Ber. Naturhist. Ges. Hannover	135	7–28	Hannover 1993

Zur Ökologie heimischer Fließgewässer - eine Einführung

von

HERBERT ZUCCHI

Mit 10 Abbildungen

Zusammenfassung: Natürliche oder naturnahe Fließgewässer machen heute noch ca. 10 % der Bäche und Flüsse der alten Bundesrepublik aus. Sie unterscheiden sich in einer Reihe von Faktoren grundlegend von Stillgewässern. Von der Quelle bis zur Mündung zeigen sie einen kontinuierlichen Wechsel in ihren ökologischen Bedingungen, woraus die Einteilung in Krenal, Rhithral und Potamal resultiert. Mit den gewässerbegleitenden Landflächen, die vom Hochwasser beeinflußt sind, den Auen, stehen Bäche und Flüsse in vielfältiger Wechselbeziehung. Die Aue zeigt eine Vegetationszonierung sowohl im Querprofil als auch im Längsverlauf eines Fließgewässers. Innerhalb der Bäche sind verschiedene Typen deutlich unterscheidbar. Die Tierwelt sowohl der Aue als auch der Bäche und Flüsse selber ist arten- und individuenreich. Im Längsprofil ändert sich kontinuierlich ihre Zusammensetzung. An die Strömung sind viele Arten besonders gut angepaßt. Dennoch werden Tiere häufig verdriftet. Es gibt aber verschiedene Mechanismen der Driftkompensation. Gewässerausbau hat zum Aussterben oder zum Rückgang vieler Arten geführt. Fließgewässerschutz muß deshalb schnell und effektiv in Gang kommen.

Summary: **An introduction to the ecology of indiginous running waters.** – Natural running waters of those close to nature currently amount to 10 % of the brooks and rivers of the former German Federal Republic. In some factors they differ fundamentally from standing waters. From source to the estuary they show a continuous change in ecological conditions, which results in a subdivision into crenal, rhithral and potamal zones. The brooks and rivers are variably interrelated with the streamside areas of land influenced by flooding. The streamside areas show vegetational zonation in both the lateral and longitudinal directions. Different types are distinguishable within the brooks and rivers. The fauna of the streamside areas and that of the running water is rich in species and individuals. Its composition changes continuously in the longitudinal direction. Many species are particularly well adapted to the flow. Nevertheless, animals are subject to the drift. However, there are different mechanisms to compensate for the drift. Hydraulic engineering has lead to an extinction or reduction of many species. The protection of running waters therefore requires urgent and effective legislation.

1. Einleitung

Naturnahe Landschaften sind heute in Mitteleuropa selten geworden. Blütenreiche Halbtrockenrasen, baumfreie Hochmoore, strukturreiche Laubwälder und weiträumige Feuchtgrünländereien - das alles sind eher Raritäten in einer intensiv genutzten, stark belasteten Kulturlandschaft. So nimmt es nicht Wunder, daß von den gut untersuchten Organismengruppen jeweils die Hälfte der Arten auf den „Roten Listen" zu finden ist (BLAB et al. 1984). Für die Tier- und Pflanzengruppen, über die wir weniger gut Bescheid wissen, gilt vermutlich Gleiches. Nicht einmal 50 Jahre Nachkriegszeit haben ausgereicht, aus der traditionellen, artenreichen Kulturlandschaft eine über weite Flächen verödete, artenarme Kultursteppe zu machen, in der der Mais zur Charakterpflanze geworden ist, der Feld-Rittersporn (*Consolida regalis*) einen Exoten darstellt und dichte Heckennetze Seltenheitswert haben (RÖSER 1988). Im Zuge dieser Entwicklung, die ihre Wurzeln in der Landwirtschaftspolitik der EG hat, ist es auch den Feuchtgebieten an den Kragen gegangen. Verschiedene Studien zeigen, daß 90 % der ehemals vorhandenen kleinen Stillgewässer nicht mehr existieren oder vor sich hin kränkeln, nährstoffarme Gewässer überwiegend zu eutrophierten Wasserlöchern geworden und ganze 10 % der heimischen Fließgewässer - den alpinen Raum ausgenommen - in unausgebautem Zustand erhalten geblieben sind (vgl. ERZ 1980, BLAB 1984, NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985 et al.). Gebietsweise ist selbst diese Zahl zu hoch gegriffen: So beläuft sie sich etwa im Altkreis Hümmling nur noch auf 2 % (DÜTTMANN 1984)!

Eine der vordringlichsten Aufgaben im Naturschutz muß es sein, die letzten naturnahen Fließgewässer um jeden Preis zu erhalten und wenigstens einen Teil der ausgebauten zu renaturieren. HUBERT WEINZIERL schreibt im Vorwort des Buches von NIEMEYER-LÜLLWITZ et al. (1988): „Im Netzwerk der Natur erfüllen Flüsse wie Bäche die wichtigsten Lebensfunktionen; was aber ist es für eine Kultur, in der zwar das Bruttosozialprodukt steigt, die Quellen aber versiegen und mit ihnen unsere Seelen verdorren, der Eisvogel und die Wasserschwertlilie, Libellen und Träume aussterben? ... Wir alle müssen zurückkehren zu unseren Quellen; zum Ursprung allen Lebens und zum Ursprung unserer Kultur: 'Ich hört ein Bächlein rauschen, wohl aus dem Felsenquell' ..., solche Lieder dürfen nicht allein auf Schubert-Abende beschränkt bleiben; sie müssen wieder erlebbar werden!"

Vielen Menschen ist die Vorstellung davon, was ein naturnahes oder gar natürliches Fließgewässer ausmacht, mangels Anschauung inzwischen abhanden gekommen. Wenn es sich um Menschenkinder handelt, haben sie gar von Anbeginn ihres Lebens oft nur ausgebaute Bäche und Flüsse gesehen (Abb. 1). In den nachfolgenden Kapiteln soll eine kompakte Übersicht über das Wesen einheimischer Fließgewässer gegeben werden. Soweit sinnvoll und möglich, wird auf Beispiele aus Niedersachsen verwiesen. Daß diese Übersicht nicht vollständig sein kann, ergibt sich zwangsläufig aus dem nur eingeschränkt zur Verfügung stehenden Platz.

2. Grundbedingungen für die Existenz von Fließgewässern

Für die Existenz von Fließgewässern müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: Zum einen **geneigte Flächen**, zum anderen eine **entsprechende Niederschlagsmenge**, die die Menge des verdunstenden, versickernden und von Pflanzen verbrauchten Wassers übersteigt. Geneigte Flächen sind nahezu überall auf der Erde vorhanden. Zu geringe Niederschläge führen aber dazu, daß Bäche und Flüsse gar nicht erst entstehen oder nur zeitweilig Wasser führen. Danach unterscheidet man

1. **permanente**, d.h. ständig wasserführende **Fließgewässer**, wie sie in Mitteleuropa überwiegen und Gegenstand dieser Arbeit sind und

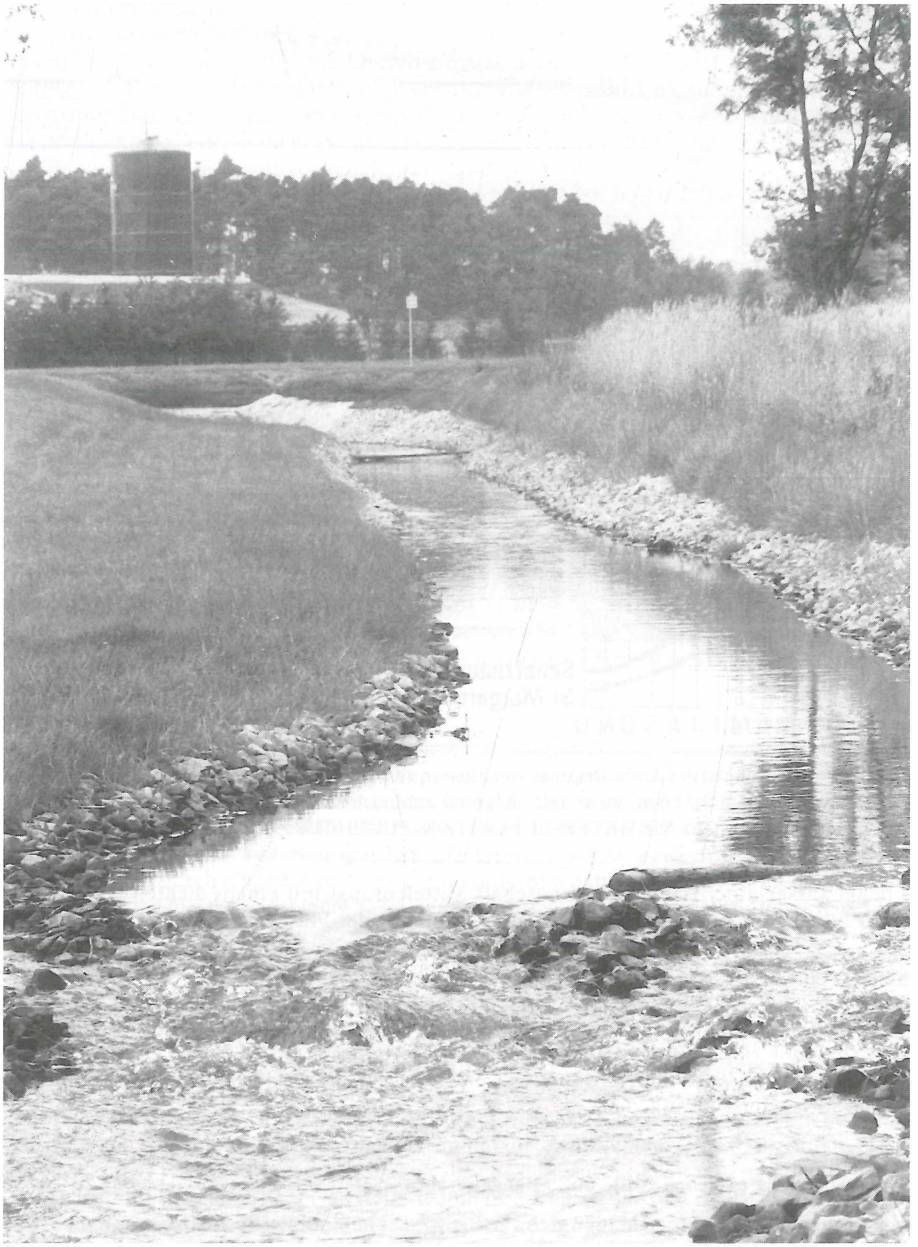

Abb. 1: Ausgebauter Bach im Süden des Landkreises Osnabrück.

2. **temporäre Fließgewässer**, d.h. zeitweilig versiegende Quellen, Bäche oder Flüsse vor allem arider Klimate, die auch in periodische (regelmäßig zeitweilig wasserführend) und episodische Gewässer (unregelmäßig zeitweilig wasserführend) kategorisiert werden.

Auch die permanenten Fließgewässer Mitteleuropas weisen im Jahresgang witterungsbedingt beträchtliche Schwankungen in der Wasserführung - dem Abfluß - auf, wobei die Abflußspitzen bei Hochgebirgsfließgewässern aufgrund des Schmelzwassers im Sommerhalbjahr, bei den übrigen jedoch im Winterhalbjahr auftreten (Abb. 2). Nach der Abflußmenge werden Fließgewässer auch in Bach, Fluß und Strom unterteilt. Geomorphologisch lassen sie sich aber nicht präzise voneinander abgrenzen, weshalb in der Geologie meist nur der Begriff „Fluß" für alle Typen Verwendung findet. In der Ökologie ist eine andere Einteilung üblich, die weiter unten besprochen wird.

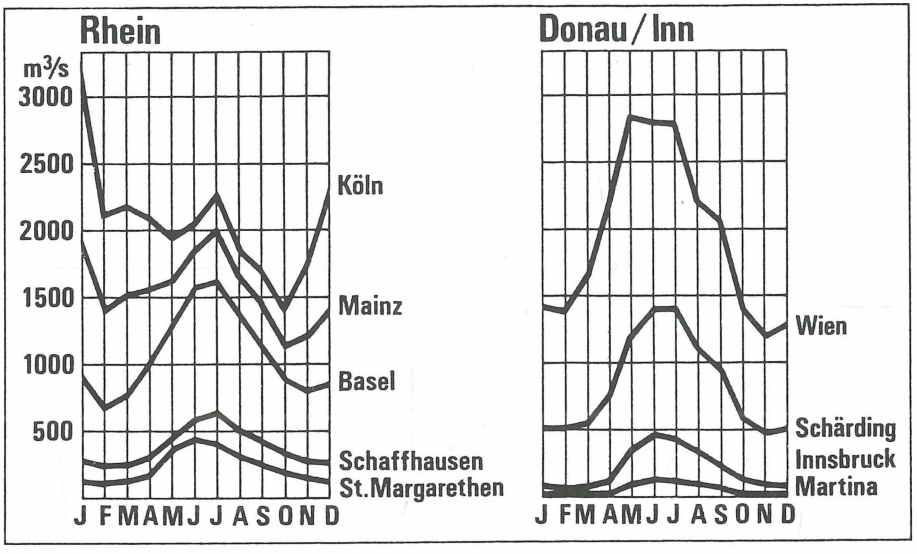

Abb. 2: Veränderungen des Abflußregimes von Flüssen von den Alpen bis ins Tiefland. Die Donau entspringt zwar im Mittelgebirge, weist aber aufgrund zahlreicher Zuflüsse aus den Alpen ein alpines Abflußverhalten auf (aus NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985, nach HELLER 1969).

Fließgewässer durchziehen die Landschaft Mitteleuropas mit einem dichten Netz. In der alten Bundesrepublik beträgt allein die Gesamtlänge der Flüsse 6.567 km (HUTTER et al. 1985). Die kleinen Fließgewässer machen ein Vielfaches davon aus. Sie stehen vielfach mit anderen aquatischen Ökosystemen in Verbindung: mit dem **Grundwasser** über die sie speisenden Quellen und über Zu- oder Abfluß (je nach Wasserstand) in der Aue, mit **Stillgewässern** der Aue bei Hochwasserführungen, mit **Weihern oder Seen**, wenn sie diese durchfließen (z.B. fließt die Hunte durch den Dümmer), und mit den **Meeren**, in die sie münden und die im Wechsel der Gezeiten den Mündungsgebieten ihren Stempel aufdrücken (z.B. Ems und Weser in Niedersachsen).

3. Unterschiede zwischen Still- und Fließgewässern

Von Stillgewässern unterscheiden sich Fließgewässer in einer Reihe von Eigenschaften, von denen hier einige angerissen seien (vgl. SCHÖNBORN 1992). **Im Verhältnis zur Uferlänge** haben Bäche und Flüsse ein relativ **geringes Wasservolumen** und sind somit viel weniger räumlich geschlossen und intensiver mit ihrem Umfeld verbunden als stehende Gewässer. Dadurch kommt es zu einer starken Abhängigkeit von ihrer Umgebung (THIENEMANN 1953). Dies bedeutet, daß im **Stoffhaushalt** der Fließgewässer in der Regel **allochthone** (= von

Abb. 3: Stillgewässer - gerade auch solche der Aue - dienen den heimischen Amphibien, wie z.B. der Erdkröte (*Bufo bufo*) als Laichgewässer.

außen eingebrachte) Komponenten dominieren, während in Stillgewässern - von den kleinen abgesehen - autochthone (=biotopeigene) Prozesse überwiegen. Im Gegensatz zu der vertikalen Gliederung von Stillgewässern ist in Fließgewässern die **horizontale Gliederung** entscheidend. **Eingebrachte Stoffe** natürlicher oder anthropogener Herkunft werden entsprechend des Gefälles **weitertransportiert**. Die typische Wasserbewegung von Seen ist die Zirkulation, die durch lange Stagnationsphasen unterbrochen wird. Beides fehlt den Bächen und Flüssen, wo das **Wasser ständig durch neues ersetzt** wird. Für die dort stationär lebenden Organismen bedeutet dies, daß die sie umgebende Wasserschicht immer wieder **neuen Sauerstoff** und **neue Nährstoffe** mit sich bringt. Sauerstoffdefizite werden durch die intensive physikalische Belüftung (Turbulenzen usw.) wesentlich schneller ausgeglichen als in stehenden Gewässern. Ebenso ist der **Temperaturhaushalt** von Still- und Fließgewässern sehr unterschiedlich. Bei ersteren findet sich ein beträchtliches **Temperaturgefälle** im Vertikalverlauf, bei letzteren fast nur im **Horizontalverlauf**. Auch unterliegt die Temperatur im Tages- und Jahresgang im allgemeinen bei Stillgewässern stärkeren Schwankungen. Die Mehrzahl der genannten Unterschiede bzw. die Mehrzahl der spezifischen Eigenschaften von Fließwasser-Ökosystemen basiert auf einem einzigen Grundfaktor: dem **Gefälle**. Dies wiederum bedingt den gerichteten Wasserabfluß, die **Strömung**, die den prägendsten ökologischen Faktor unserer Bäche und Flüsse überhaupt darstellt. Durch ihre **erodierende** und **transportierende Kraft** führt sie zu beständigen Lebensveränderungen; nur wenige andere Ökosystemen zeigen eine vergleichbar **hohe Dynamik**. Die Strömung ist es letztlich auch, die die Zusammensetzung der jeweiligen Lebensgemeinschaft prägt, indem sie als **Barriere für nicht strömungsangepaßte Arten** wirkt. Je weiter man sich in den Unterlauf eines Fließgewässers begibt, umso mehr nimmt das Gefälle ab. Dementsprechend kommen die Bedingungen dort am ehesten denen eines Stillgewässers nahe (Abb. 3).

4. Von der Quelle bis zur Mündung

Ein Fließgewässer beginnt typischerweise mit der **Quelle**. Sie ist eine Austrittsstelle des Grundwassers an der Erdoberfläche, das dann oberirdisch in Gefällerichtung abfließt, sich durch weitere Zuläufe zum **Bach** und dann zum **Fluß** vergrößert, der schließlich ins **Meer** mündet. In diesem Verlauf ändern sich kontinuierlich die ökologische Bedingungen und damit auch die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften (vgl. NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985, BICK 1989 et al.).

Es wurde bereits darauf verwiesen, daß die **Strömung** der dominierende Faktor in Fließgewässern ist. Ihre Geschwindigkeit nimmt im Mittel von der Quelle zur Mündung ab, da sich in gleicher Richtung auch das Gefälle vermindert. Im Detail ist sie aber abhängig von der Wasserführung, vom Gewässerquerschnitt und von der Art des Ufer- und Sohlensubstrates, wobei die Reibung und damit der Geschwindigkeitsverlust bei unterschiedlichen Rauhigkeiten verschieden groß ist. In natürlichen oder naturnahen Fließgewässern sind stark strömende (**lotische**) und schwach strömende (**lenitische**) Bereich mosaikartig miteinander verzahnt. Dies gilt besonders für die Oberläufe. Zum Ufer und zur Sohle hin nimmt die Fließgeschwindigkeit stark ab und strebt im direkten Grenzbereich gegen Null. In der Regel ist die Strömung in Flüssen und Bächen **turbulent**, lediglich in den Hohlräumen des Sedimentes - dem **hyporheischen Interstitial** - und an der Grenze glatter Oberflächen fester Substrate ist sie **laminar**. Dort, wo grober Kies, Geröll und Gesteinsbrocken am Gewässergrund liegen, finden sich in den Kontaktbereichen zum fließenden Wasser Totwasserräume, die - ebenso wie die strömungsarmen Grenzschichten - von erheblicher Bedeutung für einen Teil der Fauna sind.

Von der Strömung wiederum ist die **Beschaffenheit des Sohlensubstrates** abhängig. Bei hoher Fließgeschwindigkeit wird leichtes Material abtransportiert, so daß der Grund aus Fels, Geröll oder Kies besteht. Nimmt die Geschwindigkeit der fließenden Welle ab, so können Sandkörnchen, Lehmpartikel und organische Materialien absinken. Analog dazu, daß die Strömungsgeschwindigkeit von der Quelle zur Mündung im Mittel abnimmt, wird in gleicher Richtung das Sohlensubstrat immer feiner und die Schicht des abgelagerten Feinmaterials immer mächtiger.

Auch die **Temperatur** eines Fließgewässers ändert sich von der Quelle zur Mündung auf typische Weise. Sie ist in Mitteleuropa im Quellbereich allgemein niedrig - sie entspricht dort jeweils der mittleren Jahrestemperatur der Luft - und nimmt sommertags fließgewässerabwärts durch die Sonneneinstrahlung zu. Im Winter kann sie hier auch unter der Quelltemperatur liegen. Die Schwankungsbreite der Temperatur im Jahresverlauf wird mit zunehmender Nähe zum Mündungsbereich immer größer.

Vom Ober- zum Unterlauf nimmt der **Sauerstoffgehalt** des Wassers ab. Dies hängt zum einen mit der steigenden Temperatur zusammen: je wärmer Wasser ist, umso geringer ist sein Sauerstoffbindungsvermögen. Zum zweiten sind die Turbulenzen im Oberlauf stärker, wodurch der O2-Eintrag aus der Luft gefördert wird. Im Unterlauf kommen starke sauerstoffzehrende Prozesse dazu, da das am Grund abgesunkene organische Material abgebaut wird. Durch solche Abbauprozesse kann es aber auch im Oberlauf zu Sauerstoffmangel kommen, wenn z.B. Gülle oder Silosickerwasser eingeleitet wird. Sichtbar wird dies z.B. durch die rasche Ausbreitung eines dichten Bakterienrasens von *Sphaerotilus natans* auf dem Gewässergrund und im Lückensystem. Eier und Larven von Fischen sowie Reinwasser-Wirbellose sterben dann in kurzer Zeit oft massenhaft ab (vgl. HEHMANN et al. 1987).

Kommen wir noch einmal zur Quellregion - dem **Krenal** - zurück. Je nach ihrer Beschaffenheit unterscheidet man **Rheokrenen** (Fließquellen), **Limnokrenen** (Tümpelquellen) und **Helokrenen** (Sumpfquellen). Bei erster fließt das Wasser mit dem Gefälle unmittelbar vom Quellmund ab. Im zweiten Fall handelt es sich um einen Wasseraustritt am Grunde eines

Beckens, das gefüllt wird und dann vom Rand her abläuft. Bei letzter tritt Wasser zunächst diffus aus dem Boden aus und bildet einen Sumpf, aus dem dann ein Fließgewässer entspringen kann. Zum Krenal rechnet man den eigentlichen Quellbereich und den sich anschließenden Quellbach, der noch von den Faktoren des Quellwassers geprägt ist. Dazu gehören wenig Sauerstoff, viel Kohlendioxid (CO2), oft gelöstes Eisen (Fe2+) und Mangan (Mn2+) oder Calciumhydrogencarbonat (Ca(HCO3)2), manchmal sogar Schwefelwasserstoff (H2S). Es sei noch vermerkt, daß die einzelnen Quelltypen in enger Nachbarschaft zueinander vorkommen können. So hat z.B. OSTHOFF (1989) die Quellen der Kalkrieser Berge, die etwa 15 km vom Osnabrücker Stadtkern entfernt liegen, kartiert und untersucht. Von den 37 Quellen, die er fand, waren 17 stark gestört bis zerstört. Unter den übrigen 20 gehörten 8 zu den Rheokrenen, 4 zu den Limnokrenen und 8 zu den Helokrenen.

An des Krenal schließt sich das **Rhithral** - der Oberlauf eines Fließgewässers - an. Die Strömungsgeschwindigkeit ist dort hoch, die Strömung turbulent, der Gewässergrund durch Kies, Geröll und Fels geprägt. Lediglich an strömungsarmen Stellen sind Feinsedimentpartien zu finden. Die Schwankungsbreite der Monatsmitteltemperaturen des Wasser überschreitet 20°C nicht, sein Sauerstoffgehalt ist ganzjährig hoch. Typisch ausgebildete Rhithralstrecken, die nach wie vor in naturnahem Zustand erhalten sind, findet man in Niedersachsen z.B. im Harz, im Weser- und Leinebergland sowie im Osnabrücker Hügelland (vgl. VON DRACHENFELS et al. 1984).

Dem Rhithral folgt das **Potamal** - der Unterlauf eines Fließgewässers. Dort ist die Strömung langsam sowie wenig turbulent, und der Gewässergrund ist durch Feinsedimente mit hohem organischen Anteil geprägt. Die Schwankungsbreite der Monatsmitteltemperaturen des Wassers ist größer als 20°C, der Sauerstoffgehalt ist im Vergleich mit dem Rhithral niedrig, es können O2-Defizite auftreten. Die niedersächsischen Verbreitungsschwerpunkte naturnah erhaltener Potamalstrecken liegen im nördlichen Flachland, z.B. in den Marschen (Unterläufe von Wümme, Leda, Jümme), in der Stader Geest (Wümme, Schwinge, Aue) und in der Lüneburger Heide (Örtze, Luhe, Neetze) (vgl. VON DRACHENFELS et al. 1984).

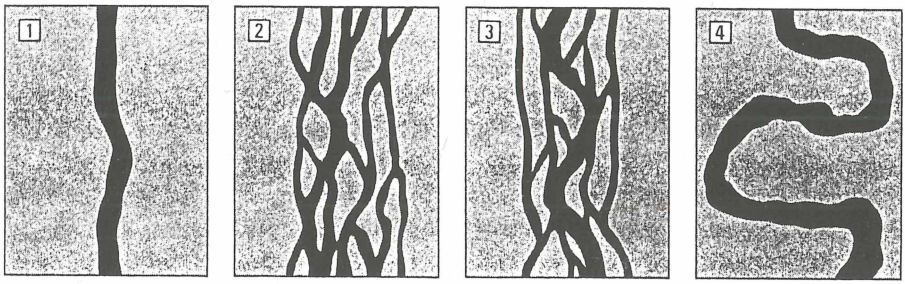

Abb. 4: Der Verlauf eines Fließgewässers bei verschieden starker Untergrundneigung: 1. gestreckt und linear einschneidend bei starker Neigung, 2. Furkation bei mittlerer Neigung, 3. Furkation in Kombination mit Mäandern bei schwacher Neigung, 4. Mäander bei sehr schwacher Neigung (aus NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985, nach SCHÄFER 1973).

Bei sehr starker Untergrundneigung ist ein Fließgewässer nahezu **gestreckt und linear einschneidend** ausgebildet. Diese Form findet sich nur im Rhithral (Abb. 4). Bei mittlerer Untergrundneigung, die noch eine relativ hohe Fließgeschwindigkeit sichert, und gleichzeitig hoher Geschiebeführung (**Geschiebe** = vom Wasser transportierter Schotter) spalten sich Fließgewässer oft in zahllose Arme, die durch Schotterbänke getrennt sind, auf. Man spricht dann von **Furkation**. Typischerweise finden wir dies bei den alpinen Potamalstrecken. Sehr schwache Untergrundneigung führt bei Fließgewässern des Tieflandes zu einer ausgeprägten **Mäanderbildung**. Dies sind Windungen und Schleifen, deren Name Mäander auf einen

Fluß in Kleinasien zurückgeht, der in die Ägäis mündet. Er hat besonders viele Schleifen und Windungen und wurde in der Antike **Maiandros** genannt (heute: Bojük Menderes) (vgl. SIEVERS 1969). Bei den im Potamal unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen auftretenden Altwässern handelt es sich um abgeschnürte ehemalige Mäander.

Neben den Begriffen Krenal, Rhithral und Potamal sind in der Ökologie auch die Begriffe **Bach** und **Fluß** verbreitet. Von Bach sprechen wir dann, wenn ein Fließgewässer so schmal ist, daß sich die Baumkronen über ihm schließen. Flüsse dagegen sind breite Fließgewässer, bei denen kein Baumkronenschluß über dem Wasser möglich ist (VON DRACHENFELS et al. 1984).

5. Fließgewässer und Aue - eine Einheit

Fließgewässer dürfen nicht als isolierte Lebensräume betrachtet werden, sondern stehen in Wechselbeziehung zu den sie begleitenden Landflächen, den Auen. Unter **Aue** (= Au) verstehen wir, der Definition von GEPP (1986) folgend, die Gebiete entlang eines Baches oder Flußlaufs, die innerhalb des Einflußbereichs von Hochwassern liegen. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Flächen ganz regelmäßig überflutet werden oder nur sehr unregelmäßig in großen Zeitabständen. Häufigkeit, Dauer, Zeitpunkt und Intensität der Überschwemmungen prägen allerdings das Bild der einzelnen Auenbereiche und schaffen Zonen unterschiedlicher Biozönosen. Daß ein Fließgewässer mit seiner Aue eng verknüpft ist und in Wechselbeziehung steht, sei an zwei Beispielen verdeutlicht. Zum einen ist dies am Grundwasser erkennbar: bei mittlerer Wasserführung wird der Bach oder der Fluß vom Grundwasser her zusätzlich gespeist, während bei Hochwasser ein gegenläufiger Strom einsetzt, der den Grundwasserspiegel der Aue langsam anhebt. Zum zweiten stellen viele Tierarten eine ständige Verbindung von Fließgewässer und Aue her. So leben z.B. viele Arten der Libellen (Odonata), Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera), Köcherfliegen (Trichoptera) und Zweiflügler (Diptera) als Larven im Fließgewässer, als Imagines (Erwachsene) aber in den sich anschließenden Landlebensräumen.

Vom Fließgewässer ausgehend treffen wir zunächst auf den Übergangsbereich von Wasser und Land, der durch kurzfristig wechselnde Wasserstände und einen ständigen Wechsel zwischen Benetzung und Austrocknung gekennzeichnet ist. Es ist die **amphibische Zone** der Aue, während die anschließenden Flächen, die die Auenwälder (oder sekundär Feuchtgrünländereien) tragen, meist als **terrestrische Zone** zusammengefaßt werden. Auen gehören zu den produktivsten und artenreichsten Lebensräumen der Erde überhaupt und beherbergen sowohl Land- als auch Wasserorganismen. SCHÄFER (1973, S. 180) merkt dazu an: „Im Gefolge von Überflutungen nehmen die mit Wasser und Sedimenten mitwandernden Wasserorganismen sogleich Besitz von den kurzfristig gewonnenen Lebensräumen; bei Rückzug des Wassers aber wandern die Landorganismen ihrerseits nun gegen den Wasserlauf vor, so daß die jeweils vorrückende Gruppe die Nachhut der sich Zurückziehenden oder das fremde Element Überdauernden verfolgt, sie einholt, sie tötet oder von ihr lebt." Zahlreiche Lebensräume auf Zeit sind also für die Auen bildprägend. Jede Gewässerverlagerung, jedes Hochwasser zerstört Land und läßt andernorts durch Sedimentablagerung neue Lebensräume entstehen. Pflanzengesellschaften müssen sich immer wieder neu entwickeln, Tiere immer wieder ausweichen. Neue **Altarme** und **Tümpel** entstehen, alte verlanden nach und nach und verändern so ihr Gesicht. Diese Dynamik ist es, die den eigentlichen Charakter der Fließgewässer und ihrer Auen ausmacht (vgl. GERKEN 1988). Doch was ist davon in Mitteleuropa geblieben!?

Abschließend zur Aue seien einige Anmerkungen zur Vegetation gemacht. Zwischen dem fließenden Gewässer und den vom Hochwasser nicht mehr erreichten Gebieten finden wir

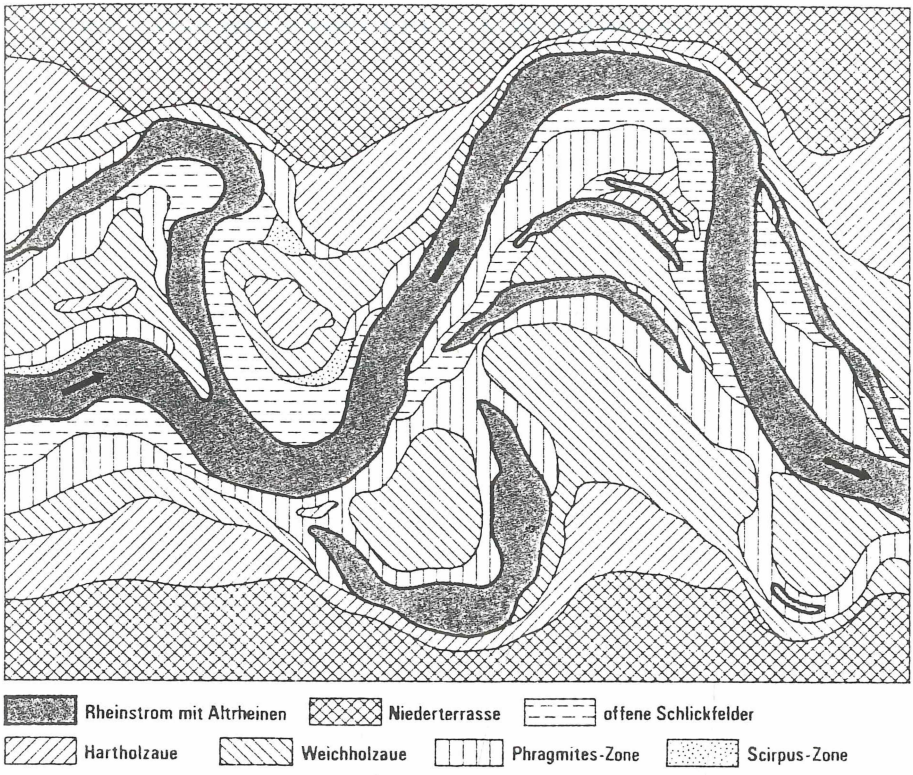

Abb. 5: Lebensraumvielfalt in der Mäanderaue des Oberrheins (aus NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985, nach SCHÄFER 1973).

eine Vielzahl unterschiedlicher Biotope, die von ganz verschiedenen Pflanzenarten und -gesellschaften besiedelt sind. Die für die zonale Vegetation Mitteleuropas ausschlaggebenden klimatischen Einflüsse werden hier durch zeitweilige Überflutungen, Erosion, Sedimentation, hohe Grundwasserstände und regelmäßige Nährstoffzufuhr überdeckt, so daß sich eine **azonale Vegetation** ausbildet. Sie tritt uns durch ein vorwiegend reliefbedingtes räumliches Nebeneinander verschiedener Gesellschaften vor Augen; dabei sprechen wir von **Zonation**. Ihre typische Abfolge an größeren Fließgewässern ist gekennzeichnet durch die **Röhrichtzone** (= Niedrigwasserzone), die darauf folgende **Weichholzzone** (= Mittelwasserzone) und die abschließende **Hartholzzone** (= Hochwasserzone). Nicht überall muß das Auenprofil aber so aussehen. Im Bereich von **Prallhängen** (= Steilufer von Mäandern) z.B. grenzt oft unmittelbar an das Wasser Auenwald an, während in den Verlandungsbereichen der **Gleithänge** (= flach auslaufende Ufer von Mäandern, die den Prallhängen gegenüberliegen) häufig ausgedehnte Röhrichte zu finden sind (Abb. 5). Das geschilderte idealtypische Profil ist vielerorts auf wenige Bereiche begrenzt. Zu den dargestellten Vegetationszonen kommen - besonders in den Oberläufen - oft noch **Sand-**, **Kies-** und **Geröllbänke** oder - in weiten, flachen Auen - auftretende **Randvermoorungen** mit typischer Niedermoorvegetation (z.B. an der Marka, einem Hümmlingsbach, vgl. BSH 1979 und HAUSFELD 1984). Durch den Einfluß größerer und längerer Überflutungen können zeitweilig auch kleinflächige natürliche Grünlandflächen entstehen. Besonders unter dem Einfluß des Bibers (*Castor fiber*) ist dies möglich (REMMERT 1988).

Neben der **Querprofil-Zonierung** existiert auch eine **Längsprofil-Zonierung**. Folgt man z.B. einem Gewässer von der Quelle im Gebirge bis zur Mündung, lassen sich nach ELLENBERG (1982) mindestens fünf Abschnitte unterscheiden: 1. der **Quellverlauf** mit sehr kleinen Auen, wo z.B. hygrophile Stauden im Uferbereich siedeln; 2. der anschließende **Oberlauf** mit schmalem Auenband und Weichhölzern (Erlen, Weiden); 3. der **Mittellauf** mit breiterer Weich- und Hartholzaue; 4. der **Unterlauf** mit Röhrichtzone sowie Weich- und Hartholzzone; 5. das **Mündungsgebiet** mit im Falle eines **Deltas** ausgeprägten Röhrichtbeständen und Weidenwäldern oder - bei Trichtermündungen (**Ästuaren**) der in die Nordsee mündenden Flüsse - mit an die Gezeiteneinflüsse angepaßten Röhricht-Gesellschaften.

Die Lebensräume der Aue und ihre artenreichen Organismengemeinschaften gehören in unserem Land zu den bedrohtesten überhaupt. Man muß schon lange Reisen unternehmen, um sie noch in typischer Ausprägung zu finden. Dennoch finden wir sie noch in Resten, auch in Niedersachsen, z.B. in der Stader Geest oder im Weser-Aller Raum. Besonders sei hier auf die ausgedehnten Schotterfluren einiger Flußniederungen am Harzrand (z.B. Sieber, Innerste) verwiesen (VON DRACHENFELS et al. 1984).

6. Verschiedene Bach-Typen Mitteleuropas

Ein Sprichwort der Zulu sagt: „Jeder Fluß hat sein eigenes Rauschen". Wenn dies auch eher metaphorisch gemeint sein dürfte, so ist es in der Tat doch so, daß jedes Fließgewässer seine Spezifika aufweist. Dennoch läßt sich eine Kategorisierung vornehmen, was am Beispiel mitteleuropäischer Bäche geschehen soll (vgl. dazu ENGELHARDT 1986 und NIEMEYER-LÜLLWITZ et al. 1988). Der aus mehreren Quellabflüssen entstehende Bach behält nach ENGELHARDT (1986) seinen Namen bis zu einer Breite von ca. 5 m - eine weitere Definition, die sich aber in etwa mit der „Kronenschluß-Definition" (Kap. 4) deckt. Man unterscheidet Gletscherbäche, Hochgebirgsbäche, Mittelgebirgsbäche und Niederungsbäche.

Der **Gletscherbach** entsteht im Hochgebirge aus den Schmelzwassern eines Gletschers, an dessen Zungenende er entspringt. Dementsprechend führt er zur warmen Hochsommerzeit sehr reichlich Wasser, um in der kalten Jahreszeit auf ein sehr schmales Rinnsal zu schrumpfen. Am Gletscheraustritt ist das Wasser milchig-trübe und nimmt dann eine graugrüne Farbe an. Zur Zeit der größten Schmelze ist es oft schmutzig-braun, schießt tosend talwärts und transportiert dabei Sand, Kies und Geröll, ja oft sogar große Felsbrocken mit. Beim Ausfluß aus dem Gletschertor hat es eine Temperatur von 0°C, und erst weiter unterhalb erreicht es 5°C. Wasserpflanzen können sich im Gletscherbach nirgendwo halten, und auch Tierleben ist kaum möglich. Lediglich die Larven der Gletscherzuckmücke (*Diamesa steinböcki*) sitzen an der Unterseite plattenartiger, flacher Steine, die weniger leicht von der reißenden Strömung mitgeschleppt werden können. Die Tiere ernähren sich von organischen Stoffen, die der Wind auf das Eis getragen hat und die bei der Schmelze in den Bach gelangen.

Wo das Gefälle geringer, die Strömung langsamer und die Geschiebebewegung weniger mächtig ist, geht der Gletscherbach in den **Hochgebirgsbach** über, der aber auch direkt hier in den Matten und Gebirgswäldern entspringen kann. Sein Wasser ist klarer, die Wasserführung ausgeglichener. Aber auch er führt im ausgehenden Frühjahr und Sommer, wenn der Schnee schmilzt, am meisten Wasser. Strömungsgeschwindigkeiten von mehr als 2,5 m/sec sind nichts Außergewöhnliches, aber mächtige Felsbrocken lassen sich damit nicht mehr bewegen. Das Bachbett besteht aus Felsen, Steinen und grobem Kies, dazwischen finden sich aber kleinflächig auch strömungsarme Stellen mit Feinsedimenten. Aufwuchsalgen überziehen häufig das Hartsubstrat, und auf kalkarmem Urgestein wachsen Moosrasen. Das kalte Wasser zeigt nur geringe jährliche Temperaturschwankungen, die etwa zwischen 9°C im Sommer und 2°C im Winter liegen. Ein Zufrieren des Baches wird durch die hohe Fließgeschwindigkeit verhindert. Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist durch die starken Tur-

bulenzen, die niedrigen Temperaturen und das weitgehende Fehlen O^2-zehrender Abbauprozesse stets sehr hoch, so daß Tiere, die an gleichmäßig kühles, sauerstoffreiches Wasser angepaßt sind - man nennt sie **kaltstenotherme Polyoxibionten** -, hervorragende Bedingungen finden. Gleichzeitig müssen sie aber über körperliche Merkmale oder Verhaltensweisen verfügen, mit denen sie der Strömung trotzen können und die ihnen eine ausreichende Nahrungsversorgung sichern. Dies soll in Kapitel 8 kurz besprochen werden. Hier sei nur darauf verwiesen, daß oft gerade die Bereiche mit der stärksten Strömung am dichtesten besiedelt sind. Der Einfluß der Jahreszeiten, der für die Lebenszyklen der Organismen von Stillgewässern sehr bedeutsam ist, spielt im Hochgebirgsbach kaum eine bzw. eine ganz andersartige Rolle. Tiere, die ihr gesamtes Leben im Bach verbringen, haben oft über fast das gesamte Jahr verteilte Fortpflanzungszeiten. Von Insekten, die als Erwachsene an Land leben, finden wir im Sommer nur Eier und frühe Larvenstadien im Bach, im Winter dagegen eine Fülle älterer Larven. Ihre Verwandlung zum Vollinsekt geschieht im Frühjahr, wo sie sich dann an Land paaren.

Abb. 6: Typischer Mittelgebirgsbach mit hoher Strömungsgeschwindigkeit und turbulenter Strömung: Oberlauf der Hase im Landkreis Osnabrück.

Die Bedingungen im **Mittelgebirgsbach** (Abb. 6) sind in vielen Beziehungen denen des Hochgebirgsbaches ähnlich. In Niedersachsen finden wir solche Gewässer vor allem im Harz, im Weser- und Leinebergland und in den Ausläufern des Wiehengebirges und des Teutoburger Waldes im Osnabrücker Raum. Nach den jeweils herrschenden Umweltbedingungen lassen sich die drei Abschnitte Ober-, Mittel- und Unterlauf unterscheiden. Der Oberlauf entsteht durch die Vereinigung mehrerer Quellabflüsse. Stark strömende Bereiche bilden mit nahezu stehenden ein vielfältiges Mosaik. Entsprechend unterschiedlich ist auch das Substrat des Bachgrundes. Die jährlichen Temperaturschwankungen überschreiten i.d.R. 10°C nicht, die Temperatur liegt aber insgesamt höher als beim Hochgebirgsbach. Gefrieren des Wassers oder Trockenfallen des Bachbetts sind die Ausnahme, Bachbettumgestaltungen die Regel. Den Höheren Pflanzen zugehörige Wasserpflanzen kommen da vor, wo die Ufergehölze -

überwiegend Grau - (in höheren Lagen) oder Schwarzerlen (*Alnus incana* und *A. glutinosa*) - „Lichtlöcher" in ihren Kronenbereichen aufweisen. Gerade Erlen kommt bei der Sicherung stabiler Ufer die größte Bedeutung zu, da ihre mächtigen Wurzelstöcke bis tief in den Untergrund reichen (vgl. LOHMEYER & KRAUSE 1974). Im Mittellauf erreichen die jährlichen Temperaturschwankungen schon 15°C, im Unterlauf sind sie noch größer. Je weiter wir nach unten kommen, umso größer wird die Wasserführung und umso gleichmäßiger und im Durchschnitt geringer wird die Fließgeschwindigkeit. Umlagerungen im Bachbett treten dementsprechend zurück. Erstreckt sich der Mittelgebirgsbach ins Flachland, kann er übergehen in den **Niederungsbach**, dessen gesamter Lauf aber im Tiefland liegen kann. Seine Wasserführung ist im Vergleich mit den anderen Bächen als ausgeglichen anzusehen. Veränderungen durch Erosions- und Sedimentationskräfte sind seltener und an sehr heftige Hochwasser gebunden. Strecken starker und schwacher Strömung wechseln je nach Gefälle, Morphologie des Bachbetts, Tiefe, Breite und Wassermenge in unregelmäßiger Folge. Es gibt Abschnitte, wo das Wasser zu stehen scheint, und solche, wo die Fließgeschwindigkeit 0,7 - 1 m/sec beträgt. Im Mittel nimmt man 0,4 - 0,5 m/sec an. Bei dieser Geschwindigkeit können bereits Wasseroberflächenbesiedler wie der Bachläufer *Velia caprai* auftreten. Auf der Bachsohle finden wir, je nach Strömungs- und Untergrundverhältnissen, Kies, Sand oder organischen Schlamm. Wo es die Lichtverhältnisse zulassen, wachsen dichte Bestände von Wasserpflanzen wie Laichkräuter (*Potamogeton* spp.), Wasserpest (*Elodea canadensis*), Wasserstern (*Callitriche palustris*), Flutender Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*) und Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*). Finden sich Steine im Wasser, siedeln darauf häufig Zweigalgen (*Cladophora* spp.) (vgl. POTT 1984 und WIEGLEB 1984). Die Temperatur kann wintertags bis an den Gefrierpunkt heranreichen (was in Niedersachsen aber selten ist) und im Sommer 20°C übersteigen. Das Sauerstoffangebot wechselt kleinflächig stark ab: in turbulenten und pflanzenbestandenen Strecken ist es meist sehr gut, aber dort, wo sich in ruhigen Bereich organisches Material angesammelt hat, kommt es zu abbaubedingten Zehrungsvorgängen, so daß die O2-Sättigung des Wassers unter 50 % fallen kann. Die Tierwelt ist oft artenreicher ausgebildet als die der anderen Bachtypen, wobei die Arten erhebliche Sauerstoff- und Temperaturschwankungen vertragen müssen, aber weniger Probleme mit der Strömung haben. Die Auenwälder der Niederungsbäche existieren heute - wenn überhaupt - meist nur noch in Form der bachbegleitenden Gehölzstreifen. An ihrer Stelle sind im günstigsten Fall anthropogene Feuchtgrünländereien zu finden, die bereits seit vielen Jahrhunderten existieren. Häufig ziehen sich aber lebensfeindliche Maiskulturen bis an die Böschungsoberkante, wobei dann in der Regel auch die Bäche durch Ausbau bis zur Unkenntlichkeit verändert wurden.

Naturnah erhaltene Niederungsbäche kann man in Niedersachsen u.a. in der Lüneburger Heide noch antreffen (z.B. die Ilmenau).

7. Die Tierwelt der Fließgewässer

Wenn von der Tierwelt der Fließgewässer die Rede ist, muß die Sprache zumindest kurz auch auf die Fauna der Auen kommen. Es ist geradezu ein Charakteristikum, daß hier kaum eine Tiergruppe fehlt und die Artenfülle ungewöhnlich hoch ist. Speziell an die Uferbereiche der Fließgewässer sind in ihrer Lebensweise einige **Säugetierarten** gebunden, wie Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), Biber (*Castor fiber*) (Abb. 7), Bisam (*Ondatra zibethicus*, nach Mitteleuropa aus Nordamerika eingeschleppt und inzwischen weit verbreitet) und Fischotter (*Lutra lutra*). Sie sind in unterschiedlichster Ausprägung und Intensität an das Leben in offenem Wasser und der Uferzone angepaßt. Mit Sicherheit beeinflußt vom Nahrungsreichtum der Bäche und Flüsse, wurden sie im Verlauf ihrer Entwicklungsgeschichte zu guten Schwimmern und Tauchern, wobei sie ihre Körperöffnungen verschließen können (vgl. REUTHER & FESTETICS 1980, SCHRÖPFER & ENGSTFELD 1983, SCHRÖPFER 1983, 1985a, 1985b).

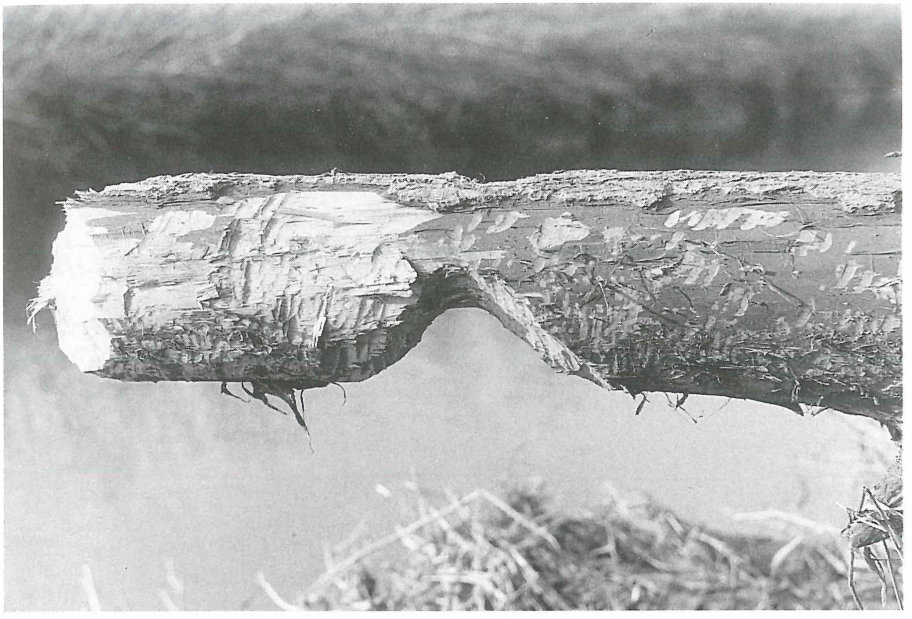

Abb. 7: Fraßspuren des Bibers (*Castor fiber*)

In den Röhrichtbeständen des Potamal oder der Altwässer sind Rohrsänger (*Acrocephalus* spp.) zu Hause. Flußuferläufer (*Tringa hypoleucos*) und Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) brüten auf Kies- und Sandbänken. Eisvogel (*Alcedo atthis*) und Uferschwalbe (*Riparia riparia*) graben ihre Bruthöhlen in steile Uferböschungen, die das frei mäandrierende Gewässer immer wieder in die Prallhänge bricht, wobei der Eisvogel paarweise und die Uferschwalbe in Kolonien lebt. Die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) ernährt sich schwimmend und tauchend von kleinen Wassertieren (Abb. 8). Durch Beiseiteräumen kleiner Steine erreicht sie auch Beute, die darunter verborgen ist (Insektenlarven, Flohkrebse) (JOST 1975, SPITZNAGEL 1985).

Nahezu alle in unseren Breiten leben **Amphibien** und einige **Reptilien** besiedeln die feuchten Auengebiete, wo sie besonders in und an Tümpeln und Altwässern günstige Lebensbedingungen finden. Für die Amphibien sind besonders die großen, zusammenhängenden, nicht durch Straßen zerschnittenen Auen bedeutsam, wo sie gefahrlos ihre Wanderungen zu und von den Laichgewässern durchführen können (BLAB 1986). Dazu kommt die Fülle der **wirbellosen Tiere**, die in der Fließgewässer-Uferzone, in Tümpeln und Altwässern sowie in terrestrischen Bereichen leben. Die Arten der Tümpel sind an das oft periodische Austrocknen dieser Kleingewässer auf vielfältige Weise angepaßt. So legen z.B. Wasserflöhe (Cladocera) und Hüpferlinge (Copepoda) hartschalige Dauereier ab, die lange Trockenzeiten überdauern können.

So vielfältig wie die Fauna der Auen ist auch die der Bäche und Flüsse (vgl. WESENBERG-LUND 1939, 1943). Grundsätzlich kann man Arten, die ihr gesamtes Leben im Wasser verbringen (= **obligate Limnobionten**), von solchen unterscheiden, die nur einen Teil ihres Entwicklungszyklus dort durchmachen (= **temporäre Limnobionten**). Innerhalb der ersten Gruppe sind einige zum aktiven Gewässerwechsel durch Flug befähigt (Käfer, Wanzen). Die meisten können aber nur passiv in ein anderes Gewässer gelangen, z.B. durch Transport im Gefieder von Wasservögeln. Zur zweiten Gruppe rechnen die meisten limnischen Insekten-

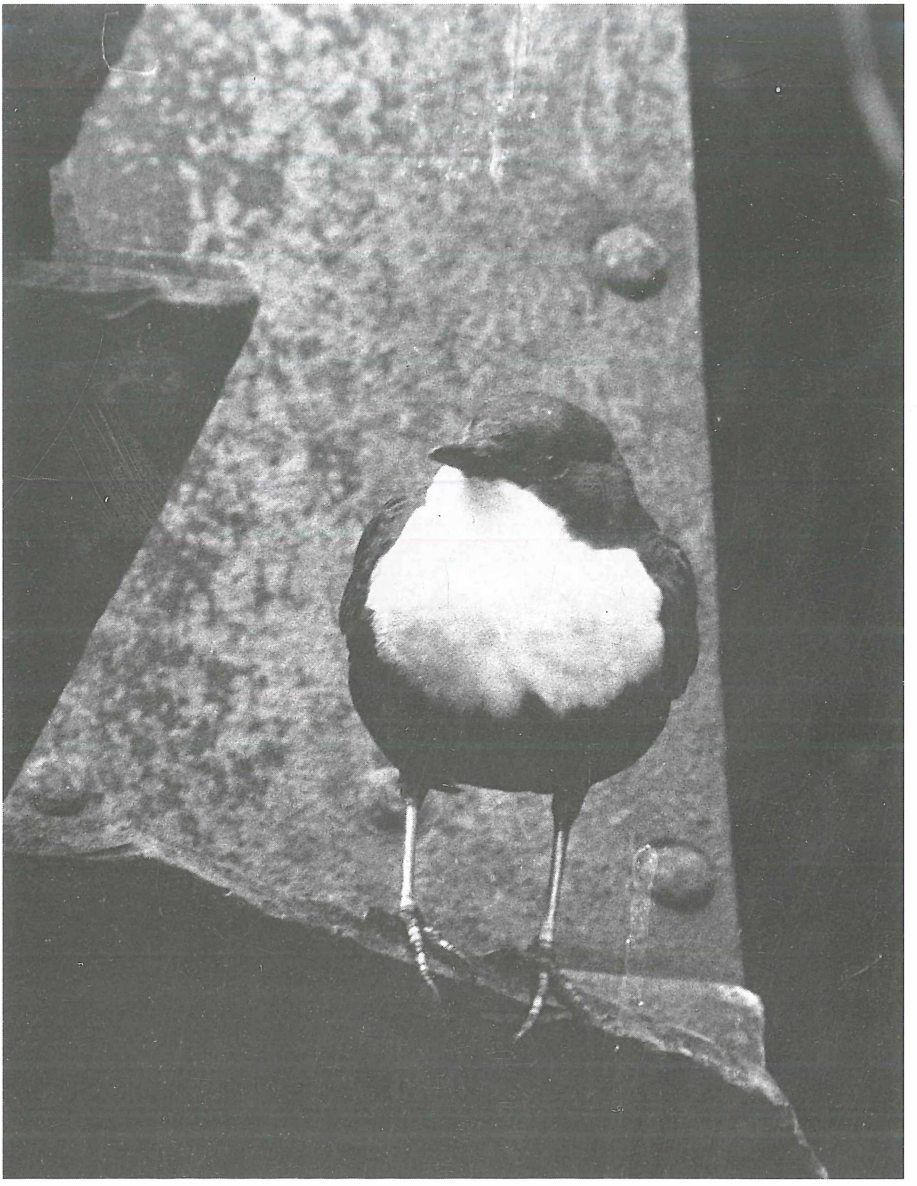

Abb. 8: Wasseramsel (*Cinclus cinclus*)

ordnungen wie Libellen, Eintags-, Stein- und Köcherfliegen, die nur ihre Larvalentwicklung im Wasser absolvieren.

Im Gewässer sind verschiedene Zonen voneinander abgrenzbar: die Wasseroberfläche, der freie Wasserkörper, der Gewässergrund und die Wasserpflanzen. Auf der **Wasseroberfläche** können Tiere nur dann existieren, wenn die Strömung nicht zu stark ist. Dies ist vor allem bei

Niederungsbächen und im Potamal der Fall. Die dort lebenden Arten faßt man als **Pleuston** zusammen (z.B. Taumelkäfer, Gyrinidae). Im **freien Wasserkörper** lebt das **Zooplankton** und das **Nekton**. Zooplankton kommt nur in Stillwasserbereichen oder unter den Bedingungen äußert schwacher Strömung vor, da es sich dabei um sehr kleine Tiere handelt, die sich der Wasserbewegung nicht oder kaum widersetzen können. Zum Nekton zählen die frei beweglichen Organismen des Wasserkörpers, also größere Tiere wie z.B. die Bachforelle (*Salmo trutta* f. *fario*). **Auf oder im Fließgewässergrund** lebt das **Benthon** (oder **Benthos**), das besonders artenreich ausgeprägt und aufgrund spezieller Anpassungen gerade auch in den strömungsstärksten Zonen zu finden ist. Diese Anpassungen sollen in Kapitel 8 besprochen werden. Auf oder in **Wasserpflanzen** schließlich lebt das **Epi-** bzw. **Endophyton**.

Eine andere Zonation der Tierwelt ergibt sich im Längsverlauf eines Fließgewässers. Zwischen der Quelle und der Mündung ins Meer beherbergt es in Abhängigkeit der jeweiligen ökologischen Bedingungen recht unterschiedliche Lebensgemeinschaften, woraus ILLIES (1955, 1961) eine **biozönotische Gliederung** entwickelt hat. Bereits vorher hatte man anhand der Verbreitungsschwerpunkte typischer Fließwasserfische eine Einteilung in **Fischregionen** vorgenommen. Dies sind, von der Quelle zur Mündung gehend:

1. **obere Forellenregion** im oberen Rhithral (= **Epirhithral**)
2. **untere Forellenregion** im mittleren Rhithral (= **Metarhithral**)
   Leitfischart der Forellenregion: Bachforelle (*Salmo trutta* f. *fario*)
   Begleitfischarten: Groppe (*Cottus gobio*)
   Elritze (*Phoxinus phoxinus*)
   Bachschmerle (*Noemacheilus barbatulus*)
3. **Äschenregion** im unteren Rhithral (= **Hyporhithral**)
   Leitfischart: Äsche (*Thymallus thymallus*)
   Begleitfischarten: Bachforelle (*Salmo trutta* f. *fario*)
   Huchen (*Hucho hucho*)
   Nase (*Chondrostoma nasus*)
   Quappe (*Lota lota*)
   Hasel (*Leuciscus leuciscus*)
   Lachs (*Salmo salar*)
   Elritze (*Phoxinus phoxinus*)

Die drei genannten Regionen werden auch als **Salmonidenregion** zusammengefaßt.

4. **Barbenregion** im oberen Potamal (= **Epipotamal**)
   Leitfischart: Barbe (*Barbus barbus*)
   Begleitfischarten: Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*)
   Nase (*Chondrostoma nasus*)
   Hasel (*Leuciscus leuciscus*)
   Nerfling (*Rutilus pigusvirgo*)
   Lachs (*Salmo salar*)
   Wels (*Silurus glanis*)
   Aal (*Anguilla anguilla*)
5. **Brachsenregion** im mittleren Potamal (= **Metapotamal**)
   Leitfischart: Brachsen (*Abramis brama*)
   Begleitfischarten: Karpfen (*Cyprinus carpio*)
   Schleie (*Tinca tinca*)
   Nerfling (*Rutilus pigusvirgo*)
   Blikke (*Blicca bjoerkna*)
   Karausche (*Carassius carassius*)
   Wels (*Silurus glanis*)
   Zander (*Lucioperca lucioperca*)
   Aal (*Anguilla anguilla*)

Die Regionen 4. und 5. bilden zusammen die **Cyprinidenregion**.

6. **Kaulbarsch-Flunderregion** (= Brackwasserregion) im unteren Potamal (= **Hypopotamal**)

Leitfischarten:	Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*)
	Flunder (*Platichthys flesus*)
Begleitfischarten:	Brachsen (*Abramis brama*)
	Blikke (*Blicca bjoerkna*)
	Rotauge (*Rutilus rutilus*)
	Aal (*Anguilla anguilla*)
	Zander (*Lucioperca lucioperca*)
	Stint (*Osmerus eperlanus*)

8. Strömungsanpassungen, Drift, Driftkompensation

Es wurde bereits erwähnt, daß viele Fließwasserorganismen über Merkmale im Körperbau und im Verhalten verfügen, die ihnen ein Leben in der Strömung erst ermöglichen. Dabei sind Arten, die nur in der Strömung leben können (**rheobionte Arten**), von solchen zu unterscheiden, die die Strömung lediglich bevorzugen (**rheophile Arten**) (vgl. BREHM & MEIJERING 1990).

Auffällig ist, daß viele Bergbachbewohner eine **abgeflachte Körperform** haben. Damit ist es ihnen möglich, in der durch Reibung strömungsarmen Zone des Gewässergrundes zu leben (Abb. 9). Außerdem können sie so problemlos in Spalten und Ritzen von Steinen und anderem Substrat gelangen und sich auf diese Weise der fließenden Welle entziehen. Zu den Organismen mit abgeplattetem Körper zählen die Strudelwürmer (Turbellaria) *Crenobia alpina, Polycelis felina* und *Dugesia gonocephala*, Steinfliegenlarven, die Larven einiger Eintagsfliegengattungen (*Rhithrogena, Ecdyonurus, Heptagenia*), die Puppen der Lidmückengattung *Liponeura* und andere. Ob die flache Körperform die evolutive Antwort auf das Leben in der Strömung ist, oder ob Arten, die bereits vorher dieses Merkmal trugen, prädestiniert waren, strömungsreiche Lebensräume zu besiedeln, muß offenbleiben.

Als weiteres günstiges Merkmal muß die **geringe Körpergröße** vieler Arten angesehen werden, die damit in die winzigsten Spalten gelangen können und bei denen die Strömung wenig Angriffsfläche hat. Die Wassermilben (Hydracarina) der Gebirgsbäche etwa sind die kleinsten Arten in dieser Tiergruppe überhaupt. Arten der Flohkrebsgattung *Gammarus* sind in schnell fließenden Gewässern stets kleiner als in langsamer fließenden.

Der Strömung kann man auch dann entgehen, wenn man sich dauerhaft oder vorübergehend **an einer Unterlage befestigt**. Dies kann auf ganz unterschiedliche Weise geschehen: mit **Fußkrallen** bei Hakenkäfern (Dryopidae), mit **Klauen** und **dornartigen Borsten** bei Wassermilben, mit **Schleim** bei Strudelwürmern und Schnecken (Gastropoda), mit **Saugnäpfen** bei Egeln (Hirudinea) und Lidmückenlarven der Gattung *Liponeura* und durch **Ankleben eines selbstgebauten Wohngehäuses** an Steinen oder Pflanzen bei den Larven mancher Köcherfliegen.

Auch die schweren, aus Sandkörnern und Steinchen gebauten **Köcher** der Köcherfliegenlarven sind ein Schutz gegen die Verdriftung. Noch effektiver ist der Schutz dann, wenn **zusätzliche schwere Seitensteine** an den Köcher gemauert (z.B. bei *Silo* spp.) oder ihm **sperrige Zweigstückchen** eingefügt werden (z.B. bei *Drusus* spp.). Schließlich kann man sich auch durch ein **Leben im Sediment** der Strömung entziehen, wie es z.B. Muscheln (Bivalvia) und die Larven der Eintagsfliegenart *Ephemera danica* tun.

Auch wenn die Arten der schnellfließenden Gewässer noch so gut an das Leben in der Strömung angepaßt sind, werden doch ständig Tiere von der fließenden Welle erfaßt und mitgerissen. Sie versuchen jedoch stets, schnell wieder festen Grund zu erreichen, ein Verhalten,

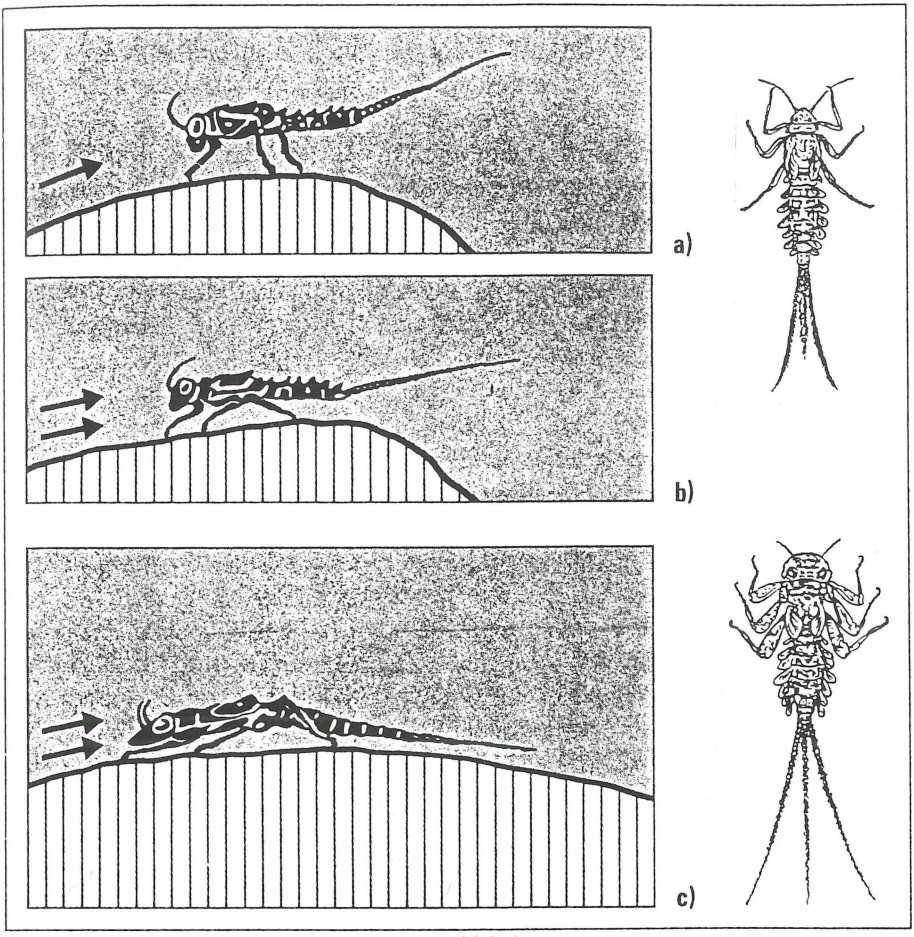

Abb. 9: Eintagsfliegenlarven bei verschieden starker Strömung: a) *Baëtis*-Larve bei schwacher Strömung, b) Baëtis-Larve bei starker Strömung, c) *Ecdyonurus*-Larve bei starker Strömung (aus NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985, nach SCHUA 1970).

das man **positive Thigmotaxis** nennt. Haben sie ihn gefunden, beginnen sie, der Strömung entgegenzuwandern (= **positive Rheotaxis**). Fängt man in einem Bach mit gegen die Strömung gerichteten Netzen die driftenden Tiere auf und wertet die Fänge Zeitabschnitt für Zeitabschnitt aus, so erhält man die höchste Driftrate in der Nacht. Damit kann man zugleich den Aktivitätsverlauf der Bachbewohner erkennen: wenn sie auf Nahrungssuche gehen, Geschlechtspartner ausfindig machen oder sonstwie aktiv sind, werden sie am ehesten verdriftet, nicht, wenn sie ruhen.

Unter natürlichen oder naturnahen Verhältnissen ist die **Drift** von Organismen aber keineswegs als Unfall oder Katastrophe anzusehen. Erstens können sie auf diese Weise ohne eigenen Energieaufwand den gesamten für sie potentiell besiedelbaren Abschnitt eines Gewässers einnehmen, der in der Regel (viel) weiter stromabwärts reicht als die unmittelbare Umgebung des Schlupfortes. Wenn z.B. ein einzelnes Weibchen der Eintagsfliegenart *Baëtis*

rhodani an einem einzigen Stein 4500 Eier ablegt, ist es geradezu notwendig, daß sich die geschlüpften Larven verteilen. Zweitens deutet manches darauf hin, daß die schwächsten Individuen einer Art am ehesten weit abgedriftet werden, was einem Selektionsmechanismus gleichkäme. Drittens verfügen die Arten über unterschiedliche Möglichkeiten der **Driftkompensation**. Hier ist der Kompensationsflug der Insekten zu nennen, die nur ihre Larvalzeit im Wasser durchmachen. Haben die Tiere ihre Jugendentwicklung abgeschlossen und gehen als Vollinsekten an Land, fliegen sie vor der Eiablage zunächst gewässeraufwärts. Es ist belegt, daß vor allem begattete Weibchen diesen **Kompensationsflug** durchführen (ROOS 1957, MADSEN et al. 1977). Auch mit der Aufwanderung im Gewässer wird verlorenes Terrain zurückerobert. Die Aufwanderungsrate ist allerdings viel geringer als die Driftrate. So konnte ZWAFELINK (1993) zeigen, daß bei *Gammarus pulex* und *G. fossarum* die Aufwanderungsrate nur 5 % der Drift ausmacht, was durch andere Autoren bestätigt wird. Das würde bedeuten, daß über einen größeren Zeitraum obere Abschnitte langsam aber sicher „leerdriften". Offensichtlich ist bei Gammariden die Reproduktionsrate aber höher als die Driftrate, wie MÜLLER (1966) belegt hat, worin ein weiterer Kompensationsmechanismus zu sehen ist. Schließlich sei auf ein letztes Phänomen verwiesen, das bei der Gattung *Baëtis* zu finden ist. Hier schlüpfen die Larven nicht zur gleichen Zeit aus den Eiern, sondern zu unterschiedlichen Zeiten über ca. 300 Tage verteilt (ILLIES 1959). Da die Bedingungen für Drift und Aufwanderung aber für die einzelnen Larvenstadien und zu verschiedenen Zeiten im Jahr stark differieren, haben Arten, die zu den unterschiedlichsten Zeiten mit den verschiedensten Larvenstadien aufwarten, optimale Überlebenschancen. ELLIOT et al. (1988) gehen allerdings davon aus, daß bei *Baëtis*-Arten nicht der Schlupf über 300 Tage erfolgt, sondern die Wachstumsgeschwindigkeit der einzelnen Larven sehr verschieden ist. Der Effekt ist dann aber derselbe.

Letztlich haben wir noch Kenntnislücken über Drift und Aufwanderungen von Tieren. Schaffen sie es z.B., über einen steilen Absturz eines Bergbaches aufwärts zu wandern, und müssen sie es überhaupt schaffen? Reichen nicht vielleicht ihre Kompensationsmöglichkeiten aus? Wie sind die Stauwerke von Bibern zu bewerten, die sehr hoch und in sich absolut undurchlässig sein können? Und welche Rolle nehmen Stauwerke von Wassermühlen ein, die oft über Jahrhunderte bestanden? Haben sie die Faunenzusammensetzung der Gewässer verändert? Hier ließen sich noch viele weitere Fragen formulieren, die der Klärung bedürfen. Plötzliche reißende Hochwasserwellen, wie sie unter den heutigen Bedingungen vor allem in Siedlungs- und Verkehrsverdichtungsräumen, die einen hohen Versiegelungsgrad aufweisen, nach starken Regenfällen auftreten, können allerdings eine katastrophale Massenverdriftung mit sich bringen.

9. Ausblick

Der in dieser Arbeit gegebene Abriß gilt für natürliche oder naturnahe Fließgewässer, nicht aber oder nur eingeschränkt für solche, die durch Maßnahmen des Gewässerbaues verändert worden sind - vielerorts bis zu Unkenntlichkeit. Die einzelnen wasserbaulichen Eingriffe und ihre Folgen sind ein äußerst komplexes Thema, das hier nicht dargestellt werden kann. Es ist aber unbestritten, daß durch den Ausbau unserer Bäche und Flüsse eine Vielzahl von Arten und Gesellschaften ausgerottet oder an den Rand des Ruins getrieben wurden. Dasselbe gilt für verschiedene Biotoptypen (vgl. BLESS 1978, NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985, SCHÖNBORN 1992).

Dabei müssen wir zur Kenntnis nehmen, daß der Wasserbau eine lange Geschichte hat, die bis auf die antiken Hochkulturen zurückgeht (vgl. WEEBER 1990). Allerdings wurde zu keiner Zeit derartig radikal und flächendeckend gearbeitet wie heute - wohl nicht aus Überzeugung, sondern eher aus Mangel an technischen Möglichkeiten. Umso dringlicher müssen wir jetzt daran arbeiten, letzten naturnah erhaltenen Bächen und Flüssen einen konsequenten

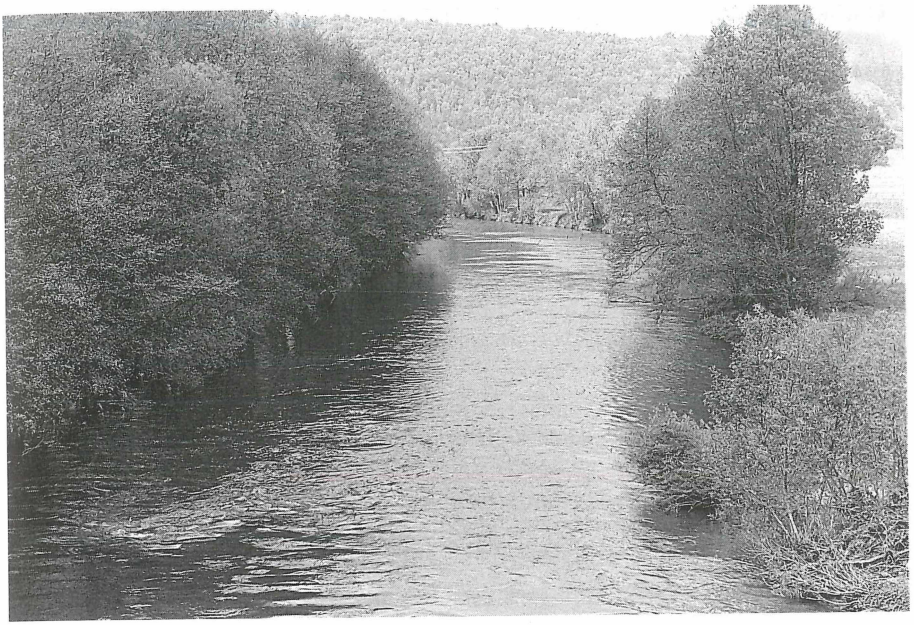

Abb. 10: Naturnahe Fließgewässer mit intakten Auenresten sind rar geworden in unserem Land.

Schutz angedeihen zu lassen (Abb. 10) und ausgebaute zu regenerieren (vgl. z.B. BLESS 1985). Um „Rückbaumaßnahmen" mit dem nötigen Sachverstand durchführen zu können, benötigen wir für viele Arten noch mehr Kenntnisse über ihre Lebensweise, wie sie z.B. BLESS (1992) in einer beispielhaften Studie für die Elritze gewonnen hat. In Niedersachsen ist ein Fließgewässerschutzprogramm auf den Weg gebracht, das es kritisch zu überprüfen, weiterzuentwickeln und schnell zu verwirklichen gilt (RASPER et al. 1991a, 1991b).

10. Literatur

BICK, H. (1989): Ökologie. - Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart/New York.

BLAB, J. (1984): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. - Kilda-Verlag, Greven.

BLAB, J. (1986): Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. - Kilda-Verlag, Greven.

BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H., Hrsg. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Kilda-Verlag, Greven.

BLESS, R. (1978): Bestandsänderungen der Fischfauna in der Bundesrepublik Deutschland. - Kilda-Verlag, Greven.

BLESS, R. (1985): Zur Regeneration von Bächen der Agrarlandschaft. Eine ichthyologische Fallstudie. - Schr.-Reihe für Landschaftspflege u. Naturschutz **26**, 1-79.

BLESS, R. (1992): Einsichten in die Ökologie der Elritze *Phoxinus phoxinus* (L.). Praktische Grundlagen zum Schutz einer gefährdeten Fischart. - Schr.-Reihe für Landschaftspflege u. Naturschutz **35**, 1-57.

BREHM, J. & MEIJERING, M.P.D. (1990): Fließgewässerkunde. Einführung in die Limnologie der Quellen, Bäche und Flüsse. - Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg.

BSH, Hrsg. (1979): Die Marka - ein schutzwürdiger Hümmlingbach. - BSH Bilanz, Biologische Schutzgemeinschaft Hunte Weser-Ems e.V., Wardenburg.

DÜTTMANN, H. (1984): Der Verlust an Brutvogelarten im Zeitraum 1900-1983 am Beispiel des Altkreises Hümmling (Niedersachsen). - Osnabrücker naturwiss. Mitt. **11**, 43-60.

ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - Verlag E. Ulmer, Stuttgart.

ELLIOTT, J.M., HUMPESCH, U.H. & MACAN, T.T. (1988): Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. - FBA Scientific Publication **49**.

ENGELHARDT, W. (1986): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? - Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

ERZ, W. (1980): Naturschutz - Grundlagen, Probleme und Praxis. - In: BUCHWALD, K. & W. ENGELHARDT, Hrsg.: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt, Bd. 3, 560-637. BLV-Verlag, München/Wien/Zürich.

GEPP, J. ,Hrsg. (1986): Auengewässer als Ökozellen - Flußaltarme, Altwässer und sonstige Auen - Stillgewässer. - Österr. Grüne Reihe, Bundesmin. Gesundheit u. Umweltschutz, Wien.

GERKEN, B. (1988): Auen - verborgene Lebensadern der Natur. - Verlag Rombach, Freiburg.

HAUSFELD, R. (1984): Die Vegetation nordwest-niedersächsischer Bachtäler in Abhängigkeit von landwirtschaftlicher Nutzung und wasserbaulichen Eingriffen. - Inf. Natursch. Landschaftspfl. **4**, 137-170.

HEHMANN, F., GOLL, A. & ZUCCHI, H. (1987): Amphibien - und Limnofauna des Breenbachtals - eine siedlungsbiologische Untersuchung in einem bedrohten Bachtal des Teutoburger Waldes. - Natur u. Landschaft **62**, 464-473.

HELLER, H. (1969): Lebensbedingungen und Abfolge der Flußauenvegetation in der Schweiz. - Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen **45**, 1-124.

HUTTER, C.-P., THIELCKE, G., HERRN, C.-P. & FAUST, B. (1985): Naturschutz in der Gemeinde. Praktischer Ratgeber für Jedermann. - Pro Natur Verlag, Stuttgart.

ILLIES, J. (1955): Der biologische Aspekt der limnologischen Fließwassertypisierung. - Arch. Hydrobiol. Suppl. **22**, 337-346.

ILLIES, J. (1959): Retardierte Schlupfzeiten von *Baëtis*-Gelegen (Insecta, Ephemeroptera). - Naturwissenschaften **46**, 119-120

ILLIES, J. (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. - Intern. Revue ges. Hydrobiologie **46**, 205-213.

JOST, O. (1975): Zur Ökologie der Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) mit besonderer Berücksichtigung ihrer Ernährung. - Bonner Zool. Monographien **6**.

LOHMEYER, W. & KRAUSE, A. (1974): Über den Gehölzbewuchs an kleinen Fließgewässern Nordwestdeutschlands und seine Bedeutung für den Uferschutz. - Natur und Landschaft **46**, 323-330.

MADSEN, B.L., BENGTSON, J. & BUTZ, I. (1977): Upstream movement by some Ephemeroptera species. - Arch. Hydrobiol. **81**, 119-127.

MÜLLER, K. (1966): Die Tagesperiodik von Fließwasserorganismen. - Z. Morph. Ökol. Tiere **56**, 93-142.

NIEMEYER-LÜLLWITZ, A. & ZUCCHI, H. (1985): Fließgewässerkunde. Ökologie fließender Gewässer unter besonderer Berücksichtigung wasserbaulicher Eingriffe. - Verlag Moritz Diesterweg/Otto Salle Verlag/Verlag Sauerländer, Aarau/Frankfurt/Berlin/München/Salzburg.

NIEMYER-LÜLLWITZ, A., POPP, D., WINKLER, J.A. & ZUCCHI, H. (1988): Rettet die Bäche. - Natur & Umwelt Verlags GmbH, München.

OSTHOFF, C. (1989): Quellen der Kalkrieser Berge: Flora, Wasserchemismus und Fauna. - Diplomarbeit, Fachhochschule Osnabrück, unveröff.

POTT. R. (1981): Vegetation naturnaher Fließgewässer und deren Veränderungen nach technischen Ausbau- und Pflegemaßnahmen. - Inf. Natursch. Landschaftpfl. **4**, 81-108.

RASPER, M., SELLHEIM, P. & STEINHARDT, B. (1991a): Das Niedersächsische Fließgewässerschutzsystem - Grundlagen für ein Schutzprogramm. Einzugsgebiete von Weser und Hunte. - Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. **25** (3), 1-306.

RASPER, M., SELLHEIM, P. & STEINHARDT, B. (1991b): Das Niedersächsische Fließgewässerschutzsystem - Grundlagen für ein Schutzprogramm. Einzugsgebiete von Ems, Hase, Vechte und Küste. - Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. **25** (4), 1-274.

REMMERT, H. (1988): Naturschutz. - Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.

REUTHER, C. & FESTETICS, A., Hrsg. (1980): Der Fischotter in Europa. Verbreitung, Bedrohung, Erhaltung. - Selbstverlag der Aktion Fischotterschutz e.V., Oderhaus/Göttingen.

ROOS, T. (1957): Studies on upstream migration in adult streamdwelling insects. - Report Institute of Freshwater Research **38**, 167-193.

RÖSER, B. (1988): Saum- und Kleinbiotope. - ECOMED-Verlagsgesellschaft, Landsberg a. Lech.

SCHÄFER, W. (1973): Der Oberrhein - sterbende Landschaft. Teil A und B. - Natur u. Museum **103**: 1-29, 73-123, 137-153, 177-192, 312-319.

SCHÖNBORN, W. (1992): Fließgewässerbiologie. - Gustav Fischer Verlag, Jena/Stuttgart.

SCHRÖPFER, R. (1983): Die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens* PENNANT, 1771), als Biotopgüteanzeiger für Uferhabitate an Fließgewässern. - Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983, 137-141.

SCHRÖPFER, R. (1985a): Symposium über semiaquatische Säugetiere und ihre Lebensräume. - Z. angew. Zool. **72**: 1-10.

SCHRÖPFER, R. (1985b): Ufergebundenes Verhalten und Habitatselektion bei der Wasserspitzmaus *Neomys fodiens* (PENNANT, 1771). - Z. angew. Zool. **72**: 37-48.

SCHRÖPFER, R. & ENGSTFELD, C. (1983): Die Ausbreitung des Bisams (*Ondatra zibethicus,* Linné, 1766, Rodentia, Arvicolidae) in der Bundesrepublik Deutschland. - Z. angew. Zool. **70**: 13-37.

SCHUA, L. (1970): Lebensraum Wasser. - Stuttgart.

SIEVERS, F. (1969): Leitfaden des Wasserbauers. - Bauingenieur-Praxis **126**, Berlin/München.

SPITZNAGEL, A. (1985): Jahreszeitliche Veränderungen im Nahrungsangebot und in der Nahrungswahl der Wasseramsel (*Cinclus c. aquaticus*). - Ökol. Vögel **7**: 239-325.

THIENEMANN, A. (1953): Fluß und See, ein limnologischer Vergleich. - Gewässer und Abwasser **1**: 13-30.

VON DRACHENFELS, O., MEY, H. & MIOTK, P. (1984): Naturschutzatlas Niedersachsen. Erfassung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche. - Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. **13**: 1-267.

WEEBER, K.-W. (1990): Smog über Attika. Umweltverhalten im Altertum. - Artemis Verlag, Zürich/München.

WESENBURG-LUND C. (1939): Biologie der Süßwassertiere. Wirbellose Tiere. - Verlag J. Springer, Wien.

WESENBERG-LUND, C. (1943): Biologie der Süßwasserinsekten. - Gyldendalske Nordisk Forlag/Verlag J. Springer, Kopenhagen/Berlin/Wien.

WIEGLEB, G. (1984): Makrophytenkartierung in Niedersachsen - Methoden, Ziele und erste Ergebnisse. - Inf. Natursch. Landschaftspfl. **4**: 109-136.

ZWAFELINK, K. (1993): Untersuchungen zur Drift und Aufwanderung ausgewählter Taxa eines Baches der Forellenregion unter besonderer Berücksichtigung verrohrter Abschnitte. - Diplomarbeit, Universität Osnabrück, unveröff.

Manuskript eingegangen: 04.02.1993

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Herbert Zucchi
Fachbereich Landespflege
- Zoologie/Tierökologie -
Fachhochschule Osnabrück
Am Krümpel 33
D-49090 Osnabrück

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: 135

Autor(en)/Author(s): Zucchi Herbert

Artikel/Article: Zur Ökologie heimischer Fließgewässer - eine Einführung 7-28