



# Köcherfliegen lügen nicht!

Materialien zur angewandten Fließgewässerökologie  
in der Sekundarstufe II



Exkursionsanleitung

**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\*

**Redaktion:**

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

**Titelfotos:** Gerhard Laukötter\*\*\*

**Bildnachweise:** alle Thomas Korte\*

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

\*\* [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)

**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).

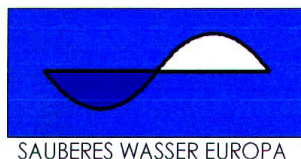
**Gefördert durch:**

*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 Schulumnähe 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

## Anwendung der Anleitung



### Bedeutung der verschiedenen Symbole

Die Untersuchung eines Fließgewässers erfolgt durch verschiedene Experten-Teams und VIPs. Diese stellen sich am Untersuchungsabschnitt bestimmten Aufgaben. Die verschiedenen Symbole zeigen den verschiedenen Teams/VIPs, welche Textabschnitte der Anleitung für sie von Bedeutung sind, damit sie ihre Aufgaben erfüllen können.

Beispiel:



Dieser Teil der Anleitung muss vom gesamten Fauna-Team, den Teamleadern und den Datensammlern gelesen werden.

## Teams

---



*Chemie-Team*



*Strukturgüte-Team*



*Fauna-Team*

## VIPs

---



*Teamleader*



*Materialwächter(innen)*



*Datensammler(innen)*

---













## Allgemeine Informationen












<b>Einleitung</b> .....	7
<b>Teams und VIPs</b> .....	9
<i>Chemie-Team</i> .....	9
<i>Strukturgüte-Team</i> .....	9
<i>Fauna-Team</i> .....	9
<i>Zwei Teamleader</i> .....	9
<i>Zwei Materialwächter(innen)</i> .....	10
<i>Zwei Datensammler(innen)</i> .....	10
<b>Untersuchungsinhalte</b> .....	10
<i>Untersuchungsabschnitt</i> .....	11
<i>Allgemeine Gewässeraufnahme</i> .....	11
<i>Chemisch-physikalische Wasserqualität</i> .....	11
<i>Strukturgüte</i> .....	11
<i>Biologische Gewässerqualität</i> .....	12
<b>Abschließende Diskussion - Ökologische Bewertung und ökologische Zustandsklasse</b> .....	12

## Anleitungen für die einzelnen Teams

  <b>Allgemeine Gewässeraufnahme</b> .....	14
  <b>Chemisch-physikalische Wasserqualität</b> .....	15
  <b>Strukturgütebewertung</b> .....	26
  <b>Biologische Gewässerqualität</b> .....	34
<b>Literatur</b> .....	46
<b>Glossar</b> .....	47



## Anhang

			<i>MATERIALLISTE EXKURSION</i> .....	49			
						<i>Feldprotokoll FP 1, SICHERHEIT AM GEWÄSSER</i> .....	51
						<i>Feldprotokoll FP 2, REGELN VERHALTEN IM GELÄNDE</i> .....	52
						<i>Feldprotokoll FP 3, AUFGABEN</i> .....	53
			<i>Feldprotokoll FP 4, GEWÄSSERKENNBLATT</i> .....	54			
			<i>Feldprotokoll FP 5, CHEMISCH-PHYSIKALISCHE WASSERQUALITÄT</i> ..	57			
			<i>Feldprotokoll FP 6, AUSWERTUNG STRUKTURGÜTE: Tiefland</i> .....	59			
			<i>Feldprotokoll FP 7, AUSWERTUNG STRUKTURGÜTE: Mittelgebirge</i> ....	60			
			<i>Feldprotokoll FP 8, NUTZUNGS-INDEX</i> .....	62			
			<i>Feldprotokoll FP 9, UFERRANDSTREIFEN</i> .....	63			
			<i>Feldprotokoll FP 10, SUBSTRATZUSAMMENSETZUNG</i> .....	64			
			<i>Feldprotokoll FP 11, TAXALISTE FÜR EINE KESCHERPROBE</i> .....	66			
			<i>Feldprotokoll FP 12, FAUNA ZUSAMMENFASSUNG</i> .....	67			
			<i>Feldprotokoll FP 13, BIOLOGISCHE FLIEßGEWÄSSERBEWERTUNG,</i> <i>MITTELGEBIRGE, - TIEFLAND</i> .....	69			
						<i>Feldprotokoll FP 14, ÖKOLOGISCHE ZUSTANDSKLASSE</i> .....	71



## „Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss.“

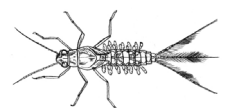
Dies ist der erste Satz der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, die von allen Staaten der Europäischen Union verlangt, dass bis zum Jahr 2015 alle Fließgewässer den „guten ökologischen Zustand“ erreicht haben müssen. Der ökologische Zustand wird durch biologische, strukturelle und chemisch-physikalische Qualitätsmerkmale bestimmt. Als Referenz gilt die Lebensgemeinschaft von Fließgewässern ohne oder mit nur geringfügigen menschlichen Einflüssen. Ein „guter Zustand“ zeigt geringe Störungen durch den Menschen und geringfügige Abweichungen vom ungestörten Zustand.



Abb. 1:  
Tieflandfluss im naturnahen „guten Zustand“, d.h. vom Menschen kaum beeinflusst.



Abb. 2:  
Mittelgebirgsbach im Referenzzustand („sehr guter Zustand“); man beachte das viele Holz im Gewässer.



### Hinweis!





Der Grad der Abweichung der untersuchten Lebensgemeinschaft von der Referenzgemeinschaft erklärt, wie gesund oder krank ein Fließgewässerökosystem ist.

Die vorliegende Anleitung stellt eine einfache Methode vor, wie der ökologische Zustand anhand von Kleintieren der Gewässersohle (Makrozoobenthos) ermittelt werden kann.





### Die Untersuchungen beantworten die Fragen:

-  Entspricht die Gewässerstruktur naturnahen Bedingungen und bietet sie vielfältige Lebensräume für die Tiere, die auf der Gewässersohle leben (Makrozoobenthos)?
-  Wird die an das Gewässer angrenzende Aue so stark durch den Menschen beeinflusst, dass die Lebensgemeinschaft im Wasser Schaden nimmt?
-  Zeigen die chemisch-physikalischen Bedingungen eine Verschlechterung der Wasserqualität, die zur Verarmung der Lebensgemeinschaft führt?
-  Zeigt die im Untersuchungsabschnitt vorgefundene Lebensgemeinschaft naturnahe Bedingungen an?

All dies sind aktuelle Fragen, denn mehr als 70% der Fließgewässer in Deutschland erreichen derzeit (2009) nicht den „guten ökologischen Zustand“!

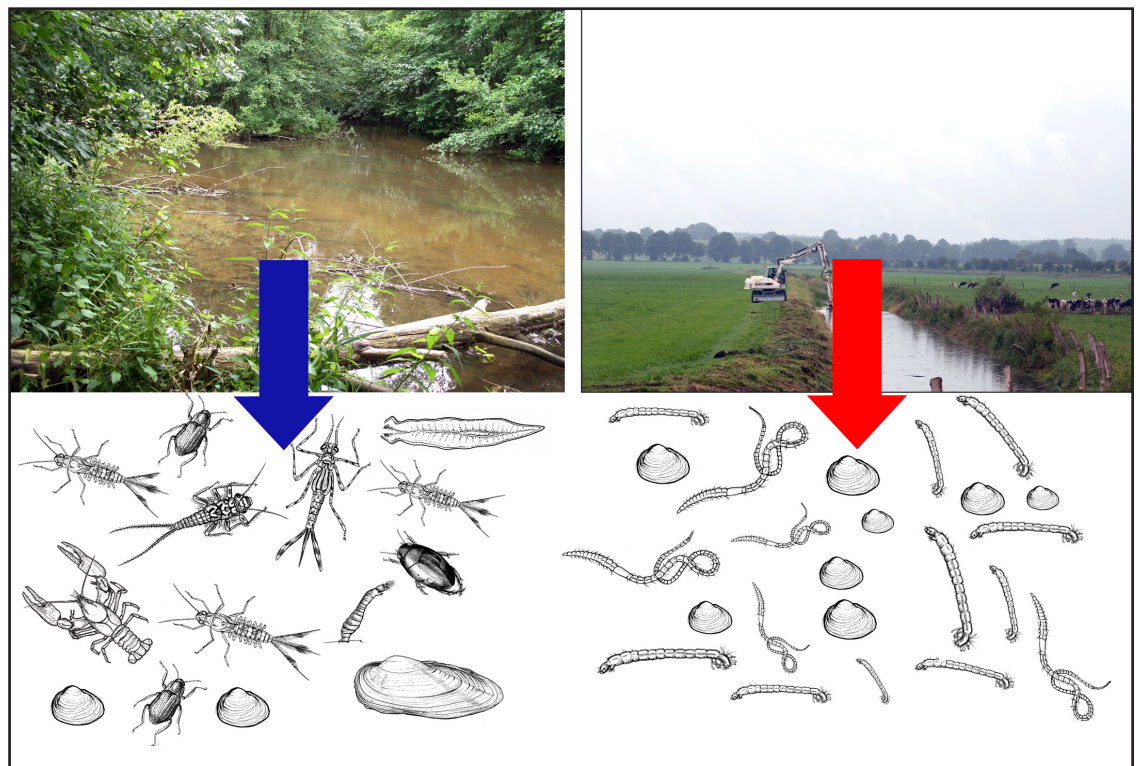
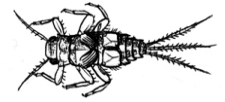


Abb. 3:  
Das linke Foto zeigt einen natürlichen vom Menschen unbeeinflussten Gewässerabschnitt (ökologische Zustandsklasse „sehr gut“). Dieser ist gekennzeichnet durch viele Arten mit jeweils wenigen Individuen. Das rechte Foto zeigt einen schwer geschädigten Abschnitt (ökologische Zustandsklasse „unbefriedigend“). Die Lebensgemeinschaft setzt sich aus wenigen Arten mit jeweils hohen Individuenzahlen zusammen.



Für die ökologische Untersuchung eines Fließgewässers werden verschiedene Experten-Teams gebildet und VIPs benannt, die sich bestimmten Herausforderungen im Gelände stellen und Aufgaben bewältigen müssen. Am Ende der Untersuchung werden die Ergebnisse der einzelnen Teams zusammengetragen und zur ökologischen Bewertung des Gewässers zusammengeführt.



### *Hinweis!*

Die Durchführung der ökologischen Bewertung dauert in Abhängigkeit des Wissensstands und der Motivation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 3 und 4 Stunden.

### **Chemie-Team**

Untersucht und bewertet die chemische und physikalische Wasserqualität. Dieses Team besteht aus zwei bis drei Mitgliedern. Das Chemie-Team hilft nach Abschluss der chemisch-physikalischen Wasseruntersuchung dem Fauna-Team bei der Bestimmung der Tiere.

### **Strukturgüte-Team**

Untersucht und bewertet die Strukturen im Gewässer und im angrenzenden Umland. Das Strukturgüte-Team wird ebenfalls von zwei bis drei Mitgliedern gebildet. Das Strukturgüte-Team hilft nach Abschluss seiner Untersuchung dem Fauna-Team bei der Bestimmung der Tiere.

### **Fauna-Team**

Untersucht und bewertet die Lebensgemeinschaft im Gewässer. Dieses Team besitzt einen eigenen Teamleader, der mit dem Ablauf zur Untersuchung der biologischen Gewässerqualität gut vertraut ist und darauf achtet, dass alle notwendigen Arbeiten durchgeführt werden. Der Fauna-Teamleader fasst mit einem weiteren Mitglied des Teams die Ergebnisse aller Taxalisten (*Feldprotokolle FP 11*) im *Feldprotokoll FP 12* zusammen und ermittelt die biologische Güteklasse (*Feldprotokoll FP 13*). Idealerweise sollten 16 Mitglieder zu diesem Team gehören.

### **Zwei Teamleader**

Sie achten darauf, dass die drei Experten-Teams ihre Arbeiten korrekt erledigen, jeder im Team seine Aufgaben wahrnimmt und das Team zusammenbleibt. Insgesamt gibt es zwei Teamleader, die für alle drei Teams verantwortlich sind. Sie achten auch darauf, dass die vorgegebenen Arbeitszeiten eingehalten werden. Vor der Untersuchung und Probennahme werden die Regeln „Verhalten im Gelände“ (*FP 2*) von einem der Teamleader vorgelesen. Beide achten darauf, dass diese eingehalten werden. Die Teamleader müssen die Anleitung gut kennen (siehe *Feldprotokoll AUFGABEN, FP 3*); insbesondere müssen sie wissen, wie die einzelnen Feldprotokolle (FP) ausgefüllt und ausgewertet werden. Bei Fragen sind sie die ersten Ansprechpartner. Sie leiten in Zusammenarbeit mit der Lehrerin oder dem Lehrer die abschließende Diskussion zur Ermittlung der ökologischen Zustands-



klasse. Die Teamleader sind von allen anderen Arbeiten befreit.

Erforderliche Feldprotokolle: eine komplette Anleitung, *FP 14*

## Zwei Materialwächter(innen)

Die Materialwächterinnen und Materialwächter leisten überwiegend Arbeit im Vorfeld der Exkursion. Sie sind dafür verantwortlich, dass zur Exkursion alle Materialien inklusive aller Feldprotokolle für jede Gruppe in ausreichender Zahl vorhanden sind. Die „Materialliste Exkursion“ (S. 49f.) beinhaltet alle Materialien, die man für die Exkursion benötigt. Zusätzlich zur Vollständigkeit der Materialien muss kontrolliert werden, dass die Chemikalien noch nicht abgelaufen und in ausreichender Menge vorhanden sind, um alle Untersuchungen am Gewässer durchführen zu können. Sie informieren die anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmer, welche Utensilien von jedem selber mitgebracht werden müssen. Nach der Exkursion sind die Materialwächterinnen und Materialwächter dafür verantwortlich, die Materialien vollständig zurückzubringen. Sie prüfen ebenfalls, dass kein Material oder Müll im Gelände verbleibt und die Probestelle ordentlich hinterlassen wird. Die Materialwächterinnen und Materialwächter helfen zusätzlich dem Fauna-Team bei der Bestimmung der Tiere.

Erforderliche Feldprotokolle: MATERIALLISTE EXKURSION, eine komplette Anleitung, *FP 14*

## Zwei Datensammler(innen)

Die Datensammlerinnen und Datensammler führen die allgemeine Gewässeraufnahme durch. Sie füllen das *Feldprotokoll GEWÄSSERKENNBLATT (FP 4)* aus, skizzieren die Probestelle und machen Belegfotos. Nach Abschluss der allgemeinen Gewässeraufnahme, helfen sie dem Fauna-Team bei der Bestimmung der Tiere. Schließlich protokollieren sie die Vorstellung der Ergebnisse der drei Teams (Chemie, Strukturgüte, Fauna) in der abschließenden Diskussion auf dem *Feldprotokoll ÖKOLOGISCHE FLIESSGEWÄSSERBEWERTUNG (FP 14)*.

Erforderliche Feldprotokolle: eine komplette Anleitung, *FP 4, FP 14*

## Untersuchungsinhalte



Die Untersuchung eines Fließgewässerabschnitts setzt sich zusammen aus der „Allgemeinen Gewässeraufnahme“, der Untersuchung der „chemisch-physikalischen Wasserqualität“, der „Strukturgüte“





und der „biologischen Gewässerqualität“. Die hieraus resultierenden Einzelergebnisse werden abschließend zur ökologischen Bewertung des Untersuchungsabschnitts herangezogen und in eine ökologische Zustandsklasse überführt.

## Untersuchungsabschnitt

Die Länge des Untersuchungsabschnitts sollte ungefähr 100 m betragen. Dieser Abschnitt sollte Strukturen besitzen, die repräsentativ für einen längeren Abschnitt sind (mindestens 500 m), z. B. in der Nutzung der Aue, dem Aufbau der Gewässersohle, dem Gewässerverlauf und dem Uferbewuchs.

## Allgemeine Gewässeraufnahme

Die allgemeine Gewässeraufnahme gibt grundlegende Informationen über den Untersuchungsabschnitt, dessen Lage, die Beprobungszeit und die Bedingungen am Untersuchungstag. Der Untersuchungsabschnitt wird so genau wie möglich beschrieben. Diese Datenaufnahme ist wichtig, um hinterher die Ergebnisse der Exkursion richtig zu interpretieren. Zum Beispiel führt Regen natürlicherweise zur Trübung des Wassers. Zudem kann bei Regen die „Ausbeute“ an Tieren gering sein, da diese sich in den Lückenraum der Gewässersohle zurückgezogen haben.

Erforderliche Feldprotokolle: eine komplette Anleitung, *FP 4, FP 14*

## Chemisch-physikalische Wasserqualität

Die chemisch-physikalische Untersuchung eines Gewässers zeigt, ob es verschmutzt ist oder nicht und welche chemisch-physikalischen Faktoren ggf. für eine Beeinträchtigung der Fauna verantwortlich sind. Man erhält einen genauen Messwert, der mit fest definierten Grenzwerten verglichen werden kann. Somit kann man sehr genau den Grad der Abweichung von natürlichen Verhältnissen angeben. Die chemisch-physikalischen Untersuchungen sind aber nur eine Momentaufnahme der Situation eines Gewässers. Sie lassen keine Schlüsse auf vergangene Ereignisse zu. Um diesen Nachteil abzuschwächen, müsste man Messreihen über einen längeren Zeitraum durchführen - oder aber die Gewässerorganismen untersuchen.

Erforderliche Feldprotokolle: eine komplette Anleitung, *FP 5, FP 14*

## Strukturgüte

Die strukturelle Untersuchung des Gewässers befasst sich mit der Nutzung der Aue, dem Gewässerverlauf, der Zusammensetzung der Substrate auf der Gewässersohle und dem Aufbau und der Qualität



der Uferpflanzen. Diese Umweltfaktoren sind wichtig, da sie Aussagen über die Anzahl und die Qualität der Habitate machen, die den Tieren des Gewässers zur Verfügung stehen.

Erforderliche Feldprotokolle: eine komplette Anleitung, *FP 6* oder *FP 7*, *FP 8*, *FP 9*, *FP 14*

## Biologische Gewässerqualität

Die biologische Untersuchung beinhaltet die Untersuchung der Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos im Untersuchungsabschnitt. Sie erlaubt eine Aussage über die Gesundheit des Ökosystems, da die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft viele Einflüsse auf das Gewässer anzeigt.

Erforderliche Feldprotokolle: eine komplette Anleitung, *FP 10*, *FP 11*, *FP 12*, *FP 13*, *FP 14*

## Abschließende Diskussion





### Hinweis!

Jedes Tier ist an den bestimmten Lebensraum gebunden, in dem alle für die Existenz notwendigen Bedingungen erfüllt sind und Schwankungen von Umweltfaktoren ertragen werden können.

## Ökologische Bewertung und ökologische Zustandsklasse

Die Ergebnisse der verschiedenen Experten-Teams werden im *Feldprotokoll ÖKOLOGISCHE ZUSTANDSKLASSE (FP 14)* zusammengetragen und daraus wird die ökologische Zustandsklasse abgeleitet.

Dafür stellt jede Gruppe:


-  das Ergebnis ihrer Untersuchung (= Teilergebnis) vor und
-  nennt die Faktoren, deren Beurteilungen schlechter als Güteklasse „gut“ gewesen sind und nennt Besonderheiten (z. B. Extremwerte).


Die abschließende Ermittlung des ökologischen Zustands aus den Teilergebnissen der drei Qualitätsmerkmale (Struktur, Chemie und Biologie) erfolgt nicht durch Mittelwertbildung. Das Ergebnis der biologischen Bewertung wird besonders gewichtet, da dieses alle schädigenden Einwirkungen auf das Gewässer widerspiegelt. Die chemisch-physikalische Wasserqualität und die Strukturgüte werden als unterstützende Merkmale mit berücksichtigt. In der Regel spiegelt die Lebensgemeinschaft die Wasserqualität und die Strukturgüte wider, so dass die Ergebnisse nicht voneinander abweichen sollten; ist dies doch der Fall, sollte überlegt werden, woran dies liegen könnte:

-  Müssen die Daten des *GEWÄSSERKENNBLATTS* berücksichtigt



werden? Hat z. B. starker Regen am Vortag dazu geführt, dass Tiere abgetrieben sind oder sich in die Gewässersohle vergraben haben? Gibt es Verrohrungen im oder oberhalb des Untersuchungsabschnitts, die auf schädigende Einleitungen hinweisen?

 Gibt es besondere Ergebnisse bei der Untersuchung der Wasserqualität? Weichen einzelne Faktoren, z. B. der pH-Wert oder der Sauerstoffgehalt, sehr weit vom „Sollzustand“ ab, kann dies trotz guter Gewässerstruktur negative Auswirkungen haben.

 Ist die biologische Gewässerbewertung schlechter als das Ergebnis der Wasserqualität und/oder der Strukturgüte, sollte immer die biologische Bewertung als ökologische Zustandsklasse angegeben werden.

Es gibt **fünf ökologische Zustandsklassen** von „1, sehr gut“ bis „5, schlecht“. Die Zustandsklassen „2, gut“ bis „5, schlecht“ beschreiben den Grad der Abweichung des Untersuchungsabschnitts vom natürlichen oder, durch den Menschen unbeeinträchtigten Zustand (Tabelle 1).

Tabelle 1: Ökologische Zustandsklassen

<b>Klasse 1 sehr gut</b>	<b>Referenzzustand; es gibt keine menschliche Einflussnahme auf die Lebensgemeinschaft</b>
<b>Klasse 2 gut</b>	<b>Naturnaher Zustand; die Lebensgemeinschaft weicht nur geringfügig vom Referenzzustand ab</b>
<b>Klasse 3 mäßig</b>	<b>Mäßige Abweichung und Störung</b>
<b>Klasse 4 unbefriedigend</b>	<b>Stark beeinträchtigt, naturfern</b>
<b>Klasse 5 schlecht</b>	<b>Schwerste Veränderungen des Ökosystems, naturfremd</b>




Erforderliche Feldprotokolle: *FP 14, ERGEBNISPROTOKOLLE* aller Teams

## Interpretation der Ergebnisse








Es sollte nicht nur bei der bloßen Berechnung bzw. Benennung der ökologischen Zustandsklasse bleiben. Vielmehr sollte überlegt werden, welche abiotischen Faktoren verantwortlich sind für die Zusammensetzung der vorgefundenen Lebensgemeinschaft. Diesbezüglich sollten die Parameter in den Feldprotokollen (*FP 5, FP 6* bzw. *FP 7* und *FP 13*) überprüft werden, die schlechter als „gut“ bewertet wurden. Die folgenden Fragen helfen, die Zusammensetzung der vorgefundenen MZB-Zönose zu erklären:





-  Weicht der prozentuale Anteil von „sensiblen“ EPT-Taxa (Eintagsfliegen (E), Steinfliegen (P) und Köcherfliegen (T)) an der Lebensgemeinschaft von „sehr guten“ und „guten“ Bedingungen ab?
-  Gibt es einen hohen Anteil an „toleranten“ Taxa (rote Zuckmückenlarven, rote Oligochaeten oder Egel), die „mäßige“, oder schlechtere Bedingungen anzeigen?
-  Ist die Anzahl an unterscheidbaren Taxa gering (kleiner 15) bzw. schlechter als Güteklasse „gut“?

Wenn eine der Fragen mit „Ja“ beantwortet wurde, sollte überlegt werden, woran das liegen könnte:

-  Ist die Verschmutzung des Gewässers so gravierend, dass es zu Sauerstoffarmut kommt?
-  Ist das Gewässer versauert?
-  Ist die Temperatur des Gewässers erhöht?
-  Ist das Gewässer eutrophiert (Anteil fädiger Algen und Algenbüschel)?
-  Ist ein ausreichend breiter Uferstrandstreifen mit hölzerner Ufervegetation vorhanden?
-  Zeigt die Gewässersohle eine hohe Substratdiversität?
-  Wird die Aue schlechter als Güteklasse „gut“ bewertet?

## Allgemeine Gewässeraufnahme



Die allgemeine Gewässeraufnahme steht am Anfang einer Gewässeruntersuchung. Sie verschafft einen Überblick über die aktuelle Situation vor Ort. Diese Daten helfen hinterher, die gewonnenen Erkenntnisse zu interpretieren und, wenn möglich, mit vorherigen Untersuchungen zu vergleichen.

Folgende Daten werden durch das *Feldprotokoll FP 4, GEWÄSSER-KENNBLATT* erfasst (Da die meisten Parameter selbsterklärend sind, werden nur die Parameter besprochen, deren Bedeutung unklar sein könnte):

### Probestellenname

Der Probestellenname beinhaltet eine Kurzbeschreibung zur Lage der Probestelle und dem nächst liegenden Ort (z. B. ober-



halb der Brücke bei Wassershausen). Der Name des Fließgewässers und der Probestellenname wird mit einem Kürzel versehen, welches auf jedem weiteren Feldprotokoll aufgeführt wird (z. B. Ruhr oh B WH).

#### Einzugsgebiet

Name des Einzugsgebietes, in dem sich das Gewässer befindet. Dies ist in der Regel der Name des nächst größeren Flusses.

#### Wetter (innerhalb der letzten 24 Stunden)

Es werden Menge und Dauer von Niederschlägen und Lufttemperaturen kurz beschrieben. Das Wetter beeinflusst stark den Abfluss und die Trübung des Wassers. Abfluss und Trübung wirken sich wiederum auf die Lebensgemeinschaft aus.

#### Aktuelles Wetter

Hier sollte mit ein oder zwei Worten beschrieben werden, wie das Wetter am Untersuchungstag ist: z. B. bedeckt aber trocken; wechselhaft mit zeitweisem Nieselregen;...

#### Fotos

Insgesamt sollten mindestens vier Übersichtsaufnahmen gemacht werden; jeweils zwei Fotos bachabwärts und zwei Fotos bachaufwärts. Diese Fotos sollten den gesamten Untersuchungsabschnitt im Überblick darstellen. Zusätzlich werden Detailfotos angefertigt, die auffällige Strukturen abbilden. Hierzu zählen sowohl seltene und wertvolle Lebensräume für Tiere, wie z. B. Totholz oder Baumstämme, aber auch Strukturen, die auf Probleme hindeuten können, wie z. B. Verrohrungen und Querbauwerke.

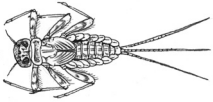
#### Skizze der Probestelle

Zusätzlich sollte eine Skizze des Untersuchungsabschnittes gezeichnet werden. Diese sollte den Gewässerverlauf im Untersuchungsabschnitt abbilden, die Lage der wichtigsten Gewässerstrukturen (Substrate der Gewässersohle, Ansammlungen von Holz und Blättern, Untiefen, Strömungsbild) und Strukturen des Umfeldes zeigen.

## Chemisch-physikalische Wasserqualität



Die meisten Substanzen sind wasserlöslich. Dementsprechend gibt es natürlicherweise kein „reines“ Wasser ohne Fremdstoffe. Die Menge, Art und Herkunft der Fremdstoffe bestimmt die chemische Qualität des Wassers.



### **Hinweis!**

1 mg/l (Milligramm/Liter) entspricht etwa der Größe eines Stecknadelkopfes aufgelöst in einem Liter Wasser.

Häufig verwendete Maßeinheiten sind:

1 g (Gramm)	= 1000 mg (Milligramm)
1 mg	= 1000 µg (Mikrogramm)
1 µg	= 1000 ng (Nanogramm)

## **Farbe**

Die Gewässerfarbe ist häufig der erste Indikator, der auf die Wasserqualität schließen lässt. Die Farbe sollte immer in Zusammenhang mit den anderen gewonnenen Daten interpretiert werden. Ein gesundes Gewässer kann sowohl klar als auch braun sein. Belastete Gewässer können ebenfalls sehr klar sein. Verschiedene Wasserfarben können folgende Ursachen haben:

### Klar

Normalerweise im Zusammenhang mit unverschmutztem Wasser. Klares Wasser kann aber durch farblose Substanzen verschmutzt sein. Klares Wasser ohne lebende Tiere (Makrozoobenthos) deutet meist auf eine schwerwiegende toxische Verschmutzung hin.

### Braun

Häufig die Folge von organischer Zersetzung im Gewässer; aber auch nach Starkregenereignissen, die dazu führen, dass viel Bodenmaterial ins Gewässer gespült wird.

### Vielfarbig glänzend

Meist durch Öle im Gewässer hervorgerufen. Diese können durch unerlaubtes Ablassen an Parkplätzen, Straßen oder durch Entlastung der Kanalisation ins Gewässer gelangt sein.

### Schaumbildung

Schaum kann natürlicherweise durch pflanzliche Stoffe, wie z. B. Pollen oder auch Erdpartikel hervorgerufen werden. Starke Schaumbildung kann aber auch durch Wasch- und Reinigungsmittel (Detergenzien) bedingt sein.

### Dreckig (schaumig)

Kann durch Algen oder verrottendes Pflanzenmaterial verursacht sein.

### Trüb mit braunen Schlieren oder Wolken

Grund könnte erhöhte Sedimentfracht durch Abtragung (Erosion) aus oberhalb liegenden Bereichen sein, z. B. durch Starkregenereignisse oder Schneeschmelzen.

### Grün

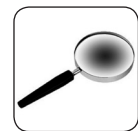
Durch die Anwesenheit von Algen (Phytoplankton) hellgrün gefärbtes Wasser deutet auf gesunde Wasserverhältnisse hin.



Dunkelgrünes Wasser (wie Erbsensuppe) zeigt übermäßiges Algenwachstum an, z. B. durch Düngemittel (Äcker, Golfplätze, Grünflächen), Tierhaltung (Mast) und unzureichende Abwasserbehandlung.

### Wie messen?

Für die Bestimmung der Farbe wird etwas Wasser in eine Weißschale mit einem weißen Boden gegeben.



## **Geruch**

Gerüche können Rückschlüsse auf die Qualität des Wassers geben. Die Interpretation der Ergebnisse sollte nur im Zusammenhang mit den anderen Ergebnissen erfolgen.

### Geruchlos

Sauberes Trinkwasser aus dem Wasserhahn ist geruchlos. Unter natürlichen Bedingungen kann das Wasser allerdings einen leicht „frischen“ Geruch annehmen.

### Geruch nach verfaulten Eiern

Der Schwefelgeruch (Sulfit) kann auf Abwässer oder Verwesung von Tieren hindeuten. Schwefelgeruch zeigt generell den Abbau organischer Substanz unter sauerstofffreien (anaeroben) Verhältnissen an. Dementsprechend indiziert ein Geruch nach faulen Eiern Sauerstoffarmut im Gewässer.

### Fischiger, erdiger, aromatischer oder grasartiger Geruch

Gerüche dieser Art können durch vermehrte Entwicklung/Massenentwicklung von verschiedenen Algen (Kieselalgen, Blaualgen, Grünalgen) verursacht werden. Sie deuten auf starke Sonneneinstrahlung und/oder Nährstoffkonzentration hin (Eutrophierung).

### Modrig, faulig, jauchig

Diese Gerüche deuten auf stark bis sehr stark verunreinigtes Wasser hin.

### Wie messen?

Der Geruch der Wasserprobe wird mit dem Geruch einer Trinkwasserprobe verglichen.



## **Temperatur (°C)**

### *Grundlagen*

Die Wärmeeigenschaften des Wassers unterscheiden sich grundlegend







von denen vieler anderer Substanzen. Es braucht viel mehr Energie, Wasser zu erwärmen als andere Substanzen: Wasser erwärmt sich langsamer und kühlt sich langsamer ab.



### *Bedeutung für die Organismen*

Die Wassertemperatur beeinflusst stark die aquatischen Organismen, da deren Stoffwechselprozesse von der Temperatur abhängig sind. Die Organismen des Makrozoobenthos sind wechselwarm (poikilotherm), also nicht in der Lage, aktiv ihre Temperatur zu regulieren.

Ihre Stoffwechselrate steigt und sinkt mit der Wassertemperatur, wobei jeder Organismus an einen bestimmten Temperaturbereich angepasst ist. Schwankungen können nur bis zu einem gewissen Grad ertragen werden.



### *Was beeinflusst natürlicherweise die Temperatur im Gewässer?*

Die Temperatur im Gewässer ist abhängig von:

- der geografischen Lage,
- der Höhenlage,
- der Jahreszeit und
- der Beschattung des Gewässers.

Die Temperatur ändert sich auch im Tagesgang, wobei kleinere Gewässer im Tagesgang größere Schwankungen zeigen als Größere.



### *Menschliche Beeinflussung der Temperatur*

Wärmeeinleitungen durch Kraftwerkenanlagen spielen eine große ökologische Rolle, da sie z. B. die Geschwindigkeit der Entwicklung von Insektenlarven beschleunigen. Durch die Klimaerwärmung werden Tiere begünstigt, die Präferenzen zu höheren Temperaturen haben und normalerweise in anderen geografischen Regionen vorkommen (Neozoen). Durch das Entfernen von schattenspendender Ufervegetation erwärmt sich das Fließgewässer schneller. Materialien, die zur Ufer- und Sohlenbefestigung benutzt werden, haben andere Wärmeigenschaften als natürliche Materialien. Der zur Befestigung genutzte Beton speichert z. B. viel Sonnenenergie und führt somit zu einer Aufwärmung des Gewässers.



### *Hinweis!*

Die ursprünglich aus Südost-Asien stammende Körbchenmuschel (siehe Abbildung 4) gelangt seit 1980 in westeuropäische Fließgewässer und findet hier gute Verbreitungsmöglichkeiten. Minimale Fortpflanzungstemperatur ist 18°C. Diese Neozoe profitiert also von einer Erhöhung der Wassertemperatur durch den Klimawandel.

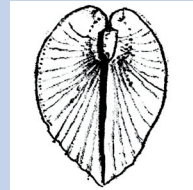
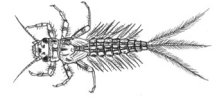


Abb. 4:  
Korbchenmuschel



### Wie messen?

Ein Becher wird mit dem Wasser des Untersuchungsabschnittes gefüllt und mit dem Thermometer wird seine Temperatur gemessen.



## **pH-Wert (logarithmiert zwischen 0-14)**

### *Grundlagen*

Der pH-Wert gibt an, wie sauer oder basisch ein Gewässer ist. Er wird auf einer Skala von 0-14 angegeben. Wasser ohne Fremdstoffe ist neutral. Es hat einen pH-Wert von 7.



### Was heißt neutral?

Im Wasser zerfallen (dissoziieren) die H<sub>2</sub>O-Moleküle in die elektrisch geladenen Bestandteile (Ionen) OH<sup>-</sup> und H<sup>+</sup>. OH<sup>-</sup>-Ionen (Hydroxid-Ionen) sind negativ geladen und H<sup>+</sup>-Ionen (Protonen) positiv geladen. Wenn ein H<sub>2</sub>O-Molekül zerfällt, entsteht also immer ein negativ und ein positiv geladenes Teilchen. Wenn es genau so viele positiv wie negativ geladene Teilchen gibt, heben sich die Ladungen auf und das Wasser ist neutral (pH 7). Gibt es mehr H<sup>+</sup>-Ionen als OH<sup>-</sup> Ionen, ist das Wasser sauer (pH-Wert sinkt); überwiegt die Zahl der OH<sup>-</sup> Ionen handelt es sich um Lauge (pH-Wert steigt). Die pH-Skala ist logarithmiert. Die Änderung um eine ganze Einheit z. B. von 7 auf 6 bedeutet also eine 10-fache Änderung der Konzentration von H<sup>+</sup>-Ionen. Bei einem pH-Wert von 7 sind in einem Liter Wasser 1/10.000.000 g Protonen (= 10<sup>-7</sup> g = 0,0000001 g) enthalten.

### *Bedeutung für die Organismen*

Innerhalb eines bestimmten Bereiches können Fische und das Makrozoobenthos Säuren und Laugen tolerieren. Die Grenzen sind aber verhältnismäßig eng. Generell werden pH-Werte zwischen pH 7 und pH 8 als ideal angesehen. Die Tabelle 2 zeigt die Wirkung verschiedener pH-Werte auf Organismen.

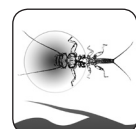




Tabelle 2: pH-Werte und deren Wirkung auf aquatische Organismen

	Substanzen	pH-Wert	Biologische Effekte im Gewässer
<b>SAUER</b>	Magensäure	1	
	Orangensaft		
		2	
	Essig	3	
			Fischsterben
		4	
	Tomatensaft		Sterben von Köcher- und Eintagsfliegen
		5	
	Regen		Lachs: Eier und Larven sterben
	6	Barsche und Forellen beginnen zu sterben, Sterben von Strudelwürmern	
	Milch		Schnecken, Muscheln und Kaulquappen beginnen zu sterben; Haut- und Kiemenschäden bei Fischen, Membranschädigungen, Kiemenschädigung beim Makrozoobenthos; schädigende Wirkung auf Amphibien
<b>NEUTRAL</b>		7	
<b>BASISCH</b>	Menschliches Blut, Eiweiß		Optimalbereich für die meisten Fische
		8	
	Backpulver	9	
			Fischsterben
	Ammonium	10	



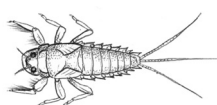
### Was beeinflusst natürlicherweise den pH-Wert im Gewässer?

Natürliche im Wasser gelöste Mineralien, wie z. B. Kalziumkarbonat oder Magnesiumkarbonat können sich mit überschüssig vorhandenen Hydroxid-Ionen und Protonen verbinden. Sind also diese gelösten Mineralien vorhanden, ändert sich der pH-Wert des Gewässers nur wenig. Das Wasser hat eine gute Pufferkapazität. Viele Böden und Gesteine besitzen diese Mineralien. Durch Regen werden diese ins Gewässer gespült und dort gelöst. Sind im Einzugsgebiet eines Gewässers allerdings nur wenige dieser Mineralien vorhanden, können dem Wasser zugesetzte Säuren oder Laugen den pH-Wert verändern.

Nadelwälder im Einzugsgebiet von Gewässern können zu Versauerungen von Gewässern führen, da beim Abbau von Nadeln Säuren freigesetzt werden. Diese Versauerung kann dann an die Gewässer „weitergegeben“ werden. Auch der Abbau der Laubblätter im Herbst kann den pH-Wert im Gewässer zeitweise leicht erniedrigen.

Jahreszeitliche Effekte können ebenfalls den pH-Wert des Wassers beeinflussen. Regen ist natürlicherweise sauer. Bei lang anhaltenden Regenperioden können nicht mehr die gesamten Niederschläge in den Boden versickern und dort gepuffert werden, sie werden stattdessen direkt ins Gewässer gespült. Dies kann zu leicht erniedrigten pH-Werten führen.

Tageszeitliche pH-Wert-Schwankungen können durch die Photosyn-



#### Hinweis!

Die Fließgewässer im Sauerland und in der Eifel haben überwiegend eine schlechte Pufferkapazität, da das Gebirge dort meist aus „sauren“ (silikatischen) Gesteinen besteht.



theseleistung der Wasserpflanzen bedingt sein. Die Pflanzen nehmen das im Wasser als „Puffer“ vorhandene Kalziumhydrogenkarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) auf und entziehen ihm die Kohlensäure ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Das zurückbleibende Kalziumhydroxid zerfällt in Kalzium- und Hydroxid-Ionen. Die Erhöhung des Anteils an negativen Hydroxid-Ionen führt dann zur Erhöhung des pH-Wertes.

### *Menschliche Beeinflussung des pH-Wertes*

„Saurer Regen“, z. B. bedingt durch Autoabgase (Nitrit).



Das örtliche Einbringen von Schadstoffen ins Gewässer kann den pH-Wert direkt und sofort beeinflussen.

### pH-Wert und Ammoniak

Beim Abbau von Eiweiß entstehen als Endprodukte entweder Ammonium oder Ammoniak. Ammonium ist ungiftig, aber Ammoniak ist ein starkes Gift besonders für Fische. Ob nun aus dem abgebauten Eiweiß Ammonium oder Ammoniak entsteht, ist stark vom pH-Wert abhängig. Bei einem pH-Wert von 10 sind nur noch ca. 20% Ammonium, aber 80% Ammoniak vorhanden. Bei diesem pH-Wert sterben sofort alle Fische.

### Wie messen?

Die Messung des pH-Wertes kann mittels Elektrode an einem pH-Meter erfolgen oder durch Farbumschläge von Indikatorfarbstoffen.



## **Gelöster Sauerstoff (mg/l, %)**

### *Grundlagen*

Der Sauerstoff, der den Wasserorganismen zur Atmung zur Verfügung steht, liegt als im Wasser gelöstes  $\text{O}_2$ -Molekül vor. In einem sauberen Fließgewässer kommen auf ungefähr eine Million Wassermoleküle nur 6-12 Sauerstoffmoleküle! In der Atmosphäre hingegen findet man unter fünf Molekülen ein Sauerstoffmolekül. Sauerstoff wird aus der Atmosphäre nur an den Grenzflächen Wasser/Luft und im Fließgewässer besonders an Orten, wo Turbulenzen herrschen, ins Gewässer gemischt. Je mehr Turbulenzen ein Gewässer zeigt, desto mehr Sauerstoff wird also eingetragen. Weiter wird Sauerstoff durch die Photosynthese der Wasserpflanzen (Algen, Moose und andere) produziert. Generell sollte der Sauerstoffgehalt im Wasser möglichst hoch sein und nahe der Sättigungsgrenze liegen. Die Sättigungsgrenze ist der mögliche Maximalwert an gelöstem Sauerstoff im Gewässer. Zur Interpretation des Sauerstoffgehaltes einer Fließgewässerstrecke muss man den gemessenen Sauerstoffwert mit dem möglichen Maximalwert







(Sättigungswert) vergleichen (Tabelle 3). Dies geschieht, in dem man die relative (%) Sättigung im Untersuchungsabschnitt angibt; erst die prozentuale Angabe der Sättigung erlaubt es, die Sauerstoffsituation zu bewerten.

Die **prozentuale Sättigung** wird nach folgender **Formel** berechnet:

Messwert/Sättigungswert x 100 = relative (%) Sättigung

Ein Beispiel

Das Wasser aus dem Untersuchungsabschnitt hat einen Sauerstoffgehalt von 8,8 mg/l bei einer Wassertemperatur von 11,4 °C.

Die prozentuale Sättigung ist:

$$8,8/10,57 \times 100 = 83\%$$

Tabelle 3: Sättigungswerte (mg/l) von Sauerstoff in Wasser bei verschiedenen Temperaturen, z. B. 10,57 mg O<sub>2</sub>/l bei 11,4°C

Temp. °C	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8
5	12,37	12,31	12,25	12,18	12,12
7	11,76	11,70	11,64	11,58	11,52
9	11,19	11,14	11,08	11,03	10,98
11	10,67	10,62	10,57	10,53	10,48
13	10,20	10,15	10,11	10,06	10,02
15	9,76	9,72	9,68	9,64	9,60
17	9,37	9,33	9,30	9,26	9,22
19	9,01	8,98	8,94	8,91	8,88
21	8,68	8,65	8,62	8,59	8,56
23	8,38	8,36	8,33	8,30	8,27
25	8,11	8,09	8,06	8,04	8,01
27	7,86	7,84	7,82	7,79	7,77



*Bedeutung für die Organismen*

Viele Tiere des Makrozoobenthos benötigen eine gewisse Spannweite von Sauerstoffkonzentrationen, um leben zu können. Arten der Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen gelten generell als sauerstoffbedürftig. Ist der Sauerstoffgehalt dauerhaft erniedrigt, verschwinden diese Arten aus der Lebensgemeinschaft. Andere Organismen sind an niedrige Sauerstoffkonzentrationen angepasst: z. B. besitzen Zuckmückenlarven und einige andere Zweiflügler (Diptera) denselben roten Farbstoff wie die Menschen, um Sauerstoff zu binden, nämlich Hämoglobin. Durch das Hämoglobin können sie sauerstoffarme Zeiten überdauern oder in Lebensräumen mit geringen Sauerstoffkonzentrationen leben.



*Was beeinflusst natürlicherweise den Sauerstoffgehalt im Gewässer?*

Die Temperatur beeinflusst stark die maximale Menge an Sauerstoff,



die im Gewässer vorhanden sein kann. Die Sättigungsgrenze sinkt mit Erhöhung der Wassertemperatur- oder anders gesagt, je niedriger die Temperatur, desto mehr Sauerstoff steht den Organismen zur Atmung zu Verfügung (Tabelle 3).

Die Pflanzen beeinflussen den Sauerstoffgehalt im Gewässer ebenfalls. Während des Tages produzieren sie Sauerstoff. Ist die maximale Sättigung erreicht, wird der überschüssige Sauerstoff an die Atmosphäre abgegeben. In der Nacht veratmen Pflanzen Sauerstoff. Bei Massenaufkommen von Pflanzen können diese nachts soviel Sauerstoff veratmen, dass zu wenig Sauerstoff für die Fische und andere Organismen zur Verfügung steht.

Ein beschattetes Gewässer erwärmt sich nicht so stark wie ein unbeschattetes Gewässer. Dementsprechend kann in einem beschatteten und somit kühleren Gewässer mehr Sauerstoff gelöst werden.

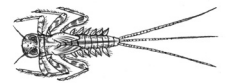
### *Menschliche Beeinflussung des Sauerstoffgehaltes*

Bestimmte Mikroorganismen (Destruenten) bauen organischen Abfall (Detritus) ab. Organischer Abfall ist alles, was vorher ein Teil einer Pflanze oder eines Tieres war. Durch den Menschen gelangen zusätzlich über unbehandelte Abwässer, Vieh-, Land-, Fischerei- und Forstwirtschaft (z. B. Tierkot, Düngemittel, Forellenzucht, Abholzungen) und private Haushalte (z. B. Rasenschnitt) organische Abfälle in die Fließgewässer. Vermehrter organischer Abfall kann zu massenhafter Vermehrung von Destruenten führen. Diese veratmen dann teilweise so viel Sauerstoff, dass für andere Organismen nicht mehr genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Es überleben nur noch Tiere, die an niedrige Sauerstoffgehalte im Wasser angepasst sind (z. B. durch Hämoglobin als zusätzlicher Sauerstoffträger), oder atmosphärischen Sauerstoff atmen (z. B. über Atemrohre). Die von den Destruenten zu Mineralstoffen umgewandelten organischen Abfälle stehen dann wiederum den Pflanzen als Nährstoffe zur Verfügung, so dass es zu einem stärkeren Pflanzenwachstum mit den oben beschriebenen Folgen kommt.

Die Zerstörung von natürlicher Auenvegetation (Auenwald und Krautpflanzen) führt zur Erwärmung von Fließgewässern (geringere Beschattung und Verdunstung). Die Einleitung von Kühlwasser aus Kraftwerken und der Klimawandel führen ebenfalls zur Erwärmung der Fließgewässer.

## **Zeichen von Sauerstoffmangel**

Sauerstoffmangel im Gewässer kann man entdecken auch ohne den Sauerstoffgehalt zu messen. Vor allen Dingen lässt sich so zeitweili-



### *Hinweis!*

Die Rattenschwanzlarve durchstößt mit ihrem Atemrohr die Wasseroberfläche und kann dann atmosphärischen Sauerstoff atmen.



Abb. 5:  
Rattenschwanzlarve



### **Hinweis!**

Vor der Arbeit im Gelände sollte das Chemie-Team im Klassenraum die Anwendung der verschiedenen Analysemethoden geübt haben!

ger Sauerstoffmangel nachweisen, der bei einer einmaligen Messung vielleicht nicht auffällt. Bei Sauerstoffmangel bilden sich Sulfite, die an Steinen als schwarze Flecken erkennbar sind und den Schlamm schwarz färben (siehe Abbildung 6); zusätzlich riechen der Schlamm und die Steine meist unangenehm, oft nach faulen Eiern. Bei der Überprüfung muss man auf die natürliche Färbung des Steins achten, die auch dunkler sein kann. Insgesamt sollten jeweils fünf Steine in langsam fließenden Bereichen und der Schlamm in einer Tiefe von 5 cm überprüft werden.



Abb. 6:  
Schwarze Sulfitflecken am Stein deuten auf Sauerstoffmangel im Gewässer hin.



### Wie messen?

Der Sauerstoffgehalt wird mittels Messelektrode oder titrimetrisch nach Winkler bestimmt.

## **Nitrat, Nitrit und Ammonium (mg/l)**



### Grundlagen

Stickstoffverbindungen gelangen natürlicherweise direkt aus dem Boden der Aue oder durch das Grundwasser in das Gewässer. Die Verbindungen entstehen bei dem Abbau von Proteinen durch Mikroorganismen. Man findet sie in verschiedenen Formen in der Umwelt; die wichtigsten sind Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) und Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Der Stickstoffhaushalt wird durch Nitrifikation und Denitrifikation reguliert. Nitrifikation bezeichnet die Oxidierung des aus dem Eiweißabbau stammenden Ammoniums über Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) zu Nitrit und Nitrat. Je mehr Sauerstoff im Wasser enthalten ist, desto schneller läuft die Oxidation ab. Die Geschwindigkeit der Umsetzung ist von Bedeutung, da Ammoniak und Nitrit giftig für Organismen sind. In sauerstoffarmen Gewässern oder Bereichen kommt es zur Nitratatmung, d.h. Mikroorganismen nutzen das Nitrat zur Atmung. Als Endprodukt entsteht molekularer Stickstoff (Denitrifikation) oder Ammonium (Nitratammonifikation).



### Bedeutung für die Organismen

Stickstoff ist ein Baustein von Proteinen und ein essentieller Nährstoff



für alle Pflanzen. Nitrat und Ammonium werden direkt von den Pflanzen als Nährstoffe aufgenommen.

### *Was beeinflusst natürlicherweise den Stickstoffgehalt im Gewässer?*

Die Konzentration von Stickstoffverbindungen, besonders von Nitrat, schwankt im Jahresverlauf. Im Frühjahr und im Herbst, wenn es viel regnet, werden Stickstoffverbindungen aus der Aue ins Gewässer gespült; die Konzentration steigt. Im Sommer, wenn es zu starkem Pflanzenwachstum kommt, nehmen die Pflanzen Nitrat und Ammonium als Nährstoffe auf; die Konzentrationen sinken.



### *Menschliche Beeinflussung des Stickstoffgehaltes*

Nitrat ist ein Düngemittel im Ackerbau. Werden an das Gewässer angrenzende Ackerflächen gedüngt, wird Nitrat bei Regen ins Wasser gespült und düngt dort die Pflanzen. Dies kann zu vermehrtem Pflanzenwachstum führen (Eutrophierung, siehe Abbildung 7). Zusätzlich profitieren Tiere, die sich von Pflanzen ernähren. Der Abbau dieser übermäßigen Biomasse (Pflanzen und Tiere) durch die Mikroorganismen (Destruenten) kann zu Sauerstoffmangel im Gewässer führen. Durch den Eintrag von Ammonium ins Gewässer, z. B. durch Düngemittel und Gülle, kann es ebenfalls zu einer erheblichen Sauerstoffreduzierung kommen, da die Oxidierung des Ammoniaks zum Nitrat viel Sauerstoff verbraucht.



Abb. 7:  
Zeichen von Eutrophierung durch übermäßiges Algenwachstum.

## **Zeichen von Eutrophierung**

Übermäßige Nährstoffzufuhr kann zu vermehrtem Algenwachstum führen. Algen können als grüne Büschel mit kurzen oder langen Fäden im Gewässer vorhanden sein oder als dicke grüne oder braune glit-





schige Beläge über Steinen wachsen. Man sollte Algen nicht mit anderen Pflanzen wie z. B. Moosen verwechseln, welche immer deutlich erkennbare Strukturen wie Blätter besitzen und robuster sind als die dünnen Fäden der Algen.



### Wie messen?

Nitrat, Nitrit und Ammonium werden im Gelände durch Schnelltests gemessen.

## Strukturgütebewertung



Die Gewässerstrukturgüte beurteilt das äußere Erscheinungsbild eines Gewässers. Jedes Fließgewässer hat seine eigenen strukturellen Eigenschaften in Abhängigkeit seiner Lage und der herrschenden Umweltbedingungen. Ein von Menschen unbeeinflusstes Gewässer bietet vielfältige Lebensräume (Habitate) für Pflanzen und Tiere. Begradiungen, Ausbau und die Nutzung von Gewässern sowie die Zerstörung des natürlichen Überschwemmungsbereichs (Aue) führen zu Veränderungen

- des natürlichen Abflusses,
- der Gewässerbett- und
- der Auendynamik.

Als Folge ändert sich die Zusammensetzung der Lebensräume und der Lebensgemeinschaften.

### **Aue/Uferrandstreifen**



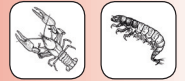
#### *Grundlagen*

Die Aue ist der natürliche Überschwemmungsbereich eines Fließgewässers. Sie beginnt an der Böschungskante des Ufers und endet an der maximal möglichen Überschwemmungsfläche bei Hochwässern. Natürlicherweise ist die Aue ein Standort feuchtigkeitsliebender Pflanzen; idealerweise wächst hier ein typischer Auenwald. Heutzutage wird der größte Anteil der Aue allerdings meist als Landwirtschafts- und/oder Siedlungsfläche genutzt.



#### *Bedeutung für die Organismen*

Eine funktionierende Aue besitzt wichtige Funktionen für das Ökosystem. Sie schützt bei Hochwässern die Fließgewässer und die darin



lebenden Organismen. Die Wirkung von extremen Abflüssen, z. B. bei Starkregen, auf die Organismen wird gemildert, da das Überschwemmungswasser in der Aue verbleibt. Die Hochwässer fließen schneller ab und somit sind die Organismen ungünstigen Lebensbedingungen durch das Hochwasser wie z. B. Trübung, Verletzung durch Katastrophendrift und Gewässerfracht viel kürzer ausgesetzt. Zudem kann die Überflutung der Aue als Reinigungsprozess der Fließgewässer bezeichnet werden. Denn in der Aue verbleiben auch die im Wasser vorhandenen Nährstoffe. Die Aue verhindert somit die Eutrophierung der Fließgewässer. Generell bezeichnet man eine Aue als Stoff- und Wassersenke; sie ist ein großes Retentionssystem. Heutzutage übernimmt meist nur der Uferrandstreifen allein diese Funktion. Der Uferrandstreifen ist ein mehr oder weniger natürlicher landeinwärts verlaufender Gürtel aus Pflanzenwuchs, der direkt ans Wasser angrenzt. Je breiter dieser ist, desto besser seine Retentions- und Pufferwirkung (vergleiche Abbildung 8 u. 9). Der Uferrandstreifen hat aber auch eine direkte Bedeutung für die Tiere der Gewässersohle (Makrozoobenthos). Ins Wasser gefallene Blätter sind Nahrung für die Tiere (Zerkleinerer) und stellen den Ausgangspunkt der Nahrungskette dar. Viele Imagines der ehemals aquatischen Larven brauchen Uferstrukturen zur Orientierung und zur Vollendung ihres Lebenszyklus (z. B. zur Eiablage). Von Bäumen ins Wasser ragende Wurzeln sind Teillebensräume vieler Fische. Die Beschattung durch die Blätter verhindert ein übermäßiges Aufheizen des Gewässers.



Abb. 8:  
Naturnaher Uferrandstreifen. Das linke Ufer besteht aus krautiger Vegetation und das rechte Ufer aus Erlengehölz.



Abb. 9:  
Stark beeinträchtigt, naturferner Uferrandstreifen unter 1 m Breite



### *Was beeinflusst natürlicherweise die Aue?*

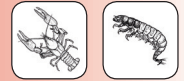
Die Aue wird natürlicherweise von der Häufigkeit der Hochwässer beeinflusst und geprägt. In unseren gemäßigten Zonen wächst in intakten Auen ein charakteristischer Auwald, der sich grob in die ufernahe Weichholzaue und die daran anschließende Hartholzaue unterteilen lässt. Bei Hochwasser tritt das Wasser über die Böschungskante. Bäume, Gebüsche und andere Pflanzen hemmen die Wasserausbreitung; folglich versickert das Wasser in den Boden und lässt den Grundwasserspiegel steigen. Aufgrund des langsamen Fließens werden auch die mitgeführten Schwebstoffe abgelagert. Diese bilden dann den Auelehm, der eine sehr fruchtbare Bodenart ist. Fließt das restliche Wasser wieder zurück in das Gewässer, wird es noch einmal durch die Auenvegetation gefiltert.



### *Menschliche Beeinflussung der Aue*

Typische menschliche Nutzungsformen der Aue sind Ackerflächen, Beweidung, Bebauung und Parkanlagen bzw. Gärten. Man kann die Nutzungsarten einteilen in „verträgliche“ und „nicht-verträgliche“ Nutzungsarten. Verträglich sind solche Nutzungsarten, die auch Stau- nässe vertragen und somit natürlichen Bedingungen ähnlich sind. Dazu zählen naturnaher Wald (Laub- und Laubmischwald bestehend aus Erlen, Eschen, Hainbuchen und Stieleichen), Brache und extensive (mit geringem Aufwand betriebene) Landwirtschaft. Zu den nicht-ver-





träglichen Nutzungsarten zählen Ackerbau, intensive Beweidung und Bebauung. Die Nutzung der Aue durch den Menschen wirkt sich sehr stark auf das Fließgewässerökosystem aus. Undurchlässige Oberflächen z. B. durch Bebauung führen bei Hochwasser zu erhöhtem Abfluss und Überschwemmung, da das Wasser nicht in den Boden versickern kann. Umgekehrt sind im Sommer die Abflüsse noch weiter reduziert, da wenig Wasser aus dem Untergrund zur Verfügung steht. Bei Regenereignissen hingegen werden Bodenpartikel, Düngemittel oder Giftstoffe aus der Umgebung ins Gewässer gespült. Ein hoher Eintrag an Bodenpartikeln führt zu Trübung und Verschlammung. Düngemittel führen zur Eutrophierung und Giftstoffe wie z. B. Pestizide wirken direkt schädigend auf die Organismen.

## **Nutzung der Aue/Gewässerumfeld**

Beschreibt den Grad der Nutzung der Aue durch den Menschen am Untersuchungsabschnitt und oberhalb.

### Naturnaher Wald

Laub- und Laubmischwald bestehend aus Buchen, Weiden, Erlen, Eschen, Hainbuchen und Stieleichen.

### Natürliche Auenbiotope

Tümpel, andere stehende Gewässer, Altarme, Moore, Röhrichte, Seggenrieder.

### Brache

Große ungenutzte und zusammenhängende Fläche mit Pionierpflanzen (z. B. Pestwurz, Mädesüß, Brennnessel, siehe Abbildung 10).

### Grünland

Landwirtschaftlich genutztes Weideland; zu erkennen an Gräser- und/oder Krautwuchs (siehe Abbildung 11).

### Nadelwald

Wald überwiegend aus Fichten, Tannen und/oder Kiefern.

### Acker

Jährlich für die landwirtschaftliche Nutzung umgebrochene Felder, z. B. Getreidefelder (siehe Abbildung 12).

### Grünanlagen

Gärten und Parks.

### Bebauung

Häuser, Industrie- und Verkehrsflächen.

### Ortslage

Die Aue wird im Untersuchungsabschnitt komplett als Siedlungs- oder Industriefläche genutzt.





Abb. 10: Brache



Abb. 11: Grünland



Abb. 12: Acker



### Wie?

Als Aue kann man grundsätzlich den gesamten Talboden betrachten, in dem das Gewässer fließt. Ebenfalls sollte man bedenken, dass die Nutzung der Aue oberhalb der Probestelle Einfluss auf die Lebensgemeinschaft an der Probestelle hat. Dementsprechend sollte versucht werden, die relative (%) Nutzung der Aue so großflächig wie möglich abzuschätzen; mindestens jedoch für eine Breite von 100 m und für die Länge des Untersuchungsabschnittes. Für die Bewertung wird ein Nutzungsindex berechnet (siehe *Feldprotokoll FP 8*).

### **Uferrandstreifen**

Breite eines mit mehr oder weniger natürlichem Pflanzenbewuchs gekennzeichneten Streifens beginnend von der Böschungskante des Ufers.

Flächig Wald	Breite > 50 m
Uferstreifen	Breite 5-50 m (siehe Abbildung 8, S. 27)
Saumstreifen	Breite 2-5 m
Saumstreifen	Breite 1-2 m
Kein Uferstreifen	Breite < 1 m (siehe Abbildung 9, S. 28)



### Wie?

Die mittlere Breite des Uferrandstreifens wird für jedes Ufer getrennt geschätzt. Der Wert des dominierenden Faktors pro Ufer ist maßgeblich (> 50% Anteil). Sollten unterschiedlich dominierende Breiten für den rechten und linken Uferrandstreifen ermittelt werden, geht die dominierende Bewertung in die Endbewertung ein (siehe *Feldprotokoll FP 9*).

### **Qualität des Uferrandstreifens**

Die Anteile und die Verteilung an Baum- und Buschbestand an der Ufervegetation werden beschrieben.



### Durchgehender Gehölzsaum

Maximal mögliche Dichte einer Gehölzreihe. Bei einem sehr gut entwickelten und natürlichen Uferrandstreifen stehen die Gehölze teilweise „weit“ auseinander (siehe Abbildung 13). Es können aber keine weiteren Gehölze mehr wachsen, da die Beschattung durch die vorhandenen Bäume zu hoch ist.



Abb. 13:  
Natürlicher Uferrandstreifen  
bestehend aus Hainbuchen  
und Stechpalmen.

### Regelmäßig

Gehölzsaum nicht geschlossen; aber Lücken zwischen den Gehölzen gleichmäßig und nicht breit. In den Lücken könnten potentiell noch Gehölze (Bäume oder Büsche) wachsen.

### Gelegentliche Ansammlungen

Gehölzreihe zeigt teilweise großen Lücken.

### Gelegentlich einzeln

Gehölze isoliert stehend.

### Kein Baum und Buschbestand

### Wie?

Siehe *Feldprotokoll FP 6* bzw. *FP 7*.



## **Gewässerverlauf und Substratzusammensetzung**

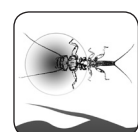
### *Grundlagen*

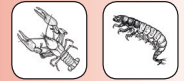
Der Gewässerverlauf beschreibt Art und Ausmaß der vorhandenen Laufkrümmung. Ein Fließgewässer im Gebirge verläuft grundsätzlich gestreckter als ein natürlich gewundenes Gewässer des Tieflands.



### *Bedeutung für die Organismen*

Natürlich verlaufende Gewässer zeichnen sich durch eine hohe Struk-





turvielfalt aus. Es gibt viele Strömungsarten und eine abwechslungsreiche Zusammensetzung von Substraten der Fließgewässersohle. Dieser Strukturreichtum bietet vielen Organismen Lebensräume. Eine Köcherfliegenart braucht zum Beispiel kleine Steine, um einen Köcher zu bauen. Ist der Gewässerverlauf begradigt und dadurch die Fließgeschwindigkeit erhöht, so dass kleine Steine abtransportiert werden, verschwindet diese Köcherfliege aus dem Ökosystem und dies hat wiederum Bedeutung für die Nahrungskette im Gewässer.

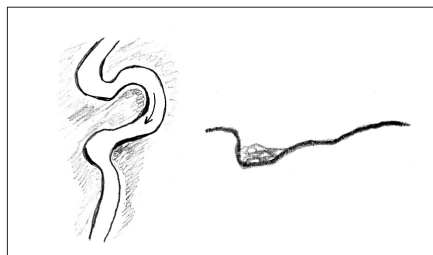
Ein anderes Beispiel: Einige Steinfliegenlarven verändern die Ansprüche an ihre Nahrung während der Entwicklung. Die jungen Larven ernähren sich zum Beispiel von Falllaub (Zerkleinerer). Werden diese Larven dann älter, entwickeln sie sich zu Räubern. Man kann sich vorstellen, dass diese Tiere vielfältige Ansprüche an ihren Lebensraum haben. Ebenfalls ist die Eiablage der Imagines ins Gewässer oder die Metamorphose der aquatischen Larven zum geflügelten Insekt an bestimmte Substrate und Strömungsgeschwindigkeiten angepasst.



### *Was beeinflusst natürlicherweise den Gewässerverlauf?*

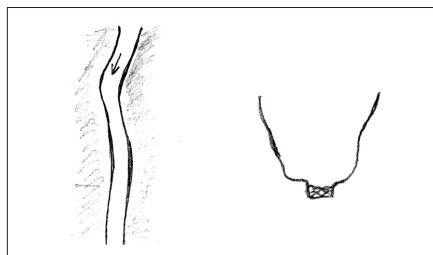
Der Verlauf ist abhängig vom Gefälle, dem Untergrund und dem Abfluss. Je stärker das Gefälle ist, desto höher ist die Fließgeschwindigkeit und desto größere und schwerere Sohlensubstrate können transportiert werden. Dieser Prozess (Erosion) ist in seiner Ausprägung wiederum bestimmt von der Abflussmenge und der Beschaffenheit des Untergrundes. Ein unbeeinflusstes Gewässer fließt niemals gerade. Es können im natürlichen Zustand drei grundsätzliche Laufformen unterschieden werden.

Aufsicht    Querprofil



#### Mäandrierender Verlauf

Der Lauf ist durchgehend sehr intensiv und sehr unregelmäßig gekrümmt. Das Gewässer verläuft in S-Kurven. Diese Verlaufsform findet man häufig in Tälern, die nur ein geringes Gefälle haben.

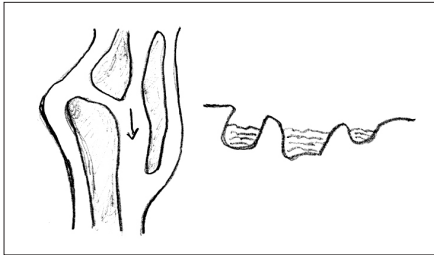


#### Gestreckter Verlauf

Fließgewässer, die durch steilere Täler fließen, können nicht mäandrieren. Es ist kein Platz da; dementsprechend kommen größere Windungen nicht vor. Je nach Gefälle und Untergrund trägt das schnell fließende Wasser die Gewässerbettsohle ab, bis teilweise nur noch große Gesteinsblöcke oder der anstehende Fels übrig bleiben. Diese Verlaufsform findet man häufig im Gebirge.



Aufsicht    Querprofil



#### Verzweigte Laufform

Diese Laufform besitzt meist einen Hauptlauf und einen oder mehrere Nebenarme (Gerinne). Je nach Ausprägung können die Flächen zwischen den verschiedenen Gerinnen mit krautigen Pflanzen oder auch Gehölzen bestanden sein. Diese Gewässer fließen in breiten, flachen Talböden, in denen das Material der Gewässersohle gleichzeitig abgetragen und wieder abgelagert wird.

### *Menschliche Beeinflussung des Gewässerverlaufs*

Viele Fließgewässer in städtischen und landwirtschaftlichen Gebieten sind begradigt, verlegt und durch technischen Ausbau in ihrem natürlichen Verlauf verändert worden. Generell führt dies zur Abnahme der Strömungsdiversität und zur Vereinheitlichung der Sohlensubstrate. Den Fließgewässerökosystemen fehlen die natürlichen Lebensräume für Pflanzen und Tiere.



Des Weiteren führt Begradigung zu einer erhöhten Fließgeschwindigkeit und somit zu verstärkter Erosion der Gewässerbettsohle. Das Gewässer gräbt sich unnatürlich tief in das Gewässerbett ein.

Der Temperaturhaushalt wird ebenfalls verändert, da sich eingetieft und schmale Gewässer schlechter aufwärmen. Zusätzlich können Materialien zur Ufer- und Sohlenbefestigung ebenfalls den Temperaturhaushalt verändern, wie z. B. Beton, der dazu führt, dass sich ein Gewässer anders als sonst erwärmt; der Beton absorbiert viel Sonnenenergie und gibt sie als Wärmestrahlung wieder ab.

### *Datenerhebung*

Für die Strukturgütekartierung wird eine Fließgewässerstrecke von mindestens 100 m untersucht. Der zu untersuchende Abschnitt sollte repräsentativ für einen längeren Gewässerabschnitt sein.



## **Gewässerverlauf**

Art und Ausmaß der vorhandenen Laufkrümmung bzw. die Laufform des Fließgewässers.

### Mäandrierend

Der Lauf ist durchgehend sehr intensiv und regelmäßig gekrümmt. Es kann zu Abschnürungen von Lauschlingen mit oder ohne Anschluss an den Hauptarm kommen.





### Gestreckt

Der Lauf folgt einer geraden oder leicht gebogenen Linie. Größere Windungen kommen nicht vor.

### Gewunden

Der Lauf ist durchgehend intensiv und unregelmäßig gekrümmt.

### Schwach gewunden

Der Lauf weist durchgehend oder unregelmäßig Schwingungen mit großen Radien aus.

### Geradlinig

Der Lauf ist kanalartig, schnurgerade wie mit dem Lineal gezogen.



### Wie?

Siehe *Feldprotokoll FP 6 und FP 7*

## Biologische Gewässerqualität



### **Hinweis!**

Einige Eintagsfliegen- und Steinfliegenlarven leben bis zu drei Jahren im Gewässer bevor sie zum geschlechtsreifen Insekt (Imago) schlüpfen.

Die biologische Gewässerbewertung bewertet den Zustand eines Gewässers durch die im Gewässer vorkommenden Organismen, z. B. die Lebensgemeinschaft (Biozönose) des Makrozoobenthos. Dies geschieht, indem die vorgefundene Biozönose mit der charakteristischen Biozönose unter natürlichen und ungestörten Bedingungen („Referenz“) verglichen wird. Der Grad der Abweichung einer Lebensgemeinschaft von der Referenzzönose kann durch eine Qualitätsklasse beschrieben werden. Die biologische Gewässerbewertung hat zwei große Vorteile:

- Es werden alle negativ wirkenden Veränderungen der Umwelt, wie z. B. Verschlechterung der Gewässerstruktur und/oder der Wasserqualität berücksichtigt, da die Lebensgemeinschaft auf alle Veränderungen der Umwelt reagiert.
- Die biologische Bewertung spiegelt die Wirkung von menschlichen Einflüssen über einen längeren Zeitraum wider; im Gegensatz z. B. zur chemischen Bewertung, die nur einen aktuellen Zustand der Wasserqualität zeigt.

Die Bewertung wird für Tieflandgewässer und Mittelgebirgsgewässer leicht unterschiedlich vorgenommen, da unter natürlichen Bedingungen die Fließgewässer jeweils unterschiedliche Biozönosen aufweisen.



## Grundlagen

Was ist das **MakroZooBenthos** (MZB)? Wörtlich übersetzt heißt Makrozoobenthos große (Makro) Tiere (Zoo), die auf der Gewässer-  
sohle leben (Benthos). Der Begriff umfasst wirbellose Tiere (Invertebraten), die im Gewässer leben und mit dem bloßen Auge sichtbar sind. Fische (Wirbeltiere) und das Zooplankton (mit dem bloßen Auge nicht erkennbar) zählen nicht dazu. Das Makrozoobenthos umfasst viele Insektenordnungen, Würmer, Spinnentiere, Schnecken, Muscheln und Krebstiere. Unter den Insektenordnungen gibt es einige, die fast nur die Binnengewässer (Seen und Flüsse) bewohnen, 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 (siehe Abbildung 14 u. 15) und Wanzen, verbringen ihren gesamten Lebenszyklus im Wasser. Die meisten aquatischen „Nicht-Insekten“, wie Muscheln, Schnecken, Krebstiere und Würmer findet man ihr gesamtes Leben im Wasser.



### Hinweis!

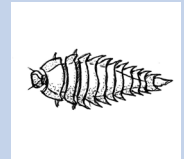


Abb. 14:  
Hakenkäfer  
(Larve)



Abb. 15:  
Hakenkäfer  
(Imago, adult)

## Was beeinflusst natürlicherweise die Zusammensetzung der MZB-Biozönose?

Die MZB-Biozönose verändert sich im Jahresverlauf. Einige Arten, die mehrere Generationen innerhalb eines Jahres hervorbringen, findet man im Jahresverlauf meist mit vergleichbaren Individuenzahlen. Andere, wie z. B. einige Larven der Steinfliegen, schlüpfen sehr früh im Jahr zum geflügelten Imago.



### Hinweis!

Bei vielen Eintagsfliegen ist der Schlupf der Larven zum Imago synchronisiert. Innerhalb weniger Tage können sich so große Schwärme bilden. Zur Orientierung brauchen die Imagines natürliche Uferstrukturen.

Das Leben der Imagines dient ausschließlich dem Finden der Geschlechtspartner, der Paarung und der Eiablage.

Viele Eintagsfliegen nehmen deshalb im Imaginalstadium keine Nahrung und Flüssigkeit mehr auf. Zur Eiablage fliegen die meisten Weibchen zielgerichtet stromaufwärts. Auch hierfür werden Uferstrukturen, z. B. Ufergehölze zur Orientierung benötigt. Die Eiablage selbst erfolgt bei den verschiedenen Arten sehr unterschiedlich, aber immer direkt ins Wasser.

Eier werden z. B.

- sitzend auf der Wasseroberfläche oder auf Steinen ins Wasser gegeben,
- über dem Wasser fliegend portionsweise verteilt oder
- unter Wasser direkt an geeigneten Steinen platziert.

Die meisten MZB-Arten atmen überwiegend Sauerstoff, der im Wasser gelöst ist. Einige Arten, besonders die aus den Ordnungen der Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen, brauchen hohe Sauer-



stoffkonzentrationen. Ist die Sauerstoffkonzentration gering, z. B. im wärmeren und langsam fließenden Wasser (siehe Erläuterungen zur chemisch-physikalischen Wasserqualität), können diese Arten nicht überleben.

Die Qualität der Substrate beeinflusst stark die Zusammensetzung der MZB-Zönose (siehe Abbildung 16). Die höchste Diversität findet man an Steinen und Schotter mit kiesig-sandigem Untergrund. Auf den Steinen wachsen Algen, die als Nahrung dienen. Der kleinräumige Wechsel von aneinander liegenden Steinen und Schotter führt zu Strömungsturbulenzen und somit zum Eintrag von atmosphärischem Sauerstoff. Gleichzeitig entstehen Zonen mit geringer Strömungsgeschwindigkeit, in denen Tiere Schutz vor Verdriftung finden. In den strömungsberuhigten Bereichen lagert sich organisches Material ab, das ebenfalls als Nahrung dient. Der kiesig-sandige Untergrund, in den sich die Tiere eingraben können, dient als Schutz bei Hochwasser.

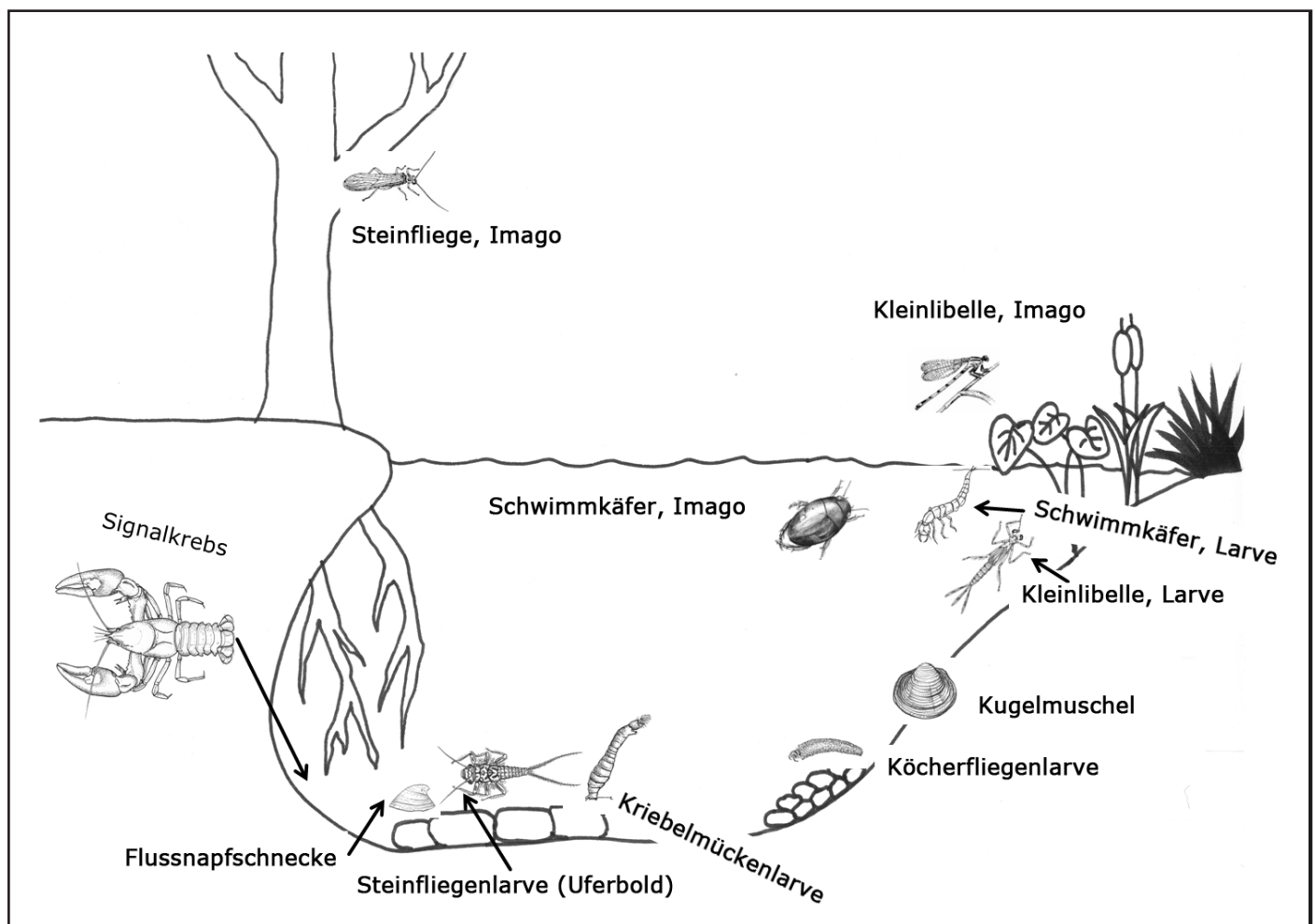


Abb. 16: Habitate verschiedener MZB-Taxa im Fließgewässer



## Welche menschlichen Einflüsse ändern die Zusammensetzung der MZB-Zönose?



Im Folgenden werden die beiden wichtigsten Veränderungen der Fließgewässerökosysteme durch den Menschen erläutert.

### Nährstoffanreicherung/Organische Belastung

Kommt es zur Anreicherung von Pflanzennährstoffen (z. B. über Nitrate und/oder Phosphate) führt dies zu übermäßigem Pflanzenwachstum, z. B. massenhafter Vermehrung von Algen. Dadurch profitieren Tiere (Weidegänger), die sich von Algen ernähren. Dementsprechend können diese ihre Individuenzahlen steigern, was wiederum Auswirkungen auf die Individuenzahlen der Räuber hat, die sich von diesen Weidegängern ernähren. Beim Abbau der übermäßigen Biomasse der Algen wird viel Sauerstoff verbraucht. Dies bedeutet auf der einen Seite, dass die Tiere profitieren, die mit weniger Sauerstoff auskommen. Auf der anderen Seite verschwinden die Tiere aus dem Ökosystem, die auf hohe Sauerstoffkonzentrationen angewiesen sind. Im schlimmsten Fall wird soviel Sauerstoff im Gewässer verbraucht, dass nur noch sehr wenige Arten überleben können.

### Strukturelle Veränderungen

Strukturelle Veränderungen am und im Gewässer führen generell dazu, dass Lebensräume (Habitats) für die Tiere verschwinden. Verschwindet z. B. der hölzerne Uferstreifen, gehen einigen Arten wichtige Eiablageplätze verloren. Zudem steht Falllaub als wichtige Nahrungsquelle nicht mehr zur Verfügung. Werden die Ufer befestigt, steigt die Fließgeschwindigkeit im Gewässer und leichtere Substrate der Sohle werden abtransportiert. Tiere, die solche Substrate bzw. Strukturen benötigen, verschwinden aus der Lebensgemeinschaft. Ufer- und Sohlbefestigungen führen auch dazu, dass die Diversität an Strömungsgeschwindigkeiten abnimmt. Besonders Bereiche mit langsamen Strömungsgeschwindigkeiten nehmen ab. Als Folge werden die natürlichen Feinsubstrate, wie Sand und Feinkies, abtransportiert. Ebenfalls werden in diesen Bereichen keine feinkörnigen Stoffe mehr abgelagert. Als Folge verschwinden Arten aus dem Ökosystem, die genau an diese Bereiche angepasst sind. Zu den verschiedenen strukturellen Veränderungen siehe Abschnitt Strukturgüte.

### *Probennahme und Bestimmung des Makrozoobenthos*

Das Fauna-Team hat einen eigenen Teamleader. Der Teamleader Fauna achtet darauf, dass alle notwendigen Arbeiten korrekt ausgeführt, die angegebenen Zeiten eingehalten werden und er füllt das *FP 12* und *FP 13* zusammen mit einem weiteren Mitglied des Fauna-Teams aus. Der Teamleader Fauna hilft aber auch mit bei der Probennahme und







Bestimmung der Tiere, da er für das Ausfüllen von *FP 12* und *FP 13* die Tiere auch selbst bestimmt haben sollte.

Das Ziel der Probennahme ist es, den ökologischen Zustand des Gewässers zu erfassen. Dieser Zustand wird von der im Untersuchungsabschnitt lebenden MZB-Biozönose in ihrer Zusammensetzung widergespiegelt. Dementsprechend sollte die Zusammensetzung der genommenen Proben die Häufigkeiten der Substrate (Habitate) im Gewässer widerspiegeln (repräsentative Probe)!

Gibt es viele steinige Substrattypen im Untersuchungsabschnitt, aber wenig Sand, sollten auch die Steine häufiger beprobt werden. Es geht nicht darum, „Rote-Liste“ Arten von seltenen („wertvollen“) Substraten zu sammeln.

Es werden acht substratspezifische Proben genommen. Insgesamt sollten mindestens 350 Tiere für die Auswertung untersucht werden. Es werden fünf Proben von den häufigsten Substrattypen genommen und die restlichen drei Proben verteilen sich auf seltenere Substrattypen. Zur Abschätzung des häufigsten Substrattyps siehe *Feldprotokoll FP 10*. Sind weniger als 350 Tiere nach acht Proben vorhanden, werden so viele Kescherproben zusätzlich genommen, bis die notwendige Anzahl von 350 Tieren erreicht ist; maximal jedoch 8 zusätzliche Proben (siehe auch Überschrift *FP 13!*). Diese zusätzlichen Proben sind hauptsächlich vom häufigsten Substrattyp zu nehmen.

Jede einzelne Kescherprobe wird gesondert ausgewertet (substratspezifische Beprobung!). Die Tiere einer Sandprobe sollten also nicht mit einer Steinprobe vermischt werden. Jede substratspezifische Probenahme wird extra protokolliert (siehe *Feldprotokoll FP 11*). Zusätzlich werden an jedem beprobten Substrattyp noch zusätzliche Faktoren aufgenommen, wie z. B. die Strömungsgeschwindigkeit. Zwei Schülerinnen und/oder Schüler nehmen und bearbeiten eine substratspezifische Probe (Fauna-Untergruppen) und füllen ein *Feldprotokoll FP 11*, Taxaliste für eine Kescherprobe, aus.

Die Aufteilung in die Fauna-Untergruppen erfolgt idealerweise schon im Klassenraum. Innerhalb des 100 m Untersuchungsabschnitts sollten nicht mehr als drei Gruppen innerhalb einer 20 m langen Fließgewässerstrecke sammeln.

### **Substratabschätzung**

Das gesamte Fauna Team wird in zwei Untergruppen aufgeteilt, die für einen 50 m Abschnitt den häufigsten Substrattyp bestimmen (siehe *Feldprotokoll FP 10* und weiter unten „Die verschiedenen Substrattypen im Gewässer“), (Zeitvorgabe Substratabschätzung: 15-20 Minuten).

Danach treffen sich die zwei Gruppen wieder und der häufigste Sub-



strattyp bezogen auf den 100 m Untersuchungsabschnitt wird ermittelt. Von diesem Substrattyp werden fünf Einzelproben genommen. Zusätzlich werden die Substrattypen festgelegt, die ebenfalls zu beproben sind (Zeitvorgabe Diskussion: 5 Minuten).

Werden Kies, Schotter und größere Steine beprobt, sollte darauf geachtet werden, dass die Probennahme überwiegend in schnell fließenden Bereichen erfolgt.

### **Die verschiedenen Substrattypen im Gewässer**

Im Folgenden werden die verschiedenen Substrattypen im Fließgewässer vorgestellt. Die verschiedenen Substrattypen lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen.

#### 1. Mineralische Substrattypen:

- Große Steine/Blöcke/Anstehender Fels (> 20 cm)
- Schotter (6-20 cm)
- Kies (0,2-6 cm)
- Sand (< 2 mm): Zwischen den Fingern grobkörnig
- Ton/Lehm: Relativ feste Konsistenz, klebt an den Fingern.
- Schlamm: Gemisch aus feinsten Mineralbestandteilen und organischer Substanz, grau bis schwärzlich gefärbt; glatt, klebt nicht an den Händen.

#### 2. Organische Substrattypen:

- Algen: Langfädige Algen oder Algenbüschel (siehe Abbildung 17)
- Wasserpflanzen: Dies sind deutlich im Wasser wurzelnde Pflanzen. Sie können unterteilt werden in
  - a) submerse Pflanzen, bei denen der größte Teil des Körpers unterhalb der Wasseroberfläche wächst (z. B. Moose) und
  - b) emerse Pflanzen, bei denen der überwiegende Teil der Pflanzenmasse oberhalb des Wassers wächst (z. B. Binsen und Seggen).
- CPOM (Coarse Particulate Organic Matter): z. B. Falllaub oder andere Fragmente von Pflanzenteilen (außer Holz), (siehe Abbildung 18).
- Holz: Baumstämme, Geäst (Totholz)
- Lebende Teile von Landpflanzen: Hierzu zählen z. B. Wurzeln von Erlen, die ins Gewässer ragen und Lebensraum für das MZB bieten.
- FPOM (Fine Particulate Organic Matter, < 1 mm): FPOM kann sich als mehr oder weniger dicke Schicht auf anderen Substraten abla-



gern. Es zählt nicht als eigenständiger Substrattyp, wird aber dokumentiert, wenn es auf dem beprobten Substrat aufliegt. Ist der häufigste Substrattyp im Untersuchungsabschnitt überwiegend mit einer FPOM-Schicht bedeckt, sollte dies bei der Probennahme berücksichtigt werden (siehe Abbildung 19).

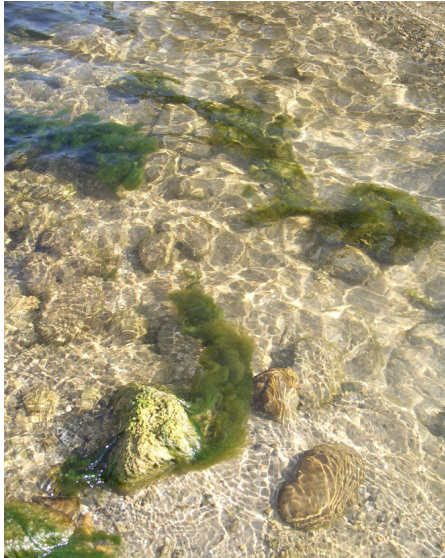


Abb. 17:  
Fädige Grünalgen



Abb. 18:  
Grobpartikuläres organisches Material



Abb. 19:  
Feinpartikuläres organisches Material (FPOM)  
auf mineralischen Substrattypen

### 3. Künstliche Substrattypen, Sohlen- und Uferverbau

Hierzu zählen alle durch den Menschen künstlich ins Gewässer eingebrachten Materialien. Diese dienen meist der Kontrolle des Abflusses und der Befestigung von Ufer und Gewässersohle.

Materialien zur Uferbefestigung:

- Spundwand: Senkrechte Metallwände
- Betonfertigteile/Mauerwerk/Pflasterung
- Steinschüttungen: im Uferbereich und in der unteren Böschungshälfte sind große Steine bis Blöcke übereinandergelagert. Die Gewässersohle selbst weist meist deutlich kleinere Substrattypen auf (siehe Abbildung 20).
- Holzverbau oder Flechtwerk aus Ruten



## Größenbestimmung der Substrattypen

Um die Größenbestimmung der verschiedenen mineralischen Substrate im Gelände zu erleichtern, empfiehlt es sich, einmal die Länge und Breite des eigenen kleinen Fingers, die Länge der Hand und die Länge des Unterarms zu messen. Hat man diese Maße erstmal im Kopf, fällt die Zuordnung der vorhandenen Substrattypen einfach. Sind verschiedene Substrattypen miteinander vermischt, zählt der dominierende Substrattyp. Es gilt der Querdurchmesser eines Substrattyps zur Größenbestimmung.



Abb. 20:  
Steinschüttung im Uferbereich zur Befestigung

## Probennahme

Die Umweltfaktoren Substrattyp, Strömungsklasse und FPOM-Belag werden vor der Probennahme aufgenommen. Die Faktoren Algenbelag und Zeichen von Sauerstoffmangel werden nach bzw. während der Probennahme beurteilt. Da eine Fauna-Untergruppe in der Regel aus zwei Mitgliedern besteht, sollte eine Person die Probe nehmen, während die andere am Ufer das *Feldprotokoll FP 11* ausfüllt.

Der Kescher wird vor das zu beprobende Substrat gestellt. Die Kescheröffnung zeigt entgegengesetzt der Strömungsrichtung, so dass die Tiere in den Kescher gespült werden. Vor der Probennahme darf das Substrat nicht gestört werden. Besonders der Schattenwurf des Probennehmers auf das zu beprobende Substrat kann dazu führen, dass sich die Tiere in die Drift begeben.

Man beginnt die Probennahme, indem man nur die Oberfläche des Substrates mit der Hand (Handschuhe) vorsichtig abwischt. Der Kescher wird dabei immer hinter der Hand geführt. Ziel ist es, die aufgescheuchten Tiere in den Kescher driften zu lassen. Die Kescheröffnung zeigt immer entgegen der Strömungsrichtung! Dann wird das Substrat stärker gestört, indem man mit der Hand energisch zwischen den Steinen oder im Sand/Schlamm wühlt. Zur Unterstützung kann





hier auch ein Schraubenzieher benutzt werden; immer darauf achten, dass die Sedimentfahne durch den Kescher fließt. In dieser Fahne sind auch die Tiere! Der Kescher sollte bei dieser Probennahme immer Kontakt mit der Gewässersohle haben (siehe Abbildung 21).

Größere Steine werden angehoben. Tiere gehen bei Anheben des Steins sofort in die Drift! Daher muss der Kescher schon hinter den Stein gestellt werden, bevor er angehoben wird. Die Unterseite des Steins wird mit der Hand abgewischt; immer darauf achten, dass der Kescher hinter der Hand geführt wird! Größere Steine werden schnell aus dem Wasser genommen und in eine Weißschale überführt. Dort werden sie dann nach Tieren abgesucht. Auch das Substrat, auf dem die Steine gelegen haben, sollte kräftig durchwühlt werden.

Ein Substrattyp wird ca. 30-45 Sekunden lang beprobt. Man sollte versuchen, kein Substrat direkt in den Kescher zu schaufeln. Es reicht aus, wenn man den Kescher immer in die Sedimentfahne des gestörten Substrates hält! Normalerweise enthält der Kescher nun neben den Tieren noch eine Menge Feinsedimente. Würde man den Kescherinhalt so direkt in eine Weißschale geben, würde das Wasser in der Weißschale sehr trüb werden und man könnte keine Tiere erkennen (siehe Abbildung 22). Deshalb sollte der Kescherinhalt gründlich gespült werden. Vorher werden größere Steine aus dem Kescher entfernt; darauf achten, dass an diesen Steinen keine Tiere sind. Man spült den Kescher, indem man vorsichtig den Kescher im Wasser hoch und runter und zur Seite bewegt; Vorsicht, damit die Tiere nicht beschädigt werden.

Zusätzlich muss darauf geachtet werden, dass der obere Rand des Keschers immer oberhalb der Wasseroberfläche ist, damit keine Tiere aus dem Kescher zurück in das Fließgewässer gelangen. Je gründlicher dieser Vorgang ausgeführt wird, desto leichter ist die anschließende Untersuchung der Probe (siehe Abbildung 23)!

**SONDERFÄLLE:** Bei Laub (CPOM) wird zunächst das Substrat aufgewühlt, wie oben beschrieben. Zusätzlich werden aber ein bis zwei Hände voll Laub direkt in den Kescher gegeben (siehe Abbildung 24). Dann wird die Probe, wie oben beschrieben, im Kescher gespült. Wurzeln, Geäst, Wasserpflanzen werden erst vorsichtig mit der Hand abgerieben und danach kräftig geschüttelt bzw. gestört. Einzelne größere Äste und Anteile von Wasserpflanzen (z. B. kleinere Moospolster) werden in den Kescher überführt oder direkt in eine Weißschale gegeben und genauer untersucht.



Abb. 21: Probennahme



Abb. 22: Kescherinhalt vor dem Spülen



Abb. 23: Kescherinhalt nach dem Spülen



Abb. 24: Probennahme CPOM

### ***Nach der Probennahme wird der Kescher nun vorsichtig in eine große Weißschale entleert***

Die Weißschale ist nur mit wenig Wasser gefüllt und steht ebenerdig. Das Material wird nun gleichmäßig in der Weißschale verteilt. Ist das Wasser so trübe, dass kaum Tiere erkannt werden können, muss die Probe nochmals gespült werden (s.o.). Grundsätzlich sollte so wenig Substrat wie möglich in der Weißschale sein. In der Weißschale sollte sich ein Kühlelement befinden; je kälter das Wasser ist, desto mehr Sauerstoff ist im Wasser gelöst und steht den Tieren zur Atmung zur Verfügung! Bei der anschließenden Sortierung der Tiere in die Petrischalen kann man diese direkt auf Kühlelemente stellen, oder die Petrischalen zusammen mit den Kühlelementen in eine Kühlbox stellen.

### ***Aussortieren***

Nun sollte versucht werden, alle unterscheidbaren Formen bzw. Taxa (Ordnungen, Familien) aus der Probe zu entdecken und auszusortieren. Gleich oder ähnlich aussehende Formen (Ordnungen, Familien) werden gemeinsam in eine Petrischale überführt. Die Untersucher





einer Probe sollten sich vorher absprechen, wer welche Gruppen aussortiert bzw. welche Tiere in welche Petrischalen kommen. Flohkrebse und einige Baetiden (Eintagsfliegen) bewegen sich sehr schnell und/oder können in großen Mengen vorkommen. Diese Tiere können größtenteils in der Weißschale verbleiben. Die Gesamtindividuenzahl dieser Tiere wird geschätzt und ca. 10 Individuen werden zur Bestimmung entnommen. Nach der Bestimmung der 10 Tiere werden die erkannten Taxa auf die Gesamtindividuenzahl verteilt. Das Aussortieren aus der großen Weißschale erfolgt mit einer Federstahlpinzette. Die einzelnen Petrischalen werden jeweils mit einem Zettel beschriftet, der den Substrattyp und die Strömungsklasse nennt (siehe Abbildung 25, Zeitvorgabe Aussortieren: 15-20 Minuten).



Abb. 25:  
Weißschale mit einer Kiesprobe nach dem Aussortieren der Tiere in die verschiedenen Petrischalen. Beachte die geringe Menge an Substrat, die ein einfaches Aussortieren ermöglicht!

### **Bestimmung der Tiere**

Zur Bestimmung der Tiere entnimmt man mit der Federstahlpinzette das zu bestimmende Tier aus der Petrischale und legt es sich auf die Handfläche. Dann wird auf das Tier ein Wassertropfen gegeben. Dies ist sehr wichtig, denn nur wenn das Tier von Wasser umgeben ist, kann man alle morphologisch wichtigen Merkmale erkennen. Zur Bestimmung hält man die Lupe dicht ans Auge und fokussiert mit der Hand, bis man das Tier „scharf“ gestellt hat. Das Licht (Sonne) sollte von vorne einfallen; keine Schattenbestimmung (siehe Abbildung 26). Für die Bestimmungsarbeit sollten auch weitere Schülerinnen und Schüler aus anderen Teams (Chemie, Strukturgüte) hinzukommen, wenn diese mit ihrer Arbeit fertig sind. Zwei Schülerinnen und/oder Schüler bearbeiten eine Petrischale; geübte Schülerinnen und Schüler können auch jeweils eine Petrischale alleine bearbeiten. Alle Tiere innerhalb der Petrischale werden bestimmt.

Da mit dem Bestimmungsschlüssel die Tiere überwiegend bis auf Familien- und Gattungsniveau bestimmt werden können, kann es sein, dass man unterscheidbare Formen z. B. innerhalb einer Familie erkennt, die aber vom Bestimmungsschlüssel nicht weiter aufgetrennt werden. In diesem Fall sollte man diese als Typen deutlich im *Feldprotokoll FP 11* und *FP 12* vermerken; z. B. Baetidae 1 (dunkel), Baetidae 2 (hell),



oder Steinchenköcherfliege 1 (feinkörnig, leicht gebogen), Steinchenköcherfliege 2 (grobkörnig, stark gebogen). Diese Unterscheidungen sind wichtig, da sie für die Bewertung berücksichtigt werden (z. B. unterscheidbare EPT-Taxa bzw. Formen)!

Einige Tiere, besonders Flohkrebse, bewegen sich sehr schnell. Die Bestimmung auf der Handfläche ist meist sehr schwierig. Hier empfiehlt sich, ein bis zwei Tiere in ein Röhrchen mit Alkohol zu überführen und erst dann, wie oben beschrieben, zubesimmen.



Abb. 26:  
Bestimmung mit der Lupe

Das Röhrchen sollte mit einem Zettel versehen werden, auf dem der Name des Tieres, der Substrattyp (ST), die Strömungsklasse (SK), der Probestellename (PS) und das Datum (D) der Probennahme aufgeführt sind.

Hat eine Fauna-Untergruppe die Tiere ihrer Probe fertig bestimmt und das *Feldprotokoll FP 11* komplett ausgefüllt, übergibt sie das Feldprotokoll dem Teamleader Fauna. Dieser kontrolliert, ob das Protokoll vollständig ist und korrekt ausgefüllt wurde (Zeitvorgabe Bestimmung: 45-60 Minuten).

### **Auswertung durch den Teamleader Fauna**

Die Ergebnisse der verschiedenen Protokollblätter (*Feldprotokoll FP 11*) werden im *Feldprotokoll FAUNA ZUSAMMENFASSUNG (Feldprotokoll FP 12)* vom Teamleader Fauna und einem weiteren Mitglied des Fauna-Teams zusammengefasst. In diesem werden für jedes Taxon (z. B. für jede Familie) die Individuenzahlen bezogen auf den 100 m Untersuchungsabschnitt errechnet und in eine Häufigkeitsklasse überführt. Dies geschieht durch Aufsummierung der Individuenzahlen für jedes Taxon aus den einzelnen Feldprotokollen. Zusätzlich werden vom Teamleader Fauna die erforderlichen Merkmale der Lebensgemeinschaft berechnet (*Feldprotokoll FP 12*), in das *Feldprotokoll BIOLOGISCHE FLIESSGEWÄSSERBEWERTUNG (Feldprotokoll FP 13)* eingetragen und die biologische Güteklasse ermittelt.



- Brehm, J. & M. P. D. Meijering (1996): Fließgewässerkunde. Einführung in die Ökologie der Quellen, Bäche und Flüsse. Wiesbaden. Quelle & Meyer.
- Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA (2009): LAWA-AO Rahmenkonzeption Monitoring. Teil B Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibung. Arbeitspapier II. Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten. Stand 7.03.2007.
- Europäisches Umweltbüro (Hrsg.) (2001): Handbuch zur EU Wasserpolitik im Zeichen der Wasser-Rahmenrichtlinien. Europäisches Umweltbüro.
- [www.fliessgewaesserbewertung.de](http://www.fliessgewaesserbewertung.de) (2009): Stand 07.09.2009.
- Frey, J. M. (1996): Biologie am Bach. Wiesbaden. Quelle & Meyer.
- Hartmann, A., Moog, O., Ofenböck, T., Korte, T., Sharma, S., Hering, D. & A.B.M. Baki (2008): ASSESS-HKH Methodology Manual describing fundamentals & application of three approaches to evaluate the river quality based on benthic invertebrates: HKH screening, HKH score bioassessment & HKH multimetric bioassessment. Deliverable 10 for ASSESS-HKH. European Commission. [www.assess-hkh.at](http://www.assess-hkh.at). Stand 09.05.2008.
- Klee, O. (1998): Wasser untersuchen. Wiesbaden. Quelle & Meyer.
- Lampert, W. & U. Sommer (1999): Limnökologie. Stuttgart, New York. Georg Thieme Verlag.
- LUA. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2001a): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen. Anleitung für die Kartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer. Merkblätter Nr. 26. Essen.
- LUA. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2001b): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil 2: Mittelgroße bis große Fließgewässer. Gewässerabschnitte und Referenzstrukturen. Merkblätter Nr. 29. Essen.
- LUA. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (1999): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil 1: Kleine bis mittelgroße Fließgewässer. Merkblätter Nr. 16. Essen.
- Meier, C., Haase, P., Rolauffs, P., Schindehütte, K., Schöll, F., Sundermann, A. & D. Hering (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/handbuch>. Stand: 07.09.2009.
- Schmedtje, U. & M. Colling (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/96.
- Schönborn, W. (2003): Lehrbuch der Limnologie. Stuttgart. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Schwoerbel, J. & H. Brendelberger (2005): Einführung in die Limnologie. München. Elsevier GmbH.
- Utah Stream Team. Utah State University (Hrsg.) (2009): <http://extension.usu.edu/waterquality>. Stand 14. April 2009.
- Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (Hrsg.) (2001): Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz. Band 64.

### CPOM (coarse particulate organic matter)

Grob partikuläres organisches Material bezeichnet allgemein größere Fragmente von Pflanzenteilen; z. B. Blätter, etc.

### Eutrophierung (eutrophication)

Anreicherung eines Gewässers mit Nährstoffen (z. B. Phosphat, Nitrat oder Sulfat). Der Trophiegrad gibt den Gehalt an Nährstoffen in einem Gewässer an. Zur Nährstoffanreicherung im Fließgewässer kann es z. B. durch Abwässer und Ausschwemmungen von landwirtschaftlichen Böden kommen. Die Nährstoffanreicherung fördert das Wachstum von Algen und anderen Wasserpflanzen. Für den späteren Abbau des toten pflanzlichen Materials durch die Mikroorganismen wird dann soviel Sauerstoff benötigt, dass es in bodennahen Schichten zu Sauerstoffarmut kommen kann.

### FPOM (fine particulate organic matter)

Sehr feines organisches Material < 1 mm, welches sich als braun-graue Schicht auf anderen Substrattypen, z. B. Schotter, ablagert.

### Guter (ökologischer) Zustand (good ecological status)

Ziel der WRRL ist es, alle Gewässer bis zum Jahre 2015 in einen „guten Zustand“ zu versetzen. Der Oberbegriff „Zustand“ umfasst die wesentlichen biologischen, strukturellen, physikalischen und chemischen Merkmale. Ein Gewässer im „guten Zustand“ weicht nur geringfügig vom natürlichen Zustand unter natürlichen Bedingungen ab. Insgesamt beschreibt die WRRL fünf Bewertungsklassen: sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend und schlecht.

### Imago (Imago)

Voll entwickeltes geschlechtsreifes Insekt.

### Makrozoobenthos (macrozoobenthos, aquatic macroinvertebrates)

Am Gewässerboden (Benthal) lebende Tiere (Zoo), die noch mit dem bloßen Auge (Makro) zu erkennen sind (siehe auch S. 35).

### Neozoen (non-indigenous)

Tiere, die durch direkte oder indirekte Mitwirkung des Menschen seit Beginn des interkontinentalen Verkehrs (allgemein: seit 1492 - Entdeckung Amerikas) in ein bestimmtes Gebiet gelangt sind und sich dort etabliert haben (z. B. Amerikanischer Flusskrebs, Wollhandkrabbe, u.a.).

### Poikilotherm (poikilothermous)

Die meisten Tiere (z. B. Insekten, Amphibien, Reptilien) können ihre Körpertemperatur nicht oder nur äußerst unvollkommen regulieren, so dass ihre Körpertemperatur der Umgebungstemperatur weitgehend entspricht.

### Referenzzustand (reference situation), Leitbild

Der sehr gute ökologische Gewässerzustand, bei dem es keine oder nur sehr geringe Abweichungen vom natürlichen Zustand gibt. Gekennzeichnet dadurch, dass menschliche (anthropogene) Einflüsse nicht vorhanden sind.

### Saprobie

Intensität des Abbaus organischer Substanzen durch Stoffwechsellvorgänge. Die Saprobie kann als Maß für die Verunreinigung eines Gewässers durch biologisch abbaubare Substanzen wie z. B. Fäkalien herangezogen werden.

### Taxa/Taxon (taxa, taxon)

Zuordnung eines tierischen oder pflanzlichen Lebewesens zu einer bestimmten Kategorie oder Gruppe.

### Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (Water Framework Directive)

Die Europäische Union hat im Jahre 2000 einen Gemeinschaftsrahmen für den Schutz und die Bewirtschaftung der Gewässer festgelegt. Im Bereich der Wasserpolitik ist die WRRL die erste europäische Richtlinie, die einen umfassenden Schutz für das Gut Wasser vorsieht. Sie ist die Grundlage für eine moderne, nachhaltige und länderübergreifende Wasserpolitik in Europa.

Die wichtigsten Elemente der Richtlinie umfassen:

- a) Schutz aller Gewässer Europas - Flüsse, Seen, Küstengewässer und Grundwasser,
- b) Festlegung hochgesteckter Ziele, um bis 2015 für alle natürliche Gewässer einen „Guten Ökologischen Zustand“ zu gewährleisten,
- c) einheitliche Bewertungsverfahren,
- d) Bewirtschaftungspläne für ganze Flussgebietseinheiten sowie grenzüberschreitende Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Ländern,
- e) transparenter Planungsprozess unter aktiver Beteiligung aller interessierten Kreise und
- f) die Verhinderung einer Verschlechterung des Zustands der Gewässer.



**Zwei große Aufbewahrungsboxen,**  
in denen das gesamte Beprobungsmaterial Platz findet.

Erforderliche Kopien *Feldprotokolle (FP)* für die Geländearbeit  
Jeder Teilnehmer

*FP 14*

Chemie-Team

*FP 5*, 1 Exemplar der gesamten Anleitung

Strukturgüte-Team

*FP 6* (Tiefland) oder *FP 7* (Mittelgebirge), *FP 8*, *FP 9*,  
1 Exemplar der gesamten Anleitung

Fauna-Team

2 Kopien *FP 10*, 16 Bögen *FP 11* (max. 16 Kescherproben),  
*FP 12* (Teamleader Fauna), *FP 13*,  
1 Exemplar der gesamten Anleitung

Teamleader

1 Exemplar der gesamten Anleitung

Datensammler

*FP 4*, 1 Exemplar der gesamten Anleitung

Materialwächter

*MATERIALLISTE EXKURSION*,  
1 Exemplar der gesamten Anleitung

## **Utensilien, von jedem Teilnehmer selber mitzubringen:**

- Schreibbrett, Bleistifte! (Kugelschreiber, Füller schreiben nicht im Regen), Anspitzer, Radiergummi, Edding (wasserfest)
- Plastiktüten (um Schreibunterlagen vor dem Regen zu schützen)
- Gummistiefel, Regenjacke, Handtuch, eventuell Regenschirm
- Getränke, Verpflegung (am Gewässer bekommt man Hunger)
- Handtuch, Plastikbeutel, Ersatzkleidung (immer)



## Fauna-Team

- Für jede Fauna Untergruppe (2-3 Personen):
  - eine große Weißschale (mit Edding vorher unterteilt in vier Quadrate),
  - einen Kescher (Küchensieb),
  - einen Spachtel, ein paar Gummihandschuhe, Schraubenzieher,
  - mindestens einen Bestimmungsschlüssel,
  - zwei Einschlaglupen (10fach, aplanat, Glaslinse),
  - drei Federstahlpinzetten
- 2 Paar Watstiefel, 2 Paar Wathosen (Schulmaterialien)
- 40-50 Petrischalen (gekühlt), eine Kühlbox mit Kühlelementen
- Aufbewahrungsröhrchen mit Alkohol für Belegexemplare und lebend schwer zu bestimmende Tiere
- Zettel für die Beschriftung der Petrischalen und der in Alkohol fixierten Tiere

## Chemie-Team

- Analysekoffer (mit Anleitungen, Pipetten, Beprobungsröhrchen)
- Aqua destillatum
- Abfallcontainer für verbrauchte Chemikalien
- Sicherheitsbrille, Laborkittel

## Datensammler(in)

- Eventuell Topografische Karten und/oder Straßenatlas
- Fotoapparat
- Eventuell notwendige Erlaubnis zur Beprobung von der zuständigen Behörde (Untere Wasserbehörde) in Zusammenarbeit mit der Lehrerin oder dem Lehrer

## Sonstiges

- Zollstock oder Maßband
- Eimer/Abfalltüten zum Entsorgen von Abfall!
- Klebeband, Schere, Messer, Pflöcke zum Markieren des Untersuchungsabschnitts
- eventuell Regenplane

## Sicherheit

- Erste Hilfe-Koffer
- Isotone Kochsalzlösung





## **Sicherheitsinformationen für die Lehrkraft**

- Vor der Exkursion ist die zuständige Behörde zu benachrichtigen; in der Regel die „Untere Wasserbehörde“. Diese kann wertvolle Hinweise über Fauna und Flora geben und über andere Besonderheiten informieren (Verschmutzungsgrad, Renaturierungsmaßnahmen, Unterhaltungsmaßnahmen). Normalerweise sind die Behörden dankbar, wenn ihnen nachher die Ergebnisse zur Verfügung gestellt werden.
- Es werden nur Gewässer untersucht, welche auf gesamter Länge und Breite von allen Teilnehmenden sicher durchwatet werden können!
- Ein Erste Hilfe-Koffer muss vorhanden sein; zusätzlich isotone Kochsalzlösung zum Spülen der Augen bei Kontakt mit Chemikalien.
- Jedes Team sollte sich immer in Hörweite der Lehrkraft befinden.
- Gibt es Schülerinnen oder Schüler, die besonderer Aufmerksamkeit bedürfen? Reagieren z. B. einige Schülerinnen oder Schüler allergisch auf Insektenstiche? Was ist gegen einen allergischen Anfall zu tun (Notruftelefonnummern)?
- Muss eventuell noch eine Lehrkraft mitgenommen werden?
- Trinkpausen einlegen. Am Gewässer ist das Durstgefühl unterdrückt.
- Achten Sie auf mögliche Untiefen, besonders an den Gewässern, wo Sie aufgrund von Trübung nicht die Gewässersohle sehen können, sowie an steilen und bewachsenen Uferabbrüchen! Es kann sehr tief sein an im Gewässer liegenden Baumstämmen und Wurzeln.
- Achten Sie an heißen Tagen darauf, dass alle mit ausreichend Sonnencreme versorgt sind.
- Eventuell Mücken- und Zecken-Repellent benutzen. Nach der Gewässeruntersuchung Kontrolle auf Zeckenbisse (Achseln, Kniekehlen u.a. dünne und feuchte Hautstellen).



### Verhaltensregeln

- Exkursionen an einem Gewässer können dieses erheblich negativ beeinflussen, deshalb sollten sich generell ALLE behutsam am Gewässer und in seinem Umfeld verhalten!
- Stellt Euch vor, Ihr seid eine Pflanze an diesem Ort oder ein Tier der Gewässersohle und Euer Lebensraum wird nun von Euren Mitschülern untersucht!
- Uferpflanzen sollten nicht unnötig zertreten werden. Jede Gruppe sollte dementsprechend nur einen Ort wählen, an dem das Material zentral gesammelt wird und an dem man sich trifft, um die Ergebnisse zu besprechen!
- Steine, die aus dem Gewässer entnommen wurden, werden nach der Untersuchung wieder ins Gewässer gelegt. Steine sind Lebensräume!
- Tiere sollten vorsichtig behandelt werden und nach der Untersuchung wieder zurück in ihren Lebensraum gelangen!
- Im Gelände bleibt nichts zurück. Wir verlassen das Gewässer und sein Umfeld so, wie wir es vorgefunden haben!
- Chemikalien werden nicht ins Gewässer gekippt. Diese werden in extra Containern gesammelt und über das Chemikalienlabor der Schule entsorgt. Chemikalien gehören nicht in die Augen, den Mund und die Nase. Verpackungen von Chemikalien werden nicht mit den Zähnen geöffnet!
- Achtet auf mögliche Untiefen, besonders wo aufgrund von Trübung die Gewässersohle nicht gesehen werden kann! Z. B. an steilen und bewachsenen Uferabbrüchen!
- Es kann sehr tief sein an im Gewässer liegenden Baumstämmen und Wurzeln!
- Steine können durch Algenbeläge sehr glatt sein!
- Das Gewässer wird nicht unnötig betreten, sondern nur zur Probennahme!
- Das Gewässer wird erst betreten, wenn die Fauna-Gruppe ihren Proben genommen hat!
- Nur wenn wir alle zusammen die Aufgaben zuverlässig und genau durchführen, erzielen wir ein gesichertes Ergebnis über den ökologischen Zustand des Gewässers!



<p><b>Teamleader</b> 2 Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Müssen mit der gesamten Anleitung vertraut sein</li> <li>• Erste Ansprechpartner bei Fragen</li> <li>• Achten darauf, dass alle Arbeiten vollständig und korrekt ausgeführt werden</li> <li>• Kontrolle, dass die Gruppe zusammenbleibt</li> <li>• Kontrolle, dass Zeitvorgaben eingehalten werden</li> <li>• Vorlesen der Regeln „Verhalten im Gelände“ (FP 2)</li> </ul>	<p><b>Chemie-Team</b> 2-3 Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeichen Eutrophierung, S. 25</li> <li>• Zeichen Sauerstoffarmut, S. 23</li> <li>• Farbe, Geruch, S. 16, S. 17</li> <li>• pH-Wert, S. 19</li> <li>• Temperatur (°C), S. 17</li> <li>• Sauerstoff (mg/l) und Sättigung (%), S. 21</li> <li>• Nitrat, Nitrit, Ammonium (mg/l), S. 24</li> <li>• Hilfe bei der Bestimmung der Tiere, S. 44</li> </ul>
<p><b>Materialwächter(in)</b> 1-(2) Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenstellen aller Exkursionsmaterialien, incl. Feldprotokolle, S. 49</li> <li>• Überprüfen der Chemikalien</li> <li>• Information der Mitschülerinnen und Mitschüler über benötigte Exkursionsunterlagen bzw. -materialien</li> <li>• Hilfe bei der Bestimmung der Tiere, S. 44</li> <li>• Verantwortlich, dass nach der Exkursion alle Materialien wieder vollständig sind</li> <li>• Kontrolle, dass kein Müll im Gelände verbleibt</li> </ul>	<p><b>Strukturgüte-Team</b> 2-3 Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung der Aue (Nutzungsindex), S. 29</li> <li>• Uferrandstreifen, S. 30</li> <li>• Gewässerverlauf, S. 31</li> <li>• Substratdiversität der Gewässersohle, S. 39</li> <li>• Anteil und Dichte hölzerner Ufervegetation, S. 30</li> <li>• Hilfe bei der Bestimmung der Tiere, S. 44</li> </ul>
<p><b>Datensammler(in)</b> (1)-2 Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich für Feldprotokoll FP 4</li> <li>• Dokumentation des Wetterberichts</li> <li>• Anfertigen von Fotos</li> <li>• Anfertigen der Untersuchungsskizze</li> <li>• Abschließende Dokumentation der Besprechung in der Gesamtgruppe, FP 14</li> </ul>	<p><b>Fauna-Team</b> 7+ Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schätzen des dominierenden Substrattyps, S. 38, S. 64</li> <li>• Festlegung der zu beprobenden Substrattypen, S. 38, S. 64</li> <li>• Probennahme MZB, S. 41</li> <li>• Probenbehandlung/Aussortieren aus der Weißschale, S. 43</li> <li>• Bestimmung (S. 44) und eintragen in FP 11</li> <li>• Eintragen ins Feldprotokoll FP 12 Abschließende Bewertung im Feldprotokoll FP 13</li> </ul>



Gewässernamen: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: Start \_\_\_\_\_ Ende \_\_\_\_\_

Probestellenname: \_\_\_\_\_

Name des Einzugsgebietes: \_\_\_\_\_

Name der Schule: \_\_\_\_\_

Name des Kurses (LK o. GK, Stufe): \_\_\_\_\_ Name der/s Lehrer(in): \_\_\_\_\_

Teamleader: \_\_\_\_\_

Materialwächter(in): \_\_\_\_\_

Datensammler(in): \_\_\_\_\_

Chemie-Team: \_\_\_\_\_

Strukturgüte-Team: \_\_\_\_\_

Fauna-Team: \_\_\_\_\_

Wetter (24 Stunden): \_\_\_\_\_

Wetter (jetzt): \_\_\_\_\_ Lufttemperatur: \_\_\_\_\_

Fotos: \_\_\_\_\_

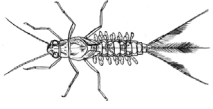
Fotos (Übersicht und Detail):

- Übersicht: Mindestens jeweils 2 Fotos bachaufwärts und 2 Fotos bachabwärts
- Detailfotos von wichtigen Einzelementen (Holzansammlungen, große CPOM-Mengen, Künstliche Substrattypen, Sohlen- und Uferverbau, Einleitungen)





Skizze Untersuchungsabschnitt:



**Hinweis!**

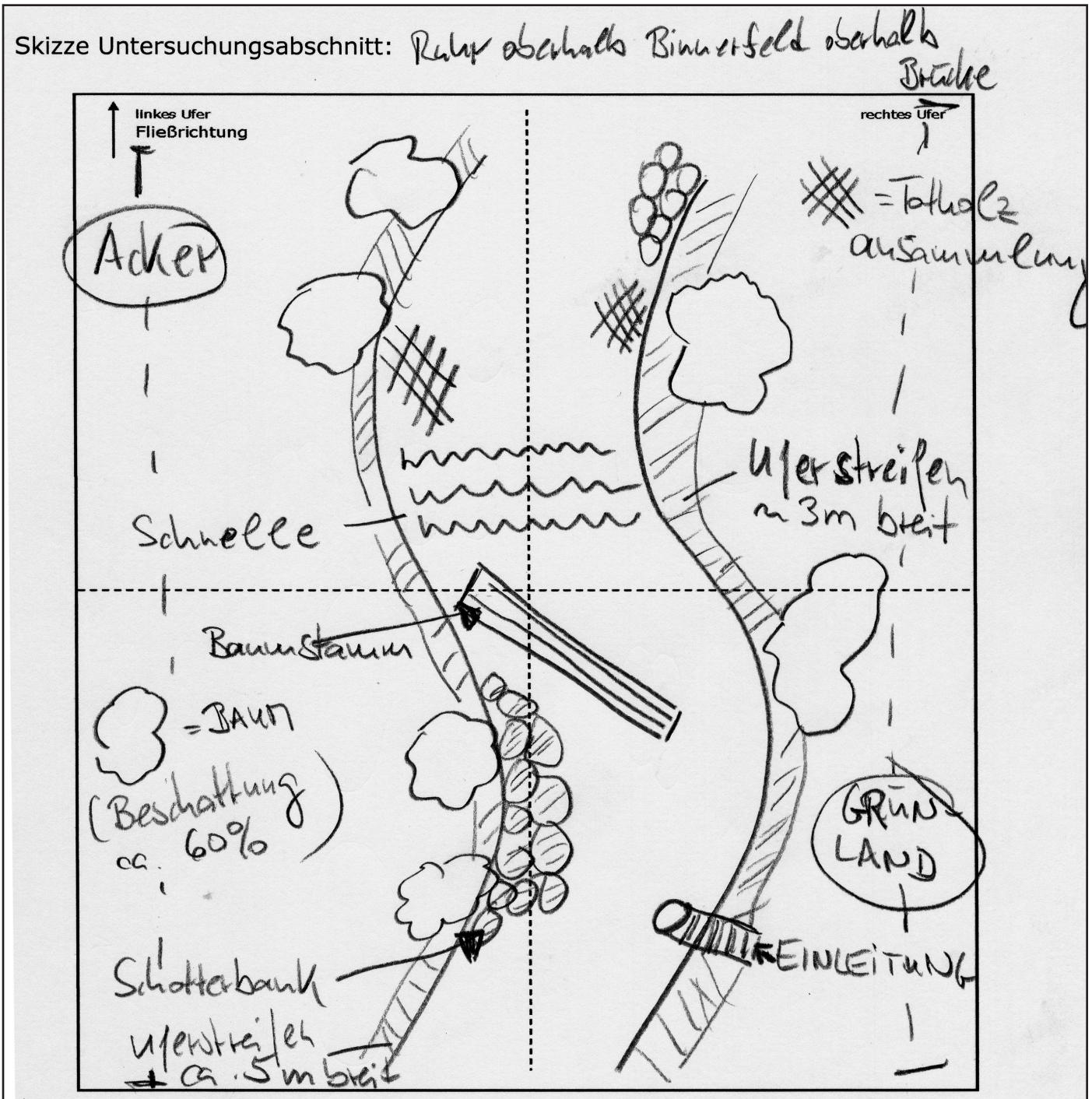
Zeichnen Sie:

Fließgewässerverlauf, Strukturen (Sohle/verschiedene Strömungsbereiche, Einleitungen, Drainagerohre, Querbauwerke?), Uferrandstreifen (Holz?, Krautpflanzen?), Umlandnutzung? Es ist sinnvoll, gleiche Symbole für wiederkehrende Strukturelemente zu verwenden.

<p>↑ <b>Fließrichtung</b></p> <p>linkes Ufer</p>			
			rechtes Ufer



Beispielskizze eines Untersuchungsabschnitts





Zutreffende Merkmalsausprägungen werden umkreist. + = Merkmal vorhanden (keine Mengenangabe, sondern Qualitätsmerkmal!); mehrere Spalten für das jeweilige Qualitätsmerkmal möglich (Mehrfachnennung). Jedes + zählt einen Punkt. Alle anderen Angaben zählen jeweils 2 Punkte. Die chemische Güteklasse ergibt sich durch das Aufsummieren der Punkte jeder Spalte. Die höchste Punktzahl ergibt die chemische Güteklasse.

**Name Fließgewässer/ Probestelle:**

**Datum:**

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					
Langfädige 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>					

\* 5 Steine aus langsam fließenden Bereichen untersuchen.





Beispiel zur Berechnung der chemisch-physikalischen Wasserqualität

Name Fließgewässer/Probestelle: Ruhr 6 StH an Brücke Datum: 13.11.2009

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					
Langfädige 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>	<u>12</u>	<u>14</u>	<u>4</u>		

\* 5 Steine aus langsam fließenden Bereichen untersuchen.




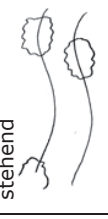









**Datum:**

**Name Fließgewässer/Probestelle:**

Jeweils zutreffende Bewertung eines Merkmals umkreisen. Jede umkreiste Bewertung zählt einen Punkt. Die Strukturgütekategorie ergibt sich durch das Aufsummieren der Punkte jeder Spalte. Die höchste Punktzahl ergibt die Strukturgüte.


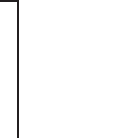
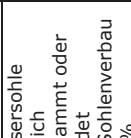



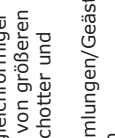

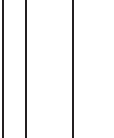
Merkmal/Bewertung	1, sehr gut	2, gut	3, mäßig	4, unbefriedigend	5, schlecht
<b>Nutzung der Aue (siehe FP 8)</b>	Nutzungs-Index zwischen 0,5-1,5	> 1,5-2,5	> 2,5-3,5	> 3,5- 4,5	> 4,5
<b>Uferandstreifen (siehe FP 9)</b>	Breite: > 50 m	5-50 m	2-5 m	1-2 m	< 1 m
<b>Anteile und Dichte hölzerner Ufervegetation (siehe S. 30)</b>	Durchgehend 	Regelmäßig 	Gelegentliche Ansammlungen 	Gelegentlich einzeln stehend 	Keine
<b>Gewässerverlauf (siehe S. 32)</b>	Mäandrierend, oder verzweigt, Gewässer verläuft mehr oder weniger in der Talmitte, kann sich frei bewegen 	Gewunden, überwiegend natürliche Beweglichkeit 	Schwach gewunden, Beweglichkeit eingeschränkt durch Ufersicherung (z.B. Steinschüttung) 	Gestreckt, geringe Beweglichkeit infolge Ufersicherung stark eingeschränkt 	Geradlinig 
<b>Substratdiversität der Gewässersohle (zur Definition von Steinen, Schotter, Kies siehe FP 10)</b>	- Gewässersohle dominiert von Sand oder Kies - Kies-/Sandbänke; Inselbildung - größere Holzansammlungen/ Geäst regelmäßig	- Gewässersohle dominiert von Sand oder Kies - Kies-/Sandbänke und Inselbildung ansatzweise - Holzansammlungen/Geäst vereinzelt	- Gewässersohle dominiert von Sand oder Kies - kleinere Holzansammlungen/Geäst sehr selten	- Gewässersohle über größere Strecken verschlamm - und/oder befestigt	- Gewässersohle einheitlich - verschlamm - und/oder vollständig befestigt
<b>Summe Punkte pro Spalte</b>					



**Datum:**

**Name Fließgewässer/Probestelle:**

Jeweils zutreffende Bewertung eines Merkmals umkreisen. Jede umkreiste Bewertung zählt einen Punkt. Die Strukturgüteklasse ergibt sich durch das Aufsummieren der Punkte jeder Spalte. Die höchste Punktzahl ergibt die Strukturgüte.

Merkmal/Bewertung	1, sehr gut	2, gut	3, mäßig	4, unbefriedigend	5, schlecht
<b>Nutzung der Aue</b> (siehe FP 8)	Nutzungs-Index zwischen 0,5-1,5	> 1,5-2,5	> 2,5-3,5	> 3,5- 4,5	> 4,5
<b>Uferandstreifen</b> (siehe FP 9)	Breite: > 50 m	5-50 m	2-5 m	1-2 m	< 1 m
<b>Anteile und Dichte</b> <b>hölzerner</b> <b>Ufervegetation</b> (siehe S. 30)	Durchgehend 	Regelmäßig 	Gelegentliche Ansammlungen 	Gelegentlich einzeln stehend 	Keine
<b>Gewässerverlauf</b> (siehe S. 32)	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 
<b>Substratdiversität der Gewässersohle</b> (zur Definition von <b>Steinen, Schotter, Kies</b> siehe FP 10)	- Gewässersohle besteht aus unregelmäßiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter, und Kiesen - Kies-/Schotterbänke; Inselbildung - größere Holzansammlungen/ Geäst	- Gewässersohle besteht aus unregelmäßiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter, und Kiesen - Kies-/Schotterbänke und Inselbildung ansatzweise - Holzansammlungen/Geäst vereinzelt	- Sohle mit gleichförmiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter und Kiesen - Holzansammlungen/Geäst sehr selten - oder: Sohlenverbau 20-50 %	- Gewässersohle einheitlich - verschlammte oder versandet - oder: Sohlenverbau 50-80 %	Sohlenverbau > 80 %
<b>Summe Punkte pro Spalte</b>					



Beispiel zur Ermittlung der Strukturgüte

Merkmal/Bewertung	1, sehr gut	2, gut	3, mäßig	4, unbefriedigend	5, schlecht
<b>Nutzung der Aue</b> (siehe FP 8)	Nutzungs-Index zwischen 0,5-1,5	> 1,5-2,5	> 2,5-3,5	> 3,5- 4,5	> 4,5
<b>Uferandstreifen</b> (siehe FP 9)	Breite: > 50 m	5-50 m	2-5 m	1-2 m	< 1 m
<b>Anteile und Dichte hölzerner Ufervegetation</b> (siehe S. 30)	Durchgehend	Regelmäßig	Gelegentliche Ansammlungen	Gelegentlich einzeln stehend	Keine
<b>Gewässerverlauf</b> (siehe S. 32)	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
<b>Substratdiversität der Gewässersohle</b> (zur Definition von Steinen, Schotter, Kies siehe FP 10)	- Gewässersohle besteht aus unregelmäßiger Verteilung von größeren Steinen, Kies - Kies-/Schotterbänke; Inselbildung - größere Holzansammlungen/ Geäst	- Gewässersohle besteht aus unregelmäßiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter, und Kies - Kies-/Schotterbänke und Inselbildung ansatzweise - Holzansammlungen/Geäst vereinzelt	- Sohle mit gleichförmiger Verteilung von größeren Steinen, Schotter und Kies - Holzansammlungen/Geäst sehr selten - oder: Sohlenverbau 20-50 %	- Gewässersohle einheitlich - verschlammte oder versandet - oder: Sohlenverbau 50-80 %	Sohlenverbau > 80 %
<b>Summe Punkte pro Spalte</b>		3	2		



### Berechnung des Nutzungs-Index der Aue

Das FP 8 gewichtet und beurteilt die Nutzung der Aue durch den Menschen am und oberhalb des Untersuchungsabschnitts. Es werden nur die Nutzungen berücksichtigt, die einen Anteil von mindestens 10% aufweisen. In Spalte 1 werden die Nutzungen umkreist, die einen Anteil zwischen 10 bis 50% aufweisen (Mehrfachnennung möglich). In Spalte 2 wird die dominierende Nutzung mit einem Anteil > 50% umkreist. Aus der Spalte 1 wird der Mittelwert gebildet und zum Wert der Spalte 2 addiert. Dann teilt man diese Summe durch 2. Den errechneten Nutzungs-Index trägt man in die Spalte „Nutzung der Aue“ in das FP 6 oder FP 7 ein.

	Spalte 1	Spalte 2		
<b>Nutzung der Aue</b>	<b>10-50%</b>	<b>&gt; 50%</b>		
Naturnaher Wald	1	1		
Natürliche Auenbiotop	1	1		
Brache	2	2		
Grünland	3	3		
Nadelwald	4	4		
Acker	4	4		
Grünanlagen	4	4		
Bebauung	5	5		
Ortslage	5	5		
Deponie	5	5		
Summe Spalte 1				
Mittelwert Spalte 1				
<b>Ergebnis = Mittelwert Spalte 1 + Wert Spalte 2 / 2</b>	<b>+</b>		<b>/2 =</b>	Nutzungs-Index

Beispiel zur Berechnung des Nutzungs-Index der Aue

	Spalte 1	Spalte 2		
<b>Nutzung der Aue</b>	<b>10-50%</b>	<b>&gt; 50%</b>		
Naturnaher Wald	1	1		
Natürliche Auenbiotop	①	1		
Brache	2	2		
Grünland	③	3		
Nadelwald	④	4		
Acker	4	④		
Grünanlagen	4	4		
Bebauung	5	5		
Ortslage	5	5		
Deponie	5	5		
Summe Spalte 1	8			
Mittelwert Spalte 1	2,7			
<b>Ergebnis = Mittelwert Spalte 1 + Wert Spalte 2 / 2</b>	<b>2,7+</b>	<b>4</b>	<b>/2 =</b>	Nutzungs-Index <b>3,35</b>





Name Fließgewässer und Probestelle: \_\_\_\_\_

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

Die Breite wird für jedes Ufer getrennt abgeschätzt. Es wird der %-Anteil der jeweiligen Uferbreite für das linke und rechte Ufer geschätzt. Das dominierende Merkmal wird ins Feldprotokoll *AUSWERTUNG STRUKTURGÜTE* eingetragen (s. S. 26).

Uferrandstreifen, Breite	Linkes Ufer		Rechtes Ufer	
	10-50%	> 50%	10-50%	> 50%
> 50 m				
Gewässerrandstreifen, 5-50 m				
Saumstreifen 2-5 m				
Saumstreifen 1-2 m				
Kein Uferrandstreifen < 1 m				

Beispiel zur Abschätzung der Uferrandstreifens

**Feldprotokoll UFERRANDSTREIFEN, FP 9**

Name Fließgewässer/Probestelle:

Ruhr oberhalb Binnerfeld oberhalb Brücke

Datum: 10/09/2009

Die Breite wird für jedes Ufer getrennt abgeschätzt. Es wird der % Anteil der jeweiligen Uferbreite für das linke und rechte Ufer geschätzt. Das dominierende Merkmal wird ins Feldprotokoll *AUSWERTUNG STRUKTURGÜTE* eingetragen.

Uferrandstreifen, Breite	Linkes Ufer		Rechtes Ufer	
	10-50%	> 50%	10-50%	> 50%
> 50 m		X 60%	X	
Gewässerrandstreifen, 5-50 m	X		X	X 80%
Saumstreifen 2-5 m	X		X	
Saumstreifen 1-2 m				
Kein Uferrandstreifen < 1 m				





**Probestelle:**

**Datum:**

Insgesamt sollen im 100 m-Abschnitt 8 MZB-Proben genommen werden, davon fünf vom dominierenden (häufigsten) Substrattyp (D). Die drei restlichen Proben verteilen sich auf den zweithäufigsten Substrattyp und idealerweise zwei Sonderhabitats, z. B. CPOM und/oder Holzansammlungen\*. Vorgehensweise: Der Untersuchungsabschnitt wird in vier 25 m Abschnitte unterteilt und für jeden Abschnitt wird der dominierende Substrattyp geschätzt und die anderen noch vorhandenen Substrattypen mit einem Kreuz eingetragen. Nachdem für alle vier Abschnitte der jeweils dominierende Substrattyp ermittelt wurde, wird der Substrattyp mit den meisten Ds fünfmal beprobt. Sind zwei Substrattypen gleich häufig (z. B. 2 Ds für Kies und 2 Ds für Schotter) werden jeweils 3 Proben von Kies und 3 Proben vom Schotter genommen. Die restlichen zwei Proben werden von Sonderhabitats genommen.

Substrattypen	Häufigster Substrattyp (ST) im jeweiligen 25 m Abschnitt mit <b>D</b> eintragen, <i>alle</i> anderen ST und Sonderhabitats mit Kreuz				Anzahl zunehmender Proben (P) pro Substrattyp - insg. 8 P!	Bemerkungen
	25	25	25	25		
Große Steine/Blöcke/anstehender Fels (> 20 cm)						
Schotter (6-20 cm)						
Kies (0,2-6 cm)						
Sand (< 2 mm) (fühlt sich an wie feines Schmiergelpapier)						
Ton/Lehm (klebt an den Fingern)						
Schlamm (klebt nicht und nicht wie Schmiergelpapier)						
Künstliche Substrate/Verbau (z.B. Steinschüttungen im Uferbereich oder Sohlenverbau)						
<b>Sonderhabitats</b>						
Algen (fädige Grünalgen, Büschel), siehe Abb. 17						
Untergetauchte Wasserpflanzen						
Wasserpflanzen, deutlich im Wasser aber größter Teil der Pflanze über Wasser						
CPOM** (z.B. Falllaub)						
Lebende Teile von Landpflanzen (z.B. ins Wasser ragende Wurzeln)						
Holz (Stämme, Geäst)						

\* Sind keine oder nur sehr wenige Sonderhabitats vorhanden, z. B. Vorkommen nur in einem 25 m Abschnitt, werden die restlichen drei Proben auf den zweit- und dritthäufigsten Substrattyp verteilt.

\*\* Coarse Particulate Organic Matter = grob partikuläres organisches Material > 2 mm

## Hinweis!

### FPOM:

Fein partikuläres organisches Material (< 1mm). FPOM kann sich als mehr oder weniger dicke Schicht auf anderen Substraten ablagern (siehe Abbildung 19). Sind die dominierenden Substrattypen von einer FPOM-Schicht überdeckt, sollten diese auch mit der FPOM-Schicht beprobt werden!



# FP 10, SUBSTRATZUSAMMENSETZUNG



Beispiel FP 10

Substrattypen	Häufigster Substrattyp (ST) im jeweiligen 25 m Abschnitt mit D eintragen, alle anderen ST und Sonderhabitats mit Kreuz				Anzahl zu nehmender Proben (P) pro Substrattyp - insg. 8 P!	Bemerkungen
	25	25	25	25		
Große Steine / Blöcke / Anstehender Fels (> 20 cm)	x	x	D	x	1	mit FPOM
Schotter (6-20 cm)	D	D	x	D	5	mit FPOM
Kies (0,2-6 cm)	x	x	x	x		
Sand (< 2 mm) (fühlt sich an wie feines Schmiergelpapier)	x			x		
Ton/Lehm (klebt an den Fingern)						
Schlamm (klebt nicht und nicht wie Schmiergelpapier)						
Künstliche Substrate / Verbau (z.B. Ufer- oder Sohlenverbau)	x	x	x	x		UFERBEFESTIGUNG-te. Seite
<b>Sonderhabitats</b>						
Algen (fädige Grünalgen, Büschel)		x	x			
Untergetauchte Wasserpflanzen						
Wasserpflanzen, deutlich im Wasser stehend aber größter Teil der Pflanze über Wasser						
CPOM** (Falllaub)	x	x	x	x	1	
Lebende Teile von Landpflanzen (z.B. ins Wasser ragende Wurzeln)						
Holz (Stämme, Geäst)	x			x	1	

\* Sind keine oder nur sehr wenige Sonderhabitats vorhanden, z.B. Vorkommen nur in einem 25 m Abschnitt, werden die restlichen drei Proben auf den zweit- und dritthäufigsten Substrattyp verteilt.  
 \*\* Coarse Particulate Organic Matter = Grob partikuläres organisches Material.





Im FP 12 werden alle FP 11 zusammengefasst und für jedes Taxon die Individuensumme aus den acht Proben berechnet. Danach wird die jeweilige Individuensumme in eine Häufigkeitsklasse (HK\*) überführt. Zusätzlich werden bestimmte Merkmale der Lebensgemeinschaft am Untersuchungsabschnitt ermittelt, die wichtig sind für die biologische Gesamtbewertung (FP 13).

<b>Fließgewässer/Probestelle:</b>		<b>Datum:</b>	
<b>Probennehmer/Bestimmer:</b>			
<b>Taxon bzw. Taxa (Plural)</b>	<b>Anzahl in Proben (1-8)</b>	<b>Summe</b>	<b>HK</b>
Ephemeroptera (E) = Eintagsfliegen			
Heptageniidae			
Baetidae			
andere Eintagsfliegen			
Plecoptera (P) = Steinfliegen			
Nemouridae			
Perlodidae			
andere Steinfliegen			
Trichoptera (T) = Köcherfliegen			
Wassergeistchen ( <i>Hydropsyche</i> sp.)			
Bergbachköcherfliege ( <i>Rhyacophila</i> sp.)			
Steinchenköcherfliege Typ A			
andere Köcherfliegen			
Coleoptera (C) = Käfer			
Bivalvia (B) = Muscheln			
Odonata (O) = Libellen			
Oligochaeta = Wenigborster			
rote Oligochaeta			
Diptera = Zweiflügler			
rote Zuckmückenlarven (rote Chironomidae)			
andere Zweiflügler			
Weitere Taxa			
<b>Merkmale der Lebensgemeinschaft</b>			
<b>A: Summe HK für EPT**-Taxa</b>			
<b>B: Summe HK für alle Taxa</b>			
<b>C: % Anteil EPT-Taxa an der Lebensgemeinschaft basierend auf HK; Formel: % Anteil EPT = (Summe HK EPT-Taxa / Summe aller HK, inkl. EPT-Taxa) * 100</b>			
<b>D: Anzahl unterscheidbarer EPTCBO***-Taxa (wenn im Mittelgebirge)</b>			
<b>E: Anzahl unterscheidbarer Formen (Taxa) (wenn im Tiefland)</b>			
<b>F: Anzahl Trichoptera Taxa (wenn im Tiefland)</b>			
<b>Für die fett gedruckten Merkmale der Lebensgemeinschaft (A-F) muss auf alle Fälle ein Eintrag erfolgen! Diese Merkmale werden in FP 13 übertragen werden.</b>			
*HK = Häufigkeitsklasse: 1-2 Individuen (I) = HK1, 3-10 I = HK2, 11-30 I = HK3, 31-100 I = HK4, 101-300 I = HK5, 301-1000 I = HK6, >1000 I = HK7			
**EPT = Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera			
***EPTCBO = Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata.			





Beispiel FP 12

<b>Fließgewässer/Probestelle:</b> RUHR b STA ob BRÜCKE		<b>Datum:</b> 13/11/2009	
<b>Probennehmer/Bestimmer:</b>			
<b>Taxon bzw. Taxa (Plural)</b>	<b>Anzahl in Proben (1-8)</b>	<b>Summe</b>	<b>HK</b>
<b>Ephemeroptera (E) = Eintagsfliegen</b>			
Heptageniidae			
Baetidae A B C D E	2+1+2+5	10	2
andere Eintagsfliegen EPEDORUS A B C D E	6+3+3	12	3
<b>Plecoptera (P) = Steinfliegen</b>			
Nemouridae LEUCTRIDAE A B C D E	4+7	11	3
Perlodidae			
andere Steinfliegen A B C D E	6+6	12	3
<b>Trichoptera (T) = Köcherfliegen</b>			
A B C D E F Wassergeistchen ( <i>Hydropsyche</i> sp.)	7+1+22+12+8	50	4
A B C D E F Bergbachköcherfliege ( <i>Rhyacophila</i> sp.)	3+5+6	14	3
Steinchenköcherfliege Typ A			
andere Köcherfliegen A B C D E F	7+3+3	13	3
PHILOPOTANIDAE A B C D E F	3	3	2
<b>Coleoptera (C) = Käfer D</b>			
<b>Bivalvia (B) = Muscheln D</b>			
<b>Odonata (O) = Libellen D</b>			
<b>Oligochaeta = Wenigborster</b>			
rote Oligochaeta B C E	20+8+3	31	4
<b>Diptera = Zweiflügler</b>			
B C E rote Zuckmückenlarven (rote Chironomidae)	3+4	7	2
<b>Weitere Taxa</b>			
B C E EGEL (ERPOBDEMIIDAE)	1+4+6+8	19	3
B C E ANCYLUS TENUIATILIS (Schnecke)	8	8	2
<b>Merkmale der Lebensgemeinschaft</b>			
<b>A: Summe HK für EPT**-Taxa</b> TAXA OBEN MIT A GEKENNZEICHNET			23
<b>B: Summe HK für alle Taxa</b> " " " B " "			34
<b>C: % Anteil EPT-Taxa an der Lebensgemeinschaft basierend auf HK; " " " C " Sicherheit</b>			68
<b>Formel: % Anteil EPT = (Summe HK EPT-Taxa/Summe aller HK, inkl. EPT-Taxa)*100</b>			
<b>D: Anzahl unterscheidbarer EPTCBO***-Taxa (wenn im Mittelgebirge)</b> " " " D "			8
<b>E: Anzahl unterscheidbarer Formen (Taxa) (wenn im Tiefland)</b> " " " E "			11
<b>F: Anzahl Trichoptera Taxa (wenn im Tiefland)</b> " " " F "			4
<b>Für die fett gedruckten Merkmale der Lebensgemeinschaft (A-F) muss auf alle Fälle ein Eintrag erfolgen! Diese Merkmale werden in FP 13 übertragen werden.</b>			
*HK = Häufigkeitsklasse: 1-2 Individuen (I) = HK1, 3-10 I = HK2, 11-30 I = HK3, 31-100 I = HK4, 101-300 I = HK5, 301-1000 I = HK6, >1000 I = HK7			
**EPT = Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera			
***EPTCBO = Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata.			
$\textcircled{*} \% \text{ ANTEIL EPT} = \frac{5(E) + 6(P) + 12(T)}{23(EPT) + 11} \cdot 100 = \frac{23}{34} \cdot 100 = 67,75\% \approx 68\%$			



## FP 13, BIOLOGISCHE FLIEßGEWÄSSERBEWERTUNG - MITTELGEBIRGE, - TIEFLAND



Im FP 13 wird nach bestimmten biologischen Qualitätsmerkmalen im Untersuchungsabschnitt gefragt, die man im FP 12 ermittelt hat bzw. die dort aufgeführt sind. Zutreffende Merkmalsausprägungen bzw. vorhandene Merkmale werden in den Spalten für die jeweilige Güteklasse umkreist. + = Qualitätsmerkmal vorhanden (keine Mengenangabe!); mehrere Spalten für das jeweilige biologische Qualitätsmerkmal möglich (Mehrfachnennung). Auswertung: Jedes + zählt einen Punkt. Alle anderen Angaben zählen jeweils 2 Punkte. Häufigkeitsklassen (HK) beziehen sich auf die Angaben im FP 12. Die biologische Güteklasse ergibt sich durch das Aufsummieren der Punkte jeder Spalte (höchste Punktzahl). Sind nach 16 Kescherproben weniger als 350 Tiere vorhanden, ist das Ergebnis nicht gesichert. Sind in den ersten 8 Kescherproben weniger als 30 Tiere vorhanden, ist der ökologische Zustand „schlecht“.

### 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)	> 19	15-19	10-14	5-9	< 5
% EPT-Taxa (siehe FP 12)	> 65%	51-65%	36-50%	19-35%	< 19%
Plecoptera	++	+	+		
Perlidae	+++	++			
Heptageniidae*	++	+			
<i>Epeorus</i> sp.	++	+			
<i>Bergbachköcherfl.</i> ( <i>Rhyacophila</i> sp.)	+++	++			
<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)	> 19	15-19	10-14	5-9	< 5
% EPT-Taxa (siehe FP 12)	> 45%	36-45%	26-35%	16-25%	< 16%
Anzahl Trichoptera Taxa (siehe FP 12)	> 5	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>					

\* hierzu zählt auch der Aderhaft (*Ecdyonurus* spec.),

\*\* = wenn nur knapp in HK 4, auch hier umkreisen.



Beispiel FP 13

**MITTELGEBIRGE**

**Fließgewässer/Probestelle:** RUHR b STA Oh BRÜCKE

**Datum:** 13/11/2009

Biologische Qualitätsmerkmale	Güteklasse	1, sehr gut	2, gut	3, mäßig	4, unbefriedigend	5, schlecht
Anzahl EPTCBO-Taxa (siehe FP 12)		> 20	15-19	10-14	5-9 2	< 5
% EPT-Taxa (siehe FP 12)		≥ 66% 2	51-65%	36-50%	19-35%	< 20%
Plecoptera		(++) 2	(+) 1	(+) 1		
Perlidae		+++	++			
Heptageniidae*		(++) 2	(+) 1			
<i>Epeorus</i> sp.		(++) 2	(+) 1			
<i>Bergbachköcherfl. (Rhyacophila sp.)</i>		(+++ 3	(++) 2			
<i>Gammarus</i> sp.			HK: 4	HK: 4		
Wassergeistchen ( <i>Hydropsyche</i> sp.)			HK: 3	HK: 4 2	HK: 5	
Rote Zuckmücken (Chironomidae)			HK: 2 2	HK: 3 (4)**	HK: 4	HK: > 4
Summe Schlundegel/Platteneigel				HK: 3 (4)** 2	HK: 4	
Rote Oligochaeta				HK: 3 (4)** 2	HK: 4 2	HK: > 4
<b>Summe Punkte pro Spalte</b>		(11)	(7)	(7)	(4)	

