abgelegten Karten gelegt.

Es gewinnt die Spielgruppe, die zuerst alle geforderten Aufträge erfüllt hat bzw. die meisten Aufträge nach Ablauf der Zeit erfüllt hat.

### **Sonderregelungen:**

#### Parasit:

Zieht ein Team einen Parasiten (muss als solcher erkannt werden), kann der Parasit entweder für einen Auftrag genutzt werden oder aber das gegnerische Team „befallen“. Das von dem Parasiten befallene Team ist für eine Runde außer Gefecht gesetzt und muss aussetzen. Der Parasit wird auf den Stapel der bereits verwendeten Spielkarten gelegt.

#### Karpfenlaus:

Zieht ein Team die Karpfenlaus, so kann es dem gegnerischen Team die Forelle stehlen. Die Forelle kann dann vom anderen Team genutzt werden oder aber- falls sie nicht benötigt wird- in den Kartenstapel der noch nicht gezogenen Karten abgelegt werden.

# Chemie-Team

chemisch-physikalische Wasserqualität (FP 5)

## Auswertung der Exkursion

M1



Datum:

Name Fließgewässer/Probestelle:

| Merkmal/Güteklasse  | 1, sehr gut       | 2, gut             | 3, mäßig  | 4, unbefriedigend                                 | 5, schlecht                                       |
|---|-------------------|--------------------|---|---|---|
| Farbe   | farblos, klar     | leicht getrübt     | trübe oder nicht natürlich verfärbt               | trübe oder nicht natürlich verfärbt               | trübe oder nicht natürlich verfärbt               |
| Geruch  | geruchlos, frisch | geruchlos, frisch  | unangenehmer Geruch, z.B. faulig, muffig, fischig | unangenehmer Geruch, z.B. faulig, muffig, fischig | unangenehmer Geruch, z.B. faulig, muffig, fischig |
| Zeichen von Eutrophierung   |                   |                    |   |   |   |
| Langfrädige Algen, Algenbüschel   | keine/selten      | keine/selten       | regelmäßig  | häufig  | häufig/keine                                      |
| Anteil dicker glitschiger Algenbeläge (%)                                 | < 25%             | 25-75%             | 75-100%   | 75-100%   | < 25%   |
| Zeichen von Sauerstoffmangel (schwarze Flecken)                           |                   |                    |   |   |   |
| Schlamm schwarz gefärbt in 5 cm Tiefe, Oberseite nicht schwarz            |                   |                    | +++   | ++  |   |
| Schlamm Oberseite schwarz   |                   |                    |   | +++   | +++   |
| Unterseite der Steine mit schwarzen Flecken/Belag. (% Anteil pro Stein) * | < 25%             | < 25%              | 25-75%  | 75-99%  | 1   |
| Messbare Parameter  |                   |                    |   |   |   |
| pH  | 6,5-8,5           | 6,5-8,5            | < 6,5 oder > 8,5                                  | < 6,5 oder > 8,5                                  | < 6,5 oder > 8,5                                  |
| Temperatur (°C)   | < 18              | 18-20              | > 20  | > 20  | > 20  |
| Sauerstoff (mg/l)   | > 8               | 6-8                | < 6   | < 6   | < 6   |
| Sauerstoff (%)  | 91-110            | 81-90 oder 111-120 | 70-80 oder 121-130                                | 60-70 oder 131-140                                | < 60 oder > 140                                   |
| Nitrat (mg/l)   | < 1,0             | 1,1-2,5            | 2,6-5,0   | 5,1-10  | > 10  |
| Nitrit (mg/l)   | < 0,01            | 0,02-0,1           | 0,11-0,2  | 0,21-0,4  | > 0,4   |
| Ammonium (mg/l)   | < 0,04            | 0,04-0,3           | > 0,3   | > 0,3   | > 0,3   |
| <b>Summe Punkte pro Spalte</b>  |                   |                    |   |   |   |

## Strukturgüte-Team

### Strukturgüte Tiefland (FP 6)

# Auswertung der Exkursion

M1



| Merkmal/Bewertung<br>Nutzung der Aue<br>(siehe FP 8)  | 1, sehr gut<br>Nutzungs-Index zwischen<br>1-1,5   | 2, gut<br>> 1,5-2,5  | 3, mäßig<br>> 2,5-3,5   | 4, unbefriedigend<br>> 3,5- 4,5   | 5, schlecht<br>> 4,5   |
|---|---|--|---|---|--|
| Uferlandstreifen<br>(siehe FP 9)  | Breite: > 50 m  | 5-50 m   | 2-5 m   | 1-2 m   | < 1 m  |
| Anteile und Dichte<br>hölzerner Ufervege-<br>tation<br>(siehe S. 25)                                      | Durchgehend   | Regelmäßig   | Gelegentliche Ansamm-<br>lungen   | Gelegentlich einzeln<br>stehend   | Keine  |
| Gewässerverlauf<br>(siehe S. 28)  | Mäandrierend, oder ver-<br>zweigt, Gewässer verläuft<br>mehr oder weniger in der<br>Talmitte, kann sich frei<br>bewegen                               | Gewunden, überwiegend<br>natürliche Beweglichkeit  | Schwach gewunden,<br>Beweglichkeit einge-<br>schränkt durch Ufersi-<br>cherung (z.B. Stein-<br>schüttung)       | Gestreckt, geringe<br>Beweglichkeit infolge<br>Ufersicherung stark<br>eingeschränkt       | Geradlinig   |
| Substratdiversität<br>der Gewässersohle<br>(zur Definition von<br>Steinen, Schotter,<br>Kies siehe FP 10) | – Gewässersohle domi-<br>niert von Sand oder<br>Kiesen<br>– Kies-/Sandbänke;<br>Inselbildung<br>– größere Holzansamm-<br>lungen/Geäst regel-<br>mäßig | – Gewässersohle domi-<br>niert von Sand oder<br>Kiesen<br>– Kies-/Sandbänke und<br>Inselbildung ansatz-<br>weise<br>– Holzansamm-<br>lungen/Geäst vereinzelt | – Gewässersohle domi-<br>niert von Sand oder<br>Kiesen<br>– kleinere Holz-<br>ansammlungen/Geäst<br>sehr selten | – Gewässersohle<br>über größere<br>Strecken ver-<br>schlamm-<br>t und/oder befes-<br>tigt | – Gewässersohle<br>einheitlich<br>– verschlamm-<br>t und/oder voll-<br>ständig befestigt |
| Summe Punkte pro<br>Spalte  |   |  |   |   |  |

# Strukturgüte-Team

## Strukturgüte Mittelgebirge (FP 7)

# Auswertung der Exkursion

M1



| Merkmal/Bewertung<br>Nutzung der Aue<br>(siehe FP 8)  | 1, sehr gut<br>Nutzungs-Index zwischen 1-1,5  | 2, gut<br>> 1,5-2,5   | 3, mäßig<br>> 2,5-3,5   | 4, unbefriedigend<br>> 3,5- 4,5  | 5, schlecht<br>> 4,5 |
|---|---|---|---|--|----------------------|
| Uferandstreifen<br>(siehe FP 9)   | Breite: > 50 m  | 5-50 m  | 2-5 m   | 1-2 m  | < 1 m                |
| Anteile und Dichte<br>hölzerner Ufervegetation<br>(siehe S. 25)                                     | Durchgehend   | Regelmäßig  | Gelegentliche Ansammlungen  | Gelegentlich einzeln stehend   | Keine                |
| Gewässerverlauf<br>(siehe S. 28)  | Natürlich gewunden oder verzweigt, verläuft mehr oder weniger in der Talmitte, kann sich frei bewegen   | Schwach gewunden, überwiegend natürliche Beweglichkeit, keine Uferbefestigung   | Gestreckt, Uferbefestigung < 50 %, Steinschüttung, Holzverbau, Flechtwerk   | Gestreckt, Uferbefestigungen > 50 %  | Geradlinig           |
| Substratdiversität<br>der Gewässersohle<br>(zur Definition von Steinen, Schotter, Kies siehe FP 10) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewässersohle besteht aus unregelmäßiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter, und Kies</li> <li>- Kies-/Schotterbänke; Inselbildung</li> <li>- Größere Holzansammlungen/Geäst</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewässersohle besteht aus unregelmäßiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter, und Kies</li> <li>- Kies-/Schotterbänke und Inselbildung ansatzweise</li> <li>- Holzansammlungen/Geäst vereinzelt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sohle mit gleichförmiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter und Kies</li> <li>- Holzansammlungen/Geäst sehr selten</li> <li>- oder: Sohlenverbau 20-50 %</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewässersohle einheitlich</li> <li>- verschlammte oder versandet</li> <li>- oder: Sohlenverbau 50-80 %</li> </ul> | Sohlenverbau > 80 %  |
| Summe Punkte pro Spalte   |   |   |   |  |                      |







## Biologische Fließgewässerbewertung (FP 13)

### MITTELGEBIRGE

Fließgewässer/Probestelle: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

| Güteklasse                                 | 1, sehr gut | 2, gut | 3, mäßig    | 4, unbefriedigend | 5, schlecht |
|--|-------------|--------|-------------|-------------------|-------------|
| <b>Biologische Qualitätsmerkmale</b>       |             |        |             |                   |             |
| Anzahl EPTCBO-Taxa (siehe FP 12)           | > 20        | 15-19  | 10-14       | 5-9               | < 5         |
| % EPT-Taxa (siehe FP 12)                   | > 66%       | 51-65% | 36-50%      | 19-35%            | < 20%       |
| Plecoptera                                 | ++          | +      | +           |                   |             |
| Perlidae                                   | +++         | ++     |             |                   |             |
| Heptageniidae*                             | ++          | +      |             |                   |             |
| <i>Epeorus</i> sp.                         | ++          | +      |             |                   |             |
| <i>Bergbachköcherfl. (Rhyacophila sp.)</i> | +++         | ++     |             |                   |             |
| <i>Gammarus</i> sp.                        |             | HK: 4  | HK: 4       |                   |             |
| Wassergeistchen ( <i>Hydropsyche</i> sp.)  |             | HK: 3  | HK: 4       | HK: 5             |             |
| Rote Zuckmücken (Chironomidae)             |             | HK: 2  | HK: 3 (4)** | HK: 4             | HK: > 4     |
| Summe Schlundegel/Platteneigel             |             |        | HK: 3 (4)** | HK: 4             |             |
| Rote Oligochaeta                           |             |        | HK: 3 (4)** | HK: 4             | HK: > 4     |
| <b>Summe Punkte pro Spalte</b>             |             |        |             |                   |             |

### TIEFLAND

Fließgewässer/Probestelle: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

| Güteklasse  | 1, sehr gut | 2, gut | 3, mäßig    | 4, unbefriedigend | 5, schlecht |
|---|-------------|--------|-------------|-------------------|-------------|
| <b>Biologische Qualitätsmerkmale</b>                |             |        |             |                   |             |
| Anzahl unterscheidbarer Taxa (Formen) (siehe FP 12) | > 20        | 15-19  | 10-14       | 5-9               | < 5         |
| % EPT-Taxa (siehe FP 12)                            | > 46%       | 36-45% | 26-35%      | 16-25%            | < 15%       |
| Anzahl Trichoptera Taxa (siehe FP 12)               | > 6         | 4-5    | 2-3         | 1                 | 0           |
| Plecoptera  | ++          | +      |             |                   |             |
| Heptageniidae*                                      | ++          | +      |             |                   |             |
| <i>Ephemera</i> sp.                                 | ++          | +      |             |                   |             |
| Wassergeistchen ( <i>Hydropsyche</i> sp.)           |             | HK: 3  | HK: 4       | HK: 5             |             |
| Rote Zuckmücken (Chironomidae)                      |             | HK: 2  | HK: 3 (4)** | HK: 4             | HK: > 4     |
| Summe Schlundegel/Platteneigel                      |             |        | HK: 3 (4)** | HK: 4             |             |
| Rote Oligochaeta                                    |             |        | HK: 3 (4)** | HK: 4             | HK: > 4     |
| <b>Summe Punkte pro Spalte</b>                      |             |        |             |                   |             |





### **Hausaufgabe 1:**

- a) Berechnen Sie die Ernährungstypenverteilung für den von uns untersuchten Fließgewässerabschnitt.
- b) **Vergleichen** Sie das Ergebnis mit dem Referenzzustand (Zusammensetzung der Ernährungstypen, RCC).

Tabelle 1:

Zuordnung der Taxa aus dem Bestimmungsschlüssel zu den Ernährungstypen. Bei der Berechnung der relativen Zusammensetzung der Ernährungstypen werden die Häufigkeitsklassen (HK) für das jeweilige Taxon berücksichtigt; keine Individuenzahlen. Für einige wenige Taxa ist der Ernährungstyp nicht eindeutig bzw. noch nicht bekannt.

Zeichenerklärung:

X1 = Für die Bildung der Ernährungstypenzusammensetzung (%) wird die ermittelte Häufigkeitsklasse des Taxons für beide Ernährungstypen berücksichtigt (X1 und X zählt).

X2 = Wenn die Tiere im Laub (CPOM) gefunden wurden dann nur Zerkleinerer; ansonsten alternativ genannten Ernährungstypen zuordnen (siehe FP 11, Substrattyp); wenn unklar, dann für beide Ernährungstypen berücksichtigen.

Abk.: sp. = species; Gen. = Genus (Gattung); Ad. = Adult (Imago); Lv. = Larve



Tabelle 1: Zuordnung der Taxa zu den Ernährungstypen, Erklärung s.o. (S. 13)

| Taxa Gruppe (wissensch.) | Taxa Gruppe (deutsch) | Taxon (deutscher Name) | Gattung/Familie | Art          | Weidegänger | Zerkleinerer | Substratfresser (Sammler) | Aktive Filtrierer (Sammler) | Passive Filtrierer (Sammler) | Räuber | Omnivor/andere |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|----------------|
| Bivalvia                 | Muscheln              | Teichmuschel           | Anodonta        | sp.          |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Bivalvia                 | Muscheln              | Körbchenmuschel        | Corbicula       | sp.          |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Bivalvia                 | Muscheln              | Wandermuschel          | Dreissena       | polymorpha   |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Bivalvia                 | Muscheln              | Erbsenmuschel          | Pisidium        | sp.          |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Bivalvia                 | Muscheln              | Kugelmuschel           | Sphaerium       | sp.          |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Bivalvia                 | Muscheln              | Flussmuschel           | Unio            | sp.          |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Hakenkäfer             | Dryopidae       | Gen. sp. Ad. |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Coleoptera               | Käfer                 | Hakenkäfer             | Dryopidae       | Gen. sp. Lv. |             | x            |                           |                             |                              |        |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Schwimmkäfer           | Dytiscidae      | Gen. sp. Ad. |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Schwimmkäfer           | Dytiscidae      | Gen. sp. Lv. |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Klauenkäfer            | Elmidae         | Gen. sp. Ad. | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Klauenkäfer            | Elmidae         | Gen. sp. Lv. | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Taumelkäfer            | Gyrinidae       | Gen. sp. Ad. |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Taumelkäfer            | Gyrinidae       | Gen. sp. Lv. |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Wassertreter           | Halplidae       | Gen. sp. Ad. |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Coleoptera               | Käfer                 | Langtaster-Wasserkäfer | Hydraenidae     | Gen. sp. Ad. | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Wasserkäfer            | Hydrophilidae   | Gen. sp. Ad. |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Coleoptera               | Käfer                 | Uferfeuchtkäfer        | Noteridae       | Gen. sp. Ad. |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Coleoptera               | Käfer                 | Sumpfkäfer             | Scirtidae       | Gen. sp. Lv. |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Crustacea                | Krebse                | Wasserassel            | Asellus         | aquaticus    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Crustacea                | Krebse                | Edelkrebs              | Astacus         | astacus      |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Crustacea                | Krebse                | Süßwassergarnele       | Atyaephyra      | desmaresti   |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Crustacea                | Krebse                | Höcker-Flohkrebs       | Dikerogammarus  | sp.          |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Crustacea                | Krebse                |                        | Echinogammarus  | sp.          |             |              |                           |                             |                              |        | x              |



Fortsetzung Tabelle 1

| Taxa Gruppe (wissenschaftl.) | Taxa Gruppe (deutsch) | Taxon (deutscher Name) | Gattung/Familie | Art         | Weidegänger | Zerkleinerer | Substratfresser (Sammler) | Aktive Filtrierer (Sammler) | Passive Filtrierer (Sammler) | Räuber | Omnivor/andere |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|----------------|
| Crustacea                    | Krebse                | Wollhandkrabbe         | Eriocheir       | sinensis    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Crustacea                    | Krebse                | Fluss-Flohkrebs        | Gammarus        | roeselii    |             | X1           | x                         |                             |                              |        |                |
| Crustacea                    | Krebse                | Bach-Flohkrebs         | Gammarus        | sp.         |             | X1           | x                         |                             |                              |        |                |
| Crustacea                    | Krebse                | Kamberkrebs            | Orconectes      | limosus     |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Crustacea                    | Krebse                | Signalkrebs            | Pacifastacus    | leniusculus |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Ibisfliege             | Atherix         | sp.         |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Lidmücken              | Blephariceridae | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Gnitzen                | Ceratopogonidae | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Zuckmücken (weiß)      | Chironomidae    | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Zuckmücken (rot)       | Chironomidae    | Gen. sp.    |             | X2           | x                         |                             |                              |        |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Tastermücken           | Dixa            | sp.         |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Sumpffliegen           | Ephydriidae     | Gen. sp.    |             | X2           | x                         |                             |                              |        |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Schmetterlingsmücke    | Psychodidae     | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Faltenmücken           | Ptychopteridae  | Gen. sp.    |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Kriebelmücken          | Simuliidae      | Gen. sp.    |             |              |                           |                             | x                            |        |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Rattenschwanzlarve     | Syrphidae       | Gen. sp.    |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Rinderbremse           | Tabanidae       | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Diptera                      | Zweiflügler           | Schnaken               | Tipulidae       | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                        | Baetidae        | Gen. sp.    |             | X1           | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                        | Caenidae        | Gen. sp.    |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                        | Choroterpes     | picteti     |             |              |                           |                             | x                            |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        | Aderhaft               | Ecdyonurus      | sp.         |             | X1           | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                        | Epeorus         | sp.         |             |              |                           |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                        | Ephemera        | sp.         |             |              |                           |                             |                              |        | x              |



Fortsetzung Tabelle 1

| Taxa Gruppe (wissenschaftl.) | Taxa Gruppe (deutsch) | Taxon (deutscher Name)         | Gattung/Familie | Art         | Weidegänger | Zerkleinerer | Substratfresser (Sammler) | Aktive Filtrierer (Sammler) | Passive Filtrierer (Sammler) | Räuber | Omnivor/andere |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|----------------|
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                                | EphemereIIDae   | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        | Uferass                        | Ephoron         | virgo       |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                                | Habroleptoides  | sp.         |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        | Franseneintagsfliege           | Habrophlebia    | sp.         |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                                | Heptageniidae   | Gen. sp.    | <b>X1</b>   |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                                | Leptophlebia    | sp.         |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        |                                | Oligoneuriella  | sp.         |             |              |                           |                             | x                            |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        | Gelbhaft                       | Potamanthus     | luteus      |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Ephemeroptera                | Eintagsfliegen        | Stachelhaft                    | Siphonurus      | sp.         |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Teichnapfschnecke              | Acroloxus       | lacustris   | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Flussnapfschnecke              | Ancylus         | fluviatilis | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Riementellerschnecke           | Bathymphalus    | contortus   |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Schnauzenschnecke              | Bithynia        | tentaculata |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Leberegelschnecke              | Galba           | truncatula  |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Spitzschlammmschnecke          | Lymnaea         | stagnalis   |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Quellen-Blasenschnecke         | Physa           | fontinalis  |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Gemeine Blasenschnecke         | Physella        | acuta       |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Posthornschncke                | Planorbarius    | corneus     |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             |                                | Planorbidae     | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Neuseeländische Deckelschnecke | Potamopyrgus    | antipodarum |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Schlammmschnecke               | Radix           | sp.         |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             |                                | Stagnicola      | sp.         |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Gemeine Kahnschnecke           | Theodoxus       | fluviatilis | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Gastropoda                   | Schnecken             | Sumpdeckelschnecke             | Viviparus       | sp.         | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Heteroptera                  | Wanzen                | Grundwanze                     | Aphelocheirus   | aestivalis  |             |              |                           |                             |                              |        | x              |



Fortsetzung Tabelle 1

| Taxa Gruppe (wissenschaftl.) | Taxa Gruppe (deutsch) | Taxon (deutscher Name)  | Gattung/Familie | Art         | Weidegänger | Zerkleinerer | Substratfresser (Sammler) | Aktive Filtrierer (Sammler) | Passive Filtrierer (Sammler) | Räuber | Omnivor/andere |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|----------------|
| Heteroptera                  | Wanzen                | Ruderwanze              | Corixidae       | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Heteroptera                  | Wanzen                | Wasserläufer            | Gerris          | sp.         |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Heteroptera                  | Wanzen                | Wasserskorpion          | Nepa            | cinerea     |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Heteroptera                  | Wanzen                | Rückenschwimmer         | Notonecta       | sp.         |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Heteroptera                  | Wanzen                | Zwergrückenschwimmer    | Plea            | minutissima |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Heteroptera                  | Wanzen                | Stabwanze               | Ranatra         | linearis    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Heteroptera                  | Wanzen                | Stoßwasserläufer        | Velia           | sp.         |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Hirudinea                    | Egel                  | Schlundegel             | Erbodellidae    | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Hirudinea                    | Egel                  | Kleiner Schneckenegel   | Glossiphonia    | heteroclita |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Hirudinea                    | Egel                  | Plattenebel             | Glossiphoniidae | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Hirudinea                    | Egel                  | Zweiäugiger Plattenebel | Helobdella      | stagnalis   |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Odonata                      | Libellen              | Prachtlibelle           | Calopteryx      | splendens   |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Odonata                      | Libellen              | Blaue Federlibelle      | Platycnemis     | pennipes    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Odonata                      | Libellen              | Kleinlibellen           | Zygoptera       | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Oligochaeta                  | Wenigborster          | Vierkantwurm            | Eiseniella      | tetraedra   |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Oligochaeta                  | Wenigborster          |                         | Lumbricidae     | Gen. sp.    |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Oligochaeta                  | Wenigborster          | Teichschlange           | Stylaria        | lacustris   |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Oligochaeta                  | Wenigborster          | Roter Schlammröhrenwurm | Tubifex         | sp.         |             |              | x                         |                             |                              |        |                |
| Plecoptera                   | Steinfliegen          |                         | Chloroperlidae  | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Plecoptera                   | Steinfliegen          |                         | Leuctridae      | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Plecoptera                   | Steinfliegen          |                         | Nemouridae      | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        |                |
| Plecoptera                   | Steinfliegen          |                         | Perlidae        | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Plecoptera                   | Steinfliegen          |                         | Perlodidae      | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |





Fortsetzung Tabelle 1

| Taxa Gruppe (wissensch.) | Taxa Gruppe (deutsch) | Taxon (deutscher Name)          | Gattung/Familie   | Art         | Weidegänger | Zerkleinerer | Substratfresser (Sammler) | Aktive Filtrierer (Sammler) | Passive Filtrierer (Sammler) | Räuber | Omnivor/andere |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|----------------|
| Trichoptera              | Köcherfliegen         |                                 | Brachycentridae   | Gen. sp.    | X1          |              |                           |                             | x                            |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Sandhäufchen-Köcherfliege       | Glossosomatidae   | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         |                                 | Glyptotaelius     | pellucidus  |             | X1           |                           |                             |                              | x      |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Blaßfüßige Köcherfliege         | Goeridae          | Gen. sp.    | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Wassergeistchen                 | Hydropsyche       | sp.         |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Etui-Köcherfliege               | Hydroptilidae     | Gen. sp.    | x           |              |                           |                             |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Vierkant-Köcherfliege           | Lepidostomatidae  | Gen. sp.    |             | x            |                           |                             |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         |                                 | Limnephilidae     | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         |                                 | Limnephilus       | flavicornis |             |              |                           |                             |                              |        | x              |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Masken-Köcherfliege             | Sericostoma       | sp.         |             | x            |                           |                             |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         |                                 | Philopotamidae    | Gen. sp.    |             |              |                           | x                           |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Netzköcherfliege                | Polycentropodidae | Gen. sp.    |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Mottenköcherfliege              | Psychomyiidae     | Gen. sp.    |             | x            |                           |                             |                              |        |                |
| Trichoptera              | Köcherfliegen         | Bergbachköcherfliege            | Rhyacophila       | sp.         |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Turbellaria              | Strudelwürmer         | Alpenstrudelwurm                | Crenobia          | alpina      |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Turbellaria              | Strudelwürmer         | Milchweiße Planarie             | Dendrocoelum      | lacteum     |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Turbellaria              | Strudelwürmer         | Dreieckskopf-Strudelwurm        | Dugesia           | gonocephala |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Turbellaria              | Strudelwürmer         | Tiger-Strudelwurm               | Dugesia           | tigrina     |             |              |                           |                             |                              | x      |                |
| Turbellaria              | Strudelwürmer         | Gehörnter Vielaugen-Strudelwurm | Polycelis         | felina      |             |              |                           |                             |                              | x      |                |



## Beispiel zur Berechnung:

Tabelle 2:

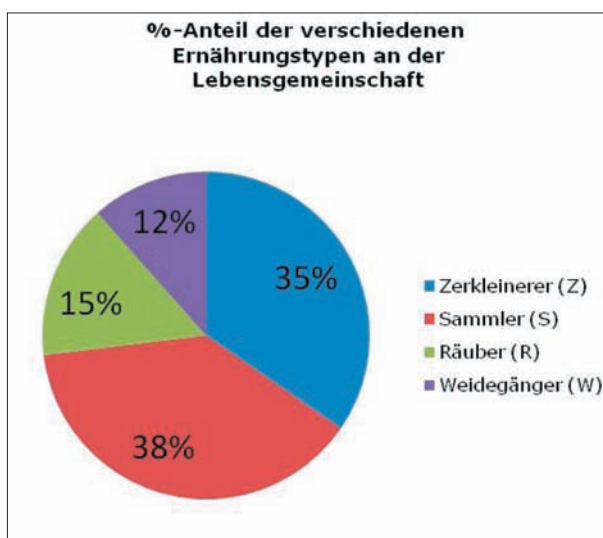
Taxaliste einer Probestelle mit Zuordnung zu den Ernährungstypen (E-typ) und Überführung der Individuenzahlen in Häufigkeitsklassen (HK). Z = Zerkleinerer, S = Sammler, R = Räuber, Omni = Omnivor, W = Weidegänger

| Gruppe       | Taxon                               | E-typ | Individuen | HK |
|--------------|-------------------------------------|-------|------------|----|
| Steinfliegen | Nemouridae                          | Z/S   | 4          | 2  |
|              | Taeniopterygidae                    |       | 2          | 1  |
| Köcherliegen | <i>Rhyacophila spec.</i>            | R     | 1          | 1  |
|              | Limnephilidae                       | Omni  | 5          | 2  |
|              | Goeridae                            | W     | 7          | 2  |
|              | <i>Sericostoma spec.</i>            | Z     | 5          | 2  |
| Käfer        | Scirtidae/Sumpfkäfer                |       | 23         | 3  |
|              | Klauenkäfer                         | W     | 1          | 1  |
| Zweiflügler  | Faltenmücken                        | S     | 15         | 3  |
| Wanzen       | Wasserskorpion                      | R     | 1          | 1  |
| Schnecken    | Neuseeländische Sumpfdackelschnecke | Omni  | 8          | 2  |
|              | Riementellerschnecke                | Omni  | 9          | 2  |
|              | Dreieckskopf-Strudelwurm            | R     | 7          | 2  |
| Krustentiere | <i>Gammarus spec.</i>               | Z/S   | 260        | 5  |

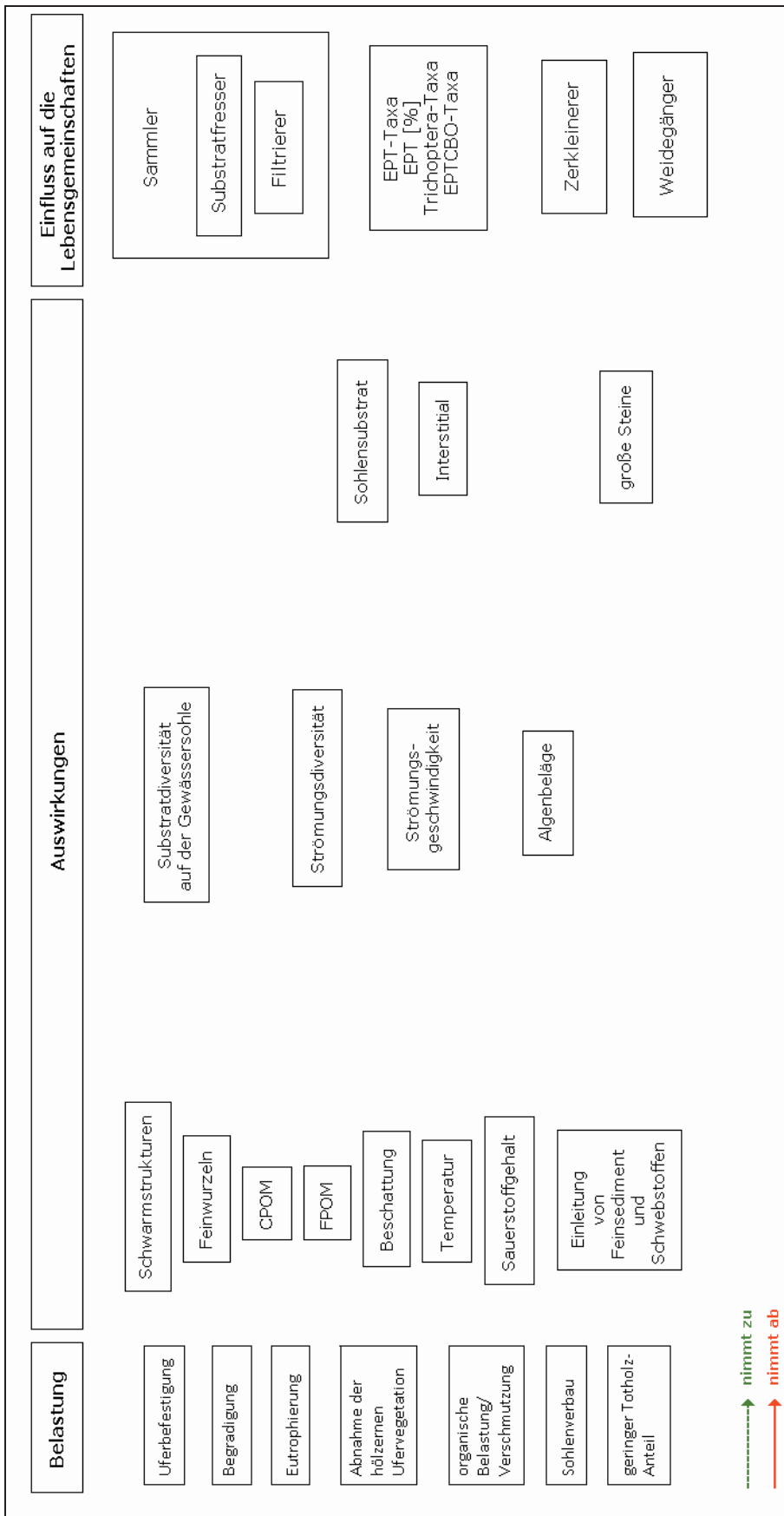
Tabelle 3:

Berechnung der relativen Anteile der verschiedenen Ernährungstypen an der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft aus Tabelle 2. Abkürzungen siehe Tabelle 2.

| %-Anteil E-typen | Summe HK | % Verteilung |
|------------------|----------|--------------|
| Zerkleinerer (Z) | 9        | 35           |
| Sammler (S)      | 10       | 38           |
| Räuber (R)       | 4        | 15           |
| Weidegänger (W)  | 3        | 12           |
| Summe:           | 26       | 100          |



Darstellung der Ergebnisse als Kreisdiagramm.



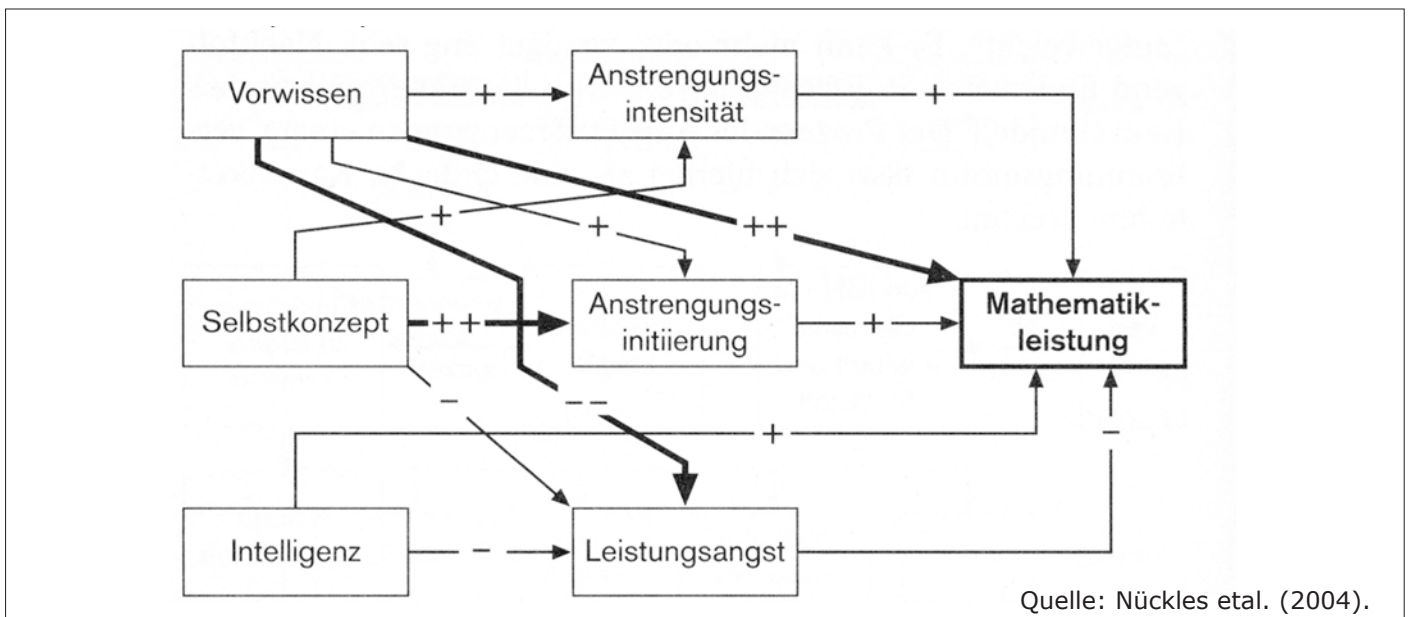
 nimmt zu  
 nimmt ab



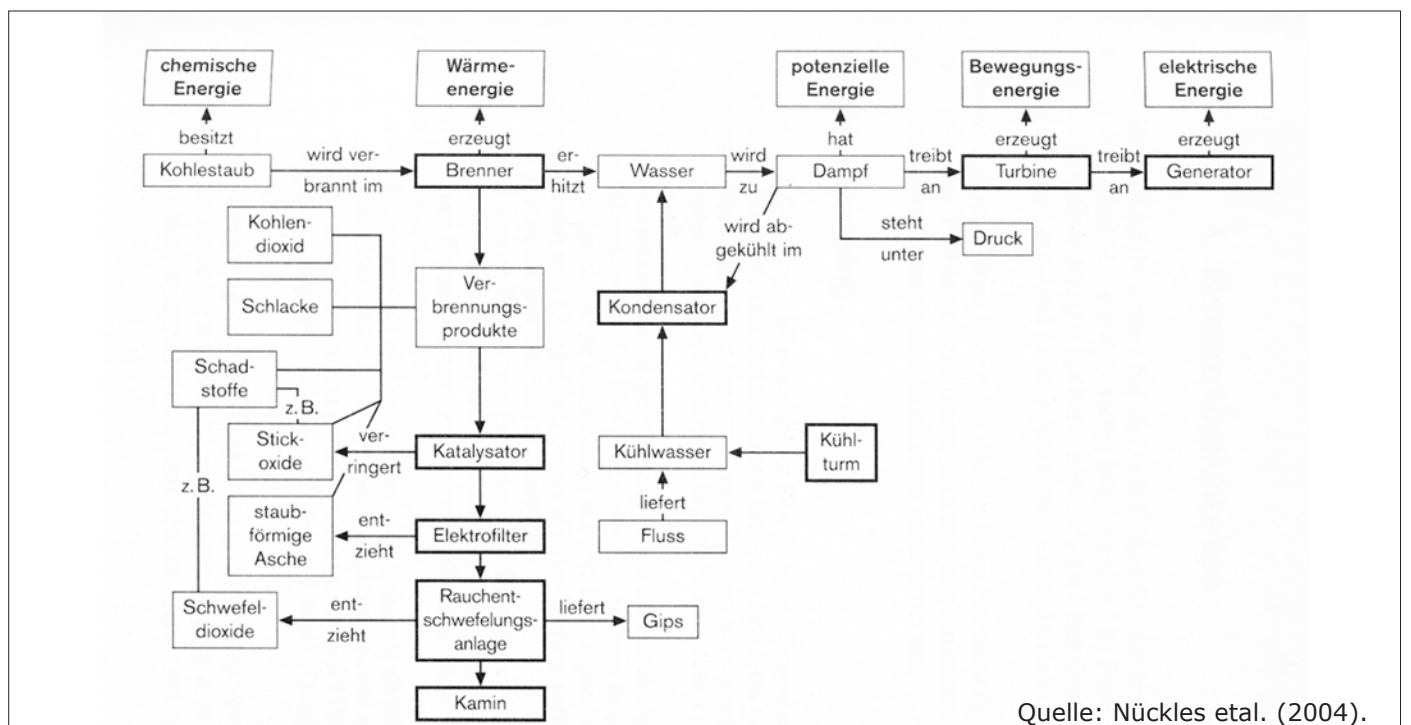
## Concept-Map

Die Concept-Map hilft, komplexe Zusammenhänge (ein Konzept) zu veranschaulichen, die Beziehungen zwischen den einzelnen Teilelementen zu verdeutlichen und deren Beziehungen zueinander zu benennen. Ein Verständnis der Bedeutung eines Konzeptes ist somit nur im Lichte seiner Beziehungen zu seinen Elementen zu verstehen.

### Concept-Map: Direkte und indirekte Einflüsse auf die Mathematikleistung



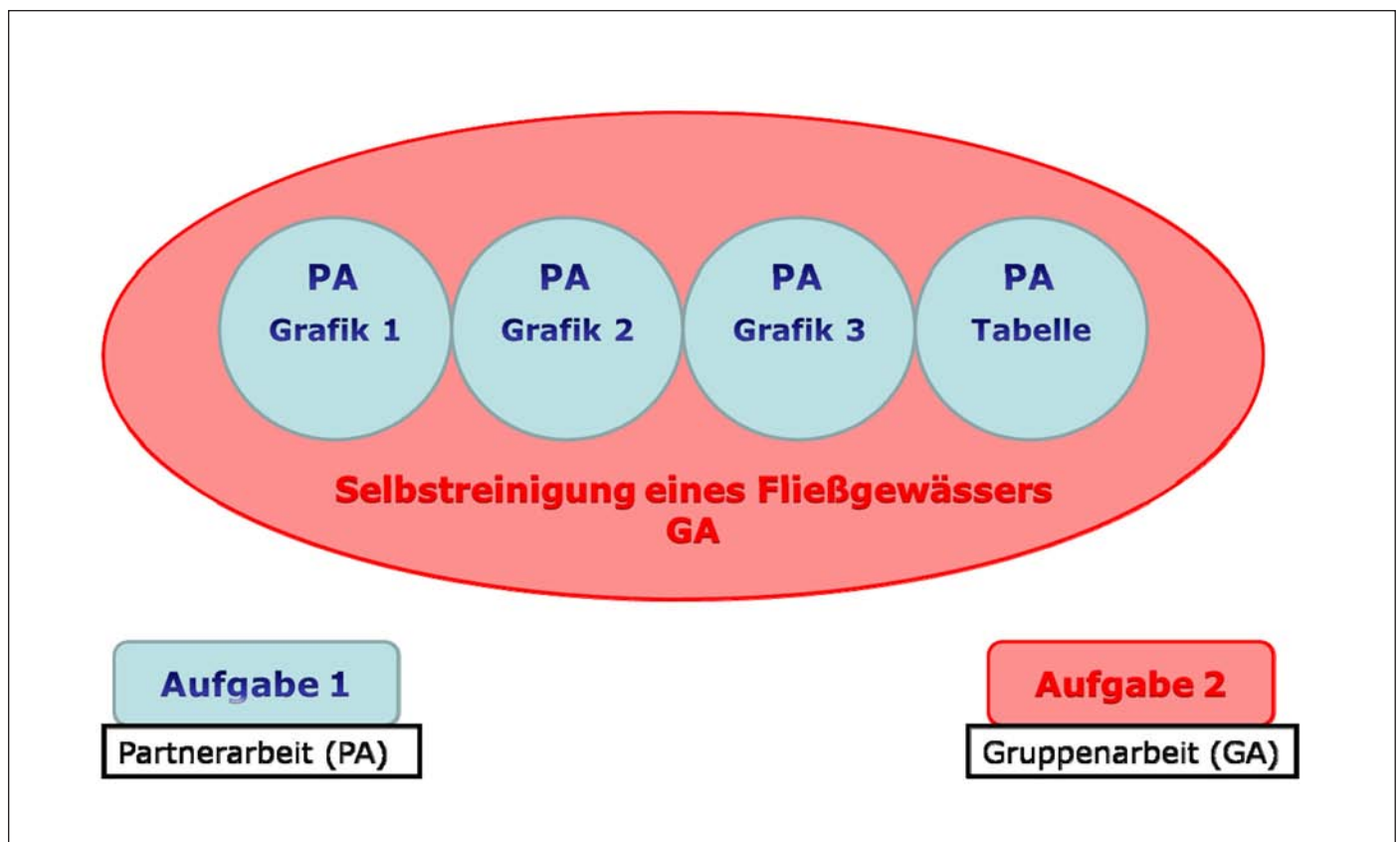
### Concept-Map: Funktionsweise eines Kohlekraftwerks





**Aufgabe 1:** **Beschreiben** Sie in Partnerarbeit (Zweiergruppen) Ihre Grafik/Taxaliste (Tabelle) und **stellen** Sie **eine Hypothese** auf, wie der Verlauf der Grafik/Taxaliste (Tabelle) zu erklären ist! Sie haben für diese Aufgabe 20 Minuten Zeit.

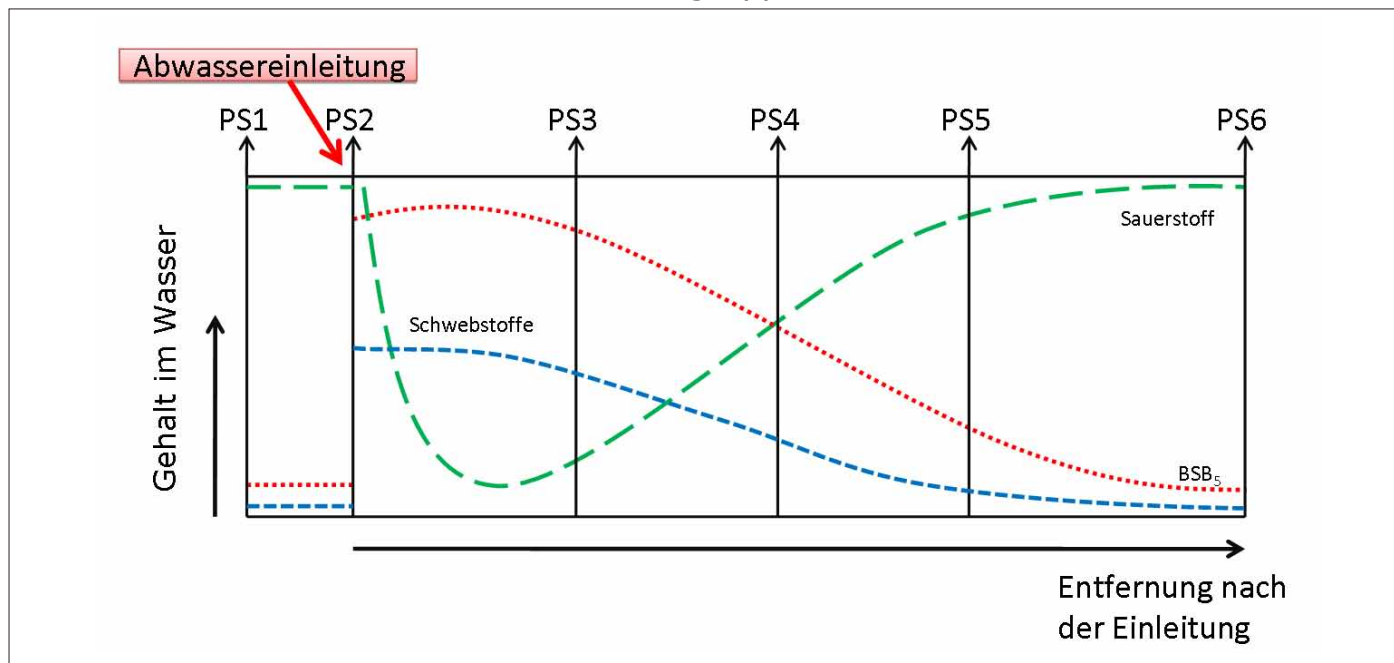
**Aufgabe 2:** Erstellen Sie innerhalb Ihrer Gruppe durch Auswertung aller Grafiken und der Taxaliste eine Concept-Map, die die Selbstreinigung von Fließgewässern **erklärt!** Für diese Aufgabe haben Sie 35 Minuten Zeit. Stellen Sie die Concept-Map Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern in einem 2-3-minütigen Vortrag vor.





Grafik 1

Zweiergruppe 1



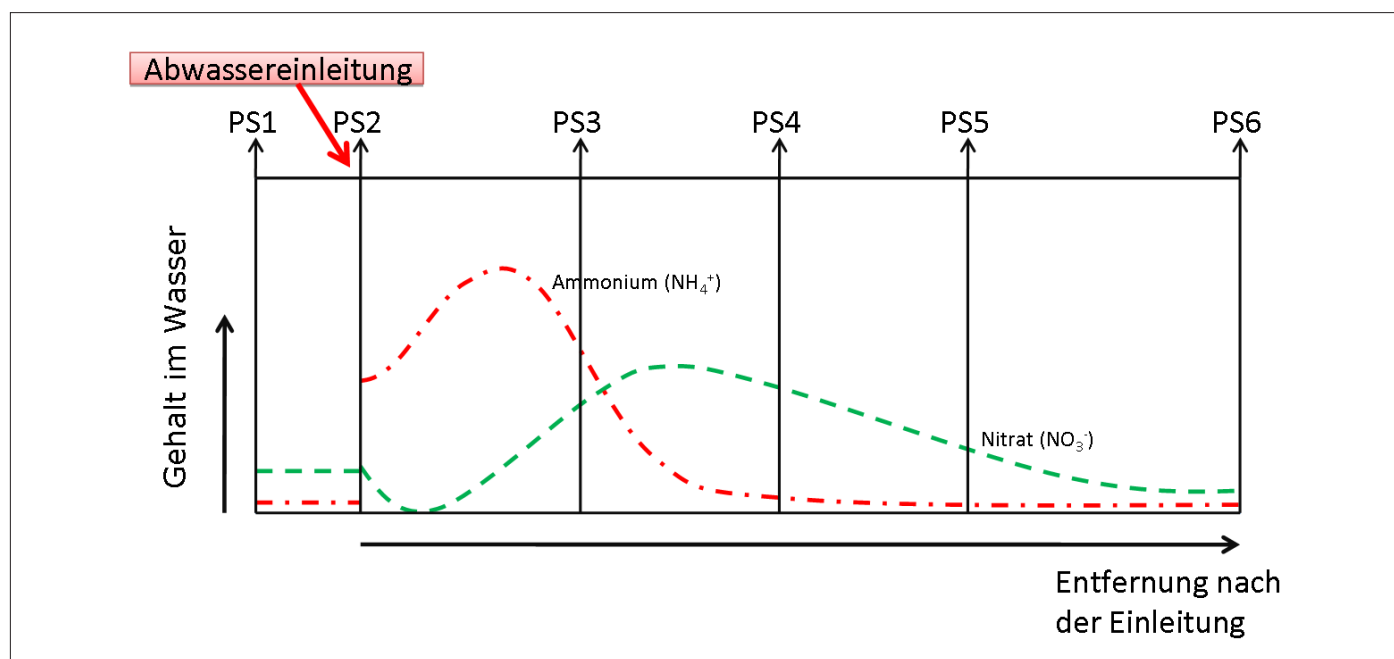
Sachinformation  $BSB_5$ :

$BSB_5$  = Biologischer Sauerstoffbedarf. Der  $BSB_5$  gibt an, wie viel Sauerstoff in fünf Tagen bei einer Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  für den aeroben mikrobiellen Abbau organischer Biomasse benötigt wird. Je höher der Anteil abbaubarer Stoffe desto höher der  $BSB_5$ -Wert.

(Schnittkante)

Grafik 2

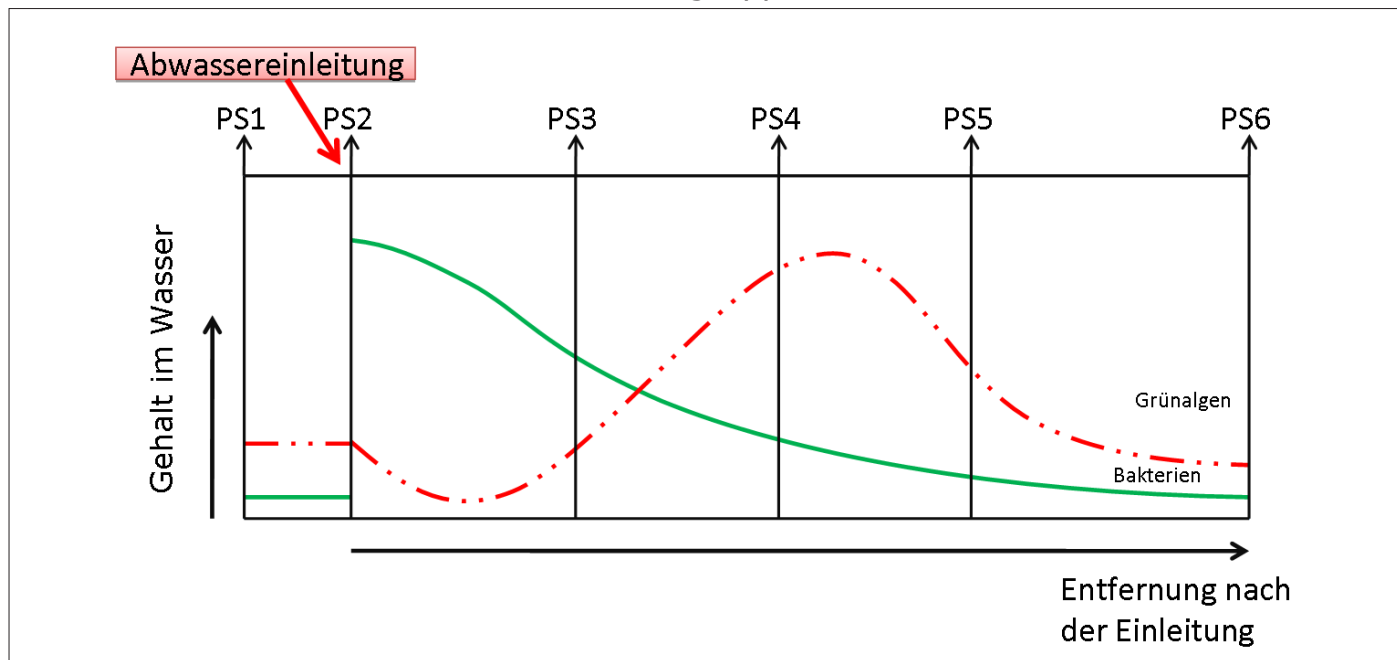
Zweiergruppe 2





Grafik 3

Zweiergruppe 3



(Schnittkante)

Taxaliste/Tabelle

| Taxon                    | Deutscher Name    | PS 1 | PS 2 | PS 3 | PS 4 | PS 5 | PS 6 |
|--------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Chironomus-thummi</i> | Rote Zuckmücken   | 15   | 2    | 321  | 289  | 45   | 15   |
| <i>Perla spec.</i>       |                   | 9    | 0    | 0    | 0    | 0    | 4    |
| <i>Tubifex tubifex</i>   | Schlammröhrenwurm | 12   | 895  | 796  | 65   | 41   | 20   |
| <i>Asellus aquaticus</i> | Wasserassel       | 5    | 1    | 15   | 39   | 56   | 8    |
| <i>Nemoura spec.</i>     |                   | 20   | 0    | 0    | 0    | 2    | 16   |
| <i>Ecdyonurus spec.</i>  | Aderhaft          | 10   | 0    | 0    | 0    | 0    | 5    |
| <i>Baetis rhodani</i>    | Glashaft          | 15   | 0    | 2    | 0    | 4    | 13   |
| Elmidae                  | Klauenkäfer       | 5    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3    |
| <i>Hydropsyche spec.</i> | Wasserseelchen    | 15   | 0    | 7    | 34   | 29   | 12   |

PS = Probestelle



**Aufgabe 1:** Gruppieren Sie in Partnerarbeit die unten aufgeführten Begriffe (Textblöcke) und verdeutlichen Sie durch Verbindungslinien und Pfeile deren Beziehungen. Benutzen Sie dafür die Informationsbroschüre des Ruhrverbands und den Informationstext zur Abwasserbehandlung in einem Klärwerk. **Erklären** Sie anschließend anhand Ihrer Skizze die Funktionsweise einer Kläranlage.

### Abwasserreinigung in der Kläranlage

|  |  |
|--|--|
| Rechen                                 | Reduzierung der Fließgeschwindigkeit               |
| mechanische Reinigung                  | Vorklärbecken                                      |
| chemische Reinigungsstufe              | Schönungsteiche                                    |
| biologische Reinigungsstufe            | Nachklärung  |
| Belebtschlammbecken                    | Produkt Abwasserklärung                            |
| Abbau organischer Stoffe               | Zusätzliche natürliche und abschließende Reinigung |
| Trennung Belebtschlamm vom Abwasser    |  |
| anaerob                                | Sandfang   |
| Bakterien, Geißel- und Wimperntierchen | Denitrifikation                                    |
| Nitrifikation                          | Eliminierung Nitraten                              |
| absetzbare organische Stoffe           | Klärschlamm  |
| Fällung von Phosphationen              | Energiegewinnung                                   |
| aerob                                  |  |





### Abwasserbehandlung in einem Klärwerk

In der Kläranlage wird das häusliche und aus der Industrie stammende Abwasser zunächst mechanisch gereinigt, indem es verschiedene Rechen passiert. Im nächsten Schritt wird die Fließgeschwindigkeit soweit reduziert, dass sich der Sand absetzt. In der folgenden Vorklärung wird die Fließgeschwindigkeit noch weiter verlangsamt, so dass sich noch leichtere Abwasserinhaltsstoffe als Sand absetzen können. Bis hierhin ist das Abwasser einer mechanischen Reinigungsstufe unterzogen worden.

In den weiteren Schritten erfolgt die biologische Reinigung des Wassers. Unter aeroben Bedingungen werden in den Belebtschlammbecken durch Bakterien, Geißel- und Wimperntierchen bis zu 90% der organischen Stoffe abgebaut. Nach dieser Behandlung besteht das Abwasser noch überwiegend aus nicht abbaubaren Schwermetallen sowie Nitrat- und Phosphationen. Die Nitrationen sind durch Nitrifikation entstanden, also aus dem bakteriellen Abbau von Stickstoffverbindungen über Ammoniumionen, die dann zu Nitrationen oxidiert werden. Nitrat- und Phosphationen würden im Fließgewässer zur Eutrophierung (übermäßiges Pflanzenwachstum) führen.

Die Eliminierung der Nitrationen geschieht im Belebtschlammbecken unter anaeroben Bedingungen. Bestimmte Bakterien reduzieren die Nitrationen weiter zum molekularen Stickstoff ( $N_2$ ), der als Gas entweicht. Diesen Vorgang nennt man Denitrifikation. Dadurch werden 60-90% des gesamten Stickstoffs im Abwasser abgebaut.

Die Phosphationen werden zum Teil von den Bakterien als Nahrung genutzt, um Biomasse aufzubauen. Die restlichen Phosphationen werden in einer chemischen Reinigungsstufe aus dem Abwasser entfernt. Dazu wird Eisensalz in das Belebtschlammbecken gegeben. Dies führt zur Fällung von Eisen in Form von Eisen(III)-Phosphat, das mit dem Schlamm aus dem Belebtschlammbecken entfernt werden kann.

Das gereinigte Abwasser kann nun wieder zurück in die Fließgewässer eingeleitet werden. Der bei der Abwasserreinigung entstehende Klärschlamm besteht häufig aus Schwermetallen wie z.B. Cadmium, Blei, Quecksilber und anderen giftigen Stoffen und wird durch unterschiedliche Verfahren aufbereitet bzw. weiter verarbeitet. Man kann den Schlamm in speziellen Öfen verbrennen oder in Faultürmen gären lassen. Methanbakterien zersetzen in diesen Türmen die organische Substanz im Schlamm unter anaeroben Bedingungen. Als Produkte dieser Zersetzung entstehen Methangas und Kohlendioxid. Das Methangas kann zur Energiegewinnung genutzt werden. Der übrig bleibende Schlamm kann in der Landwirtschaft eingesetzt werden, wenn er nicht zu stark mit Schwermetallen belastet ist.

Leider können nicht alle Kläranlagen die Stickstoffverbindungen (z.B. Nitrat) im Abwasser beseitigen. Ebenfalls sind nicht alle Kläranlagen in der Lage, Phosphationen zu entfernen. Da Nitrat- und Phosphationen Pflanzennährstoffe sind, kann das „gereinigte“ Wasser somit zur Eutrophierung des Gewässers führen. Andere Stoffe im Abwasser, die schwer zu entfernen sind, sind Röntgenkontrastmittel, Wirkstoffe von Medikamenten, besonders hormonell wirkende Substanzen, z.B. aus der Anti-Baby-Pille, oder Blutfett senkende Medikamente. Ebenfalls können einige Weichmachersorten in Waschmitteln nicht durch Kläranlagen beseitigt werden.



**Aufgabe 2:** Welche Behandlung des Abwassers in einer Kläranlage entspricht natürlichen Reinigungsprozessen im Fließgewässer? **Diskutieren** Sie, warum die Behandlung von Abwasser notwendig ist, obwohl es im Fließgewässer natürlicherweise zur Selbstreinigung kommt.