



LAND

OBERÖSTERREICH

Angewandte Fließgewässerökologie

Grundlagen
und Beispiele

Gewässerschutz
Bericht 36/2007



Angewandte Fließgewässerökologie

Grundlagen und Beispiele

MEDIA-N



INHALTSVERZEICHNIS

EINFÜHRUNG	7
Danksagung.....	7
Zu dieser Broschüre.....	7
Was sind Fließgewässer?.....	8
CHARAKTERISTIK DER NATÜRLICHEN FLIESSGEWÄSSER	9
Das Quellgebiet.....	9
Der Oberlauf.....	12
Der Mittellauf.....	12
Der Unterlauf.....	13
Die Mündung.....	14
GRUNDLAGEN DER FLIESSGEWÄSSERÖKOLOGIE	15
Eigenschaften des Wassers.....	15
Dichte und Dichteanomalie.....	15
Thermische Eigenschaften.....	16
Die unbelebten Umweltfaktoren – abiotische Parameter in Fließgewässern.....	16
Licht.....	16
Temperatur.....	16
Sauerstoff.....	17
Abfluss und Strömung.....	18
Teillebensräume.....	18
Die belebte Umwelt – Lebensgemeinschaften in Fließgewässern.....	19
Biozönotische Gliederung von Fließgewässern.....	20
Primärproduzenten – Wasserpflanzen und Algen.....	21
Sekundärproduzenten und Konsumenten – A) die wirbellosen Kleinlebewesen.....	22
Sekundärproduzenten und Konsumenten – B) die Fischartengemeinschaft.....	25
Destruenten und Reduzenten.....	28
Ernährungstypen der Makrozoobenthosgemeinschaft.....	29
Ernährungstypen der Fischartengemeinschaft.....	30
Stofftransport, Energiefluss und Nahrungsbeziehungen.....	31
Nahrungskette, Nahrungsnetz und Nahrungspyramide.....	32
Konzepte der Fließgewässerökologie.....	33

ANGEWANDTE FLIESSGEWÄSSERÖKOLOGIE **37**

Grundlagen der angewandten Fließgewässerökologie 38

- Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union –
von der biologischen Wassergüte zum ökologischen Zustand 39
- Bioindikatoren 40
- Ökologische Bewertung anhand der Makrozoobenthosfauna 40
- Ökologische Bewertung anhand der Fischfauna 43
- Bestimmung morphologischer Parameter 43
- Ökotoxikologie 45

Angewandte Beispiele in Oberösterreich 47

- Das physikalische, chemische und bakterielle Untersuchungsprogramm
der amtlichen oberösterreichischen Gewässeraufsicht 48
- Das biologische Untersuchungsprogramm der amtlichen oberösterr. Gewässeraufsicht.. 48
- Ökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässer – Fischartengemeinschaft... 50
- Ökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässer – Gewässermorphologie.... 52
- Aufnahme der Quer- und Längsverbauungen – der Wehrkataster 54
- Pramauer Bach – Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit..... 56
- Flusseinzugsgebietsmanagement – Beispiel Aschach 58
- Naturnahes Umgehungsgerinne an der Alm 60
- Revitalisierung Etzelshoferbach..... 62
- Machbarkeitsstudie Aufweitung Untere Traun 63
- Machbarkeitsstudie zur Renaturierung von Sandbach und Leitenbach 64
- Niederschlags-Abfluss-Modell Kremstal..... 66
- Hochwasserrückhaltebecken Teichstätt 68
- Wertvolle Feuchtfächen schützen – „Koaserin“ 69
- Fließgewässermanagement zugunsten bedrohter Tierarten 70
- Artenschutzprojekt Flussperlmuschel 71
- Artenschutzprojekte Stein- und Edelkrebs..... 72
- Restrukturierung – Beispiel „Hamberger Altarm“ 73
- Verbesserung der Wassergüte in Seen 74
- Verbaute Gewässer naturnah gestalten 75
- Hochwasserschutzdamm Machland 76
- Abiotische Leitbilder – Gewässerporträts 77
- Restrukturierung Mattig-Mündungsstrecke..... 79
- Revitalisierung einer alten Mühle..... 80
- Oberösterreichische Wasserschutzberatung 81
- Artenschutzprojekt Bitterling..... 82

ZU DEN ARBEITSBLÄTTERN **83**

LITERATUR **85**



UNSERE FLIESSGEWÄSSER – MEHR ALS WASSERTRANSPORTEURE

Sauberes Wasser ist für uns Menschen lebenswichtig und in unserem wasserreichen Bundesland beinahe eine Selbstverständlichkeit. Doch das Bewusstsein der Menschen für den vielfältigen Lebensraum Fließgewässer muss weiter geschärft werden. Dazu gibt es sicherlich verschiedene Ansätze – einen davon versucht die vorliegende Broschüre zu liefern.

Die Beschreibung der anzutreffenden Lebensgemeinschaften in den Gewässern, als auch die Zusammenfassung der wichtigsten Umwelteinflüsse auf Flora und Fauna der Flüsse und Bäche bilden eine umfangreiche Informationsquelle und auch die Grundlage für die Umsetzung in die Praxis.

Die Bedeutung sauberer Gewässer in deren Gesamtheit – von ihrem Artenreichtum bis zur Bedeutung des Gewässerumlandes für die ökologische Qualität – sind sehr anschaulich dargestellt.

Angewandte Beispiele zeigen die erfolgreiche Umsetzung der Ziele eines effektiven Gewässerschutzes und sollen zum Nachahmen für einen nachhaltigen Umgang mit unserem Wasser einladen.

Wir möchten uns beim Projektteam für die hervorragende geleistete Arbeit bedanken und wünschen bei der Lektüre einen nachhaltigen Erfahrungsgewinn.

Dr. Josef Pühringer
Landeshauptmann



Rudi Anschober
Landesrat für Umwelt, Energie, Wasser
und Konsumentenschutz

EINFÜHRUNG

Danksagung

Dieses Projekt kam durch die Beauftragung und Finanzierung seitens des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/ Gewässerschutz zustande. Die Autoren möchten sich vor allem bei Dr. Günter Müller, Dr. Peter Meisriemler, Dr. Gustav Schay und Mag. Josef Bachinger für ihre Unterstützung und wertvollen fachlichen Beiträge bedanken.

Weiters möchten wir auch Dr. Peter Anderwald (Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/ Gewässerschutz), DI Thomas Kibler (Gewässerbezirk Grieskirchen), DI Josef Mader (Gewässerbezirk Braunau) und Mag. Wolfgang Heinisch (Büro Landesrat Anshober) für die Bereitstellung von Informationsmaterial und die fachlichen Diskussionen danken.

Unser Dank ergeht ebenfalls an alle jene Personen, die Informationen und Ergänzungen für die Präsentation der Beispielprojekte zur Verfügung gestellt haben. Auch allen „Unterstützern im Hintergrund“ sei auf diesem Wege gedankt, ohne deren Autorisierungen und Zustimmungen für die Veröffentlichung der einzelnen Beiträge diese Arbeit nicht vollendet werden hätte können.

Nicht zuletzt möchten wir uns bei allen Personen bedanken, die bei der Durchsicht der Manuskripte zur Fehlerminimierung und Vervollständigung der Broschüre beigetragen haben.

Die Autoren wünschen allen Lesern viel Freude und viel Wissenszugewinn beim Schmökern in dieser Broschüre!

Zu dieser Broschüre

Fließgewässer werden von vielen Menschen nur noch als Transportkanäle wahrgenommen, die einerseits zur Wasserversorgung und andererseits zur Abfuhr des gebrauchten Wassers dienen. Um das Bewusstsein der Menschen für den Lebensraum Fließgewässer mit seiner Komplexität und Vielfaltigkeit zu schärfen, ist es unumgänglich, die entsprechende Aufmerksamkeit möglichst vieler Personen zu wecken. Für die nachhaltige Erhaltung intakter Gewässer gilt es, ihren Wert denjenigen Menschen zu vermitteln, die dieses Wissen als Multiplikatoren in der Gesellschaft verbreiten.

Die Abteilung Wasserwirtschaft / Gewässerschutz des Amtes der Oö. Landesregierung hat es sich deshalb zur Aufgabe gemacht, die Gewässerökologie anhand anschaulicher Beispiele in Oberösterreich in Form der vorliegenden Broschüre verständlich und greifbar zu vermitteln.

Auf die allgemeine Einführung in die abiotischen Faktoren folgt die Beschreibung der Lebensgemeinschaften in Fließgewässern.

Diese Broschüre soll eine überblicksmäßige Informationsquelle darstellen, die in Bezug auf Fließgewässer sowohl theoretische Hintergründe als auch angewandte Beispiele der gewässerökologischen Praxisarbeit erläutert.

Der persönliche Bezug für jeden Leser wird durch die vorrangig in Oberösterreich gelegenen Gewässer- und Projektbeispiele hergestellt, die auch selbst erkundet werden können.



Was sind Fließgewässer?

Ganz allgemein betrachtet stellen Fließgewässer eine direkte Verbindung zwischen dem Wasser, das in Wolken gebunden ist, und dem Meer dar. Über Bäche und Flüsse wird den Ozeanen jenes Wasser wieder zugeführt, das sie durch Verdunstung an die Atmosphäre abgegeben haben.

Betrachtet man die Entwicklung eines Fließgewässers in seinem Längsverlauf, sollte man deshalb nicht erst bei seiner Quelle beginnen. Am Anfang stehen jene Wassermoleküle, die sich in Wolken zu Tropfen sammeln und schließlich über dem Festland abregnen. Je nach den geologischen Gegebenheiten, nach der Vegetation im Umland und nach der Neigung des Geländes sickert ein bestimmter Anteil des Regenwassers in den Boden. Nach einiger Zeit und

nach der Passage verschiedenster Erd- und Gesteinsschichten stößt das Regenwasser auf wasserundurchlässige Schichten und wird so lange weitergeleitet, bis es am tiefsten Punkt ein mehr oder weniger großes Reservoir, den Grundwasserkörper, erreicht hat. Von den Grundwasserkörpern aus nehmen die meisten Gewässer ihren nun auch an der Oberfläche als Quelle sichtbaren Ausgang.

Am globalen Wasserkreislauf haben Fließgewässer mit 0,0002 % nur einen sehr geringen Anteil. Sie stellen jedoch als Verbindung zwischen den großen Wasserreservoirs, den Grundwasserkörpern, den Meeren und dem als Eis und Schnee gebundenen Wasser, ein maßgebliches Bindeglied dar (Abb. 1).

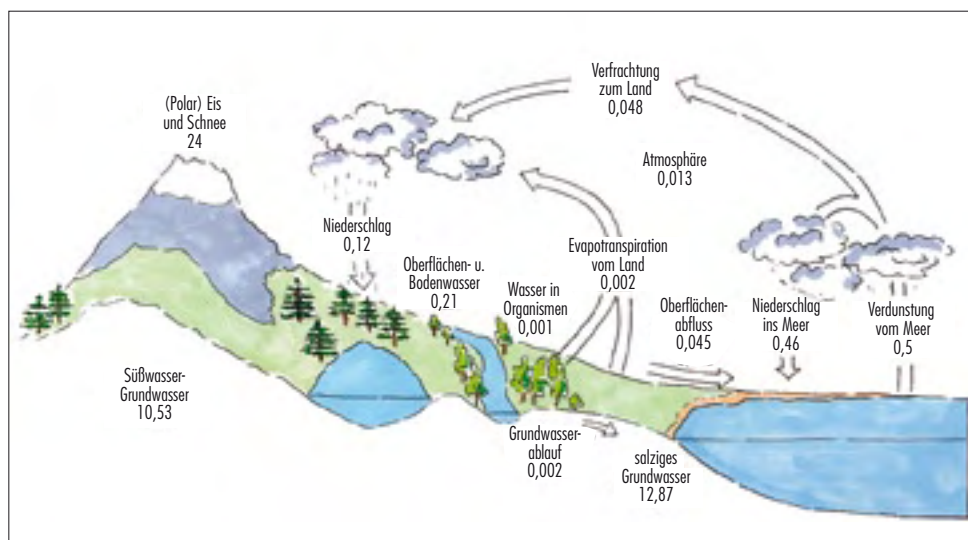
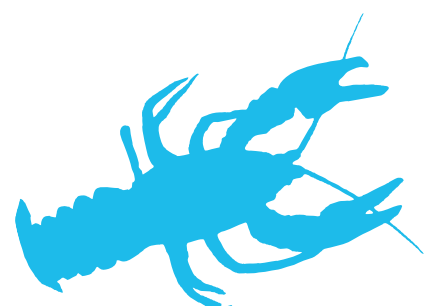


Abb. 1: Schematisierte Darstellung des Wasserkreislaufes auf der Erde. Die Pfeile symbolisieren die jährlich in Transport befindlichen Wassermengen in Millionen km³. (Grafik in Anlehnung an JUNGWIRTH et al. 2003)



CHARAKTERISTIK DER NATÜRLICHEN FLIESSGEWÄSSER

Im Wesentlichen wirken im Längsverlauf immer dieselben Umweltfaktoren auf ein Fließgewässer ein. Diese unterliegen allerdings charakteristischen Veränderungen im Längsverlauf und nehmen in ihrer Intensität kontinuierlich zu oder ab. Damit zusammenhängend ändert sich zwar auch das Erscheinungsbild des Flusses sukzessive. Dennoch können fünf aufeinanderfolgende Abschnitte deutlich voneinander unterschieden werden. Die Übergangsbereiche zwischen den Abschnitten können eindeutig und kurz, in Abhängigkeit von den einzelnen Parametern unter Umständen aber auch sehr lang sein. Zur Beschreibung der Regionen wird in Abb. 2 der schematisierte Längsverlauf eines Flusses gezeigt, der an der Quelle beginnt und über den Ober-, Mittel und Unterlauf bis zur Mündung fließt. Im Folgenden sollen diese einzelnen Abschnitte kurz vorgestellt und charakterisiert werden und typische, im Freiland leicht erkennbare Parameter, wie Gefälle und damit zusammenhängend Fließgeschwindigkeit und Beschaffenheit des Gewässerbettmaterials, veranschaulicht werden. Abb. 2 zum schematisierten Längsverlauf eines Fließgewässers kann auf der nächsten Doppelseite betrachtet werden.

Das Quellgebiet

Je nach der Beschaffenheit des Geländes tritt das Grundwasser in unterschiedlichen Quelltypen zutage. In flachen Senken können „Quelltöpfe“ entstehen, die sich mit Grundwasser füllen und dieses an den daran anschließenden Quellbach abgeben. Eine solche Quellform wird Tümpelquelle oder Limnokrene genannt. Liegt kein solcher Quelltopf vor, sondern sickert das Wasser an mehreren Stellen nebeneinander diffus aus dem Boden, um sich dann in einem größeren Rinnsal zu sammeln, spricht man von einer Sumpf- oder Sickerquelle, im Fachjargon auch

als Helokrene bezeichnet. Im Gegensatz dazu findet man bei stärkerer Hangneigung, also vor allem im Gebirge, den Typ der Sturzquelle oder Rheokrene, bei der das austretende Wasser direkt in Form eines Quellbaches aus dem Gestein zutage tritt (Abb. 3).



Abb. 3: Bei der Rheokrene fließt das Wasser direkt als Quellbach aus dem Muttergestein.

Aus der Quelle austretendes Wasser hat das ganze Jahr über eine konstant kühle Temperatur, ist nährstoff- und sauerstoffarm, jedoch reich an Kohlendioxid. Die Sauerstoffarmut ergibt sich dadurch, dass der Großteil der organischen Stoffe, die sich bei der Passage des Wassers durch den Boden darin gelöst haben, von Mikroorganismen unter Sauerstoffverbrauch und Abgabe von Kohlendioxid zersetzt wurde. Quellwasser ist deshalb kalt, weil in den oberen Schichten des Erdinneren vergleichsweise kühle Temperaturen herrschen. Selbst in trockenen Wüstengebieten ist Quellwasser relativ kalt, und die niedrige Temperatur wird auch als Zeichen für qualitativ hochwertiges Grundwasser gedeutet. Unmittelbar an den Quellaustritt schließt der Quellbach an, der noch viele Eigenschaften der Quelle aufweist. Aufgrund des Übergangscharakters zwischen der Quelle und dem eigentlichen Bachabschnitt gibt es mit einigen wenigen Ausnahmen praktisch keine




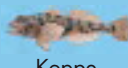



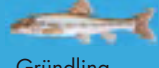



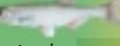
Charakteristik der natürlichen Fließgewässer







Oberlauf
gestreckter Bachlauf

Mittellauf
Umlagerungsstrecke

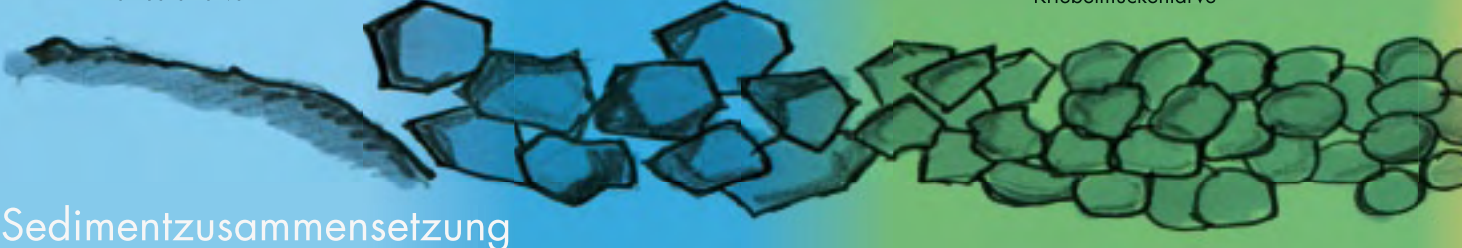
Fischregionen

Forellenregion	Äschenregion	Barbenregion
 Forelle	 Äsche	 Barbe
 Koppe	 Schneider	 Hasel
 Elritze	 Gründling	 Aitel
	 Nase	 Flussbarsch
		 Laube

Makrozoobenthos

 Lidmückenlarve	 köcherlose Köcherfliegenlarve	 Steinfliegenlarve	 Kriebelmückenlarve
---	--	--	---

Sedimentzusammensetzung





Unterlauf

Mäanderstrecke, begleitende Auwälder

Mündung

Anlandung, Brackwasser

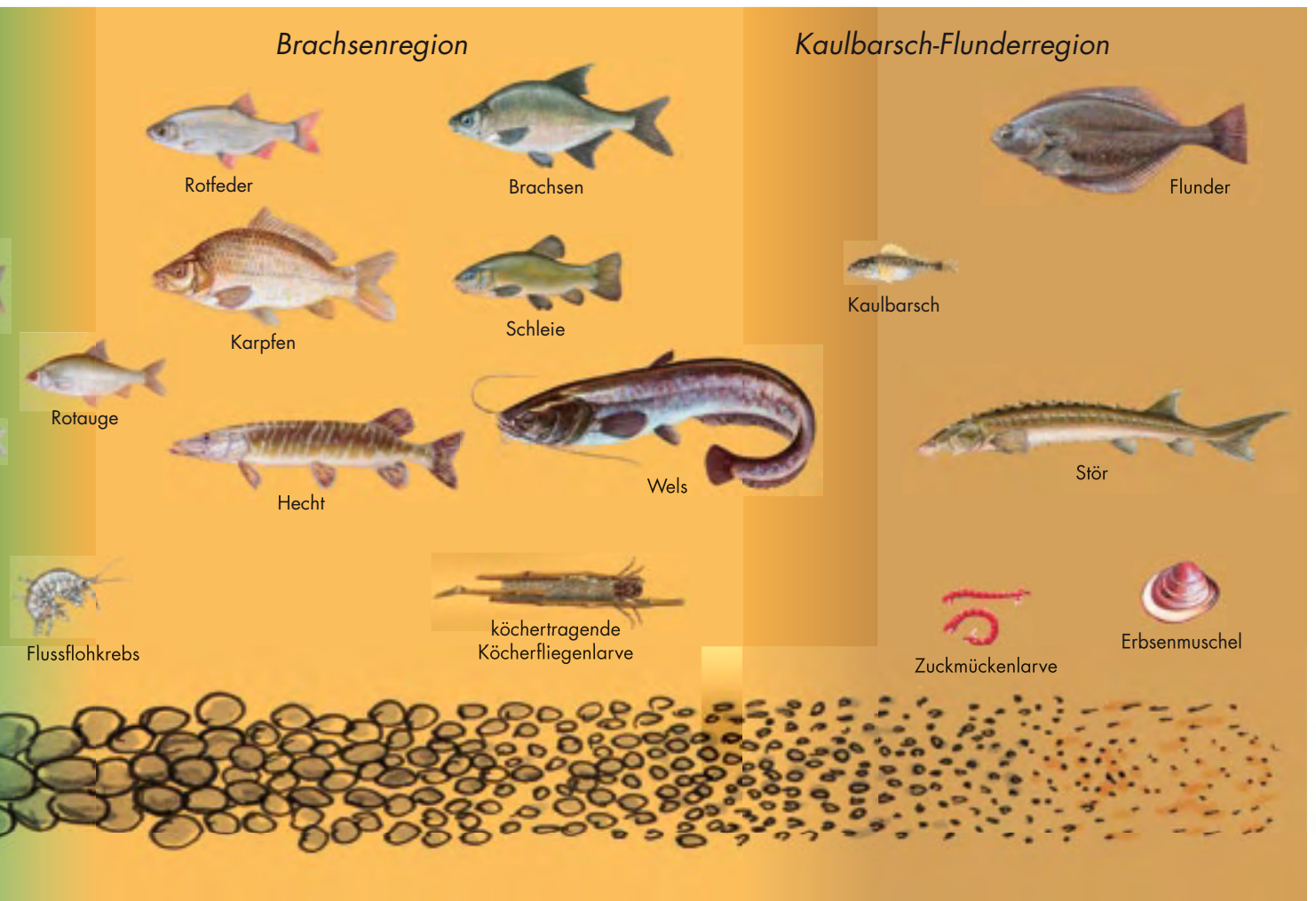


Abb. 2: Schematisierter Längsverlauf eines Fließgewässers (Schema-Zeichnungen: Uli Bart | Fischzeichnungen: mit freundlicher Genehmigung der BLV Buchverlag GmbH, des Verlags Eugen Ulmer KG und Axel Kielland / Verlag Gyldendal Fakta).

Organismen, die sich auf diesen sehr kleinräumigen Lebensraum spezialisiert haben. Hier findet sich eine Mischung aus Quell- und Bachbewohnern.

Der Oberlauf

Münden mehrere Quellbäche ineinander, kommt es rasch zur Bildung eines Baches. Dieser relativ geradlinig verlaufende Abschnitt wird auch Oberlauf genannt. Vor allem in der Alpen- und Voralpenregion Oberösterreichs zeichnet sich der typische Bach durch hohes Gefälle aus, da das Wasser auf einer relativ kurzen Strecke einen großen Höhenunterschied überwindet. Das Wasser erreicht in diesem steilen Gelände hohe Fließgeschwindigkeiten und hat genügend Energie, um größere Objekte in Bewegung zu setzen. Der Bach gräbt sich aufgrund seiner hohen Bewegungsenergie auch in den Untergrund ein und legt Gesteinsmaterial frei, das er im weiteren Verlauf in Richtung Tal transportiert. Dieser so genannte Geschiebetrieb, also die Gesamtheit an Gesteinsbrocken, Schotter, Kies, Sand, Schluff, kurz, aller transportierter Mineralien, hängt sehr stark von der Fließgeschwindigkeit des Baches ab. Da ein Gutteil der Bäche im Gebirge entspringt und somit auch ein hohes Gefälle überwinden muss, bleiben im typischen Bachbett nur jene Größenklassen liegen, die das Gewässer nicht mehr abtransportieren kann, also hauptsächlich große Steinblöcke und grobkörniger Schotter (Abb. 4).

Der große Gefälleunterschied und die hohe Fließgeschwindigkeit verursachen üblicherweise auch einen relativ geradlinigen Verlauf des Oberlaufes. Das Wasser sucht sich infolge der Schwerkraft den kürzesten Weg talabwärts.

Im Oberlauf der Bäche findet man eine stete Aufeinanderfolge tiefer, ausgewaschener Bereiche (sie werden auch Kolke oder Gumpen genannt) und flach überströmter Furten. Das Bachbett ist natürlicher Weise sehr reich strukturiert, große Steine, unterspülte Wurzeln und Totholzablagerungen prägen das Bild. Diese Strukturen sind für die bachbewohnenden Organismen von großer Bedeutung, da sich hier Falllaub und anderes grobpartikuläres Material ansammelt, das sonst von der Strömung fortgespült und dem System Bach als Nahrungsquelle verloren gehen würde.



Abb. 4: Im Kremsoberlauf bilden hauptsächlich große Steine das Bachbett.

Kühle Wassertemperaturen im Sommer, hohe Fließgeschwindigkeiten, grobkörniges Substrat sowie Struktur- und Sauerstoffreichtum sind Faktoren, an die die Bewohner des Gebirgsbaches angepasst sind. Vor allem an die hohen Strömungsgeschwindigkeiten haben die typischen Bachorganismen im Laufe der Evolution eine Vielzahl von Anpassungen entwickelt, die später noch vorgestellt werden.

Der Mittellauf

Der geradlinige, gestreckte Oberlauf der Bäche geht in den tieferen Tallagen in den stark verzweigten Mittellauf über. Während weiter oben noch Erosionskräfte wirksam sind, die eine Eintiefung des Bachbettes mit sich bringen, überwiegt nun die Umlageungstätigkeit. Die Energie des Wasserkörpers reicht auch bei erhöhter Wasserführung meist nicht mehr aus, um große Gesteinsbrocken zu bewegen. Bei den immer wiederkehrenden, natürlichen Hochwasserereignissen werden aber großflächige Kies- und Schotterbänke umgelagert, abgetragen und neu gebildet. Sie sind kennzeichnend für diesen Gewässerabschnitt. Den von Dynamik geprägten Lebensraum der Schotterbänke können nur wenige Pionierpflanzen nutzen. Die ausgedehnten Flächen sind deshalb nur wenig bewachsen und in charakteristischer Weise von vielfältigen Seitenarmen überströmt. Aufgrund der zahlreichen Verzweigungen des Hauptgewässers wird der Mittellauf auch Furkations- oder Umlageungszone genannt.

In Haupt- und Seitenarmen der stark verzweigten Bachläufe steht den Gewässerorganismen eine Vielzahl unterschiedlicher Teillebensräume zur Verfügung. Durch dieses reichhaltige Angebot nimmt die Artenvielfalt im Vergleich zum weiter stromaufwärts gelegenen Oberlauf zu. Wesentlich für die Entwicklung und Erhaltung der mannigfaltigen Lebensgemeinschaft ist jedenfalls die Vernetzung der Teillebensräume, weil die Organismen im Laufe ihres Lebens unterschiedliche Ansprüche an ihre Umwelt haben.



Abb. 5: Großflächige Schotterbänke, wie hier an der Alm, sind typisch für den Mittellauf von Fließgewässern.

Viele große Flüsse haben in Österreich ihren Mittellauf, sodass die ausgedehnten Schotterflächen von beispielsweise Alm, Traun oder Inn das Landschaftsbild entscheidend mitprägen konnten (Abb. 5).

Der Unterlauf

Mit dem abnehmenden Gefälle im Flachland nimmt auch die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers ab. Der Wasserkörper hat nun weniger Energie, um Steine und Kies zu transportieren, womit Schotterbänke immer seltener werden. Stattdessen tritt die so genannte Seitenerosion des Flusslaufes in den Vordergrund, der nun in weiten Bögen, den Mäandern, fließt (Abb. 6).

Die einzelnen **Mäander** können sich so stark schlingen, dass sich ihre Enden fast berühren. Wenn bei einem Hochwasser dann das noch vorhandene Erdmaterial weggeschwemmt wird, spricht man von einem Mäanderdurchbruch. Einerseits bildet sich



Abb. 6: Typischerweise zeichnet sich ein Tieflandfluss (als Beispiel hier der Unterlauf der Antiesen) durch ausladende Mänderschlingen aus. Quelle: Google Earth.

dabei ein neuer, geradliniger und verkürzter Flussabschnitt, andererseits entsteht in der nunmehr weniger durchströmten Flussschlinge, die auch als Altarm bezeichnet wird, ein neuer Lebensraum mit völlig anderen Lebensbedingungen. Die stärkste Veränderung betrifft sicherlich den Parameter Strömung, der zur Gänze wegfällt, aber auch die Sauerstoff- und Nährstoffverhältnisse ändern sich völlig. Auch weiter im Hinterland der mäandrierenden Tieflandflüsse bilden sich in den vielfältigen Auwäldern zahlreiche Lebensräume in unterschiedlichsten Ausprägungen, die mit zunehmender Entfernung vom Flusslauf immer weniger mit diesem in Verbindung stehen.

Hochwasserereignisse, Veränderungen des Grundwasserstandes und wechselnde Bedingungen im Fluss selbst bewirken im Unterlauf die Ausbildung vielschichtig aufgebauter Übergänge vom Wasser zum Land in Form mannigfaltiger Gewässerarten (Abb. 7). Mit diesen Einflüssen ändern sich auch die Lebensraum bestimmenden Faktoren wie Temperatur, Nährstoffgehalt oder Bodenbeschaffenheit (z.B. das Verhältnis der Sedimentzusammensetzung Sand : Kies : Schotter). Am Grund von stehenden Tümpeln dominiert beispielsweise Schlamm, in durchflossenen Seitenarmen bilden sich hingegen auch Kies- und Schotterbänke aus. Der Auwald ist jedenfalls durch die größtmögliche Vernetzung des Wassers mit dem umgebenden Land gekennzeichnet.



Abb. 7: *Vielfältige Stillgewässer sind charakteristisch für Auwälder.*

Die beschriebenen, kontinuierlichen Veränderungen im Flusslauf selbst haben auch zu einem völligen Wandel der Ökologie geführt. Aus den sauerstoffreichen, sommerkalt, klaren und turbulent fließenden Bächen wird nun ein im flachen Talboden gemächlich verlaufender Fluss mit geringem Sauerstoffgehalt, der sich durch hohe Trübe und hohe Wassertemperaturen im Sommer auszeichnet. Die in diesen Gewässern lebenden Organismen weisen Merkmale auf, die nicht viel mit jenen der Bachbewohner gemeinsam haben. Vielmehr finden sich mit abnehmender Strömungsgeschwindigkeit, steigender Temperatur und feinerem Sediment immer mehr Wasserbewohner, die man auch in stehenden Gewässern des Auwaldes antrifft. Die typischen Organismen dieser Gewässerzonen sind zweifelsohne noch stärker auf die Vernetzung und Interaktion zwischen den Teillebensräumen angewiesen als beispielsweise im Mittellauf.

Die Mündung

Am Ende ihres Laufes münden Flüsse entweder in andere, größere Fließgewässer, in Seen oder in das Meer. Als ökologische Besonderheit tritt die Mündung in das Meer hervor, wo sich das Süßwasser mit salzigem Meerwasser zu Brackwasser vermischt. Die prägende Eigenschaft ist der hohe Salzgehalt im Wasser, durch den die Anzahl der Tier- und Pflanzenarten in diesem Übergangsbereich wesentlich geringer als im Fluss selbst ist. Wassertrübe und Nährstoffgehalt steigen durch zahlreiche abgestorbene Lebewesen im Mündungsbereich besonders stark an. Einherge-

hend mit dem nunmehr kaum vorhandenen Gefälle nimmt auch die Fließgeschwindigkeit stark ab. Im Wasserkörper mitgeführter Sand und vermehrt auch Schlamm lagern sich am Gewässergrund ab, sodass die Mündungsbereiche der meisten großen Flüsse durch Auflandungsvorgänge infolge der mitgeführten Geschiebefracht geprägt sind. Es entsteht ein charakteristisches, weit ins Meer hinausreichendes Delta. Beispielsweise bildet die Donau bei ihrer Mündung in das Schwarze Meer ein 5.000 km² großes **Delta**, nach jenem der Wolga das zweitgrößte Flussdelta Europas (Abb. 8).



Abb. 8: *Rund um das Donaudelta finden sich Überreste charakteristischer Flussbewohner an den Stränden des Schwarzen Meeres. (Foto: H. Blatterer).*

Seltener als Deltamündungen sind Trichtermündungen, die Ästuarie. Sie bilden sich vor allem an Flachküsten mit großem Tidenhub, wo die Gezeitenströme die Flussmündungen trichterförmig landeinwärts erweitern. Die Abtragung von Land durch Ebbe und Flut ist hier im Vergleich zur Geschiebefracht des Flusses größer. Das weltweit größte Ästuar ist jenes des Amazonas. In Europa münden beispielsweise einige Flüsse an der Nordküste Deutschlands und die Themse in Ästuaren.

Durch die Sonneneinstrahlung verdunstet Wasser aus dem Meer, sammelt sich in Wolken und fällt als Regen wieder zur Erde zurück. Ein kleiner Teil dieses Regens versickert im Boden und speist das Grundwasser, unseren wertvollsten Süßwasserspeicher. Indem Grundwasser in Quellen wieder an der Erdoberfläche zu Tage tritt, schließt sich auch der Wasserkreislauf, und die Reise des Wassertropfens kann von vorne beginnen.

GRUNDLAGEN DER FLIESSGEWÄSSERÖKOLOGIE

Eigenschaften des Wassers

Flüssiges Wasser ist das wichtigste Element auf der Erde. Ohne Wasser wäre kein Leben in der uns bekannten Form auf der Erde möglich, denn alle Lebewesen hängen vom Wasser ab.

Das Verhalten der Wassermoleküle gegenüber anderen Stoffen hat weit reichende Konsequenzen für die Lebensgemeinschaft. Wasserlöslichkeit und Wasserunlöslichkeit von Substanzen, wasserabweisende und nicht wasserabweisende Flächen haben sich überall dort gebildet, wo sie für das Überleben der Organismen wesentlich sind. Beispielsweise haben im Wasser lebende Tiere wasserabweisende Körperoberflächen, damit bei der Bewegung der Reibungswiderstand minimiert wird beziehungsweise Wasser nicht ungehindert in den Körper eindringen kann. Lebensnotwendige Mineralien oder andere Stoffe lösen sich im Wasser auf und können so zu ihrem Bestimmungsort im Körper transportiert werden.

Auch die **Oberflächenspannung** eines Wasserkörpers an der Grenze zur Luft soll nicht unerwähnt bleiben. Viele Kleinlebewesen nutzen dieses Oberflächenhäutchen, die Grenzflächenlamelle, um sich daran anzuheften (z.B. Mückenlarven im Wasser) oder darauf zu laufen (z.B. Wasserläufer). Die Oberflächenspannung wird von im Wasser gelösten Substanzen beeinflusst. Ende des 20. Jahrhunderts stellten vor allem Inhaltsstoffe aus Waschmitteln (Tenside) ein wesentliches Problem diesbezüglich dar, da sie die Oberflächenspannung stark herabsetzen. Dank der Veränderung der Waschmittelzusammensetzung und der verbesserten Klärleistung von Abwasserreinigungsanlagen konnte in den vergangenen Jahren dieses Problem weitgehend entschärft werden.

Von den spezifischen physikalischen Eigenschaften des Wassers sind vor allem Dichte und Dichteanomalie sowie thermische Eigenschaften für die Organismen und Ökosysteme von besonderer Bedeutung.

Dichte und Dichteanomalie

Das spezifische Gewicht reinen Wassers beträgt an der Erdoberfläche bei 4°C ein Kilogramm pro Liter, und Wasser hat bei dieser Temperatur auch seine höchste Dichte. Mit steigendem Gehalt an gelösten Stoffen nimmt die Dichte zu, weshalb Meerwasser mit 35 ‰ Salzgehalt die etwas höhere Dichte von 1,03 kg/l hat. Die Dichteunterschiede zwischen den verschiedenen Süßwasserreservoirs sind wesentlich geringer, jedoch reichen die kleinen Differenzen bereits aus, um sich nachhaltig auf die Vorgänge in den Ökosystemen auszuwirken. So bilden sich beispielsweise in Seen übereinander liegende Wasserschichten unterschiedlicher Dichte aus, was für chemische und biologische Vorgänge wesentliche Auswirkungen hat.

Mit abnehmender Temperatur nimmt die Dichte des Wassers ab, bis es schließlich bei 0°C zur Kristallausbildung und zum Gefrieren kommt. Aus flüssigem Wasser entsteht festes Eis. Die Kristallstruktur des Eises weist eine geringere Dichte als Wasser auf, weshalb Eis auf der Wasseroberfläche schwimmt. Wesentlich ist diese Eigenschaft beim Zufrieren der Seen im Winter, da der aquatische Lebensraum bestehen bleibt und die oberflächliche Eisdecke die tieferen Wasserschichten vor dem Gefrieren schützt. In den tiefliegenden Wasserkörpern hat Wasser wegen des hohen Druckes seine größte Dichte und eine Temperatur von rund 4°C.

In Fließgewässern bildet sich hingegen nur selten eine Eisdecke, da die permanente Bewegung der Wasserwellen dies erschwert. So kann es nur während lange andauernder Kälteperioden im Winter zur Ausbildung einer dicken Eisschicht über einem Bach oder Fluss kommen, unter der das Wasser abfließt. Steigt der Abfluss dann infolge eines Wetterumschwunges schneller als das oberflächliche Eis



schmilzt, so bricht die Eisdecke, und Eisplatten werden ähnlich wie Treibeis von der Wasserwelle weggeschwemmt. An Hindernissen oder Engstellen türmen sich die Eisplatten auf und können stauende Barrieren bilden, hinter denen es zu Überschwemmungen kommen kann. Bricht die Eisbarriere von selbst, kann manchmal auch eine Flutwelle aus Eisbrocken und Wasser stromabwärts schießen. Die treibende Wasserwelle drückt die Eisschollen auch an die Uferböschungen, wo enorme erodierende Kräfte frei werden. Immer wieder verursacht dieser „Eisstoß“ Schäden an Uferverbauungen oder Brücken, beziehungsweise setzen die Eisschollen der Ufervegetation erheblich zu.

An besonders kalten Wintertagen kann es in flachen Fließgewässern auch zur Ausbildung von „Grundeis“ kommen. Grundeis bildet sich allerdings nur, wenn das abfließende Wasser annähernd 0°C hat und die Kristallisation an der Sohle oder im Strömungsschatten von Hindernissen, wo beinahe keine Strömung herrscht, möglich ist. In der fließenden Welle werden die Eiskristalle hingegen immer wieder zerstört und weggeschwemmt.

Mit steigender Temperatur über 4°C nimmt die Dichte des Wassers wieder ab, bis sie bei 100°C, wenn Wasserdampf entsteht, ihr Minimum erreicht. Wasserdampf ist der gasförmige Zustand des Wassers.

Thermische Eigenschaften

Beim Schmelzen von festem Eis zu flüssigem Wasser wird Schmelzwärme und beim Verdampfen die so genannte Verdampfungs- oder Kondensationswärme frei. Die freiwerdende Energie ist im Vergleich zu jener anderer Stoffe besonders hoch, weshalb Wasser für den Wärmehaushalt der Natur einen **guten Wärmespeicher** darstellt, der starke Temperaturschwankungen gut ausgleichen kann. Gewässer sind deshalb relativ ausgeglichene Lebensräume mit einem hohen Temperaturpuffervermögen gegenüber den natürlichen tages- und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen der Atmosphäre.

Wesentlich für den Wärmehaushalt der Gewässer ist auch die **geringe Wärmeleitfähigkeit** des Wassers. Das bedeutet, dass der Wärmetransport im Gewässer vor allem durch Bewegung der Wasserwelle pas-

siert und nur in sehr untergeordnetem Maße durch Wärmeleitung.

Die unbelebten Umweltfaktoren – abiotische Parameter in Fließgewässern

Die Gewässerlebensräume sind einerseits durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers geprägt. Andererseits wirken unbelebte Faktoren aus der Umwelt ein, die charakteristische Bedingungen mit sich bringen und auf diese Weise zur Ausbildung der uns bekannten Formen- und Artenvielfalt führen.

Licht

Licht steht in den Gewässern vor allem in Form der **Sonneneinstrahlung** zur Verfügung. Mit Hilfe von Licht können sich Lebewesen optisch orientieren, es steuert tages- und jahreszeitliche Vorgänge und stellt die wichtigste Energiequelle der Gewässer dar. Wasserpflanzen benötigen, wie alle Pflanzen, Licht zur Photosynthese und zum Aufbau organischer Substanz. Sie stellen die Basis der Nahrungskette dar. Wie weit sich Licht im Wasserkörper ausbreiten kann, hängt wesentlich davon ab, wie viele Schwebstoffe das Wasser trüben. In klaren Gewässern wachsen Unterwasserpflanzen deshalb auch in größeren Tiefen, während sie in trüben Seen und Flüssen nur nahe der Oberfläche gedeihen.

Temperatur

Die auf die Gewässeroberfläche eintreffende Sonneneinstrahlung führt vor allem zur Erwärmung der oberen Wasserschichten. Die warme Oberflächenwasserschicht in Seen bleibt während der Sommermonate bestehen, da die größere Dichte des tieferen und kälteren Wasserkörpers die Durchmischung verhindert. Das warme Oberflächenwasser lagert sich schichtartig über den kalten Tiefenwasserkörper, sodass in der Seenkunde auch von der „Schichtung“ der unterschiedlichen Wasserkörper gesprochen wird. Durch die Einwirkung von Wind kommt es aber im Frühjahr und Herbst, wenn die Temperatur- und Dichteunterschiede zwischen den Wasserschichten nicht so deutlich ausgeprägt sind, zu einer Vermi-



schung der Wasserkörper. Einerseits führt dies zum Temperaturengleich im gesamten See, andererseits wird der Wasserkörper am Grund der Seen erneuert, da das kühle und nährstoffreiche Tiefenwasser an die Oberfläche gelangt und wärmeres, sauerstoffreiches Oberflächenwasser in die Tiefe transportiert wird. In Fließgewässern kommt es wegen der kontinuierlichen Durchmischung des Wasserkörpers in der Regel nicht zur Ausbildung verschieden warmer Wasserschichten in unterschiedlichen Tiefen. Im Längsverlauf der Flüsse sind die aufeinander folgenden Abschnitte aber sehr wohl durch unterschiedliche Temperaturcharakteristika gekennzeichnet. Während die Temperatur der Quellen das ganze Jahr über relativ konstant bleibt, ändert sie sich im restlichen Fließverlauf jahreszeitlich bedingt mehr oder weniger deutlich. Die wichtigste Wärmequelle ist die direkte Sonneneinstrahlung, die den Wasserkörper umso mehr erwärmen kann, je geringer die Wassertiefe und die Beschattung sind. Als sehr guter Wärmespeicher gibt das Wasser nur wenig Wärme an seine Umgebung ab, sodass die tageszeitlichen Temperaturschwankungen relativ gering bleiben. Diese Eigenschaft bringt es auch mit sich, dass ein Fließgewässer in seinem Längsverlauf immer wärmer wird. Im Winter kommt es an besonders kalten Tagen oft zum Phänomen der Nebelbildung über dem Wasserkörper (Abb. 9). Die wasserdampfgesättigte, vergleichsweise warme Luft steigt über der Wasseroberfläche auf und trifft auf deutlich kältere, trockenere Luftschichten. Der bislang unsichtbare Wasserdampf fällt dann in Form von Nebel aus.



Abb. 9: An kalten Wintertagen verdampft das wärmere Wasser aus den Gewässern und bildet Nebel über der Wasserfläche.

Sauerstoff

Sauerstoff gelangt vor allem durch Gasaustausch mit der Luft an der Wasseroberfläche oder durch die Photosynthese der Pflanzen bei Tag in das Wasser. Während er den terrestrischen Organismen in der Luft immer in genügend großer Menge zur Verfügung steht, kann er in Gewässern durchaus zum Mangelfaktor werden. Vor allem in sehr nährstoffreichen Gewässern und solchen, wo sehr viel organisches Material in Form abgestorbener Pflanzen oder Tiere vorhanden ist, verbrauchen die Abbauvorgänge der Mikroorganismen Sauerstoff, der dann in der Wassersäule fehlt. Die Sauerstoffproduktion der Pflanzen ist an das Vorhandensein von Sonnenlicht geknüpft. Bei Dunkelheit benötigen Pflanzen für den Ablauf überlebensnotwendiger Prozesse aber selbst Sauerstoff. Deshalb kann es unter bestimmten Bedingungen auch in klaren Gewässern zu Sauerstoffarmut kommen, der dann oft Fische zum Opfer fallen.

Das Wasser von Quellen hat meist nur eine sehr geringe Sauerstoffkonzentration, da es sich dabei normalerweise um Grundwasser handelt, das lange unter der Erdoberfläche gelagert war. In den Bachoberläufen liegt die Sauerstoffsättigung dagegen nahe bei 100 %. Die turbulente Strömung sorgt für einen ständigen Gasaustausch mit der Atmosphäre, und aufgrund der geringen Gewässergröße ist meist auch die gesamte Wassersäule gut mit Sauerstoff versorgt. Je weiter flussabwärts das Wasser strömt, desto mehr nimmt die Bedeutung der Sauerstoffproduktion der Wasserpflanzen und der Sauerstoffverbrauch durch Wassertiere und Mikroorganismen zu. Der Wasserkörper ist im Unterlauf schon sehr groß, sodass der atmosphärische Sauerstoffaustausch weniger Auswirkung hat und die Sauerstoffproduktion der Wasserpflanzen an Wichtigkeit zunimmt. Da Wasserpflanzen in der Nacht auch Sauerstoff verbrauchen, kann es in diesen Flussabschnitten auch zu hohen tageszeitlichen Sauerstoffschwankungen kommen. Die Wasserpflanzen können wegen der stärkeren Trübung und der damit zusammenhängenden geringeren Sonneneinstrahlung nur oberflächennahe photosynthetisieren. Zusätzlich verbrauchen Abbauvorgänge der organischen Substanzen Sauerstoff, sodass am Gewässergrund sogar Sauerstoffmangel („Sauerstoffzehrung“) herrschen kann.

Der Sauerstoffgehalt dient auch als Indikator für Gewässerverschmutzung durch organisch belastetes Abwasser. Dank der effektiven Abwasserreinigung in Kläranlagen konnte in den letzten Jahrzehnten die Belastung mit abbaubaren organischen Substanzen aber wesentlich reduziert werden.

Abfluss und Strömung

Die einseitig gerichtete Strömung ist das prägnanteste Charakteristikum von Fließgewässern. Sie hat für die Lebensgemeinschaften positive und negative Auswirkungen. Einerseits führt sie zu einer mehr oder weniger gleichmäßigen Verteilung von Nährstoffen und Sauerstoff, andererseits droht den Bewohnern von Bächen und Flüssen ständig Gefahr, von der Strömung fortgespült zu werden. Sie haben deshalb Festhaltevorrichtungen oder Verhaltensanpassungen entwickelt, um nicht abgeschwemmt zu werden (siehe Kapitel „Sekundärproduzenten und Konsumenten - A) die wirbellosen Kleinlebewesen“). Von der Strömung hängt weiters die Bodenbeschaffenheit (Substratzusammensetzung) eines Gewässers ab. Je größer die Strömung ist, desto größer sind auch ihre Schleppspannung und in Folge die Größe der Steine und sonstigen Partikel, die sie mit sich führt. In Gebirgsbächen liegen deshalb hauptsächlich große Steine und Blöcke im Bachbett, während in Tieflandflüssen Sand und Schlamm den Großteil des Gewässersgrundes bedecken.

Die Fließgeschwindigkeit nimmt aber auch mit der Größe des Wasserkörpers zu, weshalb in großen Flüssen in Tiefenlagen hohe Strömungen herrschen, obwohl das Gefälle sehr gering ist. Ein ähnlicher Effekt kann auch während Hochwassersituationen beobachtet werden, in denen der anschwellende Wasserkörper enorme Fließgeschwindigkeiten erreichen kann. Weiters nimmt die Fließgeschwindigkeit zu, je geradliniger ein Fluss ist und je weniger Strukturen im Gewässerbett vorliegen (z. B. in regulierten, strukturlosen Abschnitten).

Die Strömung beziehungsweise die Fließgeschwindigkeit variiert in Abhängigkeit des Gefälles und mit der Abflussmenge. Während eines Hochwassers wird wegen der zunehmenden Strömungsgeschwindigkeit das Substrat im Gewässerbett schnell weitertransportiert, die Wasserwelle wirbelt feinen Schlamm auf

und das Wasser trübt sich. Die aquatischen Organismen sind an diese natürlichen Extremsituationen gut angepasst und haben Verhaltensweisen entwickelt, um möglichst unbeschadet davonzukommen. Fische flüchten beispielsweise mit der steigenden Hochwasserwelle auf die Überschwemmungsflächen, wo geringere Strömungsgeschwindigkeiten herrschen. Kleinlebewesen verkriechen sich tief in das Kieslückenraumsystem im Gewässeruntergrund, wo das Substrat nur bei besonders heftigen Ereignissen bewegt wird.

Für die Gewässerlebewesen ist es auch wesentlich, dass sich die Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Wassertiefe ändert. Die höchste Geschwindigkeit herrscht nahe der Wasseroberfläche, wo der fließenden Welle keine bremsenden Hindernisse entgegenstehen. Mit abnehmender Entfernung vom Untergrund wirkt sich die Reibung am Sediment immer stärker aus, weshalb auch die Strömungsgeschwindigkeit geringer wird. Direkt über dem Untergrund wird die Reibung schließlich so groß, dass eine nicht fließende Wasserlamelle von höchstens einigen Millimetern Höhe über dem Sediment entsteht. Sie wird **Prantl'sche Grenzschicht** genannt und von zahlreichen schwimmschwachen Tierarten besiedelt. Je rauer die Bachsedimente sind, desto mächtiger ist auch die Prantl'sche Grenzlamelle ausgebildet. In langsam fließenden Gewässern mit Schlamm- oder Sandgrund erreicht sie nur eine geringe Mächtigkeit.

Teillebensräume

Die unterschiedliche Kombination sämtlicher auf ein Fließgewässer wirkender abiotischer (und biotischer!) Parameter ergibt eine Fülle von verschiedenen Teillebensräumen (= Teilhabitaten). Im Wesentlichen lassen sich vier große Teillebensräume unterscheiden, deren relative Anteile am Gesamtlebensraum sich mit fortschreitendem Flusslauf deutlich verschieben.

Der **freie Wasserkörper (= Pelagial)** nimmt in unmittelbarer Quellnähe nur einen geringen Anteil am Gesamtlebensraum ein. Mit zunehmender Quellentfernung wird er stetig größer und macht im Unterlauf der großen Tieflandflüsse den Hauptteil des Gewässers aus. Die Bedeutung des freien Wasserkörpers als



Lebensraum steigt damit im Fließverlauf ebenfalls an, sodass sich dort in den mündungsnahen Regionen der Tieflandflüsse eine große Arten- und Formenfülle findet.

Ein wesentlicher Teillebensraum der Fließgewässer ist die **Oberfläche des Gewässerbodens, das Benthos**. Hier können sich die Organismen am Sediment festheften und verstecken, um nicht von der Strömung verfrachtet oder von Raubtieren gefressen zu werden. Zahlreiche Benthosorganismen, wie die Lebewesen des Gewässerbodens auch genannt werden, leben direkt im Schlamm Boden oder besiedeln Algen- und Moospolster. An der Gewässersohle sammeln sich zudem Falllaub, Totholz und anderes von der Wasserwelle mitgeführtes Material, das eine energiereiche Nahrungsquelle für eine Vielzahl von Tieren darstellt.

Der Gewässerboden, beziehungsweise der **Kieslückenraum im Gewässerbett (= hyporheisches Interstitial)** bietet einen sehr strömungsarmen und stabilen Lebensraum. Hier herrschen vor allem für Kleinstlebewesen und die Larvenstadien von Benthosorganismen und Fischen optimale Lebensbedingungen. Aufgrund der geringen Strömung werden Verdriftungs- und Verletzungsgefahr minimiert, das Lückenraumsystem aber dennoch stetig mit frischem Wasser, Nährstoffen und Sauerstoff versorgt. Besonders während Hochwasserereignissen, Trockenperioden oder auch im Winter flüchten viele Organismen tiefer in den Gewässerboden und bilden dadurch eine Art Reservoir für die Wiederbesiedelung nach Normalisierung der Situation.

Im **Übergangsbereich zwischen Wasser und Land**, am Ufer des Gewässers, befindet sich ein nicht klar abgrenzbarer Teillebensraum, ein **Ökoton** oder Saumbiotop. Als Ökoton werden ganz allgemein Übergangsbereiche zwischen einzelnen Lebensräumen, den Biotopen, bezeichnet. Im Fall des Gewässerrufers greifen der aquatische und der terrestrische Lebensraum ineinander. Dieser Übergangsbereich ist besonders artenreich, sodass hier die Summe an verschiedenen Tiergruppen stets größer als in den benachbarten Lebensräumen ist. Besonders weitläufig und vielgestaltig präsentieren sich Ökotope an Gewässerrändern in Auensystemen, wo die regelmäßigen Störungen, beispielsweise zu Hochwasser-

zeiten, zur Entwicklung charakteristischer Lebensgemeinschaften geführt haben. Vor allem Tiere, die nur einen Teil ihres Lebens im Wasser verbringen (beispielsweise Amphibien), finden hier optimale Bedingungen vor.

Zur Erhaltung einer artenreichen Tier- und Pflanzenwelt sind deshalb sowohl ein vielfältiges Spektrum verschiedener Lebensräume als auch ihre Verschneidungszonen, die Ökotope, notwendig. Je stärker die Verzahnungen der Lebensräume ausfallen und je ausgeprägter die Übergangszonen sind, desto mehr Biotope beziehungsweise Habitate stehen der Lebewelt zur Besiedelung zur Verfügung.

Die belebte Umwelt – Lebensgemeinschaften in Fließgewässern

Die Organismen des Süßwassers und ihre Lebensweise sind durch vier wesentliche Faktoren ihres Lebensraumes geprägt: die Dichte des Wassers und der damit zusammenhängende Auftrieb, die Salzarmut des Wassers, die Eigenschaft von Wasser als Lösungsmittel und die Änderung der physikalischen und chemischen Parameter im Verlauf der Wassersäule.

Die vergleichsweise hohe Dichte des Wassers bewirkt, dass die Organismen durch den Auftrieb auch den Freiwasserraum besiedeln können. Stützorgane, wie beispielsweise Skelettstrukturen, die an Land notwendig sind, werden nicht benötigt, da das Wasser den Körper „trägt“. Die Tragfähigkeit wird etwa bei den skelettlosen Quallen deutlich, die im Wasser imposante Gestalten annehmen können und an Land zu einer unbeweglichen Gallertmasse werden.

Das zweite wesentliche Kriterium stellt die Salzarmut des Wassers im Vergleich zur hohen Salzkonzentration der Körperflüssigkeiten dar. Als Folge dieses Konzentrationsunterschiedes würde ständig Wasser in den Körper diffundieren, um einen Konzentrationsausgleich zu schaffen. Deshalb haben Süßwasserorganismen verschiedenste Mechanismen entwickelt, um die lebensnotwendigen hohen Salzkonzentrationen im Körper aufrecht zu erhalten. Die Körperoberfläche von wasserlebenden Insekten ist beispielsweise wasserundurchlässig, Fische scheiden große Mengen salzarmen Urins aus.



Wie bereits eingangs erwähnt, ist Wasser ein gutes Lösungsmittel für zahlreiche Gase und Feststoffe. Alle Wasserlebewesen geben die Abbauprodukte des Stoffwechsels an das Wasser ab, wo sie von Mikroorganismen abgebaut werden oder in Lösung gehen und dem Stoffkreislauf wieder zur Verfügung stehen. Pflanzen haben die Fähigkeit entwickelt, diese gelösten Nährstoffe über ihre Oberfläche aufzunehmen und bauen sie unter Ausnutzung von Licht in der Photosynthese in organische Masse um. Photosynthetisierende Pflanzen stehen im Gewässer wie auch an Land am Anfang der Nahrungskette und werden deshalb auch als Primärproduzenten bezeichnet. Neben Nährstoffen werden aber auch verschiedenste Duft-, Lock- oder Alarmstoffe im Wasser gelöst. Beispielsweise warnen die in Schwärmen lebenden Elritzen (eine heimische Fischart) ihre Artgenossen vor der Bedrohung durch Fressfeinde, indem sie Schreckstoffe in das Wasser abgeben.

Als vierter Punkt soll die Änderung der physikalischen und chemischen Faktoren in der Wassersäule (vertikal, vor allem in Seen von Bedeutung) und im Gewässerverlauf (longitudinal, in Fließgewässern) Erwähnung finden. Die Variationsbreite von Wasserdruck, Temperatur oder Licht bedingt durch zahllose Kombinationsmöglichkeiten die Vielfältigkeit von Teillebensräumen, die zum Entstehen einer enormen Arten- und Formenfülle führt.

Biozönotische Gliederung von Fließgewässern

Fließgewässer sind sehr dynamische, ständigen Veränderungen unterworfen und sehr wandlungsfähige Ökosysteme. Die unterschiedlichen Lebensbedingungen von der Quelle bis zur Mündung sind für das Aufkommen typischer Lebensgemeinschaften (= Biozönosen) verantwortlich. Die Biozönosen in den einzelnen Bereichen im Längsverlauf setzen sich aus Arten zusammen, die charakteristische, für die jeweils herrschenden Bedingungen optimale Anpassungen entwickelt haben. Mitte des 20. Jahrhunderts wurde ein System entwickelt, nach dem die Fließgewässer in verschiedene Lebensräume gegliedert werden, in denen sich wiederum charakteristische Lebensgemeinschaften etabliert haben.

Im **Quellbereich (Eukrenal)** herrschen üblicherweise sehr niedrige Temperaturen und Sauerstoffgehalte,

da das an der Erdoberfläche austretende Grundwasser oft sehr lange Zeit im Untergrund verbracht hat. Die für Quellaustritte typische und meist artenarme Lebensgemeinschaft weist einen hohen Anteil an Grundwassertieren auf, die mit dem Quellwasser an die Oberfläche gespült worden sind. Im Bereich des Quellaustrittes finden sie für sie gerade noch akzeptable Rahmenbedingungen vor. Bereits unmittelbar flussab der Quelle, im **Quellbach oder Hypokrenal**, haben sich die Faktoren für diese Spezialisten aber bereits soweit verändert, dass sie hier nicht mehr überleben können und von typischen Bachorganismen abgelöst werden.

Durch die starke Durchmischung des Wassers in den turbulent fließenden oberen Bachabschnitten kommt es im weiteren Verlauf zu einer stetigen Sauerstoffanreicherung. Diese Region wird als **Rhithral** bezeichnet und mit fortschreitender Fließlänge in die drei Bereiche des Epirhithral, Metarhithral und Hyporhithral untergliedert. Die Wassertemperatur bleibt das ganze Jahr über mehr oder weniger niedrig, die Strömungsgeschwindigkeit hingegen hoch. Der Lebensraum des Gebirgsbaches ist durch hohes Sauerstoffangebot, hohe Strömungsgeschwindigkeiten und niedrige Wassertemperatur auch im Sommer charakterisiert. Viele der hier bevorzugt lebenden Tiere, etwa große Steinfliegenlarven (Plecoptera), würden in wärmerem, langsamer fließendem Wasser mit weniger Sauerstoffgehalt binnen kurzem ersticken. In der Zone des Rhithral treten auch erstmals im Längsverlauf Fische in Erscheinung (siehe Kapitel „Sekundärproduzenten und Konsumenten – B) die Fischartengemeinschaft“). Höhere Wasserpflanzen können sich in der turbulenten Strömung nicht halten, weshalb die Pflanzenwelt von Algen und Wassermoosen dominiert wird.

Je weiter der Fließverlauf fortgeschritten und je größer der Wasserkörper ist, desto stärker wirken sich die kontinuierlichen Veränderungen bei sämtlichen für die Lebewelt bedeutenden Faktoren aus. Die Fließgeschwindigkeit nimmt in der Regel aufgrund des sinkenden Gefälles deutlich ab. Der nun träge dahin fließende Wasserkörper erwärmt sich durch das einfallende Sonnenlicht und nimmt die Charakteristik eines Flusses an. Der Lebensraum Fluss wird **Potamal** genannt und es werden wieder drei



Abschnitte unterschieden: Epipotamal, Metapotamal und Hypopotamal. Im langsam strömenden Wasser können sich großflächige Pflanzenbestände etablieren, die den Tieren als Lebensraum, Nahrung und Eiablageplatz dienen. Je weiter der Fluss ins Tiefland vordringt, umso geringer wird das Gefälle und desto langsamer die Fließgeschwindigkeit (sofern der Wasserkörper nicht übermäßig groß wird – siehe hierzu Kapitel „Abfluss und Strömung“). Folglich nimmt auch die Trübe des Wassers zu, weil es aufgrund seiner geringen Schleppkraft nur noch feinste Sedimentteilchen transportieren kann. Der Einfluss der Sonnenstrahlung auf die Temperaturentwicklung wird immer stärker, in großen Flüssen schwanken die Wassertemperaturen im Laufe eines Jahres bereits um etwa 20°C. Das hat natürlich auch Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt, da warmes Wasser wesentlich weniger Sauerstoff in Lösung halten kann als kaltes. Die typischen Flussorganismen sind demnach weniger sauerstoffbedürftig oder atmen sogar Luftsauerstoff und entwickelten auch keine speziell an die Strömung angepasste Körperform.

Primärproduzenten – Wasserpflanzen und Algen

Pflanzen bilden bei der Photosynthese mit Hilfe der Sonnenenergie aus anorganischen Bestandteilen organische Substanzen – in erster Linie Kohlehydrate – und bauen damit ihren eigenen Körper auf. Sie stellen somit die Basis der Nahrungskette dar, in der die Konsumenten (pflanzenfressende und räuberisch lebende Tiere) folgen und die Destruenten (Mikroorganismen), die abgestorbenes pflanzliches und tierisches Material abbauen, den Schluss bilden. Nach der Größe der Pflanzen werden Periphyton (Aufwuchsalgen) und Makrophyten, alle großwüchsigen Wasserpflanzen, unterschieden.

Das Pflanzenwachstum in Fließgewässern ist vor allem von Lichtangebot, Temperatur und Strömung beeinflusst. Von der Strömung hängen die Zufuhr von Nährstoffen und der Abtransport von Ausscheidungen sowie die Substratzusammensetzung ab. Zu den wichtigsten Nährstoffen in aquatischen Lebensräumen zählen Stickstoff und Phosphor. Phosphor kommt in natürlichen Gewässersystemen meist in sehr geringer Konzentration vor, sodass das Pflanzenwachstum oft durch diesen Minimumfaktor be-

schränkt wird. In häuslichen Abwässern liegen jedoch sehr viele Phosphorverbindungen vor, weshalb in den letzten Jahrzehnten Gewässerverschmutzung vor allem mit Phosphor in Zusammenhang gebracht wurde.

Im Längsverlauf der Fließgewässer hat sich den herrschenden Bedingungen entsprechend eine charakteristische Abfolge von Pflanzenarten entwickelt. Während im Oberlauf (Rhithralbereich), wo das hohe Gefälle und die starke Strömung die Bettsedimente stark mobilisieren, nur wenige Arten aufwachsen und wenig Biomasse produziert wird, nimmt der Artenreichtum beziehungsweise auch die Bedeutung der Primärproduktion weiter flussabwärts immer mehr zu.

Die Lebensgemeinschaft des Oberlaufes wird vor allem durch Eintrag von Pflanzenmaterial aus den umgebenden Uferbereichen versorgt. Charakteristische Primärproduzenten dieser Fließgewässerregion sind Wassermoose, die vor allem größere Steine oder anstehenden Fels bewachsen (Abb. 10). Sie dienen allerdings nur wenigen spezialisierten Tierarten als Nahrung. Wesentlich häufiger werden sie von Kleinlebewesen besiedelt, sodass die Biomasse der Kleinlebewesen in Wassermoosebeständen bei weitem jene unbewachsener Bodenflächen übersteigt.



Abb. 10: Quellmoos wächst charakteristischer Weise in klaren Bachoberläufen.

Unter „Algen“ werden zahlreiche Gruppen vergleichsweise einfach gebauter, ein- und mehrzelliger Pflanzen zusammengefasst, die systematisch zum Teil kaum miteinander verwandt sind. Während

Grünalgen, Kieselalgen, Rotalgen und Braunalgen tatsächlich Pflanzen sind, zählen die Blaualgen, die im Gegensatz zu erstgenannter Gruppe keinen echten Zellkern ausbilden, eigentlich zu den Bakterien (Cyanobakterien).

Algen können in Gewässern auf festen Strukturen wachsen (Phytobenthos) oder auch frei im Wasser schweben (Phytoplankton). Der Ober- und Mittellauf der Fließgewässer wird hauptsächlich von Aufwuchsalgen besiedelt, die in großer Formen- und Artenfülle auf sämtlichen zur Verfügung stehenden Substraten wachsen. Besonders wichtige Vertreter der Aufwuchsalgen sind die Kieselalgen, deren Zellen von einem Panzer aus Kieselsäure umgeben sind. Sie sind für das globale Ökosystem von großer Bedeutung, weil sie als Hauptbestandteil des Meeresplanktons für circa 25 % der gesamten Sauerstoffproduktion auf der Erde verantwortlich sind. Auch in den Meeren der erdgeschichtlichen Zeitalter des Tertiär und des Quartär waren Kieselalgen sehr häufig. Die siliziumhaltigen Zellwände bildeten mächtige Ablagerungen auf den Meeresböden und werden heute in großen Mengen abgebaut. Sie dienen beispielsweise als Filtermasse für die Industrie oder bei der Wasserreinigung.

Wie auch die Wassermoose stellen manche Algen, etwa der stinkende Wasserschlauch (*Hydrurus foetidus*), wichtige Strukturen für Kleinlebewesen dar, in denen diese Versteckmöglichkeiten und Nahrung finden. Fließgewässer ausreichender Größe mit geringer Fließgeschwindigkeit und hoher Wassertemperatur werden auch von frei schwebenden, planktonisch lebenden Algen besiedelt. In kleinen Bächen und Flüssen, wo nur ein geringer Wasserkörper vorhanden ist, würde das Phytoplankton wegen der hohen mechanischen Belastung hingegen nicht überleben können.

Höhere Wasserpflanzen mit Wurzel, Stamm, Blättern und Blütenstand bilden eine weitere Gruppe der Primärproduzenten. Durch die Tragkraft des Wassers haben diese Pflanzen ihre Stützgewebe zugunsten der Bildung von luftgefülltem Gewebe zum Auftrieb reduziert. Im Gegensatz zu den Landpflanzen übernehmen die Wurzeln bei ihnen hauptsächlich die Aufgabe der Verankerung im Untergrund, während die Nährstoffaufnahme vor allem über die Blattoberfläche erfolgt.

Nur wenige, sehr widerstandsfähige Wasserpflanzenarten wachsen in der starken Strömung der Ober- und Mittelläufe. Die höchste Artenvielfalt konnte sich in den mäßig durchströmten Unterläufen und in stehenden Gewässern entwickeln. Alle Wasserpflanzen stellen als Basis der Nahrungskette ein wichtiges Glied im Ökosystem Fluss dar, ihre funktionelle Bedeutung als Strukturelement ist ebenfalls außerordentlich wichtig. Sie stellen Versteckmöglichkeiten, Aufwuchsort oder Schattenspender für wenig lichtverträgliche Arten dar und tragen in ihrer Gesamtheit zur Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit bei, wodurch im Wasserkörper mitgeführtes Material schneller absedimentieren kann.

Sekundärproduzenten und Konsumenten –

A) die wirbellosen Kleinlebewesen

Sekundärproduzenten oder Konsumenten sind nicht wie Pflanzen in der Lage, mithilfe von Sonnenenergie körpereigene Substanz aufzubauen, sondern sind auf pflanzliche oder tierische Nahrung angewiesen. Ähnlich wie bei den Wasserpflanzen kann eine Unterteilung der Konsumenten nach ihrer Körpergröße getroffen werden. Die mikroskopisch kleinen wasserlebenden Tiere mit Körperlängen unter 0,2 mm werden zur „**Mikrofauna**“ gezählt. Zu dieser Gruppe zählen unter anderem einzellige Tiere (= Protozoa), die eine verblüffende Artenvielfalt erkennen lassen. Wimperntierchen, Geißeltierchen, Amöben und Sporentierchen sind die bekanntesten Vertreter dieses Tierstammes.

Etwas größer sind die Organismen der so genannten „**Meiofauna**“, zu der Tiere mit Körperlängen von 0,2–1 mm zusammengefasst werden. Kleine Borstenwürmer, Fadenwürmer und Rädertierchen zählen ebenso zu dieser Gruppe wie Kleinkrebse.

Beide Tiergruppen, Mikro- und Meiofauna, können entweder am und im Gewässerbett leben, man spricht dann von Benthosorganismen, oder als Plankton frei in der fließenden Welle schweben. Da die Gefahr, von der Strömung allzu weit fortgespült oder verletzt zu werden, besonders in Rhithralabschnitten sehr groß ist, findet man hier kaum planktische Organismen. Erst in strömungsberuhigten Zonen der Tieflandflüsse kann sich Fließwasserplankton halten und vermehren. Dem Plankton kommt in Fließgewässern

jedoch nie die hohe ökologische Bedeutung zu, die es in stehenden Gewässern erlangt.

Unter dem Begriff „Makrofauna“, häufiger als „**Makrozoobenthos**“ bezeichnet, werden schließlich alle mit freiem Auge erkennbaren tierischen wirbellosen Organismen in einem Fließgewässer zusammengefasst. Sie leben auf oder in der Gewässersohle beziehungsweise in Wasserpflanzenbeständen, Totholz- oder Falllaubansammlungen. Zu dieser sehr artenreichen Tiergruppe zählen neben Wasserinsekten und deren Larven auch Schwämme, Plattwürmer, Ringelwürmer, Muscheln, Schnecken, Moostiere, Milben und Krebstiere. Die größten und langlebigsten heimischen Makrozoobenthosvertreter sind Großmuscheln und Flusskrebse. Die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*), die Körperlängen von bis zu 15 cm erreicht, weist beispielsweise eine maximale Lebenserwartung von etwa 130 Jahren auf (Abb. 11a). Der Edelkrebs wird bis zu 20 cm lang und ist dann etwa 10 Jahre alt (Abb. 11b). Der Großteil der benthischen (bodengebundenen) Wirbellosen wird jedoch selten größer als drei Zentimeter und lebt nur in wenigen Fällen länger als ein Jahr.

Makrozoobenthosorganismen zeigen eine Vielzahl von Anpassungen an das Leben im Fließgewässer. Als unter der Wasseroberfläche lebende Tiere sind sie in erster Linie davon abhängig, ausreichend Sauerstoff für ihren Stoffwechsel zu erhalten. Die einfachste Form der Atmung ist die Hautatmung, auf die

alle Tiere ohne spezielle Atmungsorgane angewiesen sind. Sie nehmen den im Wasser gelösten Sauerstoff direkt mit der stark durchbluteten Haut auf. Andere Tiere, darunter verschiedene Mücken- und Fliegenlarven, Wasserkäfer oder Wasserwanzen, atmen Luftsauerstoff. Sie müssen zum Atmen immer wieder an die Wasseroberfläche kommen. Manche von ihnen haben hierzu Atemröhren ausgebildet, mit denen sich manche sogar von unten an die Wasseroberfläche hängen können (siehe hierzu auch Kapitel „Die unbelebten Umweltfaktoren“). Andere nehmen unter ihren Flügeln oder an stark behaarten Körperoberflächen einen Luftvorrat unter die Wasseroberfläche mit. Das am weitesten verbreitete Atemorgan sind jedoch Kiemen zur Nutzung des im Wasser gelösten Sauerstoffs, wie sie beispielsweise Muscheln, Krebse, verschiedenste Wasserinsektenlarven und auch Fische ausbilden.

Die meisten Benthosorganismen sind an Strömungs- und Lebensbedingungen angepasst, die nur an bestimmten Stellen im Gewässer gegeben sind. Oft suchen die Organismen lange Zeit aktiv nach Standorten, die für sie optimal sind. Um nicht von der ständig einwirkenden Strömung von den idealen Stellen fortgespült zu werden, haben sie im Laufe der Evolution mannigfaltige Schutzmechanismen entwickelt. Dazu zählt beispielsweise ein abgeplatteter, hydrodynamisch günstig geformter Körper, der flach überströmt wird und der fließenden Welle geringe



Abb. 11: a) Die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) und b) der Edelkrebs (*Astacus astacus*) zählen zu den größten heimischen Vertretern des Makrozoobenthos.

Angriffsmöglichkeit bietet. Manche Eintagsfliegenlarven haben so stark abgeflachte Körper, dass die ursprünglich seitlich an der Kopfkapsel gelegenen Augen an der Kopfoberseite liegen und dort aneinander stoßen.

Zusätzlicher Halt in der Strömung wird bei manchen Tiergruppen durch die Ausbildung von Saugnäpfen erlangt. Die Flussnapfschnecke (*Ancylus fluviatilis*) saugt sich beispielsweise mit ihrem Fuß an Stein-oberflächen fest, während sie den Algenaufwuchs von ihnen schabt. Perfektioniert haben die Saugnäpfstrategie zwei Familien der Mücken. Die Larven der Kriebelmücke (Simuliidae) spinnen mit Hilfe von Spinndrüsen kleine Seidennetzchen auf feste Unterlagen. Mit einem Saugnäpf an ihrem Körperhinterende, der zusätzlich mit einem Häkchenkranz umgeben ist, können sie sich auf dem Netz so stark verankern, dass sie auch in stärkster Strömung nicht fortgespült werden. Lidmückenlarven (Blephariceridae) tragen auf der Bauchseite sechs kräftige Saugnäpfe, mit deren Hilfe sie sich sogar in starker Strömung auf senkrechten Oberflächen halten können.

Ebenfalls als Strömungsanpassung kann das Steigern des eigenen Körpergewichts angesehen werden. Köcherfliegenlarven (Trichoptera) bauen als Schutz vor Fressfeinden zylindrische oder schildkrötenpanzerförmige transportable Gehäuse, in die sie sich bei Gefahr zur Gänze zurückziehen können. Während diese Gehäuse in stehenden Gewässern und lang-

sam strömenden Tieflandbächen und -flüssen oft aus leichtem Pflanzenmaterial bestehen (Abb. 12a), bilden Gebirgsbachformen meist massive Steinköcher aus, die aufgrund ihres hohen Gewichts einen zusätzlichen Verdriftungsschutz darstellen (Abb. 12b). Klauenkäfer (Elmidae) bilden Festhaltevorrichtungen in Form der Namen gebenden Krallen aus. Mit diesen halten sie sich an Moos- oder Algenbüscheln fest.

Trotz sehr effizienter Anpassungen an die Strömung werden immer wieder Organismen verdriftet und flussabwärts transportiert. Um zu verhindern, dass sich der Schwerpunkt der Populationen immer weiter in Richtung Mündung verschiebt, müssen die Tiere aktive Wanderbewegungen in die Gegenrichtung unternehmen (Kompensationswanderungen). Arten, die ihren gesamten Lebenszyklus im Wasser verbringen (Bachflohkrebs, *Gammarus* sp.), schwimmen beziehungsweise krabbeln flussaufwärts. Die meisten Wasserinsekten leben hingegen nur als Larven und Puppen im Wasser und gehen als erwachsene, meist flugfähige Tiere an Land. Zur Eiablage fliegen sie im Zuge eines Kompensationsfluges flussaufwärts, wo der Lebenskreislauf wieder von neuem beginnt.

Steine, Totholz, Falllaub und sonstige Strukturen auf dem Gewässerboden bieten den verschiedenen Benthosorganismen großflächige Besiedlungsmöglichkeiten. Der Großteil des Lebens im Bachbett spielt sich allerdings unterhalb der Sedimentoberfläche, im Kieslückenraum oder Interstitial ab. Hier



Abb. 12: a) Die Larve der Köcherfliege *Anabolia* sp. baut kleine Ästchen in ihren Köcher ein, während Köcherfliegenlarven b) aus Gebirgsbächen hauptsächlich kleine Steinchen verwenden.



Abb. 13: Die Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*) ist der namensgebende Fisch der Forellenregion.

halten sich die Larven zahlreicher Tierarten auf, um Schutz vor Räubern und starker Strömung zu finden. Durch die (wenn auch geringe) Wasserbewegung im Kieslückenraum ist außerdem die Versorgung mit Sauerstoff und Nahrung gewährleistet. Der Kieslückenraum stellt weiters für die an der Oberfläche lebenden Makrozoobenthosorganismen einen wichtigen Rückzugsraum dar. Bei Hochwasserereignissen flüchten sie in den strömungsgeschützten Sedimentkörper, von wo aus nach dem Abklingen der Hochwasserwelle eine rasche Wiederbesiedelung der Sohlenoberfläche stattfinden kann.

Sekundärproduzenten und Konsumenten – B) die Fischartengemeinschaft

Die höchstentwickelten Wasserlebewesen sind Fische, die unter den Wirbeltieren die artenreichste Gruppe bilden. Sie sind während der gesamten Individualentwicklung auf das Wasser angewiesen und bewohnen alle Gewässertypen, wodurch viele unterschiedliche Anpassungen notwendig wurden.

In natürlichen, nicht durch den Menschen beeinflussten Fließgewässern bewohnen die unterschiedlichen Fischarten jene Zonen, in denen die für sie jeweils günstigsten Bedingungen herrschen. Diese Anpassungen wurden ins Konzept der Fischregionen der Fließgewässer aufgenommen, sodass für die aufeinander folgenden Lebensräume Fischregionen mit bestimmten Leitfischarten beschrieben werden konnten (Abb. 2). Die Fischregionen wurden erstmals in Deutschland beschrieben und gelten weitgehend für die meisten europäischen Fließgewässer, aber nicht weltweit.

In der Abbildung zum schematisierten Längsverlauf eines Fließgewässers sind auch die fließend ineinander übergehenden Fischregionen und ihre typische Fischartenvergesellschaftung im Längsverlauf eingezeichnet.

Der Oberlauf von Bächen und Flüssen wird als **Forellenregion** bezeichnet, mit der Bachforelle (*Salmo trutta forma fario*) als Leitfischart (Abb. 13). In Anlehnung an die Längsgliederung von Fließgewäs-

sern mit Hilfe der biozönotischen Regionen, den Fließgewässerregionen (siehe Kapitel „Biozönotische Gliederung von Fließgewässern“), erfolgt eine Unterteilung in obere und untere Forellenregion. In der oberen Forellenregion findet sich die Biozönose des Epirhithral wieder, während für die untere Forellenregion die Metarhithralzönose typisch ist. Charakteristischer Weise herrschen hier geringe (Sommer-) Temperaturen, hoher Sauerstoffgehalt, hohe Strömungsgeschwindigkeiten und damit zusammenhängend hauptsächlich grobkörnige Bachsedimente. Als sehr schwimmstarke Fischart kann die Bachforelle auch kleine Wanderhindernisse überwinden. Sprünge über freie Überfälle, wie sie beispielsweise von Lachsen bekannt sind, macht sie allerdings nicht. Neben der Koppe (*Cottus gobio*) als typische Begleitfischart treten auch Äsche (*Thymallus thymallus*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Bachschmerle (*Barbatula barbatula*), Aalrutte (*Lota lota*) und das Bachneunauge (*Lampetra planeri*) häufiger auf.

Das Bachneunauge ist genau genommen kein Fisch, sondern zählt zur Gruppe der Rundmäuler (Abb. 14). Im Gegensatz zu den Fischen besitzen Rundmäuler keine Kiefer und keine paarigen Flossen, sondern nur ein mit Hornzähnen bewehrtes Maul und einen durchgehenden Flossensaum. Ihren Namen erhielten sie aufgrund der sieben Kiemenöffnungen, die zusammen mit dem Auge und der Nasenöffnung wie neun Augen pro Körperseite wirken.



Abb. 14: Ein erwachsenes Bachneunauge hat voll funktionstüchtige Augen.

Auch bezüglich ihres Lebenszyklus unterscheiden sie sich wesentlich von den Fischen. Die Eiablage findet auf flachen Kiesbänken im Frühjahr bis Sommer statt.



Abb. 15: Im Frühjahr wandern Nasen (*Chondrostoma nasus*) in großen Schwärmen zu den Laichgründen flussaufwärts.

Nach wenigen Tagen schlüpfen augenlose Larven, die als Querder bezeichnet werden und im Sediment des Gewässergrundes verborgen leben. Nach fünf Jahren entwickeln die Querder im Herbst Augen und Geschlechtsorgane und beginnen sich zum adulten Bachneunauge umzuwandeln. Im darauf folgenden Frühjahr ist die Umwandlung abgeschlossen, und sie suchen sich einen Geschlechtspartner zur Fortpflanzung. Nach wenigen Monaten Lebenszeit als Erwachsene, in denen sie keine Nahrung mehr zu sich nehmen, gehen die Bachneunaugen zugrunde.

Auf die Forellenregion folgt die **Äschenregion**, deren Leitfischart die Äsche ist. In der Äschenregion tritt die Lebensgemeinschaft des Hyporhithral in Erscheinung. Die Fließgeschwindigkeit des nunmehr immer breiter werdenden Baches ist nicht mehr so hoch, sodass hauptsächlich Kies und Schotter den Gewässergrund bedecken. Neben der Äsche sind beispielsweise Bachforelle, Koppe, Bachschmerle, Nase (*Chondrostoma nasus*), Gründling (*Gobio gobio*), Aitel (*Leuciscus cephalus*) und Hasel (*Leuciscus leuciscus*) häufig anzutreffen. Vor den großen Flussregulierungen Ende des 19. / Anfang des 20. Jahrhunderts war in den großen oberösterreichischen Flüssen der Äschenregion jedes Frühjahr ein atemberaubendes Naturschauspiel zu beobachten. Nasen, häufig auch Näslinge genannt, wanderten in großen Schwärmen mit tausenden Fischen zu den Laichgründen flussaufwärts. In der Aschach wurden beispielsweise noch im Jahre 1902 über 30 Meterzentner (1 Meterzentner = 100 kg) Näslinge gefangen und nach Wien und Linz

verkauft (COMMENDA 1905 in JUNGWIRTH 2001). Heute sind diese Massenwanderungen nur noch selten zu beobachten (Abb. 15), da Querbauwerke die Wanderrouten der Fische unterbrechen. Mit dem Rückgang der Nasenbestände nahm auch die Nahrungsgrundlage des Huchens (*Hucho hucho*) ab, sodass der auch als Donaulachs bezeichnete Fisch immer seltener wurde.

Weiter flussabwärts schließt die **Barbenregion** mit der Barbe als namensgebender Fischart an. Der Gewässerlauf nimmt nun die Charakteristika eines Flusses an, womit die Barbenregion in Anlehnung an das Konzept der biozönotischen Gliederung dem Epipotamal entspricht. Mäßige Fließgeschwindigkeiten und großflächige Schotterbänke charakterisieren auch diesen Abschnitt. Die Gewässergröße hat weiter zugenommen und die sommerlichen Temperaturen liegen deutlich höher als in der Forellen- oder der Äschenregion. Weiters hat auch die Wassertrübe zugenommen, sodass die Fische zusätzlich zu den Augen weitere Sinnesorgane zur Orientierung verwenden müssen. Beispielsweise hat die Barbe nahe der Mundöffnung Barteln entwickelt, die ihr das Auffinden von Nahrungsorganismen am Bachgrund erleichtern (Abb. 16). Die Fischartengemeinschaft wird noch formen- und artenreicher, sodass neben Barbe, Nase, Aitel und einigen Kleinfischarten aus der Äschenregion ferner Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), Laube (*Alburnus alburnus*) und Rotaug (*Rutilus rutilus*) häufig vorkommen.



Abb. 16: Die Barteln nahe der Mundöffnung erleichtern der Barbe (*Barbus barbus*) die Nahrungssuche am Gewässergrund.



Abb. 17: Der Brachsen (*Abramis brama*) hält sich oft in kleinen Gruppen in Stillwasserbereichen auf.

Die **Brachsenregion** wurde nach der Leitfischart Brachsen (*Abramis brama*) benannt und ist in etwa dem Metapotamal gleichzusetzen (Abb. 17). Die prägenden Lebensraumverhältnisse entsprechen jenen eines großen Flusses mit mächtigem Wasserkörper, langsamen Strömungsgeschwindigkeiten, ausgedehntem Wasserpflanzenbewuchs und großteils schlammigem Gewässergrund. Die Wassertemperatur steigt im Sommer deutlich an und in Bodennähe kann Sauerstoffmangel herrschen. Einige der typischen Fischarten dieser Fischregion sind auf periodische Hochwasserereignisse und auf die enge Vernetzung mit dem Umland angewiesen. Wie die Leitfischart wandern einige der typischen Begleitfischarten, etwa Karpfen (*Cyprinus carpio*), Schleie (*Tinca tinca*), Hecht (*Esox lucius*) oder Zander (*Sander lucioperca*), in Seitengewässer oder auf Überschwemmungsflächen zur Fortpflanzung. Einige charakteristische und sehr gut angepasste Fischarten besiedeln ausschließlich Seitengewässer und sind nur sehr selten im Hauptfluss anzutreffen. Ein Beispiel dafür ist der Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*), der in extremen Niederwassersituationen mit Sauerstoffarmut in seinem Heimatgewässer zusätzlich Luftsauerstoff atmen kann (Abb. 18). Der Fisch schluckt dazu Luft und presst sie bis in seinen Darm, wo der Sauerstoff über die Darmschleimhäute in den Blutkreislauf aufgenommen werden kann.



Abb. 18: Der Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*) bewohnt Seitengewässer großer Flüsse.

In Mündungsnähe folgt schließlich die letzte Fischregion, die als **Kaulbarsch-Flunder-Region** bezeichnet wird (Fließgewässerregion des Hypopotamal). Meerwasser und Flusswasser vermischen sich zu Brackwasser, was besondere Anpassungen der hier lebenden Fischarten erfordert. Zahlreiche Arten der Brachsenregion besiedeln auch die Kaulbarsch-Flunder-Region, in der der Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*) als relativ weit im Süßwasser verbreitete Fischart und die Flunder (*Platichthys flesus*) als typische Küstenfischart die Leitfischarten darstellen (Abb. 19).



Abb. 19: Der Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*) ist sehr weit im Süßwasser verbreitet und für die mündungsnähe Kaulbarsch-Flunder-Region namensgebend.

Destruenten und Reduzenten

In jedem Lebensraum ist auch die Lebensgemeinschaft der Bakterien und Pilze wesentlich. Einige Bakterienarten (beispielsweise Cyanobakterien = Blaualgen), können mit Hilfe von Sonnenenergie ähnlich den Pflanzen organische Masse aufbauen und zählen eigentlich zu den Primärproduzenten. Spezialisten an Extremstandorten, wo kein Sonnenlicht zur Verfügung steht, haben sogar die Fähigkeit entwickelt, Energie aus chemischen Reaktionen für eine selbständige Lebensweise zu verwenden. Zu diesen chemo-autotrophen Bakterien zählen beispielsweise Schwefelbakterien, die Schwefelverbindungen umbauen und daraus Energie zur Verarbeitung anorganischer Substanzen gewinnen können.

Die bedeutendste Aufgabe, die Mikroorganismen in Ökosystemen übernehmen, ist der Abbau abgestorbener organischer Masse, die Destruktion. Auf diese Weise machen sie in pflanzlichen Fasern, Knochen oder Holz gebundene Nährstoffe für die Primärproduzenten wieder verfügbar, sodass sich der Nährstoffkreislauf schließt. Sie nehmen damit in der sogenannten Selbstreinigung der Gewässer einen wesentlichen Stellenwert ein.



Abb. 20: Die Bakterienbiomasse wird in den Belebtschlammbecken der Abwasserreinigungsanlagen künstlich hoch gehalten (Foto: C. Giefing).

Die biologische Selbstreinigung beziehungsweise die Fähigkeit der Bakterien, organische Masse wieder in ihre Grundbestandteile zu zerlegen, wird bei der biologischen Abwasserreinigung in Kläranlagen ausgenutzt. In den Klärbecken werden künstlich optimale Wuchsbedingungen für die Bakterien geschaffen,

sodass sich die natürlicherweise im Wasser vorhandenen Bakterien stark vermehren können (Abb. 20). Diese nehmen organische Substanz auf und bauen sie in ihre Körpermasse ein. Einige Bakterien finden Eingang in die mikrobielle Nahrungskette beziehungsweise werden mit dem Wasser aus der Kläranlage in das natürliche Gewässer geleitet. Ein Teil fällt als Überschussschlamm an und muss gesondert entsorgt werden, der Rest wird in die biologische Reinigungsstufe rückgeführt.

Ernährungstypen der Makrozoobenthosgemeinschaft

In den Fließgewässern entwickelten sich in allen Bereichen von der Quelle bis zur Mündung spezifische, optimal an den Lebensraum angepasste Lebensgemeinschaften (Kapitel „Biozönotische Gliederung von Fließgewässern“). In diesen Biozönoten können differenzierte ökologische Gruppen zusammengefasst werden, die unterschiedliche ökologische Nischen ausfüllen und sich dadurch nicht gegenseitig verdrängen beziehungsweise einander ergänzen. In der Fließgewässerökologie hat sich beispielsweise die Einteilung der Makrozoobenthosgemeinschaft nach Fraßtypen oder Ernährungsgilden bewährt. In den Ernährungsgilden werden verschiedene Tierarten zusammengefasst, die sich auf ähnliche Weise ernähren.

Die Aufgabe, aus dem Umland in das Gewässer eingebrachtes organisches Material, wie etwa Totholz oder Falllaub, zu zerkleinern, hat die Gruppe der **Zerkleinerer („shredder“)** übernommen. In Fachkreisen hat sich allgemein die englische Bezeichnung durchgesetzt, die im Anschluss jeweils auch für die anderen Ernährungsgruppen angegeben wird. Mit ihren kauend-beißenden Mundwerkzeugen zerteilen sie die großen Partikel in winzige Bestandteile, die sie dann verzehren. Zu den Zerkleinerern zählen beispielsweise der Bachflohkrebs (*Gammarus* sp.) (Abb. 21) oder manche große Köcherfliegenlarven (Trichoptera). Krebstiere und Wasserinsekten haben den Nachteil, dass sich ihre Mundwerkzeuge außerhalb der Mündöffnung befinden. Die Wasserströmung schwemmt deshalb einen großen Teil des zerkleinerten Materials weg, ohne dass er gefressen werden kann. Der tatsächlich verzehrte Anteil wird dem Ökosystem später



Abb. 21: Bachflohkrebs (*Gammarus* sp.) zerkleinern in das Gewässer gefallenes Laub.

in Form von Kotbällchen, den so genannten „Fäces-Pellets“, zumindest teilweise zurückgeführt.

Die von der Strömung weiter flussabwärts transportierten kleinen Materialteilchen (inklusive Fäces-Pellets) werden von einer zweiten Ernährungsgilde, der Gruppe der **Sammler („collectors“)**, verwertet. Es gilt hier zwei Typen von Sammlern zu unterscheiden: die **Filtrierer („filtering collectors“)** und die **Aufsammler („gathering collectors“)**. Filtrierer entnehmen ihre Nahrung immer dem Wasserstrom, wobei sie entweder die Strömung des Fließgewässers direkt nutzen oder, wenn sie in strömungsberuhigten Bereichen oder im Lückenraumsystem des Bachbettes leben, selbst einen Wasserstrom erzeugen. Zu den Filtrierern gehören durchwegs Tiere, die irgendeine Art von Fangvorrichtung entweder als körpereigenes Organ besitzen oder diese aus verschiedenen Materialien selbst herstellen können. Larven der Kriebelmücken (Simuliidae) tragen zwei Borstenfächer auf ihrer Kopfkapsel, die höchst regelmäßig und kompliziert gebaut sind. Diese speziellen Bildungen halten sie in die Strömung und durchkämmen damit die fließende Welle nach geeigneten Nahrungspartikelchen (Abb. 22).

Bei Muscheln (Bivalvia) dienen die kammartigen Kiemen nicht nur der Atmung, sondern auch der Nahrungsaufnahme: feines organisches Material wird mit dem Atemwasserstrom in die Schalen hineingesaugt und bleibt an den Kiemenfäden hängen.

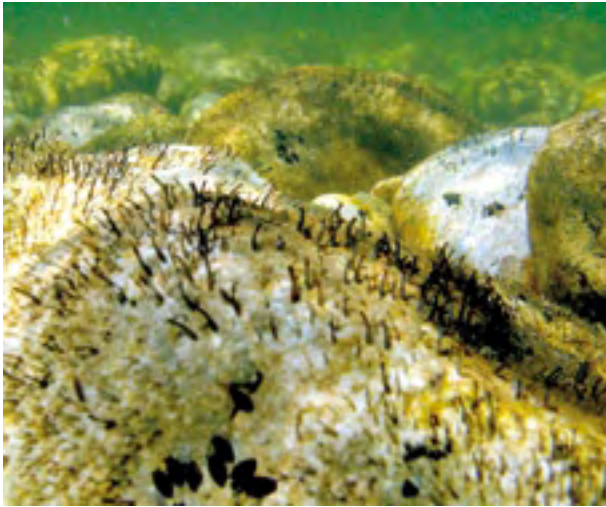


Abb. 22: Simuliiden bevorzugen hohe Strömungsgeschwindigkeiten und siedeln sich an der Oberseite von Steinen oder anderen Materialien an, sodass sie leicht zu finden sind (Foto: H. Blatterer).

Des Weiteren gibt es eine Vielzahl von Köcherfliegenlarven, die in der Lage sind, Reusennetze zu spinnen. Als wichtiger Vertreter sei hier die Gattung *Hydropsyche* genannt, die auf den Bau eines Wohnköchers verzichtet und stattdessen aus Stöckchen, Halmen oder Steinchen einen Bogen zimmert, in den sie ein sehr regelmäßiges und engmaschiges Netz aus Spinnseide spannt. Die Nahrungspartikel, die sich darin verfangen, werden in regelmäßigen Abständen abgeweidet. Auch die Art *Neureclepsis bimaculata* baut Netze, um damit Nahrungspartikel aus der Wasserströmung herauszufiltern (Abb. 23).



Abb. 23: Die Köcherfliegenlarve *Neureclepsis bimaculata* baut ihre bis zu 20 cm langen Gespinsttrichter vor allem in Seeabflüssen.

Im Gegensatz zu den Filtrierern besitzt die Gruppe der Aufsammler keine Fangvorrichtung für Schwebeteilchen. Diese Gruppe zeichnet sich durch büstenförmige Mundwerkzeuge aus, mit deren Hilfe in strömungsberuhigten Bereichen auf den Boden gesunkene Nahrungspartikel zusammengekehrt werden. Anschließend werden diese zu Pillen geformt und in die Mundöffnung befördert. Beispiele für diese Ernährungsgilde sind verschiedene Gruppen der Eintagsfliegen (Ephemeroptera).

Die Nahrungsbasis für die Gruppe der **Weidegänger („grazers“)** stellen Algen, Pilze und Bakterien dar. Sie sind der Hauptbestandteil des so genannten Biofilms, der bei ausreichendem Lichtangebot alle unter Wasser liegenden Oberflächen überzieht. Die Weidegänger müssen deshalb gut an die Strömung angepasst sein, um beim Abgrasen des Biofilms nicht von der Strömung fortgespült zu werden. Zu den Weidegängern zählen beispielsweise abgeplattete Eintagsfliegenlarven (*Rhithrogena* sp., *Ecdyonurus* sp.) ebenso wie z. B. Schnecken (Gastropoda), die sich mit ihrem Saugfuß an der Unterlage anheften können. Weidegänger halten sich unter tags meist auf der Unterseite von Steinen auf, um nicht von Räubern entdeckt zu werden. Erst im Schutz der Dunkelheit wagen sie sich an die Oberseite, wo der nährstoffreiche Biofilm gedeiht.

Die letzte Gruppe der Ernährungstypen bilden die **Räuber („predators“)**, die sich von anderen Organismen ernähren. Diese Tiere sind ebenfalls immer gut an die Strömung angepasst und mit kräftigen Mundwerkzeugen ausgestattet.

Ernährungstypen der Fischartengemeinschaft

Die Fische lassen sich entsprechend ihrer generellen Ernährungsvorlieben in vier verschiedene Ernährungstypen einteilen. Je nach Nahrungsangebot im Längsverlauf der Bäche und Flüsse variiert der Anteil der Ernährungstypen wie bei den Makrobenthosorganismen, wobei angesichts der geringeren Fischartenzahl die Formenfülle wesentlich kleiner ist.

Pflanzenfresser, so genannte Herbivore, ernähren sich vornehmlich von Algen oder Makrophyten, die sie von Strukturen abschaben oder abweiden. Mit ihrer scharfkantigen Unterlippe schabt die Nase Algenrasen von Steinen am Gewässergrund ab und hin-

terlässt dabei charakteristische Fraßspuren (Abb. 24). Entsprechend dem Lichtangebot in den Gewässern und der direkt davon abhängenden Primärproduktion bewohnen herbivore Fischarten hauptsächlich den Mittel- und Unterlauf der Fließgewässer.



Abb. 24: Fraßspuren der Nase (*Chondrostoma nasus*) auf Steinen in der Antiesen.

Einige **Fischarten fressen gezielt Makrozoobenthos** oder nehmen wahllos Bettssedimente und die darin lebenden Organismen auf. Sie werden als **Benthivore**, beziehungsweise wegen des großen Anteils der Insektenlarven am Gewässergrund, als **Insektivore** bezeichnet. Die Art der Nahrungsorganismen spielt dabei wenig Rolle, sodass die gerade am häufigsten im Gewässer vorzufindenden Tierchen auch den Hauptbestandteil der Nahrung bilden. Zu dieser Ernährungsgruppe zählen die meisten Fischarten im Ober- und Mittellauf der Fließgewässer, wie beispielsweise Bachforelle, Koppe, Äsche und Bachschmerle. Große Bachforellen fressen bei Gelegenheit auch kleine Fische, zählen aber nicht zu den rein **fischfressenden (piscivoren)** Arten. Vertreter dieser Ernährungsgruppe fressen nämlich auch schon als Jungfische vornehmlich andere Fische. Als typische Vertreter seien an dieser Stelle Hecht, Huchen, Zander und Wels genannt. Im Längsverlauf der Fließgewässer sind die fischfressenden Arten vor allem im Mittel- und Unterlauf zu finden. Wenig wählerisch sind **Allesfresser (Omnivore)**, die sowohl pflanzliche als auch tierische Nahrung zu sich nehmen. Einige Fischarten unterscheiden

dabei auch nicht zwischen abgestorbenem Material (= Detritus), Aas oder aquatischem und terrestrischem Angebot. Diese breite Nahrungspalette wird von Fischen im Mittel- und Unterlauf der Gewässer, beispielsweise von Brachsen, Aitel, Rotaugen und Karpfen genutzt (Abb. 25).

In großen Fließgewässern mit Zooplanktonangebot oder auch in Seen leben **zooplanktivore Fischarten**, deren Hauptnahrung aus mikroskopisch kleinen Krebstieren, Rädertieren und anderen Kleinstlebewesen besteht. In der oberösterreichischen Donau ernährt sich so beispielsweise die Zope (*Abramis ballerus*), in den Seen die verschiedenen Coregonen-Arten.



Abb. 25: Der Karpfen (*Cyprinus carpio*) kann zur besseren Nahrungsaufnahme sein Maul rüsselartig vorstülpen.

Stofftransport, Energiefluss und Nahrungsbeziehungen

In Ökosystemen spielt Energie in Form verfügbarer organischer Masse immer eine herausragende Rolle. Die Energie, die den Gewässerorganismen zur Verfügung gestellt wird, entscheidet maßgeblich über Artenreichtum und -zusammensetzung, über Entstehung von Nahrungsnetzen und über den Charakter des ganzen Gewässerabschnitts.

Alles Leben auf der Erde wird erst durch die energiereiche Sonnenstrahlung ermöglicht. Ohne Sonnenlicht gibt es kein Pflanzenwachstum und ohne Pflanzen kein tierisches Leben. Alle Ökosysteme sind also im Wesentlichen darauf angewiesen, dass genügend Licht für die Existenz von Pflanzen vorhanden ist.

Die fünf Ernährungsgruppen der Zerkleinerer, Filtrierer, Sammler, Weidegänger und Räuber können zur Analyse der Nahrungsnetze in verschiedenen Abschnitten eines Fließgewässers herangezogen werden.

Im Oberlauf eines Baches gelangt nur wenig Sonnenlicht bis an die Bachsohle, da die dichte Ufervegetation die Wasserfläche intensiv beschattet. Das zur Verfügung stehende Lichtangebot reicht nicht für den Aufwuchs von höheren Wasserpflanzen aus, sodass im Bach selbst kaum Primärproduktion stattfindet. Vor allem während des herbstlichen Laubfalles fällt allerdings viel organisches Material von außen in den Bach, das in diesen Gewässerabschnitten die Basis der Nahrungskette bildet. Der Großteil der hier vorkommenden Organismen gehört der Gilde der Zerkleinerer an. Weidegänger kommen hier vor allem im Frühjahr vor, wenn der Laubaustrieb noch nicht stattgefunden hat und so kurzfristig genug Licht für die Ausbildung schwacher Algenrasen ins Gewässer vordringen kann.

Im weiteren Fließverlauf beschattet die Vegetation wegen des immer breiter werdenden Bachbetts die Wasserfläche zunehmend weniger und lässt verstärkt Licht ins Wasser eindringen. Die Einstrahlung reicht nun für das Wachstum von Wasserpflanzen und Algen aus. In diesem Bereich werden die Zerkleinerer auf strömungsberuhigte Bereiche zurückgedrängt, in denen sich Falllaub und Totholz ansammeln. Den weitaus größten Anteil an der Lebensgemeinschaft machen nun Weidegänger aus, die Algen und anderen Aufwuchs von Steinoberflächen schaben.

Mit zunehmender Flussgröße kommt es zu einer immer stärkeren Trübung des Wassers, da die feinen Sedimentanteile der Flusssohle ständig aufgewirbelt werden. Nun verhindert die Trübung das Gedeihen von Unterwasserpflanzen und Algen. Auch der Eintrag von organischem Material von außerhalb ist nur mehr sehr gering, weil bei der großen Breite eines Flusses nur noch sehr wenig Pflanzenmaterial im Verhältnis zur Größe des Wasserkörpers eingebracht wird. Dem aus dem Oberlauf herantransportierten, zerkleinerten organischen Material, das nun von einer Vielzahl an filtrierenden und sammelnden Organismen aufgenommen wird, kommt immer mehr an Bedeutung zu. Im Unterlauf eines Fließgewässers

sind deshalb Sammler und Filtrierer die dominanten Ernährungstypen.

Der Anteil der Räuber bleibt über den gesamten Fließverlauf hinweg weitgehend gleich, da sich diese je nach Angebot von allen anderen Organismen ernähren, ohne Rücksicht auf deren Ernährungstyp.

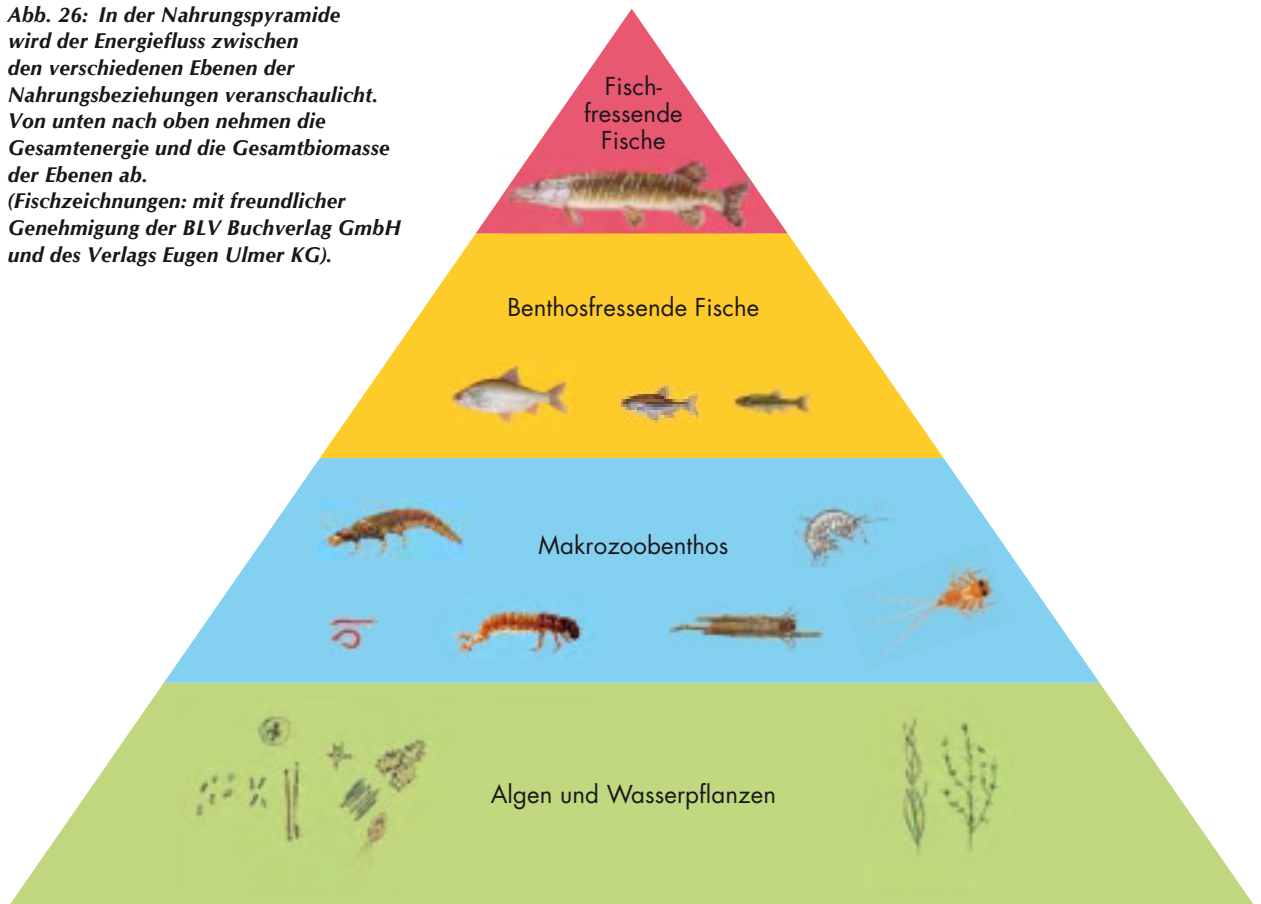
Nahrungskette, Nahrungsnetz und Nahrungspyramide

Der Energie- und Stofffluss in den Ökosystemen ist in den verschiedenen Nahrungsketten nachvollziehbar. Primärproduzenten bauen aus anorganischen Bestandteilen und Sonnenenergie organische Masse auf, die wiederum von den Konsumenten direkt oder indirekt über Primär- oder Sekundärkonsumation weiterverwertet wird. Viel näher an das tatsächliche Bild des Energie- und Stoffflusses kommen allerdings Nahrungsnetze, die nicht nur in eine Richtung gerichtet sind, sondern auch die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Mitgliedern der Biozönose berücksichtigen. In den verzweigten und vielschichtigen Nahrungsnetzen laufen auch verschiedenste interne Kreisläufe ab, die für den Bestand der Nahrungsnetze wesentlich sind. Besonders hervorzuheben sind unter diesen die mikrobiellen Nahrungsnetze (= „microbial loops“). Bakterien tragen nicht nur als Primärproduzenten zum Energie- und Stofffluss bei, sondern sie verwerten als Destruenten (oder Reduzenten) auch Ausscheidungsprodukte, Überreste, abgestorbene Teile und ähnliches aus den anderen Nahrungsebenen. Indem sie selbst als Beuteorganismen zur Verfügung stehen, führen sie somit die ursprünglich dem Nahrungsnetz verloren gegangenen Stoffe dem System sofort wieder zu. Einerseits stehen sie also als „Primärproduzenten“ am Anfang der Nahrungskette und können andererseits mit dem Abbau organischer Substanz auch das Ende der Kette bilden.

In Nahrungspyramiden wird vor allem das Verhältnis von Biomasse und Energie zwischen den verschiedenen Ebenen der Nahrungsbeziehungen der Organismen veranschaulicht (Abb. 26). Wie die breite Masse der Primärproduzenten am Anfang der Nahrungskette steht, bilden diese auch die breite Basis der Nahrungspyramide. In der fortschreitenden Nahrungskette nimmt die Gesamtbiomasse der einzel-



Abb. 26: In der Nahrungspyramide wird der Energiefluss zwischen den verschiedenen Ebenen der Nahrungsbeziehungen veranschaulicht. Von unten nach oben nehmen die Gesamtenergie und die Gesamtbiomasse der Ebenen ab.
(Fischzeichnungen: mit freundlicher Genehmigung der BLV Buchverlag GmbH und des Verlags Eugen Ulmer KG).



nen Ebenen stetig ab. Ein Teil der über die Nahrung aufgenommenen Energie wird mit dem Wachstum in Körpermasse umgewandelt, der andere Teil wird aber zur Aufrechterhaltung der Körperfunktionen (verschiedenste Stoffwechselfvorgänge wie Verdauung, Atmung, ...) benötigt oder mit Ausscheidungsprodukten wieder abgegeben. Dadurch müssen diese Organismen wesentlich mehr Biomasse über die Nahrung aufnehmen, als die Gesamtheit ihrer Nahrungsebene ausmacht. Mit der Abnahme der Gesamtbiomasse entsteht die Spitze der Pyramide. Parallel zur Biomasse wird natürlich auch Energie von einer Nahrungsebene zur nächsten weitergegeben. Geht man also von der breiten Masse der Algen und Makrophyten als Primärproduzenten aus, nimmt der Energiegehalt über die pflanzenfressenden Organismen bis zum letzten Glied der Kette, beispielsweise einem Raubfisch, ab. Nach JUNGWIRTH ET AL. (2003) speichert ein Raubfisch nur 1 ‰ der Energie der Primärproduktion, beziehungsweise muss für das

Wachstum von einem Kilogramm Fisch die tausendfache Energiemenge in Form von Primärproduktion zur Verfügung stehen.

Konzepte der Fließgewässerökologie

Zur Erklärung der Abfolge der Lebensgemeinschaften, des Stofftransportes beziehungsweise der Gesamtheit der ökologischen Wechselwirkungen in Fließgewässern wurden verschiedene Konzepte beziehungsweise Theorien entwickelt. Eine allgemeingültige Grundlage stellt sicherlich die Einteilung der Bäche und Flüsse in Fischregionen dar, wie sie zuvor im Kapitel über die Lebensgemeinschaft der Fische beschrieben wurde. Das **River-Continuum-Concept**, das von einem kanadischen Wissenschafterteam (VANNOTE et al. 1980) entwickelt wurde, integriert erstmals die abiotischen Voraussetzungen und die biologischen Charakteristika eines Gewässers. Im Längsverlauf ändern sich die Lebensraumbedingun-

gen, wie Temperatur, Lichtangebot, Strömung, Sedimentzusammensetzung etc. kontinuierlich. Die Lebewesen haben sich an diese Änderungen angepasst, sodass sich auch hinsichtlich der Lebensgemeinschaften eine kontinuierliche Abfolge an einzelne Abschnittsbedingungen optimal angepasster Organismen(gruppen) ergibt. Im River-Continuum-Concept werden drei große Bereiche unterschieden, in denen charakteristische Lebensgemeinschaften der Produzenten und Konsumenten in Abhängigkeit mit den Lebensraumbedingungen stehen (Abb. 27). Zur Beschreibung des Einzugsgebietes und der relativen Gewässergröße werden die so genannten **Flussordnungszahlen nach Horton und Strahler** (STRAHLER 1952, 1957; HORTON 1945) verwendet. Ein Quellbach erhält nach diesem System die Flussordnungszahl 1, bis er mit einem zweiten Quellbach zusammenfließt. Ab dem Zusammenfluss erhält das Gewässer die Flussordnungszahl 2, bis es durch die Mündung eines gleich großen Baches mit der Flussordnungszahl 2 in die nächst größere Ordnung aufsteigt. Im Oberlauf wird die Wasserfläche von der meist dichten Ufervegetation beschattet, sodass kaum Licht in den Bach gelangt. Zusammen mit anderen physikalischen Faktoren wird dadurch die Photosynthese eingeschränkt. Im Gegenzug liefert der Uferbewuchs aber dem Bach sehr viel organisches Material, beispielsweise in Form von abgestorbenen Blättern. In der Lebensgemeinschaft dominieren deshalb Organismen, die dieses Material zerkleinern, die sich darauf ansiedelnden Mikroorganismen abweiden oder Nahrungspartikel sammeln (Zerkleinerer, Weidegänger, Sammler). Die Produktion ist also im Vergleich mit der Respiration, dem Bedarf an Energie, sehr klein. Im größer werdenden Fluss nimmt die Bedeutung der Photosynthese und flusseigenen Primärproduktion zu, während der Stoffeintrag von außen abnimmt. Das Verhältnis von Produktion zu Respiration ändert sich zugunsten der Produktion. Weiter flussabwärts nimmt die Aufgabe der Ufervegetation als Materiallieferant noch weiter ab, aber die Bedeutung des Stoffeintrages über die fließende Welle von flussaufwärts gelegenen Abschnitten steigt wesentlich. Das heißt, dass von weiter flussaufwärts abgeschwemmtes Material als Stoffbasis an Wichtigkeit zunimmt. Durch die damit einhergehen-

de Trübung des Wassers sind die Primärproduzenten bei der Photosynthese gehemmt, sodass insgesamt wieder weniger Produktion stattfindet. Wie auch im Oberlauf überwiegt im Unterlauf der Fließgewässer die Respiration gegenüber der Produktion.

Dem River-Continuum-Concept wurde mit dem **Flood-Pulse-Concept** ein Bild gegenübergestellt, das auch die Bedeutung von Hochwässern und Überschwemmungsflächen für Fließgewässer mit einbezieht (JUNK et al. 1989). Mit den dynamischen Hochwässern werden Nährstoffe aus dem System hinaus und in das System hineingebracht, Umlagerungsprozesse finden statt und Gewässer(teile) werden zerstört und andernorts wieder neu geschaffen. Im Oberlauf von Fließgewässern gelten die Hochwässer als natürliche Katastrophen, während sich die Lebensgemeinschaft im Mittel- und besonders im Unterlauf an diese dynamischen Ereignisse teilweise überlebensabhängig angepasst hat. Beispielsweise benötigen einige Fischarten zur erfolgreichen Reproduktion Überschwemmungswiesen, auf denen Temperatur- und Strömungsverhältnisse sowie Nahrungsangebot das Überleben der Brut und das schnelle Aufwachsen der Jungfische sichern. Im Flood-Pulse-Concept werden die vielfältigen Interaktionen des Fließgewässers mit seinem Umland deutlich. Für das Bestehen der zahlreichen Übergangsbiosphären (= Ökotope) in den Überschwemmungsflächen der Auzone sind die periodischen Störungen notwendig, da sie zur ständig neuen Schaffung von Gewässerflächen mit unterschiedlichen Charakteristika beitragen und die Lebensräume wieder neu miteinander vernetzen.

Mit der Einbeziehung der Wechselwirkungen des Flusses mit dem Schotterkörper des Flussbodens und besonders mit dem umgebenden Land wurde das **Serial-Discontinuity-Concept** und in weiterer Folge das **Extended-Serial-Discontinuity-Concept** entwickelt (WARD & STANFORD 1983, 1995). In diesem Konzept wird die Vierdimensionalität der Fließgewässer deutlich. Neben der longitudinalen Dimension in Fließrichtung, der lateralen Wechselwirkung mit dem Ufer und Umland und der vertikalen Verbindung mit dem Gewässergrund und dem Grundwasserkörper spielt die Zeit als vierte Dimension eine wesentliche Rolle. Sie charakterisiert die fließende

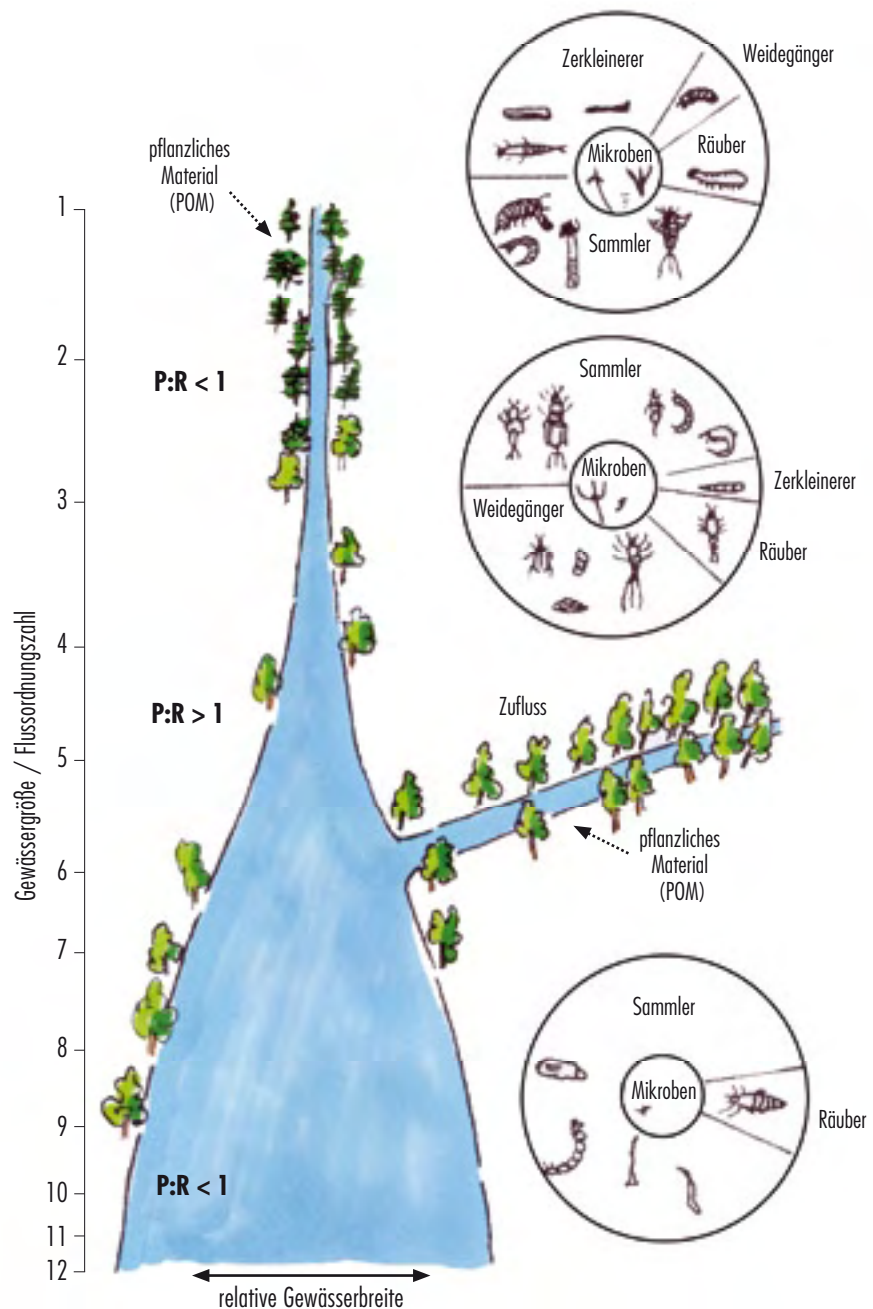


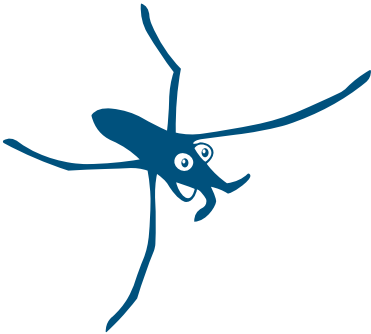
Welle als Transportmedium im Fließgewässer. Im Verlauf eines Fließgewässers ändert sich die Intensität dieser Wechselbeziehungen. Während im Oberlauf die lateralen Vernetzungen überwiegen, nehmen im Mittellauf longitudinale und vertikale Interaktionen verstärkt zu. Im Unterlauf dominieren weiterhin longitudinale Wechselwirkungen, laterale und vertikale Interaktionen halten sich die Waage.

Die vierdimensionale Charakteristik von Fließgewässern hat auch auf die angewandte Fließgewässer-

ökologie wesentlichen Einfluss genommen. Dadurch wurde die hohe Bedeutung des Gewässerumlandes hervorgehoben und die räumlich/zeitliche Abflussdynamik rückt verstärkt in den Vordergrund. Beispielsweise werden Hochwasser, Gewässerbettumlagerungen, Anlandungen, periodisches Trockenfallen und ähnliches als notwendige Beeinflussung des Ökosystems angesehen und ihre Wichtigkeit für das Fortbestehen der charakteristischen Lebensgemeinschaft erkannt.

Abb. 27: Schematische Darstellung des Flusslaufes nach dem River-Continuum-Concept (nach VANNOTE et al. 1980). P = Produktion organischer Materials, R = Respiration. POM = partikuläres organisches Material.





ANGEWANDTE FLIESSGEWÄSSERÖKOLOGIE

In der angewandten Fließgewässerökologie kommen vor allem jene theoretischen Konzepte und Arbeitshypothesen aus der wissenschaftlichen Forschung zur Anwendung, die eine unmittelbare Konsequenz auf den Menschen und seine Beziehungen zur Umwelt haben.

Da der Mensch Teil des äußerst komplexen ökologischen Gesamtgefüges ist, wirkt sich sein Handeln jedenfalls mehr oder weniger gravierend auf die gesamte Umwelt, vielmehr das Ökosystem Erde, aus. Selbst die einfachsten Aktivitäten hinterlassen Spuren in der Natur, die sich mit der Anzahl der Menschen beziehungsweise ihrer Aktivitäten entsprechend potenzieren.

Als praktisches Beispiel kann hier die überlebenswichtige **Wasserversorgung** des menschlichen Körpers dienen. Schon die Entnahme von Trinkwasser aus einer Quelle stellt grundsätzlich einen Eingriff in den natürlichen Wasserkreislauf dar. Passiert dies durch eine Einzelperson oder kleine Gruppen von Menschen, so wirkt sich der Eingriff auf das Ökosystem vermutlich kaum merkbar aus. Muss aber die Trinkwasserversorgung für eine Millionenstadt gewährleistet werden, können die Auswirkungen auf den Grundwasserkörper, aus dem die nötigen enormen Mengen Trinkwasser entzogen werden, deutliche Spuren hinterlassen. Wird das Wasserangebot sogar zur Gänze entnommen, kann das sogar fatale Folgen nach sich ziehen. Zahlreiche Millionenstädte beziehen heute ihre Wasserversorgung per Rohrleitung aus mehrere hundert Kilometer entfernten Gegenden, weil durch die uneingeschränkte Nutzung bereits alle Ressourcen aus der unmittelbaren Umgebung verbraucht worden sind.

Die Trinkwasserversorgung kann nicht von der damit unmittelbar verbundenen Entstehung von **Abwasser** entkoppelt werden. Betrachtet man lediglich jenen Anteil des Abwassers, der durch menschliche Aus-

scheidungen entsteht und im Sammelsystem der Kanalisation aus den Siedlungsgebieten abgeleitet wird, so taucht die Anreicherung von Nährstoffen im Wasser als ein entscheidender Problempunkt auf. Mit dem rasanten Bevölkerungswachstum, vor allem nach den Weltkriegsereignissen, wurde dieses Problem in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts akut. Die Einleitung der ungeklärten Abwässer aus menschlichen Siedlungen führte zur Nährstoffüberlastung, der Eutrophierung der Gewässer. Die so erfolgte „künstliche Überdüngung“ der Gewässer hatte eine Verschiebung des natürlichen Gleichgewichtes zur Folge. Dabei kam es zur massenhaften Vermehrung verschiedener Pflanzen- und Tiergruppen, die natürlicherweise in viel geringerer Abundanz oder/und in einer völlig anderen Zusammensetzung im Gewässer auftreten. Eine flächendeckende Lösung dieser Entwicklung wurde nötig, als viele Gewässer infolge des natürlich bedingten Algenabsterbens im Herbst kippten und sich in stinkende Abwasserkanäle verwandelten. Die beschriebene Veränderung der Gewässer wirkt sich letzten Endes auch auf die Genießbarkeit des Wassers oder den Naherholungswert der Gewässerlandschaften und damit auf den Menschen selbst aus.

Neben der stofflichen Belastung der Gewässer haben zahlreiche andere menschliche Aktivitäten nachhaltige Auswirkungen auf die Wasserlebewelt, wie beispielsweise Veränderungen der Gewässerstruktur (**hydromorphologische Veränderungen**). Der Aufstau großer Flüsse zur Stromgewinnung sei hier als Beispiel angeführt. Die Errichtung von Staubawerken verändert nicht nur den abiotischen Charakter des Fließgewässers, also beispielsweise die physikalischen und chemischen Eigenschaften. Durch die meist nötige Abdichtung des Stauraumes wird auch die natürliche Kommunikation des Gewässerlaufes mit dem Umland unterbrochen. Dies wirkt sich un-



ter anderem negativ auf die Grundwasserneubildung und damit auf die Verfügbarkeit von Trinkwasser im unmittelbaren Gewässerumland aus.

Eine ähnliche Problematik entstand durch den Bau zahlloser Drainagen, die vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg zur Trockenlegung der feuchten Böden und sumpfigen Wiesen erfolgte, um die damals bestehende Gefahr einer Nahrungsunterversorgung der Bevölkerung hintanzuhalten. Eine langfristige Folge dieser Drainagierungen ist das Absinken der Grundwasserhorizonte, weil die Niederschläge nicht mehr versickern, sondern in den Drainageleitungen möglichst rasch aus der Fläche abgeführt werden. So wird die Neubildung des Grundwasserkörpers verhindert. Das Absinken der Grundwasserspiegel hat neben der wiederum geringeren Verfügbarkeit von Trinkwasser auch das Austrocknen der Böden zur Folge.

Schon diese einfachen Beispiele verdeutlichen, welche Dimensionen die Auswirkungen des menschlichen Handelns auf die Umwelt haben können. Die angewandte Gewässerökologie dient in erster Linie der Dokumentation dieser Auswirkungen auf die Umwelt, um daraus Konzepte und Maßnahmen abzuleiten, die eine verträglichere und vor allem nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen ermöglichen. Als Schutzgut steht dabei das Ökosystem Gewässer im Vordergrund, dessen Erhaltung letztendlich ja dem Menschen selbst zugute kommt.

Eine wichtige Entwicklung in der angewandten Gewässerökologie der jüngeren Zeit soll in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben. Mit steigendem Wissensstand über die komplexe Vernetzung innerhalb und auch zwischen den ökologischen Systemen tritt die Betrachtung des gesamten Fluss-Systems (Flusseinzugsgebiet) zunehmend in den Vordergrund. Untersuchte man früher die Gewässer punktuell oder höchstens abschnittsweise, so versucht man heute, das Gewässernetz und sein Umland als ein komplexes System zu verstehen, in dem sich jede Veränderung auf zahlreiche andere Parameter auswirkt und auf diese Weise Spuren im Gesamtsystem hinterlässt. Der ökologische Zustand des Hauptflusses ist zu einem großen Teil von der Qualität der Zuflüsse bestimmt und reflektiert häufig die Summenwirkung zahlreicher kleiner Belastungen.

Die Wechselwirkungen innerhalb des gesamten Sys-

tems sind aufgrund der hochkomplexen Vernetzung der einzelnen Komponenten schwierig zu verstehen. Die Möglichkeiten moderner Datenbanken und computergestützter Modellberechnungen sind eine wichtige Ergänzung und Datenbasis bei der Interpretation von Veränderungen und Auswirkungen in Fluss-Systemen.

Grundlagen der angewandten Fließgewässerökologie

Entscheidend für das Verständnis natürlicher Zusammenhänge ist die Kenntnis von Ergebnissen und daraus abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten und Hypothesen aus der Grundlagenforschung, die in der Regel an den Universitäten und vergleichbaren Institutionen vermittelt wird. Dabei wird versucht, Abläufe und Zusammenhänge in biologischen Systemen zu erkennen und nachvollziehbar zu analysieren. Erst das Wissen um die wesentlichen Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge erlaubt uns, Abweichungen von natürlichen Gesetzmäßigkeiten zu erkennen.

Um diese Abweichungen in ökologischen Systemen größtmäßig erfassen, analysieren und interpretieren zu können, ist eine Vergleichssituation notwendig. Dabei kommt intakten, vom Menschen weitestgehend unbeeinträchtigten Systemen eine enorme Bedeutung zu. Erst die Abweichung von diesem natürlichen und möglichst unbeeinflussten Referenzzustand ermöglicht das Erkennen von unnatürlichen Veränderungen. Diesen muss in der Folge mit entsprechenden Maßnahmen so lange gegengesteuert werden, bis der natürliche Zustand wieder erreicht wird. Eine besondere Schwierigkeit stellt bei der Feststellung von Veränderungen in Fließgewässern das so genannte Fließgleichgewicht dar. Dieses Fließgleichgewicht bedeutet, dass sich zahlreiche Parameter in dem Gewässer in unterschiedlich langen Zeiträumen ändern. Als Beispiel seien saisonale oder jahreszeitlich bedingte Veränderungen genannt, die jedermann bekannt sind. Häufig ist es sehr schwierig zu unterscheiden, ob eine Veränderung auf einen menschlichen Eingriff zurückzuführen ist, oder ob es sich um ein natürlich ablaufendes und sich innerhalb eines zeitlichen Rahmens wiederholendes Muster handelt.



Die politischen Konsequenzen aus der zunehmenden Kenntnis biologischer Regelmäßigkeiten und vielmehr noch aus den Erfahrungen der teilweise katastrophalen Auswirkungen anthropogen bedingter Eingriffe und Veränderungen sind in verschiedensten Gesetzen und Richtlinien festgehalten. Diese Regelwerke können in Form sehr allgemein gehaltener Absichtserklärungen verfasst sein, aber auch exakt formulierte Tatbestände in einzelnen Materiegesetzen umfassen. Grundsätzlich verpflichtet vor allem das Wasserrechtsgesetz, die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union, aber auch verwandte Gesetzeswerke, beispielsweise das Naturschutzgesetz oder das jeweilige Landesfischereigesetz, zum sorgsamem Umgang mit unseren Gewässern und den darin beheimateten Lebewesen.

In heutiger Zeit sind zur Überwachung der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben verschiedenste Messnetze installiert worden, die ein rasches Aufspüren unnatürlicher Veränderungen in unseren Fließgewässern ermöglichen (siehe dazu Kapitel „Das biologische Untersuchungsprogramm der amtlichen oberösterreichischen Gewässeraufsicht“). Diese Messnetze bestehen aus zahlreichen Messpunkten, die rasterartig über das ganze Land verteilt sind und in regelmäßigen zeitlichen Abständen oder auch permanent überprüft werden. Auf diese Weise wird die Qualität der Oberflächengewässer ebenso kontrolliert wie jene der Grundwasserkörper. Fallen Unregelmäßigkeiten ins Auge, so wird der Grund dafür und, sofern möglich, auch der Verursacher erforscht und das Problem behoben.

Neben diesen hoheitlichen Aufgaben der Überwachung kommen den verschiedenen Abteilungen des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung auch andere Aufgaben zu. So bildet beispielsweise der dort eingerichtete Sachverständigendienst eine wichtige Grundlage für den gesetzeskonformen Vollzug durch die Behörden. Von den Amtssachverständigen, die einzelnen fachlichen Bereichen zugeordnet sind, werden jene Auflagen vorgeschlagen, die sich aus dem Gesetzestext ableiten lassen und bei verschiedenen Vorhaben im und am Gewässer nach Beweiswürdigung durch die Behörde in den jeweiligen Behördenbescheid einfließen. Auf diese Weise wird ein möglichst schonender Umgang mit den Gewässern garantiert.

Das Amt der Landesregierung bedient sich aber bei verschiedenen Untersuchungen oder zur Überprüfung der Einhaltung der formulierten Auflagen auch privater Fachleute. Diese müssen auf Basis einer entsprechenden Ausbildung die Qualifikation zur Anwendung des theoretischen Wissens in der Gewässerökologie erworben haben. Typische Auftragsarbeiten umfassen etwa ökologische Begleitplanungen oder auch die Bauaufsicht vor Ort.

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union – von der biologischen Wassergüte zum ökologischen Zustand

Die ersten Schritte zum angewandten Gewässerschutz begannen in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts, als die stark anwachsende Bevölkerung und die Vergrößerung der Siedlungsgebiete die Ableitung riesiger Mengen ungeklärter Abwässer in die Flüsse zur Folge hatten. Das natürliche Gleichgewicht zahlreicher Bäche und Flüsse wurde durch die massive Belastung mit Nähr- und Schadstoffen verändert und die Gewässer verkamen oftmals zu Abwasserkanälen. Seit etwa den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden in ganz Europa mit enormem finanziellen Einsatz Abwasserbehandlungssysteme entwickelt und installiert. Die flächendeckende Sanierung der biologischen Wassergüte der Fließgewässer gelang aufgrund des konsequenten Ausbaues der Kanalnetze und Errichtung von leistungsfähigen Kläranlagen innerhalb weniger Jahrzehnte. Auch heute werden noch Kanalnetze ausgebaut. Die zunehmend bedeutendere Tätigkeit umfasst aber Betrieb, Sanierung und Neudimensionierung der bestehenden Anlagen.

Zur Erkennung noch verbliebener oder neu auftretender Probleme bezüglich der Wassergüte sind die Messnetze der einzelnen Landesregierungen ein wertvolles Instrumentarium.

Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen und auch die Beobachtungen der Berufs- und Angelfischerei zeigten trotz der Verbesserung der Nährstoffsituation auch noch Ende des 20. Jahrhunderts stark rückläufige Fischbestandszahlen in den Fließgewässern. Die massive Verbauung und morphologische Monotonisierung sowie die starke Fragmentierung der Gewässersysteme durch Querbauwerke wurden



als Hauptgründe für die starken Bestandsrückgänge erkannt.

Als Reaktion der Politik auf diese Erkenntnisse wurde vom Rat der Europäischen Union im Herbst 2000 die Wasserrahmenrichtlinie verabschiedet und in zwischen von den meisten Mitgliedsstaaten in nationales Recht implementiert. Zentrale Forderung der Wasserrahmenrichtlinie ist das Erreichen des „guten ökologischen Zustandes“ der europäischen Gewässer. Dieser gute ökologische Zustand ist auf Basis zahlreicher abiotischer und biotischer Parameter definiert. Die Wasserrahmenrichtlinie bringt neben der Neuerung, dass mehrere Aspekte in die Gewässerbewertung einfließen, auch einen neuen Betrachtungsansatz. Nicht mehr die punktuelle Belastung an einer bestimmten Stelle des Gewässers steht im Vordergrund, sondern dessen Gesamtzustand unter Berücksichtigung des ganzen Einzugsgebietes. Damit wird auch der Tatsache Rechnung getragen, dass der (Haupt-)Fluss die Summe der Belastungen widerspiegelt, die aus dem terrestrischen Einzugsgebiet und aus den vielen Zuflüssen und kleinen Gräben stammen. Diffuse Nähr- und Schadstoffeinträge aus dem Gewässerumland stellen heute die Hauptbelastungsquelle bezüglich der Wassergüte dar. Die Einbeziehung der morphologischen Situation eines Gewässers, des Gewässerkontinuums sowie seine Vernetzung mit dem unmittelbaren Gewässerumland in die Bewertung des ökologischen Zustandes trägt den wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Notwendigkeit von Migrationsbewegungen zur Aufrechterhaltung intakter Populationen für die gesamte aquatische Fauna Rechnung.

Bioindikatoren

Bioindikatoren, auch Indikatorarten oder Zeigerarten genannt, sind Organismen, die sehr spezifische physiologische und morphologische Anpassungen an ihre Lebensraumbedingungen zeigen. Auf unnatürliche Veränderungen ihres Lebensraumes, etwa durch Umweltbelastung, reagieren sie in wahrnehmbarer Weise. Messbare Änderungen ihrer Stoffwechselprodukte, beispielsweise die Konzentration bestimmter Proteine in ihrem Blut, werden als Biomarker bezeichnet.

Ein Organismus kann also dauerhaft nur dort überleben, wo die Lebensraumbedingungen seine spezi-

fischen ökologischen Erwartungen erfüllen können. In der angewandten Fließgewässerökologie werden Bioindikatoren zur Erfassung von Veränderungen der natürlichen Umwelt herangezogen, wobei sich durch die Kombination mehrerer Bioindikatoren die Vorzüge der einzelnen Gruppen optimal verknüpfen lassen. Ein System, in dem die Beziehung zwischen Besiedelung durch verschiedenste Makrozoobenthosorganismen und Gewässerverunreinigung für die Bioindikation ausgenutzt wird, stellt das Saprobien-system dar, das bereits Anfang des 20. Jahrhunderts von den beiden Wissenschaftlern Kolkwitz und Marsson in Europa entwickelt wurde (KOLKWITZ & MARSSON 1902). Anhand dieses empirisch aufgestellten Systems ist es allerdings nur möglich, verschieden stark mit abbaubaren organischen Substanzen verschmutzte Gewässer zu bewerten. Für die Beurteilung der Belastung mit anorganischen Substanzen, beispielsweise Schwermetallbelastungen, eignen sich in Abhängigkeit der zu untersuchenden Belastung andere Systeme beziehungsweise auch Biomarkeruntersuchungen oder die direkte Messung der Konzentration der Stoffe im Gewebe exponierter Organismen besser.

Ökologische Bewertung anhand der Makrozoobenthosfauna

Für die ökologische Bewertung eines Fließgewässers anhand der Makrozoobenthosgemeinschaft werden drei Hauptgesichtspunkte herangezogen. Neben dem Saprobienindex, der Auskunft über die Wassergüte gibt, sind dies die Ernährungstypenverteilung und die längenzonale Einstufung nach biozönotischen Regionen.

Biologische Bestimmung der Wassergüte anhand des Saprobienindex

Die biologische Bestimmung der Wasserqualität basiert auf dem Saprobien-system von Kolkwitz und Marsson, das im Laufe der Jahre immer wieder abgeändert und angepasst wurde. Anhand des Vorhandenseins bestimmter Indikatororganismen kann der Grad der Belastung des Fließgewässers in Form von Güteklassen angegeben werden. Als Güteklassen wurden vier Saprobienstufen und drei Zwischenstufen definiert, denen in Wassergütekarten spezifische



Tab. 1: Zuordnung der Wassergüteklassen zu den Saprobienstufen:

$SI = \frac{\sum s_i * h_i}{\sum h_{ges}}$	SI	der Saprobienindex der Zönose
	s_i	der Saprobiegrad (Verschmutzungsempfindlichkeit) der jeweiligen Art
	h_i	die Häufigkeit der jeweiligen Art
	h_{ges}	die Häufigkeit der insgesamt gefangenen Arten

Saprobienstufe = Güteklasse	Grad der organischen Belastung	Saprobienstufe	Saprobienindex	Farbzuordnung
I	unbelastet bis gering belastet	oligosaprob	1,0 – 1,5	blau
I – II	gering belastet	oligosaprob bis β -mesosaprob	1,5 – 1,8	blau/grün
II	mäßig belastet	β -mesosaprob	1,8 – 2,3	grün
II – III	kritisch belastet	β - bis α -mesosaprob (Grenzbereich)	2,3 – 2,7	grün/gelb
III	stark verschmutzt	α -mesosaprob	2,7 – 3,2	gelb
III – IV	sehr stark verschmutzt	α -mesosaprob bis polysaprob	3,2 – 3,5	gelb/rot
IV	übermäßig verschmutzt	polysaprob	3,5 – 4,0	rot

Farben zugeordnet werden (Tab. 1). Der Saprobienindex stellt einen Zahlenwert dar, der die Häufigkeiten der an der untersuchten Stelle vorkommenden Arten sowie ihre Zuordnung zu einer bestimmten Saprobienstufe wiedergibt. Zur Berechnung des Saprobienindex wird die in Tab. 1 abgedruckte vereinfachte Formel verwendet.

Ernährungstypenverteilung

Die Ernährungstypen Weidegänger, Zerkleinerer, Filtrierer, Sammler und Räuber sowie deren unterschiedliche Anteile an der Lebensgemeinschaft im Fließverlauf eines Gewässers wurden bereits in Kapitel „Biozönotische Gliederung von Fließgewässern“ beschrieben. Bei der praktischen ökologischen Bewertung werden die Anteile der Nahrungsgilden analysiert und mit dem ökologischen Leitbild der betreffenden Stelle verglichen. In der „Fauna Aquatica Austriaca“ (MOOG et al. 2002), einem ökologischen Einstufungskatalog des Lebensministeriums, wird jede bislang in Österreich nachgewiesene Makrozoobenthosart hinsichtlich ihrer Ernährungsweise in einem Punktesystem eingestuft. In Summe werden für jede Art 10 Punkte vergeben, die sich auf die verschiedenen Ernährungstypen verteilen. Wenn sich beispielsweise eine Libellenart rein räuberisch ernährt, werden ihr in der Kategorie „Räuber“ 10 Punkte zugeordnet. Eine Köcherfliegenart, deren Nahrung sich zu 70 % aus grobem organischen Material und

zu 30 % aus Algen zusammensetzt, erhält bei der Einstufung sieben Punkte als Zerkleinerer und drei als Weidegänger. Somit ergibt sich anhand der Zuordnung aller gefundenen Organismen eine Nahrungsgildenverteilung, die in Form eines Diagramms dargestellt werden kann.

In einem natürlichen und unbelasteten Fließgewässer stellen sich je nach Entfernung von der Quelle unterschiedliche Zustände ein (siehe Kapitel „Charakteristik der natürlichen Fließgewässer“). Wird die Biozönose jedoch gestört, kommt es mitunter zu einer deutlich merkbaren Verschiebung der Ernährungsgildenzusammensetzung. Flussabwärts der Einleitung von Fischteichabflüssen nimmt beispielsweise der Anteil an Filtrierern oft stark zu, weil ausgeschwemmte Fischexkremate, Schwebalgen und Zooplankton für diese Gruppe eine breite Nahrungsbasis darstellen. In Fließgewässern, die durch landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen fließen, ist der Feinsedimenteintrag meist sehr hoch. Detritusfresser, die sich vornehmlich davon ernähren, treten deshalb in solchen Bächen in übermäßig hohen Dichten auf. Eine Zunahme an Weidegängern kann in Bachabschnitten beobachtet werden, deren Ufervegetation gerodet wurde, wodurch vermehrt Licht zum Gewässergrund gelangt. Entlang des sonst stark beschatteten Gewässerabschnittes bilden sich rasch Algenfilme aus, die in einer Verschiebung der Ernährungstypen zugunsten der Weidegänger resultieren.

Tab. 2: Längenzonale Einstufung einer Kriebelmückenart (EUK=Eukrenal, HYK=Hypokrenal, ER=Epirhithral, MR=Metarhithral, HR=Hyporhithral, EP=Epipotamal, MP=Metapotamal, HP=Hypopotamal, LIT=Litoral, PRO=Profundal)

EUK	HYK	ER	MR	HR	EP	MP	HP	LIT	PRO
–	–	3	5	2	–	–	–	–	–

Längenzonale Einstufung

Ähnlich funktioniert die Einstufung eines untersuchten Abschnittes nach biozönotischen Regionen. Je nach Quellentfernung und daraus ableitbaren abiotischen Gegebenheiten (Temperatur, Sauerstoffgehalt, Korngröße des Sohlsubstrats, Fließgeschwindigkeit etc.) bilden sich bestimmte Lebensgemeinschaften aus, die eine Zuordnung des Abschnittes zu einer bestimmten Fließgewässerregion ermöglichen. Im Längsverlauf eines Gewässers folgen natürlicherweise auf Gemeinschaften der Quellregion jene der Gebirgsbachregion und im Flachland schließlich typische Flussgemeinschaften aufeinander. Analog zu der Ernährungstypenzuordnung wird in der „*Fauna Aquatica Austriaca*“ jede Makrozoobenthosart in einem 10-Punktesystem eingestuft. Üblicherweise kann eine Art über eine gewisse Bandbreite von Regionen vorkommen, wobei in einer bestimmten Region optimale Bedingungen vorherrschen und hier daher ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt. Eine Kriebelmückenart, deren Verbreitungsgebiet zu 30 % im Epirhithral, zu 50 % im Meta- und zu 20 % im Hyporhithral liegt, wird wie in Tab. 2 eingestuft.

Aus der Gesamtheit aller nachgewiesenen Organismen und ihrer Häufigkeiten ergibt sich eine längenzonale Einstufung des betrachteten Abschnittes, die in Form eines Balkendiagramms darstellbar ist. In einem unbeeinträchtigten System sollte sich mit

zunehmender Quellentfernung der Schwerpunkt der Verteilung immer weiter in Richtung Potamal verschieben (Abb. 28 a–c).

Arten der Stillgewässer, die in den Uferzonen von Seen und Teichen (Litoral) oder in den lichtlosen Tiefenzonen stehender Gewässer (Profundal) vorkommen, sollten in natürlichen Fließgewässern nicht auftreten.

In den meisten heimischen Bächen und Flüssen ist die Situation jedoch ganz anders. Durch Querbauwerke wird das Kontinuum immer wieder unterbrochen. So kommt es zum Beispiel im Oberwasser von Steilwehren zu Stausituationen mit geringer bis fehlender Strömung. Mächtige Schlammablagerungen entstehen und es herrschen Bedingungen wie in einem stehenden Gewässer. In der Folge treten oft typische Stillwasserformen, teilweise sogar Zooplankton, in Erscheinung.

Andererseits kommt es durch Begradigungen von Fließgewässern zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit und somit zu einem Rhithralisierungseffekt. Das bedeutet, dass vermehrt Arten auftreten, deren Verbreitungsgebiet natürlicherweise viel weiter flussaufwärts liegen würde. Restwasserstrecken, die flussab von Ausleitungen entstehen, weichen in Hinblick auf die längenzonale Einstufung ebenfalls oft erheblich vom Leitbild oder von Referenzstrecken ab.

%-Anteil an der Lebensgemeinschaft

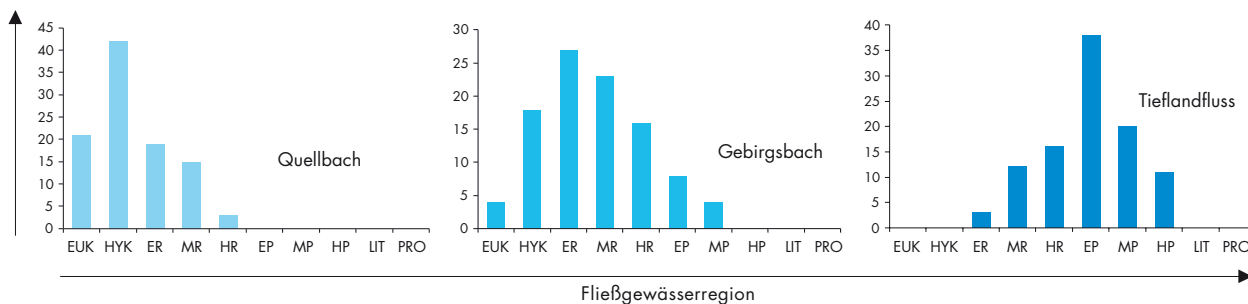


Abb. 28: Vergleich der längenzonalen Verteilung des Makrozoobenthos eines Quellbaches (Epirhithral), Gebirgsbaches (Metarhithral) und Tieflandgewässers (Potamal).

Ökologische Bewertung anhand der Fischfauna

Zur Beurteilung der Gewässer nach der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union dienen neben den Wasserpflanzen und Kleinlebewesen die Fische als biologische Qualitätskomponente. In Österreich ist die Entwicklung eines obligatorischen Bewertungssystems auf Basis der Fischartengemeinschaft weitgehend abgeschlossen und das System zur Validierung bereits freigegeben (HAUNSCHMID et al. 2006).

Die Bewertung des fischökologischen Zustandes erfolgt im Vergleich mit der gewässertypspezifischen Ausprägung der ursprünglichen Fischfauna. Dies entspricht dem Zustand, wie er ohne die Einwirkung durch den Menschen in diesem Gewässerabschnitt vorzufinden wäre und wird auch **Leitbild** oder potenziell natürlicher Zustand genannt. Als Indikationskriterien finden folgende Parameter Eingang:

- Artenzusammensetzung (Leitarten, typische Begleitarten, seltene Begleitarten)
- Abundanz (absolute Individuenzahlen, Biomasse)
- Populationsstruktur
- Fischregionsindex (drückt die Präferenz einer Art im Längsverlauf aus)
- Reproduktionserfolg und Strömungspräferenz.

Der ökologische Zustand wird in fünf Klassen angegeben, von denen die Bewertungsklasse 1 den sehr guten Zustand darstellt, gemäß dem die ökologische Situation der Fischfauna eines Gewässers unbeeinträchtigt oder nahezu unbeeinträchtigt ist. Die Zusammensetzung und die Dominanzverhältnisse der Fischartengemeinschaft entsprechen weitgehend jenen des Naturzustandes. Die schlechteste Bewertung, Klasse 5, erhalten Gewässer, deren aktuelle Fischartenzusammensetzung gegenüber der potenziell natürlichen Fischfauna sehr stark verändert ist. Mit den dazwischen liegenden Klassen 2, 3 und 4 werden Zustände des guten bis unbefriedigenden Status der Fischfauna charakterisiert.

Bestimmung morphologischer Parameter

Mit dem zunehmenden Ausbau der Fließgewässer und dem Verlust des reichhaltigen Habitat- und Strukturangebotes im Gewässerbett wurde auch dessen große Bedeutung für die Lebensgemeinschaft erkannt. Je eintöniger und naturfremder sich ein Ge-

wässer präsentiert, desto geringer ist die Artenvielfalt. Besonders offensichtlich zeigte sich diese negative Veränderung in der Fischartengemeinschaft. Beispielsweise sind von den 75 in Österreich heimischen Fischarten 39 in ihrem Fortbestand bedroht (WOLFRAM & MIKSCHI 2007). Als Hauptbedrohungsurache wird für die meisten Fischarten Lebensraumverlust als Folge von Gewässerverbauung angeführt. Um einen Eindruck über den morphologischen Zustand der Fließgewässer zu erhalten, wurden verschiedene Systeme zur Erfassung der Strukturgüte entwickelt. Alle haben die Darstellung der Naturnähe beziehungsweise der Naturferne der Gewässer in Zahlen zum Ziel (Abb. 29). Die Erfassung und Bewertung der Gewässermorphologie soll in weiterer Folge als Grundlage zum Entwurf notwendiger Sanierungsmaßnahmen und zur Renaturierung einzelner Abschnitte beziehungsweise ganzer Flüsse dienen. Die Wiederherstellung der naturnahen Gewässermorphologie, und damit zusammenhängend auch der natürlichen hydrologischen Gegebenheiten, ist als wesentlicher Beitrag zum ganzheitlichen Gewässerschutz zu sehen.



Abb. 29: Die Erfassung und Bewertung der Gewässermorphologie stellt die Grundlage zum Entwurf notwendiger Sanierungsmaßnahmen dar. Im Bild ein naturnaher Abschnitt des Kettenbaches im Aist-Einzugsgebiet.

In Oberösterreich wurde mit den Arbeiten von WERTH (1987) bereits sehr früh an der Erfassung der Strukturgüte, des so genannten **ökomorphologischen Zustandes** von Fließgewässern gearbeitet und auch eines der ersten Bewertungssysteme geschaffen. Der Autor geht davon aus, dass ein natürliches Fließge-

wässer einen hohen „ökologischen Gehalt“ besitzt. In der Regel bedeutet dies ausreichende Stabilität und Selbstregulation des Ökosystems, die mit hoher Artendiversität und intensiver Wechselwirkung zwischen den Arten bei geschlossenen Stoffkreisläufen, hoher Strukturheterogenität und hohem Puffervermögen gegenüber äußeren Einflüssen einhergeht. Die Bewertung des gewässermorphologischen oder ökomorphologischen Zustandes orientiert sich am anthropogen weitgehend ungestörten Zustand und führt mit zunehmender Naturferne zu einer schlechteren Klassifizierung. Genau genommen wird eine „Abstufung des menschlichen Einflusses auf das Ökosystem Fluss“ vorgenommen. Es werden in Anlehnung an die saprobiologische Wassergütebestimmung vier Zustandsklassen mit drei Zwischenklassen unterschieden und auch die Farbgebung entspricht weitgehend jener der Wassergüte.

Die ökomorphologische Strukturkartierung nach Werth umfasst folgende Parameter:

- Linienführung (Grundriss, Fließverhalten)
- Längsprofil (mit natürlichen und künstlichen Gefälleverhältnissen)
- Querprofil (beziehungsweise bei Bewertung nur einer Uferseite die Böschungsform)
- Sohle (Substrat, Reliefierung, Kontaktmöglichkeit des Wassers mit dem hyporheischen Interstitial)
- Grad der Verzahnung von Wasser und umgebendem Land, Breitenvariabilität
- Fischrelevante Aspekte (ausreichende Wassertiefen, Unterstände, Beschattung, Wander-, Aufstiegs- und Laichmöglichkeiten)
- Ufer beziehungsweise Böschung (Böschungsform, -material, -bewuchs)
- Uferbegleitstreifen von 1 bis 15 m landwärts der Böschungskrone (Struktur, Gehölze, Zugänglichkeit, Verzahnung)
- weiteres Umland (Struktur, Gehölze, Zugänglichkeit, Verzahnung)

Hydrologische Aspekte (Abflussverhältnisse, Fließgeschwindigkeit, Turbulenz etc.) gehen in die Gesamtbeurteilung nicht ein. Die Beurteilung für den ökomorphologischen Zustand des Gewässerabschnittes ergibt sich aus der Addition der Summenparameter mit entsprechender Mittelwertbildung.

Ein Bewertungssystem für die Quer- und Längsverbauungen in Flüssen bietet der **Wehrkataster**, der seit 1999 in Oberösterreich zur Anwendung kommt (GUMPINGER 2000). Zur Bewertung des ökologischen Zustandes der Fließgewässer nach Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union werden als hydromorphologische Qualitätskomponenten der Wasserhaushalt (Menge und Dynamik des Abflusses, Verbindung zum Grundwasserkörper), die Längsdurchgängigkeit der Flüsse (bezüglich Fauna und Geschiebehaushalt) und die Morphologie (Struktur der Uferzone, Breiten-Tiefenvarianz, Substratbedingungen im Bett) genannt. Der Wasserhaushalt und die Morphologie eines Gewässers sind im Vergleich zu einem natürlichen Referenzzustand zu bewerten. Die Bewertung der Längsdurchgängigkeit ist hingegen von einem typologischen Vergleich unabhängig, da die Erfassung und Beurteilung anthropogen errichtete Querverbauungen im Vordergrund steht, deren Fehlen als grundsätzliche Referenzsituation gelten kann. Dieser Referenzzustand ist ein gänzlich von Querverbauungen unbeeinflusstes Gewässersystem, in dem ein durchgängiges Fließkontinuum vorhanden ist, das sämtliche Wanderbewegungen der aquatischen Fauna zulässt und in dem ein ungehinderter Geschiebetransport stattfinden kann. Dieser Zustand kann in letzter Konsequenz nur durch die Beseitigung der Querbauwerke wiederhergestellt werden. Aus soziokultureller, ökonomischer und letztlich auch technischer Sicht ist dies aber kurz- und mittelfristig nicht zu bewerkstelligen. Während Querverbauungen durch entsprechende, teils sehr einfache technische Maßnahmen für die aquatische Fauna durchgängig gemacht werden können, bleibt die Barrierewirkung für den Sedimenttransport meist erhalten.

Mit dem Wehrkataster wurde eine Kartierungs- und Darstellungsmethode für Querbauwerke und Längsverbauung in ganzen Gewässersystemen entwickelt (GUMPINGER & SILIGATO 2002). Für die Erstellung werden die Fließgewässer von der Mündung bis zur Quelle flussaufwärts begangen und sämtliche von Menschenhand errichtete Querbauwerke sowie der Natürlichkeitsgrad der Uferlinie im gesamten Einzugsgebiet, also im Hauptfluss und in allen Zubringern mit einem Einzugsgebiet > 5 km², erfasst. Neben der Bewertung der Passierbarkeit aller Quer-



bauwerksstandorte für die Fischfauna, getrennt in Auf- und Abwanderung, sowie für die Makrozoobenthoszönose werden die konstruktiven Merkmale und baulichen Charakteristika der Querbauwerke erfasst (Abb. 30). Diese Informationen erlauben dann auch Rückschlüsse auf den Geschiebehalt des Gewässers. Weiters erfolgt die Aufnahme des Grades der Längsverbauung, die in weiterer Folge die Ausweisung von Abschnitten mit unterschiedlich hohem Sanierungspotenzial ermöglicht.

Für jedes Querbauwerk werden folgende Daten erhoben:

- Kenndaten (Gewässer, Querbauwerksnummer, geografische Koordinaten, Objektname, Landmarke, Gemeindegebiet, ...)
- Gewässerdimension (Gewässertyp, Abfluss, Fließgewässerregion, ...)
- Charakterisierung des Querbauwerkes (Querbauwerkstyp, Nutzung, Stauhöhe, Wasserentnahmemenge, Überfallscharakteristik, ...)
- Bewertung der Passierbarkeit für flussauf und flussabwärts wandernde Fische (vier Stufen) und allgemein für wandernde Makrozoobenthosorganismen (drei Stufen)
- Sanierungsvorschläge
- Erfassung und Charakterisierung von etwaig vorhandenen Fischwegen (Typ, baulicher Zustand, Funktionsfähigkeit, etc.)



Abb. 30: Auch kleine Querbauwerke, wie dieses im Planbach (Innbach-Einzugsgebiet), können die Längsdurchgängigkeit in Fließgewässern beeinträchtigen. Durch die Ansammlung von Totholz besteht kein kompakter Wasserkörper mehr, wodurch keine Passierbarkeit für Fische gegeben ist. Makrozoobenthosorganismen können das Hindernis hingegen weitgehend ungestört passieren.

Der Natürlichkeitsgrad beziehungsweise der Verbauungsgrad der Uferlinie wird aufgenommen, um den Vernetzungsgrad von Gewässer und Umland beziehungsweise das Uferlinien-Entwicklungspotenzial zu erheben. Außerdem dient diese Information bei Verschneidung mit den Standorten der Querbauwerke zur Identifizierung vorrangiger Sanierungsabschnitte. Grundsätzlich werden keine Bereiche unter hundert Meter Länge ausgewiesen, außer wenn Verrohrungen, Kanalisierungen oder trocken fallende Restwasserabschnitte vorliegen. Bei einer durchgehenden anthropogenen Überformung beider Uferlinien erfolgt zusätzlich die Beschreibung der baulichen Ausföhrung des Regulierungsprofils, der Sohlbefestigung sowie der Befestigungsart und des verwendeten Materials.

Die Wehrkataster sind eine adäquate Informationsquelle bei der Planung zur Umsetzung der in der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union geforderten Mindeststandards.

Ökotoxikologie

In der vergleichsweise jungen wissenschaftlichen Disziplin der Ökotoxikologie werden die Ökologie als Lehre der Wechselbeziehungen der Organismen mit ihrer belebten und unbelebten Umwelt und die Toxikologie als Lehre der Wirkung von Schad- und Giftstoffen, hauptsächlich menschlichen Ursprungs, auf Organismen verbunden.

Ökotoxikologische Untersuchungen dienen in erster Linie der Ermittlung von Gefahren für die belebte Umwelt, die von der Einwirkung von potenziellen Giftstoffen ausgehen (Umweltgefährdungspotential). Dazu wird untersucht, wie ein Stoff auf einen bestimmten Organismus in einem Medium (Boden, Wasser, Luft) wirkt. Grundsätzlich wirkt sich jeder Stoff in irgendeiner Form aus, sodass der Effekt primär eine Frage der Konzentration beziehungsweise der Dosis ist.

Um eine Wirkung erzielen zu können, muss ein Stoff eine genügend lange Zeit (Expositionsdauer) und in ausreichender Menge (Konzentration) vorliegen. Bei sehr toxischen (= giftigen) Stoffen kann eine sehr kurze Expositionsdauer und/oder eine sehr geringe Konzentration ausreichen, um eine Schädigung zu erzeugen. Bei einigen Stoffen muss sich erst eine

gewisse Menge dieses Stoffes im Organismus oder in der Umwelt anreichern (= akkumulieren), um eine Schädigung zu bewirken.

Ökotoxikologische Laboruntersuchungen geben Aufschluss über die direkte Wechselwirkung eines Stoffes mit einem zu untersuchenden Organismus. Aufgrund der hohen Reproduzierbarkeit und der vergleichsweise leichten Kontrolle der Versuchsbedingungen können unterschiedliche Konzentrationen getestet werden. Beispielsweise wird untersucht, ab welcher Konzentration eines Stoffes im Organismus Effekte sichtbar werden (= Effektkonzentration – EC oder Effektdosis ED) oder wie hoch die tödliche Dosis unter den herrschenden Laborbedingungen ist (= Letalkonzentration – LC oder Letaldosis LD). Ein häufig angegebener Wert ist die so genannte LC_{50} -Konzentration, die jener Menge des Stoffes entspricht, bei der bei einmaliger Gabe 50 % der Versuchsorganismen zugrunde gehen. Der LC_{50} -Wert ist ein allgemein anerkanntes Maß für die Toxizität eines Stoffes. Den Akuttests, bei denen die direkte Auswirkung eines Stoffes getestet wird, stehen die chronischen Tests gegenüber, in denen die Auswirkung von Stoffen über mehrere Tage und Wochen untersucht wird.

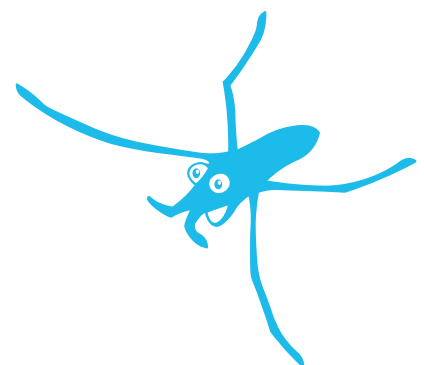
Die standardisierten Laborbedingungen sind nur bedingt auf das Freiland übertragbar, in dem unendlich viele, nicht kontrollierbare beziehungsweise unbekannte Einflüsse wirken und Wechselwirkungen oft nicht abschätzbar sind. Um eine Aussagekraft bezüglich der Wirkung von Stoffen in der Natur treffen zu können, sind deshalb ergänzend zu den Laboruntersuchungen entweder Untersuchungen in Modellökosystemen („Mikrokosmos- und Mesokosmosstudien“) und/oder Freilanduntersuchungen notwendig.

Die Berücksichtigung der Vernetzung und Verknüpfung von Wirkungen über die verschiedenen Ebenen der biologischen Hierarchien (Zelle, Organ, Individuum, Lebensgemeinschaft) ist ein grundlegendes

Prinzip der Ökotoxikologie. Die Gesamtheit der Organismen eines Ökosystems lässt sich nicht untersuchen, weshalb repräsentative Vertreter für die verschiedenen Ebenen ausgewählt werden. In der aquatischen Ökotoxikologie sind solche Vertreter beispielsweise die Grünalge *Scenedesmus* sp., die Wasserlinse *Lemna* sp., der Wasserfloh *Daphnia magna* oder die Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss*.

Anhand der ökotoxikologischen Untersuchungen, Informationen über die Herkunft der unterschiedlichen Stoffe, gemessene oder abgeschätzte Konzentrationen, chemische Eigenschaften, Verhalten und Persistenz des Stoffes in der Umwelt etc. kann das Gefährdungspotenzial für Organismen und Umwelt abgeschätzt werden. Dies führt zur Definition von Gefährungsklassen und dient zur Risikobeurteilung von Chemikalien für die Umwelt. Die „ökologische Charakterisierung“ der Chemikalien dient dem Gesetzgeber zum Entwurf von Chemikaliengesetzen, in denen beispielsweise Grenzwerte für Konzentrationen festgelegt sind. Auch können alarmierende Ergebnisse aus ökotoxikologischen Untersuchungen zum Verbot der Anwendung bestimmter Stoffe führen, wie dies beispielsweise für das Herbizid Atrazin (= Triazin) geschah. Dieses Unkrautvernichtungsmittel wurde in Österreich im Ackerbau angewandt und darf aufgrund seiner hohen Toxizität für Wasserlebewesen seit 1995 nicht mehr ausgebracht werden.

Die natürlichen Lebensräume sind durch menschliches Handeln nicht nur in ihren Strukturen verändert worden. Vermehrt führen auch durch den Menschen herbeigeführte physikalische und chemische Einflüsse zu negativen Veränderungen. Um das zukünftige Risiko für Mensch und Umwelt abschätzen beziehungsweise minimieren zu können, müssen verstärkt ökotoxikologische Untersuchungen durchgeführt werden.



ANGEWANDTE BEISPIELE IN OBERÖSTERREICH

Die amtliche Oö. Gewässeraufsicht

Der amtlichen oberösterreichischen Gewässeraufsicht obliegt unter anderem die Kontrolle der Wassergüte der Fließgewässer in Oberösterreich. Seit Anfang der 1990er Jahre werden zwei Basis-Kontrollprogramme durchgeführt. Im Rahmen des Amtlichen Immissionsmessnetzes (AIM) werden hierfür 122 Probestellen und im biologischen Untersuchungsprogramm (BUP) 226 Probestellen in den Hauptflüssen Oberösterreichs beprobt. Die Datenerhebungen dienen der kontinuierlichen Kontrolle der Fließgewässer, sodass im Falle der Gefährdung ein rasches Eingreifen möglich ist. Ergänzend dazu werden Sonderprogramme, beispielsweise die intensivierete Untersuchung von kleinen Fließgewässern oder die genaue Untersuchung eines bestimmten Flussgebietes, durchgeführt. Diese im Bundesland Oberösterreich entwickelten Programme werden in Ergänzung zum Messnetz des Bundes (WGEV) durchgeführt. Auf diese Weise werden die notwendigen wasserwirtschaftlichen Grundlagen und Daten zur Lösung der regionalen Güteprobleme im Land erhoben. Somit wird sichergestellt,

dass das von der Europäischen Union geforderte Qualitätsziel regional eingehalten werden kann und die Betrachtung des gesamten Flusseinzugsgebietes möglich wird.

Die Untersuchungsergebnisse werden ausgewertet und liefern die Grundlage für die Gewässergütekarten, die zusammen mit den aufbereiteten Daten in den Gewässerschutzberichten veröffentlicht und der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden. Seit einigen Jahren wird auch eine „Fließgewässerdatenbank“ im landeseigenen „Wasserinformationssystem“ (WIS) aufgebaut, in der alle bisher erhobenen und ausgewerteten Daten aus den Untersuchungsprogrammen integriert sein werden. Die geografische und zeitliche Deckung der Daten ergibt eine umfassende Datensammlung, die für Personen in der Gewässeraufsicht und im Sachverständigenamt unverzichtbar ist. Auch für amtsexterne Personen soll zukünftig die Möglichkeit bestehen, sich über das Internet Einblick in die Datensammlung zu verschaffen.



► Das physikalische, chemische und bakterielle Untersuchungsprogramm der amtlichen oberösterreichischen Gewässeraufsicht

Seit 1992 werden nunmehr 122 Messstellen des AIM im dreiwöchigen Untersuchungs-Zyklus zur Erhebung der physikalischen, chemischen und bakteriellen Wassergüte beprobt. Anhand einer Reihe von Parametern und Wasserinhaltsstoffen (Temperatur, pH-Wert, Sauerstoff-, Phosphor- und Stickstoffgehalt, Bakterienanzahl, ...) erhält man so einen landesweiten Überblick über die Beschaffenheit der fließenden Welle.

In der Regel spiegeln sich die geologischen Verhältnisse in der Zusammensetzung beziehungsweise Konzentration der Wasserinhaltsstoffe wider. Auch ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Wasserbeschaffenheit und der Nutzung des hydrologischen Einzugsgebietes wie Einwohnerzahl, Viehbestand und Anteil der Ackerflächen, sowie der Einfluss von Kläranlagen sind gegeben.

Sauerstoffgehalt und Temperatur zeigen in den Fließgewässern sehr ähnliche Rhythmen. Dies trifft allerdings für keinen anderen chemisch-physikalischen Parameter zu. Einzig die Mächtigkeit der Wasserwelle, also der Abfluss im Gewässer, und die aktuelle Belastung durch den Menschen beeinflussen merklich die Konzentration der Inhaltsstoffe. Aufgrund der geringen Wasserführung schlagen sich punktuelle beziehungsweise diffuse Belastungen in kleinen Fließgewässern wesentlich stärker nieder, was die Notwendigkeit und den Stellenwert einer möglichst flächendeckenden Überwachung dokumentiert. Deshalb werden zur Verdichtung des Messnetzes laufend kleinere Fließgewässer über einen limitierten Zeitraum untersucht (seit Dezember 2006 284 Probestellen).

► Das biologische Untersuchungsprogramm der amtlichen oberösterreichischen Gewässeraufsicht

Seit dem Jahr 1991 wird von der Abteilung Gewässerschutz des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung im Rahmen eines regelmäßig durchgeführten Basis-Kontrollprogramms die biologische Gewässergüte der heimischen Fließgewässer untersucht (BUP). Das Probestellennetz umfasst 226 Untersuchungsstellen in ganz Oberösterreich, an denen biologische Proben entnommen und anschließend analysiert und ausgewertet werden.



Abb. 31: Die Makrozoobenthos-Zusammensetzung wird zur Bestimmung der biologischen Gewässergüte herangezogen. Die hier abgebildete Köcherfliegenlarve *Rhyacophila* sp. zeigt etwa eine gute Wasserqualität an.

Die Untersuchungen finden für die jeweilige geografische Einheit Zentralraum, Inn- und Hausruickviertel und Mühlviertel in einem dreijährlichen Zyklus statt.

Beim biologischen Monitoring werden an allen Probestellen die Lebensgemeinschaften der Kieselalgen, der Ciliaten (Wimpertierchen) und des Makrozoobenthos untersucht (Abb. 31). Kieselalgen und Ciliaten sind gute Indikatoren des Gewässerzustandes, weil sie als Einzeller mit kurzer Generationszeit rasch auf chemische oder organische Belastungen der Gewässer reagieren. Makrozoobenthosorganismen stellen optimale Zeiger für morphologische Qualitätskomponenten dar. Ihr Vorkommen richtet sich nach dem Vorhandensein bzw. Fehlen ökologisch relevanter Strukturen im Gewässer. Außerdem sind sie aufgrund ihrer deutlich längeren Generationszeit den chemischen und organischen Belastungen gegenüber wesentlich länger und dauerhafter ausgesetzt als Einzeller. Die Analyse der Artenzusammensetzung der unterschiedlichen Lebensformtypen bietet demnach ein umfassendes Bild der biologischen Gewässergüte (Abb. 32).

Zusätzlich fließt in die Untersuchungen auch noch die bakteriologische Belastung der Gewässer ein. Hierbei wird vor allem die Konzentration fäkalcoliformer Bakterien im Wasser überprüft. Dies sind Bakterien, die in der Darmflora des Menschen und anderer warmblütiger Tiere vorkommen und dort in der Regel harmlos sind. Außerhalb des Wirtskörpers können sie sich nicht vermehren, weshalb sie einen geeigneten Indikator für Verunreinigungen durch menschliche oder tierische Ausscheidungen darstellen. Bei Anwesenheit von fäkalcoliformen Bakterien im Wasser kann gleichzeitig auch auf das Vorhandensein über die Ausscheidung verbreiteter Erreger von Krankheiten geschlossen werden, weshalb diese Bakteriengruppe standardmäßig erfasst wird. Wenn andererseits keine Fäkalcoliformen gefunden werden, kann davon ausgegangen werden, dass im Wasser keine krankheitserregenden Darmbakterien vorliegen.

Anhand der Artenzusammensetzung der betrachteten Organismengruppen und der bakteriologischen Befunde wird jedem Probenpunkt eine biologische Güteklasse nach einer vierstufigen Skala (I = völlig rein bis IV = ungemein stark verunreinigt) zugewiesen. Die Ergebnisse der Güteuntersuchungen werden regelmäßig in Form von Gewässerschutzberichten veröffentlicht.

Die Probennahme und Auswertung der Daten erfolgt nach standardisierten Methoden, um die Ergebnisse der einzelnen Probenpunkte miteinander vergleichen zu können.

Derzeit erfolgt die Umstellung auf eine wasserrahmenrichtlinienkonforme Bewertung, nach der ab dem Kalenderjahr 2007 gearbeitet wird. Diese Umstellung gewährleistet die Vergleichbarkeit aller Monitoringergebnisse im gesamten Gebiet der Europäischen Gemeinschaft.

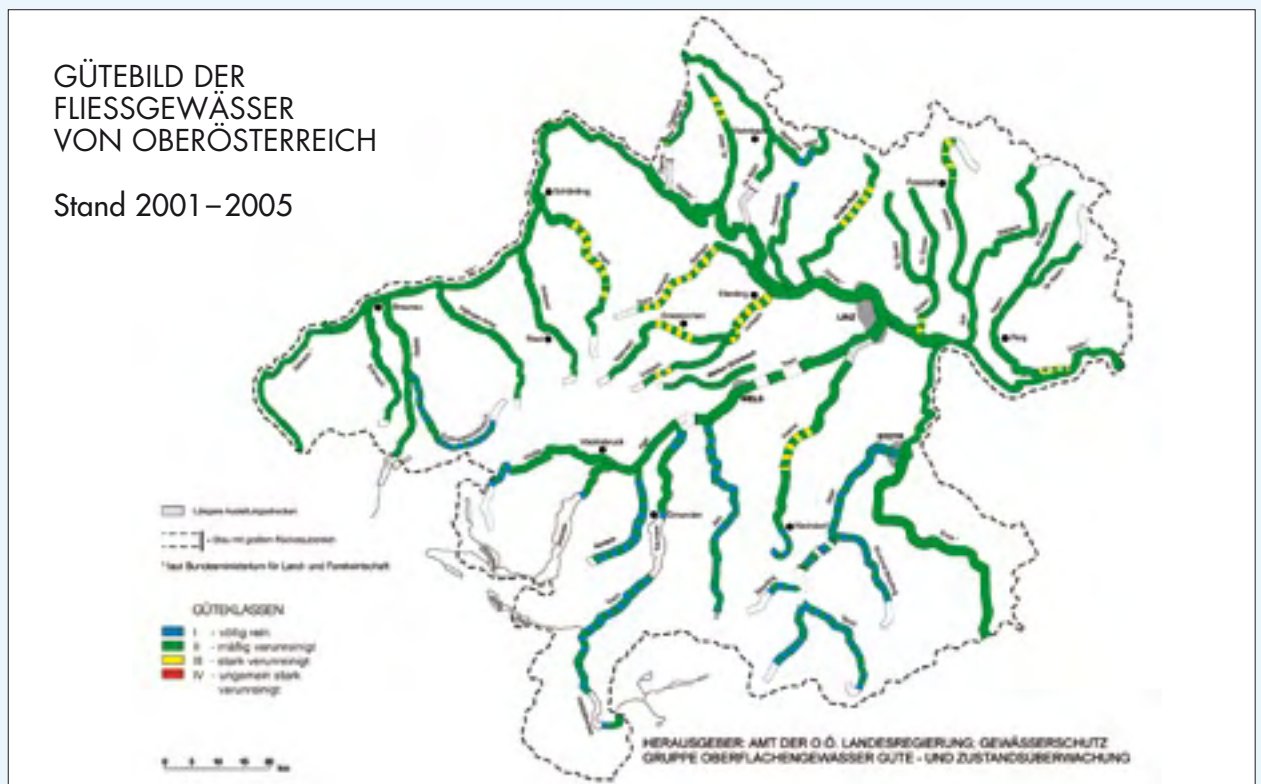


Abb. 32: Die Ergebnisse der biologischen Gewässergüteuntersuchungen werden in den Gütekarten für die oberösterreichischen Gewässer übersichtlich dargestellt (Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz).

Information und Kontakt:

Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Körntnerstraße 12, 4020 Linz,
Tel.: (+43) / (0)732 / 77 20-12523, e-mail: w.post@ooe.gv.at

► Ökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässer – Beispiel Fischartengemeinschaft

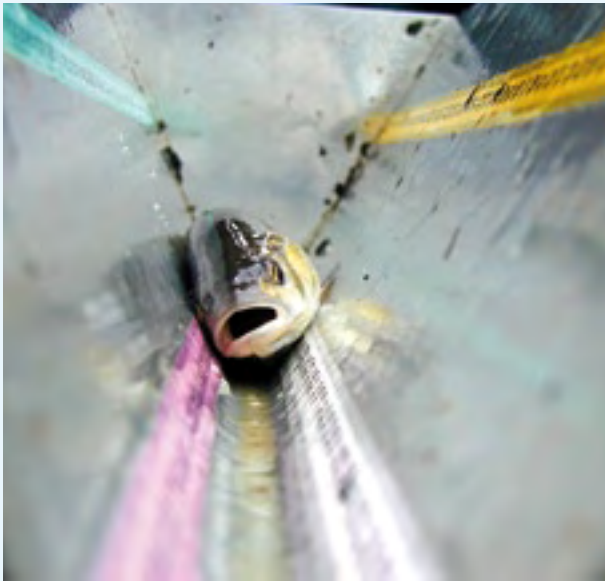


Abb. 33: Die Fischfauna dient vor allem zur Analyse struktureller Defizite in Fließgewässern.

In der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union wurde festgelegt, dass Fische – zusammen mit Makrozoobenthosorganismen und Pflanzen – als biologische Qualitätskomponenten zur Bewertung des ökologischen Zustandes eines Gewässers herangezogen werden müssen. Zu Beginn der Umsetzungen der Wasserrahmenrichtlinie im Jahre 2002 waren verbindliche, nationale Vorgaben noch nicht fertiggestellt, sodass die Bundesländer teilweise Beiträge zur einheitlichen, nationalen Regelung zur Verfügung stellten. Das Land Oberösterreich veranlasste deshalb 2003 die Erhebung der Fischfauna an 32 verschiedenen Gewässerstrecken in 14 Flusseinzugsgebieten in Oberösterreich zur Bewertung des ökologischen Zustandes (Abb. 33). Dafür wurden ausschließlich Gewässerabschnitte ausgewählt, für die Daten zur Makrozoobenthosgemeinschaft, Wasserchemie und auch hydromorphologische Zustandserhebungen nach der Methode des River Habitat Survey (RAVEN et al. 1997) vorlagen (Siehe dazu Kapitel „Ökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässer – Gewässermorphologie“). Wesentlich war, dass keine der Probestrecken durch punktuelle Einflüsse (z.B. Kläranlagenabflüsse) beeinflusst war, sodass chemische Beeinträchtigungen weitgehend ausgeschlossen werden konnten.

Für die Datenerfassung wurden ausschließlich wasserbare Gewässer elektrisch befischt, um die Vergleichbarkeit der Resultate mit anderen Untersuchungen zu gewährleisten. Fischbesatz und -entnahme im Rahmen der fischereilichen Bewirtschaftung, Maßnahmen zur Bestandsstützung und ähnliches wurden, soweit bekannt, berücksichtigt. Derartige Informationen sind zur wahrheitsgetreuen Ermittlung der Fischartengemeinschaft unbedingt nötig, da die anthropogen (= durch menschlichen Einfluss) veränderte Fischfauna in der Regel nicht dem tatsächlichen ökologischen Zustand entspricht.

Die Bewertung des fischökologischen Zustandes erfolgt im Vergleich mit der gewässertypspezifischen Ausprägung der ursprünglichen Fischfauna, die sich ohne menschliche Einwirkung im Gewässer etablieren würde (Leitbild, potenziell natürliche Fischfauna). Zur Erstellung dieses Referenzzustandes wurden ausführliche Recherchen in historischem Literatur- und Kartenmaterial und ein Vergleich mit typologisch gleichen oder zumindest ähnlichen Gewässern durchgeführt. Der Renkonen-Ähnlichkeitsindex, eine bewährte ökologische Maßzahl, wurde schließlich zur Berechnung der Ähnlichkeit des aktuellen Zustandes mit dem ursprünglichen, nicht durch den Menschen beeinflussten Zustand der Fischartengemeinschaft herangezogen. Die Voraussetzung für eine realistische Einschätzung des aktuellen ökologischen Zustandes ist somit die Erstellung eines möglichst wahrheitsgetreuen Referenzzustandes.

Zusammenfassend lässt sich der ökologische Zustand der untersuchten Fließgewässerstrecken in Oberösterreich anhand des angewendeten Bewertungssystems als mäßig klassifizieren (Abb. 34). In den Flusseinzugsgebieten im Zentralraum beziehungsweise im Inn- und Hausruckviertel (Pram, Antiesen, Innbach, Aschach, Krems) befinden sich die Gewässer in mäßigem Zustand, womit nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie Maßnahmen zur Verbesserung des Zustandes entworfen und umgesetzt werden sollten. Im Granit- und Gneishochland des Mühlviertels wurden die Bäche und Flüsse auch großteils in mäßigem ökologischen Zustand vorgefunden. Einige Abschnitte befanden sich in gutem ökologischen Zu-

stand und erfüllen somit die Mindestanforderungen der Wasserrahmenrichtlinie. Im Bereich der nördlichen Kalkvoralpen befinden sich zwei von vier Gewässerstrecken in mäßigem beziehungsweise unbefriedigendem ökologischen Zustand. Während für diese beiden Strecken das Verbesserungsgebot zum Tragen kommt, befinden sich die beiden anderen Gewässerbereiche in gutem und sehr gutem ökologischen Zustand.

Der Bewertung des ökologischen Zustandes sollte eine umfassende Untersuchung vorliegender biologischer, physikalisch-chemischer, hydromorphologischer und hydrologischer Untersuchungen und Daten als Basis

für eine detaillierte Defizit-Analyse nachfolgen. Auf die Analyse der Kausalzusammenhänge zwischen verschiedenen abiotischen Einflüssen, anthropogenen Veränderungen und biotischen Parametern sollte eine Reihenfolge der wichtigsten Sanierungsmaßnahmen folgen, anhand derer die zuständigen Stellen unmittelbar in die Detailplanung und Umsetzung gehen können. Jedenfalls ist zur Wiederherstellung des guten oder sehr guten ökologischen Zustandes aller Fließgewässer die Zusammenarbeit von Experten unterschiedlicher Fachrichtungen notwendig, um der Komplexität und zugleich Sensibilität des Ökosystems Fließgewässer Rechnung zu tragen.

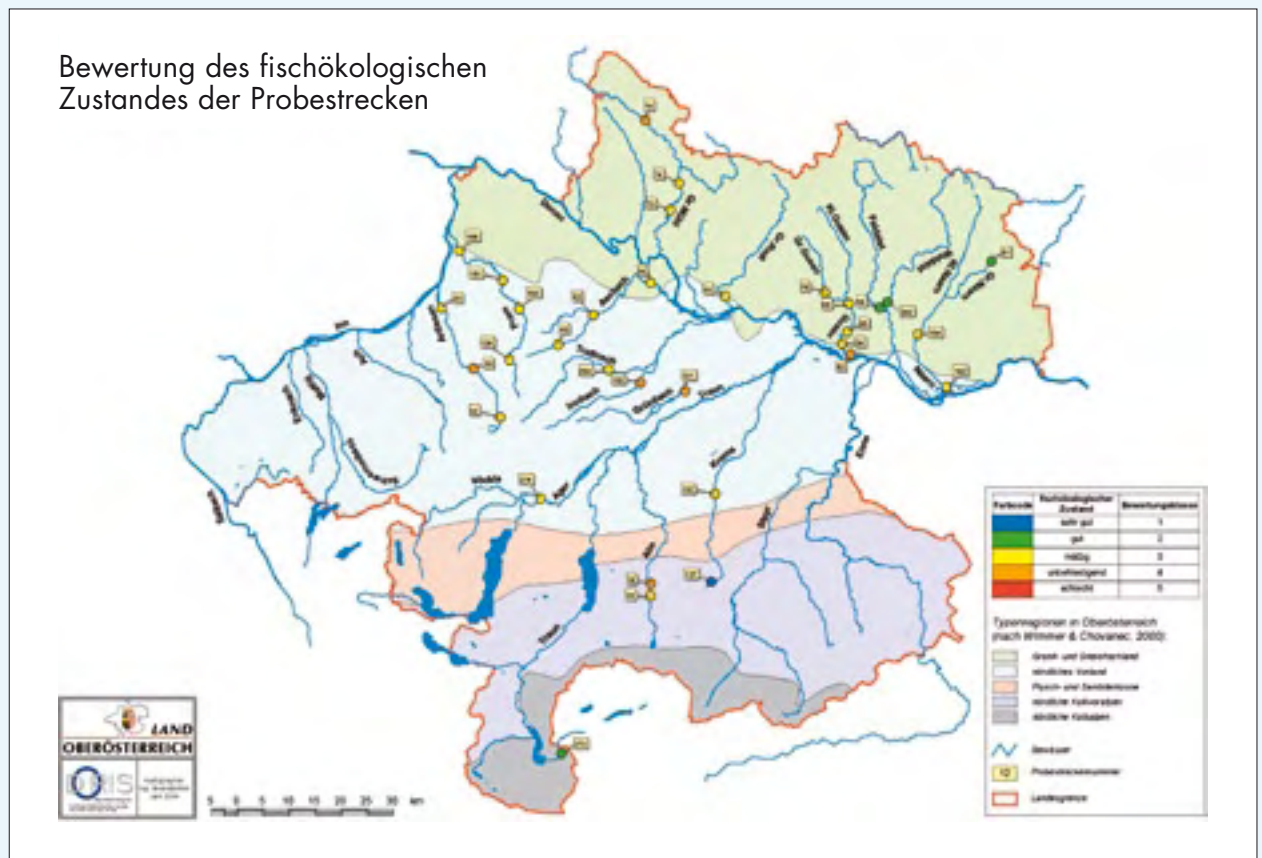


Abb. 34: Ergebnis der Bewertung des ökologischen Zustandes ausgewählter Fließgewässerstrecken anhand der Fischartengemeinschaft (aus: SILIGATO & GUMPINGER 2004).

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz

Bearbeitung: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at

Projektdetails: Fischökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässerstrecken, Gewässerschutzbericht 31/2004

► Ökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässer – Beispiel Gewässermorphologie

Im Jahr 2003 wurden die hydromorphologischen Bedingungen von 105 ausgewählten Gewässerabschnitten in Oberösterreich unter Verwendung der in Großbritannien entwickelten River-Habitat-Survey (RHS-)Methode (RAVEN et al. 1997) bewertet. Im Rahmen dieser Arbeit waren die Eignung der Methode für die Erfassung hydromorphologischer Bedingungen und eventuelle Anforderungen für die Weiterentwicklung der in Großbritannien üblichen Methode zu prüfen. Ein wichtiges Kriterium der Eignung war die Erfüllung der Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie bezüglich der Erfassung und Beurteilung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern.

Die mit der RHS-Methode untersuchten Abschnitte deckten die Untersuchungsstellen des Landesmessnetzes ab, um weitere Analysen mit hydromorphologischen Bedingungen und Organismen (Makrozoobenthos, Fische – siehe vorangehende Doppelseite) zu ermöglichen.

Das RHS ist ein standardisiertes Verfahren zur Erhebung der Gewässerstruktur und der anschließenden Bewertung des ökologischen Zustandes des Gewässers. Dazu werden jeweils 500 m lange Abschnitte festgelegt, in denen im Abstand von jeweils 50 m stichprobenartig 10 Untersuchungsstellen kartiert werden. Die Parameter werden in einer Liste vorgegeben, sodass auch die Erhebung aller notwendigen

Parameter gewährleistet ist und keiner vergessen werden kann. Zusätzlich werden ein repräsentatives Querprofil erhoben (Gewässerbreite, Wassertiefe, Uferböschungsausprägung, ...) und Daten aus geografischen Karten und Luftbildern ergänzend aufgenommen (Gefälle, Seehöhe, ...) (Abb. 35).

Alle Informationen werden zusammen mit Fotos in einer elektronischen Datenbank gesammelt und stehen den an Gewässern arbeitenden Personen zur weiteren Analyse zur Verfügung.

Die Erhebungen ergaben, dass 22 % der untersuchten Abschnitte den hydromorphologischen Güteklassen 1 und 2 (sehr guter und guter Zustand) zuzuordnen sind; im Vergleich dazu liegen 26% der Abschnitte in der hydromorphologischen Güteklasse 5 (schlechter Zustand). Dominant vertreten ist die Güteklasse 4 mit 31 % aller Abschnitte. Die Verteilung der hydromorphologischen Güteklassen spiegelt jedenfalls die anthropogene Nutzung der ursprünglichen Überschwemmungsflächen mitteleuropäischer Flusslandschaften wider (Abb. 36).

Diese Ergebnisse liefern eine Orientierung über die hydromorphologische Situation der Fließgewässer in Oberösterreich. Für die Umsetzung der WRRL zeichnen sich jedenfalls verschiedene Handlungsschwerpunkte ab. Vor allem sollten möglichst umfassend Zusammenhänge zwischen abiotischen Parametern

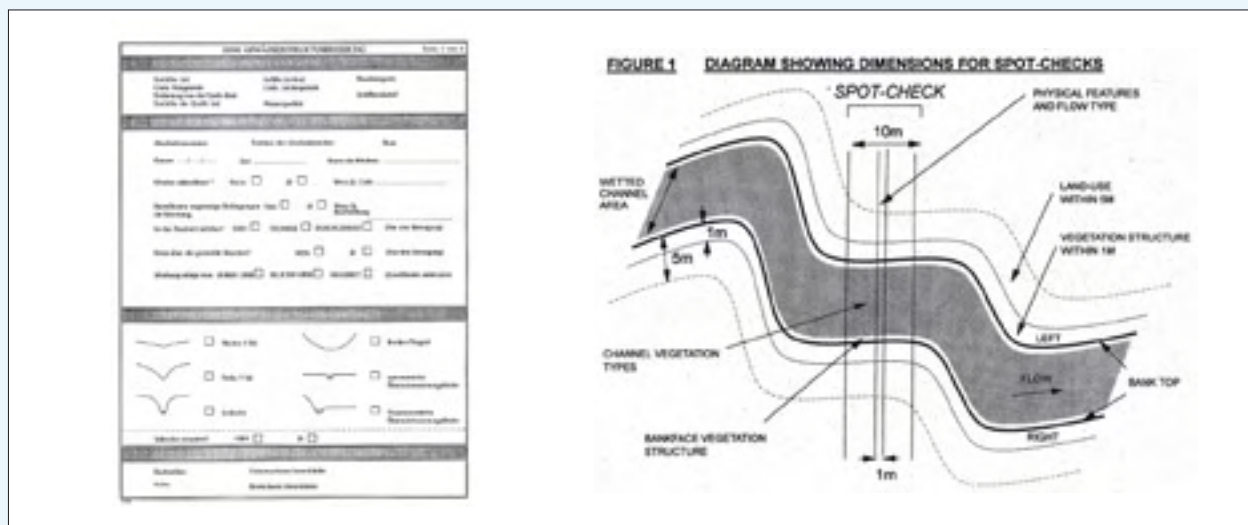


Abb. 35: Seite 1 des Formulars zur Erhebung der Gewässerstruktur und schematische Darstellung der Erhebungsprofile für die Detailerhebungen nach RHS (ENVIRONMENT AGENCY 1997).

(Hydromorphologie, Chemie und Physik) und den vorhandenen biotischen Parametern untersucht werden. So weit wie möglich sollten dabei vor allem abiotische Einflussfaktoren identifiziert werden, um weiterführende Arbeiten zu erleichtern. Von besonderer praktischer Bedeutung sind dabei Kenntnisse über Zusammenhänge zwischen verschiedenen Eingriffen in Fließgewässern (Verbauungen, Querbauwerke, ...) und biotischen Parametern, um die Optimierung zwischen den Schutzziele für Siedlungsgebiete und den ökologischen Zielen zu erleichtern. In Vorbereitung für die Erstellung von Bewirtschaftungsplänen für Flusseinzugsgebiete erscheint es angesichts der derzeit vorliegenden Ergebnisse sinnvoll, die Schutzansprüche an den Fließgewässern möglichst transparent zu erfassen und im räumlichen Kontext mit den

ökologischen Anforderungen für Fließgewässer zu vergleichen.

Bezüglich der Erhebungsgenauigkeit des Verfahrens ist jedenfalls festzuhalten, dass es sich um eine Methode zur effizienten Gewinnung von Überblicksinformationen über große Gebiete handelt. Die Erhebungen können auch von eingeschulten Nichtfachleuten durchgeführt werden, wodurch der Kostenaufwand niedrig gehalten werden kann. Durch die Ergebnisse solcher Erhebungen sollen rasch Gebiete mit besonderem Handlungsbedarf identifiziert werden. Ebenso sollen damit die Wirkungen von Maßnahmen im großräumigen Kontext rasch erfasst und dargestellt werden. Diese Erhebungsmethoden ersetzen aber nicht differenzierte Detailerhebungen für die Planung und Überwachung konkreter Maßnahmen.

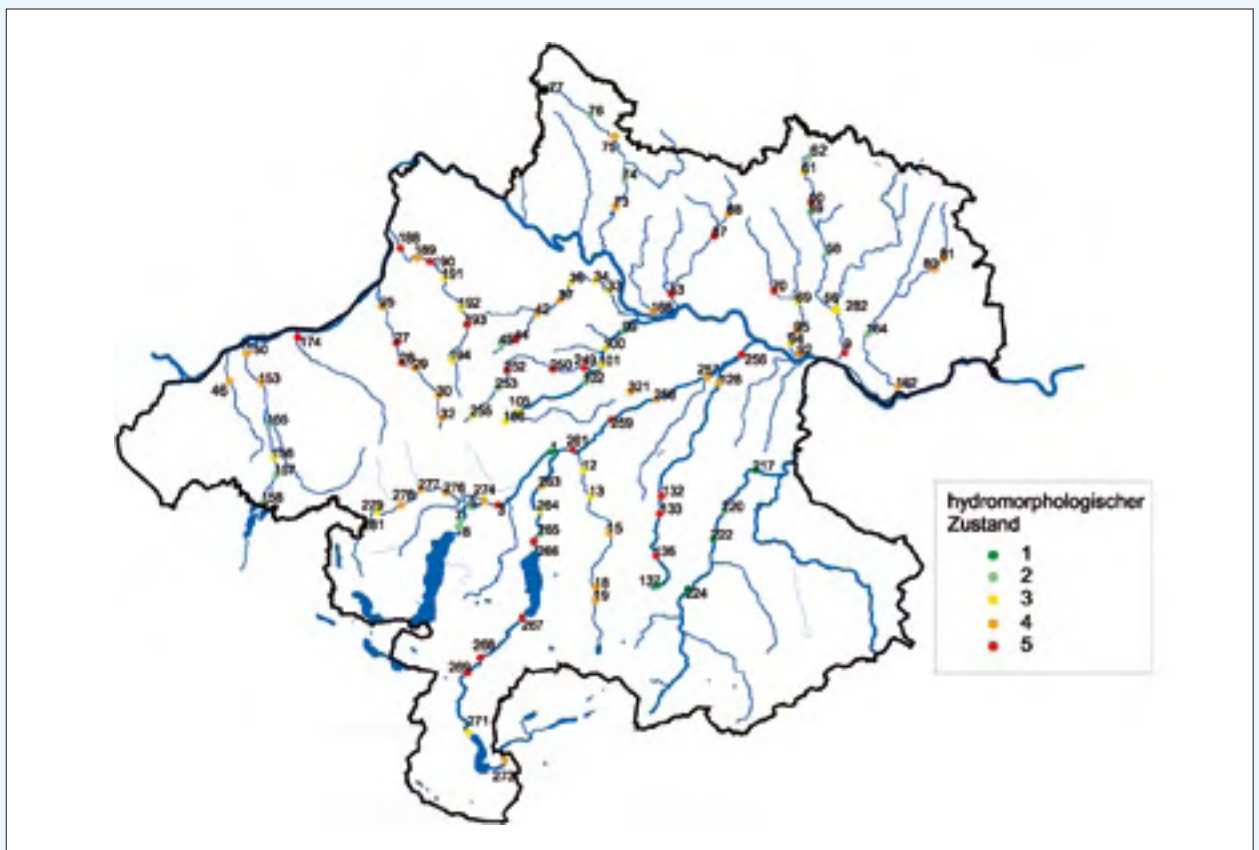


Abb. 36: Überblick über die in Oberösterreich anhand der RHS-Methode untersuchten Fließgewässerabschnitte und den damit bewerteten hydromorphologischen Zustand. (Klasse 1 = sehr gut – Klasse 5 = schlecht). Nach KNOFLACHER & KÖSTL 2004).

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz
 Bearbeitung: Knoflacher, H. M. & M. Köstl, ARC – Austrian Research Center Seibersdorf, www.seibersdorf-research.at

► Aufnahme der Quer- und Längsverbauungen – der Wehrkataster

Als Bewertungssystem für Quer- und Längsverbauungen in Flüssen bietet der Wehrkataster aufgrund der Betrachtung des gesamten Gewässersystems als funktionelle Einheit eine gute Planungsgrundlage für die Bewertung und anschließende Sanierung (Methodik der Wehrkataster in Kapitel „Bestimmung morphologischer Parameter“). In Oberösterreich wurden seit 1999 bereits 10 Flussgebiete bearbeitet. Als Beispiel sei anschließend jenes der Pram vorgestellt, da im nächstfolgenden Kapitel das Projekt „Pramauer Bach – Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit“, das auf den Erhebungen des Wehrkatasters basiert, zusammengefasst wird.

Das 382 km² große Pram-Einzugsgebiet liegt im Nordwesten Oberösterreichs und entwässert in den Inn. Der Oberlauf des Pramtales ist von einer weiten Ebene geprägt, die der Molassezone angehört. Im Mittel- und Unterlauf durchfließt die Pram den Sauwald, einen südlichen Ausläufer der Böhmisches Masse. Im ganzen Pramsystem wurden 19 Gewässer in die Kartierung einbezogen und zu Fuß von der Mündung flussaufwärts begangen, sodass selbst unauffällige Querbauwerke bei der Kartierung nicht übersehen werden konnten. Die Einbauten wurden individuell in den entsprechenden Erfassungsbögen mit Hilfe der wichtigsten konstruktiven Merkmale charakterisiert. Die Beurteilung der Passierbarkeit von Fischwegen wurde getrennt und nach dem gleichen Prinzip wie die Beurteilung des Querbauwerkes selbst aufgezeichnet (siehe Kapitel „Bestimmung morphologischer Parameter“).

Querbauwerke

Insgesamt wurden im Pram-Einzugsgebiet 374 anthropogen eingebrachte Querbauwerke erfasst. Diese verteilen sich auf eine untersuchte Lauflänge von 160,8 km, womit durchschnittlich 2,3 Querbauwerke pro Kilometer Flusslauf die Längsdurchgängigkeit beeinträchtigen. 301 Querbauwerke, somit 80,5 % der Gesamtanzahl, werden in keiner Weise wirtschaftlich genutzt, behindern aber nach wie vor die freie Durchwanderbarkeit der Gewässer (Abb. 37a).

10,2 % der Querbauwerke sind Ausleitungswehre, an denen Wasser in der Regel zur Stromerzeugung oder zur Dotation von Fischteichanlagen entnommen wird (Abb. 37b).

An fünf Standorten wird der gesamte Abfluss in einen Mühlgraben ausgeleitet und kein Mindestwasser abgegeben, das Mutterbett fällt meist auf langen Strecken trocken. Weitere 8 % sind Straßen-, Eisenbahn- und Wegunterquerungen, zum überwiegenden Teil in Form von Verrohrungen im Oberlauf der Bäche ausgeführt. Die verbleibenden 1,3 %, das sind fünf Bauwerke, verteilen sich auf sonstige Nutzungen, beispielsweise zur Dotation eines Altarms.

Bezüglich der Aufwärtswanderung von Fischen werden 28,7 % der 374 Querbauwerke als unpassierbar bewertet. Hinsichtlich der Abwärtspassierbarkeit ist naturgemäß bei beinahe allen Querbauwerken die Möglichkeit der Abspülung der Fische gegeben. Dementsprechend sind alle mit einem ausreichenden Wasserkörper überströmten Hindernisse (etwa ein Viertel der Bauwerke) in Fließrichtung uneinge-

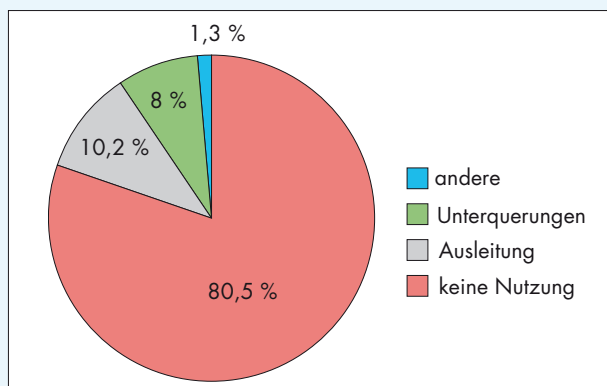


Abb. 37: a) – links: Überblick über die Nutzung der Querbauwerke in der Pram.
b) – rechts: Beispiel für ein Ausleitungswehr – Wehr des Sägewerks in Unterprenning.

schränkt passierbar. 48,9 % sind zumindest mit Einschränkungen passierbar. Knapp mehr als ein Viertel aller Querbauwerke stellen für abwandernde Fische ein massives Wanderhindernis dar.

Für Benthosorganismen, für die keine Unterscheidung in Auf- und Abwärtspassierbarkeit getroffen wird, sind 25,1 % der Bauwerke problemlos und 32,1 % teilweise passierbar. Der größte Anteil aber, 42,8 % der Querbauwerke, ist für diese Tiergruppe absolut unpassierbar.

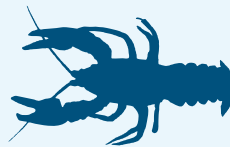
Längsverbauung

Die Regulierungsbereiche erstrecken sich im Pram-System vor allem auf die Siedlungsgebiete in den größeren Gemeinden und betragen im gesamten Einzugsgebiet etwa 25 %. In diesen Abschnitten wurden die Gewässer meist in ein mittels Blockwurf und Sohlstabilisierung gesichertes Flussbett zurückgedrängt. Erwartungsgemäß sind die Oberläufe der meisten Zuflüsse wie auch der Pram selbst weitgehend unverbaut oder nur leicht anthropogen überformt (Abb. 38). Dabei befinden sich die Gewässer aus dem Sauwaldbereich in einer besseren Situation als die Bäche aus der südlichen Pramebene. Dies ergibt sich aus der stärkeren Zersiedlung und Nutzung der Ebene im Gegensatz zu den dicht bewaldeten und teilweise unwirtlichen Gegenden im Sauwald. Entgegen anderer Kartierungsmethoden werden im Wehrkataster die Ursachen von Veränderungen im



Abb. 38: Im „Gstoanat“ ist die Pram noch weitgehend ursprünglich.

Lebensraum Fließgewässer beurteilt. Auf Basis dieser Kartierung und Bewertung erfolgen anschließend die Rangreihung der prioritären Sanierungsziele sowie die Formulierung geeigneter Sanierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit. Zukünftig wird bei der Sanierung von Flussgebieten den morphologischen Aspekten eine zentrale Bedeutung zukommen. Daher sollen alle Institutionen und Behörden, die sich fachlich mit Fließgewässern auseinandersetzen müssen, ebenso auf den Wehrkataster als Planungsinstrument zurückgreifen können wie Menschen, denen intakte Naturräume ein Anliegen sind. Am Pramauer Bach wurde die Durchgängigkeit bereits modellhaft realisiert.



Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz

Bearbeitung: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at

Projektdetails: Der „Wehrkataster der Pram und ihrer Zuflüsse“ ist als Gewässerschutzbericht 23/2000 erschienen und kann so wie auch die Wehrkataster von Antiesen, Aist, Aschach, Gusen, Innbach, Krems, Maltsch, Naarn und Seeache über das Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Aufgabengruppe Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz bezogen werden.

► Pramauer Bach – Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit und fischökologische Begleituntersuchung

Als Reaktion auf die zentrale Forderung der Wasser-Rahmenrichtlinie der Europäischen Union nach dem longitudinalen Kontinuum der Fließgewässer gab die Abteilung Wasserwirtschaft / Gewässerschutz des Amtes der Oö. Landesregierung die Kartierung aller künstlichen Querbauwerke im Einzugsgebiet der Pram in Auftrag (siehe Kapitel „Aufnahme der Quer- und Längsverbauungen – der Wehrkataster“).

Aufbauend auf diesem Wehrkataster der Pram und ihrer Zuflüsse wurde das hier vorgestellte Pilotprojekt am Pramauerbach konzipiert und durchgeführt. Ziel war die Beseitigung von Wanderhindernissen im Gewässerverlauf und die Dokumentation der Auswirkungen, die die Wiederherstellung der Längsdurchgängigkeit in einem kleinen Fließgewässer hat (Abb. 39a). Als Indikator für die Veränderungen wurde die Fischfauna gewählt, da Fische auf die Vernetzung unterschiedlicher Habitats im Gewässer angewiesen sind. Der Umbau beziehungsweise die Entfernung der Querbauwerke wurde vom Gewässerbezirk Grieskirchen geplant und durchgeführt.

Die Erhebung der Fischartengemeinschaft erfolgte im Zuge mehrerer Elektrobefischungen vor und nach den Umbauarbeiten. Um die Wanderbewegungen der Fische nachvollziehen zu können, wurden die Tiere mit Farbpunkten an der Bauchseite markiert (Abb. 39b). Der Punktecode erlaubte bei einem Wiederfang die zeitliche Zuordnung zu einer vorange-

gangenen Befischung sowie auch die räumliche Zuordnung zu einer Probestrecke.

Die Dokumentation der Entwicklung der Fischfauna im Pramauer Bach zeigte, dass die Fischartengemeinschaft der Pram vom passierbaren Mündungsbereich des Zuflusses und dessen verbesserter Auffindbarkeit profitierte. Bereits wenige Monate nach Beendigung der Umbaumaßnahmen wurden manche seltene Arten, z. B. die Russnase (*Vimba vimba*) in höherer Individuenzahl gefangen. Für einige der zuvor nur im Unterlauf des Pramauer Baches nachgewiesenen Arten vergrößerte sich das Verbreitungsgebiet flussaufwärts. Mehrere markierte Fische und erstmals auch Nasen (*Chondrostoma nasus*) konnten nach den Bauarbeiten im Mittellauf gefangen werden.

Die Wiederherstellung der Längsdurchgängigkeit im Pramauer Bach brachte bedeutende Verbesserungen bezüglich der Wandermöglichkeiten der aquatischen Fauna. Da ökologische Systeme nur sehr langsam reagieren, sind mittel- und langfristig zahlreiche weitere positive Veränderungen in der Fauna des Untersuchungsgewässers zu erwarten. Die kontinuierliche Dokumentation, die auch zukünftig weitergeführt werden soll, bringt wesentliche Erkenntnisse über die Entwicklung der Lebensgemeinschaften nach der Wiederherstellung der freien Durchwanderbarkeit. Sie zeigt auch möglicherweise nötige Adaptierungen an den Querbauwerken auf und stellt eine Basis für ähnliche Projekte dar.



Abb. 39: a) Bereits ein Jahr nach Entfernung des Querbauwerks waren keine Hinweise mehr auf den ehemaligen Stau auffindbar.
b) Die Fische werden bauchseitig mit einem Farbpunkt markiert, der mit einer Luftdruckspritze unter die Haut injiziert wird.

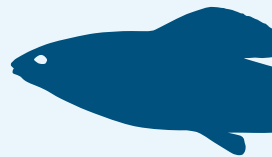
Im Zuge des Projektes wurde besonders auf Information und Zusammenarbeit mit der Bevölkerung Wert gelegt. Im Rahmen von persönlichen Gesprächen, mit Hilfe von Informationsbroschüren, Themenabenden und Diskussionsrunden mit den zuständigen Politikern sollten den Menschen vor Ort gewässerökologische Belange und vor allem die positiven Auswirkungen des Projektes auf die betroffene Bevölkerung näher gebracht werden (Abb. 40).

Um Maßnahmen wie am Pramauer Bach auch zukünftig in anderen Gebieten erfolgreich durchführen zu können, ist die Akzeptanz der Menschen, die mit den Gegebenheiten tagtäglich konfrontiert sind, maßgeblich.

Nur durch ein verständnisvolles Miteinander können unser Landschaftsbild und vorhandene funktionierende ökologische Zusammenhänge erhalten und nachhaltig aufgewertet werden.



Abb. 40: Die umfassende Information und Einbindung der Bevölkerung trug maßgeblich zum guten Gelingen des Projektes bei.



Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz

Bearbeitung: Koordination: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at,

Maßnahmenplanung und -umsetzung: Gewässerbezirk Grieskirchen, Moosham 26a, 4710 Grieskirchen

Projektdetails: Pramauer Bach – Fischökologische Untersuchung zur Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit, Gewässerschutzbericht 34/2006.

Ein Video beziehungsweise eine DVD mit etwa 15 Minuten Spielzeit zum Projekt können beim Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Aufgabengruppe Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz erworben werden.

► Flusseinzugsgebietsmanagement – Beispiel Aschach

Nach Wasserrahmenrichtlinie des Europäischen Parlaments sind alle EU-Mitgliedsstaaten gesetzlich verpflichtet, den guten und sehr guten ökologischen Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen beziehungsweise zu erhalten.

Mit dem in Kapitel „Ökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässer – Fischartengemeinschaft“ vorgestellten Projekt verschaffte sich die Güteaufsicht des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung einen Überblick über den Zustand der Oberösterreichischen Gewässer. Aufbauend erfolgte die Bewertung des ökologischen Zustandes eines Teileinzugsgebietes der Aschach, was auch den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie entspricht, die einzugsgebietsorientiertes Vorgehen fordert. Anhand des Vergleichs mit Daten aus der biologischen und physikalisch-chemischen Routineuntersuchung der Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz wurden auch erste Ansätze zur Analyse der Belastungssituation im untersuchten Teileinzugsgebiet durchgeführt. Da zum Zeitpunkt der Untersuchung das obligatorische Bewertungssystem für Österreich noch nicht fertig gestellt war, wurde dieselbe Bewertungsmethode wie in SILIGATO & GUMPINGER (2004) herangezogen.

Die Probestrecken wurden so ausgewählt, dass möglichst verschiedene Einflüsse im Einzugsgebiet des Gewässers erfasst werden konnten (Abb. 41a und 41b). Dazu zählen sowohl Beeinflussungen aus dem Gewässerumland, als auch jene, die das Gewässer direkt betreffen.

Die Fischbestandserhebungen fanden entsprechend der in der Europäischen Norm 14011 empfohlenen Methodik sowohl im Hauptfluss, der Aschach, als auch in 16 Nebenflüssen statt. Insgesamt wurden in den 33 Probestrecken 20 Fischarten und eine Rundmäuler-Art (Bachneunauge, *Lampetra planeri*) nachgewiesen. Die Bachschmerle (*Barbatula barbatula*) war in allen Strecken vertreten, gefolgt vom Aitel (*Leuciscus cephalus*), das in rund 80 % der beprobten Gewässer nachgewiesen wurde. Die Bachforelle (*Salmo trutta* forma *fario*) wurde in knapp über 70 % aller Probestrecken gefangen und zählt somit zu den drei am weitesten verbreiteten Fischarten des Teileinzugsgebietes. In den meisten Gewässerstrecken fehlten einige typspezifische Arten beziehungsweise traten sie nur als Einzelexemplare oder in kleinen Restbeständen auf, sodass die Fischartengemeinschaft eine untypische Artenzusammensetzung aufwies. Zudem zeigten die Fischpopulationen häufig eine unnatürliche Altersstruktur.

Von den 33 befischten Gewässerstrecken wird mit 21 der Großteil der Bewertungsklasse 3, dem mäßigen Zustand, zugeordnet. Jeweils fünf Abschnitte werden mit unbefriedigendem und schlechtem fischökologischen Zustand bewertet (Klassen 4 und 5) und in nur zwei Probestrecken indiziert die Fischartengemeinschaft den guten ökologischen Zustand (Klasse 2). In keinem der befischten Gewässerbereiche wurde ein Fischbestand festgestellt, der eine Bewertung mit dem sehr guten Zustand (Klasse 1) zugelassen hätte.



Abb. 41: Naturnahe, kaum beeinflusste Gewässer (a: Michaelnbach) wurden genauso befischt wie beispielsweise begradigte und durch Landwirtschaft geprägte Gräben (b: Aubach).

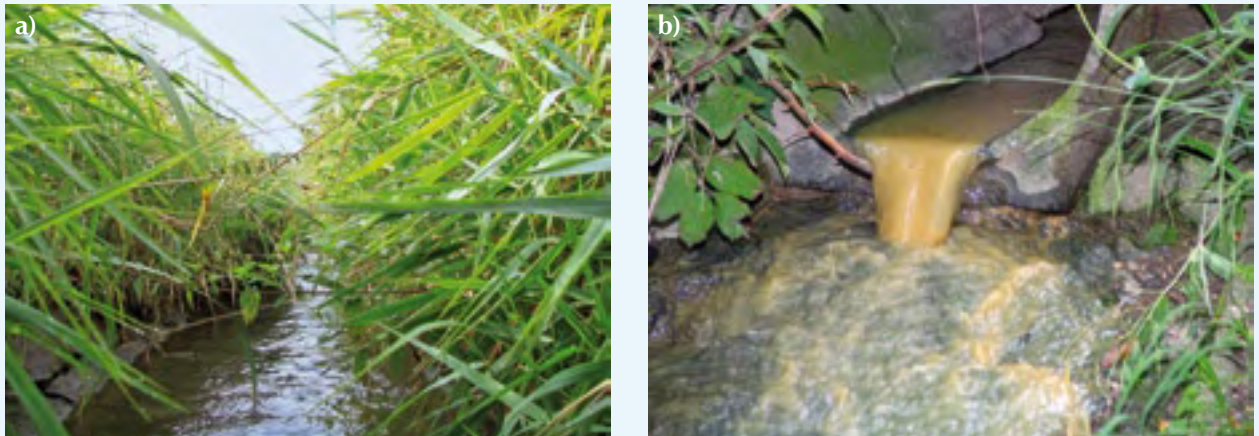


Abb. 42: Dominante negative Einflussfaktoren im Aschach-Einzugsgebiet sind Begradigungen und Regulierungen (a) und erhöhter Feinsedimenteintrag (b).

Anhand des Vergleichs mit Daten aus der biologischen und physikalisch-chemischen Routineuntersuchung und Erhebungen der Quer- und Längsverbauung wurden auch erste Analyseschritte zur Aufschlüsselung der Belastungssituation im Teileinzugsgebiet durchgeführt. Sie lassen darauf schließen, dass neben der Nährstoffbelastung und der teils sehr naturfernen Gewässermorphologie vor allem der hohe Eintrag von Feinsedimenten negative Auswirkungen auf die Fischartengemeinschaft hat (Abb. 42a, b). Da biologische Systeme durch hohe Dynamik charakterisiert sind, bedarf es zur detaillierten Ursachenanalyse allerdings langfristiger Untersuchungsreihen, mit denen auch natürliche Schwankungen berücksichtigt werden können.

In Abhängigkeit beispielsweise der geologischen Verhältnisse, der landwirtschaftlichen Nutzung und der Besiedlungsstruktur treten unterschiedliche Belastungsfaktoren in den Vordergrund. Deshalb ist die Betrachtung eines ganzen (Teil-)Einzugsgebietes notwendig, um die verschiedenen Problempunkte zu

dokumentieren und regional einzugrenzen. In zielorientierten Sanierungskonzepten werden die verschiedenen Belastungsfaktoren anhand einer umfassenden Analyse der Ist-Situation eingegrenzt, womit eine klare Auftrennung der entscheidenden Probleme und deren lokale Zuordnung ermöglicht wird.

Die Berücksichtigung der ökologischen Situation in den Zuflüssen ist von entscheidender Bedeutung, denn letztendlich schlägt sich die Summe der Belastungen in einer Vielzahl kleiner Gerinne im ökologischen Zustand des Hauptflusses nieder. Vor allem kleine Fließgewässer verfügen über geringere Pufferkapazitäten im Vergleich zu großen Flüssen, weil sich die Relation der Uferlinienlänge zur Größe des Wasserkörpers viel ungünstiger gestaltet. Daher schlagen sich flächige Einträge aus dem Gewässerumland in diesen Kleingewässern viel stärker nieder. Flussgebietsorientierte Sanierungskonzepte müssen an den kleinen Gewässern in der Peripherie eines Einzugsgebietes ansetzen, um eine nachhaltige Wirkung auf die Hauptflüsse zu erreichen.

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz

Bearbeitung: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at,

Projektdetails: Fischökologischer Zustand des Aschach-Teileinzugsgebietes oberhalb des Aschachdurchbruches, Gewässerschutzbericht 35/2006

► Wiederherstellung der Längsdurchgängigkeit – naturnahes Umgehungsgerinne an der Alm

Ziel des Projektes an der Alm war es, die betroffene Wehranlage für die aquatische Fauna passierbar zu machen. Besonders hoher Wert wurde auf die ökologischen Anforderungen der Fisch- und Makrozoobenthosfauna gelegt, womit diese Anlage richtungweisend für weitere Organismenwanderhilfen an der Alm und anderer vergleichbarer Gewässer sein kann (Abb. 43).

Das Wehr stellte für die einwandernden Fischarten aus der Traun das erste zu jeder Zeit und bei jedem Wasserstand völlig unpassierbare Wehr in der Alm dar und liegt etwa 3,5 km flussauf der Mündung. Die Schaffung der Passierbarkeit an diesem Standort machte den Unterlauf der Alm für die aquatische Fauna wieder durchwanderbar. Zudem ist durch die Dotationswassermenge der Wanderhilfe von 500 l/s eine dauernde Wasserführung im ursprünglichen, infolge von Ausleitung häufig trockengefallenen Flussbett der Alm gewährleistet. In vorliegendem Fall war es möglich, die Optimalvariante des naturnahen Umgehungsgerinnes zu verwirklichen, da genügend Platz zur bestmöglichen Dimensionierung im Umland zur Verfügung stand.

Bei der Planung einer Organismenwanderhilfe sind die ökologischen Gegebenheiten im betroffenen Gewässerabschnitt als entscheidende Kriterien heranzuziehen. Dazu zählt in erster Linie die Zusammensetzung des Fischartenspektrums, die die Einschätzung der Schwimmfähigkeit der einzelnen

Arten zulässt. Aus ökologischer Sicht ist es daher sinnvoll, von der potenziell natürlichen Fischfauna des Gewässer(abschnittes) auszugehen. Diese potenziell natürliche Fischfauna spiegelt die Artenzusammensetzung zu einer Zeit wider, als die Gewässer noch völlig natürlich waren. Um ein möglichst genaues Bild zu bekommen, wurden Daten aus dem Vergleich ähnlicher Gewässertypen mit historischen Informationen verschnitten. Die typologische Referenz beruht auf einer Reihe abiotischer Parameter und einem generellen, hydrologischen und morphologischen Vergleich. Es wurde davon ausgegangen, dass zahlreiche rheophile (= strömungsliebende) Cyprinidenarten regelmäßig aus der Traun in die Alm einwanderten. Entscheidende Gründe sprechen sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht dafür, die Passierbarkeit einer Organismenwanderhilfe für die gesamte, potenziell natürlich im Gewässer vorkommende Fischfauna zu gewährleisten. Selbst aktuell verschollene Fischarten sind in den Überlegungen zu berücksichtigen, da Verbesserungsmaßnahmen im Lebensraum zu einer Erholung beziehungsweise zu erneutem Auftauchen einzelner Arten führen können. Zudem werden häufig Wiederansiedlungsprogramme für Fischarten durchgeführt, die im Erfolgsfall zur Etablierung eines neuen Bestandes führen.

Ein naturnahes Umgehungsgerinne sollte so gestaltet werden, dass es von der aquatischen Fauna auch als



Abb. 43: a) Vielfältiges Strukturangebot im Umgehungsgerinne macht es auch als Lebensraum für die aquatische Fauna attraktiv. b) Übergänge wurden möglichst niedriger als 20 cm gestaltet, um die Passierbarkeit für alle potenziell vorkommenden Fischarten zu gewährleisten.

Lebensraum beziehungsweise als Laichhabitat genutzt werden kann (Abb. 44). Weiters sind die Fließgeschwindigkeit und auch das Sohlsubstrat ausschlaggebende Parameter, die innerhalb eines bestimmten Schwankungsbereiches liegen sollten. Auch die Auffindbarkeit einer Organismenwanderhilfe ist wesentlich und hängt in erster Linie von der Leit- oder Lockströmung ab. Fische bewegen sich in der Regel in beziehungsweise am Rande der Hauptströmung aufwärts. Daher muss die Leitströmung mit den im Unterwasser vorherrschenden Strömungsverhältnissen konkurrieren können, wobei die Position des Einstieges und der Eintrittswinkel der Leitströmung ins Unterwasser eine entscheidende Rolle spielen. Grundsätzlich sollte die Einbindung ins Unterwasser so nahe wie möglich am Wehrstandort erfolgen. Die Organismenwanderhilfe an der Alm hat eine Gesamtlänge von etwa 200 m und überwindet mittels einer doppelten Schlinge im Längsverlauf einen Höhenunterschied von zirka 4,8 m. Der Gefälleabbau beziehungsweise die Energiedissipation erfolgt mittels quer zur Fließrichtung angelegter Schwellen in der Anlage. Diese Schwellen wurden so gestaltet, dass in den Überfällen selbst bei einer Dotationswassermenge von nur 250 l/s ein kompakter Wasserstrahl erhalten bleibt. Dadurch ist selbst bei so geringer Dotation ein durchgehender Wasserkörper mit einer Mächtigkeit von etwa 20 cm durch die gesamte Anlage hindurch gewährleistet. Die durch die Errichtung der Schwellen entstehenden beckenähnlichen Strukturen wurden bezüglich der Längen-Breiten-Tiefen-Verhältnisse unterschiedlich geformt und möglichst heterogen und naturnahe ausgestaltet. Wo es die Situation erlaubte, jedenfalls aber an den Innenbögen der Schlingen, wurden die Becken mit breiten Buchtbereichen ausgestaltet. Darin sind die Strömungsgeschwindigkeiten sehr gering und die Bereiche können der aquatischen Fauna als „Ruhezonen“ dienen.

Die mittleren Fließgeschwindigkeiten in der Anlage liegen zwischen 0,5 m/s und 0,3 m/s und die Maximalgeschwindigkeiten überschreiten 1,7 m/s nicht.

Aufgrund der jeweiligen standortabhängigen Bedingungen kann kein allgemeingültiges Konzept für naturnahe Umgehungsgerinne entworfen werden. Jedes Bauwerk muss zur einwandfreien Funktionstüchtigkeit an die jeweiligen Standortverhältnisse angepasst werden. Die Funktionstüchtigkeit sollte durch die Überprüfung der ein- und durchwandernden Fischarten erfolgen, um eventuell nötige Nachbesserungsarbeiten aufzuzeigen.



Abb. 44: Das naturnahe Umgehungsgerinne wurde in Form aufeinander folgender Becken in die Landschaft eingepasst.

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz, Gewässerbezirk Gmunden, Stelzhamerstraße 14, 4810 Gmunden

Bearbeitung: Technische Planung: Technisches Büro Humer, 4682 Geboltskirchen 70,

Ökologische Planungsbegleitung: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at, **Bauausführung:** Gewässerbezirk Gmunden

► Revitalisierung Etzelshoferbach

In den Jahren 1954 – 55 wurde der Etzelshoferbach zur Schaffung einer Drainvorflut reguliert und begradigt. Bereits im Jahre 1994 entstand die Idee zur Revitalisierung beziehungsweise zur Wiederherstellung des Ökosystems, die jedoch erst Jahre später in Angriff genommen wurde.

Oberstes Ziel war die Wiederherstellung der hydrologischen und ökologischen Funktionsfähigkeit, mit der Schaffung neuer Lebens- und Rückzugsräume für Fauna und Flora. Dem Gewässer wurde auf einer Länge von 860 m ein breiteres Bett zur Verfügung gestellt, in dem sich der Wasserlauf nun frei entwickeln kann. Mit Hilfe historischer Unterlagen konnte der ursprüngliche Verlauf rekonstruiert werden, an dem sich der neue Verlauf orientiert. Die Sohl- und Böschungspflasterung wurde gänzlich entfernt. Kleinhabitate und genügend Freiraum für zum Teil bedrohte Tier- und Pflanzenarten wurden geschaffen, gewässertypische ökologische Vorgänge können nun wieder ablaufen. Die Erhöhung der Strukturvielfalt bringt die erhöhte Verzahnung von Wasser und Land mit sich, ebenso eine Verbesserung der Wasserqualität, da die Selbstreinigungskraft des Gewässers erhöht wurde (Abb. 45). An den Uferböschungen wurden standorttypische Einzelpflanzen gesetzt, im Laufe der Zeit sollen sich Gewächse von selbst ansiedeln. Die Uferbepflanzung trägt wesentlich zur Reduktion von diffusen Einträgen aus der Landwirtschaft und zur Erhöhung der Beschattung der Wasserfläche bei. Dadurch wurde das Gewässer auch wieder in das Landschaftsbild rück-integriert und für die Bevölkerung als Erlebnisort wieder interessant gemacht.

Ein Gehweg zwischen Freizeiteinrichtungen und Ort entlang der Revitalisierungsstrecke ermöglicht allen interessierten Bewohnern Einblicke in das neu geschaffene Ökosystem Bach und seine Entwicklung im Laufe der Zeit. Wesentlich war auch die Erhaltung

beziehungsweise die Verbesserung des Hochwasserrückhaltevermögens zum Schutz der nahe gelegenen Ortschaften. Dass sich die Hochwassersituation für die Anlieger nicht verschlechtert, wurde mit einer hydraulischen Spiegellagenberechnung nachgewiesen. Der voll aufgekommene Bewuchs wurde dabei berücksichtigt.

Bei der Umsetzung des Projektes wurde besonderer Wert auf die Zusammenarbeit von Gemeinde, Wassergenossenschaft, Naturschutz und Wasserbau gelegt, die schlussendlich auch für das gute Gelingen und die hohe Akzeptanz für das Projekt in der Bevölkerung ausschlaggebend war.



Abb. 45: Nach der Revitalisierung zeigt sich der Etzelshoferbach als strukturreiches Gewässer.

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Linz, Gemeinde St. Marienkirchen bei Schärдинг

Projektleitung: Gewässerbezirk Braunau, Hammersteinplatz 9, 5280 Braunau am Inn

Bearbeitung: Technische Planung: Technisches Büro Humer, 4682 Geboltskirchen 70, Bauausführung: Gewässerbezirk Braunau.

► Machbarkeitsstudie Aufweitung Untere Traun

Seit Jahren bemühen sich Naturschutz und Wasserwirtschaft um die Renaturierung der Traun zwischen Lambach und Wels. Dort befindet sich einer der letzten frei fließenden Abschnitte des ehemals verzweigten Flusses, den es aufgrund seiner Einzigartigkeit dauerhaft zu erhalten gilt. In der hier vorgestellten Machbarkeitsstudie steht die Erarbeitung von konkreten Renaturierungsmaßnahmen, die naturschutzfachliche und schutzwasserwirtschaftliche Ziele integrieren, im Vordergrund. Naturschutzfachlich ist die Untere Traun europaweit von Bedeutung und wurde als Natura 2000-Gebiet ausgewiesen. Schutz und Erhaltung mehrerer in der Vogelschutzrichtlinie und in der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-RL) genannter Tier- und Pflanzenarten sowie bedrohter Lebensraumtypen sollen daher gewährleistet werden (Abb. 46).



Abb. 46: Zu den seltenen Amphibien in den Traunauen zählt auch der Kammolch (*Triturus cristatus*).

Die Grundlage bildeten aktuelle wasserwirtschaftliche und naturschutzfachliche Aufnahmen (SCHUSTER & ESSL, 2001, MADER et al. 2002). Erste, nicht detailliert ausgearbeitete Projektideen wurden Gemeindevetretern und betroffenen Grundeigentümern vorgestellt und diskutiert. Bereits in der Entwurfphase wurde Wert auf die Einbindung der Öffentlichkeit gelegt, da die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen wesentlich von der Akzeptanz durch die Bevölkerung vor Ort abhängt. Ein Grobentwurf wurde in einem Expertenworkshop auf wasserbauliche Machbarkeit hin überprüft, diskutiert und schließlich in Form der Studie vertieft.

Die eingehende Problemanalyse ergab Handlungsbedarf vor allem in folgenden vier Bereichen:

- **Eintiefung** – vor allem im oberen Projektschnitt tief sich das Traunbett jährlich um bis zu 3 cm ein, wodurch schutzwasserbauliche Strukturen ausgeschwemmt und destabilisiert werden könnten. Im Hochwasserfall könnten bestehende Ufersicherungen deshalb zerstört und umliegende Siedlungen von ausufernden Wassermassen bedroht werden.
- **Abflusskapazität** – Während des Hochwassers im August 2002 wurde die maximale Abflusskapazität des Flussbettes erreicht und teilweise die begleitenden Hochwasserschutzdämme überströmt, sodass einige Häuser gefährdet waren. In solchen Fällen besteht Handlungsbedarf aus Sicht des Hochwasserschutzes.
- **Grundwasser** – Bei Hochwasser ist die Grundwasserinfiltration in die Traun erschwert möglich, weshalb der Grundwasserspiegel erheblich ansteigt und zahlreiche Keller überflutet. In Hinblick auf diese Situation sollte eine Verbesserung angestrebt werden.
- **Naturschutz** – die Eintiefung der Traun wirkt sich negativ auf den Grundwasserspiegel in den begleitenden Traunauen aus. Um den Zielen der FFH-RL gerecht zu werden, sollten deshalb Maßnahmen zur zukünftigen Sicherung der Lebensräume und Arten getroffen werden.

Besondere Bedeutung für das Projekt hat der erreichbare Mehrfachnutzen der Renaturierungsmaßnahmen. Im Zuge der wasserwirtschaftlich erforderlichen Sohlstabilisierung soll dem Gewässer mehr Entwicklungsraum zur Verfügung gestellt und durch geeignete Begleitmaßnahmen (Besucherlenkung) der Erholungswert des Gebietes gesteigert werden, ohne die Schutzgüter des Natura 2000-Gebietes zu gefährden. Für die erfolgreiche Umsetzung des Projektes und zur Gewährleistung der Nachhaltigkeit sollen die Anrainergemeinden weiterhin eingebunden werden.

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abt. Wasserwirtschaft – Schutzwasserwirtschaft, Bahnhofplatz 1, 4020 Linz, Gewässerbezirk Linz, Promenade 33, 4021 Linz
 Bearbeitung: DI K. Michor Revital ecoconsult, Linz, revital-ecoconsult.com

► Machbarkeitsstudie zur Renaturierung von Sandbach und Leitenbach

Der Sandbach und der Leitenbach, zwei Zuflüsse zur Aschach, wurden Anfang des 20. Jahrhunderts begradigt, um die landwirtschaftlich nutzbare Fläche im Umland zu maximieren (Abb. 47). Im Zuge der Regulierungsarbeiten wurden die einst mäandrierenden Gewässer in strukturarme, geradlinige Kanäle ohne jede Ufervegetation umgewandelt. Dabei wurde beispielsweise die Lauflänge des Sandbaches um etwa 70 % verkürzt. Zudem wurden die umliegenden Felder drainiert, damit Wasser schnell abfließen kann und optimale Wuchsbedingungen für Feldfrüchte herrschen.

Trotz dieser massiven Eingriffe konnten bis heute Restbestände seltener und stark gefährdeter Tierarten in den beiden Gewässern überleben. Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*), Gemeine Flussmuschel (*Unio crassus*), Bachneunauge (*Lampetra*

planeri), Bitterling (*Rhodeus amarus*) und Koppe (*Cottus gobio*) finden sich unter anderen besonders schützenswerten Arten gemäß der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union im Gebiet. Auch Edelkrebs (*A. astacus*) und Steinkrebs (*A. torrentium*), die als europaweit stark bedroht gelten, wurden nachgewiesen. Der Sandbach und der Leitenbach stellen in Oberösterreich wichtige Rückzugsräume für die genannten Arten dar.

Aufgrund des hohen ökologischen Potenzials der beiden Bäche und um den Vorgaben der EU-Wasserrahmen-Richtlinie gerecht zu werden (siehe Kapitel „Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union – von der biologischen Wassergüte zum ökologischen Zustand“), wurde als erster Schritt eine Modellierung der Renaturierung durchgeführt. Als wesentlicher Aspekt wurde der Hochwasserschutz in der Planung berücksichtigt. Da aktuell die Hochwasserwellen der Bäche zeitgleich der Aschach zufließen, summieren sie sich dort auf und tragen mitunter zu katastrophalen Überflutungen im Eferdinger Becken bei. Das hier vorgestellte Modul der Machbarkeitsstudie beschäftigt sich mit den Auswirkungen unterschiedlicher Renaturierungsmodelle auf den Hochwasserabfluss.

Anhand alter Karten und historischer Aufzeichnungen wurde der ursprüngliche Verlauf der beiden Bäche rekonstruiert (Abb. 48) und ein ökologisches Leitbild erstellt. Mit Hilfe dieser Eingangsdaten wurde ein zweidimensionales Modell mit natürlichen Bachläufen entwickelt. Zur Abschätzung der Auswirkung der verschiedenen geplanten Maßnahmen wurden mehrere Modellvarianten erstellt.

In einer Basisvariante wurde zur Ermittlung der fließenden Retention ein natürlicher, mäandrierender Bachlauf mit kleinem Gewässerquerschnitt angelegt, der von standorttypischem Auwald begleitet wird. Aufgrund des kleinen Profils tritt das Wasser bereits bei kleineren Hochwässern über die Ufer und überflutet das Vorland, wodurch Wasser in der Fläche zurückgehalten werden kann. In weiteren Varianten wurden zusätzlich mehrere Vorlanddämme quer zur Fließrichtung der Bäche eingezogen, die im Hochwasserfall rückstauende Elemente darstellen sollen. Zusätzlich wurden die Bettquerschnitte vergrößert,



Abb. 47: Im Zuge von Meliorationsmaßnahmen im 20. Jahrhundert wurden viele Gewässer, wie hier der Sandbach, begradigt. Die natürliche Gewässerstruktur ging dabei völlig verloren.

damit die Abfuhr kleinerer Hochwässer innerhalb des Bachbettes erfolgt. Im Rahmen der Hochwassermodellierung wurden in den Varianten verschiedene Hochwasserereignisse simuliert und die Auswirkungen der Renaturierung auf den Hochwasserabfluss der beiden Bäche und auf die Aschach analysiert. Die Berechnungen zeigten, dass sich durch die Renaturierung von Sandbach und Leitenbach vor allem lokal zumindest geringfügige Hochwasserreduktionen erzielen ließen. Sämtliche vorgeschlagene Maßnahmen erhöhen das aktuelle natürliche Rückhaltevermögen und wirken sich in erster Linie bei kleineren Hochwasserereignissen positiv aus. Bei

großen Ereignissen und auch in der Aschach wären die positiven Auswirkungen nur sehr gering. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Modellierung nur anhand eines sehr kurzen Fließabschnittes von zwei Zuflüssen durchgeführt wurde.

Im gesamten Einzugsgebiet der Aschach wurden Bachläufe mit einer Gesamtlänge von etwa 100 km reguliert. Betrachtet man die Modellierung der Renaturierung von Sandbach und Leitenbach als ersten Schritt einer langfristigen und umfassenden Renaturierung des gesamten Aschachgebietes wird erkennbar, dass Renaturierungen ein beträchtliches Potenzial zum Hochwasserrückhalt bergen.



Abb. 48: Gegenüberstellung des derzeitigen Verlaufes von Sandbach und Leitenbach mit dem möglichen Verlauf nach der Renaturierung.

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz,
Gewässerbezirk Grieskirchen, Moosham 26a, 4710 Grieskirchen

Bearbeitung: Modellierung: Technisches Büro Humer, 4682 Geboltskirchen 70

Ökologische Planungsbegleitung: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at

► Niederschlags-Abfluss-Modell und Machbarkeitsstudie zum Hochwasserschutz für das Kremstal

Als erster Teilschritt bei der Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen im Kremseinzugsgebiet erfolgte die Erstellung eines Niederschlags-Abfluss-Modells für die Krems. Die wichtigste Veranlassung für diese Machbarkeitsstudie war, herauszufinden, mit welcher Art und welcher Positionierung von Rückhaltebecken (RHB) und linearen Maßnahmen (z.B. Dämme) ein verbesserter Hochwasserschutz für die Kremstalgemeinden erzielt werden kann.

Die Entstehung des Hochwassers wurde mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell simuliert. Es wurde am Hochwasser vom August 2002 kalibriert, was bedeutet, dass mit dem damals gefallenen Regen die Abflüsse von 2002 rechnerisch reproduziert werden konnten. Mit Bemessungsniederschlägen, die eine Jährlichkeit von 100 aufweisen (= Niederschläge mit einer 100-jährlichen Wiederauftrettswahrscheinlichkeit), wurden die Bemessungshochwasserwellen für alle ausgewiesenen Teileinzugsgebiete errechnet und dann entlang der Krems überlagert, sodass im Längsmodell die Hochwasserwellen zur Verfügung standen. Basisierend auf diesen Ergebnissen und einem 2D-Strömungsmodell der Krems wurden Schutzmöglichkeiten für die Gemeinden im Kremstal ausgearbeitet. Alle Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung (gewässer)ökologischer Aspekte durchgeführt, um negative Beeinträchtigungen möglichst auszuschließen.

Ergebnis Niederschlags-Abfluss-Modell (NA-Modell)

Mit dem Modell wurden Hochwasserentstehung und Wirkung möglicher Rückhaltebecken untersucht. Das Ergebnis wurde im Hydrologischen Längsschnitt dargestellt (Abb. 49).

In der Grafik sind nach rechts die Kilometrierung (km 0 bei der Mündung in die Traun) und nach oben der Abfluss in m^3/s dargestellt. Die verschiedenen Farben (rot = HQ_{10} , grün = HQ_{30} , blau = HQ_{100}) kennzeichnen verschiedenen Abflusszustände, wobei die oberen Linien den derzeitigen Abfluss ohne RHB zeigen und die unteren Linien den Abfluss mit RHB darstellen. Die schwarze Linie stellt die Leistungsfähigkeit der Krems dar, das heißt, dort wo die schwarze Linie die farbige Linie überragt, findet keine Überflutung statt. Man

erkennt, dass ohne RHB die Krems fast überall über die Ufer tritt. Durch die RHB kann der Spitzenabfluss hingegen deutlich reduziert werden.

Vorgeschlagene Maßnahmen

Ein optimierter Hochwasserschutz für die Gemeinden im Kremstal kann jedenfalls durch die Kombination von RHB und linearen Maßnahmen (beispielsweise Begleitdämmen) erreicht werden.

Die vorgeschlagenen RHB sind Becken im Hauptschluss, die das Gewässer ab der Überschreitung einer bestimmten Abflusshöhe mit einem quer durch das Tal verlaufenden Damm aufstauen. Diese massiv in den Fluss und sein Umland eingreifende Maßnahme erfordert eine sehr umsichtige Herangehensweise und entsprechende interdisziplinäre Zusammenarbeit von Wasserwirtschaft, Gewässerökologie und terrestrischem Naturschutz.

Bezüglich linearer Maßnahmen ist zu bedenken, dass diese nicht die Hochwasserproblematik lösen, sondern sie lediglich entlang des Gewässers verlagern und damit in der Regel eine Veränderung der Situation im Unterlauf zur Folge haben. Zusätzlich unterliegen technische Errichtungen einer bestimmten Dimensionierung, die bei extremen Hochwasserereignissen überschritten werden und eine problematische Entwicklung des Hochwassergeschehens hinter dem Damm zur Folge haben kann. Die dramatischen Folgen eines Dammversagens konnten im Frühjahr 2006 am Unterlauf der March in Niederösterreich beobachtet werden.

Sämtliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz sollten Wasser jedenfalls möglichst weit oben im Einzugsgebiet zurückhalten, wodurch keine Verschärfung der Hochwassersituation und Beschleunigung der Welle für die Unterlieger befürchtet werden muss. Durch einhergehende Aufweitungen und Gestaltungen in den bestehenden Regulierungen werden positive ökologische Auswirkungen erwartet. Der Bau von RHB bringt außerdem kaum Eingriffe in das Grundwasserregime mit sich. Ein gewisses Restrisiko für das Hinterland kann minimiert werden, da keine langen Dammstrecken existieren, die bei Hochwasser unkontrolliert überströmt werden.



Hochwässer sind natürliche, mehr oder wenig vorhersehbare Naturereignisse, die erst durch das Bestreben des Menschen, Flusstäler besiedelbar und nutzbar zu machen, zum Problem wurden. Besonders in dicht besiedelten Gebieten stellen Extremhochwässer den Hochwasserschutz vor schwierige Aufgaben. Weder der klassische noch der alternative Hochwasserschutz können einen uneingeschränkten Schutz vor Hochwässern garantieren, vielmehr ist das Zusammenwirken beider Fachdisziplinen gefordert,

um das Ineinandergreifen klassischer Schutzbauten und dezentraler Maßnahmen im Einzugsgebiet möglichst effizient planen und umsetzen zu können. Der Mensch sollte sich jedenfalls bewusst machen, dass keine technisch errichtete Vorrichtung totalen Schutz vor Naturkatastrophen gewährleisten kann, denn der Ablauf und die Auftretswahrscheinlichkeit solcher Ereignisse sind trotz des heutigen, sehr fortgeschrittenen Standes der Technik nur äußerst beschränkt vorhersehbar.

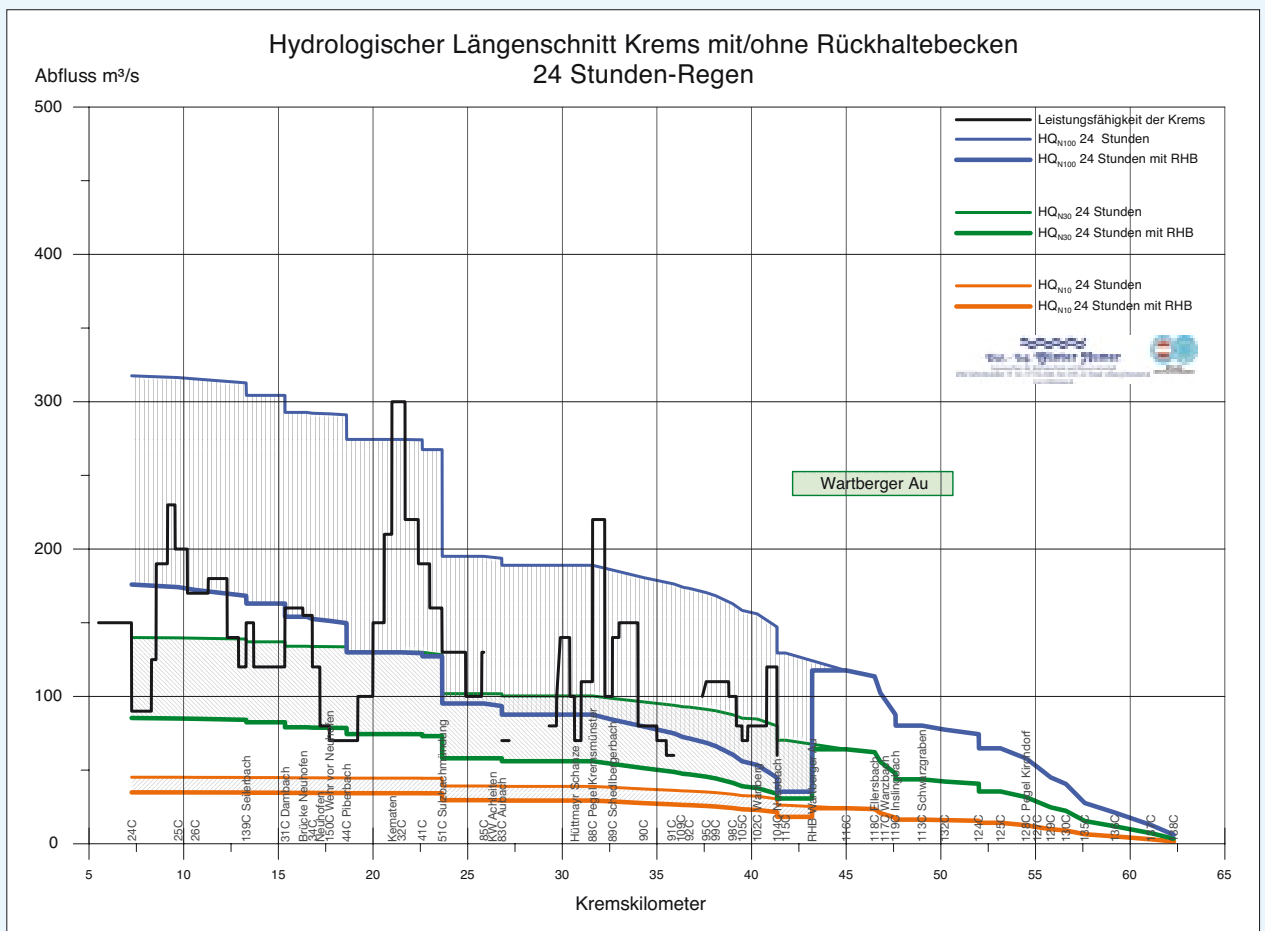


Abb. 49: Hydrologischer Längenschnitt der Krems mit und ohne Wirkung von Rückhaltebecken während eines 24-stündigen Regenereignisses. Die schraffierten Flächen veranschaulichen die von den Maßnahmen zurückgehaltene Wassermenge bei unterschiedlichen Abflusssituationen.

Projektinformation:

Finanzierung: Gewässerbezirk Linz, Promenade 33, 4021 Linz

Bearbeitung: Modellierung: Technisches Büro Humer, 4682 Geboltskirchen 70

Ökologische Planungsbegleitung: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at

► Hochwasserrückhaltebecken Teichstätt

Um die Siedlungen im Tal des Schwemmbaches und der Mattig vor Hochwässern zu schützen, wurde Ende der 1980er Jahre eine Hochwasserrückhalte- und Versickerungsanlage in Teichstätt geplant und 2001 fertig gestellt. Die aus zwei Rückhalte- und Versickerungsbecken bestehende Anlage hat sich bereits während mehrerer Hochwässer bewährt und trug erfolgreich zur Abwendung von Hochwasserkatastrophen bei.

Der autochthone Pflanzenbestand wurde so weit wie möglich erhalten und Initialbepflanzungen im Bereich der neu entstandenen Feuchtflächen mit heimischen Pflanzen durchgeführt. Um die weitere Besiedlung möglichst natürlich voranschreiten zu lassen, wurde eine Entwicklung der Fauna und Flora ohne menschliches Zutun zugelassen. Eine Besonderheit stellen sicher die vielen verschiedenen Lebensräume (Streuwiesen, Feuchtflächen, Grundsee, Trockenstandorte auf den Dämmen, Trockenstandorte auf Kiesflächen) auf engem Raum dar.

Primäres Ziel war es, das Hochwasser- und Versickerungsbecken möglichst naturnah in das Landschaftsbild zu integrieren (Abb. 50). Weiters dienten die Untersuchungen zur Entwicklung der Fauna und Flora zur Planung der behördlich vorgeschriebenen Pflegemaßnahmen, die die natürliche Sukzession auch in Zukunft weder behindern noch stören sollten.

Die begleitenden Untersuchungen wurden von einem Expertenteam verschiedener biologischer Teildisziplinen durchgeführt, das von 1991 bis 2001 die Tier- und Pflanzenwelt erhob und dokumentierte. Bald stellte sich der große ökologische Wert des Gebietes heraus, sodass es als Naturschutzgebiet und im Jahr 2002 als Natura 2000-Europaschutzgebiet ausgewiesen wurde.

Besonders hervorzuheben ist jedenfalls die gelungene Verbindung von Hochwasserschutz durch Errichtung eines künstlichen Auffang- und Versickerungsbeckens mit Naturschutz durch Schaffung neuer Feucht- und Pionierstandorte, die in unserer überformten Landschaft leider nur noch allzu selten vorzufinden sind. Nicht nur naturkundlich interessierte Personen schätzen das Gebiet, auch die Bevölkerung der Umgebung nutzt das Rückhaltebecken Teichstätt als Naherholungsgebiet. Für die Zukunft bleibt jedenfalls zu hoffen, dass Projekte wie jenes in Teichstätt noch öfter zur Umsetzung kommen. Gemäß den natürlichen ökologischen Vorgängen wird sich die Fauna und Flora in Teichstätt weiter verändern. In bestimmten Arealen werden Arten verschwinden und durch andere ersetzt werden. Insgesamt stellt das Gebiet aber eine ökologisch wertvolle Fläche dar, auf der die Entwicklung ohne menschliche Eingriffe möglich ist.



Abb. 50: Das Hochwasserrückhalte- und Versickerungsbecken in Teichstätt zeichnet sich durch seine artenreiche Fauna und Flora besonders aus (Foto: J. Mader).

Projektinformation:

Finanzierung: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, www.lebensministerium.at, Land Oberösterreich, www.land-oberoesterreich.gv.at, Land Salzburg, www.salzburg.gv.at, Wasserverband Mattig

Konzeption und Umsetzung: Gewässerbezirk Braunau, Hammersteinplatz 9, 5280 Braunau am Inn

Betreiber: Wasserverband Mattig, 5261 Helpfau-Uttendorf

Projektdetails: Hochwasserrückhaltebecken Teichstätt. Technik und Natur – kein Widerspruch.

Berichte und Studien Band 1, 2006, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Wasserwirtschaft, Gewässerbezirk Braunau (Hrsg.).

► Wertvolle Feuchtflächen schützen – „Koaserin“

Das etwa 26 Hektar große Gebiet der „Koaserin“ liegt am flussabwärtigen Ende des „Tales der Sieben Mühlen“ am Leitenbach im Hausruckviertel. Schon lange ist das Gebiet für seine arten- und formenreiche Fauna und Flora bekannt, zu der auch viele sehr seltene und in ihrem Bestand bedrohte Tierarten zählen. Der intakte und besonders schützenswerte Naturraum drohte verloren zu gehen, als in diesem Gebiet ein Hochwasserrückhaltebecken geplant wurde. Der Naturschutzbund Oberösterreich erwarb deshalb den Großteil des Gebietes, und einzelne Grundstücke wurden auch angepachtet, um die drohende Naturzerstörung durch den Bau des Hochwasserrückhaltebeckens abzuwenden.

Neben einem faunistisch und floristisch besonderen Lebensraum zeichnet sich die „Koaserin“ auch durch ihre hohe Wasseraufnahmekapazität auf den weitflächigen Überschwemmungswiesen aus. Das Gebiet fungiert als natürliches Hochwasserrückhaltebecken im passiven Hochwasserschutz für flussabwärts liegende Siedlungen.



Abb. 51: Rohrweihe (*C. aeruginosus*) (Foto: J. Limberger).

Unter den mehr als 90 dort lebenden Vogelarten finden sich seltene Arten wie Bekassine (*Gallinago gallinago*), Wachtelkönig (*Crex crex*) und Rohrweihe (*Circus aeruginosus*, Abb. 51). Für viele Zugvögel stehen außerdem

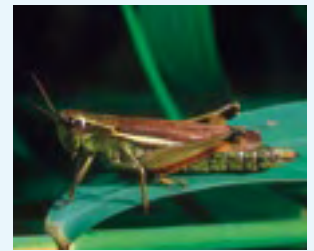


Abb. 52: Sumpfschrecke (*S. grossum*) (Foto: J. Limberger).

geeignete Rastplätze zur Verfügung. Auch der Biber (*Castor fiber*) hat hier einen Lebensraum gefunden. Von besonderem Interesse ist der große, selbst reproduzierende Bestand der Flussperlmuschel (*M. margaritifera*) im Leitenbach, der das Naturschutzgebiet Koaserin durchströmt. Ebenfalls nachgewiesen wurden sehr selten gewordene Insektenarten wie Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*, Abb. 52), Sandhummel (*Bombus veteranus*) und Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*). Die Pflanzenwelt des Gebietes umfasst 265 Blüten- und Farnpflanzen, wovon 43 auf der „Roten Liste gefährdeter Arten“ stehen. Durch einen Managementplan und mit Hilfe von Verträgen mit den Landwirten der Umgebung soll die naturverträgliche Pflege der Wiesen gesichert werden und die Tier- und Pflanzenwelt in ihrer Vielfalt erhalten bleiben.

Aktuell ist im Lebensraum Koaserin ein Lehrpfad im Entstehen, auf dem die schützenswerten Besonderheiten der Feuchtwiesen vorgestellt werden. Den Besuchern, vor allem Schülern und Kindern, soll damit die Möglichkeit eröffnet werden, Natur hautnah zu erleben. Die gesamte Gestaltung soll mit den Zielen des Naturschutzes in diesem Gebiet im Einklang stehen. Deshalb wird sich der Lehr- und Wanderpfad am Rande des Naturschutzgebietes erstrecken. Außerdem ist eine Naturerlebnisinsel, eine Aussichtsplattform zum Einblick in die Feuchtbereiche „mit trockenen Füßen“ und die Anlage eines Schauteiches geplant.

Information und Kontakt:

Naturschutzbund Oberösterreich, Landstraße 41, 4020 Linz, Tel.: 0732 / 779279, www.naturschutzbund-ooe.at
Amt der OÖ Landesregierung, Naturschutzabteilung, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz

► Fließgewässermanagement zugunsten bedrohter Tierarten – die Flussperlmuschel in der Malsch

Das österreichisch-tschechische Grenzgebiet an der Malsch blieb aufgrund der politischen Situation in Europa lange Zeit außer Nutzung. Somit konnte sich eine weitgehend vom Menschen unbeeinflusste Tier- und Pflanzenwelt etablieren, die weithin einzigartig ist (Abb. 53). Mit der Ernennung des Gebietes zum Vogelschutz- und Natura-2000-Europaschutzgebiet trug Österreich dieser Tatsache Rechnung und verpflichtete sich, die Formen- und Artenvielfalt nachhaltig zu schützen und Bestände bedrohter Arten zu unterstützen.

Mit einem grenzübergreifenden Projekt wurden umfassende faunistische und floristische Erhebungen sowie Biotopkartierungen und gewässermorphologische Aufnahmen durchgeführt, die zur Formulierung von Maßnahmen zum Erhalt beziehungsweise zur Verbesserung der aktuellen Situation dienen. Im aquatischen Bereich standen vor allem die Flussperlmuschel (*M. margaritifera*) (Abb. 11a), das Bachneunauge (*L. planeri*) (Abb. 14) und die Koppe (*C. gobio*) im Mittelpunkt. Diese drei Tierarten sind in der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU im Anhang II genannt und europaweit vom Aussterben bedroht. Im Malsch-Einzugsgebiet sind sie zumindest in kleinen Restbeständen erhalten geblieben.

Die Verschneidung der fischökologischen und gewässermorphologischen Untersuchungen ermöglichte die detaillierte Analyse von Problembereichen. Mit der Zerschneidung der Längsdurchgängigkeit der Fließgewässer, dem übermäßigen Feinsediment- und Nährstoffeintrag über Acker- und Wiesenflächen und der Versauerung der Böden im Einzugsgebiet seien die dominierenden negativen Einflussfaktoren genannt. Aus gewässerökologischer Sicht muss deshalb die Wiederherstellung der Längsdurchgängigkeit und

die Erreichbarkeit der Zuflüsse für die wandernden Fischarten sowie die Verminderung des diffusen Eintrages von Feinsedimenten und Nährstoffen gefordert werden. Detaillierte Sanierungsvorschläge sowie die Reihung prioritär umzusetzender Maßnahmen sollen die handelnden Personen bei der Entscheidungsfindung unterstützen. In Bezug auf den Flussperlmuschelschutz sollte im Malsch-Einzugsgebiet vor allem auf adäquaten Fischbesatz geachtet werden. Da die Flussperlmuschellarven (Glochidien) ausschließlich auf juvenilen, autochthonen Bachforellen parasitieren – ohne diese zu schädigen! – sollten fischereiwirtschaftliche Besatzmaßnahmen unbedingt mit Rücksicht auf diese Muschelart erfolgen.

Damit die intakte Natur im Malsch-Gebiet auch weiterhin Wertschätzung findet und für die Zukunft erhalten bleibt, wurden Informationsstellen und Wanderwege geschaffen, die individuell oder mit fachkundigen Naturführern aus der Umgebung erkundet werden können.



Abb. 53 Besonders großflächige Überschwemmungsgebiete zeichnen das Malsch-Einzugsgebiet aus.

Projektinformation:

Projektfinanzierung: Land Oberösterreich (Wasserwirtschaft/Aufgabengruppe Gewässerschutz, Naturschutzabteilung, Oberösterreichische Umwelthanwaltschaft), WWF-World Wide Fund for Nature, Naturschutzbund Österreich, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft;

Information und Kontakt: Natura 2000 Infozentrum Leopoldschlag, Marktplatz 2, 4262 Leopoldschlag

► Artenschutzprojekt Flussperlmuschel

Die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) stellte ursprünglich in den kalkarmen Fließgewässern nördlich der Donau sowie in einigen Bächen im Sauald und Kürnberger Wald eine sehr häufige Tierart dar. Sie bildete einst ausgedehnte Muschelbänke mit vielen Tausenden Individuen. Im Mittelalter begann man, die Muschelbestände zur Perlgewinnung zu bewirtschaften und die Perlmutterindustrie nutzte die Muschelschalen. Dies führte in gewissen Gewässern zum Rückgang der Bestände. Die heutige dramatische Situation der stark geschrumpften Populationen ist hingegen eher auf den Verlust geeigneter Lebensräume durch Regulierung von Fließgewässern und Einleitung landwirtschaftlicher Drainage- und kommunaler Abwässer zurückzuführen. Hinzu kommt der komplizierte Fortpflanzungszyklus der Muschel, bei dem die Muschellarven (Glochidien) vom Muttertier ins Wasser ausgestoßen werden, um sich in den Kiemen geeigneter Wirtsfische, junger Bachforellen, festzusetzen (Abb. 54). Dort kapseln sie sich den Winter über im Kiemengewebe ein, fallen im Frühsommer als Jungmuschel ab und vergraben sich im Sediment, wo sie, im Schutz vor starker Strömung und Fressfeinden, mehrere Jahre überdauern. Durch den Besatz mit

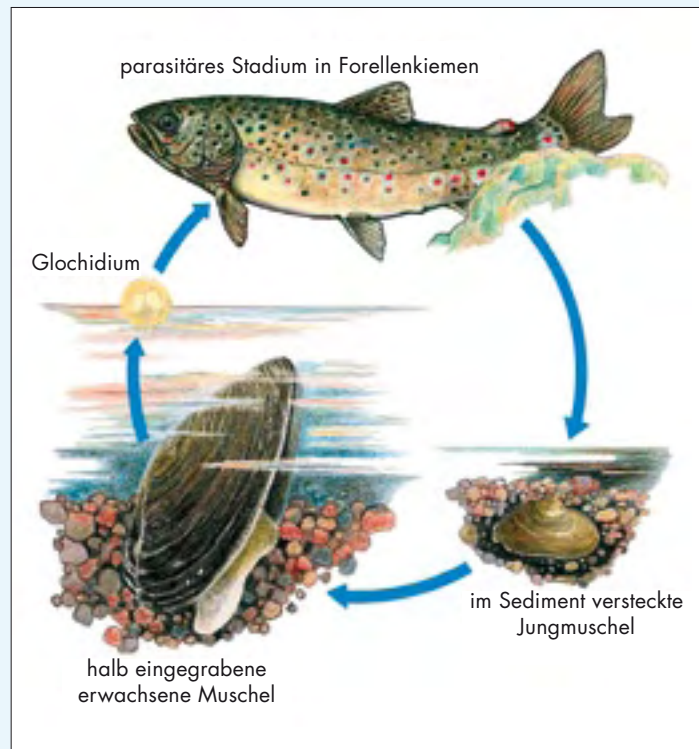


Abb. 54: Lebenszyklus der Flussperlmuschel (Zeichnung: R. Schaubberger, aus GUMPINGER 2001)

Muttertiere und deren Glochidien hinsichtlich ihres Reifegrades untersucht werden. Sind die Larven reif, werden einige Muscheln in einem Transportbehälter zum Ausstoß gebracht und danach wieder in die Muschelbank zurückgesetzt. Die Glochidien werden zu lokalen Fischzüchtern befördert, wo die Infektion einsömmriger Bachforellen stattfindet. Seit 2004 wird in Zusammenarbeit mit dem Fischereivier Freistadt und der Forellenzucht Haider in Bad Zell ein standorttypischer autochthoner Bachforellenstamm für die Infektion herangezogen.

standortfremden Fischen wie der Regenbogenforelle und dem Bachsaibling, die sich nicht als Wirtstiere eignen, sowie durch Kolmation, also Verstopfung des Kieslückenraumes durch Feinsediment, wurde die empfindliche Flussperlmuschel auf einige wenige, individuenarme und überalterte Restbestände zurückgedrängt.

Seit Mitte der 1990er-Jahre bemüht sich der Verein FLUP Österreich um den Schutz und die Nachzucht der gefährdeten Großmuschel. Die aktuellen heimischen Bestände wurden im Rahmen von Kartierungsarbeiten erhoben. Alljährlich wird an der Waldaist ein Nachzuchtprogramm durchgeführt, bei dem über einen Zeitraum von mehreren Wochen trüchtige

Information und Kontakt:

Amt der OÖ Landesregierung, Naturschutzabteilung, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz | Naturschutzbund Oberösterreich, Landstraße 41, 4020 Linz, Tel.: 0732 / 779279, www.naturschutzbund-ooe.at beziehungsweise Fachgruppe „FLUP“ des Oberösterreichischen Naturschutzbundes

► Artenschutzprojekte Stein- und Edelkrebs

Zu den ursprünglich in Oberösterreich heimischen Flusskrebsen zählen der Edelkrebs (*Astacus astacus*) und der kleinwüchsigerer Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium*) (Abb. 55). Bis vor wenigen Jahrzehnten bewohnten sie in großen Dichten zahlreiche Gewässer, wobei die Steinkrebse vornehmlich in kleinen Bächen und Oberläufen zu finden waren und die Edelkrebse in größeren und stehenden Gewässern. Die großen Bestände wurden von den Fischereiberechtigten genutzt, sodass es auf Fischmärkten im ganzen Land Flusskrebse zum Verzehr zu kaufen gab.

Mitte des 19. Jahrhunderts führte die mit dem Amerikanischen Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*) eingeschleppte Krebspest zu Bestandseinbrüchen und gebietsweise zum völligen Verschwinden der Krebse. Die Erkrankung wird vom Wasserpilz *Aphanomyces astaci* ausgelöst und führt bei den europäischen Arten nach wenigen Tagen zum Tod. Die infizierten Krebse bewegen sich langsam und an den

Gelenken wächst ein watteähnlicher Überzug über den Panzer.

Die wenigen noch erhaltenen Stein- und Edelkrebsbestände sind neben der Krebspest auch durch Lebensraumverlust und Umweltverschmutzung bedroht. Um geeignete Erhaltungs- und Schutzmaßnahmen zu planen und umzusetzen, werden die Stein- und Edelkrebsbestände deshalb in Oberösterreich seit Jahren flächendeckend kartiert und kontrolliert.

Als besonders wichtig unter den Schutzbemühungen für diese Tierart stellte sich die Aufklärung der Bevölkerung bezüglich der Übertragung der Krebspest heraus, die nach wie vor zu den gefährlichsten Bedrohungen zählt. Am Gewässer tätige Personen müssen jedenfalls darauf achten, dass kein Wasser oder nasse Gegenstände (Netze, Stiefel, ...) von einem zum nächsten Gewässer transportiert werden, da mit den anhaftenden Wassertropfen auch die Sporen (= Vermehrungskörper) des Wasserpilzes verbreitet werden können.



Abb. 55: a) Ein Edelkrebsweibchen (*A. astacus*), das unter seinem Schwanzfächer Eier mit sich führt.
b) Ein gut getarnter Steinkrebs (*A. torrentium*).

Information und Kontakt:

Amt der OÖ Landesregierung, Naturschutzabteilung, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz
 Naturschutzbund Oberösterreich, Landstraße 41, 4020 Linz, Tel.: 0732 / 779279, www.naturschutzbund-ooe.at;
 Technisches Büro für Gewässerökologie, www.blattfisch.at; Technisches Büro für Biologie, Mag. W. Weißmair, Johannes-Puch-Gasse 6, 4523 Neuzeug.

► Restrukturierung – Beispiel „Hamberger Altarm“

Durch immer wieder notwendige Regulierungs-, Befestigungsarbeiten und sonstige gewässerbauliche Tätigkeiten an den großen Fließgewässern wurden typische Nebengewässer vom Hauptfluss abgetrennt und gingen in weiterer Folge gänzlich verloren. Auch die zunehmende Besiedlung des Donau- und Ennstales im Mündungsbereich der Enns führte zum sukzessiven Verlust der dortigen Stillgewässer. Die wenigen noch vorhandenen Neben- und Altarme von Donau und Enns verlandeten durch die fehlende Dynamik von Hochwässern und starke Sedimentablagerung, sodass auch die letzten charakteristischen Gewässer der Überschwemmungsflächen verloren zu gehen drohten.

Diese Gewässertypen sind aufgrund ihres Ökotoncharakters fischökologisch und fischereiwirtschaftlich wertvoll, sodass sich der Fischereiverein Enns in den Jahren 2001–2003 um die Revitalisierung und Erweiterung eines Altarmes der Enns im Mündungsbereich der Enns in die Donau bemühte. Bei der Umsetzung des Projektes wurde auf den Nutzen für alle Beteiligten geachtet, sodass die Nutzwirkung für Natur- und Umwelt optimiert war. Schotterbaggerungen und Baumschlag erfolgten beispielsweise unentgeltlich, der Gewinn aus der Vermarktung blieb dafür bei den durchführenden Firmen. Bei den weiteren Arbeiten wurden auch Schulen und interessierte Personen aus der lokalen Bevölkerung mit eingebunden, womit eine besonders hohe Bewusstseinsbildung und Integration der Natur in den Alltag erreicht wurde.

Der neu geschaffene „Hamberger Altarm“ zeichnet sich durch strukturierte Uferbereiche mit vielgestaltigen Buchten und verschiedenen Tiefenzonen aus (Abb. 56). An den Ufern wurden verschiedene ingenieurbiologische Ufergestaltungen durchgeführt, die



Abb. 56: Bei der Schaffung des „Hamberger Altarmes“ wurden Schotter und Holz als Nebenprodukt gewonnen.

einerseits zur Ufersicherung dienen und andererseits Initialmaßnahmen für weitere Entwicklungen darstellen. In unterschiedlichem Abstand zur Wasserfläche wurde Erdmaterial entfernt, um eine Geländeabsenkung zu erreichen, sodass sich Röhrichtzonen, Laichplätze für Fische oder auch Tümpel entwickeln konnten. Letztere stellen vor allem für die bedrohte Amphibienfauna wertvolle Lebensräume und Laichhabitate dar.

Der Hamberger Altarm präsentiert sich als typisches Gewässer der Schwemmebene, das durch periodische Hochwasserwellen charakteristischen Umformungen unterliegt. Er bietet Donaufischen Lebensraum und Reproduktionshabitat und wird von verschiedensten Tier- und Pflanzenarten als Lebensraum angenommen (Biber, Amphibien, Eisvogel, ...). Besonders erwähnenswert ist jedoch, dass er ein beliebtes Naherholungsgebiet für die Bevölkerung geworden ist, die die Formen- und Artenfülle des Gebietes besonders zu schätzen gelernt hat.

Information und Kontakt:

Amt der OÖ Landesregierung, Naturschutzabteilung, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz
 Amt der OÖ Landesregierung, Agrar- und Forstrechtsabteilung, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz
 Fischereiverein Enns, www.fvenns.at

► Verbesserung der Wassergüte in Seen: Nachhaltige Landwirtschaft in der euRegionalen Seenlandschaft“

Das Interreg IIIA-Projekt wird grenzüberschreitend zwischen Bayern, Salzburg und Oberösterreich am Waginger-Tachinger See, Irrsee und Mondsee durchgeführt. Untersuchungen am Waginger-Tachinger See aus den Jahren 2000/2001 zeigten, dass eine Verbesserung der Wasserqualität zwar durch Verminderung der Abwassereinleitungen in den See durch den Bau einer Ringkanalisation erreicht wurde, der gute ökologische Zustand aber vermutlich nur durch zusätzliche Verminderung der Nährstoffeinträge insbesondere aus dem Einzugsgebiet erreicht werden kann. Wesentlich ist dabei der Austrag von Nährstoffen aus landwirtschaftlichen Flächen. Aus diesem Grund wird unter anderem auch nachverfolgt, welche Zuflüsse die stärkste Belastung aufweisen und wie diese unter Beteiligung der Betroffenen (Bewirtschafter, Grundeigentümer, etc.) verringert werden kann.



Abb. 57: Den nährstoffarmen bis mäßig nährstoffversorgten Zustand des Mondsees gilt es zumindest zu erhalten.

Ein Bündnis von 12 Partnerinstitutionen aus Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Forschung hat zusammen ein Konzept für das Pilotprojekt im landwirtschaftlich genutzten Seengebiet des Alpenvorlands ausgearbeitet (Abb. 57).

Als **Projektziele** werden deshalb

- die Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität aller vier Seen,
- die Verringerung von Nährstoffeinträgen in die Seen,
- die Weiterentwicklung der Gewässer schonenden Landbewirtschaftung im Einzugsgebiet,
- die Berücksichtigung aller Nutzungsansprüche in der Seenlandschaft,
- die gemeinsame Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen mit den Landwirtschaftsbetrieben,
- die grenzüberschreitende Vernetzung und Zusammenarbeit der Beteiligten,
- die Erarbeitung von Maßnahmen, die auf ähnliche Naturräume übertragbar sind, angeführt.

Grenzüberschreitende Aktivitäten sind

- die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Verringerung von Nährstoffeinträgen,
- Detailuntersuchungen an den Seezuflüssen und im Einzugsgebiet,
- die Erstellung von Stoffbilanzen,
- das Herausarbeiten von Flächen mit besonders hohem Nährstoffaustragsrisiko,
- die Beratung der Landwirte hinsichtlich einer an die Bedürfnisse der Seenlandschaft angepassten Wirtschaftsweise.

Projektinformation:

Kontakt: Projekt „Seen Land Wirtschaft“, Wasserwirtschaftsamt Traunstein, Rosenheimer Str. 7, 83278 Traunstein, Deutschland.

Ansprechpartnerin: Georgia Buchmeier, E-Mail: seenlandwirtschaft@wwats.bayern.de. Laufzeit: 2004 – 2007.

Projekträger: HBLFA Raumber-Gumpenstein, Regierung von Oberbayern, SG 52.

Projektpartner in Österreich: Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerbiologie, Fischereibiologie u. Seenkunde Scharfling und Institut für Kulturtechnik u. Bodenwasserhaushalt Petzenkirchen, Land Oberösterreich, Land Salzburg, Landwirtschaftskammer für Oberösterreich, Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg, Oberösterreichische Wasserschutzberatung, Reinhaltungsverband Mondsee-Irrsee, Verein zur Regionalentwicklung Mondseeland, Zentrum für Geoinformatik, Universität Salzburg.

Projektpartner in Bayern: Landesanstalt für Landwirtschaft, Landwirtschaftsamt Laufen/Traunstein, Limnologische Station der Technischen Universität München, Untere Naturschutzbehörde Traunstein, Wasserwirtschaftsamt Traunstein.

Das Projekt wird mit Mitteln aus dem Europäischen Regionalfonds im Rahmen der Gemeinschaftsinitiative INTERREG IIIA gefördert

► Verbaute Gewässer naturnah gestalten – Beispiel Bachumlegung Wambach

Der Wambach ist ein kleines Fließgewässer, das in der Gemeinde Ansfelden entspringt und nach einer Fließlänge von nur knapp 8 km im Süden von Linz in die Kreamündet. Bei Starkregenereignissen steigt der Wasserstand im Wambach schnell und stark an. Mitgeführtes Schwemmmaterial (vor allem Astwerk und ähnliches) führt häufig zu Verklausungen bei der Brücke der Wambacher Straße, die zu niedrig ausgeführt wurde. Der bachbegleitende Straßenabschnitt wird dadurch häufig überflutet und der Straßenverkehr negativ beeinträchtigt. Im Auftrag des Magistrats der Stadt Linz wird die Wambacher Straße auf die andere Bachseite umgelegt und mit einer höheren Brücke ausgestattet. Da durch die Straßenbauarbeiten der Wambach sowie einige naturnahe Auwaldstücke in einer sonst gänzlich ausgeräumten, landwirtschaftlich genutzten Landschaft angegriffen werden, wurde als Kompensationsmaßnahme die Renaturierung des betroffenen Bachabschnittes gefordert.

Der Wambach wird auf einer Länge von insgesamt etwa 75 m in ein neu herzustellendes Bachbett ver-

legt. Wo er in seinem alten Bett verbleibt, werden die aktuellen technischen Sicherungsmaßnahmen im Uferbereich zur Gänze entfernt und nur an aus-

gewählten Stellen, an denen es die Nähe zur Straßenböschung erfordert, durch ingenieurbiologische Sicherungen wie Wurzelstöcke oder Blocksteine ersetzt (Abb. 58). Die Sohle wird aus naturnahem Substrat gebildet. Da der Wambach in die untere Forellenregion einzuordnen ist, soll ihm eine möglichst große Dynamik gestattet werden. Einzelne Schotterbänke und -inseln bilden Initialmaßnahmen, das Gewässer soll aber die Möglichkeit erhalten, diese Strukturen je nach Wasserführung aktiv umzulagern.

In der zu renaturierenden Strecke befindet sich derzeit ein Steilwehr mit einer Absturzhöhe von 2,3 m, das

für wasserlebende Organismen ein unüberwindbares Wanderhindernis darstellt. Im Zuge der Umbauarbeiten wird dieses Bauwerk durch eine naturnahe Organismenwanderhilfe ersetzt. Zudem wird eine ausgedehnte Feuchtzone angelegt, in der die Ausbildung von Amphibienlaichtümpeln gefördert wird.

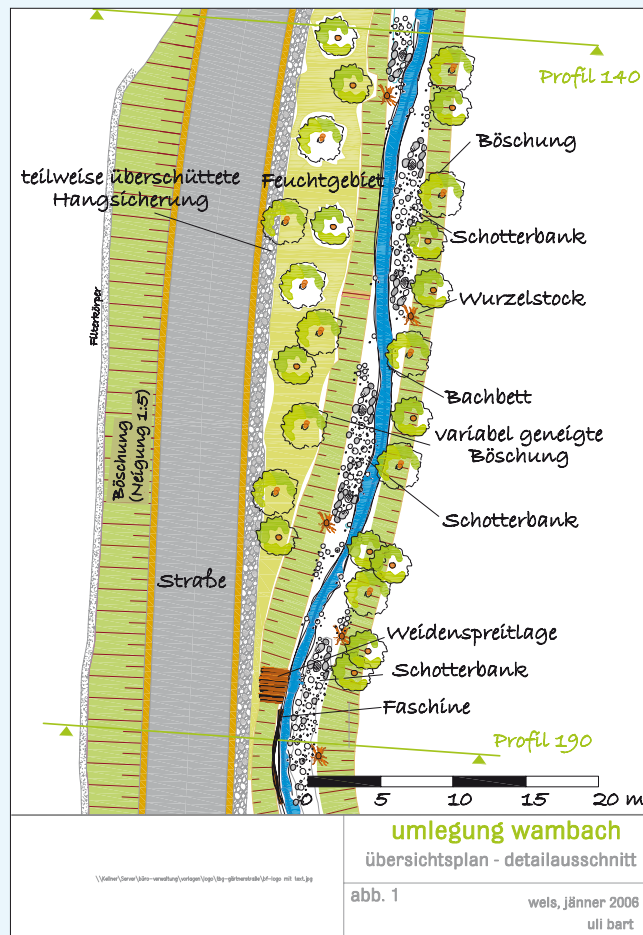


Abb. 58: Planliche Darstellung des Wambaches nach seiner Umlegung.

Information und Kontakt:

Finanzierung: Magistrat der Stadt Linz, Abteilung Tiefbau, Neues Rathaus, Hauptstraße 1–5, 4041 Linz

Bauausführung: Gewässerbezirk Linz, Promenade 33, 4021 Linz.

Bearbeitung: Technische Planung: Kirsch-Muchitsch & Partner, Kapellenstraße 13, 4040 Linz

Ökologische Planungsbegleitung und Bauaufsicht: Technisches Büro für Gewässerökologie Wels, www.blattfisch.at

► Hochwasserschutzdamm Machland

Bereits seit Jahren wird in Zusammenarbeit verschiedenster Fachbereiche ein umfassendes Hochwasserschutzkonzept für das Machland erarbeitet. Die große Hochwasserkatastrophe 2002 zeigte erneut die Dringlichkeit von Maßnahmen zum Schutz der Bewohner auf. Nicht in allen Teilbereichen kann mit einem vertretbaren Aufwand ein Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser erreicht werden. Deshalb wurde Objekteigentümern in diesen nicht schützbareren Bereichen eine geförderte Aussiedlung angeboten beziehungsweise in gefährdeten Gebieten ein Bauverbot verhängt.

Der Hochwasserschutzdamm besteht überwiegend aus Erddämmen, die auf rund 36,5 km Länge zwischen der Donau und größeren Siedlungsbereichen im Machland liegen werden. Das Projekt, das 2003 zur Durchführung des Umweltverträglichkeitsprüfungs-Verfahrens eingereicht wurde, berücksichtigt auch Belange und Interessen des rechtsseitig der Donau gelegenen Gebietes, das bereits zu Niederösterreich gehört. In Zusammenarbeit mit niederöster-

reichischen Behörden und mit Bewohnern der Region Machland wurde ein umfassendes Schutzkonzept erarbeitet, das sowohl dem Hochwasserschutz, aber auch den gewässerökologischen Anforderungen gerecht werden soll. In dieser Projektoptimierungsphase, in der auch ganz wesentlich die Oberösterreichische Umweltschutzbehörde mitwirkte, wurde zur Erhöhung des Vernetzungsgrades der Donau mit dem Umland beispielsweise auch die Herstellung einer donaubegleitenden Abflussmulde mit etwa 8,5 km Länge geplant. Die Mulde soll morphologisch einem Nebenarm der Donau nachempfunden werden. Nebenarme und Aufzweigungen prägten bis Mitte des 19. Jahrhunderts das Erscheinungsbild des Flusses und der anschließenden Aulandschaft. Donauseitig des Dammsystems werden auch neue Lebensräume geschaffen, die zahlreichen Tier- und Pflanzenarten, von denen einige vom Aussterben bedroht sind, Rückzugsraum bieten (Abb. 59).

Nach Abschluss der Umweltverträglichkeitsprüfung soll noch 2006 mit den Detailausschreibungen begonnen werden. Die Bauzeit für das Gesamtprojekt wird mit 10–15 Jahren angenommen. Die Ziele des Hochwasserschutzes sollen idealer Weise mit den Anforderungen der Ökologie in Einklang gebracht werden. Ein Teil des zukünftig eingedämmten Gebietes soll als Natura-2000-Gebiet nominiert werden, die entsprechenden Vorbereitungsarbeiten laufen zur Zeit.

Mit dem sehr ambitionierten Projekt Hochwasserschutzdamm Machland werden Schritte gesetzt, um die Hochwassersicherheit der donau nahen Ortschaften östlich von Linz deutlich zu verbessern. Dennoch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass ein endgültiger und vollständiger Schutz vor Hochwasser nirgends umsetzbar ist. Der effektivste Hochwasserschutz bleibt die Bereitstellung von ausreichenden Überflutungsflächen für die Fließgewässer.



Abb. 59: Die hohe Diversität im Machland wirkt sich positiv auf die Natur und den Hochwasserrückhalt aus.

Information und Kontakt:

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, www.land-oberoesterreich.gv.at;
Hochwasserschutzverband Donau-Machland: <http://www.wernerconsult.co.at/projekte/machland/pub/kontakt.htm>

► Abiotische Leitbilder – Gewässerporträts

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union fordert die Bewertung des ökologischen Zustandes aller Oberflächengewässer in Europa. Ziel ist es, den guten und sehr guten ökologischen Zustand zu erreichen beziehungsweise zu erhalten (siehe dazu Kapitel „Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union - von der biologischen Wassergüte zum ökologischen Zustand“). Bei der Bewertung des Gewässerzustandes ist die spezifische Charakteristik, also ob es sich beispielsweise um einen Gebirgsbach im Kristallin, ein Flachlandgewässer oder einen Bach auf Kalkuntergrund handelt, zu berücksichtigen. Denn Fließgewässer

sind naturgemäß nicht in allen Landschaftseinheiten gleich. Trotz der individuellen Ausprägungen und Besonderheiten der Gewässer lassen sich dennoch im längszonalen Verlauf Gemeinsamkeiten erkennen. Deshalb werden die Gewässer in Kategorien, die so genannten Gewässertypen, die auf abiotischen Kriterien beruhen, eingeteilt. Zu den Basisparametern zählen Bioregion, Höhenlage, Einzugsgebietsgröße, Talform und ähnliches (Abb. 60).

Diese abiotischen Gewässertypen sind durch spezifische Lebensgemeinschaften charakterisiert, um sie voneinander zu unterscheiden. Besonders wesentlich sind die Gewässertypen bei der Definition des Referenzzustandes, der als Grundlage zur Bewertung des ökologischen Zustandes dient. Für alle Gewässertypen in Europa sollte ein möglichst eindeutiger, unverrückbarer Referenzzustand gefunden werden, der nicht dem wandelbaren Wertezustand der Gesellschaft unterliegt. In Österreich ist als Basis

dazu eine Beschreibung der abiotischen, morphologischen Gewässerleitbilder / Gewässerporträts in Arbeit.

Das Feintypisierungsprojekt in Oberösterreich baut methodisch auf die österreichweite Vorgangsweise auf, wird jedoch speziell auf die Naturlandschaftseinheiten Oberösterreichs eingehen. Hauptaugenmerk

bei dieser regionaltypischen Feintypisierung wird auf der Beschreibung der morphologischen strukturellen Merkmale und Besonderheiten liegen. Die Grundlage zur Beschreibung der abiotischen Leitbilder bzw. zur Typenfindung bilden jene Gewässerabschnitte, die

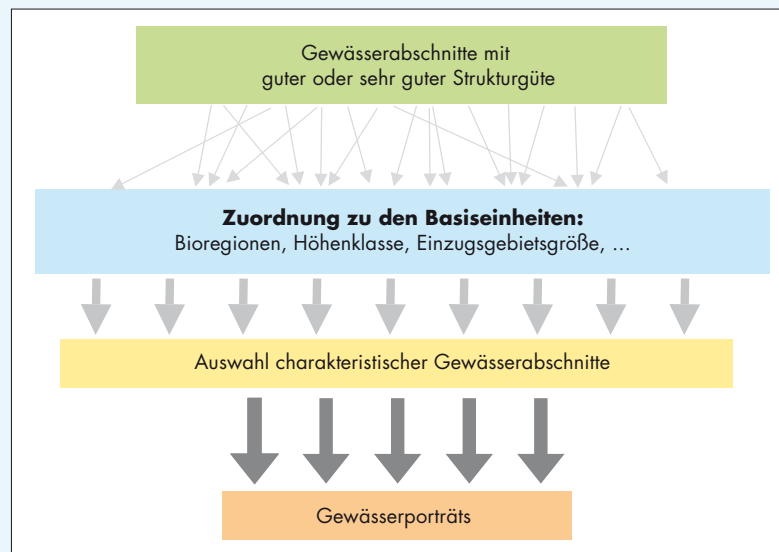


Abb. 60: Schematische Darstellung zur Erstellung abiotischer Leitbilder (Gewässerporträt).

eine sehr gute ökomorphologische Strukturgüte aufweisen. Nach der Zuordnung dieser Abschnitte zu den typologischen Kenngrößen wie Naturraum, Bioregion, Seehöhenklasse, Einzugsgebietsklasse werden wiederum charakteristische Gewässerabschnitte ausgewählt, auf Basis derer die Typen beschrieben werden.

Ein großes Augenmerk wird entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie auch auf die Information und „Identifikation“ der Bevölkerung mit ihren Gewässern gelegt. Zum besseren Erkennen und Verstehen der einzelnen Gewässertypen und deren regionaler Unterschiede und Besonderheiten werden interaktive DVDs produziert. Die Akzeptanz für geplante Maßnahmen von den Menschen vor Ort ist wesentlich, um dem Ziel einer intakten Landschaft entgegenzukommen.

Die Fertigstellung der Gewässerporträts soll mit Ende 2007 erfolgen.

Tab.: 2: Beispiel für ein Fließgewässerporträt von kleinen bis mittleren Gewässern in den Kalkvoralpen

Fließgewässerporträt	Seehöhenklasse 3 (500 – 800 m)	Einzugsgebietsklasse 2 (10 – 100 km ²)	Flussordnungszahl 1–4
Naturlandschaftseinheiten	Salzkammergut-Voralpen, Steyr- und Teichltal, Sengengebirge		
Linienführung	gestreckt bis furkierend		
Geschiefbeführung	im Sommer sehr hoch		
Ufer	stark verzahnt, verlagernd, abwechselnd flache und steile Ufer		
Substrat	Steine und Blöcke, in flachen Bereichen Kies		
Gewässerbett	große Breitenvarianz, stark strukturiert, hoher Totholzanteil, Inselbildung		
Gefälle	hohes bis mittleres Gefälle		
Strömungsmuster	heterogene Strömungsverhältnisse, bei Gefällestufen Kaskaden		
Talform	Kerbtal, Kerbsohltal		



Beispiele kleiner bis mittlerer Gewässer in den Kalkvoralpen (Fotos: R. Wimmer).

Information und Kontakt:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft/Gewässerschutz, Kärntnerstraße 12, 4020 Linz
 Bearbeitung: Büro Orca, DI R. Wimmer, Lerchenfelder Straße 46/4/46, 1080 Wien

► Verbesserung des Hochwasserschutzes und Restrukturierung der Mattig-Mündungsstrecke

Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Mattig im Gemeindegebiet Braunau zur Erhöhung der Hochwassersicherheit begradigt und wasserbaulich gesichert. Dabei wurde der Bachlauf teilweise verkürzt, die Mündung umgelegt und das Gewässerbett zur Abflusserhöhung ausgeräumt und abschnittsweise mit Steinplatten ausgelegt. Der natürliche Gewässerlebensraum ging gänzlich verloren und die Mattig degradierte zu einem Wasserabflusskanal.

Nach dem heutigen Wissenstand ist die Kombination aus wasserbautechnischen Maßnahmen und die Erhaltung natürlicher Flusslandschaften als effizienter Hochwasserschutz zu bevorzugen. Auch die Nutzung intakter Fließgewässer als Naherholungsraum gewinnt an Bedeutung. Als Vorzeigebispiel für das Zusammenwirken von Hochwasserschutz, Restrukturierung und Gebietsaufwertung wird deshalb erstmals in Oberösterreich die abschnittsweise Renaturierung eines größeren Flusses durchgeführt (Abb. 61). Der Lebensraum Mattig soll ökologisch aufgewertet und die Längspassierbarkeit für wandernde Fischarten wiederhergestellt werden. Die Struktur- und Habitatvielfalt sowie die Selbstreinigungskapazität des Gewässers werden erhöht, wodurch insgesamt eine Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit erwartet wird.

Zu den geplanten beziehungsweise bereits umgesetzten Maßnahmen zählen:

- Errichtung einer Hochwasserschutzmauer, Absenkung von Sohlbauwerken und Vorlandbereichen zur Wasserspiegelabsenkung – lokal verbesserter Hochwasserschutz.
- Errichtung von Rampen zur Wiederherstellung der Fischwanderwege.



Abb. 61: Der revitalisierte Mündungsbereich der Mattig (Foto: J. Mader).

- Neuerrichtung von zwei auffälligen Brücken.
- Entfernung der Ufersicherung, Abflachen und Restrukturierung der Uferböschungen.
- Ankauf von Grünflächen für Aufweitungen und Strukturierungen.
- Errichtung eines Geh- und Radweges und somit Nutzung des revitalisierten Gewässerabschnittes als Naherholungsgebiet.

Dieses Projekt trägt wesentlich zur Bewusstseinsbildung in der Region bei und zeigt, dass ein gesamtgesellschaftliches Projekt viele Vorteile haben kann – in diesem Beispiel Hochwasserschutz, Renaturierung, ökologische Aufwertung und Steigerung des Erholungswertes. Wesentlich dabei ist die Zusammenarbeit von betroffener Bevölkerung, Wasserbau und Naturschutz, durch die die Gesamtsituation am ehemals hart verbauten Gewässer insgesamt verbessert werden kann.

Projektinformation:

Finanzierung: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, www.lebensministerium.at;
 Amt der Oberösterreichischen Landesregierung – Abteilung Wasserwirtschaft, Abteilung Straßenbau, Naturschutzabteilung, www.land-oberoesterreich.gv.at;
 Stadtgemeinde Braunau, www.braunau.at; Wasserverband Mattig, 5261 Helpfau-Uttendorf
Konzeption und Bauausführung: Gewässerbezirk Braunau, Hammersteinplatz 9, 5280 Braunau am Inn
Planung: ZT-Büro dlp Dienesch-Laner-Prax, 5020 Salzburg, www.dlp.at

► Revitalisierung einer alten Mühle mit High-Tech-Wasserrädern

Mit dem Ökostrom-Programm wurde ein Förderprogramm zur Modernisierung, Wiedererrichtung oder Erweiterung von Kleinwasserkraftanlagen mit bis zu einem Megawatt Ausbauleistung in Oberösterreich geschaffen. Ziel ist die Steigerung der Nutzung von „Ökoenergie“ für die Stromerzeugung. Obwohl Wasserkraftwerke aus gewässerökologischer Sicht prinzipiell abzulehnen sind, kann vom Ökostrom-Programm eine gewässerökologische Verbesserung für einzelne Gewässerabschnitte ausgehen. Eine Förderung von Maßnahmen wird nämlich nur gewährt, wenn auch ökologische Verbesserungsmaßnahmen, wie beispielsweise die Errichtung eines Umgehungsgerinnes, einer Fischaufstiegshilfe oder die Abgabe einer Restwasserdotations, getroffen werden. Mit der Wiederherstellung der Längspassierbarkeit des Standortes wird auch der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union entsprochen, welche die

Wiederherstellung der longitudinalen Integrität aller Fließgewässer fordert.

Im Zuge der Revitalisierung einer alten Mühle im Aiterbach wurden zwei Wasserräder installiert, um das ungenutzt über das Wehr fließende Wasser einer energetischen Nutzung zuzuführen (Abb. 62). Die beiden Wasserräder erzeugen für die über 150 Jahre alte Mühle mehr als 100.000 kWh Strom pro Jahr. Dies reicht zur Versorgung des Energieverbrauches des landwirtschaftlichen Anwesens der Betreiber aus und zudem kann ca. die achtfache Menge des Eigenverbrauches in das öffentliche Netz eingespeist werden. Über die Wasserräder fließen jeweils 370 l/s Wasser mit einer Fallhöhe von insgesamt 3,4 m. Die Nennleistung pro Rad beträgt 8,5 kW. Wasserräder eignen sich zum Einbau insbesondere an alten Mühlenstandorten mit Einzelleistungen von maximal 10 kW, wo Turbinen nicht ökonomisch wären. Ungenutzte Wehre, die noch dazu das Fließkontinuum unterbrechen, können so einer vernünftigen wirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden.

Auch bezüglich der Längsdurchgängigkeit der Gewässer stellen Wasserräder eine Besonderheit dar. Aufgrund der niedrigen Drehzahl der Räder ist die Verletzungsgefahr für Fische, die mit dem Wasserkörper stromabwärts schwimmen, vergleichsweise gering. Zur Gewährleistung der Fischpassierbarkeit flussaufwärts beziehungsweise um die Wanderwege für Makrozoobenthosorganismen wiederherzustellen, wurde im Falle dieser alten Mühle auch ein naturnahes Umgehungsgerinne errichtet. Die Revitalisierung des Standortes brachte somit sowohl die energetische Nutzung des Wassers als auch die Wiederherstellung der Längspassierbarkeit des Fließgewässers mit sich.



Abb. 62: Die beiden Wasserräder wurden neben dem alten Wehr installiert, sodass bei Hochwasserabfluss die Wehrklappen geöffnet werden können und keine Beschädigung des Standortes zu befürchten ist (Foto: M. Köpl).

Projektinformation:

Finanzierung: privat

Kontakt: Oberösterreichischer Energiesparverband, Landstraße 45, 4020 Linz, www.esv.or.at
 Technische Planung: DI M. Köpl, Ziviltechniker für Elektrotechnik, Jägerweg 20, 4600 Thalheim
 Ökologische Begleitung: Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at

► Oberösterreichische Wasserschutzberatung

Besonders große Auswirkungen auf die Wasserqualität der Oberflächengewässer und des Grundwassers haben die Art der Nutzung beziehungsweise die Bewirtschaftungsformen im Einzugsgebiet. Bezüglich der Nitratbelastung des Grundwassers wurde der flächenhafte Eintrag von Stickstoff über landwirtschaftliche Flächen als Haupteintragspfad identifiziert. Zur Sicherung der guten Grundwasserqualität und zur Reduktion des Stickstoffeintrages in Oberösterreich wurde deshalb im Jahr 2000 vom Land Oberösterreich und der Landwirtschaftskammer Oberösterreich der Verein „Oberösterreichische Wasserschutzberatung“ gegründet. Die Aufgabe des Vereins ist es, Landwirte bezüglich gewässerschonender Bewirtschaftung zu beraten und zu unterstützen.

Dem modernen, praxisbezogenen Beratungskonzept liegt ein dreistufiger Aufbau zugrunde, der sich aus Wasserschutzberatern, Wasserbauern und Arbeitskreismitgliedern zusammensetzt (Abb. 63). Die Wasserschutzberater stellen eine Informationsplattform für interessierte Landwirte dar. In regelmäßigen Abständen finden in den Bezirken Informations- und Weiterbildungsveranstaltungen statt, im Zuge derer die Wasserschutzberater bezüglich gewässerverträglicher Bewirtschaftungsformen und Ressourcenschonender Bodennutzung beraten. Ebenso werden Informationen zum verbesserten Zwischenfruchtanbau und zum ökonomischen und ökologischen Einsatz von Wirtschaftsdünger vermittelt.

Die Wasserbauern organisieren die Weiterbildung der in Arbeitskreisen mitwirkenden Landwirte, womit sie das Bindeglied zwischen der Wasserschutzberatung und den Arbeitskreismitgliedern bilden. Sie übernehmen auch Beratungsfunktionen zu Fragen der Arbeitskreisteilnehmer bezüglich des Grundwasserschutzes. Dafür wird eine Weiterbildung angeboten, die mit der Absolvierung eines Zertifikatslehrganges abschließt. Die in den Arbeitskreisen zusammengeschlossenen Landwirte sollen schließ-

lich die erarbeiteten Strategien in ihren Betrieben umsetzen. Die Arbeitskreise stellen Informations- und Weiterbildungsplattformen für die Landwirte dar, in denen Erfahrungsaustausch und gemeinsame Problemlösungen im Vordergrund stehen.

Im Regionalprojekt „Grundwasser 2000 NEU“ beziehungsweise „Grundwasser 2010“ wurden Maßnahmen erarbeitet, die zur Sicherung und Wiederherstellung der Grundwasserqualität entsprechend den Anforderungen des (Trink)Wasserschutzes dienen. In regionalen Projekten werden ebenfalls Handlungsempfehlungen erarbeitet und umgesetzt. Als Beispiel dafür sei das Projekt „Nitratinformationsdienst als Düngeempfehlung im Maisanbau“ genannt.

Die Oberösterreichische Wasserschutzberatung wird als Beratungs- und Weiterbildungseinrichtung von den Landwirten gerne angenommen. Sie trägt wesentlich dazu bei, dass durch Bewusstseinsbildung und durch Beratung zu angepassten Bewirtschaftungsformen die Nitratbelastung des Grundwassers in Oberösterreich vermindert und, nicht zuletzt, das Landschaftsbild durch Begrünungsmischungen vielfältiger wird.



Abb. 63: Das Team der Wasserschutzberater Oberösterreichs trug wesentlich zum Informationsfluss bezüglich gewässerschonender Bewirtschaftungsformen bei (Foto: T. Übleis).

Information und Kontakt:

Verein Oberösterreichische Wasserschutzberatung, Figulystraße 34, 4020 Linz, www.ooe-wsb.at

► Artenschutzprojekt Bitterling

Die Kleinfischart Bitterling (*Rhodeus amarus*) bewohnt bevorzugt stehende oder langsam fließende Gewässer des Potamal. In der Paarungszeit bildet das Weibchen eine Legeröhre aus, mit deren Hilfe sie ihre Eier in den Kiemenraum von Muscheln ablegt. Dort findet auch die Befruchtung statt, indem das Männchen seinen Samen in das freie Wasser abgibt, das die Muschel zur Atmung einsaugt. Die Larven können sich im Kiemenraum geschützt entwickeln und verlassen die Muschel erst als Jungfische. Mit dem Rückgang der Muschelbestände als Folge von Gewässerbelastungen verschwand auch zusehends der Bitterling, sodass er laut Roter Liste Österreich (2006) zu den bedrohten Fischarten zählt und europaweit unter Schutz gestellt wurde (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union).

In der Gemeinde Buchkirchen bei Wels wurde ein verlandeter Teich ausgebaggert und mit standorttypischer Wasser- und Ufervegetation bepflanzt. Fische für den kommerziellen Fischfang durften aus naturschutzfachlicher Sicht nicht eingesetzt werden, weshalb auf Initiative des Linzer Khevenhüller-Gymnasiums ein Ansiedlungsprojekt mit Bitterlingen gestartet wurde. Nach gewässerökologischer Untersuchung und eingehendem Studium des Bitterlings haben Schüler laichreife Bitterlingspärchen und Teichmuscheln angesiedelt und die Bestandsentwicklung dokumentiert (Abb. 64). Mit selbst erarbeiteten Broschüren, Arbeitsblättern für Schulen und einer umfassenden Projektdokumentation wollen die Schüler interessierten Menschen die Problematik rund um bedrohte heimische Fischarten näher bringen.

Das „Artenschutzprojekt Bitterling“ ist ein gutes Beispiel dafür, wie man im Rahmen eines Schulprojektes das Interesse an ökologischen Zusammenhängen wecken und mit vertretbarem Aufwand einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung seltener Tiergruppen leisten kann.



Abb. 64: Schüler des Khevenhüller-Gymnasiums Linz beim Besatz von Bitterlingen und Teichmuscheln.

Projektinformation:

Finanzierung: Amt der OÖ Landesregierung, Naturschutzabteilung, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz

Bearbeitung: Khevenhüller Gymnasium, Khevenhüllerstr. 1, 4020 Linz,

Technisches Büro für Gewässerökologie, Wels, www.blattfisch.at,

Technisches Büro Dr. J. Wanzenböck, St. Lorenz 331/2, 5310 Mondsee

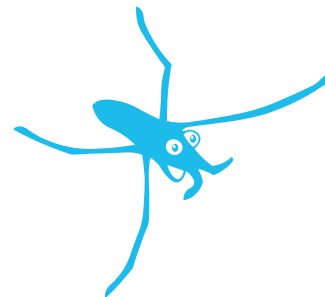
ARBEITSBLÄTTER ZUR ANGEWANDTEN FLIESSGEWÄSSERÖKOLOGIE

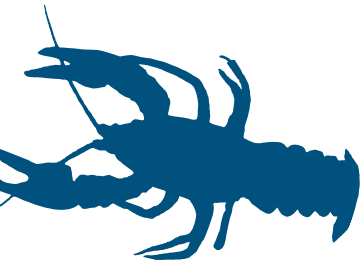
Auf losen Arbeitsblättern (siehe Lasche im Umschlag der Broschüre) stehen Rätsel, Versuche und Arbeitsblätter für verschiedene Altersstufen zur Verfügung, um die theoretischen Inhalte spielerisch zu festigen beziehungsweise selber im Freiland anzuwenden.

In den verschiedenen Rätseln und Wortsuchspielen werden grundlegende Fachbegriffe der Fließgewässerökologie gefragt, die in den einleitenden Kapiteln erläutert worden sind und auch im weiteren Inhalt der Broschüre immer wieder Verwendung fanden. Auch der Lückentext stellt im Wesentlichen eine Wiederholung des Inhaltes der Broschüre dar, in dem die wichtigsten Begriffe und Zusammenhänge auf spielerische Weise gefestigt werden können.

Die Arbeitsblätter zur Untersuchung der Nahrungsnetze und der Nahrungsgilden sowie der Gewässermorphologie können beispielsweise ergänzend zum Biologieunterricht verwendet werden.

Eine problemlose Entnahme und Vervielfältigung der Arbeitsblätter wird durch ihre lose Anbringung in der Umschlagtasche wesentlich erleichtert.





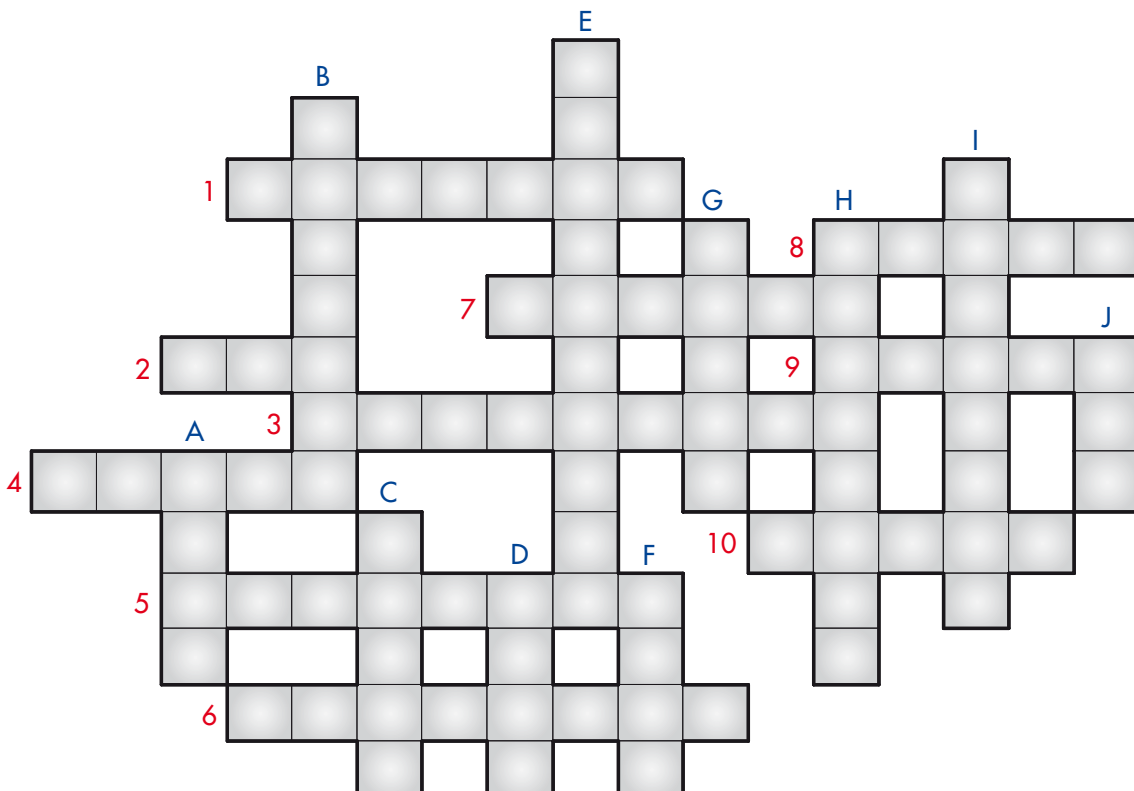
Kreuzworträtsel

Waagrecht:

- 1) Wie nennt man abgestorbene und ins Wasser gefallene Bäume, Äste, Wurzelstöcke etc.?
- 2) Schlangenförmiger Fisch (Tipp: drei Buchstaben, davon einer doppelt!)
- 3) Zusammenfassender Begriff für Seen, Flüsse, Bäche, Teiche etc.
- 4) Wer bringt Lichtenergie auf die Erde?
- 5) Fachausdruck für das Material am Gewässergrund
- 6) Größer als Kies, kleiner als Fels
- 7) Insektenlarven können sich damit festhalten (Einzahl) (Tipp: Katzen können damit kratzen!)
- 8) Gasförmiger Zustand des Wassers – Dampf oder ?
- 9) Im Gewässer leben Pflanzen, Pilze und ?
- 10) Warum „schlucken“ Fische ständig Wasser? Zum

Senkrecht:

- A) Wie wird der „Näsling“ noch genannt? (Tipp: sie sitzt Dir mitten im Gesicht!)
- B) Es gibt Blau-, Braun-, Grünalgen und welche Farbe noch (bitte in der Einzahl anführen)?
- C) Was brauchen Pflanzen für die Photosynthese?
- D) Ein häufiger Wasservogel
- E) Wie nennt man das „herausfangen“ von Nahrungspartikeln aus dem Wasser?
- F) Ein Fluss kann seicht oder ? sein.
- G) Ist größer als ein Bach aber kleiner als ein Strom?
- H) Lateinischer Name für abgestorbenes Pflanzenmaterial?
- I) Tiergruppe mit drei Beinpaaren?
- J) Wasser im festen Zustand (Tipp: schmeckt auch gut!)



Versuche zur Erforschung der Eigenschaften des Wassers

Zur Verdeutlichung der Oberflächenspannung:

- Streue eine Prise Pfeffer auf einen mit Wasser gefüllten Suppenteller. Wie verteilt sich das Pfefferpulver?
- Tauche nun Deinen Finger in Geschirrspülmittel ein und tippe damit in das Pfefferwasser.
- Was passiert?



Notizen:

Erforschung der Dichteanomalie des Wassers:

- Fülle eine Plastikflasche (keine Glasflasche!) bis höchstens zur Hälfte mit Wasser, markiere den Wasserstand mit einem wasserfesten Stift an und stelle die Plastikflasche in die Tiefkühltruhe. Nach ein paar Stunden ist das Wasser gefroren.
- Wo befindet sich die Oberfläche des Eisklumpens im Vergleich zur Markierung der Wasseroberfläche?
- Warum schwimmen Eiswürfel in einem Wasserglas an der Oberfläche?



Notizen:

Versuch, um die Fließgeschwindigkeit in verschiedenen Wassertiefen zu erkunden:

- Suche dir eine genügend tiefe (nicht über 50 cm!), gerade Strecke von ungefähr fünf Metern Länge in einem Fließgewässer aus.
- Lasse einen Korken an der Wasseroberfläche und eine Zitrone im Wasserkörper zur selben Zeit an derselben Stelle los und rate, wer von den beiden als erster das Ziel erreicht!
- Wo ist deiner Beobachtung nach die Fließgeschwindigkeit in einem Wasserkörper am größten und wo ist sie am kleinsten?



Notizen:

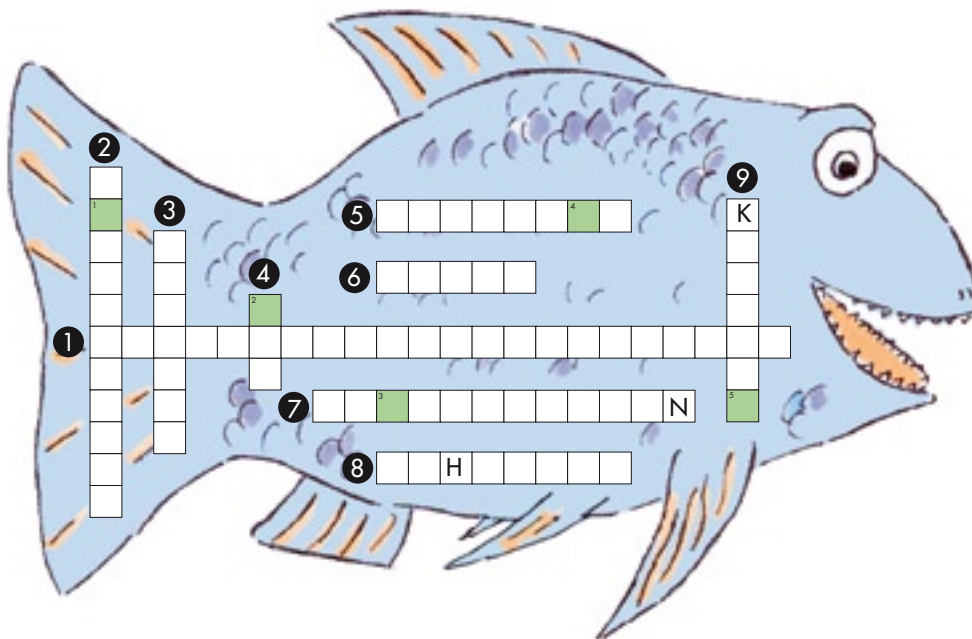
Fischrätsel

Finde das **Lösungswort**, das sich aus den grün gefärbten Feldern ergibt.

Das Lösungswort ist die Bezeichnung für junge Fische.

Hinsichtlich der Buchstaben-Reihenfolge musst Du auf die kleinen Ziffern in den Kästchen achten.

- ❶ Wie nennt man die „Bevölkerung der Fische“ in einem Gewässer?
- ❷ Ein zusammenfassender Begriff für Fische in großen Fließgewässern?
- ❸ Wie heißen die häutigen Anhänge am Fischkörper?
- ❹ Name eines schlangenförmigen Fisches
- ❺ Womit ist der Fischkörper dachziegelartig bedeckt?
- ❻ Name einer kleinen Begleitfischart der Bachforellenregion?
- ❼ Welche Region folgt flussabwärts auf die Äschenregion?
- ❽ Was ist größer als Kies aber kleiner als Steine?
- ❾ Welcher Fisch kann sein Maul rüsselartig vorstülpen?

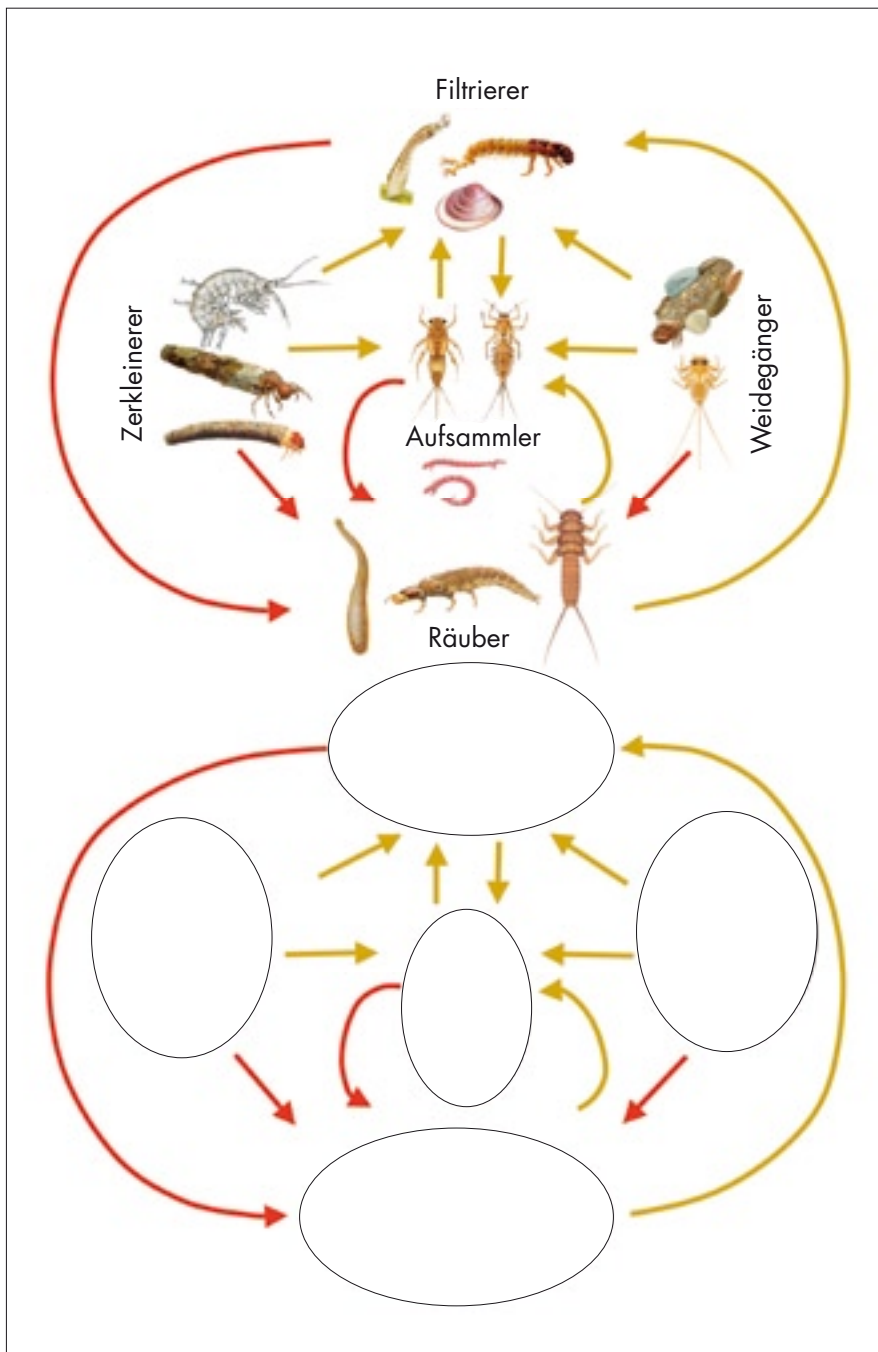


Lösungswort:

1	2	3	V	4	5
---	---	---	---	---	---

Untersuchung des Nahrungsnetzes in einem Fließgewässer

In untenstehender Abbildung ist ein stark vereinfachtes Nahrungsnetz aus einem idealisierten Fließgewässer dargestellt. Alle wesentlichen Ernährungsgilden kommen darin vor. Links außen sind die Zerkleinerer dargestellt, die von außen in das Gewässer eingebrachtes, grobes Pflanzenmaterial wie Laub oder Totholz zerlegen. Ganz rechts finden sich die Weidegänger, die von jenem Pflanzenmaterial leben, das im Bach selbst produziert wird, also von Algen und Wasserpflanzen. In der Mitte der Abbildung sind jene Ernährungsgilden zu sehen, die vom Abfall der anderen leben, also die zerkleinerten Reste grobpartikulärer Materie, Feinsediment oder feste Ausscheidungen der übrigen Benthosorganismen fressen. Da innerhalb dieser Gruppe der Sammler zwei verschiedene Strategien zur Nahrungsgewinnung auftreten, wurden die Filtrierer und Aufsammler als separate Gilden dargestellt, auch wenn sie dieselben Ressourcen nutzen.



Die braunen Pfeile im Nahrungsnetz bezeichnen jenen Stoffaustausch zwischen den Gruppen, bei dem entweder zerkleinerte Nahrungspartikelchen oder Ausscheidungen transportiert, die Organismen jedoch nicht geschädigt werden. Bei den roten Pfeilen handelt es sich um Räuber-Beute-Beziehungen, bei denen Zerkleinerer, Sammler und Weidegänger von räuberischen Tieren gefressen werden. Befindet sich ein Fließgewässer im Gleichgewicht, sind für alle Ernährungsgilden ausreichend Nischen zum Überleben vorhanden.

Wie sieht das Nahrungsnetz in einem Bach in Deiner Umgebung aus? Sind alle Ernährungsgilden vorhanden? Versuche, im Bach möglichst viele Tiere zu finden und sie den Ernährungstypen im oberen Teil der folgenden Abbildung zuzuordnen. Zeichne die Tiere, die Du gefunden hast, in das noch leere Nahrungsnetz des unteren Teiles ein. Kannst Du in jedes Feld etwas einzeichnen, oder bleiben manche Felder leer? Wenn ja – woran kann das liegen? Um diese Frage zu beantworten, musst Du Dir nicht nur den Bach, sondern auch seine Umgebung genauer anschauen!

Lückentexte

Makrozoobenthos:

In einem Fließgewässer kommen außer Fischen auch sehr viele kleine Tiere vor, die unter und zwischen Steinen, in Moosen, oder Wasserpflanzenbüscheln leben. Diese Tiergruppe nennt man zusammenfassend „.....“. Schon auf den ersten Blick kann man viele verschiedene Formen unterscheiden. Da wären zum Beispiel die Larven der, die sich aus Steinchen und Holzstöckchen röhrenförmige Häuschen bauen, die sie zum Schutz vor immer mit sich herumtragen. Sie zerlegen Holz oder Laub, das ins Wasser fällt und sorgen für dessen Ein anderes Beispiel wären die Eintagsfliegenlarven, die man an ihren drei leicht erkennen kann. Sie leben als Larven lange Zeit unter Wasser, manchmal bis zu drei Jahre. Als erwachsene Eintagsfliegen, die man oft am Ufer in dichten Schwärmen umherfliegen sieht, leben sie jedoch nur einige wenige, daher ihr Name. Weitere Vertreter des Makrozoobenthos sind zum Beispiel verschiedene, die mit ihrem Fuß über Algenfilme gleiten und diese mit ihrer rauen Zunge abraspeln. Aber auch Krebstiere zählen zum Makrozoobenthos, wie etwa der, den man oft unter verrottenden findet. Jede Art erfüllt in einem Gewässer ihre ganz spezielle Aufgabe. Für ein gesundes Fließgewässer ist es daher sehr wichtig, dass ausreichend verschiedene für das Makrozoobenthos vorhanden sind. In einem verbauten, begradigten Gerinne können nur einige wenige überleben, deshalb funktioniert der biologische hier auch oft nicht richtig.

SETZE FOLGENDE WORTE EIN:

Allerweltsarten, Abbau, Falllaubhaufen, Makrozoobenthos, Köcherfliegen, Kleinlebensräume, Schneckenarten, Blättern, Kreislauf, Fressfeinden, Schwanzfäden, Stunden, Bachflohkrebs

Fische:

Viel auffälliger als die kleinen Benthosorganismen sind in einem Fließgewässer natürlich die Fische. Aber man kann nicht in jedem Abschnitt dieselben finden. Die kommt zum Beispiel natürlicherweise nur in kalten Gebirgsbächen mit hoher Fließgeschwindigkeit vor. Hier findet sie am Bachgrund Kies- und Schotterflächen, in die sie ihre hineinlegen kann. Die Bachforelle hat eine Körperform wie ein und ist eine kräftige Schwimmerin. Diese Eigenschaften braucht sie, damit sie sich in der starken Strömung zurechtfinden kann. In der Bachforellenregion kommt außerdem nur noch die vor, ein kleiner Fisch, der keine Schwimmblase besitzt, da er sich am Gewässerboden zwischen Steinen aufhält. Ganz anders sehen Fische in einem Tieflandfluss aus. Hier strömt das Wasser viel langsamer und der Boden ist von und Sand bedeckt. Die Fische, die in dieser Region leben, sind oft seitlich stark und lassen sich langsam in der leichten Strömung treiben. Ein typisches Beispiel hierfür ist die, ein silbrig glänzender Fisch, der seine Eier an klebt und sich von kleinen Tierchen ernährt, die im Bodenschlamm leben.

Da Fischeier oft ganz andere Bedingungen brauchen als erwachsene Fische, wandern viele Fischarten zur über lange Strecken im Gewässer zu ihren Laichplätzen, meist flussaufwärts. Leider kommen sie oft nicht an ihr Ziel, weil oder andere Hindernisse sie in ihrer Wanderung aufhalten. Ein besonders wichtiges Ziel ist es deshalb, unsere Fließgewässer wieder durchgängig zu machen.

SETZE FOLGENDE WORTE EIN:

Eiablage, Fischarten, Bachforelle, Schlamm, Eier, Torpedo, Koppe, abgeflacht, Wasserpflanzen, Staudämme, Brachse

Untersuchung der Gewässermorphologie

Suche in Deiner näheren Umgebung einen möglichst natürlichen und einen völlig verbauten Bach und versuche, die Fragen in der Liste für beide Bachtypen zu beantworten! Welche Unterschiede fallen Dir am deutlichsten auf? In welchem Bach wirst Du bei genauerem Hinsehen mehr Fisch- und Makrozoobenthosarten finden?

	natürlicher Bach	verbauter Bach
Ist der Bach gestreckt, geschwungen, mäandrierend oder verzweigt?		
Ist der Bach an allen Stellen gleich breit und tief?		
Ist die Strömungsgeschwindigkeit an allen Stellen etwa gleich hoch?		
Zu etwa wie viel % ist die Sohle bedeckt mit ...		
... Schlamm?	%	%
... Sand?	%	%
... Kies?	%	%
... Schotter?	%	%
... Steinblöcken oder -platten?	%	%
Welche Pflanzen wachsen an den Ufern des Gewässers (Bäume, Sträucher, Kraut)?		
Wie ist das Verhältnis von beschatteten zu sonnigen Flächen im Bach?		
Ist viel Totholz im Gewässer vorhanden?		
Kann man viel Falllaub an der Sohle finden?		
Können Fische ungehindert im Gewässer auf- und abwärts wandern?		
Gibt es Versteckmöglichkeiten für Fische (unterspülte Wurzeln, Steinzwischenräume, etc.)?		
Welche dieser Strukturen sind im Bach vorhanden:		
... Schotterbank oder Kiesbank		
... Kolke (tiefe, ausgespülte Bereiche mit langsamer Strömung) und Furten (flache, rasch überströmte Bereiche)		
... Steilufer und Flachufer		
... Wasserpflanzen		

Um ein umfassendes Bild vom ökologischen Zustand eines Gewässers zu erhalten, muss man neben den Lebensgemeinschaften auch die Morphologie betrachten. Unter Morphologie versteht man die Form, Ausgestaltung und Strukturierung eines Gewässers, seines Bachbettes, seiner Sohle, der umgebenden Vegetation, also die Gesamtheit aller Strukturen, die für das Ökosystem von Bedeutung sind.

Mit dem folgenden kurzen Bewertungsbogen (siehe Rückseite) kann die Strukturvielfalt eines Gewässers anhand eines vierstufigen Beurteilungsschemas erhoben werden. Die Zuordnung zu einem der vier Zustände (natürlich, naturnahe, stark beeinträchtigt und naturfern) kann mit Hilfe der Zustandsbeschreibungen in der folgenden Tabelle durchgeführt werden. Jedem der Zustände wird ein Zahlenwert zwischen 1 und 4 zugeordnet. Die Gesamtbeurteilung der morphologischen Situation wird durch Zusammenzählen der einzelnen Werte und anschließende Division durch 5 errechnet.

Beschreibung und Beurteilung der morphologischen Zustände eines Fließgewässers (nach BAUR 1998)

	Beurteilung
Bachlauf:	
Gewässersohle:	
Breiten-Tiefen-Varianz:	
Böschung:	
Ufervegetation:	
Summe aller Beurteilungen:	
Gesamtbeurteilung (Summe durch 5 dividieren):	

Zu beurteilende Struktur:	Beurteilung
Bachlauf:	
sehr unregelmäßig, unverbaut, mit Gleit- und Prallhängen	1 (natürlich)
unregelmäßig, teilweise gestreckt, wenige Sicherungen	2 (naturnah)
bogig bis gestreckt, vereinheitlicht, stark verbaut	3 (stark beeinträchtigt)
gerade und kanalartig, völlig verbaut	4 (naturfern)
Gewässersohle:	
sehr unregelmäßiges Substrat, starkes Sohlrelief, Kolk-Furt-Abfolgen, oft Inseln und Bänke, freier Austausch mit Grundwasser gegeben	1
beginnende Substratvereinheitlichung, nur noch schwaches Relief, Austausch mit Grundwasser geringfügig eingeschränkt, kleine Querbauwerke möglich	2
stark vereinheitlichtes Substrat, kaum Relief in der Sohle, vermehrt und größere Querbauwerke, Austausch mit Grundwasser deutlich eingeschränkt	3
monotone Substratverteilung, kein Sohlrelief mehr, meist Beton oder verfugte Steinplatten, überall gleiche Tiefe und Breite, kein Austausch mehr mit Grundwasser	4
Breiten-Tiefen-Varianz:	
sehr stark unterschiedliche Breiten und Tiefen, starke Verzahnung mit dem Umland, oft unterspülte Wurzelstöcke	1
Breiten und Tiefen noch deutlich unterschiedlich, erste Sicherungsmaßnahmen an einer oder beiden Seiten, immer noch deutliche Verzahnung mit dem Umland	2
Breiten und Tiefen durch Verbauung vereinheitlicht, Sicherungsmaßnahmen beiderseits oft durchgehend, Verzahnung mit dem Umland nur noch schwach	3
Überall gleiche Breiten und Tiefen, Ufer und Sohle hart verbaut, keine Umlandverzahnung mehr	4
Böschung:	
Stark unregelmäßige Neigungen, Prall- und Gleithänge, stark strukturiert	1
Noch deutlich unregelmäßig, aber bereits mit vereinzelt Sicherungsmaßnahmen (Steinblöcke, Wurzelstöcke etc.)	2
Künstlich herbeigeführtes, deutlich vereinheitlichtes Neigungsmuster, durchgehende Sicherungen, aber noch gut strukturiert	3
Strukturarmut, stark vereinheitlichtes Neigungsmuster, völlige harte Verbauung, keinerlei Variation mehr	4
Ufervegetation:	
breiter Auwaldbestand mit vielen verschiedenen Baum- und Straucharten, Kronenschluss oft gegeben	1
schmäler Auwaldstreifen, manchmal von Wiesen durchbrochen, stellenweise nur Sträucher	2
schmäler, oft durchbrochener Gehölzsaum, vermehrt Sträucher, Bäume nur noch vereinzelt	3
keine Gehölze mehr, nur noch krautige Vegetation	4

Ernährungstypen-Verteilung in einem Gewässer

Um festzustellen, wie die Ernährungstypen in einem Fließgewässer verteilt sind, geht man wie folgt vor: Zuerst sucht man im Bach zwischen und unter Steinen, Holz, Laub, Moosen und Wasserpflanzen nach Benthosorganismen. Die Größe der besammelten Fläche ist hierbei nicht wesentlich, wichtig ist aber, dass möglichst alle vorhandenen Lebensräume beprobt werden. Die Anzahl der gefundenen Tiere pro Tierart wird in Tab. EV1 (siehe Beiblatt 12) eingetragen, danach wird jede Anzahl mit dem Faktorwert des Ernährungstypus multipliziert. Zur Auswertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse wird auf das Kapitel Bioindikatoren, Ökologische Bewertung anhand der Makrozoobenthosfauna, verwiesen.

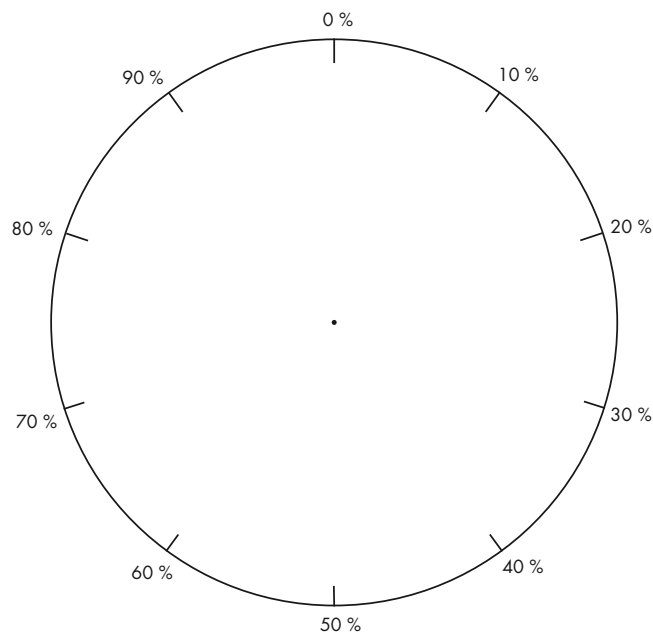
Beispiel:

Hat man 18 Steinfliegenlarven gefunden, ergibt sich aus der Häufigkeit 18 und dem Faktorwert 10 ein Wert von 180 für die Zeile mit der Steinfliege. Für Tiergruppen, die sich nicht eindeutig einem Nahrungsschema zuordnen lassen, errechnet man mehrere Werte. Für 20 gefundene flache Eintagsfliegenlarven würden sich für den Typ Weidegänger $20 * 8 = 160$ und für den Typ Sedimentfresser $20 * 2 = 40$ errechnen. Für solche Mischtypen sind in der entsprechenden Spalte immer zwei Felder vorgesehen.

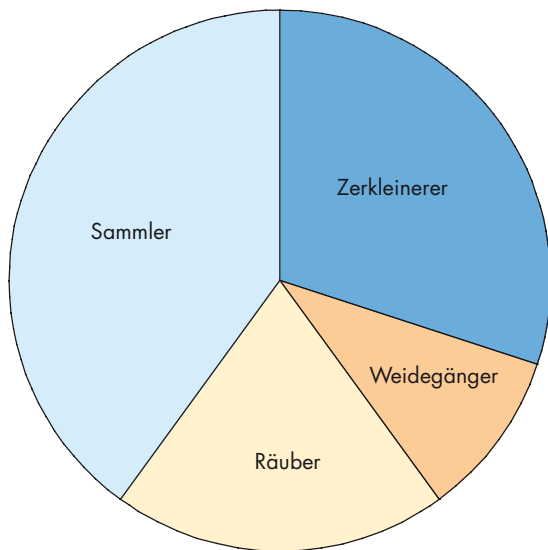
Anschließend werden die Werte der verschiedenen Ernährungstypen zusammengezählt und in die folgende Tabelle eingetragen:

Ernährungstyp	Summe aller errechneten Werte	Anteil des Ernährungstypus in %
Zerkleinerer		
Weidegänger		
Filtrierer		
Sedimentfresser		
Räuber		
Summe		100

Die ermittelten Prozentwerte können nun in das Tortendiagramm eingezeichnet werden:

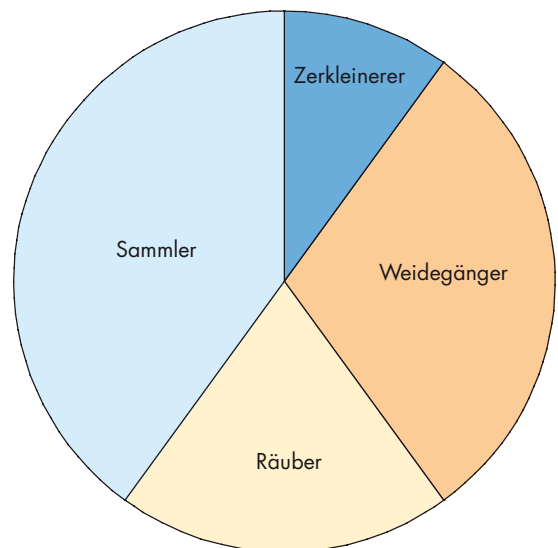


Auswertung zur Ernährungstypen-Verteilung

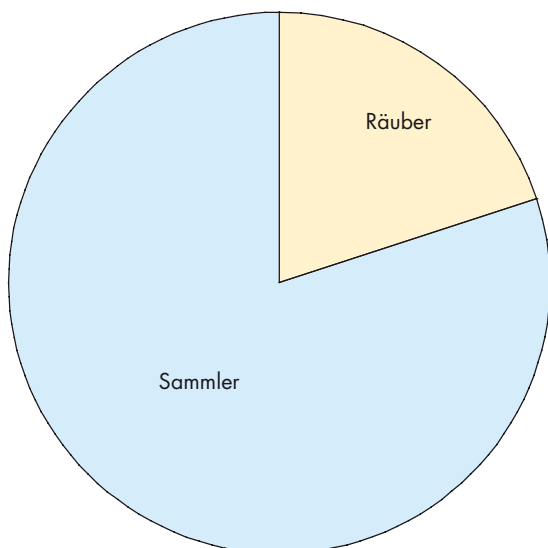














Und jetzt geht es an die Auswertung: Welcher Bachabschnitt wurde untersucht? Wenn es sich um einen kleinen, schmalen Bach im **Oberlauf** gehandelt hat, der von vielen Büschen und Bäumen umgeben war, sollte das Tortendiagramm so ähnlich aussehen wie auf der Abbildung links. Dann gelangt nämlich nur sehr wenig Licht ins Wasser, weshalb kaum Algen und Wasserpflanzen im Bach gedeihen können. Die Weidegänger finden also nur wenig Nahrung. Ganz anders sieht es bei den Zerkleinerern aus: Bei Stürmen oder beim Laubabwurf der Bäume im Herbst gelangen Äste und Blätter in das Bachbett, die dieser Gruppe ausreichend Nahrung bieten.













Wenn der untersuchte Bachabschnitt im **Mittellauf** zu liegen kam, sollte das Tortendiagramm der Abbildung rechts ähneln. Hier trifft nun ausreichend Licht auf Steine, Holz und andere Oberflächen an der Gewässersohle, sodass sich eine oft auffallend gefärbte Algen-, Pilz- und Bakterien-schicht entwickeln kann, der sogenannte Biofilm. Dieser Biofilm ist sehr nahrhaft und stellt die Nahrungs-basis für Weidegänger dar, die in diesem Gewässerabschnitt in großen Dichten auftreten. In strömungsberuhigten Buchten sammelt sich auch für die Zerkleinerer noch ausreichend grobes Material an.



Wurde ein **Fluss im Flachland** untersucht, wird sich die Ernährungstypenverteilung wie im linksstehenden Diagramm darstellen. In großen Flüssen besteht die Sohle fast nur noch aus Sand und Schlamm, das Wasser ist meist stark getrübt. Deshalb kann sich auch kein nennenswerter Biofilm mehr ausbilden, die Weidegänger finden somit keine Nahrung mehr vor. Selbst wenn ein flussbegleitender Auwald vorhanden sein sollte, ist der Anteil an Falllaub und Totholz, das ins Wasser fällt, so gering, dass auch Zerkleinerer keine Nahrungs-basis mehr vorfinden. Die einzigen verbleibenden Ernährungstypen sind also die Sammler, die eingeschwemmtes Material aus dem Ober- und Mittellauf verarbeiten, und natürlich die Räuber.

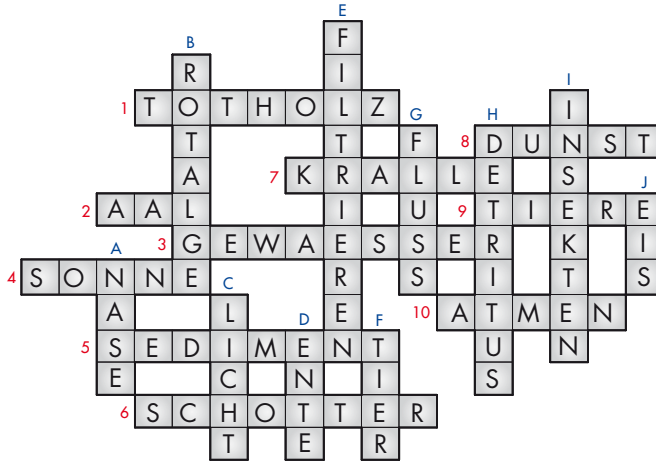


Gewässergütebestimmung	Name und Beschreibung	Güteindex (SI)	Häufigkeit (n)	SI * n
	Lidmückenlarve (Blephariceridae): sehr großer Kopf, 6 Saugnäpfe.	1		
	Steinfliegenlarve (Perlidae, Perlodidae): 2 Schwanzanhänge, keine Kiemen am Hinterleib, oft sehr kontrastreich gefärbt.	1		
	Köcherfliegenlarve (Rhyacophilidae): kein Köcher, grünlich bis violett gefärbt, weiße Kiemenbüschel.	1		
	Eintagsfliegenlarve (Heptageniidae): stark abgeplattet, Augen auf Kopfoberseite, meist 3 Schwanzanhänge.	1,5		
	Köcherfliegenlarve (Sericostomatidae): gebogener Köcher aus gleich großen Sandkörnern, glatt.	1,5		
	Köcherfliegenlarve (Limnephilidae): Köcher aus Steinchen und/oder Holz- und Blattstücken, rau, oft sehr große Larven.	1,5		
	Eintagsfliegenlarve (Baetidae): drehrunder Körper, Augen seitlich, 3 Schwanzanhänge.	2		
	Flohkrebs (Gammaridae): viele Beinpaare, Körper seitlich abgeflacht und hörnchenartig gekrümmt, lange Antennen.	2		
	Köcherfliegenlarve (Hydropsychidae): kein Köcher, brauner Körper, Vorderkörper mit dunklen Schildern bedeckt, beborstete Nachschieber.	2		
	Kriebelmückenlarve (Simuliidae): Körper im Mittelteil eingeschnürt, Fächer am Kopf, kleben an Steinoberflächen.	2,5		
	Egel (Erpobdellidae): brauner, wurmförmiger Körper ohne Zeichnung, 2 Saugnäpfe.	3		
	Rote Zuckmückenlarve (Chironomidae): dunkelroter, wurmförmiger Körper, Fußstummel hinter dem Kopf, Schläuche am Hinterende.	3,5		
Summe der letzten beiden Spalten (Häufigkeit und SI * n) bilden:			S =	S =
Summe_{SI * n} durch Summe_{Häufigkeit} dividieren. Gewässergüte =				

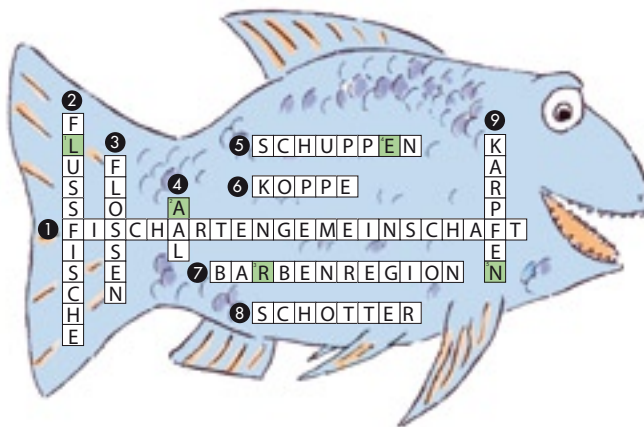
Tab. EV 1	Name und Fressverhalten	Ernährungstyp Faktorwert	Häufigkeit	Häufigkeit * Faktorwert
	Lidmückenlarve: weidet Algen und andere Mikroorganismen von Steinen ab.	Weidegänger 10		
	Steinfliegenlarve: Erbeutet andere Insektenlarven oder Würmer, lebt räuberisch.	Räuber 10		
	Köcherfliegenlarve: Erbeutet andere Insektenlarven oder Würmer, lebt räuberisch.	Räuber 10		
	Eintagsfliegenlarve: Weidet hauptsächlich Algen von Steinen ab, frisst aber auch Feinsediment.	Weidegänger 8 Sedimentfresser 2		
	Köcherfliegenlarve: Zerkleinert grobes organisches Material wie Falllaub oder Totholz.	Zerkleinerer 10		
	Köcherfliegenlarve: Ernährt sich hauptsächlich von grobem organischem Material, das sie zerkleinert.	Zerkleinerer 10		
	Eintagsfliegenlarve: Weidet Algen von Steinen ab und frisst Feinsediment.	Weidegänger 5 Sedimentfresser 5		
	Flohkrebs: Ernährt sich überwiegend von Totholz und Falllaub, das er in kleinere Bestandteile zerlegt.	Zerkleinerer 10		
	Köcherfliegenlarve: Baut ein Netz aus Spinnseide und filtert damit Partikel aus dem Wasser.	Filtrierer 10		
	Kriebelmückenlarve: Filtert mit ihren Kopffächern mikroskopisch kleine Partikel aus dem Wasser.	Filtrierer 10		
	Egel: Frisst andere tierische Organismen – saugt kein Blut!	Räuber 10		
	Rote Zuckmückenlarve: Lebt im Schlamm vergraben und ernährt sich auch von diesem Feinsediment.	Sedimentfresser 10		

Lösungen

zu Beiblatt 1:

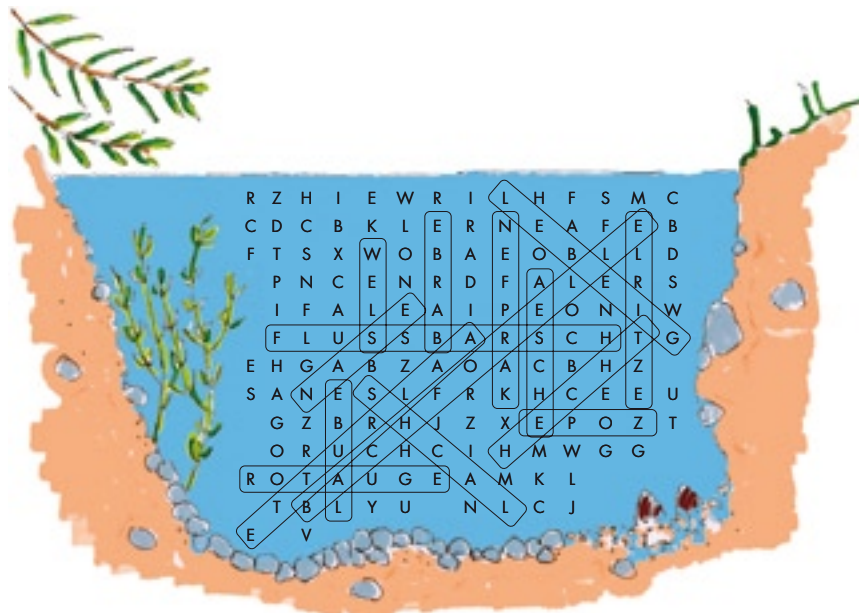


zu Beiblatt 3:



Lösungswort: LARVIEN

zu Beiblatt 4:



zu Beiblatt 6:

Makrozoobenthos:

In einem Fließgewässer kommen außer Fischen auch sehr viele kleine Tiere vor, die unter und zwischen Steinen, in Moosen, **Fallaubhaufen**..... oder Wasserpflanzenbüscheln leben. Diese Tiergruppe nennt man zusammenfassend „..... **Makrozoobenthos**.....“. Schon auf den ersten Blick kann man viele verschiedene Formen unterscheiden. Da wären zum Beispiel die Larven der **Köcherfliegen**....., die sich aus Steinchen und Holzstöckchen röhrenförmige Häuschen bauen, die sie zum Schutz vor **Fressfeinden**..... immer mit sich herumtragen. Sie zerlegen Holz oder Laub, das ins Wasser fällt und sorgen für dessen **Abbau**..... . Ein anderes Beispiel wären die Eintagsfliegenlarven, die man an ihren drei **Schwanzfäden**..... leicht erkennen kann. Sie leben als Larven lange Zeit unter Wasser, manchmal bis zu drei Jahre. Als erwachsene Eintagsfliegen, die man oft am Ufer in dichten Schwärmen umherfliegen sieht, leben sie jedoch nur einige wenige **Stunden**....., daher ihr Name. Weitere Vertreter des Makrozoobenthos sind zum Beispiel verschiedene **Schneckenarten**....., die mit ihrem Fuß über Algenfilme gleiten und diese mit ihrer rauen Zunge abraspeln. Aber auch Krebstiere zählen zum Makrozoobenthos, wie etwa der **Bachflohkrebs**....., den man oft unter verrottenden **Blättern**..... findet. Jede Art erfüllt in einem Gewässer ihre ganz spezielle Aufgabe. Für ein gesundes Fließgewässer ist es daher sehr wichtig, dass ausreichend verschiedene **Kleinlebensräume**..... für das Makrozoobenthos vorhanden sind. In einem verbauten, begradigten Gerinne können nur einige wenige **Allerweltsarten**..... überleben, deshalb funktioniert der biologische **Kreislauf**..... hier auch oft nicht richtig.

Fische:

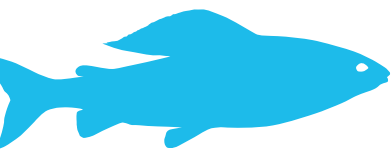
Viel auffälliger als die kleinen Benthosorganismen sind in einem Fließgewässer natürlich die Fische. Aber man kann nicht in jedem Abschnitt dieselben **Fischarten**..... finden. Die **Bachforelle**..... kommt zum Beispiel natürlicherweise nur in kalten Gebirgsbächen mit hoher Fließgeschwindigkeit vor. Hier findet sie am Bachgrund Kies- und Schotterflächen, in die sie ihre **Eier**..... hineinlegen kann. Die Bachforelle hat eine Körperform wie ein **Torpedo**..... und ist eine kräftige Schwimmerin. Diese Eigenschaften braucht sie, damit sie sich in der starken Strömung zurechtfinden kann. In der Bachforellenregion kommt außerdem nur noch die **Koppe**..... vor, ein kleiner Fisch, der keine Schwimmblase besitzt, da er sich am Gewässerboden zwischen Steinen aufhält. Ganz anders sehen Fische in einem Tieflandfluss aus. Hier strömt das Wasser viel langsamer und der Boden ist von **Schlamm**..... und Sand bedeckt. Die Fische, die in dieser Region leben, sind oft seitlich stark **abgeflacht**..... und lassen sich langsam in der leichten Strömung treiben. Ein typisches Beispiel hierfür ist die **Brachse**....., ein silbrig glänzender Fisch, der seine Eier an **Wasserpflanzen**..... klebt und sich von kleinen Tierchen ernährt, die im Bodenschlamm leben.

Da Fische oft ganz andere Bedingungen brauchen als erwachsene Fische, wandern viele Fischarten zur **Eiablage**..... über lange Strecken im Gewässer zu ihren Laichplätzen, meist flussaufwärts. Leider kommen sie oft nicht an ihr Ziel, weil **Staudämme**..... oder andere Hindernisse sie in ihrer Wanderung aufhalten. Ein besonders wichtiges Ziel ist es deshalb, unsere Fließgewässer wieder durchgängig zu machen.

LITERATUR

- Baur, W. H. (1998): Gewässergüte bestimmen und beurteilen. – 3., neubearbeitete Auflage, Parey Verlag, Berlin, 209 S..
- Gumpinger, C. & S. Siligato (2002): Der Wehrkataster – Planungsgrundlage zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern. – Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft 5/6, 61–68.
- Gumpinger, C. (2000): Wehrkataster der Pram und ihrer Zuflüsse. – Amt der OÖ. Landesregierung, Abt. Umweltschutz / Gewässerschutz (Hrsg.): Gewässerschutz Bericht Nr. 23, 102 S., Linz.
- Gumpinger, C. (2001): Grundlagen zum Erhalt der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* (L.)) im Einzugsgebiet des Kleinen Kößlbaches. – Öko-L, Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz der Naturkundlichen Station der Stadt Linz, Nr. 23/1, 10–16.
- Haunschmid, R., G. Wolfram, T. Spindler, W. Honzig-Erlenburg, R. Wimmer, A. Jagsch, E. Kainz, K. Hehenwarter, B. Wagner, R. Konecny, R. Riedmüller, G. Ibel, B. Sasano & N. Schotzko (2006): Erstellung einer fischbasierten Typologie Österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. – Schriftenreihe des BAW 23, Wien, 105 S..
- Horton, R. E. (1945): Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. – Geol. Soc. Am. Bull. 56, 275 – 370.
- Jungwirth, M., G. Haidvogel, O. Moog, S. Muhar & S. Schmutz (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. – Facultas UTB, 547 S..
- Jungwirth, R. (2001) Erwerbsfischerei an Donau und Nebenflüssen im Raum Eferding. – Eigenverlag, 203 S..
- Junk, W. J., P. B. Bayley & R. E. Sparks (1989): The flood pulse concept in river-floodplain systems. – In: Dodge, D. P. (ed.), Proceedings of the International River Symposium. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 106, 110–127.
- Knoflacher, H. M. & M. Köstl (2004): Hydromorphologische Erhebungen an den wichtigsten Fließgewässern Oberösterreichs. – Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft / Gewässerschutz, 48 S..
- Kolkwitz, R. & M. Marsson (1902): Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. – Mitt. Kgl. Prüfungsanst. Wasserversorg. Abwasserbeseitigung Berlin 1, 33–72.
- Mader, H. R. Stritzl, G. Jauk & P. Mayr (2002): Lebenswerte Traun. Fachbereich Wasserwirtschaft. Endbericht. – Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Umweltschutz. Wien.
- Moog, O. (Ed.) (2002): *Fauna Aquatica Austriaca*, Lieferung 2002.- Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Raven, P. J., P. Fox, M. Everard, N. T. H. Holmes & F. H. Dawson (1997): River habitat survey: A new system for classifying rivers according to their habitat quality. – In: Boon, P. J. & D. L. Howell (eds.): Freshwater Quality: Defining the Indefinable?, Scottish Heritage Office, Edinburgh, 215–234.
- Schuster, A. & F. Essl (2001): Naturschutzfachliche Konzeptstudie – Renaturierung der Traun zwischen der Almmündung und dem Welser Wehr. Teil A: Zusammenfassung. – Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Naturschutzabteilung.

- Siligato, S. & C. Gumpinger, (2004): Fischökologischer Zustand oberösterreichischer Fließgewässerstrecken. – Amt der OÖ. Landesregierung, Abt. Wasserwirtschaft / Gewässerschutz (Hrsg.): Gewässerschutz Bericht Nr. 31, 122 S., Linz.
- Strahler, A. N. (1952): Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. – Geol. Soc. Am. Bull. 63, (11), 1117–1142.
- Strahler, A. N. (1957): Quantitative analysis of watershed geomorphology – Amer. Geophys. Union Trans. 38, 913–920.
- Vannote, R., W. Minshall, K. Cummins, J. Sedall & C. Cushing (1980): The river continuum concept. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37, 130–137.
- Ward, J. V. & J. A. Stanford (1983): The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. – In: Fontaine, T. D. & S. M. Bartell (eds.): Dynamics of lotic ecosystems, Ann Arbor Science Publishers, Michigan, 284 pp..
- Ward, J. V. & J. A. Stanford (1995): The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. – Regulated Rivers: Research & Management 10, 159–168.
- Werth, W. (1987): Ökomorphologische Gewässerbewertungen in Oberösterreich (Gewässerzustandskartierungen). – Österreichische Wasserwirtschaft 39 (5/6), 122–128.
- Wolfram, G. & E. Mikschi (2007): Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Teil 2: Kriechtiere, Lurche, Fische, Nachtfalter, Weichtiere. Rote Liste der gefährdeten Fische (Pisces) Österreichs, 61–198. Grüne Reihe des Lebensministeriums, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Band 14/2.





BLV Bestimmungsbuch | Tiere und Pflanzen unserer Gewässer

Herbert W. Ludwig
288 Seiten, ISBN-10: 3405164877, ISBN-13: 978-3405164874
BLV Buchverlag GmbH & Co KG | München, 2003

Libellen und Käfer, Würmer, Muscheln und Schnecken, Krebse, Fische und Amphibien – die Welt der kleinen Lebewesen rund um unsere Bäche, Flüsse, Tümpel und Seen ist vielfältig. Dieser aktuelle, kompetente Führer

- hilft, die Vertreter aus allen systematischen Gruppen schnell und sicher zu bestimmen,
- informiert über Lebensräume und Biologie der vorgestellten Arten,
- vermittelt Wissenswertes über Art und Zustand unserer Gewässer,
- gibt den Gefährdungsgrad nach der „Roten Liste“ und geschützte Arten an,
- stellt sämtliche Tiergruppen und Arten optimal vor durch die gelungene Kombination von Zeichnungen und Fotos.

Die wissenschaftlich exakten, aber leicht verständlichen Texte ergänzen die durchweg hervorragenden Farbbildungen.



Steinbachs Naturführer | Süßwasserfische erkennen & bestimmen

192 Seiten, ISBN-10: 3800142961, ISBN-13: 978-3800142965
Verlag Eugen Ulmer KG | Stuttgart, 2003

Steinbach steht seit Jahrzehnten für Naturführer-Kompetenz gepaart mit populärer Wissensvermittlung in ansprechender Optik. Mit den vier neuen starken Themen Alpenblume, Süßwasserfische, Säugetiere und Versteinerungen wird die bewährte und geschätzte Steinbach Naturführer-Enzyklopädie ausgebaut auf nunmehr 14 Bände. Mit diesen erstklassigen Bestimmungsbüchern kommt der Naturfreund in den Genuss des neuesten Wissens über die Fauna und Flora Mitteleuropas. Die im Buch behandelten 245 europäischen Arten, Unterarten und Formen gehören 28 Familien aus 14 Ordnungen an. Zur Gliederung der Bestimmungstexte wurden den Ordnungen 14 Kennfarben zugewiesen und die jeweiligen Familien der dargestellten Arten am Fuß der Bestimmungsseiten aufgeführt.

Wir danken für das Zurverfügungstellen der Fischzeichnungen „Kaulbarsch“ und „Flunder“ in Abb. 2 dieser Broschüre!

Axel Kielland
Editor & Foreign Rights Manager
Gyldendal Fakta
Klareboderne 3
DK-1001 Copenhagen K

Impressum

Herausgeber:

Amt der Oö. Landesregierung, Abt. Wasserwirtschaft,
Gewässerschutz, Mag. Josef Bachinger,
Kärntnerstraße 12, 4021 Linz

E-Mail:

w-post@ooe.gv.at

Redaktion:

Dr. Maria Hofbauer,
Wasserwirtschaft – Öffentlichkeitsarbeit

Autoren:

Dr. Simonetta Siligato, Mag. Christian Scheder & DI Clemens Gumpinger
Zeichnungen: DI Uli Bart
Technisches Büro für Gewässerökologie, 4600 Wels, Gärtnerstraße 9
www.blattfisch.at

Grafik, Layout:

DI Norbert Novak, 1080 Wien, www.media-n.at

Titelfotos:

Technisches Büro für Gewässerökologie

Druck:

Easy Druck, 4020 Linz

Erscheinungsdatum:

März 2007

Copyright:

Amt der Oö. Landesregierung

