

Gerald Dick

**Fließgewässer
Ökologie und Güte
– verstehen und bestimmen**



Richtige Ökonomie ist die kulturelle Fortsetzung der Ökologie. Wäre der Mensch in Politik und Wirtschaft dieser Grundregel gefolgt, hätte es niemals jene katastrophalen Umweltzerstörungen und Lebensraumvergiftungen gegeben, die uns heute bedrohen. Rettung aus dieser Gefahr können nicht Meinungskrieg und gegenseitige Bekämpfung bringen, sondern einzig und allein die Zusammenarbeit aller.

Der 1984 gegründete „Verein für Ökologie und Umweltforschung“ will gemeinsam mit der bereits seit 1957 auf dem Gebiet des Umweltschutzes in vorderster Front kämpfenden „Forschungsgemeinschaft Wilhelminenberg“ den Weg der Zusammenarbeit gehen und vor allem durch das „Institut für angewandte Öko-Ethologie“ neue Initiativen setzen. Es geht hier um die Erforschung vorrangiger Umweltprobleme ebenso wie um die Revitalisierung zerstörter Gebiete und die steuernde Mitplanung von Ökologen bei ökonomischen Maßnahmen in der Landschaft. Dazu kommen Information und Volksbildung als wichtige Faktoren im Kampf um eine gesündere Umwelt.

Auch dieses Heft soll Beitrag sein zur Erreichung der gesetzten Ziele.

U M W E L T

SCHRIFTENREIHE FÜR ÖKOLOGIE UND ETHOLOGIE

Gerald Dick

**Fließgewässer
Ökologie und Güte
– verstehen und bestimmen**

15

HERAUSGEBER:
VEREIN FÜR ÖKOLOGIE UND UMWELTFORSCHUNG 1990



Zum Autor

Dr. phil. Gerald Dick, geb. am 17. 5. 1958 in Wien. Studium der Zoologie, Botanik und Biologie und Erdwissenschaften an der Universität Wien. Dissertation über die Öko-Ethologie des Nahrungserwerbs bei der Graugans im Seewinkel, Burgenland. Seit 1983 Mitarbeit am Institut für angewandte Öko-Ethologie in Rosenberg.

Zahlreiche wissenschaftliche und populäre Publikationen. Hauptarbeitsgebiet: Öko-Ethologie, Feuchtgebiets- und Wasservogelforschung, praktische Naturschutzarbeit; zahlreiche Kontakte zu internationalen Naturschutzorganisationen.



Autor: Gerald Dick, Institut für angewandte Öko-Ethologie in Rosenberg

Herausgeber, Eigentümer und Verleger: Verein für Ökologie und Umweltforschung, 1090 Wien, Glasergasse 20/4.

Hersteller: Offsetdruck und Buchdruck: F. Csöngei Gesellschaft m.b.H., 1120 Wien, Schönbrunner Straße 184.

Erscheinungsjahr 1990

Inhalt

Einleitung	5
1. Ökologische Grundlagen	7
1.1. Was ist Ökologie?	7
1.2. Ökosystem	8
1.3. Teildisziplinen	11
1.4. Arbeitsmethoden	12
2. Feuchtlebensräume: Vom Tümpel zum internationalen Schutzgebiet	14
3. Europas Entwässerungssysteme und die Fließgewässer Österreichs	17
3.1. Entwässerungssysteme Mittel- und Osteuropas	17
3.2. Fließgewässer Österreichs	20
4. Fließgewässer	22
4.1. Allgemeines	22
4.2. Abiotische Faktoren	27
4.3. Spezialanpassungen der Lebewesen	35
4.4. Nahrungskreislauf	39
4.5. Fischbiologische Zonierung	42
4.6. Sammelmethode zur Gewässergütebestimmung	46
5. Gewässergüte	48
5.1. Definition und Methoden	48
5.2. Biologische Gütebestimmung	54
5.3. Bestimmung der Indikatororganismen	58
6. Andere Bioindikatoren	70
7. Gefährdung und Revitalisierung von Lebensraum und Wasserqualität	72
7.1. Beeinträchtigungen der Flußläufe und des Umlandes	72
7.2. Schwerpunkte der Verunreinigungen der Fließgewässer Österreichs	76
7.3. Fallbeispiele zum Einfluß von Wasserkraftwerken und Industrieanlagen (Dr. H. Heger, E. F. Stahl)	78
7.4. Revitalisierung	82
8. Glossar	84
9. Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur	87
10. Unterrichtsfilme	90
11. Wichtige Adressen	92
12. Danksagung	95
13. Overhead-Kopiervorlagen	95

Anhang 1	Einfache Liste für die mikroskopisch-biologische Wassergütebeurteilung	102
Anhang 2	Liste für die mikroskopisch-biologische Wassergütebeurteilung für Geübte	104
Anhang 3	Indikatororganismen: Liste der Makroorganismen des Zoobenthos nach DIN	107
Anhang 4	Praktische Gütebestimmung: Formular zum Eintragen	112
Farbtafel:	Gewässergüte der Fließgewässer Österreichs	

Einleitung

Die lebensspendenden Fließgewässer überziehen die Erde wie ein Gefäßsystem. Diese wasserspendenden Gefäße ließen Siedlungen, große Städte und Kulturen entstehen, obgleich die Beziehung Mensch-Wasser immer zwiespältig war. Auf der einen Seite begehrt als Trinkwasser, Waschwasser und Transportmedium, auf der anderen Seite gefürchtet als Unheilbringer durch Überschwemmungen und andere Katastrophen. In dem entstandenen Kampf gegen diese Katastrophen wurden aber die Gewässer selbst in weiten Teilen Europas vernichtet und ihr ökologischer Charakter entscheidend verändert. Verbauungen und Regulierungen wirkten sich auf das Umland aus und trugen zu der Artenverarmung, die durch intensive menschliche Tätigkeiten auch in den angrenzenden Lebensräumen zunahm, wesentlich bei. Gleichzeitig stieg auch die Belastung der Gewässer durch organische Verunreinigungen aus Siedlungsgebieten und durch verschiedenste Abwässer aus Großbetrieben und Fabriken.

In dieser unerfreulichen Situation beginnt aber das Pendel heute in die Gegenrichtung auszuschlagen. Mit dem wachsenden ökologischen Verständnis setzt sich unsere Gesellschaft wieder mehr mit der Bedeutung des Wassers und der Funktion der Fließgewässer im Ökosystem und Sozialsystem auseinander. Ökologische Funktion und Ästhetik spielen bei praktischen Entscheidungen im Umgang mit Fließgewässern eine immer wichtigere Rolle. Damit solche positive Maßnahmen in Zukunft keine Einzelerscheinungen bleiben, ist aber ein Verständnis vor allem bei den jungen Generationen Voraussetzung. Dazu muß der Umgang mit dem Wasser beziehungsweise dem Gewässer verstärkt gelehrt und gelernt werden. Diesem Ziel dient das vorliegende, inhaltlich komprimierte, Lehrerhandbuch, indem es die Fließwasserökologie als Teil der ökologischen Disziplinen behandelt, zahlreiche zu Schlagwörtern herabgekommene Begriffe definiert und vor allem zur Wasseruntersuchung anleitet. Das *Begreifen* der für die Gewässergüte wichtigen Organismen ist der Schlüssel zu einem positiven Verständnis von Feuchtlebensraum, Bach und Fluß und für die Erkenntnis, daß ein fließendes Wasser mehr als nur H₂O und Gefälle ist.

1. Ökologische Grundlagen

1.1. Was ist Ökologie?

Wie bei jeder naturwissenschaftlichen Disziplin, so also auch bei der Ökologie, reichen die Wurzeln der Entstehung zurück bis ins Altertum, namentlich bis zu Aristoteles (384–322 v. Chr.). Obwohl der Begriff Ökologie noch nicht geprägt war, wurde der Beziehung zwischen Tieren und ihrer Umwelt bereits Aufmerksamkeit geschenkt. Der Begriff Ökologie entstammt dem Griechischen, und zwar dem Wort *oikos*, das so viel bedeutet wie Haus, Platz um zu leben und *logos* – der Lehre. Insgesamt ist die Ökologie also die Lehre vom Haushalt der Natur. Dieser vom Wort her abgeleiteten Definition schließen sich dann im Zuge des Werdens dieses Wissenschaftszweiges noch weitere detailliertere und erweiternde Definitionen an. Als Begründer der Ökologie als eigene Wissenschaftsdisziplin gilt allgemein der Zoologe ERNST HAECKEL (1834–1919), dessen umfangreiche Definition von 1866 im Grunde bis heute Gültigkeit besitzt: „Unter Oecologie verstehen wir die gesamte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle ‚Existenzbedingungen‘ rechnen können“ Weiters verwendet er bereits den Begriff „Tierökologie“, die „Lehre von der Ökonomie, von dem Haushalt der tierischen Organismen. Diese hat die gesamten Beziehungen des Tieres sowohl zu seiner anorganischen als zu seiner organischen Umgebung zu untersuchen, vor allem die freundlichen und feindlichen Beziehungen zu denjenigen Tieren und Pflanzen, mit denen es in direkte oder indirekte Berührung kommt; oder mit einem Wort alle diejenigen verwickelten Wechselbeziehungen, welche Darwin als die Beziehungen des Kampfes ums Dasein bezeichnet“. CHARLES DARWIN (1809–1882), für dessen Evolutionstheorie ökologische Bedingungen und in der Folge die wirkende Selektion entscheidende Triebkräfte für Veränderungen waren, übte zweifellos durch seine ökologischen Beobachtungen auf der berühmten Beagle-Expedition starken Einfluß auf Haeckel aus. Seit dem von diesem errichteten Theoriengebäude fehlt die Disziplin Ökologie in keinem Biologielehrbuch. Der Ausgangspunkt vom Tier wird heute als Teildisziplin zusammengefaßt (Tierökologie) und die Beschäftigung mit den Beziehungen eines Tieres beziehungsweise einer Art zur Umwelt als Autökologie (griech. *autos* = selbst). Die Aufsplitterung in zahlreiche Teildisziplinen, auf die noch näher eingegangen wird, und die Errichtung eigener Studien-zweige für Ökologie, zeigt schon den großen Stellenwert dieser Forschungsrichtung innerhalb der Biowissenschaften.

1.2. Ökosystem

Der Begriff Ökosystem geht auf das Jahr 1935 zurück, als der englische Ökologe A. G. TANSLEY (1871–1955) die Einheit von Organismen und Umwelt erneut betonte und durch eine Wortschöpfung auszeichnete. Besonders seit dem Erscheinen des Ökologielehrbuches von EUGENE ODUM 1971, „Grundlagen der Ökologie“, ist das Ökosystem ins Zentrum ökologischer Betrachtungsweisen gerückt. Dabei gilt jede Einheit, die alle Organismen in einem gegebenen Areal umfaßt und die mit der physikalischen und chemischen Umwelt in Austausch steht, sodaß ein Energiefluß klar definierte Nahrungsketten, Mannigfaltigkeit der biologischen Beziehungen und Stoffkreisläufe schafft, als ein ökologisches System oder Ökosystem. Das Ökosystem ist die grundlegende Funktionseinheit in der Ökologie, weil es beides umschließt, Organismen und Umwelt. Jedes beeinflusst die Eigenarten des anderen und beide sind notwendig für die Erhaltung des Lebens auf der Erde. Für die Gemeinschaft der Organismen hat bereits MÖBIUS 1877 den heute noch gültigen Begriff der **Biozönose** (griech. bios = Leben, coen = gemeinsam) geprägt. Dabei fixieren die autotrophen (griech. autos = selbst, trophe = Ernährung) Pflanzen Lichtenergie und bauen aus anorganischen Stoffen komplexe organische Verbindungen auf. Die Gesamtheit der organischen Komponenten bildet die **Biomasse**. Alle abiotischen Faktoren, also der „nackte“ unbelebte Lebensraum einer Biozönose, bilden den **Biotop** (griech. bios = Leben, topos = Ort, Standort). Man könnte also auch abgekürzt das Ökosystem als funktionelle Einheit aus Biozönose und Biotop definieren. Der Standort eines Organismus ist der Ort wo man ihn suchen würde, gewissermaßen seine „Adresse“, während die **ökologische Nische** auch funktionelle Aspekte mit einschließt (z. B. Stellung in der Nahrungskette), also was er tut, sozusagen sein „Beruf“. Damit ist die ökologische Nische auf keinen Fall ein Synonym für **Habitat** (= der eng umgrenzte Wohnraum), sondern umfaßt den funktionellen Status eines Organismus in seiner Gemeinschaft (wie von CHARLES ELTON definiert). Daraus geht auch hervor, daß zwei Arten im selben Makrohabitat nicht für längere Zeit dieselbe ökologische Nische besetzen können (**Konkurrenzausschlußprinzip**). Diese räumliche Auffassung des Nischen-Konzeptes führte bei G. E. HUTCHINSON zur Definition eines multidimensionalen Raumes oder dem Hypervolumen. Dieser Ansatz war besonders der mathematischen Behandlung und Modellbildung zugänglich. Zu den ersten klassischen Arbeiten der Nischentrennung bei ähnlichen Arten im selben Habitat gehört die Untersuchung von MACARTHUR an amerikanischen Waldsängern. Vier Arten dieser Vögel brüteten im selben Fichtenwald, ihre Nahrungsplätze und Nester befanden sich allerdings in verschiedenen Teilen der Fichten. Aus dem aquatischen Bereich gibt es auch ein sehr gutes Beispiel: die an der Wasseroberfläche leicht zu beobachtenden, äußerlich sehr ähnlichen Wasserwanzen, Rückenschwimmer (*Notonecta*) und Ruderwanze (*Corixa*), unterscheiden

sich in ihrer Ernährungsweise im selben Habitat. Der Rückenschwimmer ist ein Räuber, der die Beute im Schwimmen fängt und frißt, während die Ruderwanze hauptsächlich von Pflanzen lebt.

Wichtig ist den Systemcharakter des Ökosystems zu betonen, denn dadurch werden die zahlreichen – oft unüberschaubaren – Wechselbeziehungen besser verständlich. Die Veränderung nur einer Komponente kann also über kausale Verbindungen an ganz anderer Stelle wirksam werden und auch die gesamte Funktionseinheit Ökosystem verändern (Abb. 1). Dabei handelt es sich um offene Systeme, das heißt, daß sie untereinander und mit der Atmosphäre durch Stoffaustausch in Verbindung stehen. Die Strahlungsenergie stammt von der Sonne, organisches Material wird durch Störungen, Wanderungen, aktiven Lebensraumwechsel (Entwicklungszyklen) exportiert und importiert. Diese Systeme haben also keine scharfen Grenzen. Selbst scheinbar deutlich begrenzte Systeme, wie Bäche oder Seen haben zahlreiche Kontakte zu angrenzenden Ökosystemen. Diese Kontakte bestehen zum Beispiel durch fischfressende Tiere, wie Fischotter, Kormoran, Graureiher und Eisvogel oder Insekten, deren Larven im Wasser leben (z. B. Köcherfliegen, Steinfliegen u. a.). Obwohl es also zahlreiche Beziehungen und Austausch mit umgebenden Systemen gibt, hat das Ökosystem die Fähigkeit zur Selbsterhaltung und **Selbstregulation**. Mit all diesen Regelmechanismen be-

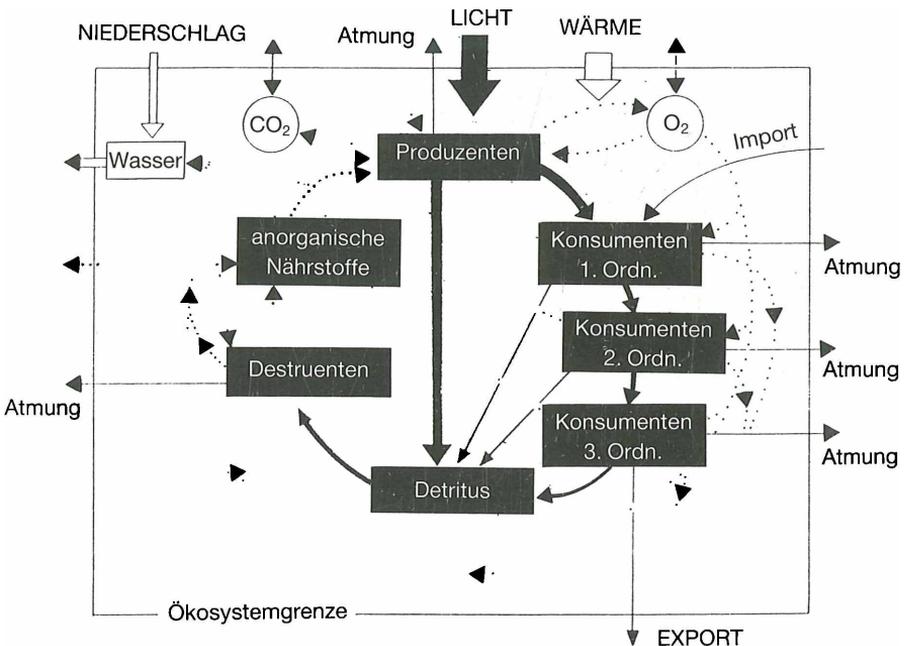


Abb. 1: Energieflußschema und ausgewählte Stoffkreisläufe im Ökosystem (verändert nach BICK 1989)

schäftigt sich eine eigene Wissenschaft, nämlich die **Kybernetik** (griech. kybernetes = Steuermann). Diese Wissenschaft von den Steuerungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, hat in den letzten Jahren viel zum theoretischen Hintergrund und zum praktischen Verständnis des Systemcharakters beigetragen. Durch die Fähigkeit zur Regulation erlangen Ökosysteme Gleichgewichtszustände, die kurz als **ökologisches Gleichgewicht** bezeichnet werden. Obwohl dieser Begriff gerne in umweltpolitischen Diskussionen als Schlagwort verwendet wird, ist der Begriffsinhalt keineswegs klar definiert. Um aber doch eine Vorstellung solcher Gleichgewichte zu bekommen, soll auf zwei wesentliche Unterscheidungen hingewiesen werden:

1. Gleichgewichtszustände, die die Biozönose betreffen. Die Organismengruppen (Populationen, Arten, etc.), die jährlichen Bestandsschwankungen unterworfen sind, bleiben in ihrem ganzheitlichen Abhängigkeits- und Wirkungsgefüge erhalten. Für ein Fortbestehen des Gleichgewichts ist aber eine Zuwanderung neuer Arten und eine Veränderung der abiotischen Faktoren auszuschließen. Für Arten oder Populationen sind die klassischen Beziehungen von Pflanze – Pflanzenfresser, Räuber – Beute oder Wirt – Parasit gute Beispiele.

2. Fließgleichgewicht des Gesamtsystems. In das System dringen von außen Sonnenenergie, organische und anorganische Stoffe, abgegeben nach außen werden Energie in Form von Wärme und Stoffen. Diese Dynamik ergibt ein Fließgleichgewicht in Form von Aufbau und Abbau organischer Substanz, wie wir sie zum Beispiel bei der natürlichen Bodenbildung und dem Bodenabtrag oder bei der pflanzlichen Biomasseproduktion und der Entnahme durch Weidegänger finden. Der Gesamtgleichgewichtszustand, der sich auf eine bestimmte Zeitspanne und eine räumliche Einheit bezieht, ist durch die sich ändernden einwirkenden Einflüsse und unterschiedlichen Ausgangsgrößen ein äußerst dynamisches Gleichgewicht.

Durch die Diskussion des Gleichgewichtszustandes ergibt sich logischerweise die Frage nach der Stabilität oder Labilität eines Systems. Obwohl im Detail die Frage nach Stabilität keineswegs restlos geklärt ist, so lassen sich doch allgemein die beiden Zustände beschreiben: Ein Ökosystem ist stabil, wenn es Störungen widerstehen kann oder nach einer Störung wieder zum ursprünglichen Organismenbestand, Energie- und Stoffhaushalt zurückfinden kann. Ein labiles System hingegen ist nicht in der Lage Störungen zu verkraften oder auszugleichen. Solche Systeme ändern ihren Zustand und gehen in ein anderes ökologisches System über. Bei den Störungen ökologischer Systeme spielen die menschlich verursachten Belastungen von Boden, Wasser und Luft heute eine übergeordnete und globale Rolle in der Auswirkung auf die Einzelsysteme.

1.3. Teildisziplinen

So umfassend das Betätigungsfeld der Ökologie ist, so zahlreich sind auch die Teildisziplinen. Die Unterteilung in einzelne Fachrichtungen richtet sich nach dem gelegten Schwerpunkt. Wird zum Beispiel das Beziehungsgefüge einer Insel untersucht, spricht man von Inselökologie, ebenso bei Bachökologie, Wiesenökologie etc. Hier benennt also der untersuchte Lebensraum die Forschungsrichtung. Dieser sehr komplexe Ansatz kann auch mit **Ökosystemforschung** oder **Ökosystemanalyse** übertitelt werden und ist meist von einem umfangreichen theoretischen Teil begleitet. Die theoretischen Überlegungen führen zu mathematischen Modellen, die mit Vereinfachungen und Abstraktionen der realen Welt die Zusammenhänge besser verständlich machen sollen. Diese theoretische Ökologie wird auch **Systemökologie** genannt. Für die Modellerstellung, zum Beispiel beim Energiefluß, sind Computer-Simulationen und Berechnungen ein wesentlicher Bestandteil. Im Organismenreich wird gerne nach den bearbeitenden Disziplinen, nämlich Botanik und Zoologie unterschieden, also zwischen **Pflanzen-** und **Tierökologie**. Ein weiterer und sehr wichtiger Ansatz in der Ökologie ist der Ausgangspunkt vom Individuum, von der Art, von Organismengruppen oder Populationen. Die Untersuchung der Beziehungen von Einzelorganismen oder Arten zu ihrer Umwelt heißt **Autökologie** (griech. autos = selbst). Eine autökologische Untersuchung wäre zum Beispiel die Lebensraumnutzung der Singdrossel oder die Standortansprüche der Buche. Die **Synökologie** (griech. syn = zusammen) hingegen untersucht Organismengruppen, die eine Einheit bilden, also zum Beispiel ein Buchenwald mit Singdrosseln. Die **Demökologie** (griech. demos = Bevölkerung) beschäftigt sich mit der Struktur und Dynamik von Populationen. Wichtig ist schließlich noch die Unterteilung der ökologischen Disziplinen nach den drei großen Lebensräumen Festland, Binnengewässer und Meer. Die Landlebensräume untersucht die **terrestrische Ökologie** (lat. terra = Erde) oder **Epeirologie** (griech. epeiros = Festland), die Binnengewässer untersucht die **Limnologie** (griech. limne = das stehende Gewässer) und das Meer die **Marinökologie** oder **Marinbiologie** (lat. mare = Meer). Heute, im Zeitalter zunehmender ökologischer Probleme, gewinnt die angewandte Forschung immer mehr an Bedeutung. Anwendung der Erkenntnisse bedeutet Regulation, Schadensgutmachung, Emissionsverminderung, Revitalisierung – kurz Minimierung der menschlichen Störeinflüsse. Damit im Zusammenhang steht der Mensch in seinem Wohn-Lebensraum immer mehr im Mittelpunkt der Untersuchungen (z. B. **Humanökologie**, **Stadtökologie** u. v. a. m.). In den folgenden Kapiteln soll der aquatische Bereich herausgegriffen und hier wiederum die Fließgewässer ausführlich behandelt werden.

1.4. Arbeitsmethoden

Als naturwissenschaftliche Forschungsrichtung geht auch die Ökologie empirisch (Empiricus: Erfahrungsgelehrter) vor. Das bedeutet, daß in bezug auf eine konkrete Fragestellung eine Hypothese formuliert wird (der induktive Weg, z. B. Modellbildung). Die Überprüfung dieser Hypothese erfolgt dann entweder im Labor (z. B. Experimente) oder im Freiland. Tatsächlich werden mittels unterschiedlicher Sammel- und Fangmethoden Tiere oder Pflanzen entnommen, die dann anschließend im Labor weiterbearbeitet, bestimmt oder ausgezählt werden. Durch die Vielzahl ausgeklügelter Fang- und Sammelmethoden sind quantitative Aussagen möglich sowie auch die Überprüfung der formulierten Hypothese (deduktive Überprüfung an Hand der gewonnenen Daten).

Neben den Sammelmethoden gibt es auch noch eine Vielzahl von Methoden zur Erfassung der abiotischen Faktoren (z. B. Temperatur, Windstärke, Lichteinstrahlung). Für die diversen Sammelmethoden sollen hier exemplarisch für jeden Lebensraumkomplex einige Beispiele genannt werden. In der terrestrischen Ökologie spielt der Fang von Insekten eine große Rolle. Beim Vergleich etwa von Wiesentypen (z. B. Pflanzenzusammensetzung, Vegetationsstruktur, Wuchshöhe etc.) im Hinblick auf das Insektenvorkommen ist die einfachste Methode das Sammeln mit einem Käscher (Abb. 2). Durch das halbkreisförmige Hin- und Herbewegen werden die Insekten von den Pflanzen abgestreift. Nachtaktive Insekten können mit Lampen angelockt und sodann aufgesammelt werden. In Abbildung 3 ist eine solche Lichtquelle als Falle dargestellt.

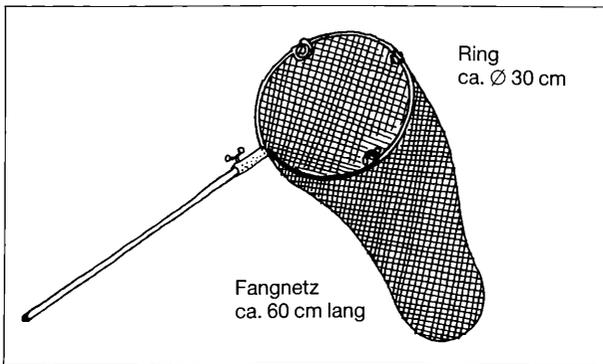


Abb. 2: Käscher zum Fang von Landinsekten

In der Limnologie gibt es zur Erforschung des Seegrundes zahlreiche Schleppnetze (Dredgen) und Greifer, die das Sediment zu Tage befördern (Abb. 4). Auf spezielle Methoden am Fließgewässer wird in den folgenden Kapiteln noch näher

eingegangen werden. Als Beispiel für die Marinbiologie sei schließlich noch die Anwendung des Echolots einerseits für Tiefenmessungen, andererseits zur Ortung von Fischschwärmen erwähnt (Abb. 5).

Abb. 3

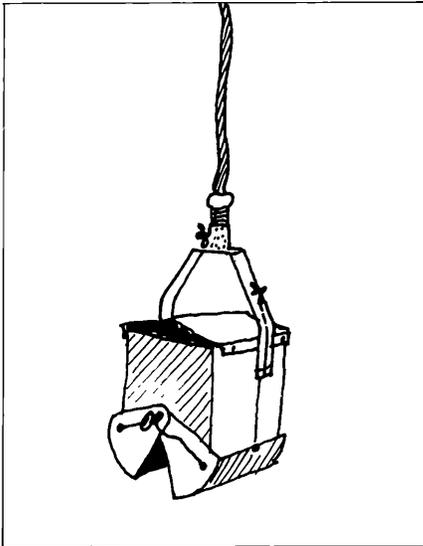
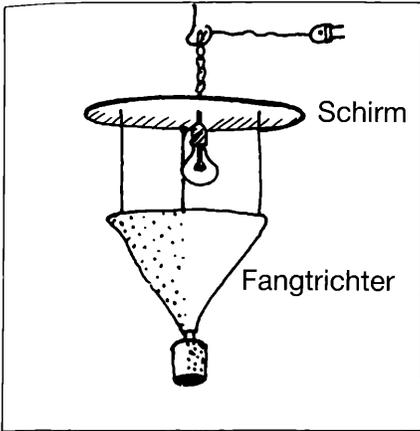


Abb. 4

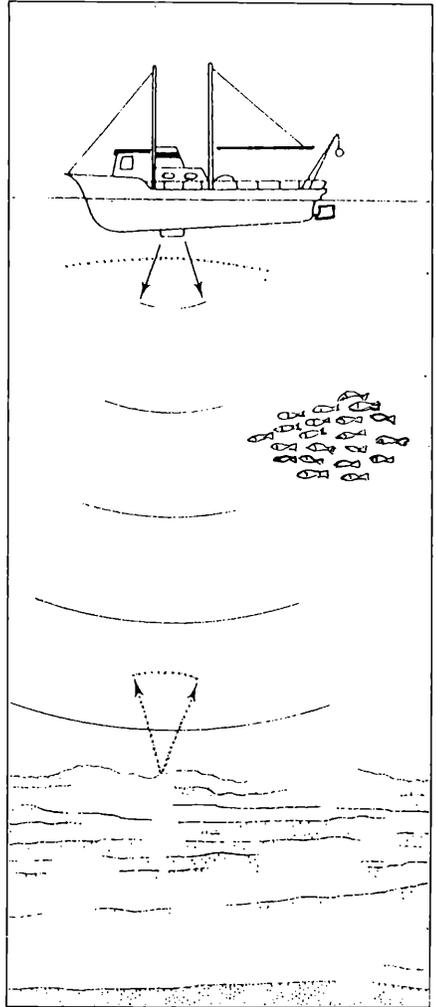


Abb. 5

Abb. 3: Lichtfalle zum Fang von nachtaktiven Insekten
Abb. 4: Greifer nach EKMAN-BIRGE zur Entnahme von Boden-Sediment-Proben
Abb. 5: Echolot zur Ortung von Fischschwärmen und Strukturen des Meeresgrundes

2. Feuchtlebensräume: Vom Tümpel zum internationalen Schutzgebiet

Nach Jahrzehnten der Trockenlegung von feuchten Wiesen und Kleingewässern, der aus Landes- und Bundesmitteln geförderten Entwässerungen von rund 188.000 ha allein zwischen 1945 und 1987, bekommt der Tümpel und die Feuchtwiese wieder einen anderen Stellenwert. Die Bedeutung von kleinen Wasserlebensräumen für das ökologische System, für die Artenvielfalt und menschliche Lebensqualität wird immer mehr bewußt. Heute gibt es Förderungen zum Belassen von Feuchtwiesen und die Anlage eines Tümpels gehört fast in jedes Gemeindeförderungsprogramm. Diese Tümpel, die oft auch über einen Zu- und Ablauf verfügen, bieten vielen gefährdeten Tierarten (z. B. den Amphibien) die Möglichkeit sich weiter zu verbreiten und erfüllen deshalb für die Artenvielfalt eine wichtige Funktion. Neben diesen lokalen, regionalen oder national bedeutenden Feuchtlebensräumen, gibt es aber auch international bedeutende Gebiete. Um diese international wichtigen Gebiete zu schützen, beziehungsweise deren Nutzung zu lenken, wurde 1971 in Ramsar im Iran eine internationale Konvention zum Schutz von Feuchtlebensräumen, insbesondere für Wasser- und Watvögel, ins Leben gerufen. Nach dem Gründungsort wird auch von der **Ramsar-Konvention** gesprochen und die aufgelisteten zu schützenden Gebiete Ramsar-Gebiete genannt. Österreich ist dieser Konvention mit Wirkung 1983 beigetreten und hat 5 Ramsar-Gebiete aufgelistet: Rheindelta – Bodensee (Abb. 6), Stauseen am Unteren Inn (Abb. 7), Donau-March-Auen (Abb. 8) und Untere Lobau und Neusiedlersee einschließlich der Lacken im Seewinkel (Abb. 9). Diese Ramsar-Gebiete müssen bestimmten Kriterien entsprechen, um den internationalen Schutzstatus zu erlangen. Die wichtigsten sind:

- regelmäßiges Auftreten von 10.000 Enten, Gänsen und Schwänen, oder 10.000 Bläßhühner, oder 20.000 Watvögel
- regelmäßiges Auftreten von 1% einer Population einer Art oder Unterart von Wasservögeln
- regelmäßiges Auftreten von 1% der Brutvögel einer Population einer Art oder Unterart von Wasservögeln
- Auftreten von seltenen, bedrohten oder besonders gefährdeten Arten oder Unterarten von Tieren oder Pflanzen
- Besonderheit von Flora und Fauna, deshalb von besonderer Bedeutung zur Erhaltung der genetischen und ökologischen Diversität dieser Region
- besonderer Wert für endemische Pflanzen und Tiere oder Lebensgemeinschaften

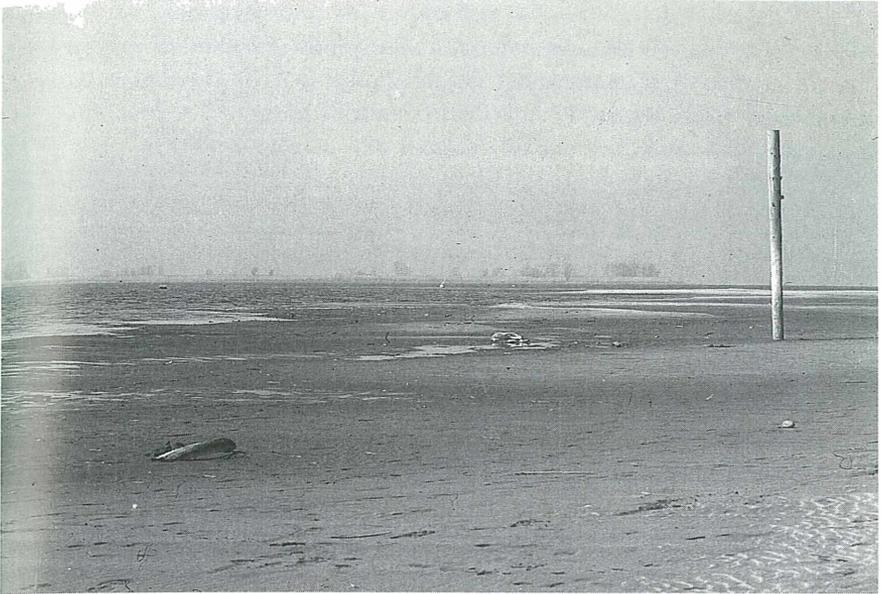


Abb. 6: Ramsar-Gebiet Rheindelta/Bodensee (Photo P. SACKL.)

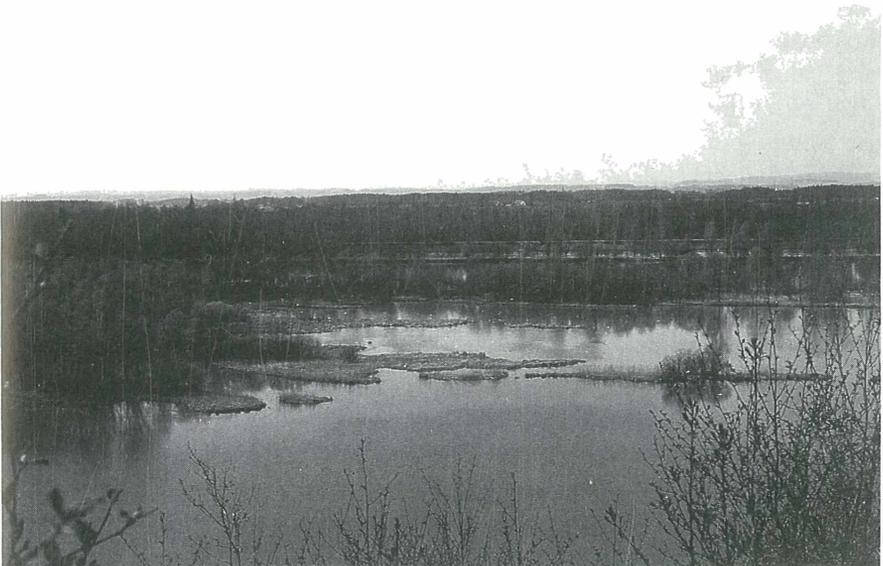


Abb. 7: Ramsar-Gebiet Inn Stauseen (Photo G. AUBRECHT)

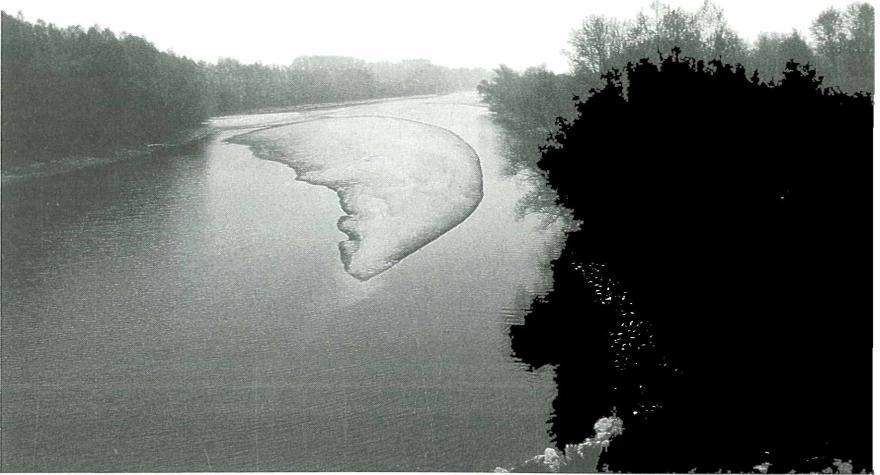


Abb. 8: Ramsar-Gebiet Donau-Auen (Photo G. DICK)

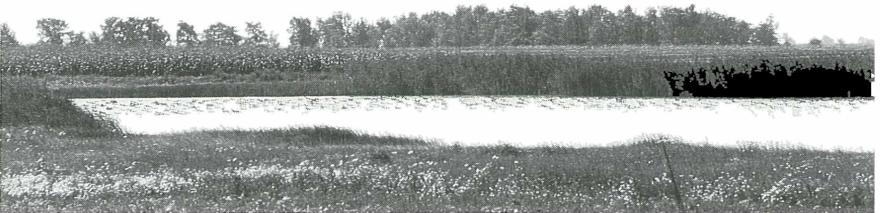


Abb. 9: Ramsar-Gebiet Neusiedlersee/Seewinkel-Lackengebiet (Photo G. DICK)

Einmal in die Liste aufgenommen, verpflichtet sich der Vertragsstaat den Feuchtgebietsschutz zu forcieren, ökologische Veränderungen zu verhindern bzw. über Zustandsveränderungen dem Sekretariat der Konvention zu berichten. Bis zur Folgekonferenz in Montreux (Schweiz) 1990 sind 59 Staaten dieser Konvention beigetreten, insgesamt wurden 488 Ramsar-Gebiete mit einer Totalfläche von 30.154.352 ha nominiert. Arbeitsschwerpunkt der Mitgliedsstaaten der Konvention für die nächsten Jahre soll, wie in Montreux beschlossen, die Ausarbeitung von Management-Plänen und eine begleitende Beobachtung der Ramsar-Gebiete sein. Auf diese Weise soll auch besserer Schutz und eine bessere Kontrolle gewährleistet werden.

3. Europas Entwässerungssysteme und die Fließgewässer Österreichs

3.1. Entwässerungssysteme Mittel und Osteuropas (Abb.10)

Die zahlreichen Quellen und Bäche Europas schließen sich zu Flüssen zusammen und nur wenige große Flüsse stellen dann tatsächlich die entwässernde Verbindung zu den Meeren her (vgl. Kap. 4). In die Nordsee münden **Rhein** und **Elbe**, wobei der Rhein in der Schweiz entspringt, den Bodensee durchquert und ab Basel nach Norden durch Deutschland und die Niederlande fließt, wo er südlich von Rotterdam mündet (Nebenflüsse: Aare, Neckar, Main, Lahn, Mosel, Ruhr). Die im Riesengebirge in der Tschechoslowakei entspringende Elbe nimmt nach Prag die Moldau auf und fließt dann durch Dresden und Magdeburg und mündet bei Hamburg in die Nordsee (Nebenflüsse: Eger, Mulde, Saale, Havel). Nahe der Grenze zu Schlesien in der Tschechoslowakei entspringt die **Oder**, die durch Breslau und Frankfurt an der Oder fließt und bei Stettin in die Ostsee mündet (Nebenflüsse: Neiße, Warthe). Östlich des Oder Ursprungs, aber bereits in Polen, entspringt die **Weichsel**, die nordwärts nach Warschau fließt und bei Danzig in die Ostsee mündet (Nebenflüsse: San, Wieprz, Bug). Der wohl bedeutendste und Mittel- mit Osteuropa verbindende Strom ist die **Donau**. Vom Ursprung im Schwarzwald in Deutschland bis zur Mündung im Donaudelta am Schwarzen Meer an der Grenze von Rumänien und der Sowjetunion, werden acht Länder durchflossen bzw. berührt. Als wesentlicher Entwässerungsstrom der Alpen durchschneidet sie einerseits den Alpenbogen bei der Wiener Pforte und andererseits den Karpatenbogen beim Eisernen Tor an der jugoslawisch-rumänischen Grenze (Nebenflüsse: Isar, Inn, Traun, March, Rabnitz, Raab, Drau, Theiß, Save, Siret, Prut). In den Waldkarpaten, im polnisch-ukrainischen Grenzgebiet ent-



Abb. 10: Entwässerungssysteme Mittel- und Osteuropas

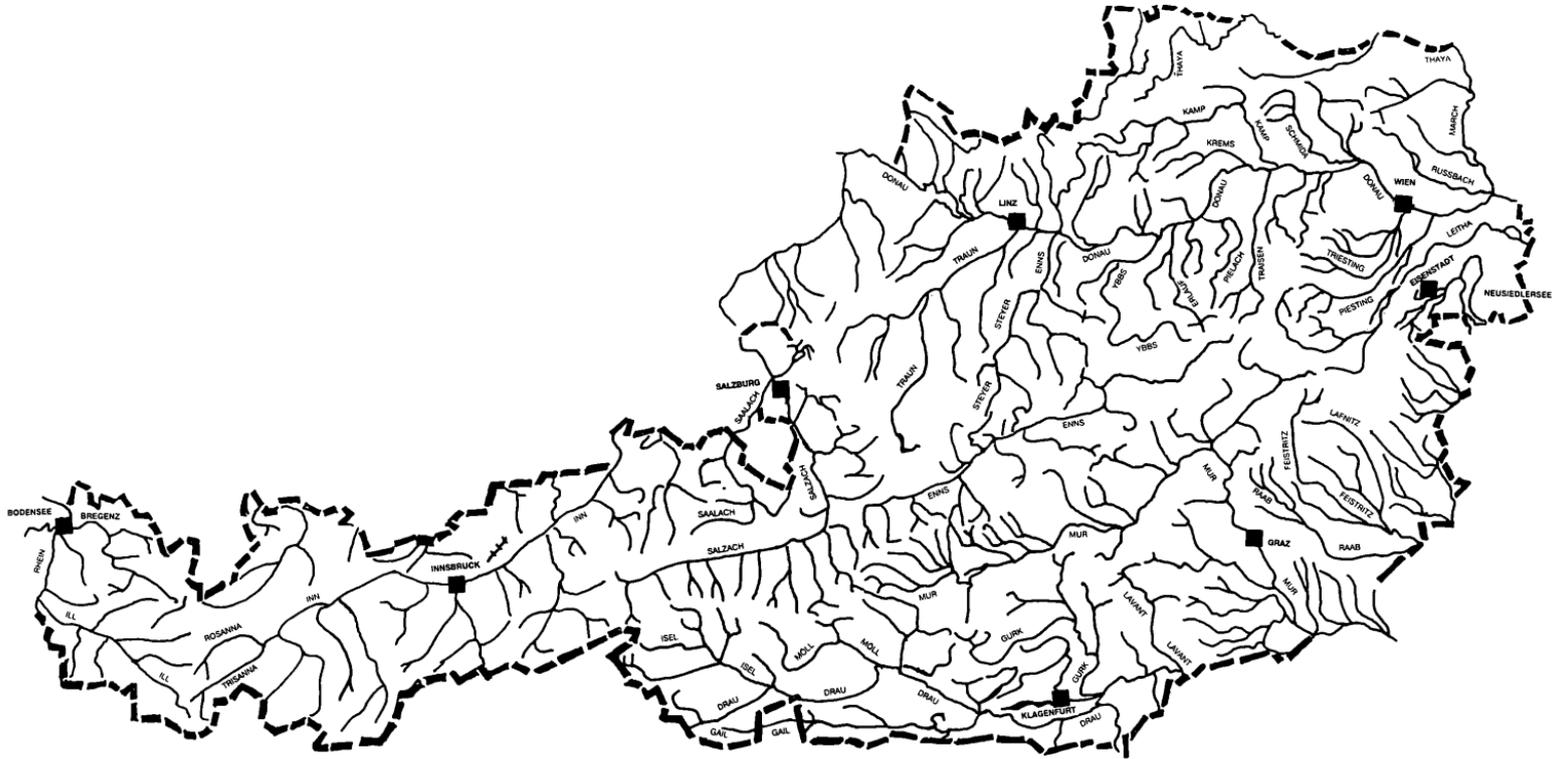


Abb. 11: Fließgewässer Österreichs

springt der **Dnjestr**, der nördlich der Donau, südlich von Odessa in das Schwarze Meer mündet. Ebenfalls ins Schwarze Meer und zwar bei Cherson mündet der westlich auf der Höhe von Moskau entspringende und in der Folge Kiew durchfließende **Dnjepr**. Weiter östlich sind schließlich noch der **Don**, der ins Asowsche Meer mündet, und die **Volga**, die nordwestlich von Moskau entspringt und in einem etwa 652.500 ha großen Delta ins Kaspische Meer mündet, zu erwähnen. Mit dem in die Adria mündenden **Po** und der ins Mittelmeer im Gebiet der Camargue mündenden **Rhône** sind noch zwei bedeutende Deltagebiete genannt und somit die wesentlichen Entwässerungssysteme Mittel- und Osteuropas.

3.2. Fließgewässer Österreichs (Abb. 11)

Innerhalb der europäischen Entwässerungssysteme nimmt Österreich eine recht interessante Stellung ein. Österreich hat Anteil an drei großen Entwässerungssystemen und zwar am Rheinsystem, am Elbesystem und selbstverständlich ganz wesentlich am Donausystem. Vorarlberg entwässert zu 90% über den Rhein und Bodensee. Wesentlich dabei sind die Bregenzer Ache und die Ill als Hauptzufluß des Rhein. Die restliche Wassermenge wird über die Donau abgeführt, so durch den Lech, der nordwärts nach Augsburg fließt und nach Donauwörth in die Donau mündet. Am Weg durch Nordtirol wird dabei das Gebiet zwischen Arlberg, Allgäuer- und Lechtaler Alpen entwässert. Nach Osten anschließend entwässern Loisach und die Bäche des Karwendels über die Isar, die unterhalb von Deggendorf in die Donau mündet. Über Chiemsee – Inn – Donau werden die Kitzbühler Alpen und die Loferer Steinberge entwässert. Die größte Fläche Nordtirols wird aber über den Inn, im äußersten Westen durch Trisanna und Rosanna als Zuflüsse, entwässert. Der Inn verläßt Österreich nach Kufstein und mündet bei Passau in die Donau. Die Drau mit der Isel als wichtigster osttiroler Zufluß entspringt in Südtirol und fließt weiter nach Kärnten und Jugoslawien, wo sie in die Donau mündet. Im Süden Osttirols entspringt die Gail, die weiter nach Kärnten zur Drau fließt. Die Drau ist der einzige Kärnten entwässernde Fluß in den alle anderen Flüsse münden (z. B. Möll, Gail, Gurk, Lavant). Im Bundesland Salzburg bildet die Salzach und die in sie mündende Saalach, die das Wasser über Inn und Donau abführen, das wesentliche Entwässerungsnetz. Die in den Radstädter Tauern entspringende Enns fließt weiter nach Osten in die Weststeiermark, wo die Schladminger Tauern (Kleine und Große Sölk), die Rottenmanner Tauern (Donnersbach, Paltenbach) und in weiterer Folge das Gesäuse entwässert werden. Ab Hieflau fließt die Enns nach Norden, nimmt die Salza auf und mündet schließlich in Oberösterreich unterhalb von Linz in die Donau. Im Süden Salzburgs beginnt die Mur ihren Lauf durch den Lungau. Sie durchfließt dann die Südsteiermark, entwässert die Niederen Tauern und die Seetaler Alpen, nimmt bei Kapfenberg die

Mürz auf, dann, die Fließrichtung nach Süden ändernd, nach Graz noch Kainach und Sulm und schließlich verläßt sie Österreich nach Radkersburg, um an der jugoslawisch-ungarischen Grenze in die Drau (und in der Folge in die Donau) zu münden. Die Oststeiermark wird durch die Raab, in die sowohl Lafnitz als auch Feistritz münden, entwässert. Die Raab fließt nach Ungarn, weiter nach Norden, vereinigt sich in Győr mit der Leitha und Rabnitz und mündet sodann in die Donau. Das Südburgenland wird auch durch das Raabsystem entwässert: Güns, Pinka, Strembach, Zickenbach und Lafnitz. Das Mittelburgenland wird durch die Rabnitz, die auch den 1910 errichteten und heute großteils verlandeten künstlichen Abfluß des Neusiedlersees aufnimmt, entwässert. Der See hat sonst natürlicherweise keinen oberirdischen Abfluß. Die Wulka, die südlich von Donnerskirchen in den See mündet, ist sein einziger Zufluß. Im nördlichen Burgenland fließt die aus dem Zusammenfluß von Schwarza (Schneeberggebiet) und Pitten (Wechselgebiet) gebildete Leitha entlang des Leithagebirges und nach Bruck südwärts nach Ungarn um nach Győr in die Donau zu münden. Nördlich der Leitha bei Wiener Neustadt entwässern die Ausläufer der Kalkalpen und Teile des Fylsch-Wienerwaldes noch auf österreichischem Gebiet in die Donau: Piesting, Triesting, Schwechat. Auch das Weinviertel nördlich der Donau entwässert in die Donau mit den Flüssen March (inklusive Pulkau und Thaya), Rußbach und Schmida. Gleichsam auch das Waldviertel mit der schon erwähnten Thaya, dem Kamp und der Kreams. Einem anderen Gewässersystem ist die Lainsitz (mit einmündendem Braunaubach) zuzurechnen. Sie entspringt im äußersten Nordwesten des Waldviertels bei Karlstift und entwässert über die Moldau in das Elbesystem. Alle Flüsse des Alpenvorlandes entwässern auch in die Donau: Ybbs, Erlauf, Melk, Pielach, Traisen, Perschling. Ebenso die Gewässer des oberösterreichischen Mühlviertels: Kleine und Große Mühl, Pesenbach, Rodl, Große und Kleine Gusen, Feldaist, Waldaist und Naarn. Eine Ausnahme bildet nur die Maltach, die nahe der tschechischen und niederösterreichischen Grenze am Viehberg entspringt und über die Moldau in die Elbe und Nordsee entwässert.

Die großen Abflußrichtungen österreichischer Fließgewässer sind also westwärts über den **Rhein** in die Nordsee, nordwärts bzw. vom Wald- und Mühlviertel südwärts zur **Donau** oder ost- bis südostwärts nach Ungarn und Jugoslawien wiederum zur Donau und zum Schwarzen Meer gerichtet. Je ein Fluß entwässert aus dem Mühl- und Waldviertel über die Moldau und **Elbe** in die Nordsee.

4. Fließgewässer

4.1. Allgemeines

Die Fließgewässer der Erde stellen die Verbindung zwischen den Landlebensräumen und den Meeren her. Diese Verbindungen werden auch von zahlreichen Tieren als Wanderwege genutzt. So schwimmt der im Meer lebende Lachs (*Salmo salar*) die Flüsse Nordamerikas und Nordeuropas stromauf um dort zu laichen, ebenso das bereits seltene und nicht direkt zu den Fischen gehörende Flußneunauge (*Lampetra fluviatilis*, Abb. 12), das von den Küsten Englands, Skandinaviens, Deutschlands und Italiens im Herbst in die Flüsse zum Laichen aufsteigt. Genau den umgekehrten Weg nehmen die Flußsaale (*Anguilla anguilla*, Abb. 13). Sie verlassen die Flüsse Europas im Alter von 4–10 Jahren um in der Sargasso-See im Westatlantik zu laichen. Zu Beginn dieser Wanderung legen sie große Fettserven an und stellen sodann den Nahrungserwerb ein.

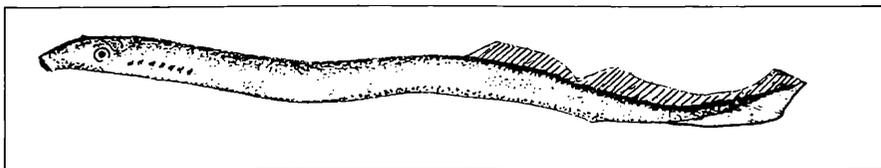


Abb. 12: Flußneunauge (*Lampetra fluviatilis*)

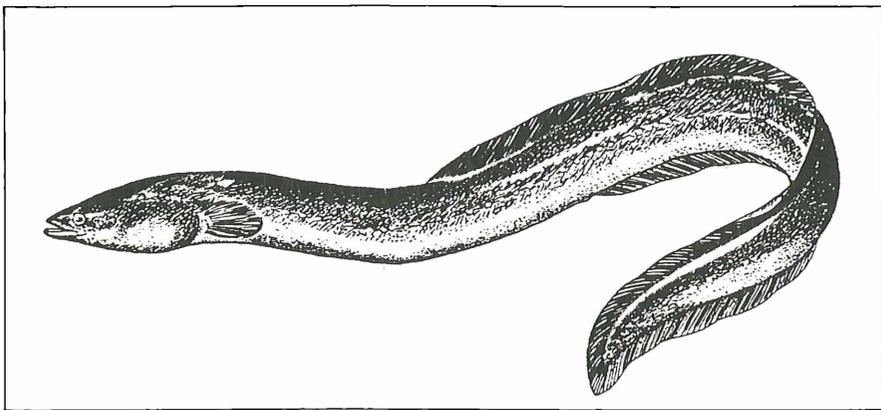


Abb. 13: Flußsaal (*Anguilla anguilla*)

Die Existenz dieser zum Meer hin gerichteten Fließgewässer verdanken sie dem Wasserkreislauf der Erde. Durch Verdunstung von Meerwasser, Süßwasser und Schnee gelangt das Wasser über den Niederschlag in Flüsse und Seen, teils über versickertes Wasser und Grundwasser wieder zurück ins Meer (Abb. 14). Der

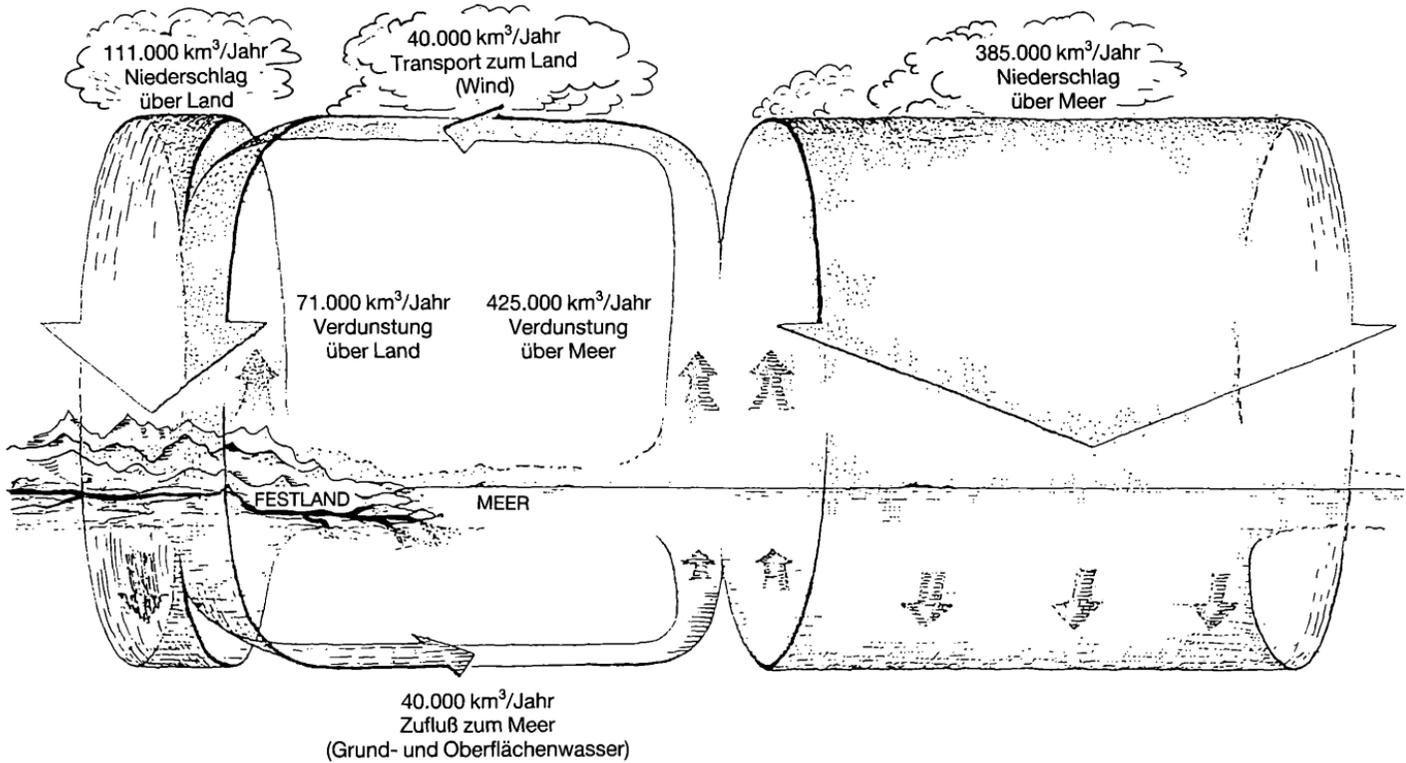


Abb. 14: Schematischer Wasserkreislauf der Erde (verändert nach KATZMANN et al. 1988)

Ausschnitt Fließgewässer aus diesem Kreislauf ist besonders für ein gebirgiges und meerloses Land wie Österreich von großer Bedeutung. Die Beziehungen von „Zufluß“ und „Abfluß“ sind in Abb. 15 dargestellt. Von den gesamten Wassereinnahmen gehen fast 500 mm durch Verdunstung wieder in die Atmosphäre, während 1100 mm vorwiegend in großen Flüssen nach Ungarn und Jugoslawien sowie in den Bodensee fließen. Bedingt durch die Gebirge gibt es bei der Niederschlagsmenge zwischen West- und Ostösterreich große Unterschiede. Vorarlberg hat eine mittlere Niederschlagsmenge von 1800 mm, Niederösterreich und das nördliche Burgenland hingegen nur 500 mm. Dies hängt mit den Gebirgen zusammen, an denen die Luftmassen aufsteigen müssen, abkühlen und in Form von Regen und Schnee als Niederschlag fallen. Die daraus entstehenden Quellen und Bäche bilden dann den Ursprung großer Tieflandflüsse. Damit sind schon zwei wesentliche Voraussetzungen für die Entstehung von Fließgewässern genannt. Zum Ersten die geologischen Gegebenheiten mit natürlichem Gefälle und zweitens Niederschlagsmengen, die die Menge des verdunstenden, versickernden und von den Pflanzen verbrauchten Wassers übertreffen. Je nach Wasserführung können zwei Fließgewässertypen unterschieden werden:

1. permanente Fließgewässer: Bäche und Flüsse, die ständig Wasser führen (also auch bei schwankender Wasserführung nicht trockenfallen)

2. temporäre Fließgewässer: Quellen, Bäche und Flüsse, die nicht ständig Wasser führen (z. B. nur periodisch im Jahresverlauf), besonders in ariden Klimaten als Wadi bezeichnet (aber auch Gebirgsbäche, die nur zur Schneeschmelze Wasser führen oder Flüsse in niederschlagsarmen und Kalkstein Karst-Gebieten, Abb. 16)

Die Fläche, die von einem Fluß entwässert wird, ist sein Einzugsgebiet. Sind an dieser natürlichen Entwässerung mehrere Bäche und Flüsse beteiligt, ist das ein ganzes Entwässerungssystem. Die einzelnen Entwässerungssysteme sind durch Wasserscheiden begrenzt, wie zum Beispiel im nördlichen Waldviertel. Der nördliche Teil entwässert dort über die Elbe in die Nordsee und der südliche Teil über die Donau in das Schwarze Meer (vgl. Kap. 3).

Bei der Unterscheidung von Bach und Fluß ist eine exakte Definition kaum möglich, vielmehr sind das fließende Übergänge von schmalen Fließstrecken mit geringer Wasserführung hin zu breiteren stark Wasser führenden Fließgewässern. Bei der Wasserführung bzw. dem Abflußregime weisen Gebirgsflüsse wegen des Schmelzwassers Hochwasserspitzen im Sommerhalbjahr auf, so auch zum Beispiel die Donau noch im Bereich von Wien (Abb. 17), während bei den übrigen Flüssen das Hochwasser ins Winterhalbjahr fällt (z. B. der Rhein bei Köln, Abb. 17).

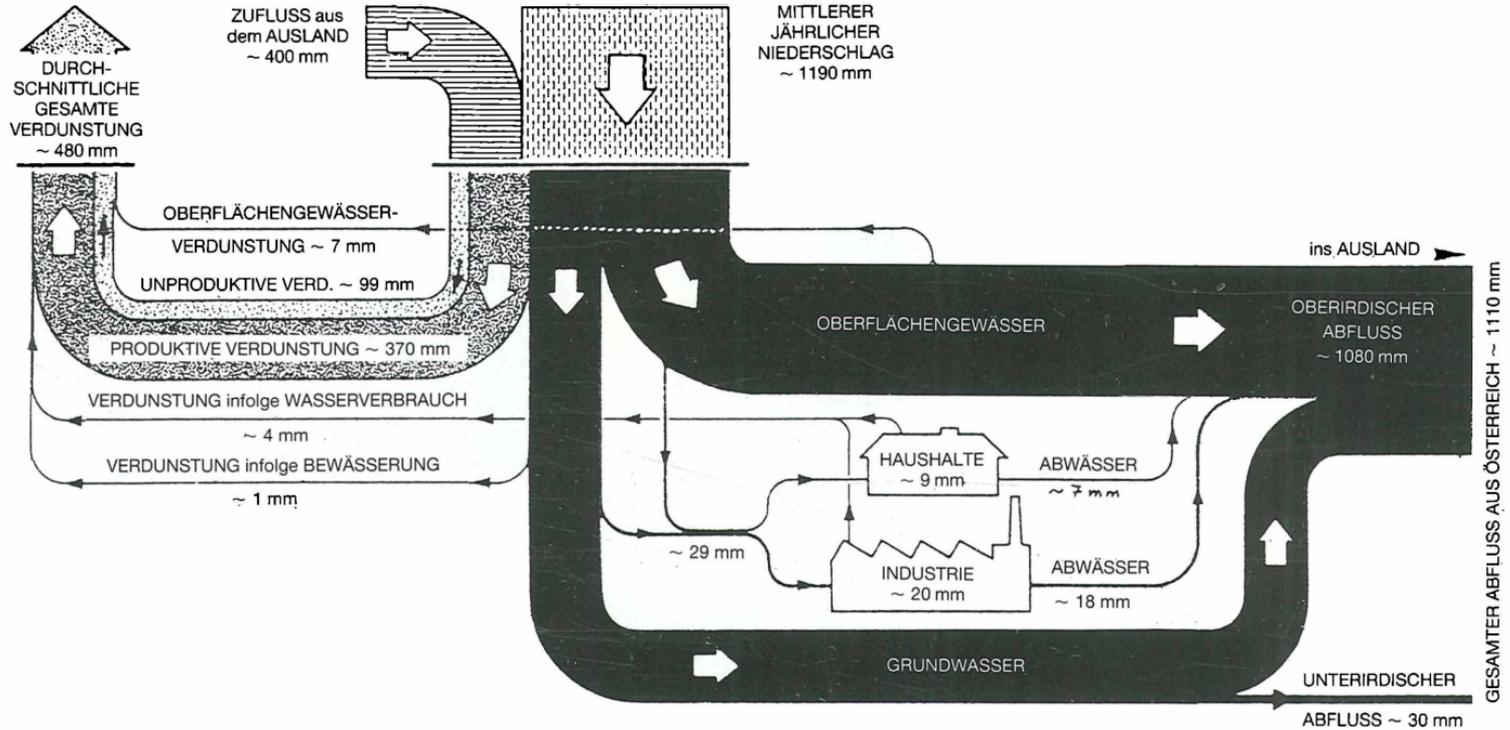


Abb. 15: Wasserbilanz Österreichs (verändert nach KATZMANN et al. 1988)

Bei der Zufuhr von organischen, abbaubaren Abwässern haben Fließgewässer die Eigenschaft der Selbstreinigung. Dies beruht auf der Tatsache, daß durch diese Abwässer die Ernährungssituation für zahlreiche Mikroorganismen verbessert wird. Die, im Gegensatz zu den autotrophen (griech. autos = selbst, trophe = Ernährung) Pflanzen, heterotrophen (griech. heteros = anders) Organismen haben also verbesserte Lebensbedingungen und das Gleichgewicht ist zu ihren Gunsten verschoben. Da die Gesamtaktivität der heterotrophen Mikroorganismen **Saprobie** genannt wird, nimmt diese infolge erhöhter Abbauleistung zu. Das Gleichgewicht wird dadurch von der **Trophie** (= Biomasse und Umsatz der autotrophen Organismen) zur Saprobie verschoben. Dies bewirkt in der Folge den Abbau der

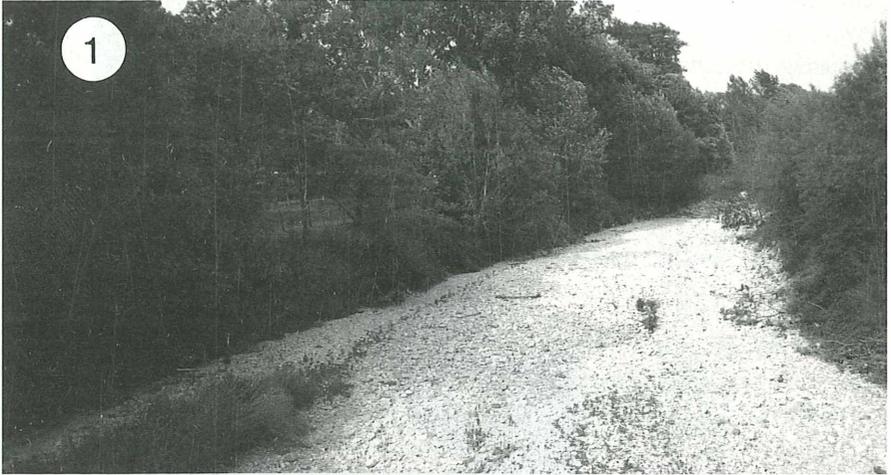


Abb. 16: Schwarzau: ausgetrocknetes Flußbett im Juni 1990 (1) und wasserführend im Juli 1990 (2) bei Schwarzau am Steinfelde (Photo G. DICK)

organischen Stoffe, ihre Mineralisation und den Einbau in den Kreislauf. Durch dieses natürliche Klärverfahren (Selbstreinigung) wird das Gleichgewicht zwischen Trophie und Saprobie wieder hergestellt. Lediglich bei sehr intensiver und dauerhafter Einleitung von Abwässern wird das Einpendeln auf den Gleichgewichtszustand verhindert (vgl. Saprobie, Wassergüte Kap. 5, Abb. 44).

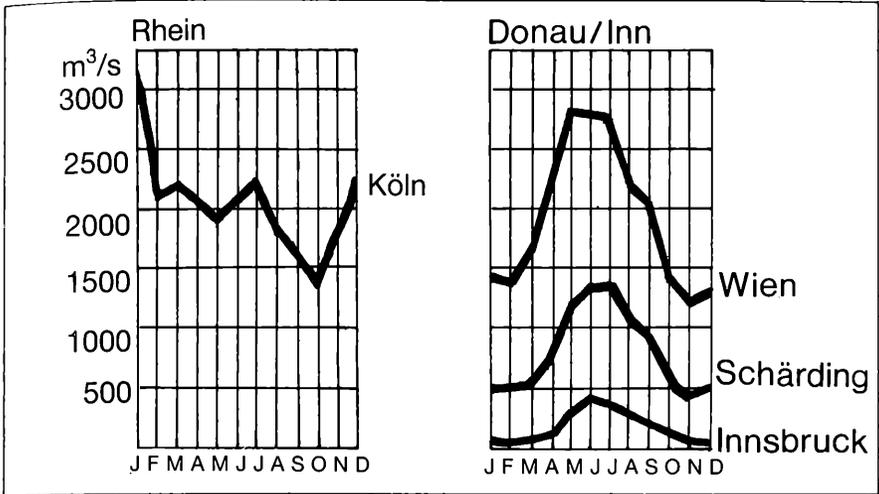


Abb. 17: Veränderungen des Abflußregimes von den Alpen bis ins Tiefland im Jahresablauf (aus NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985)

4.2. Abiotische Faktoren

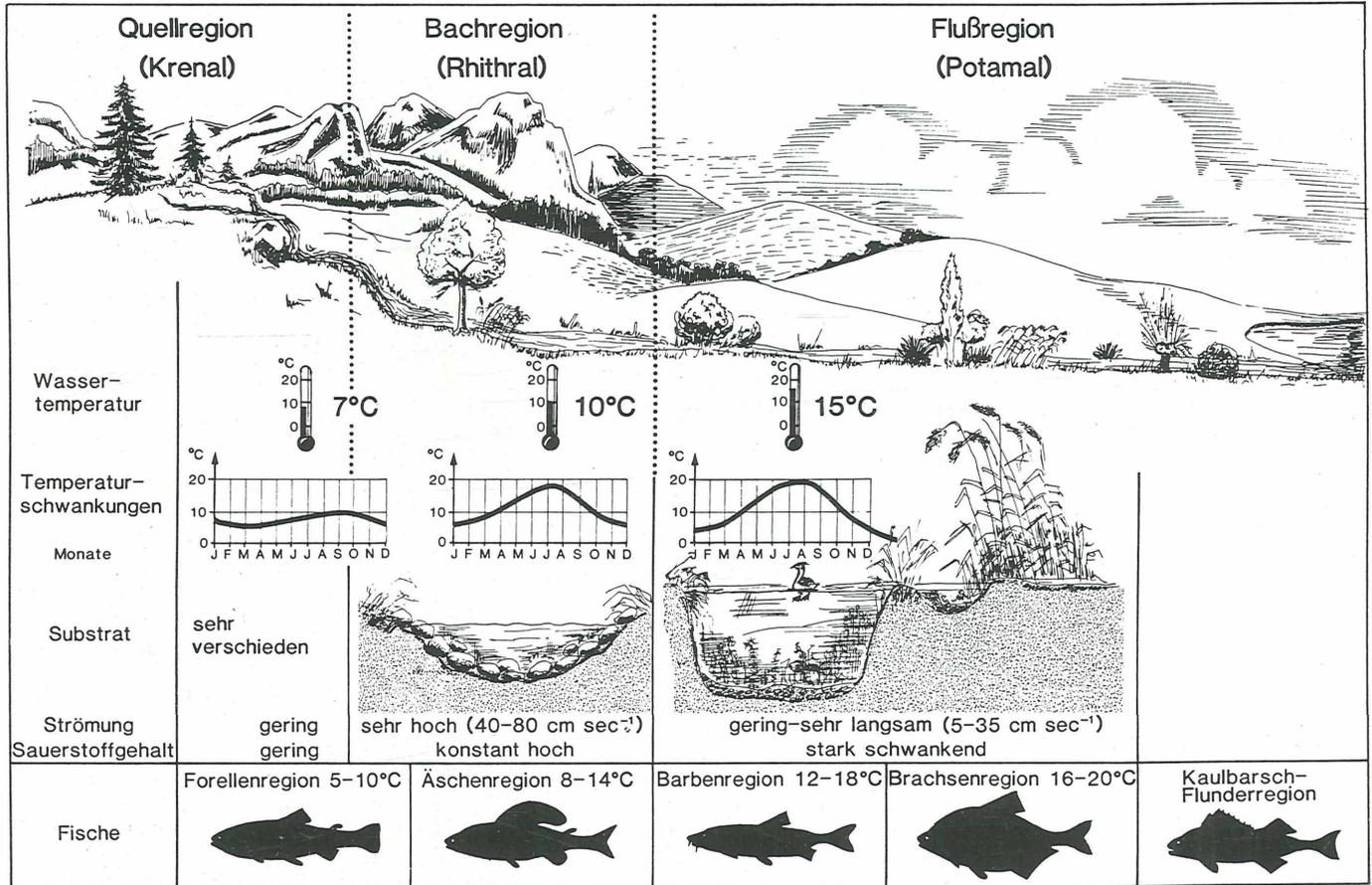
Wie der Name Fließgewässer bereits verrät, ist das fließende Wasser das Charakteristikum dieses Lebensraumes und gleichzeitig der limitierende ökologische Faktor. Am Weg von der Quelle bis zur Mündung erfährt das Fließgewässer Veränderungen, die im Prinzip auf der ganzen Welt dieselben sind. Diese prinzipiellen Veränderungen der abiotischen Rahmenbedingungen sollen in der Folge behandelt werden, ohne auf lokale Ausformungen (z. B. Pflanzenarten) einzugehen.

Strömungsgeschwindigkeit

Unmittelbar im Quellbereich (**Krenal**, griech. krene = Quelle, Brunnen) ist die Strömung naturgemäß noch sehr gering. Sobald sich das Gewässer aber formiert hat und in die Bachregion (**Rhithral**, griech. rheithron = Fluß) überleitet, ist die Strömung sehr stark. Das Gefälle wird dann zusehends flacher – überleitend zur Flußregion (**Potamal**, griech. potamos = der Fluß) und die Strömungsgeschwindigkeit ist dann gering bis sehr langsam. Diese Tieflandflüsse haben meist ein sehr

Abb. 18:

LEBENSRAUM FLIESSGEWÄSSER



breites und stark von Pflanzen bewachsenes Bett, worin das Wasser langsam dahinfließt. Betrachtet man die Durchschnittswerte der Strömung, so nehmen diese von der Quelle bis zur Mündung des Flusses ab und sind mit ein Grund für die Einteilung des Fließgewässers in Quell-, Bach- und Flußregion (Abb. 18). Natürlich gibt es, abgesehen von dieser prinzipiellen vertikalen Gliederung auch andere Strömungsunterschiede. So ist zum Beispiel das abfließende Wasser in der Menge durch Niederschläge, wechselnde Zuflüsse oder menschliche Aktivitäten bestimmt und ändert sich im Jahresablauf. Auch im Flußquerschnitt treten beträchtliche, voneinander abweichende Strömungsgeschwindigkeiten auf. Aufgrund der Wirkung der Reibung im Flußbett nimmt sie zur Sohle und zum Ufer hin ab (Abb. 19). Im Bereich der größten Wassertiefe, im Strömungsfaden, ist die Fließgeschwindigkeit am höchsten.

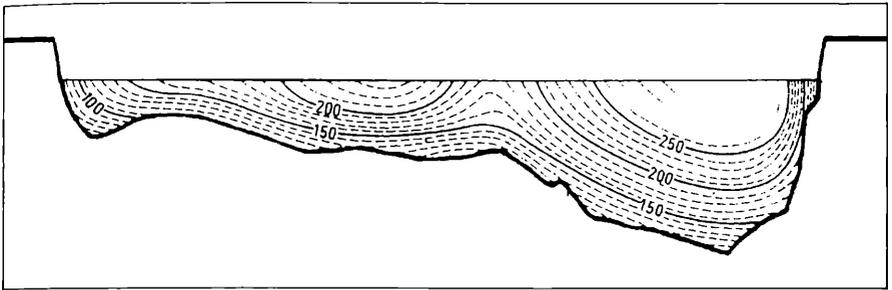


Abb. 19: Fließgeschwindigkeitsverteilung der Donau bei Wien (cm/sec, aus NIEMEYER-LULIOWITZ & ZUCCHI 1985)

Weiters verursachen unterschiedliche Strukturen, wie sich ändernde Breite, Felsen oder andere Hindernisse starke Geschwindigkeitsschwankungen auf kleinsten Gewässerabschnitten (Abb. 20). Ruhige Kolken im Strömungsschatten (hinter Wurzeln, Steinen etc., Abb. 21) sind, ebenso wie die strömungsarme Grenzschicht am Substrat, bevorzugte Aufenthaltsorte typischer Bach- bzw. Flußbewohner (z. B. diverse Insektenlarven, Abb. 31; Fische).

Substrat

Grundsätzlich ist die Beschaffenheit des Substrates, also des Bach- oder Flußgrundes von den geologischen Verhältnissen abhängig. Trotzdem gibt es aber von der Quelle bis zur Mündung prinzipielle Veränderungen des Substrates. Dies hängt direkt mit der Fließgeschwindigkeit zusammen, denn verschieden rasch fließendes Wasser nimmt „Teilchen“ in unterschiedlicher Größe mit. Diese Teilchen kann man je nach Korngröße als **Schluff** (0,06 mm, einzelne Körner nicht erkennbar), **Feinsand** (0,06–0,6 mm, einzelnes Korn noch erkennbar), **Grobsand** (0,6–2 mm), **Feinschotter** (0,2–2 cm), **Mittelschotter** (2–5 cm), **Grobschotter**

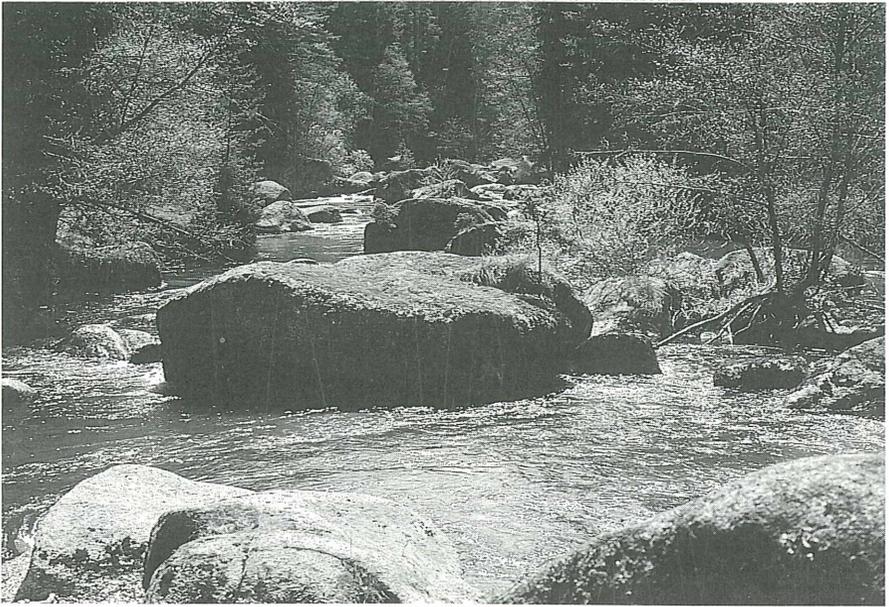


Abb. 20: Kamp (Waldviertel, Niederösterreich) oberhalb von Zwettl (Photo G. DICK)

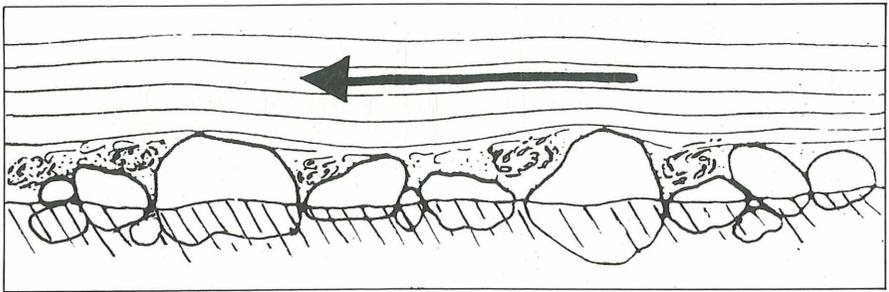


Abb. 21: Stromungsschatten und Totwasserbereiche im Fließgewässer

(5–10 cm), **Steine** (10–50 cm) oder **Blöcke** (>50 cm) bezeichnen. Bei hoher Fließgeschwindigkeit werden alle feineren Partikel mitgerissen, sodass das Substrat im Falle der Bachregion aus Schotter, Steinen und Blöcken besteht, während sich im träge dahinfließenden Tieflandstrom das feine Material absetzen kann. Die vom Fluß mittransportierten feinen Partikel sind die Schwebstoffe, während die größeren Teile, die sich rollend, rutschend oder gleitend im Bett fortbewegen das **Geschiebe** bilden. Wieviel Material von einem Fluß transportiert werden kann, hängt von seiner **Schleppkraft** (oder Schubspannung) ab. Beson-

ders die geologischen Gegebenheiten des Einzugsgebietes bestimmen neben Fließgeschwindigkeit und Wasserführung den Schwebstoff- und Geschiebetransport. Zwei äußerlich ähnliche Flüsse können daher beachtliche Unterschiede aufweisen. Um eine Vorstellung über die Größenordnung dieses Geschiebetransportes zu gewinnen, sei der Inn als alpiner Donauzufluß hier angeführt. Während noch annähernd natürlichen Abflußverhältnissen im Jahre 1880 hatte die Donau unterhalb von Passau eine jährliche Geschiebezufuhr von 540.000 m³, der Inn trug dazu ca. 300.000 m³ bei. Für diese Menge sind vor allem die der **Erosion** (Abtragung, lat. eruere = aufreißen, zerstören) ausgesetzten Gebirgsregionen mitverantwortlich. Auch der Flußlauf selber ändert seine Form und Lage ständig unter natürlichen Bedingungen. Die beiden wichtigen Vorgänge hierbei sind die Erosion (Abtragung) und die **Sedimentation** (Ablagerung, lat. sedere = sitzen).

Die Erosion bewirkt das Aufreißen und Abtragen der Uferbereiche, wodurch Erd- und Lehmbabbrüche sowie freigelegtes Wurzelwerk entstehen. Dies sind die wichtigen Strukturen für das Anlegen von Brutröhren z. B. von Uferschwalbe oder Eisvogel (Abb. 22). Die Wirkung der Erosion ist besonders gut bei gekrümmten Wasserläufen sichtbar. Am Prallhang, also auf der Außenseite wirkt die Tiefen- und Seitenerosion. Auf der Innenseite hingegen wird Material abgelagert (Gleithang), sodaß durch die Sedimentation Sand- und Kiesbänke entstehen (Abb. 23). Diese Strukturen wiederum sind wichtig für das Vorkommen z. B. von Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*, Abb. 24) oder Flußuferläufer (*Actitis hypoleucos*).

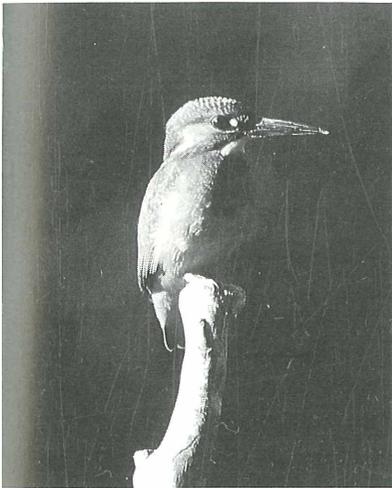


Abb. 22: Eisvogel (*Alcedo atthis*)
(Photo P. SACKL)

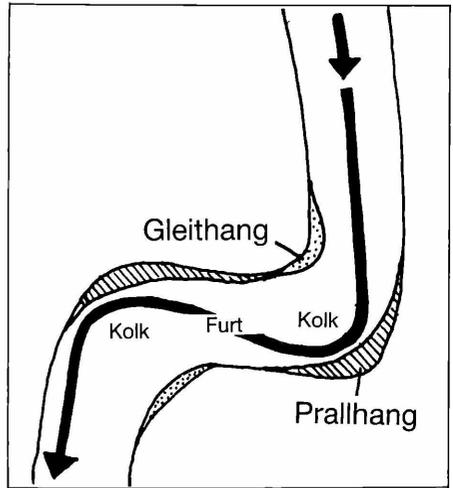


Abb. 23: Erosion und Sedimentation
im Fließgewässer



Abb. 24: Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*) (Photo P. SACKL)

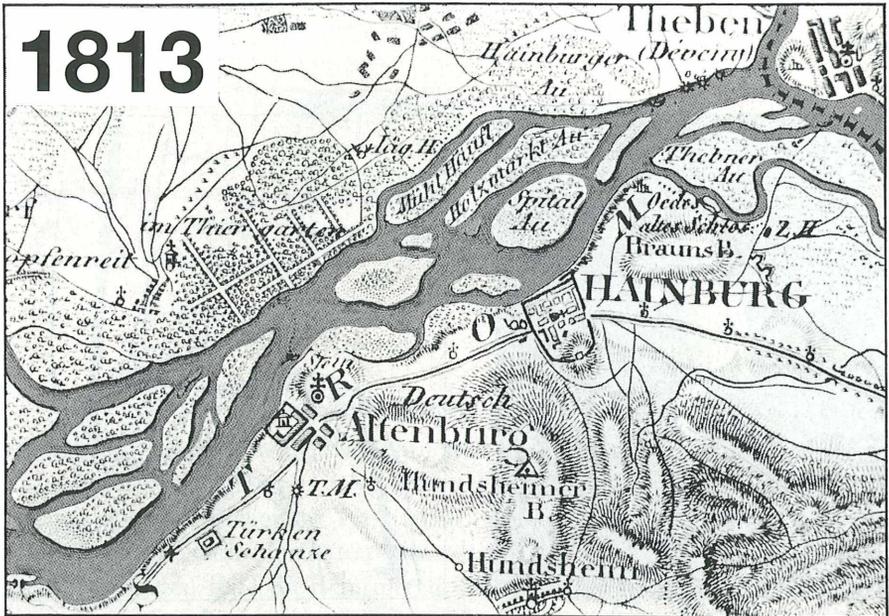


Abb. 25: Furkationstyp Donau östlich von Wien im Jahre 1813

Die bereits genannten Rahmenbedingungen und die wirkenden Kräfte bedingen den Flußverlauf und die Flußbettausbildung. Geradlinige Flußläufe findet man in der Natur äußerst selten, es sei denn die geomorphologischen Verhältnisse zwingen den Bach oder Fluß zu einem geradlinigen Verlauf. Insbesondere Gebirgsbäche weisen oft dieses Merkmal auf. Bäche oder Flüsse mit starker Geschiebefracht und noch hoher Fließgeschwindigkeit spalten sich in zahlreiche Flußarme zwischen ausgedehnten Kies- und Schotterbänken auf. Dieser Typ, der auch durch zahlreiche Umlagerungsstrecken gekennzeichnet ist, heißt **Furkationstyp** (lat. furca = Gabel). Die Donau im Bereich der Auen unterhalb Wiens gehört z. B. diesem Typ an (Abb. 25). Bei mäßigem Gefälle und genügend vorhandenem Platz beginnt ein fließendes Gewässer am breiten Talboden zu mäandrieren. Diese Schleifen oder **Mäander** (Abb. 26) sind nach dem Fluß Menderes in der Türkei benannt. Dieser Flußtyp ist heute besonders durch Verbauungen bedroht, obwohl gerade ein mäandrierender Fluß eine große Speicherkapazität bei Hochwasser besitzt und deshalb den besten natürlichen Hochwasserschutz darstellt. Werden die Schlingen abgeschnitten, so fließt das Wasser viel schneller ab und verursacht stromab große Überschwemmungsprobleme.

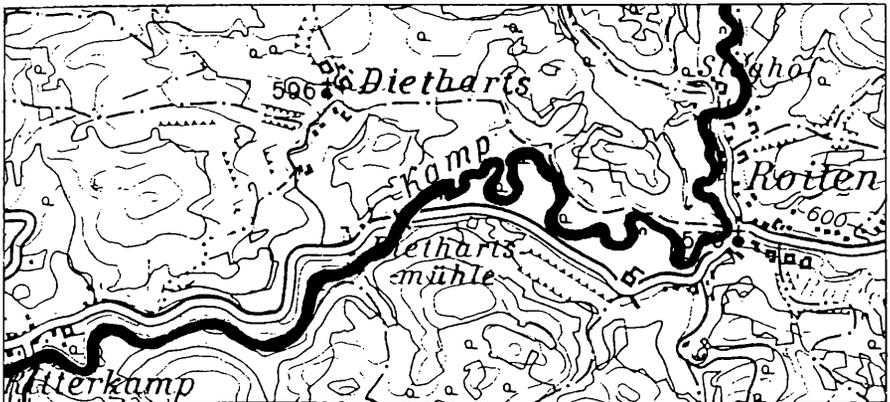


Abb. 26: Mäander am Beispiel des Kamp bei Roiten

Wassertemperatur

Im Unterschied zu Seen besitzen fließende Gewässer im Querschnitt keine Temperaturschichtung. Der fließende Wasserkörper hat also infolge der typischen Turbulenzen durchwegs die gleiche Temperatur.

Unterschiede gibt es aber zwischen den einzelnen Regionen (Abb. 18). Beim Austritt der Quelle ist die Temperatur relativ gering (als Mittelwert kann ca. 7° C gelten) und im Verlauf eines Jahres treten kaum Schwankungen auf. Quellabwärts

nimmt das Wasser im Sommer Wärme aus der Luft auf, während im Winter Wärme abgegeben wird. Dementsprechend vergrößern sich flussabwärts die Jahres- und Tagesschwankungen. Sowohl in der Bach- als auch in Flußregion sind die jahreszeitlichen Schwankungen stark ausgeprägt, wobei sich das Wasser im Sommerhalbjahr stark erwärmt und etwa 20° C erreichen kann. Als mittlere Temperatur kann für die Bachregion 10° C und für die Flußregion 15° C angegeben werden.

Besonders die Temperaturverhältnisse (und in der Folge der Sauerstoffgehalt) bestimmen die Lebensgemeinschaft und das Vorkommen der einzelnen Arten (z. B. der Fische).

Sauerstoffgehalt

Die Menge an gelöstem Sauerstoff hängt direkt von der Wassertemperatur ab. Nach dem physikalischen Gesetz von HENRY vermindert sich die Löslichkeit eines Gases in Wasser mit zunehmender Temperatur und abnehmendem Druck. In einem stark erwärmten Gewässer kann der Sauerstoffgehalt für Fische zum limitierenden Faktor werden und Fischsterben verursachen (vgl. Tab. 1). Normalerweise zeichnen sich Fließgewässer aber durch sehr hohe O₂-Gehalte aus. Die Sauerstoffaufnahme über die Oberfläche erfolgt infolge der Turbulenzen äußerst



Abb. 27: Flutender Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*) in Blüte (Photo G. DICK)

intensiv. Die biologische Sauerstoffproduktion durch die Photosynthese der Pflanzen geht hauptsächlich auf Aufwuchsalgen, Quellmoos und untergetaucht lebende Blütenpflanzen (z. B. Wasserhahnenfuß, Abb. 27) zurück. In großen Flüssen spielt das Phytoplankton (mikroskopisch kleine, zumeist einzellige freischwebende Algen) eine gewisse Rolle. Die Sauerstoffzehrung im Fließgewässer ist von dem vorhandenen (bzw. eingeleiteten) organischen Material abhängig. Die Belastung des Sauerstoffhaushaltes steigt mit wachsender organischer Verunreinigung, der feststellbare Sauerstoffverbrauch wird auch zur Bestimmung der Belastung herangezogen (siehe Kapitel 5.1.).

Tab. 1: Unter natürlichen Bedingungen im Wasser ist die gelöste Menge an Sauerstoff dem Partialdruck in der Atmosphäre proportional (mg/l)

Partialdruck 20,99%	0° C 14,5	10° C 11,1	20° C 8,9	30° C 7,2
------------------------	--------------	---------------	--------------	--------------

4.3. Spezialanpassungen der Lebewesen

Um dem dominierenden Faktor Strömung in einem Fließgewässer widerstehen zu können, haben Tiere und Pflanzen im Laufe der Evolution zahlreiche Anpassungen an diesen Lebensraum entwickelt. Diese dienen in der Hauptsache der Vermeidung von der Strömung mitgerissen zu werden. Sehr viele Tiere und Pflanzen oder Teile von ihnen werden tatsächlich vom fließenden Wasser erfaßt und stromabwärts transportiert. Dieser Transport von Organismen und anderem toten organischen Material (z. B. Tierleichen, Pflanzenteilen – insgesamt als Detritus bezeichnet) wird **Drift** genannt. All dieses mitgeschwemmte Material dient anderen Tieren, die es wieder aus dem Wasser filtern müssen, als Nahrung. Diese

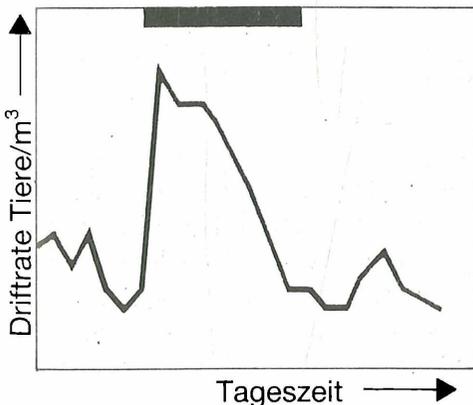


Abb. 28: Organismische Drift: Höhepunkt bei Dunkelheitseinbruch; schwarzer Balken symbolisiert die Dunkelheit (nach SCHWOERBEL 1987)

Drift unterliegt auch tageszeitlichen Schwankungen und erreicht in den frühen Nachtstunden ihren Höhepunkt (Abb. 28). Diese unterschiedlichen Driftraten folgen dem Positionswechsel der Tiere, der einem bestimmten Tagesrhythmus unterliegt. Viele Insektenlarven zeigen sowohl eine Stromaufwärtswanderung als auch eine Wanderung ins Flußbett, bei der sie von der Strömung erfaßt werden können. Bei der Wanderung ins Substrat dringen die Tiere in das Lückensystem des Bach- oder Flußgrundes ein (**Hyporheisches Interstitial**, griech. hypo = unter, rhein = fließen; lat. interstitium = Zwischenraum). Dieses Hohlraumsystem, dessen Porenwasser in 20–30 cm Tiefe niemals unter 3–4° C abkühlt, ist im Winter ein wichtiges Refugium, außerdem ist dieser Lebensraum von Hochwasser und Geschiebe unbeeinflusst. Aus diesem "Tierreservoir" wird auch das Flußbett immer wieder neu besiedelt (Abb. 29). Die Lebewesen, die direkt am oder im Substrat leben (**Benthos**, griech. benthos = Meerestiefe), weisen zumeist abgeflachte Körperformen und spezielle Haftvorrichtungen auf. Algen haben meist eine flächige, krustenförmige Wuchsform und die Anheftung am Untergrund erfolgt

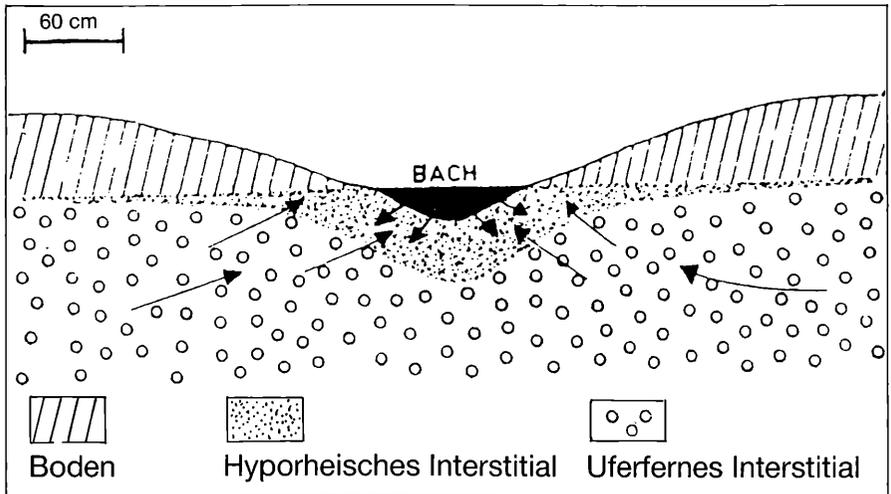


Abb. 29: Beziehung Bach-Untergrund: Hyporheisches Interstitial (nach SCHWOERBEL 1987)

mittels Haftscheiben, Gallerte oder speziellen Wurzel- und Krallenzellen (Abb. 30). Viele Algen und Tiere bevorzugen aber die Totwasserräume im Strömungsschatten von Steinen und anderen Hindernissen (Abb. 21), um der Gefahr des Mitgerissenwerdens zu entgehen. Höhere Unterwasserpflanzen weisen typische, strömungsgerechte Wuchsformen auf, wie Wedel, Schwaden, Polster und Teppiche. Der Wasserhahnenfuß (*Ranunculus sp.*) hat langgestreckte Blätter und kann sich mitten in starker Strömung verankern, sein weißer Blütenteppich ragt

über die Wasseroberfläche hinaus (Abb. 27). Auch das Tausendblatt (*Myriophyllum* sp.) mit seinen auffälligen Blattquirlen kann im strömenden Wasser wachsen, ebenso das direkt an Steinen Polster bildende Quellmoos (*Fontinalis antipyretica*, Abb. 38).

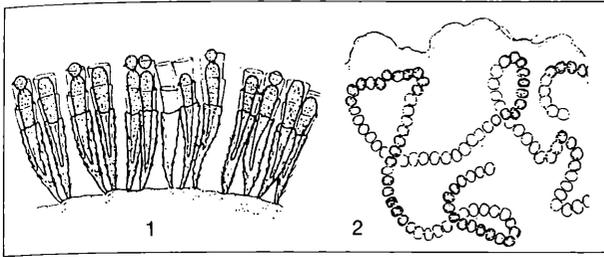


Abb. 30:
Blaualgenaufwuchs:
1 ... *Chamaesiphon fuscus*
2 ... *Nostoc verrucosum*

Auch die Vertreter des Tierreiches zeigen als Anpassung stromlinienförmige Körperformen. Zum Beispiel die an der Grenzschicht Wasser/Substrat sitzenden Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera, Abb. 31) oder die Strudelwürmer (Turbellaria, Abb. 32). Ihre Körper sind seitlich besonders abgeflacht, sodaß sie der Strömung möglichst wenig Angriffsfläche bieten. Das Abbläichverhalten der Eintagsfliegen wirkt zusätzlich der Drift entgegen: Die erwachsenen Tiere fliegen zum Teil

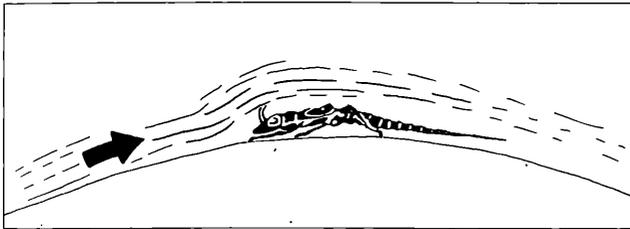


Abb. 31:
Flache Körperform der
Eintagsfliegenlarven als
Strömungsanpassung

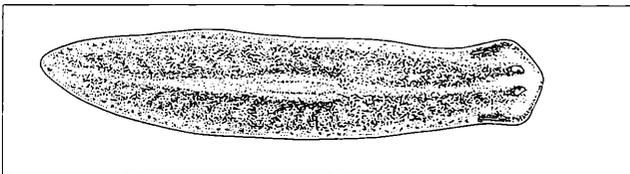


Abb. 32:
Strudelwurm
(*Dugesia lugubris*)

stromauf zum Laichen (Kompensationsflug, siehe Abb. 38) wodurch der Bachabschnitt wieder von oben her besiedelt werden kann. Die Kriebelmückenlarven (Simuliidae) verfolgen eine andere Strategie: sie haben an einem Körperende Haftscheiben, mit deren Hilfe sie sich auch in starker Strömung an Steinen festsetzen können. Am Kopfende ist ein fächerartiger Reusenapparat ausgebildet, der aus

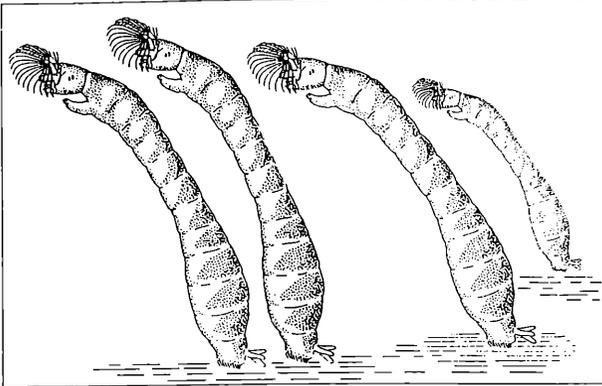


Abb. 33:
Kriebelmückenlarven
(*Simulium* sp.)

dem strömenden Wasser Nahrungspartikel herausfiltert (Abb. 33). Ähnlich ist das Prinzip der Zuckmückenlarve *Rheotanytarsus*, die mit ihren ausgespannten Fangfäden das Wasser filtriert (Abb. 34). Besonders beeindruckende Haftvorrichtungen hat die Lidmückenlarve *Liponeura*, deren Saugnäpfe in einer Reihe auf der Bauchseite angeordnet sind (Abb. 35). In ruhigeren Fließwasserbereichen gibt es Mikroorganismen, die direkt an der Wasseroberfläche leben. Die Lebensgemeinschaft, die direkt an der Grenze Wasser–Luft infolge der Kohäsion der Wassermo-

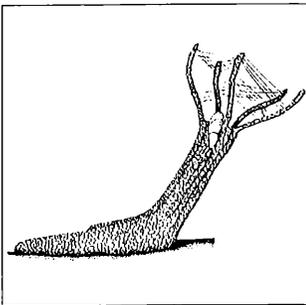


Abb. 34: Zuckmückenlarve
(*Rheotanytarsus* sp.)

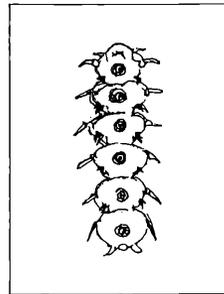
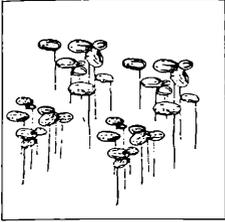
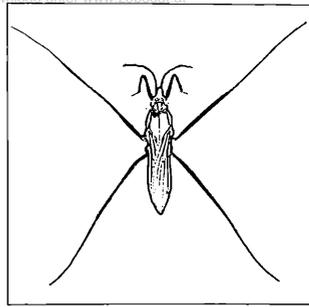


Abb. 35: Lidmückenlarve (*Liponeura* sp.)
von der Bauchseite mit Saugnäpfen

leküle lebt, heißt **Neuston** (griech. neustos = schwimmen könnend). Dazu gehören Algen, Pilze, Bakterien und einzellige tierische Organismen. Da diese Organismen auf ruhige Wasserbereiche angewiesen sind, sind sie für Fließgewässer nicht typisch. Das gleiche trifft für die Lebensgemeinschaft der Organismen der Wasseroberfläche zu (**Pleuston**, griech. pleustikos = zum Schiffen gehörig). Dazu gehört zum Beispiel die Wasserlinse (*Lemna minor*, Abb. 36) oder die auf der Wasseroberfläche laufenden Wasserläufer (Gerridae, Abb. 37). Weiters nicht ty-

Abb. 36: Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*)Abb. 37: Wasserläufer (*Gerris sp.*)

pisch für Fließgewässer ist ein eigenes **Plankton** (griech. plankton = das Umherschweifende), also Organismen des Freiwassers, die sich nicht aktiv der Strömung und Verdriftung widersetzen können. Öfters kommt es daher vor, daß aus Seen Plankton in Bäche und Flüsse eingeschwemmt wird. Typische Tiere des Freiwassers, die sehr wohl eine Eigenbewegung haben (**Nekton**, griech. nektos = schwimmfähig) sind zum Beispiel der Flußkreb und die Fische, die durch ihren torpedoförmigen Körper an die schnelle Fortbewegung im Wasser angepaßt sind. Eine weitere Spezialanpassung an das Leben im Wasser stellen die Atmungsorgane dar. Die Kiemen können als Tracheenkiemen stark durchblutete flächige Strukturen sein, wie im Fall der Eintagsfliegenlarven, oder aber es handelt sich um kompliziert gebaute Strukturen, wie den Kiemenapparat der Fische. Zumeist wird die Strömung zur passiven Sauerstoffübertragung genutzt.

4.4. Nahrungskreislauf

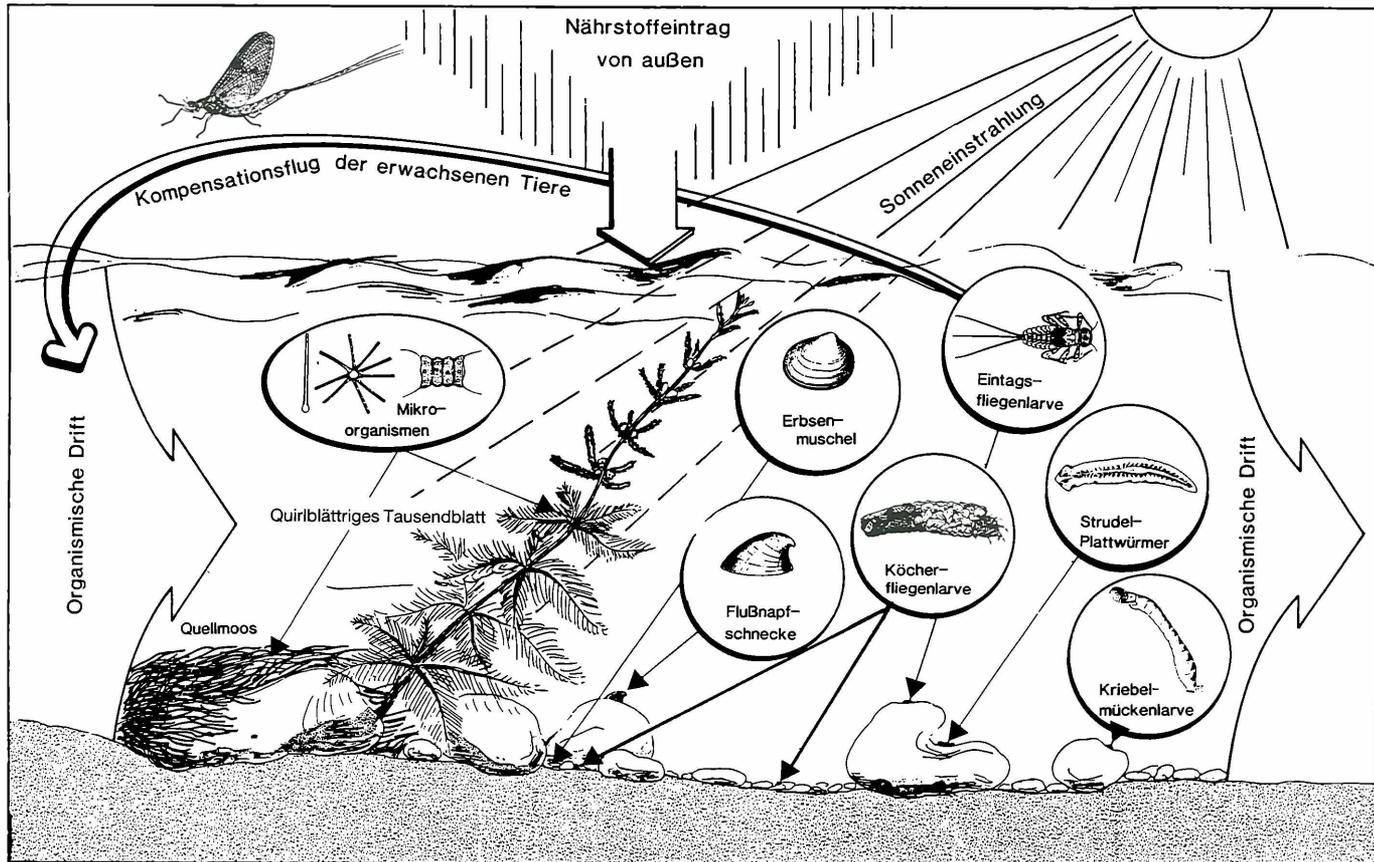
Wie in jedem Ökosystem, so hat auch das System Fließgewässer zwei wesentliche Energielieferanten (Abb. 38).

1. Die Sonnenenergie: Sie wird durch den komplizierten Prozeß der Photosynthese durch die grünen Pflanzen zur Synthese organischer Verbindungen (Kohlehydrate) verwendet. Das pflanzliche Material dient den Pflanzenfressern (Primärkonsumenten) direkt als Nahrung und ist wichtiger Aufwuchsort für Mikroorganismen. Indirekt sind diese Pflanzen aber auch die Nahrungsbasis höherer Tiere der Nahrungskette (z. B. Fische), denn diese Fleischfresser (Sekundärkonsumenten) wiederum leben von den Pflanzenfressern.

2. Nährstoffeintrag von Außen: Durch das Umland werden laufend Nährstoffe in das Fließgewässer eingebracht. Zum Beispiel durch den Laubfall der Ufervegetation oder Einschwemmung aus angrenzenden Wäldern und Feldern. Diese Nährstoffe, sofern sie noch nicht aufgeschlossen sind, werden von Bakterien und

Abb. 38:

NAHRUNGSANGEBOT EINES FLIESSGEWÄSSERS



0+

Pilzen zerlegt. Diese Destruenten (lat. destruere = verwüsten) oder Reduzenten (lat. reducere = zurückführen) zerlegen organische Stoffe durch Mineralisation in anorganische Minerale, welche dann im Kreislauf der Stoffe wieder von den Produzenten verarbeitet (also in organische, pflanzliche Substanz umgewandelt) werden können (Abb. 39). Diese organische Produktion wird dann auch von den Vögeln und Säugetieren genutzt (z. B. Eisvogel, Wasseramsel, Fischotter). Den Insekten, auf die bei der Wassergüte noch näher eingegangen wird, kommt im Fließgewässersystem eine besonders wichtige Rolle zu. Durch ihr sehr häufiges Auftreten (z. B. über 900 Köcherfliegenlarven pro m² im Kamp) bilden sie die wesentliche Nahrungsgrundlage der Fische. Nicht nur als Larven sondern auch als fliegende erwachsene Insekten, die aus dem Wasser bereits aufgestiegen sind (ihre Gesamtheit heißt **Emergenz**, lat. emergere = auftauchen), werden sie zum Beispiel von der Bachforelle erbeutet. Auch die Bachstelze und Gebirgsstelze fängt die Erwachsenen im Flug. Die Larven wiederum werden von der Wasseramsel im Tauchen erbeutet.

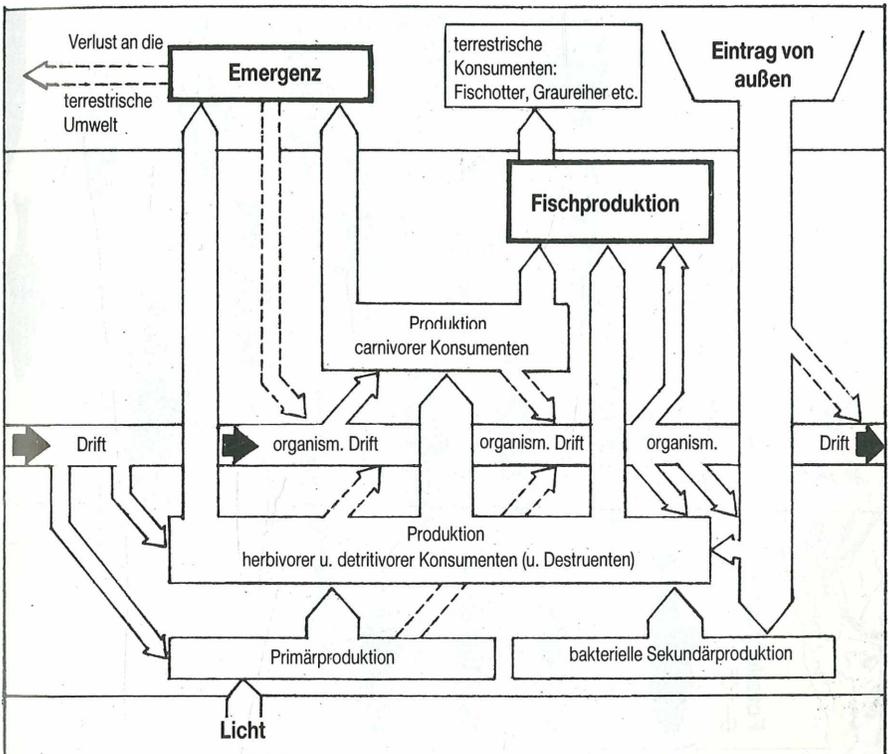


Abb. 39: Nahrungsbeziehungen im Fließgewässer (verändert aus NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985)

4.5. Fischbiologische Zonierung

Wegen der bereits geschilderten sich ändernden abiotischen Faktoren in einem Fließgewässer am Wege vom Ursprung bis zur Mündung ändert sich auch die Fischartenzusammensetzung. Die Abfolge der Fischgemeinschaften mit besonders häufigen Charakterarten erlauben bestimmte Fischregionen in einem Fließgewässer zu unterscheiden (Abb. 40):

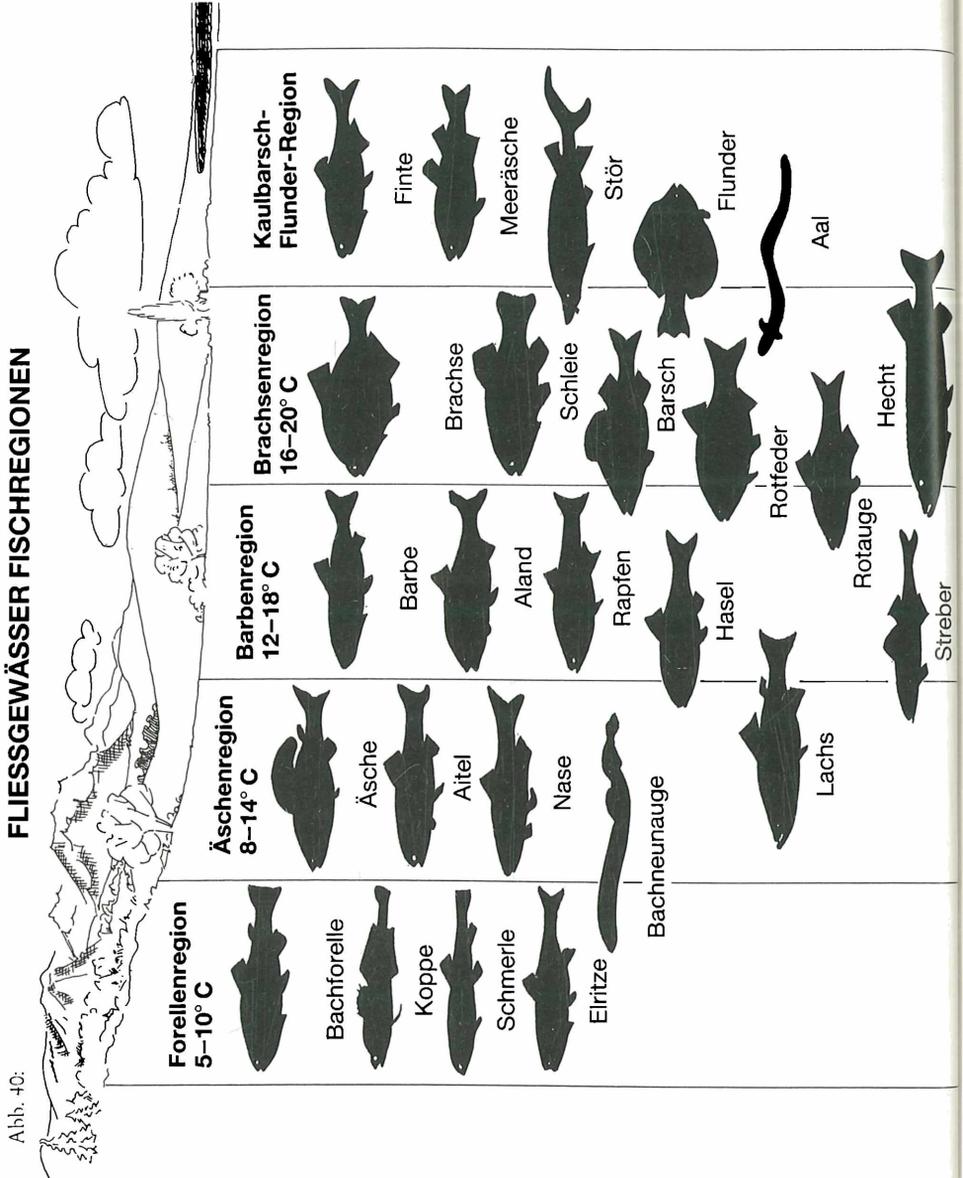


Abb. 40:

1 Bachregion - Rhithral - (Salmonidenregion)

- Kennzeichen: – niedrige Wassertemperatur mit geringen Schwankungen
– hoher Sauerstoffgehalt (starke Strömung, Turbulenzen) –
– wechselnde Breite und Tiefe
– Bachbett aus Steinen, Kies, Schotter

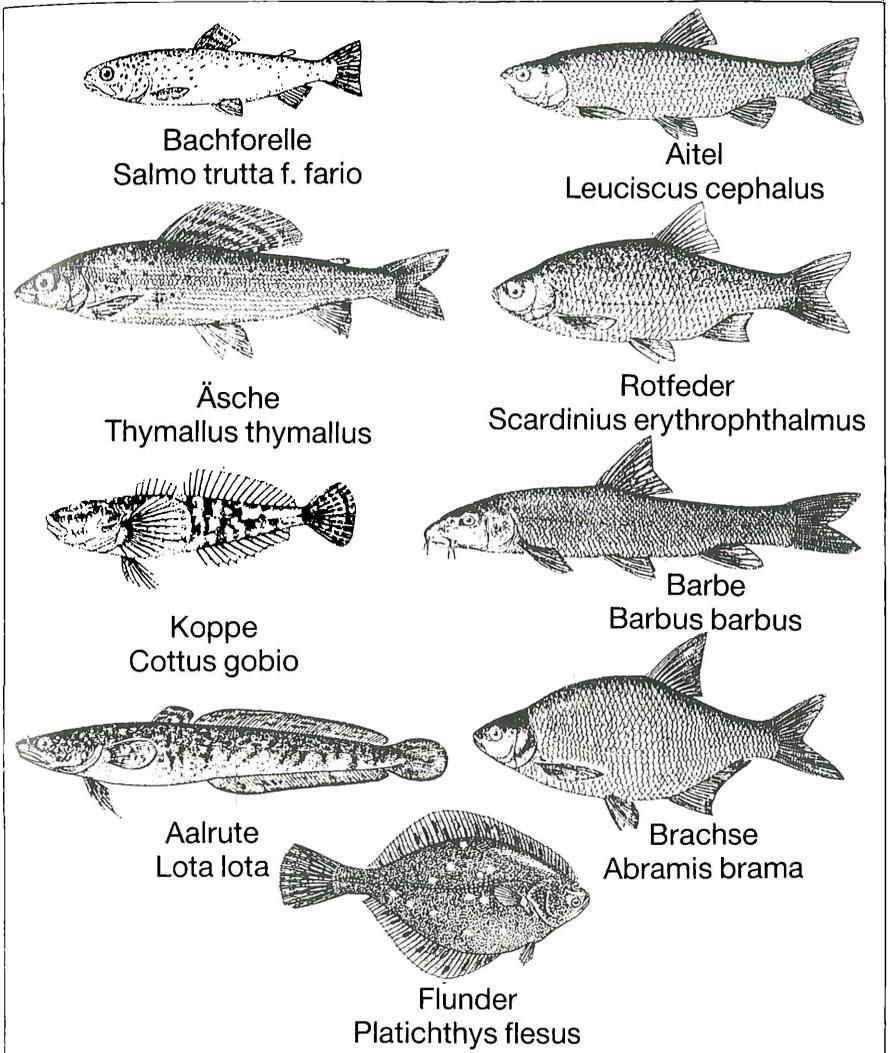


Abb. 41: Vertreter der Fischregionen bzw. deren Leitarten

Forellenregion

Unter den Fischen dominieren die Lachsartigen (= Salmoniden), bei uns also die Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, Abb. 41). Vermehrt werden auch die aus Nordamerika stammenden Arten Regenbogenforelle (*Salmo gairdnerii*) und Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) von Fischern ausgesetzt. Von den Salmoniden gehört noch der für die Donau typische, heute aber schon sehr seltene Huchen (*Hucho hucho*) zu dieser Region. Von den Karpfenartigen (Cypriniden) kommen folgende Arten vor: Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*), Gründling (*Gobio gobio*), Aitel (*Leuciscus cephalus*), ferner von anderen Familien: Äsche (*Thymallus thymallus*), Schmerle (*Noemacheilus barbatulus*), Koppe (od. Groppe, *Cottus gobio*), Aalrutte (od. Quappe, *Lota lota*) (siehe Abb. 41). Die nicht zu den kieferbesitzenden Fischen (Knorpel- und Knochenfischen), sondern zu den kieferlosen Rundmäulern (Cyclostomata) gehörenden Neunaugen (Bach- und Flußneunauge, siehe Abb. 12) sollten in dieser Region anzutreffen sein, sind aber heute extrem gefährdet und sehr selten. Alle Fische dieser Region sind an die niedrige Temperatur und den hohen Sauerstoffgehalt angepaßt. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung der Brut. Als typische Kieslaicher werden die Eier am groben Substrat abgelegt. Die Bachforelle schlägt dazu Laichgruben in den Kies, wobei der Laich anschließend wieder mit Kies zugedeckt wird. Die Eier können aber auch mit Hilfe eines Sekretes an Steine geklebt werden, wie z. B. bei Elritze und Nase (*Chondrostoma nasus*). Die im Winter laichende Aalrutte gibt mit einer Ölkugel versehene, schwebende Eier ab, die dann ins Lückensystem des Bachgrundes eingeschwemmt werden. Aitel, Schmerle und Hasel können auch an Wasserpflanzen laichen. Diese von Forellen dominierte Region wird auch gerne noch in die obere Forellenregion (oder Epirhithral) und in die untere Forellenregion (oder Metarhithral) unterteilt.

Äschenregion

An die Forellenregion schließt die Äschenregion des Rhithralbereiches (Hyporhithral) an. Diese beiden Regionen gehen fließend ineinander über, deshalb ist auch die Bezeichnung Forellen-Äschenregion üblich. Die Äsche als Leitfisch hat eine höhere Vorzugstemperatur, trotz bereits geringerer Strömung und größerer Tiefe ist das Wasser aber noch sauerstoffreich. Als Begleitfische gelten Bachforelle, Gründling, Nase, Aitel, Hasel, Barbe, Schneider (*Alburnoides bipunctatus*) und zuweilen der Hecht (*Esox lucius*). Trotz der zahlreichen Kolke (mit bereits stärkerem Pflanzenwuchs) und stärkerer sommerlicher Erwärmung, ist kühles, sauberes, sauerstoffreiches Wasser mit kiesigem Substrat typisch.

2. Flußregion – Potamal – (Cyprinidenregion)

- Kennzeichen:
- hohe, schwankende Wassertemperaturen
 - ausreichende Sauerstoffversorgung meist nur oberflächennah
 - breites Flußbett mit mäßiger Fließgeschwindigkeit (Aulandschaften, Altarme, Furkationen, Mäander)
 - feines Sediment, Sande, Schlamm
-

In dieser Tieflandflußsituation herrschen die Karpfenartigen (Cypriniden) vor. In den unterschiedlichen Temperaturbereichen dominieren verschiedene Arten, so daß diese Region noch weiter unterteilt werden kann:

Barbenregion (Epipotamal)

Diese Region folgt unmittelbar stromab auf das Rhithral, also ein Bereich im Einfluß der Bachregion. Das Substrat ist auch noch von Kiesen und Schottern geprägt, die Vegetation entspricht im wesentlichen der der Äschenregion. Die vorherrschende Fischart ist die Barbe (*Barbus barbus*, Abb. 41), die zur Laichzeit im Mai bis Juli stromaufwärts wandert. Die Eier werden dann am groben Sediment angeheftet. Als Begleitfische zur Barbe treten auf: Aitel, Gründling, Hasel, Nase, Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*, Abb. 41), Flußbarsch (*Perca fluviatilis*).

Brachsenregion (Metapotamal)

Diese typische Region des Tieflandflusses ist durch feines Sediment, geringe Strömung und Verlandungszonen mit ausgedehnter Vegetation gekennzeichnet (vgl. Abb. 18). Auch die üppige Wasser- und Sumpfpflanzenvegetation spielt neben überschwemmten Wiesen eine wichtige Rolle für die Krautlaicher dieser Region. Als Charakterfischart gilt hier die hochrückige Brachse (*Abramis brama*, Abb. 41), die von Mai bis Juli ihre Eier an Wasserpflanzen anheftet. Als Begleitarten dieser äußerst artenreichen Region gelten: Schleie (*Tinca tinca*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Zander (*Lucioperca lucioperca*), Güster (*Blicca bjoerkna*), Rotauge (*Rutilus rutilus*), Karausche (*Carassius carassius*), Stör (*Acipenser sturio*), Hecht, Aal (*Anguilla anguilla*, Abb. 13), Wels (*Silurus glanis*), Laube (*Alburnus alburnus*).

Kaulbarsch – Flunderregion (Hypopotamal)

Diese Region ist der unmittelbare Mündungsbereich ins Meer. Dieser Bereich ist also wesentlich vom Meer mitbestimmt, besonders die Gezeiten sorgen für ein

dauerndes Wechselspiel zwischen Süß- und Salzwasser. Die Ausformung des Mündungsbereiches ist von den lokalen Gegebenheiten abhängig. Die Donau zum Beispiel mündet in einem 5640 km² großen Delta ins Schwarze Meer, während bei Elbe oder Ems große von Gezeiten geprägte Wattenmeergebiete ausgebildet sind. Die Charakterfische sind der Kaulbarsch (*Acerina cernua*) und die flache, am Boden lebende Flunder (*Platichthys flesus*, Abb. 41). Diese Arten können salziges Brackwasser, aber noch kein Meerwasser ertragen. Als Begleitfische gelten: Zander, Stör, Brachse, Güster, Rotauge, Aal, Stint (*Osmerus eperlanus*), Stichling (*Gasterosteus aculeatus*), Maifisch (*Alosa alosa*). Für die Donau war einst auch der riesige Vertreter der Störartigen, der bis 20 m lange Hausen (*Huso huso*) typisch. Da er aber zum Laichen stromaufwärts wandert und ihm diese Wanderungen heute durch die zahlreichen Verbauungen nicht mehr möglich sind, gilt er nicht nur für die Donau, sondern auch für die Wolga aus demselben Grund als ausgestorben.

4.6. Sammelmethode zur Gewässergütebestimmung

Die Bestimmung der biologischen Wassergüte, also der für die im Wasser vorkommenden Lebewesen entscheidenden Wasserqualität, beruht im wesentlichen auf das Vorkommen bestimmter **Indikatororganismen** (lat. indicator = Anzeiger). Diese Zeigerarten, zumeist Bewohner des Benthos, zeigen als typische Vertreter einer Lebensgemeinschaft eine bestimmte Gewässergüteklasse an. Durch ihre relativ empfindliche Reaktion auf organische Verschmutzungen und ihre spezifisch an die jeweilige Region angepasste Lebensweise stellen sie einem Fließgewässerabschnitt ein verlässliches Zeugnis über die Region und deren Belastung aus. Auf andere Bioindikatoren, die aber zur Güteklasseneinteilung nicht geeignet sind, wird im Kapitel 6 hingewiesen. Diese Benthosorganismen, also Insektenlarven, Würmer, Krebstiere, Schnecken und Muscheln müssen mit vergleichbaren Sammelmethode aufgesammelt und danach bestimmt werden. Die einfachste Methode ist das Abbürsten von Steinen des Bachgrundes. Die anhaftenden Kleinorganismen werden mit einer starken Bürste in einen Kübel oder in eine flache Schale gebürstet. Kleinere Steinchen können als Ganzes aufgesammelt und später unter dem Binokular aussortiert werden. Ebenso kann der Aufwuchs von Wasserpflanzen gesammelt werden. Es ist zielführend Flächen beispielsweise von 1 m² zu besammeln und mehrere solche Flächen im Bachquerschnitt zu verteilen. Das Prinzip des speziell zum Aufsammeln von Benthos-Proben entwickelten Sammelgerätes nach SURBER (Abb.42) ist genau das Gleiche. Ein fertiger Metallrahmen steckt eine Fläche Bachgrund ab (bei diesem amerikanischen Gerät ein Quadratfuß = 900 cm²), welche besammelt wird. Das mit der Hand aufgewühlte Material wird durch die Strömung in das am senkrechten Rahmen befestigte Netz

(Maschenweite 300–500 μm) getrieben. Man kann auch ein an einem Stiel befestigtes Netz in die Strömung halten und mit dem Fuß das aufgewühlte Material in das Netz treiben lassen (sogenannte „kicking“-Methode).

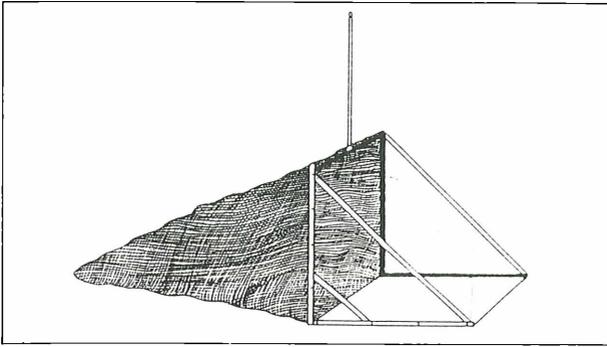


Abb. 42: Bachsediment-Sammelgerät nach SURBER

Um verschiedene Fließstrecken vergleichen zu können, sollte die verwendete Methode immer die gleiche sein. Für das Aussortieren von feinem Sediment ist ein großer Seiher sehr hilfreich. Die in Schraubgläsern gesammelten Tiere können schließlich bis zur Auswertung entweder in Alkohol oder in einer 4%igen Formalinlösung konserviert werden. Während der Bestimmung der Tiere gibt es dann auch keine Sauerstoffversorgungsprobleme und keinen Zeitdruck. Außerdem liegen die Tiere zur Beweissicherung vor. Will man aus pädagogischen Gründen lediglich einige typische Tiere zur Demonstration aufsammeln, so ist die Fixierung nicht notwendig, zusätzlich können die Tiere in ihrer Bewegung gezeigt werden. Für das Aussortieren sind kleine Schälchen (sogenannte Petri-Schalen) oder flache Wannen und zarte Pinzetten (Federpinzetten für zartgliedrige Organismen) erforderlich.

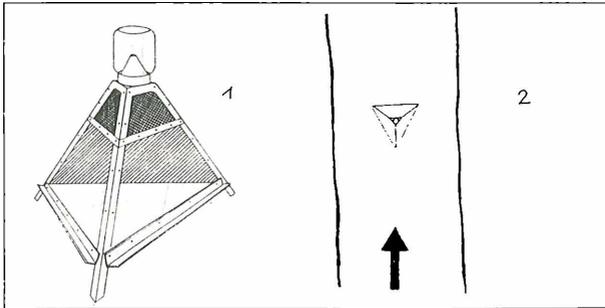


Abb. 43: Emergenztrichter zum Fang von Insektenimagines
1 pyramidenförmiger Rahmen mit Sammelgefäß an der Spitze
2 Lage im Fließgewässer

Für das Aufsammeln der geschlüpften, erwachsenen Insekten (= Imagines) im Bach, werden Emergenztrichter verwendet (Abb. 43). Die aus dem Bach aufsteigenden Insekten fliegen in den Trichter hinein, der am oberen Ende in ein Fanggefäß mit Formalin mündet. Auf diese Weise wird eine bestimmte Bachfläche gesammelt, wodurch über einen längeren Zeitraum hinweg die Produktion dieser Fläche beobachtet werden kann. Für die eigentliche Wassergütebestimmung ist diese Methode allerdings nicht notwendig.

5. Gewässergüte

5.1. Definition und Methoden

Jedes Fließgewässer führt, je nach Herkunft, unterschiedliche Mineralstoffe und organische Verunreinigungen mit sich. Das bedeutet, daß jeder Bach oder Fluß auch ohne menschliche Einwirkungen durch charakteristische chemische und physikalische Eigenschaften ausgezeichnet ist. Diese chemischen und physikalischen Voraussetzungen haben nun eine bestimmte Flora und Fauna zur Folge. Besonders die tierische Besiedlung spiegelt den Zustand des Gewässers sehr gut wider. Die biologische Gütebestimmung, auf die noch näher eingegangen wird (Kap. 5.2.) beruht genau auf der Bestimmung dieser tierischen Organismen, anhand derer man ein Fließgewässer in eine bestimmte Güteklasse einordnen kann. Die Einteilung der Güteklassen bezieht sich auf die Auswirkungen organischer, fäulnisfähiger Verunreinigungen, wie sie aus häuslichen, aber auch entsprechenden gewerblichen und industriellen Abwassereinleitungen gegeben sind. Die Ergebnisse der biologischen Gewässeruntersuchungen werden in Gütebildern durch vier Güteklassen und die Zwischenstufen dargestellt (vgl. Farbtafel am Ende des Heftes). Der große Vorteil dieser Methode liegt darin, daß ein längerfristiger Gewässerzustand beurteilt werden kann. Ergänzend und zur quantitativen Bestimmung der wesentlichen die Tiergemeinschaft bestimmenden Einflußgrößen sind aber auch die chemischen, physikalischen und bakteriologischen Methoden von Bedeutung. Auf die komplizierten Nachweisverfahren der besonders gefährlichen Stoffe, wie Schwermetalle (Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Blei, Zink) oder halogenierte Kohlenwasserstoffe (aus Lösungsmitteln, Kunststoffen, Imprägnierungen, etc.) kann hier nicht eingegangen werden.

Einleitend sollen also die wichtigsten chemischen Methoden, die auch ohne großen Aufwand selbst angewendet werden können, vorgestellt werden. Neben komplizierteren Labortests gibt es von der Firma Merck, Darmstadt, Wassertestsätze mit deren Hilfe die wichtigsten Kenngrößen leicht zu bestimmen sind. Dies sind: pH-Wert, Ammonium, Ammoniak, Nitrit, Nitrat und Sauerstoffgehalt.

pH Wert

Der pH-Wert (=potentia hydrogenia) gibt den Säuregrad des Wassers an. Dieser wird mit einem sich verfärbenden Indikatorpapier gemessen. Je nach Anteil der H^+ -Ionen (bei Einbringen von Säure steigt dieser) und der OH^- -Ionen wird das Wasser als sauer bzw. basisch bezeichnet. Der pH-Wert gibt nun die Wasserstoffionenkonzentration an: bei einem ausgewogenem Verhältnis ist das Wasser neutral (pH-Wert = 7), beim Überwiegen der H^+ -Ionen (pH-Wert unter 7) sauer und beim Überwiegen der OH^- -Ionen (pH-Wert über 7) basisch. Dieser Wert ist sehr wichtig für das Vorkommen der Lebewesen. Für Fische liegt der Idealbereich zwischen pH = 7 und 8, bei niedrigeren bzw. höheren Werten ist die Fischbrut besonders gefährdet, die Fortpflanzung kann ganz aussetzen und schließlich kann es zu Fischsterben kommen. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß sogar Beton und Metall bei pH-Werten unter 6 und über 10 angegriffen wird. In sauren Gewässern sind auch bedeutend weniger Kleinlebewesen vorhanden, so daß in der Folge auch die Besiedlung der sich von diesen Tieren ernährenden Wasserramsel deutlich abnimmt.

Als Folge der Abbauprozesse in einem Gewässer wird CO_2 abgegeben und verbindet sich mit Wasser zu Kohlensäure. Durch den natürlichen Kalkgehalt des Wassers bildet die Kohlensäure Calciumkarbonat, das man oft als weißen Belag am Grund von Seen (Seekreide) und an Wasserpflanzen finden kann (**biogene Entkalkung**). Die in kalkarmen Gewässern überschüssige Kohlensäure, die nicht mehr gebunden werden kann, wird als aggressive Kohlensäure bezeichnet. Dies hat dann die Abnahme der Artenvielfalt zur Folge. Das Vermögen Kohlensäure binden zu können wird als **Säurebindungsvermögen (SBV)** bezeichnet. Dies kann auch mit bestimmten Teststreifen oder durch Titrierverfahren (mit 0,1 n HCl gegen Methylorange (0,1%) als Indikator) ermittelt werden. Dabei entspricht bei 100 ml einer Wasserprobe 1 ml HCl 2,8 mg Calciumkarbonat. Die verbrauchten ml HCl sind sodann das SBV, multipliziert man diesen Wert mit 2,8 so erhält man die bei Wasserangaben gebräuchliche **Carbonathärte** (= Grad deutscher Härte = °dH). Mit einem einfachen Testverfahren kann auch die Gesamthärte, also die Summe von Calcium- und Magnesiumsalzen ermittelt werden. Wasser von 0-4° dH ist „sehr weich“, von 4-8° dH „weich“, von 8-12° dH „mittelhart“, von 12-18° dH „ziemlich hart“, von 18-30° dH „hart“ und über 30° dH „sehr hart“ (als Trinkwasser unbrauchbar).

Als Ursachen der Gewässerversauerung sind neben den erwähnten natürlichen Vorgängen aber die Auswirkungen des „sauren Regens“ zu nennen. Diese über den Regen eingeschwemmten Säuren gehen in der Hauptsache auf die Verwandlung von Schwefeldioxid zu Schwefelsäure (Verbrennung fossiler Brennstoffe, Oxidation in den Wolkentröpfchen) und der Bildung von Säuren aus Stickoxiden

(NO_x, besonders durch den Straßenverkehr freigesetzt) zurück. Andere Säuren sind zum Beispiel Salpetersäure und Salzsäure, die bei Kraftwerken, Fernheizwerken und Müllverbrennungsanlagen freigesetzt werden.

Ammonium, Ammoniak, Nitrit, Nitrat

Beim Abbau von Eiweißen durch Mikroorganismen im Gewässer entsteht sehr früh im Zersetzungsprozeß Ammonium (NH₄⁺). Diese Stickstoffverbindung und Ammoniak (NH₃) können unter bestimmten Bedingungen Fischsterben verursachen. Je höher der pH-Wert ist, desto mehr verschiebt sich das Verhältnis Ammonium/Ammoniak zugunsten des giftigen Ammoniaks. Die Forellen- und Karpfenbrut stirbt bei 0,2 mg/l ab, bei knapp 1 mg/l sterben Forellen, Karpfen bei über 1 mg/l. Die Bestimmung von Ammonium und Ammoniak erfolgt mit dem Testset mittels eines flüssigen Indikators, der sich je nach Konzentration entsprechend verfärbt. Es empfiehlt sich wegen der pH-Abhängigkeit des Ammonium/Ammoniak Verhältnisses auch den pH-Wert zu bestimmen.

Der weitere Abbau des Ammoniaks im Gewässer zu Nitrit erfolgt unter Sauerstoffverbrauch (Oxidation). Durch diese bakterielle Abbauleistung wird der Sauerstoffhaushalt empfindlich belastet. Dazu kommt, daß Nitrit (NO₂) bereits in geringen Dosen (1–2 mg/l) als Fischgift Vergiftungserscheinungen hervorrufen kann. Für Trinkwasser gilt der Grenzwert von ≤1,0 mg/l und der Richtwert von ≤0,01 mg/l. Die Bestimmung erfolgt ebenfalls mit einem Indikator, wobei die Verfärbung mit einer Farbskala verglichen wird. In weiterer Folge übernehmen Bakterien der Gruppe Nitrobacter den Abbau. Wieder unter Sauerstoffverbrauch wird Nitrit zu Nitrat oxidiert. In dem Kreislauf des Eiweißabbaues bildet also Nitrat das Endprodukt (**Nitrifikation**). Nitrate werden auch in großen Mengen von den landwirtschaftlich genutzten Flächen als Düngemittel in die Gewässer und ins Grundwasser eingeschwemmt. Die Funktion des Düngers haben sie auch im Fließgewässer, wo sie dann das Algen- und Pflanzenwachstum fördern. Beim Trinkwasser gilt der heute zumeist bereits überschrittene Richtwert von 50 mg/l (Grenzwert: 100 mg/l). Besonders für Säuglinge ist der Genuß eines Nitrat belasteten Wassers nicht zu empfehlen, es kann zur Blausucht führen, die tödlich enden kann. Durch die Reaktion mit Aminen und Amiden können krebserregende Nitrosamine und Nitrosamide entstehen. Die Bestimmung der Nitratwerte erfolgt wie die bei Nitrit.

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)

Die erwähnten Abbauprozesse im Wasser verbrauchen Sauerstoff. Da Sauerstoff für die Organismen ein wichtiger Überlebensfaktor ist, wird er bzw. sein Verbrauch bei den Abbauvorgängen als Maß der Verunreinigung herangezogen. Dazu werden zwei Wasserproben entnommen, wobei der Sauerstoffgehalt der einen Probe sofort bestimmt wird, der der zweiten Probe 2 oder 5 Tage später. Die zweite Probe wird an einem dunklen Ort in einer Winkler-Flasche (keine Luftblase im Flaschenhals) bei 20° C aufbewahrt und dann der Sauerstoffgehalt gemessen. Der Sauerstoffverbrauch (nach 2 Tagen: BSB₂; nach 5 Tagen: BSB₅) wird dann in Prozent des Anfangssauerstoffgehaltes oder in mg/l angegeben. Wurde viel Sauerstoff entzogen muß das Wasser stark verunreinigt gewesen sein. Für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes wird ebenfalls das Titrierverfahren angewendet. Die sogenannte Methode nach WINKLER wird auch vereinfacht von Merck als Reagenziensatz (5 Reagenzien) geliefert. Elektrometrische Methoden verwenden Elektroden, die den Sauerstoffgehalt direkt anzeigen, der Nachteil dieser Methoden besteht in der Störanfälligkeit und dem hohen Preis solcher Geräte.

Um eine Maßeinheit für die Kapazität einer Kläranlage angeben zu können, wurde die Sauerstoffmenge, die zum Abbau der durch einen Menschen pro Tag verursachten Belastungen (Ausscheidungen, Waschwasser) erforderlich ist, herangezogen. Für Europa gilt der Wert von 75 g Sauerstoff pro Einwohner und Tag. Diese Menge O₂ ist für die biologische Reinigung des Abwassers eines Menschen notwendig. Dieser BSB-Wert für einen Tag wird auch **Einwohnergleichwert (EGW)** genannt und ist auch Grundlage für die Angabe von Belastungen durch Industrieabwässer. Brauereien produzieren zum Beispiel bei der Herstellung von 100 l Bier 8 EGW, Papierfabriken bei der Herstellung von 1 Tonne Papier bis zu 1000 EGW. Speziell zur Sauerstoffbestimmung von Industrieabwässern, die Bakterien und Pilze vernichten, also nicht fäulnisfähige Abwässer, wird der Sauerstoffverbrauch bei der Oxidation des größten Teils der organischen und anorganischen Substanzen durch ein beigemengtes Oxidationsmittel bestimmt. Dieser **chemische Sauerstoffbedarf (CSB)** kann aber nur im Labor bestimmt werden.

Der **Phosphatgehalt** ist ein guter Indikator für Überdüngungserscheinungen (Eutrophierung). Bei Werten über 0,3 mg/l liegt der Verdacht auf eine Verunreinigung nahe: Fäkalienverunreinigung durch Jauche, Gülle oder lecke Senkgruben oder Dünger aus der Landwirtschaft. Im Gewässer ist bei entsprechenden Bedingungen starkes Algenwachstum die Folge. Für das Trinkwasser gilt der Grenzwert von 0,1 mg/l PO₄ als Richtwert. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Kennwerte chemischer Parameter befindet sich in Tabelle 2. Da diese chemischen Rahmenbedingungen die Voraussetzung für die tierische Besiedlung darstellen, ist in der Tabelle auch die **biologische Güteklasse** eingetragen. I bedeutet unbelastet

Tab. 2:

Güteklasse	Aktueller Sauerstoffgehalt (mg/l, bei 20°C 1 bar)	Sauerstoffgehalt (% zur Sättigung)	BSB ₂ (mg/l)	O ₂ -Zehrung in 48 Std. (%)	BSB ₃ (mg/l)	CSB (mg/l)	Schwefelwasserstoff	Ammonium Ion
kaum verunreinigt I	8,5–9,0	95–100	0–0,5	0–5	0–1			–
mäßig verunreinigt II	6,0–7,5	70–85	1,0–2,0	10–20	2–5	5–12		–
stark verunreinigt III	2,0–4,5	25–50	4,0–7,0	40–70	7–15	18–22		fallweise vorhanden
außergewöhnlich stark verunreinigt IV	0–1,0	<10	>12	>95	>25	>30	meist vorhanden	vorhanden

bis sehr gering belastet, II mäßig verunreinigt, III stark verunreinigt und IV ist außergewöhnlich stark verunreinigt. Es können auch Übergangsbereiche, z.B. I–II bezeichnet werden. Die einzelnen Güteklassen können wie folgt kurz charakterisiert werden:

Güteklasse I: Gewässerabschnitte mit reinem, nährstoffarmem Wasser, stets annähernd sauerstoffgesättigt. Algenwuchs vorwiegend in Form von Vegetationsfärbungen sichtbar, Moose; Makrozoobenthos (mit freiem Auge sichtbare tierische Bodenbewohner) besonders durch Insektenlarven vertreten. Artenreiche, aber individuenarme Besiedlung. Salmoniden, Koppfen.

Güteklasse II: Gewässerabschnitte mit mäßiger organischer Belastung; gehobenes Nährstoffangebot, gute Sauerstoffversorgung. Großer Arten- und Individuenreichtum der Bodenbesiedlung. Makrozoobenthos mit allen systematischen Gruppen vertreten. Gute Entwicklung des Algenwuchses. Bestände höherer Wasserpflanzen. Ertragreiche Fischgewässer mit verschiedenen Fischarten.

Güteklasse III: Gewässerabschnitte mit starker organischer Belastung; infolge sauerstoffzehrender Abbauvorgänge schwankender Sauerstoffgehalt; lokal Faulschlamm-Bildung. Sichtbar werdende Aufwüchse von Bakterien und einzelligen Tieren („Abwasserpilz“), Verschwinden vieler Arten des Makrozoobenthos (besonders von Insektenlarven) und starke Vermehrung von gegen Sauerstoffmangel unempfindlichen Arten (z. B. Schlammegeln, Wasserasseln) bis zum Massenvorkommen. Nur unempfindliche Fischarten (z. B. Brachse); mit Fischsterben (hauptsächlich durch Sauerstoffmangel) ist zu rechnen.

Güteklasse IV: Gewässerabschnitte mit übermäßiger Belastung durch organische, sauerstoffzehrende Stoffe (Abwässer); Fäulnisprozesse herrschen vor, Sauerstoff ist nur in sehr niedrigen Konzentrationen vorhanden bzw. fehlt zeitweise ganz. Besiedlung vorwiegend durch Bakterien, Einzeller bzw. durch wenige unempfindliche Makroorganismen (Schlammröhrenwürmer, Zuckmückenlarven); keine Fische.

Innerhalb dieser Güteklassen können auch biologische Verarmungen sowie **Verödungen** und Vernichtungen auftreten. Die die betreffende Güteklasse dabei kennzeichnenden Lebensgemeinschaften sind deutlich arm an Arten und Individuen, was unter Umständen einen solchen Grad erreichen kann, daß die sichere Festlegung einer Güteklasse kaum mehr möglich ist. Alle diese Erscheinungen sind hauptsächlich Folgen von eingebrachten giftigen oder lebenshemmenden Substanzen und schwer bzw. überhaupt nicht abbaubaren Feststoffen, wie z. B. mineralischem Festmaterial, sie treten mitunter aber auch durch übermäßige Konzentrationen organischer, unersetzer Stoffe im Gewässer auf.

Biologische Verarmungen bis Verödungen zumindest der oberen Sedimentbereiche werden auch durch ständig stark schwankende Wasserführungen verursacht; solche treten auf bei Flutwellen (Kraftwerke mit Schwellbetrieb) und in Entnahmestrecken im Zusammenhang mit Kraftwerksbetrieb, in natürlichen Sickerstrecken bei Niederwasser sowie bei geringer Wasserführung in Parallelgerinnen (Restwassermenge).

Unter den **physikalischen Parametern** ist wohl die Wassertemperatur der am einfachsten meßbare und neben Strömungsgeschwindigkeit, Farbe, Trübe, Substrat und Dichte der entscheidende Faktor im Wasser. Für die Eignung als Trink- und Badewasser werden noch die Anzahl der Keime, also die Kolonienzahl gewisser Bakterien für die **hygienische Eignung** bestimmt. Entsprechend dem Gehalt an organischen, bakteriell abbaubaren Substanzen steigt die Kolonienzahl der Keime. Wichtig für die Eignung als Trinkwasser ist die Frage nach dem Vorhandensein von Fäkalkeimen (*Escherichia coli* oder kurz Koli-Bakterien), die besonders bei undichten Senkgruben oder dem Ausbringen von Jauche ins Wasser gelangen. Andere Bakterien, die als Krankheitserreger giftig sind, sind die Salmonellen. Der Nachweis dieser Bakterien erfolgt über das Ausbringen von Wasserproben auf spezielle Nährböden, auf denen sich dann die Bakterienkolonien bilden. Die Anzahl der vorhandenen Kolonien gibt dann die Zugehörigkeit zur entsprechenden Güteklasse an und entscheidet aus hygienischer Sicht über die Nutzbarkeit des Wassers (Tab. 3). Das einfachste **Nährbodenrezept** zum Züchten von Mikroorganismen ist Nährbouillon: zu 1 Liter Bouillon kommen 5 Gramm Köchsalz und 10 Gramm Pepton, durch Zusatz von 25 Gramm Agar (ein Rotalgenextrakt) kann die Nährlösung in festen Zustand übergeführt werden. Für die

selektive Züchtung von Koli-Bakterien empfiehlt sich die Herstellung von Endo-Agar: 1 l Wasser mit 5 g Fleischextrakt, 10 g Pepton, 10 g Laktose, 3,5 g sekundäres Kaliumphosphat, 2,5 g Natriumsulfit, 0,4 g basisches Fuchsin und 15 g Agar. Die Koli-Kolonien sind dann an den roten Koloniehöfen zu erkennen.

Tab. 3:

Güteklasse	Gesamtkoloniezahl pro ml (48 ^h , 22° C)
I	bis zu 500
II	1000–10.000
III	50.000–100.000
IV	750.000–0,5 Milliarden

5.2. Biologische Gütebestimmung

Das Vorkommen von bestimmten Organismen zeigt die Bedingungen des untersuchten Lebensraumes an (Indikator- oder Zeigerarten). An Hand des Vorkommens dieser Lebewesen, das sich je nach organischer Belastung ändert, kann der Gütezustand eines Fließgewässers eingeschätzt werden (Abb. 44). Für diese Bestimmung wird das Saprobien-system herangezogen. Dieses System umfaßt eine Zusammenstellung von Organismen, deren ökologischer Verbreitungsschwerpunkt (also Vorkommen und Häufigkeit) in ganz bestimmten Belastungszonen eines Fließgewässers liegt und die für solche Belastungszustände daher Indikatorfunktion haben. Die einzelnen Arten oder andere systematische Einheiten (Taxa) werden als Saprobien (griech. sapos = faul, Fäulnis) bezeichnet und sind für ein relativ enges ökologisches Verbreitungsspektrum typisch und zeigen demnach bestimmte Saprobiebereiche an. Da viele Organismen eine gewisse Spanne von Saprobiebereichen abdecken können, ist das ihre saprobielle Valenz. Bei den Saprobiebereichen werden entsprechend der Güteklasseneinteilung 4 Bereiche und 3 Übergangsbereiche unterschieden (Tab. 4). Um zu dieser Güteklasseneinteilung zu gelangen, ist die Berechnung des Saprobienindex (S) wichtig. Wegen der saprobiellen Valenz, die ein Maß für die Aussagekraft in der Beurteilung der Untersuchungsstelle ist, geht der Saprobiebereich, in dem die einzelnen Organismen vorkommen können, gewichtet in die Berechnung des **Saprobienindex (S)** ein. Für die einzelnen Organismen wurde diese Gewichtung nach einem 20 Punkte umfassenden Punktesystem vorgenommen und liegt in Tabellenform vor (Anhang 3). Diese Gewichtung heißt Indikationsgewicht (G). Bei Proben, deren Organismen nach Häufigkeit ausgezählt werden, wird der Saprobienindex wie folgt berechnet (Methode nach ZELINKA und MARVAN):

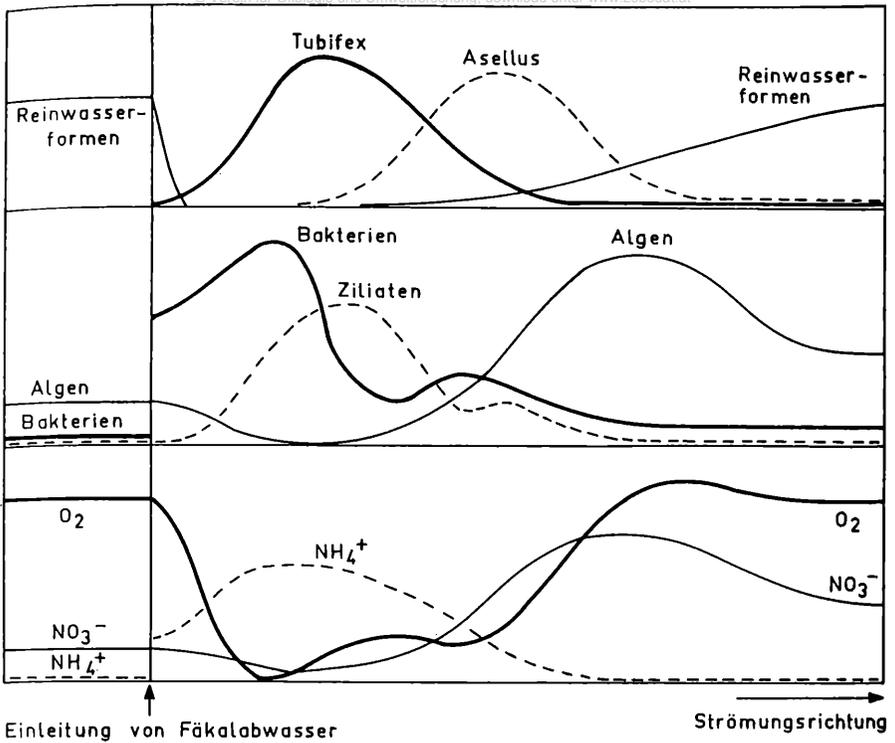


Abb. 44: Veränderungen der abiotischen Faktoren und des Organismenbesatzes eines Fließgewässers bei einer einmaligen starken Belastung durch häusliche Abwässer (nach SCHWOERBEL, aus SIEWING 1980)

Tab. 4: Güteklassen und Saprobienindex nach DIN 38.410

Güteklasse	Farbsymbol	organische Belastung	Saprobienstufe	Saprobienindex
I	blau	unbelastet bis sehr gering belastet	oligosaprob	1,0 bis <1,5
I-II	hellblau	gering belastet	oligosaprob mit Tendenz zur β -Mesosaprobie	1,5 bis <1,8
II	grün	mäßig belastet	β -mesosaprob	1,8 bis <2,3
II-III	hellgrün	kritisch belastet	β -mesosaprob bis α -mesosaprob	2,3 bis <2,7
III	gelb	stark verschmutzt	α -mesosaprob	2,7 bis <3,2
III-IV	orange	sehr stark verschmutzt	α -mesosaprob bis polysaprob	3,2 bis <3,5
IV	rot	außergewöhnlich stark verunreinigt	polysaprob	3,5 bis <4,0
Verödung	schwarz			

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n s_i \quad A_i \quad G_i}{\sum_{i=1}^n \quad A_i \quad G_i}$$

S – Saprobienindex der Untersuchungsstelle

s_i – Saprobienindex des jeweiligen Tieres oder Tiergruppe (Taxon)

A_i – Abundanz = Häufigkeit dieses Taxons

G_i – Indikationsgewicht des jeweiligen Taxons

Σ – Summe

Die in der deutschen Norm (DIN 38.410) angeführten Saprobienindices und Indikationsgewichte für die Berechnung des Saprobienindex (S) der untersuchten Stelle sind in Anhang 3 aufgelistet.

Da aber ein Auszählen der Organismen oft sehr aufwendig ist, können auch schnellere Schätzverfahren angewandt werden. Auch sie bringen verlässliche Ergebnisse. Die Berechnung des Saprobienindex erfolgt bei diesem Verfahren auch nach der obigen Formel, vereinfacht jedoch durch das Weglassen des Indikationsgewichtes (siehe Beispiel weiter unten). Die Zoobenthosorganismen aus der deutschen Norm sind in Anhang 3 aufgelistet, eine einfache Einordnung ist nach Anhang 1 und 2 möglich. Da für Österreich noch keine eigene Norm erstellt wurde, fehlen auf Österreich genau abgestimmte Werte. Für die Bestimmung der Güteklassen sind diese feinen Unterschiede aber von untergeordneter Bedeutung, außerdem variieren diese Werte auch je nach wissenschaftlichem Autor. Schätzungen nach 7 Häufigkeitswerten (Methode von KNÖPP und saprobielle Einstufung der Organismen nach SLÁDEČEK) haben sich gut bewährt:

-
- 1 = Einzelfund (nicht mehr als 2 Tiere)
 - 2 = wenig (3–10 Tiere)
 - 3 = wenig–mittel (11–30 Tiere)
 - 4 = mittel (31–60 Tiere)
 - 5 = mittel–viel (61–100 Tiere)
 - 6 = viel (101–150 Tiere)
 - 7 = massenhaft (>150 Tiere)
-

Wichtig dabei ist, daß der Untersucher bei mehreren Vergleichsstrecken derselbe ist, sodaß persönliche Schätzfehler nicht ins Gewicht fallen. Die Häufigkeitswerte werden am besten in eine Tabelle eingetragen (Anhang 4), ebenso der tabellarisch verfügbare Saprobienindex (für eine einfache und schnelle Einteilung verwende die Werte aus Anhang 1 und 2), um sodann den Saprobienindex der Untersuchungsstrecke und somit die Gewässergüteklasse bestimmen zu können (Tab.4).

Für die Schätzung der Häufigkeit (Abundanz) werden verschiedene Entwicklungsstadien eines Taxons (Larve, Puppe, Imago) zusammen gewertet. Stadien, die taxonomisch nicht entsprechend zugeordnet werden können, bleiben unberücksichtigt. Es empfiehlt sich der Übersichtlichkeit wegen die Anzahl der bestimmten Organismen und die dazugehörigen Saprobienindices (Anhang 1–3) in eine Tabelle einzutragen. Ein vorgefertigtes Formular zum Eintragen der Werte befindet sich in Anhang 4.

Beispiel:

	Häufigkeits- kategorie	× Saprobien- index	= Produkt
Bachflohkrebs <i>Gammarus fossarum</i>	3	1,6	4,8
Flußnapfschnecke <i>Ancylus fluviatilis</i>	5	2,0	10,0
Kriebelmückenlarven <i>Simulium sp.</i>	3	1,5	4,5
Wasserassel <i>Asellus aquaticus</i>	2	2,7	5,4
Rote Zuckmückenlarven <i>Chironomus sp.</i>	2	3,4	6,8
Schlammröhrenwurm <i>Tubifex sp.</i>	3	3,5	10,5
Steinfliegenlarven <i>Plecoptera</i>	3	1,0	3,0
Eintagsfliegenlarven <i>Ephemeroptera</i>	3	1,2	3,6
Dreieckstrudelnwurm <i>Dugesia gonocephala</i>	3	1,6	4,8
köcherlose Köcherfliegenlarve <i>Rhyacophila sp.</i>	3	2,0	6,0
Summe	30		59,4

$$59,4:30 = 1,98 \text{ Saprobienindex (Güteklasse II)}$$

Zur statistischen Absicherung kann für den Saprobienindex noch zusätzlich der Standardfehler des gewichteten arithmetischen Mittelwertes als Streuungsmaß (SM) berechnet werden:

$$SM = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - S)^2 \cdot A_i - G_i}{(n-1) \sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}}$$

Die Abkürzungen entsprechen denen in der Formel zur Berechnung des Saprobienindex, n = Anzahl der Taxa.

Liegt der SM-Wert unter 0,2, so entspricht der Saprobienindex den Genauigkeitsanforderungen der Norm (DIN 38.410), sofern die Summe der Abundanzen ($\sum A_i$) mindestens 15 beträgt. Für das obige kleine Beispiel ergibt $SM \pm 0,25$ (errechnet nach den Indikationsgewichten in Anhang 3), die Genauigkeit wurde also knapp verfehlt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind folgendermaßen anzugeben:

$$S = 1,98; \quad SM \pm 0,25; \quad \sum_{i=1}^n A_i = 30$$

5.3 Die Bestimmung der Indikatororganismen

Die folgende Charakterisierung der wichtigsten Tiergruppen für die Gütebestimmung soll die großen und wesentlichen systematischen Einheiten umfassen. Dabei werden einige besonders anschauliche und typische Organismen in Abbildungen vorgestellt. Für eine genaue Bestimmung der Familien und vor allem der Arten ist aber ein Bestimmungsbuch unersetzlich (siehe Literaturverzeichnis). Die Bestimmung der Indikatororganismen ist Voraussetzung – auch für eine nur grobe – Beurteilung der Gewässergüte.

Strudelwürmer (Turbellaria)

Namensgebend für diese Gruppe ist die stark bewimperte Epidermis, mit deren Hilfe sich die Strudelwürmer fortbewegen und Nahrung herbeistrudeln. Kleine Formen können auch frei im Wasser schwimmen, typisch ist aber das schneckenartige Kriechen. Die für fließende Gewässer typischen Tricladida, nach ihren drei Darmästen benannt, bevorzugen die dunkleren Bereiche unter Steinen, Ästen oder Wasserpflanzen. Unter den in Abbildung 45 dargestellten Tieren ist der **weiße Strudelwurm** (*Dendrocoelum lacteum*) typischer Vertreter von Güteklasse II. Das abgestutzte Kopfende, 2 schwarze Augen, der durchschimmernde Darm und die weißliche Färbung sind charakteristisch (Länge bis 2,6 cm). Für Güteklasse I ist der **graue Strudelwurm** (*Dugesia gonocephala*) typisch: 3-eckiger Kopf, braun bis schwärzliche Färbung, Länge etwa 2,5 cm. *Crenobia alpina* kommt im Mittelgebirge und in den Alpen vor: grau bis schwarz, Kopf abgestutzt, zwei vom Stirnrand weit entfernte Augen; in reinen Bächen, Güteklasse I.

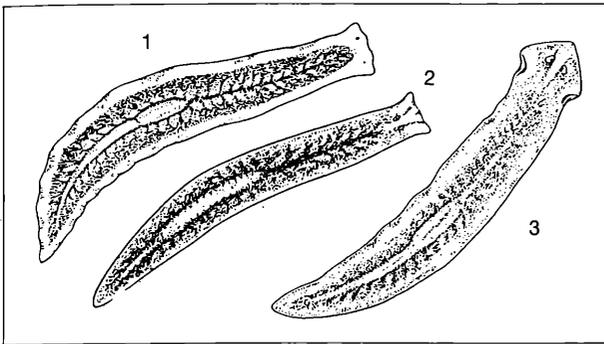


Abb. 45:
Strudelwürmer:
1 ... *Dendrocoelum lacteum*
2 ... *Crenobia alpina*
3 ... *Dugesia gonocephala*

Wenigborster (Oligochaeta)

Der wohl bekannteste Vertreter dieser Würmer ist der landlebende Regenwurm. Eine geringere Zahl kommt aber auch im Meer und im Süßwasser vor. Sie können Röhren bauen und sich schlängelnd oder schwimmend an Steinen und Wasserpflanzen fortbewegen. Der auch als Fischfutter verwendete **Schlammröhrenwurm** (*Tubifex sp.*) lebt meist in Kolonien im weichen Sediment, wo er die Röhren mit Schleim auskleidet (Abb. 46). Bevorzugt werden stark verschmutzte Bereiche, typisch für Güteklasse IV. Die nur 5–10 mm lange **Teichschlange** (*Stylaria lacustris*) kommt besonders im dichten Pflanzenwuchs vor, sie ist durchsichtig und kann leicht übersehen werden; typisch für Güteklasse II.

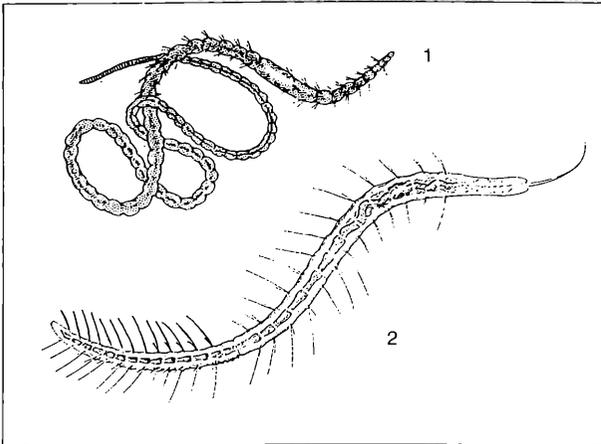


Abb. 46:
Wenigborster:
1 ... Schlammröhrenwurm
(*Tubifex* sp.)
2 ... Teichschlange
(*Stylaria lacustris*)

Egel (Hirudinea)

Diese parasitische Tiergruppe ist im Süßwasser mit etwa 25 Arten vertreten. Charakteristisch sind die Saugnäpfe und – wenn schwimmend – die auf und ab Bewegungen des sich schlängelnden Körpers. Der zu den Rüsselegeln gehörende **Große Schneckenegel**, *Glossiphonia complanata*, (Abb. 47) kann seine Mundpartie (Pharynx) hervorstülpen und so an Schnecken, Würmern und Insektenlarven saugen. Die Farbe ist sehr unterschiedlich (bunt, grün bis braun), deutlich sind 2 dunkle Längsbänder und 6 Längsreihen gelblicher Warzen, bis 3 cm lang – diese Art schwimmt nicht. Typisch für Güteklasse II. Der **Rollegel** (*Erpobdella octoculata*) frisst ganze Tiere und rollt sich bei Störungen zusammen, er ist sehr dunkel gefärbt und ist etwa 6 cm lang (Abb. 48). Typisch für Güteklasse III.

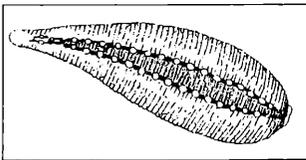


Abb. 47:
Großer Schneckenegel
(*Glossiphonia complanata*)

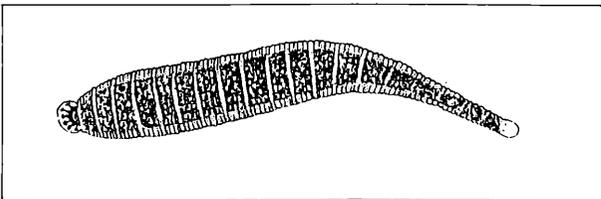


Abb. 48:
Rollegel
(*Erpobdella octoculata*)

Krebstiere (Crustacea)

Die Mehrzahl der sogenannten zehnfüßigen Krebse (Decapoda) lebt im Meer. Aber auch im Süßwasser kommen drei Arten neben dem amerikanischen und bei uns ausgesetzten **Signal-Krebs** (*Cambarus affinis*, auffällige rote Querflecken am Hinterleib) vor. Der einheimische **Edelkrebs** (*Astacus astacus*) wird gut 15 cm lang und ist durch 2 Leisten hinter dem Auge am Panzer (Carapax) mit einem langen nicht gezähnten Dornfortsatz (Rostrum) charakterisiert. Bei den beiden großen Scheren hat der unbewegliche Teil eine Einbuchtung zwischen zwei Höckern. Der **Steinkrebs** (*Astacus torrentium*) hat hinter dem Auge nur eine Leiste und ein kurzes Rostrum, er wird bis etwa 8 cm lang und bevorzugt klare Gebirgsbäche mit kiesigem Untergrund. Der **Sumpfkrebs** (*Astacus leptodactylus*) hat, wie der Edelkrebs, zwei Leisten hinter dem Auge, das Rostrum und der Panzer sind aber reichlich bedornt und der Schere fehlen die beiden Höcker. Dieser Krebs kommt nur im Tiefland vor, besonders an den Zuflüssen des Schwarzen Meeres, er wird bis 12 cm lang. Obwohl diese Flußkrebse normalerweise nicht in die Berechnung des Saprobienindex eingehen, sind sie gute Zeiger für sauberes Wasser (I, I-II).

Die etwa 1,5 cm lange **Wasserassel** (Abb. 49) stellt keine besonderen Ansprüche und ist in ruhigeren Gewässerabschnitten mit vorhandenem Detritus anzutreffen, typisch in Güteklasse III, auch in Klasse I und II. Die **Bachflohkrebse** (Abb. 50) findet man meist in Seitenlage unter Steinen. Sowohl Bach- als auch Flußflohkrebse werden bis 2 cm lang und sind beide typisch für Güteklasse II.

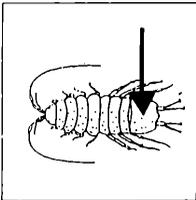


Abb. 49:
Wasserassel
(*Asellus aquaticus*),
die letzten Segmente sind
verschmolzen (Pfeil zu
Pleotelson)

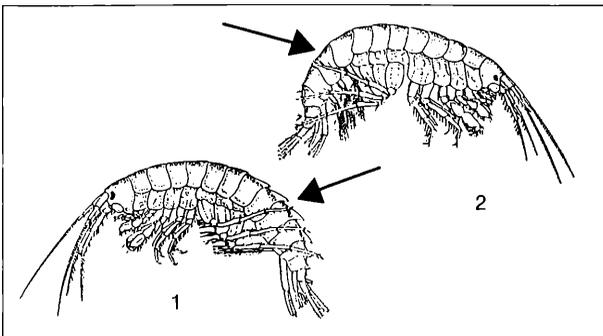


Abb. 50:
Bachflohkrebse:
1 ... *Gammarus roeselii*
(gezähnt!)
2 ... *Gammarus pulex*

Steinfliegen (Plecoptera)

Diese eigene Insektengruppe verbringt den Großteil des Lebens im fließenden Wasser als Larve. Die Dauer des Larvenlebens ist unterschiedlich, erstreckt sich aber bis zu drei Jahren. Von den Eintagsfliegen sind die Steinfliegen leicht zu unterscheiden: Die Beine der Larven haben 2 Klauen und die fadenförmigen Körperanhänge (Cerci) sind immer zu zweit. Sie sind sehr sauerstoffbedürftig und sitzen zumeist im Strömungsschatten oder unter Steinen. Zur Verwandlung klettern die Larven an Land, wo sodann das erwachsene Tier schlüpft. Bei dieser direkten Verwandlung fehlt also das Puppenstadium. Die Erwachsenen sind leicht an den gerade über dem Körper zurückgelegten Flügeln zu erkennen (Abb. 51). Die Steinfliegen sind durchwegs Zeiger für Güteklasse I, einzelne für I–II.

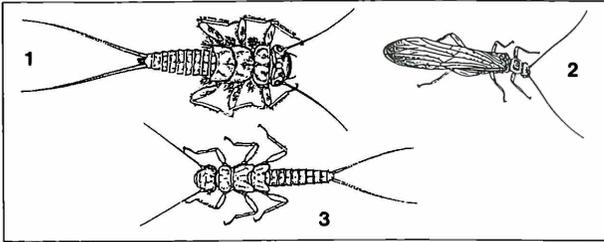


Abb. 51:
Steinfliegen:
1 ... *Dinocras* sp. Larve
2 ... *Nemoura* sp. Imago
3 ... *Isoperla* sp. Larve

Eintagsfliegen (Ephemeroptera)

Den Namen verdankt diese Insektengruppe ihrer kurzen Lebensdauer. Nach der direkten Verwandlung vom Larvenstadium zum erwachsenen Tier (Abb. 52) können sie keine Nahrung mehr aufnehmen und gehen nach einigen Stunden oder bis zu wenigen Tagen nach ihrem Hochzeitsflug wieder zu Grunde. Der größte Teil der Lebensspanne wird also wiederum als Larve im Wasser verbracht. Die Larven haben an den Füßen nur eine Krallen und, abgesehen von der Gattung *Epeorus*, haben alle drei Schwanzfäden. Charakteristisch und auffällig sind auch die blattförmigen Tracheenkiemen am Hinterleib. Die Lebensweise der Larven entspricht der der Steinfliegenlarven. Die Larven mit runder Körperform können größere organische Belastungen verkraften und signalisieren Güteklasse II (Abb. 52). Die abgeflachten Eintagsfliegenlarven (Abb. 53) signalisieren durchwegs Güteklasse I, ausgenommen einzelne Klasse I–II.

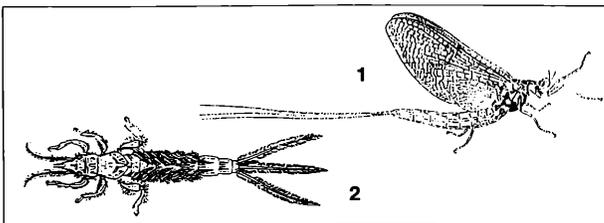


Abb. 52:
Eintagsfliegen:
(*Ephemera vulgata*)
1 ... Imago
2 ... Larve

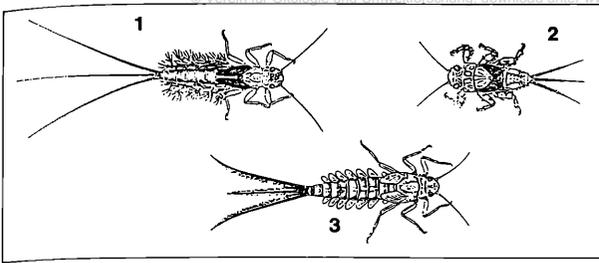


Abb. 53:
Eintagsfliegen:
1 ... *Habrophlebia* sp.
Larve
2 ... *Ephemerella belgica*
Larve
3 ... *Baetis* sp. Larve

Wasserwanzen

Als Wasserwanzen faßt man mehrere Familien zusammen: die an Land überwinternden, oder sonst nur auf der Wasseroberfläche lebenden **Wasserläufer** (Abb. 37) und die immer im Wasser lebenden **Skorpionswanzen**, **Schwimmwanzen**, **Rückenschwimmer** und **Ruderwanzen**. Für die Fließgewässergüte ist lediglich die zu den Schwimmwanzen zählende und 1 cm lange **Grundwanze** von Bedeutung (Abb. 54). Sie lebt im Substrat sauberer Bäche und Flüsse und zeigt Güteklasse I an.

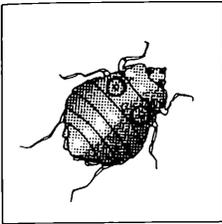


Abb. 54:
Grundwanze
(*Aphelocheirus aestivalis*)

Käfer (Coleoptera)

Unter den Wasserkäfern ist der **Hakenkäfer** *Elmis* und seine Larve besonders typisch für fließende Gewässer und recht leicht zu erkennen (Abb. 55). Er hält sich gerne in Wasserpflanzen und an Steinen auf, typisch für Güteklasse I, eine Art (*E. maugei*) auch I–II.

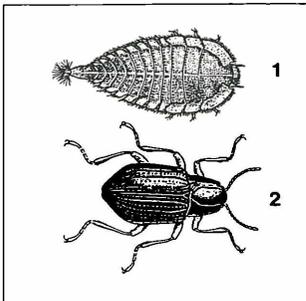


Abb. 55:
Hakenkäfer (*Elmis maugei*)
1 ... Larve
2 ... Imago

Zweiflügler (Diptera)

Unter den mit 2 Flügeln ausgestatteten Fluginsekten gibt es eine große Zahl deren Larven und Puppen im Wasser leben. Hier sollen einige besonders charakteristische Familien hervorgehoben werden. Die **Zuckmückenlarven – Chironomidae** – (Abb. 34, 56), deren Größe von 1 mm bis 2 cm schwankt, sind besonders an sauerstoffarme Bedingungen angepaßt. Der Gasaustausch erfolgt über die Körperoberfläche und über die 2 Paar Hautschläuche am vorletzten Segment. Sie leben im Bodenschlamm in eigenen Wohnröhren, wo sie enorme Dichten erreichen können (über 3.000 Stück pro m²). Die rotschimmernden Zuckmückenlarven haben Hämoglobin im Blut und können so selbst geringe Sauerstoffmengen effektiv nutzen. Diese Larven zeigen Güteklasse III–IV und IV an. Die **Kriebelmücken (Simuliidae)** verursachen als Erwachsene große, blutende Wunden mit ihren saugenden Mundwerkzeugen. Sie sind während des Tages – auch bei direkter Sonneneinstrahlung – aktiv und können bei Massenbefall Viehsterben verursachen. Ihre Larven leben ausschließlich im rasch fließenden Wasser, wo sie mit einer Haftscheibe am Substrat angeheftet sind (Abb. 57). Der Reusenapparat am Kopf-

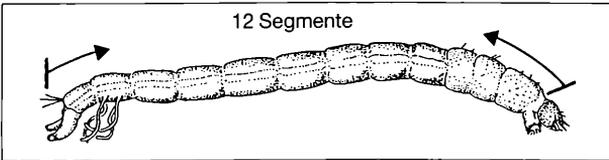


Abb. 56:
Zuckmückenlarve

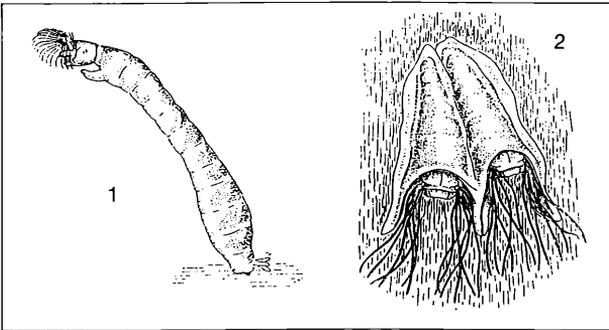


Abb. 57:
Kriebelmücken
(*Simulium sp.*)
1 ... Larve
2 ... Puppe

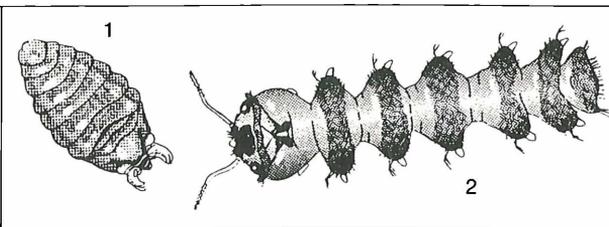
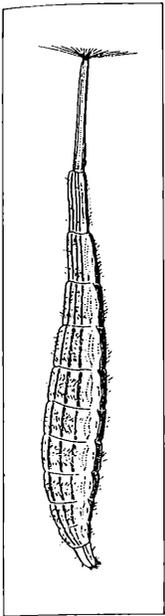


Abb. 58:
Lidmücken (*Liponewra sp.*)
1 ... Puppe
2 ... Larve



ende des etwa 1,5 cm langen Tieres dient dem Filtrieren der Nahrung. Vor der Verpuppung spinnt die Larve ein stanitzelförmiges Gehäuse. Sie sind typisch für Güteklasse I–II beziehungsweise II. Die **Lidmücken (Blepharoceridae)** sind in Mitteleuropa nur durch die Gattung *Liponeura* vertreten. Sie kommt in rasch fließenden Gebirgsbächen vor, wo sie sich mit den sechs bauchseitigen Saugnäpfen anheften kann (Abb. 35, 58). Typisch für Güteklasse I.

Die Larven der **Waffenfliegen (Stratiomyiidae)** sind ganz besonders an das sauerstoffarme Milieu angepasst. Sie können – sozusagen mit einem Schnorchel – auch durch dicke Algenwatten hindurch atmen. Das letzte Segment ist zu einem Atemrohr verlängert, wohinein sich die Tracheen öffnen (Abb. 59). Typisch für Güteklasse III.

Abb. 59:
Waffenfliege
(*Stratiomys* sp.) Larve

Die im sauerstoffarmen oder -freien Wasser bzw. Schlamm lebende **Rattenschwanzlarve (*Eristalomyia* sp.)** besitzt auch ein Atemrohr, das sie teleskopartig der jeweiligen Wassertiefe anpassen kann (Abb. 60). Die Höchstlänge dieses Rohres soll 10 cm betragen können. Die Larve selbst ist etwa 2 cm lang, sie gehört zur Familie der Schwebfliegen (Syrphidae) und kann entweder über die Haut atmen oder sich vollkommen unabhängig vom Wasser machen. Typisch für Güteklasse IV.

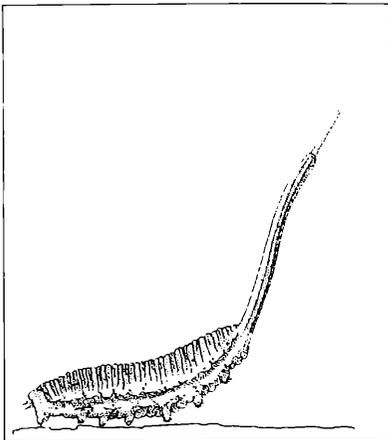


Abb. 60:
Schwebfliege (*Eristalomyia* sp.)
Rattenschwanzlarve

Libellen (Odonata)

Bei den meist schwierig zu bestimmenden Libellen können zwei Unterordnungen unterschieden werden: Die **Kleinlibellen** oder **Schlankjungfern (Zygoptera)** haben einen dünnen Hinterleib, zwei gleichgroße Flügelpaare, die in Ruhe über dem Körper zusammengelegt werden. Die **Großlibellen (Anisoptera)** sind große Formen mit kräftigem Hinterleib und 2 ungleichen Flügelpaaren, die in Ruhe immer waagrecht gehalten werden.

Alle Libellenlarven sind räuberisch. Sie ergreifen ihre Beute (Wasserasseln, Kaulquappen etc.) mit der vorschnellbaren Fangmaske – dem eindeutigen Erkennungsmerkmal (Abb. 61). Als Atmungsorgan dient der Enddarm, wo sich Tracheenkiemen befinden. Zur Verwandlung zum erwachsenen Tier klettern die Larven aus dem strömenden Wasser an Pflanzen empor. Dort schlüpft dann – ohne Puppenstadium – die fertige Libelle. Fast alle Libellenlarven sind typisch für Güteklasse II.

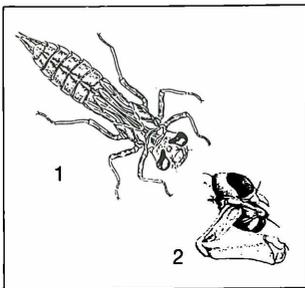


Abb. 61:
Libellen:
1 ... Larve der Großlibelle
Aeschna sp.
2 ... vorschnellende Fang-
maske

Köcherfliegen (Trichoptera)

Diese Insekten bauen sich zumeist ein Gehäuse, den Köcher, in dem sie als Larve leben. Nach der Verpuppung schlüpft das erwachsene – oft fälschlicherweise für Kleinschmetterlinge gehaltene – Tier. Ganz typisch sind die dachartig zusammengelegten Flügel (Abb. 62). Alle Köcherfliegenlarven, bei denen der Kopf im rechten Winkel zur Körperachse sitzt, bauen Köcher. Diese Köcher können aus Steinchen oder aus Pflanzenmaterial gebaut sein (Abb. 63). Das Gehäuse, das vor der Verpuppung verschlossen wird, bietet dem weichhäutigen Körper Schutz und sorgt für die Sauerstoffzufuhr zu den Tracheenkiemen am Hinterleib. Die köcherbauenden Arten sind typisch für Güteklasse I. Die Arten, bei denen Kopf und Körper in einer geraden Achse verläuft, bauen zumeist keine Köcher (Abb. 64). Diese klettern entweder frei am Substrat umher (wie *Rhyacophila*), bauen Fang-

netze in der Strömung (wie *Neureclipsis*) oder relativ unregelmäßige Gespinnste kombiniert mit Fangnetzen (wie *Hydropsyche*). Diese köcherlosen Larven sind typisch für Güteklasse II.

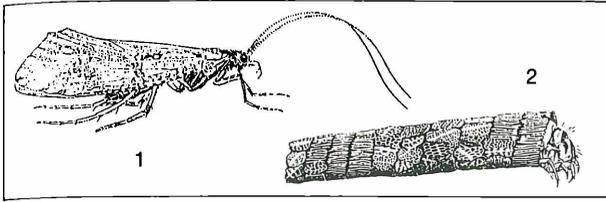


Abb. 62:
Köcherfliegen
(*Phryganea* sp.)
1 ... Imago
2 ... Larve

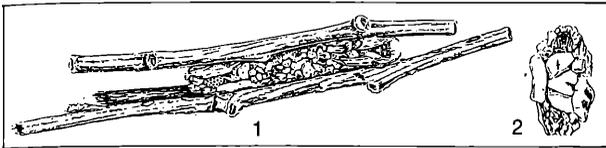


Abb. 63:
Köcherfliegen:
1 ... *Anabolia* sp. Larve
2 ... *Agapetus* sp. Larve

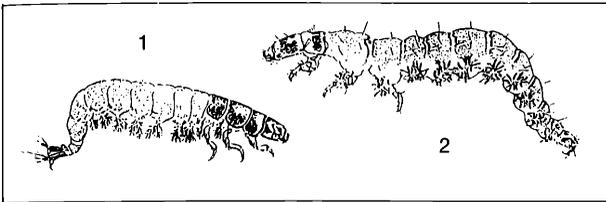


Abb. 64:
Köcherfliegen:
1 ... *Hydropsyche* sp.
Larve
2 ... *Rhyacophila* sp.
Larve

Muscheln (Bivalvia)

Alle Vertreter der Flußmuscheln (Unionidae) sind in ihren Beständen äußerst gefährdet. Oft verschwinden Bestände schon kurz nachdem man von ihrer Existenz Kenntnis genommen hat. Allen voran ist die **Flußperlmuschel** (*Margaritifera margaritifera*), die in den kalkarmen Bächen der Urgebirgs- und Sandsteinformationen vorkommt, vom Aussterben bedroht. Die bis ca. 12 cm lange Muschel hat nur Haupt- und keine Seitenzähne am Schloß – der Wirbel ist außen stärker zerrissen. Typisch für Güteklasse I. Die **Gemeine Flußmuschel** (*Unio crassus*) hat ein Schloß mit Haupt- und Seitenzähnen, ist etwa 6 cm lang und von eiförmiger Gestalt. Typisch für Güteklasse II. Die **Blasige Flußmuschel** (*Unio tumidus*) bevorzugt ruhiges Wasser, Schloß auch aus Haupt- und Seitenzähnen, bis 9 cm lang, Schale doppelt so lang wie hoch und keilförmig zugespitzt. Typisch für Güteklasse II. Die **Malermuschel** (*Unio pictorum*) hat auch Haupt- und Seitenzähne, die Schale ist auch auf einer Seite zugespitzt, aber langgestreckt und mehr als doppelt so lang wie hoch. Länge bis etwa 10 cm, typisch für Güteklasse II.

Die zu den **Kugelmuscheln** (*Sphaeriidae*) gehörende, weniger als 1 cm messende **Erbsenmuschel** (*Pisidium*) hat eine ungleichseitige Schale (Abb. 65). Sie lebt am Bachgrund und im Lückensystem. Typisch für Güteklasse II.

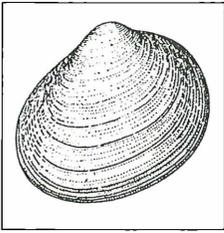


Abb. 65:
Erbsenmuschel
(*Pisidium* sp.)

Schnecken (Gastropoda)

Unter den Süßwasserlungenschnecken (Basommatophora) sind die **Schlamm-schnecken** besonders auffällige Vertreter. Sie bevorzugen ruhige Gewässerabschnitte, also auch Seen und Tümpel, wo sie oft mit dem Fuß nach oben an der Wasseroberfläche kriechen bzw. schwimmen. Der größte Vertreter ist die **Spitzschlamm-schnecke** (*Lymnaea stagnalis*), die mit Gehäuse bis etwa 6 cm lang wird (Abb. 66). Typisch für Güteklasse II.

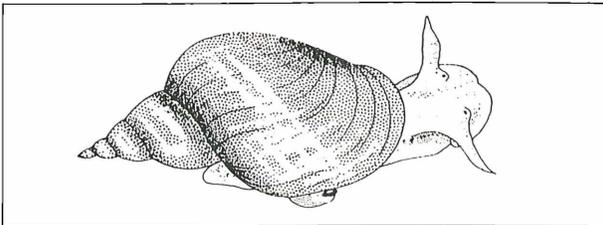


Abb. 66:
Spitzschlamm-schnecke
(*Lymnaea stagnalis*)

Ebenfalls in ruhigeren und pflanzenbewachsenen Gewässerabschnitten leben die **Tellerschnecken** (*Planorbidae*). Ihr Gehäuse ist flach in einer Ebene aufgerollt und deshalb unverwechselbar. Der auffälligste und größte Vertreter ist die **Posthornschncke** (*Planorbarius corneus*), der Gehäusedurchmesser beträgt etwa 3 cm (Abb. 67). Auch die kleineren Arten, wie *Bathyomphalus contortus* (Durchmesser ca. 5 mm) sind typisch für Güteklasse II. Für dieselbe Güteklasse ist die durch ihre Mützenform unverwechselbar und ausgezeichnet an die Strömung der Fließgewässer angepasste **Flußnapfschnecke** (*Ancylus fluviatilis*, Abb. 68) typisch. Sie wird bis zu 7 mm lang. Ebenfalls typisch für steinigtes Fließwassersubstrat ist die Gattung *Theodoxus*, ein Vertreter der Vorderkiemer (Prosobranchia). Diese Schnecken sind durch einen Gehäusedeckel, den sie am Fußende tragen, ausgezeichnet. *Theodoxus* hat eine besonders ohrartig erweiterte letzte Gehäusewindung und ist ca. bis 1,3 cm lang. Typisch für Güteklassenbereich I–II. Zur selben Unterklasse gehört die **Sumpfedeckelschnecke** (*Viviparus viviparus*), die ein-

zige lebendgebärende heimische Schneckenart. Ihr Gehäuse ist gestreift und gut 4 cm hoch, es kann auch mit einem Deckel verschlossen werden. Sie kommt in Seitenarmen und stehenden Gewässern vor und zeigt Güteklasse II an.

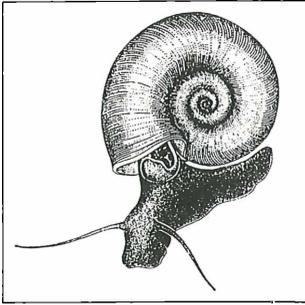


Abb. 67: Posthornschncke (*Planorbis cornuus*)

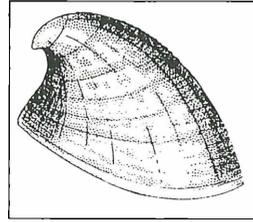


Abb. 68: Flußsapschncke (*Ancylus fluviatilis*)

Echter Abwasserpilz (*Leptomitus lacteus*)

Dieser auf den Abbau organischer Stickstoffverbindungen spezialisierte Pilz findet besonders im Abwasser von Schlachthöfen, Zuckerfabriken, Molkereien oder defekten Kläranlagen reichlich Nahrung. In α -mesosaprobien Gewässern (Güte III) bildet er fellartige Büschel, die als weißlich-rosaroter Überzug auf Steinen, Ästen und Wasserpflanzen wachsen (Abb. 69). Oft entsteht der Eindruck von angeschwemmten dunklen Putzfetzen.

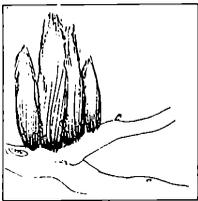


Abb. 69:
Abwasserpilz
(*Leptomitus lacteus*)

Bakterienkolonie *Sphaerotilus natans*

In stark verschmutztem, fließendem Wasser bilden diese Bakterien lange, schleimige Fäden, die an eine feste Unterlage angewachsen sind (Abb. 70). Fälschlicherweise werden sie auch oft als Abwasserpilz bezeichnet. Charakteristisch ist auch der süße Duft, typisch für Güteklasse IV.

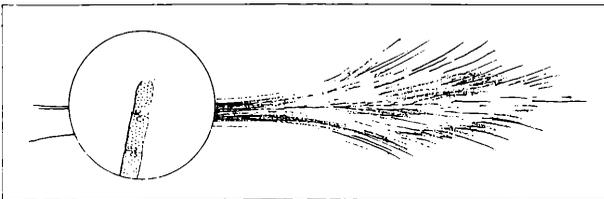


Abb. 70:
Bakterienkolonie
(*Sphaerotilus natans*)

6. Andere Bioindikatoren

Obwohl für andere Organismengruppen ein so ausgeklügeltes Bioindikatorensystem, wie im Falle der Makrozoobenthosorganismen nicht existiert, liefern doch Vorhandensein oder Fehlen bestimmter Tiere und Pflanzen Zusatzinformationen zum ökologischen Zustand eines Gewässers. Für die Fischfauna wurde exemplarisch die Bedeutung der Flußbettstruktur aufgezeigt. Die von Prof. Jungwirth an österreichischen Gewässern durchgeführten Befischungen ergaben eindeutig, daß die Varianz der Tiefen und Breiten des Bettes mit der Fischartenzahl bzw. der Fischartendiversität korreliert ist. Der Strukturierungsgrad ist also maßgeblich für das Vorhandensein der bodenständigen Fischgemeinschaft verantwortlich.

Der natürliche und breite, nicht verbaute oder landwirtschaftlich genutzte Uferbereich mit zu bestimmten Jahreszeiten überschwemmten Feuchtwiesen, Auwäldern, Ausständen, Seitenarmen oder einfach der typischen bodenständigen Ufervegetation (z. B. Sumpfpflanzen, Binsen, Schilf, Weiden etc.) sind Gütesiegel für den Gewässerrand. Dort, wo diese Strukturen vorhanden sind, wird man auch die typische Begleitfauna vorfinden.

Die Wasseramsel oder der Fischotter kommen beide an sauberen Gewässerabschnitten vor (Güteklasse I–II, II). Die Wasseramsel, die ja ausschließlich im Wasser nach Nahrung taucht, kommt im Bachbereich vor und hat ihr Nest in unmittelbarer Gewässernähe. Das aus Moos gebaute, kugelförmige Nest sitzt natürlicherweise auf Vorsprüngen von Felsabbrüchen direkt am Ufer oder – wo diese Strukturen fehlen – auch unterhalb von Brücken. Der Fischotter ernährt sich von Krebstieren, Weichtieren und Fischen und braucht große Fluß- und Teichlandschaften für seine ausgedehnten Nahrungstreifzüge. Seine Bauten legt der Otter bevorzugt im naturbelassenen, unverbauten Ufer an. In Österreich bilden Mühl- und Waldviertel und die Grenzbereiche Steiermark – Burgenland – Ungarn die letzten verbliebenen Verbreitungsschwerpunkte. Auch der typische Fließgewässerbewohner, der Eisvogel (Abb. 22), benötigt klares Wasser, da er stoßtauchend kleine Fische fängt und nicht im Trüben fischen kann.

Über Veränderungen im Nahrungsangebot kommt es auch bei Vogelpopulationen zu starken Schwankungen. Durch das Absinken des pH-Wertes englischer Bäche infolge des sauren Regens, wurde z. B. das Nahrungsangebot des Benthos für die Wasseramseln so stark dezimiert, daß die Abnahme der Brutdichte eindeutig mit dem niedrigeren pH-Wert korreliert werden konnte. Auch für umgekehrte Erscheinungen gibt es Beispiele von den Wasservögeln (vor allem Enten), die gerne als Bioindikatoren herangezogen werden. Seit Anfang der 1970er Jahre wurde eine Massenvermehrung der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) an der Donau und in Schweizer Seen beobachtet. Auf dieses veränderte Nahrungsan-

gebot hat besonders die zu den Tauchenten gehörende Reiherente (*Aythya fuligula*) reagiert: die Winterbestände der Schweiz stiegen von 1967 bis 1981 von 27.000 Enten auf 180.000 Exemplare. Dabei konnten Muscheldichten von 10.000 Exemplaren pro Quadratmeter gefunden werden.

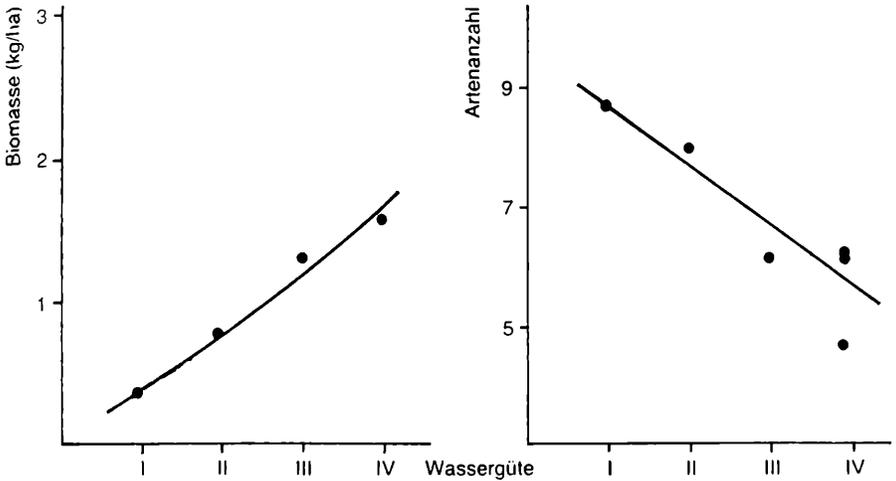


Abb. 71: Beziehung zwischen Gewässergüte und der Wasservogelindividuenzahl (Biomasse) und der Wasservogelartenzahl (nach REICHHOLF aus RUTSCHKE 1989)

Allgemein kann man sagen, daß die Eutrophierungstendenzen (also z. B. vermehrtes Wachstum von Zuckmückenlarven und Schlammröhrenwürmern infolge von Überdüngung) mitteleuropäischer Gewässer bestimmte Entenarten begünstigen: Tafel- und Reiherente und dort, wo das Sediment für Gründelenten erreichbar ist, die Stockente. Die wenigen, aber massenhaft auftretenden Arten sind gute Indikatoren für schlechte Wasserqualität, während eine hohe Artenzahl (Artendiversität) gute Gewässergüte signalisiert (Abb.71).

7. Gefährdung und Revitalisierung von Lebensraum und Wasserqualität

7.1. Beeinträchtigungen der Flußläufe und des Umlandes

Der Mensch hat offensichtlich von jeher ein gestörtes Verhältnis zu Feuchtlebensräumen. Diese an sich sehr produktiven lebensspendenden Bereiche mußten im Verlaufe der Menschheitsgeschichte immer mehr landwirtschaftlichen Flächen, Siedlungsgebieten, Industrien oder Hochwasserschutzanlagen weichen. Diese feindliche Einstellung dem Wasser gegenüber führte weltweit zu einer bedrohlichen Situation der Feuchtgebiete, die Nahrungsreserve, Wasserreserve und Naturpotential in einem sind (vgl. Kap. 2). Auch in dem kleinen Land Österreich ist der Verlust solcher Lebensräume zu beklagen. Maßnahmen, wie Drainagierungen werden auch Meliorationen (lat. melior = besser) genannt. Das war wohl kurzfristig richtig, denn feuchte Wiesen konnten sodann leichter mit schweren Traktoren bearbeitet oder überhaupt in Ackerland umgewandelt werden. Längerfristig führten diese Veränderungen aber zu Verschlechterungen, insbesondere für die Artenvielfalt, den Wasserhaushalt und die Bodenqualität. Wie großflächig solche Veränderungen sind, zeigt eine Publikation über die Entwicklung der Wiesenkomplexe im Bereich von Thaya und March vom Umweltbundesamt besonders deutlich (Abb. 72). In Niederösterreich wurden in den letzten 130 Jahren 87.000 ha Feuchtflächen trockengelegt, in ganz Österreich waren es zwischen 1945 und 1979 rund 1.620 km², im selben Zeitraum wurden über 3.000 km Bäche reguliert. Mehr als 30.000 km Fließgewässerstrecke wurden durch den Wasserbau verändert. Die Kanalisierung von Bächen und Flüssen führt durch deren monotone Bettgestaltung nachweislich zu einer Artenverarmung der Fischfauna, deren Artenreichtum wesentlich von Strukturvielfalt und Wassertiefenvariabilität abhängt. Die Verrohrung von Gewässerabschnitten bedeutet fast immer das Ende für das Fischvorkommen. Eine weitere wesentliche Beeinträchtigung der Fließgewässerstruktur ist die Unterbrechung des Fließkontinuums durch Wehranlagen, Mühlen und Kraftwerke. Dort wo der Fluß ganz unterbrochen ist, oder eine große Schwelle mit Wasserabsturz den Fluß zerteilt, ist ein Austausch von Organismen zwischen den beiden Teilen nicht mehr möglich. Dies betrifft vor allem die Fische, die fast alle ein mehr oder weniger ausgeprägtes Wanderverhalten im Jahresablauf besitzen und die Makrozoobenthosorganismen. Diese Kleinlebewesen vollführen normalerweise ausgedehnte Wanderungen, die dann unmöglich werden. Im Falle der Fische versucht man diese unnatürlichen Situationen mit Besatzmaßnahmen auszugleichen, was zumeist aber nur den Fischern und nicht einer sich natürlich fortpflanzenden Fischpopulation zugute kommt. Durch den sachgerechten Einbau von Fischaufstiegshilfen aber kann die Situation bedeutend ent-

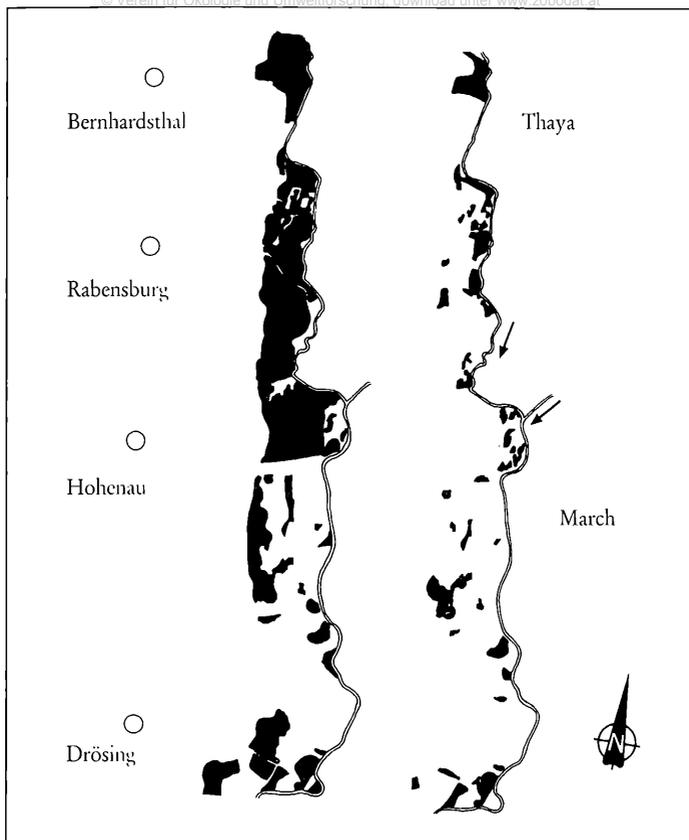
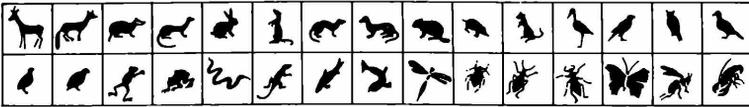
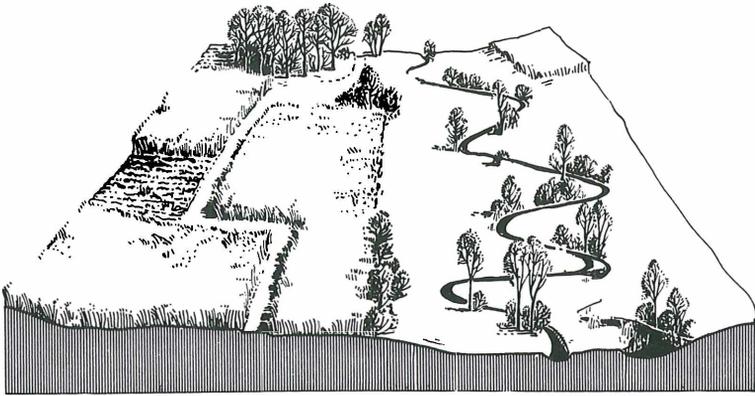


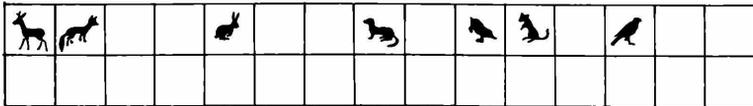
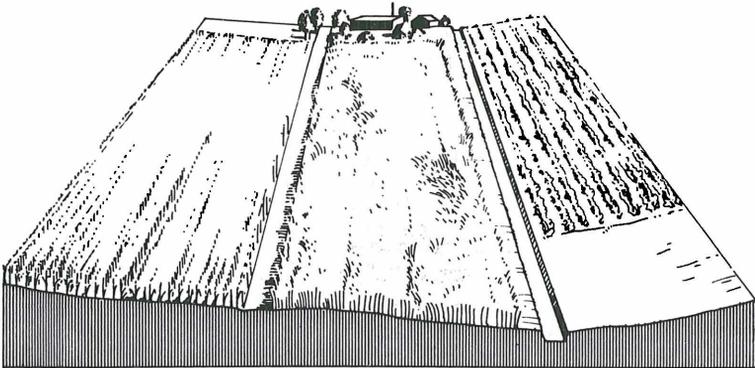
Abb. 72: Veränderungen der Wiesenkomplexe (schwarz) an Thaya und March zwischen 1923 und 1982 (aus GRABHER et al. 1990)

schärft werden. Langfristig unwiederbringlich sind die Lebensgemeinschaften der Bach- und Flußufer sowie deren Umland. Viele Tiere der Ufersäume und angrenzenden Biotope verschwinden einfach bei deren tiefgreifenden Veränderung (Abb. 73). Kommune Arten, wie Ringelnatter, Koppe, Rebhuhn oder Flußkreb, Waldohreule und Trauermantel finden in der intensiv bewirtschafteten, maschinengerechten und strukturarmen Kulturlandschaft nicht mehr den entsprechenden Lebensraum. Für die bereits erwähnten Wiesegebiete sind der Wachtelkönig und der Große Brachvogel gute Beispiele. Allgemein ökologisch bedenklich ist die Artenverarmung infolge von Strukturarmut und Gifteinwirkung. Mit diesen veränderten Bedingungen kommen weniger und unspezialisierte Arten zurecht (vgl. Abb. 71).

Zur Beeinträchtigung der Wasserqualität liegen kaum zugängliche Angaben zur Schwermetallbelastung oder zur Belastung durch halogenierte Kohlenwasser-



Reh Fuchs Dachs Fischotter Feldhase Steinmarder Iltis Hermelin Hamster Maulwurf Feldmaus Weißstorch
 Mäusebussard Waldohreule Ringeltaube Rebhuhn Wachtel Teichfrosch Erdkröte Ringelnatter Zauneidechse
 Bachforelle Mühlkoppe Prachtlibelle Gelbrandkäfer Goldlaufkäfer Maikäfer Trauermantel Ackerhummel Flußkrebis



Reh Fuchs Feldhase Hermelin Maulwurf Feldmaus Mäusebussard

Abb. 73: Strukturveränderung und Lebensgemeinschaft: Fließgewässer mit umgebendem Agrarland und charakteristischen Tierarten (nach BINDER in Landschaftswasserbau Bd. 5, 1985)

stoffe vor. Schätzungen sprechen von einem österreichischen Jahresverbrauch von 15.000 Tonnen chlorierter Kohlenwasserstoffe von denen etwa 400.000 Liter in die Flüsse gelangen. Diese entstehen zum Beispiel als Abfallprodukt bei der Chlorbleiche von Zellstoff oder bei der Erzeugung von chlorierten Lösemitteln. Zum Thema Schwermetallbelastung bemerkt die Öko-Bilanz Österreichs 1988: mit bis zu 33.000 mg Zink/kg Flußsediment übertrifft die Ager und die Traun sämtliche aus der Literatur bekannten Werte. Die Autoren einer Studie bemerken dazu, daß diese Menge an das herankommt, was von der obersten Bergbaubehörde als unterste Grenze abbaubaren Erzvorkommens festgelegt sei. Verantwortlich für diese Extremwerte ist die Chemiefaser Lenzing AG. Ähnlich wie die Phosphate werden Schwermetalle von Kläranlagen nur zum Teil zurückgehalten und sind deshalb – einmal freigesetzt – ein besonders schwieriges Problem.

Besser ist es um die biologische Gütebeurteilung nach dem Saprobiensystem zumindest für die wichtigsten Fließgewässer Österreichs bestellt: alle 5 Jahre erscheint vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft die Gewässergütekarte Österreichs (vergleiche Farbtabelle im Anhang), worin die wesentlichen Beeinträchtigungen wie folgt zusammengestellt werden: schlechter als Güteklasse III wurde insbesondere überall dort festgestellt, wo siedlungsmäßige Ballungsräume, Zellulose- und Zellstofffabriken oder Zuckerfabriken ihre Abwässer einleiten. Insbesondere in den alpinen Gebieten gibt es viele sehr reine oder nur gering belastete Gewässer, die besonders schutzwürdig sind. Von den Zellstofffabriken gewinnen die Sulfatzellstoffwerke Frantschach (Lavant), Pöls und Nettingsdorf (Krems, O.Ö.) auf Grund ihrer Produktionsprozesse die Aufschlußchemikalien in einem sehr hohen Ausmaß zurück. Von den Sulfatzellstoffwerken haben Lenzing (Ager), Steyrmühl (Traun) und Leykam (Mur) Anlagen zur Laugenverbrennung in Betrieb. Als nächster Schritt zur Gewässerreinigung sind noch weitere Maßnahmen sowohl innerbetrieblich (z. B. die Umstellung auf Sauerstoffbleicherei), als auch die biologische oder gleichwertige Reinigung der Restabwässer erforderlich. Industrie und Gewerbe belasten unsere Fließgewässer – unter Berücksichtigung bereits erfolgter innerbetrieblicher, prozeßtechnischer Maßnahmen sowie zusätzlicher biologischer Reinigung – in grober Abschätzung derzeit noch mit einer Schmutzfracht von etwa 11,5 Mio. Einwohnergleichwerten (EGW). Davon entfallen 6 Mio. EGW auf die Zellstoff- und Papierindustrie, 4 Mio. EGW auf die sonstige Industrie und 1,5 Mio. EGW auf das Gewerbe. Zusammen mit der Schmutzfracht aus den Haushalten in Höhe von 3,5 Mio. EGW ergibt sich somit eine Gesamtfracht in Höhe von 15 Mio. EGW.

Die Entwicklung der Gewässerbeanspruchungen zeigt, daß neben der Menge auch die Beschaffenheit der in die Gewässer eingebrachten Schadstoffe sich nachteilig verändern. Die große Zunahme in der Verwendung von Chemikalien

kommt auch in einer immer komplizierteren Zusammensetzung der den Gewässern überantworteten Abwässer zum Ausdruck: schwer abbaubare Stoffe, Giftstoffe und damit Überlagerungs- und Langzeiteffekte kennzeichnen diese Entwicklung, die zum Einsatz neuer Aufbereitungsmethoden, zur verstärkten Wiederverwendung der Schadstoffe, aber auch zur Suche nach umweltfreundlichen Ersatzstoffen zwingen.

Eine weitere Belastung der Fließgewässer stellen Wärmeeinleitungen dar, weil solche auch eine Verschlechterung des Sauerstoffhaushaltes der betroffenen Gewässer mit sich bringen. Es ist daher anzustreben, daß Wärmeeinleitungen selbst unter Beachtung der entsprechenden Grenzwerte grundsätzlich nur in Gewässer mit einer Mindestgüteklasse II erfolgen, wobei auch hier der Summationseffekt zu beachten ist.

In den Fremdenverkehrsgebieten tritt besonders in der Wintersportsaison, bedingt durch die geringe Wasserführung der Flüsse und Bäche, die durch die niedrigen Temperaturen verminderte Selbstreinigungskraft und die zu dieser Zeit erhöhte Bewohnerzahl zum Teil noch eine sehr starke Belastung der Gewässer auf.

Nicht unerhebliche Beeinträchtigungen entstehen auch an Gewässerstrecken durch unzureichende oder fehlende Restwassermengen infolge von Wasserableitungen zur Energiegewinnung.

7.2. Schwerpunkte der Verunreinigungen der Fließgewässer Österreichs (vgl. Farbtafel im Anhang)

Die in den Ballungsräumen des Rheintales und der unteren **III** durch städtische Abwässer und durch Abgänge aus Großbetrieben, insbesondere der Textilindustrie verursachten Gewässerbeeinträchtigungen konnten durch die Inbetriebnahme und die Erweiterung bestehender Kläranlagen vermindert werden. Insbesondere durch die dreistufige Kläranlage in Dornbirn wurden spürbare Entlastungen für die Dornbirnerach und den Rheintal-Binnenkanal erreicht. Güteklasse III und IV herrscht heute noch an der unteren **Dornbirnerach** und punktuell an einigen anderen Fließgewässerabschnitten. Bereits im Gütebild 1985 wurde auch auf die Verbesserung der Situation des Lustenauer Kanals durch den Anschluß von Lustenau an die Kläranlage Hofsteig und des Leiblachkanals durch die Inbetriebnahme der Kläranlage Leiblachtal hingewiesen.

Im Tiroler Einzugsgebiet des **Inn** überwiegen bei der Gewässerbelastung die kommunalen Abwässer, wobei der starken saisonalen Belastungszunahme aus dem Fremdenverkehr besonders im Winterhalbjahr große Bedeutung zukommt: Während die meisten Fließgewässerstrecken den Güteklassen I, I-II, II zuzu-

rechnen sind, gelten als stark und sehr stark verunreinigt (III, III–IV, IV): Bereiche an Rosanna, Inn unterhalb von Innsbruck und Kundl, Gießenbach, Pitz, Tuxbach, Weißsache und Kitzbühler Ache.

Im Einzugsgebiet der **Salzach** lag noch 1985 der Schwerpunkt der Gewässerverunreinigungen in Hallein, wo durch die Einbringung von Schmutzstoffen aus der dortigen Zellstoff- und Papierfabrik, die rund 1 Million EGW entspricht, in der Salzach die Gewässergüteklasse IV auftrat. Durch innerbetriebliche Maßnahmen im Frühjahr 1988 wurde die organische Belastung von rund 350 Tonnen pro Jahr auf etwa 90 Tonnen pro Jahr verringert und die Salzach weist unterhalb von Hallein jetzt Güteklasse III auf. Die **Saalach** hat insgesamt Güteklasse II, lediglich zur Wintersportsaison im oberen Saalachtal verschlechtert sich die Güte auf II bis III mit Tendenz zu III.

Die **Mur**, die 1985 streckenweise stark bis außergewöhnlich stark verunreinigt war, weist heute wesentliche Verbesserungen auf. Seit der Verfahrensumstellung in der Zellstofffabrik Pöls weist die Mur zwischen der Mündung der Pöls und der Zellstofffabrik Gratkorn Güteklasse II bis III auf. Die **Pöls** selbst hat Güteklasse IV bis zur Mündung in die Mur.

Die **Raab** hat infolge von Sanierungsmaßnahmen in Gleisdorf und Feldbach die Gewässergüte von III–IV auf III verbessert.

Die Situation der durch die Abwässer der Sulfatzellstofffabrik stark belasteten **Lavant**, die ab Frantschach sogar Güteklasse IV aufwies, hat sich durch Sanierungsmaßnahmen auf Güteklasse II verbessert. Die noch 1988 mit Güteklasse IV verzeichnete **Vellach** hat durch die Schließung der Zellstofffabrik in Rechberg 1989 mittlerweile Güteklasse II. Extreme Verunreinigungen weisen Peratschitzenbach und Glan durch Holzplattenindustrien auf. Durch Abwässer des Bleibergbaus wird der **Nötschbach** weiterhin biologisch vernichtet und die Gewässergüte der **Gail** beeinträchtigt. Diese Verödungserscheinungen treten auch am Oselitzenbach und am Riegerbach auf.

Die **Donau** zeigt im größten Teil ihres Laufes Güteklasse II. Auf Grund der Inbetriebnahme der Großkläranlagen Linz (1979 mechanischer, 1982 biologischer Teil) und Wien (1980) konnte die relativ kurze Strecke unterhalb von Linz auf II bis III und am rechten Ufer unterhalb Wiens auf III verbessert werden. Nach den letzten Untersuchungen war rechtsufrig unterhalb von Wien eine weitere Verbesserung auf Güteklasse II bis III zu erkennen, wenn auch in diesem Abschnitt gleichzeitig eine deutlich erhöhte bakteriologische Belastung festgestellt wurde. Durch stark verunreinigte Zubringer (Traun, Ybbs, Traisen) treten lokale Verschlechterungen sowie temporäre durch die Abwässer der Tullner Zuckerfabrik während der Rübenkampagne (z. B. 1981/82: 800.000 EGW) auf. Die Belastung

der **Traun** ist durch innerbetriebliche Maßnahmen der Zellstofffabrik Lenzing und durch die Einstellung der Zellstoffproduktion in Steyrmühl zurückgegangen (Güteklasse II–III). Durch die Abwässer aus der Sulfatzellstofffabrik Nettingsdorf wird der unterste Abschnitt der oberösterreichischen **Krems** sehr stark beeinträchtigt (III–IV).

Als großräumiger Schwerpunkt der Gewässerverunreinigung gilt nach wie vor das südliche Wiener Becken. Die in diesem Ballungsraum anfallenden Kommunal- und Industrieabwässer rufen auf langen Strecken hohe Belastungen der wasserführungsmäßig teilweise sehr schwachen Vorfluter hervor. Diese Verunreinigungen sind im Hinblick auf die Auswirkungen auf das Grundwasser besonders bedenklich. In diesem Zusammenhang hervorzuheben ist vor allem die **Schwechat**, deren Unterlauf in Güteklasse IV eingestuft ist. Durch Kampagnebetrieb in der Zuckerindustrie kommt es saisonal zu starken Verschmutzungen. Durch Sanierungsmaßnahmen in der Tschechoslowakei und Österreich konnte aber die Situation an der **March** verbessert werden. Weitere Verunreinigungsschwerpunkte bleiben Pulkau, Göllersbach und Rußbach.

Im Bereich Wiens weist der **Wienfluß** starke Verunreinigungen auf (III–IV), der **Donaukanal** zweigt mit Güte II–III von der Donau ab und mündet, infolge kommunaler Belastungen, unterhalb Wiens wieder mit Güte III–IV.

Die Güte der **Leitha** hat sich infolge der Stilllegung der Zuckerfabrik in Bruck wesentlich verbessert (II–III). Schlechte Güteverhältnisse herrschen am **Golser Kanal** mit Güteklasse III und III–IV. Die **Wulka** gilt als mäßig bis stark belastet, die **Pinka** seit Abschluß der Kanalisationsprojekte als mäßig belastet (II).

7.3. Fallbeispiele zum Einfluß von Wasserkraftwerken und Industrieanlagen Flußstau und Gewässergüte (Dr. H. Heger, Verbund)

In Laufkraftwerken wird der natürlich anfallende Abfluß – er wird in m^3/s angegeben – zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt. Durch den Aufstau an einer Wehranlage entsteht die notwendige Fallhöhe. Diese ergibt sich aus dem Unterschied zwischen dem Wasserspiegel oberhalb und unterhalb des Kraftwerkes. Der Stau reicht flußaufwärts bis zur sogenannten Stauwurzel, das ist jener Bereich, wo die Strömungsgeschwindigkeit nahezu gleich jener im ungestauten Fluß ist. Der Stau bringt eine zunehmende Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit mit sich, es entsteht aber kein stehendes Gewässer. In der österreichischen Donau z. B. verringert sich die Fließgeschwindigkeit im Durchschnitt auf die Hälfte. Im gleichen Verhältnis muß sich die Fließdauer verlängern; es werden jedoch in einem Laufkraftwerk kontinuierlich die natürlich anfallenden Wassermengen abgeführt. Bei Hochwässern werden die Wehrfelder gemäß einer behördlich festgelegten Wehr-

betriebsordnung gesenkt (oder herausgehoben), um die Wassermassen ungehindert durchfließen zu lassen. Der Aufstau ändert nichts an der chemischen Zusammensetzung des Wassers und somit nichts an der Gewässergüte. Ist ein Fluß jedoch schon durch unzureichend geklärte Abwässer belastet, kann es in Stauhaltungen zu Problemen kommen. Es können sich z. B. Geruchsbelästigungen (Schwefelwasserstoff H_2S) durch Zersetzungsvorgänge bei Sauerstoffmangel ergeben. Deshalb hat der Gesetzgeber in der Donauverordnung von 1977 festgelegt, daß in der Donau und ihren Nebenflüssen Stau nur bei Vorliegen der Güteklasse II errichtet werden dürfen. Die Verminderung der Fließgeschwindigkeit bringt allerdings Änderungen der Arten- und Individuenzahlen pflanzlicher und tierischer Organismen mit sich, die eine Güteinstufung nur nach den bekannten Systemen, die an ungestauten Fließgewässern entwickelt wurden, nicht erlauben. Eine Ökosystem-Studie im Donau-Stauraum Altenwörth (NÖ) hat gezeigt, wie sich die Größe und Art des Sediments und deren tierische Besiedlung im Längsverlauf des Staus ändert, während die chemischen Parameter des Wassers keine Unterschiede aufweisen. Oberhalb der Wehranlage kommen auf dem Weichsediment große Mengen von Borstenwürmern (Oligochaeten und Polychaeten) vor, die sonst als Indikatoren schlechter Wassergüte gelten. Hier ist jedoch Sauerstoff bis in die oberste Bodenschicht nachweisbar und kein Faulschlamm vorhanden. Das Vorkommen dieser Arten wird hier durch das Feinsediment (Schlamm) bedingt, das nur sie zu besiedeln vermögen. Das Feinsediment wird im Bereich der geringsten Strömungsgeschwindigkeit abgelagert. Die ganze österreichische Donau ist bis auf wenige Strecken unterhalb von Linz und Wien in Güteklasse II eingestuft. Trotz verminderter Fließgeschwindigkeit bleibt die Strömung turbulent, d. h. der ganze Wasserkörper wird dauernd durchmischt, es kommt zu keiner Schichtung wie in einem stehenden Gewässer und die Sauerstoffsättigung des Wassers reicht bis zum Grund. Wird ein mäßig belasteter Fluß gestaut, kann es durch die Selbstreinigungsprozesse während der längeren Verweilzeit – wie in einer langgestreckten Kläranlage – zu einer Verbesserung der Gewässergüte kommen. Die Voraussetzung ist eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt, wie sie sich nur in einem reich strukturierten Lebensraum einstellen kann. Verschiedenste Organismen von den Bakterien über die Algen, die Wirbellosen, die Wasserpflanzen, die Fische bis zu den Vögeln und Säugetieren, bewerkstelligen die Stoff- und Energieumsetzungen, deren Ergebnis die Selbstreinigung eines Gewässers ist. Die Nahrungsketten müssen vielgliedrig und gesichert sein; jede neu aufgebaute organische Substanz muß wieder verwertet werden. Als Beispiel dafür bietet sich der untere Inn zwischen Braunau und Passau an, besonders die alten Kraftwerke Ering-Frauenstein und Eggfling-Obernberg (1942/44). Damals begrenzte man die Stauhaltung seitlich einfach durch die Niederterrasse und schuf so ein überbreites Flußbett, in dem durch die Anlandungs- und Abtragungsdynamik ein vielfältig strukturierter Le-

bensraum entstand. Er befindet sich auf der Liste der österreichischen Ramsar-Gebiete (Abb. 7) und ist als Brut-, Rast- und Überwinterungsplatz für Wasservögel von internationaler Bedeutung; große Teile am österreichischen und bayerischen Ufer stehen unter Naturschutz. Die Bedeutung der Wasservögel für die Gewässergüte liegt darin, daß sie bis zum Winterbeginn 90% der Wasserpflanzen weggefressen haben, die sonst absterben und – besonders unter der Eisdecke im Winter – Faulschlamm bilden würden. Ebenso wird die tierische Besiedlung des Flußsediments genützt, das heißt gefressen. – Der untere Inn wird auf der deutschen Gewässergütekarte (1985) von der Salzmündung bis unterhalb der Mattigmündung in Güteklasse II–III eingestuft, von dort in II. Da keine anderen sauberen Zubringer eine Rolle spielen, beruht die Verbesserung auf den vielfältigen biologischen Aktivitäten und Stoffkreisläufen im Stau Ering-Frauenstein.

Lederproduktion und Zellstofferzeugung: Beispiele zur Reduzierung der Abwasserbelastung (E. F. Stahl, VÖI)

Die Lederfabrik Schmidt & Co. Ges.m.b.H. hat 1978 im steirischen Wollsdorf ein neues Werk eröffnet, das zu den weltweit modernsten seiner Art zählt. Die Erzeugung von hochwertigem Leder erfolgt in vielen Arbeitsschritten, für deren Ausführung etwa zwei Wochen benötigt werden. In der Wasserwerkstatt wird zunächst das Salz, mit dem die angelieferten Häute konserviert sind, ausgewaschen. Beim darauffolgenden „**Äschern**“ wird die Haut von Haaren befreit, und beim „**Entfleischen**“ Bindegewebe und Fett mechanisch abgetrennt. In den nächsten Stufen, dem „**Entkälken**“ und „**Beizen**“, kommen organische Säuren zum Einsatz. Auch in der Gerberei wird Wasser benötigt. Die fast ausschließlich eingesetzte Chromgerbung erfolgt mit basischen dreiwertigen Chromsalzen unter Zugabe von Ameisen- oder Essigsäure. Durch Abpressen (**Abwalken**) werden die Häute auf einen Wassergehalt von 45–50% entwässert. Zum Erreichen der gewünschten Geschmeidigkeit und zur Verbesserung der Haltbarkeit wird das Leder dann gefettet und anschließend gefärbt. Dabei gelangen **Fette** und **Farbstoffe** in das Abwasser. Insgesamt entstanden ursprünglich täglich bis zu 2000 m³ verschmutztes Abwasser. Obwohl bereits bei der Errichtung des neuen Werkes 20 Millionen Schilling für Umweltmaßnahmen investiert worden waren, und eine vollbiologische Reinigung erfolgte, wurde der Fluß Raab jedoch derart stark belastet, daß weitere umfangreiche Schritte erforderlich wurden. Darüber hinaus mußten die Anrainer von der nicht mehr tragbaren Geruchsbelästigung durch das Werk befreit werden.

Bereits im Zeitraum 1984/85 wurden mit einem Investitionsaufwand von 15 Millionen Schilling eine Reihe von innerbetrieblichen Maßnahmen durchgeführt:

- Die Wirkungsweise des Belebungsbeckens der biologischen Kläranlage wurde durch den Einbau neuer Belüfter und Verringerung des Wasserverbrauches verbessert.
- Zur Verbesserung der Entsorgung des Klärschlammes wurde die alte Presse durch eine Kammerfilterpresse ersetzt. Damit konnte der Feststoffanteil auf 45% erhöht und die zu deponierende Menge auf 15 t täglich gesenkt werden.
- Zur laufenden Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Kläranlage wurden automatische Probenehmer installiert, und das Labor wurde mit Kontrollgeräten ausgestattet, welche die Erstellung einer genauen Abwasserbilanz ermöglichen.

Veränderungen im Produktionsablauf führten zu Verminderungen der Schmutzfracht:

- Die Abwässer aus den Anlagen wurden getrennt erfaßt, um die Entfernung der Verunreinigungen zu erleichtern.
- Die chromhaltigen Abwässer wurden einem Recycling zugeführt, bei dem 98 bis 99% des Chroms wiedergewonnen werden.
- Aus den beim Äschern entstehenden Abwässern werden Schlamm, Fett und Chemikalien vor Einleitung in die Kläranlage entfernt.
- Die Entkalkung ohne Zugabe von Ammonsalzen wurde – erstmalig in Europa – eingeführt.
- Zur Beseitigung der Geruchsbelästigung wurde der pH-Wert des Abwassers durch Kalkzugabe angehoben.

Mit steigender Produktion und Verschärfung der behördlichen Auflagen wurde eine Erweiterung der Kläranlage erforderlich, für die im Jahre 1987 23 Millionen Schilling investiert wurden. Wasserwirtschaftsfonds, Umweltfonds und das Land Steiermark honorierten die Bemühungen des Unternehmens mit Förderungen von 50% der Umweltschutzinvestitionen. Die Betriebskosten sind durch die Umweltmaßnahmen um etwa 20%, das ist etwa eine Million Schilling pro Jahr, gesunken.

Die Leykam-Mürztaler Papier und Zellstoff AG ist Österreichs führender Hersteller von gestrichenen Druckpapieren. Im Werk Gratkorn, auf das sich dieses Beispiel bezieht, werden holzfrei gestrichene Druckpapiere für höchste Ansprüche hergestellt. Matt oder glänzend werden sie hauptsächlich für hochwertige Broschüren, Geschäftsberichte, Prospekte und Kataloge sowie für Kunstkalender und -bücher verwendet. Am Standort Gratkorn wird aber auch, vorwiegend für

den Bedarf der Papierfabrik, Zellstoff nach dem Magnefite-Verfahren produziert – 1989 waren es rund 205.000 Tonnen. Bei der Zellstoffherzeugung – zum Unterschied von der Papierherstellung – führt die erforderliche Bleiche zu weiteren Problemen: Da dieser Vorgang mit Hilfe von Chlor erfolgt, gelangen Chlorverbindungen in das Abwasser, das dadurch oft in bedenklicher Weise belastet wird. Leykam ist es gelungen, durch Verfahrensmaßnahmen seit 1983 den Chloreinsatz um mehr als 50% zu reduzieren. Da das bei Leykam-Mürztaler früher verwendete Calziumbisulfit-Verfahren eine erhebliche Belastung der Mur verursachte, wurde es 1978 durch eine neue Anlage ersetzt, die nach dem **Magnefite-Verfahren**, kurz Magnefite genannt, arbeitet. Dieses ergibt eine höhere Ausbeute, insbesondere bei harzreichen Holzarten wie Kiefer oder Lärche. Die Anlage, die mit einem System zur Rückgewinnung der eingesetzten Chemikalien ausgestattet ist, führte zu einer beträchtlichen Senkung (um 60 bis 70%) der Abwasserbelastung. Um den Bestand der Zellstoffherzeugung zu sichern, einen weiteren Ausbau der Papierherzeugung zu ermöglichen, und den behördlichen Auflagen zu entsprechen, wurde Mitte 1986 mit dem Bau einer biologischen Kläranlage – der größten industriellen Abwasserreinigungsanlage Österreichs – begonnen, die Ende 1987 fertiggestellt wurde. Die Anlage wurde nach dem neuesten Stand der Technik errichtet: Um jede Geruchsbelästigung zu vermeiden, wurde sie abgedeckt und die Belüftung erfolgt – erstmalig in Österreich – mit Reinsauerstoff. Die BSB₅-Abwasserfrachten konnten damit um 95%, der CSB um 45 bis 50% gesenkt werden. Der anfallende Klärschlamm wird mechanisch auf 45% Trockengehalt entwässert. Zur Entsorgung wird er zusammen mit der bei der Produktion anfallenden Rinde in einem Wirbelschichtkessel verbrannt. Täglich fallen – als Trockensubstanz gemessen – etwa 60 t Klärschlamm und 110 t Rinde an. Der Kessel liefert, zusammen mit der Laugenverbrennung der Zellstoffproduktion, soviel Energie, daß mit Hilfe einer Kraft/Wärmekupplung die Zellstofffabrik energieautark arbeitet. Mit der Technologie der Wirbelschichtverbrennung wird der Ausstoß von Stickoxiden gering gehalten, der anfallende Staub wird mit Elektrofiltern abgesaugt. Die verbleibende Asche wird auf öffentlichen Deponien gelagert. Die Wassergüte der Mur unterhalb von Gratkorn hat sich seit 1987 um eine Klasse auf Güteklasse III verbessert.

Der Wasserwirtschaftsfonds hat rund 70–80% der Investitionskosten mit langfristigen Krediten gefördert, vom Land Steiermark wurden ebenfalls Darlehen und Beiträge gewährt.

7.4. Revitalisierung

Die Zeit des hart-verbauenden Wasserbaus scheint vorbei zu sein: auf den Fahnen steht jetzt naturnaher Wasserbau, Revitalisierung und Rückbau. Kurzum die Sünden vergangener Jahrzehnte, als Flußschleifen abgeschnitten wurden, begradigt

und kanalisiert wurde, sollen wieder rückgängig gemacht werden. Mit hohem finanziellen Aufwand sollen alte Verbauungen wieder weggerissen und durch ökologisch verträglichere, ingenieurbio-logische Maßnahmen ersetzt werden. Grundziele dabei sind die ökologische Funktion des Fließgewässers, die Vernetzung mit dem Umland und die naturnahe Gestaltung durch standortgerechte Pflanzen unter Berücksichtigung des Erholungswertes für den Menschen. Im Schweizer Kanton Zürich zum Beispiel wurde ein Wiederbelebungsprogramm für Fließgewässer ausgearbeitet. Dabei ging es zunächst um die Kartierung der in Frage kommenden Flüsse, um die finanzielle Sicherung und schließlich die praktische Durchführung. Die geometrischen Einheits-Trapezprofile wurden beseitigt und durch unregelmäßige Profile mit verschiedenen Tiefen und variierender Uferlinie ersetzt (z. B. am Nefbach). Nach den Erfahrungen der Anfangsjahre, in denen oft neue Uferlinien durch Hochwässer weggerissen wurden, ist man dann dazu übergegangen möglichst breite Ufersäume zu erwerben und so dem Fluß innerhalb dieser neuen Grenzen die Chance zu geben seinen eigenen Verlauf festzulegen.

Erfahrungen zur Auswirkung von Revitalisierungen auf Lebensgemeinschaften liegen aus Österreich für die Fischfauna, und zwar von der Melk vor. Dort wurde der Strukturierungsgrad durch den Einbau von Buhnen, Schwellen und Piloten als auch durch Uferabflachungen und Uferbepflanzungen gehoben. Als erstes Ergebnis dieser Revitalisierungsstrecke konnten 14 sich reproduzierende Fischarten nachgewiesen werden, wohingegen nur 6 Arten in der harten kanalartig verbauten anschließenden Strecke festgestellt wurden. Obwohl insgesamt noch nicht sehr viele Erfahrungen über solche Rückbauten vorliegen, so können die Erfolge im Bereich der Strukturierung nicht geleugnet werden. Die Entwicklung der Lebensgemeinschaften aber wird erst durch längerfristige begleitende Untersuchungen (Kontrollen) festzustellen sein (vgl. Management, Kap. 2).

Insgesamt wird nach der finanziellen Sicherung der Fließgewässersanierung neben der Hebung der Wasserqualität (Kläranlagen etc.), die Revitalisierung eine wesentliche Rolle spielen.

8. Glossar

Abundanz	Häufigkeiten verschiedener Arten in einem Biotop
aerob	sauerstoffbedürftig
allochton	unter Fremdeinfluß
anaerob	ohne Sauerstoff lebend
Assimilation	siehe Photosynthese
Ästuar	Das Ästuar ist die Mündungszone eines Flusses mit starkem Gezeiteneinfluß, z. B. Themse- und Elbe-Ästuar. Charakterfische sind oft Kaulbarsch (<i>Acerina cernua</i>) und Flunder (<i>Platichthys flesus</i>).
autochton	eigenständig
autotroph	Organismen, die aus anorganischen organische Stoffe aufbauen können
Benthal	ist die Bodenzone eines Gewässers
Benthos	Gesamtheit der im Benthal lebenden Organismen (benthisch lebend) in Seen (Litoral, Profundal) und Fließgewässern (Bodenfauna)
Biochemischer Sauerstoffbedarf, BSB	Sauerstoffmenge, die für den aeroben mikrobiellen Abbau organischer Biomasse benötigt wird. Gewöhnlich als BSB ₅ für den Abbau in den ersten 5 Tagen bei einer Temperatur von 20°C angegeben.
Biomasse	Menge lebender Organismen in Masse- oder Volumeneinheiten, meist bezogen auf eine Volumen- oder Flächeneinheit. Die Biomasse ist die Grundlage der Produktion.
Biozönose	Gemeinschaft der Pflanzen und Tiere in einem Lebensraum
Biotop	Lebensraum
Chemischer Sauerstoffbedarf, CSB	Menge an gelöstem Sauerstoff, die zur chemischen Oxidation der anorganischen und organischen Stoffe im Wasser benötigt wird. Der CSB ist immer >BSB (Angabe in g/l).
Denitrifikation	Mikrobielle Reduktion des Nitrats über die Nitritstufe zum Ammonium.
Destruenten	Organismen, die tote organische Stoffe abbauen und mineralisieren. Überwiegend heterotrophe Bakterien und Pilze.
Detritus	Gesamtheit der toten organischen Partikeln, die im Wasser schweben oder am Grund des Gewässers abgelagert sind.
Drift	Die Gesamtheit der im fließenden Wasser suspendierten lebenden und toten, organischen und anorganischen Partikel. Als organische Drift werden nur die organischen Partikel, als organische Drift nur die driftenden lebenden Organismen bezeichnet. Mengenangabe pro Zeiteinheit oder Wassermenge.
Einwohnergleichwert, EGW	Die Menge an Sauerstoff, die für den aeroben Abbau der organischen Abfallstoffe pro Tag eines Menschen erforderlich ist, angegeben ist BSB ₅ bei 20°C (= 72 g). In EGW können auf dieser Basis auch die abbaubaren, organischen Abwässer von Industrien bewertet werden.
eutroph	nährstoffreich
eurytherm	unabhängig von Temperaturschwankungen
Geschiebe	Die am Grund eines Fließgewässers rollend oder schiebend mitgeführten Steine, Kiese und Sande bis zu einem Durchmesser von 0,63 mm.
Grenzschicht	Strömungsarme Wasserschicht auf überströmten festen Substraten mit starker Verminderung der Fließgeschwindigkeit gegen die Substratoberfläche. Die Grenzschicht ist in Fließgewässern ein wichtiger Lebensraum für Organismen.

Habitus	äußere Erscheinungsform
herbivor	pflanzenfressend
heterotroph	auf organische Nahrung angewiesen
Hyporheisches Interstitial	Hohlraumsystem des Fließgewässer – Lockergesteines unter und dicht neben einem frei fließenden Gewässer: Grenzzone zwischen Fließgewässer und Grundwasserbereich.
Imago	lat.= das Ebenbild, das geschlechtsreife, erwachsene Insekt
Kolk	Wasserloch
Konsumenten	Die Gesamtheit der tierischen Organismen in einem Lebensraum, so genannt, weil sie sich von vorgebildeten organischen Stoffen ernähren: die Primär-Konsumenten von pflanzlicher Biomasse, die Sekundär-Konsumenten von tierischem Material. Streng genommen sind auch die heterotrophen Mikroorganismen Konsumenten, sie werden aber zweckmäßigerweise als Destruenten bezeichnet, weil sie tote organische Substanz verwerten.
Krenal, Krenon, Krenocoen	Krenal ist der Quellbereich eines Fließgewässers. Die darin lebenden Organismen bilden das Krenon, Biotop und Biozönose das Krenocoen.
Laminare Strömung	Wasserbewegung, bei der (gedachte) Wasserteilchen parallel nebeneinander fließen. Es findet keine Querdurchmischung des Wasserkörpers statt. Freie Gewässer fließen nie laminar, auch große (träge) Tief- und Flüsse nicht.
lenitisch	Stillwasser betreffend
Litoral	Uferbezirke der Gewässer
mesosaprob	mittlerer Verschmutzungsgrad
Nahrungskette	Funktionelle Verknüpfung von Pflanze, Pflanzenfresser, Tierfresser (= Produzent – Primärkonsument – Sekundärkonsument – Endkonsument) mit Stoff- und Energietransport. Nahrungsketten sind im Gewässer immer miteinander vermascht und vernetzt.
Nekton	Organismen des Freiwasserraumes mit aktivem Ortswechsel ohne Behinderung durch Wasserbewegungen. Im See nur die Fische.
Neuston	Im Süßwasser die Gesellschaft von Mikroorganismen in der Grenzlamelle Wasser/Luft (Bakterien, Algen).
Nitrifikation	Mikrobielle Oxidierung des Ammoniums über die Nitritstufe zum Nitrat.
Oberflächenspannung	Festigkeit der freien Wasseroberfläche durch einseitig in den Wasserkörper gerichtete molekulare Anziehungskräfte der an der Oberfläche liegenden Wassermoleküle. Einheit N(ewton). cm
oligosaprob	geringe Verunreinigung, geringe organische Produktion
oligotroph	nährstoffarm
omnivor	allesfressend
Ozeanologie	Lehre von den marinen Gewässern einschließlich der Binnenmeere.
Ökosystem	Funktionelle Einheit von Lebewesen und ihrer Umwelt in einem ökologischen Raum. Das Ökosystem ist ein offenes System, aber durch Stoffkreisläufe zur Selbstregulierung befähigt. Ökosysteme sind nie scharf abzugrenzen und stellen immer nur funktionelle und strukturelle Schwerpunkte in der Biosphäre dar.
Pelagial	Freiwasserraum eines Gewässers. Im Fluß und Strom ist das Pelagial ständig in gerichteter Bewegung (Verschiebungsgeschwindigkeit $V = \text{Wassermenge/Querschnitt}$).
Photosynthese (Assimilation)	Aufbau von Kohlenhydraten aus CO_2 und H_2O mit Hilfe des Sonnenlichts

Phytoplankton	pflanzliche Planktonorganismen
Plankton	Gesamtheit der im Freiwasserraum lebenden, mit den Wasserbewegungen passiv treibenden, Organismen: Bakterioplankton, Phytoplankton (Algen), Zooplankton.
Pluston	An oder auf der Wasseroberfläche schwimmende oder laufende größere Organismen.
polysaprob	stark verschmutzt
Potamal, Potamon, Potamocoen	Potamal ist die sommerwarme sandig-schlammige Zone eines Fließgewässers. Die hier lebenden Organismen bilden das Potamon, Biotop und Biozönose des Potamocoen. Sommertemperatur >20° C.
Produzenten	Phototrophe Organismen, Pflanzen, Cyanobakterien und Bakterien, die primär Strahlungsenergie bei der Bildung von Körpersubstanz speichern. Die chemotrophen Organismen sollten demgegenüber als Konsumenten und Destruenten bezeichnet werden.
Reduzenten	Mikroorganismen, die organische Substanzen mineralisieren (siehe auch Destruenten)
Rhithral, Rhithron, Rhithrocoen	Rhithral ist die sommerkalte, steinigsandige Zone eines Fließgewässers. Die hier lebenden Organismen bilden das Rhithron, Biotop und Biozönose das Rhithrocoen. Sommertemperatur <20° C. Entspricht im wesentlichen der Salmonidenregion (Forellen- und Äschenregion).
Rostrum	nach vorne gerichteter Fortsatz am Panzer der Krebstiere
Saprobie	Summe der heterotrophen Bioaktivität in einem Gewässer, einschließlich der tierischen. Gewöhnlich wird der Begriff Saprobie auf die Tätigkeit der heterotrophen Mikroorganismen eingeschränkt und auf ein organisch belastetes Gewässer bezogen. Tatsächlich aber ist Saprobie der Komplementärbegriff zur Trophie.
Saprobien-system	Eine Zusammenstellung von Organismen, deren ökologischer Verbreitungsschwerpunkt (Vorkommen + Häufigkeit) in bestimmten Belastungszonen eines Fließgewässers liegt und die für solche Belastungszustände daher eine Indikatorfunktion haben. Das Saprobien-system wird im Verbund mit chemischen und biochemischen Indikatoren zur Charakterisierung der biologischen Gewässergüte herangezogen.
Selbstreinigung	Organismische Aktivität in einem Gewässer, durch die Fremdstoffe abgebaut, mineralisiert und in den natürlichen Stoffkreislauf einbezogen werden, z. B. Abwasser-Inhaltsinhaltsstoffe.
stenotherm	enge Temperaturanpassung, empfindlich gegenüber Temperaturschwankungen
Taxon	griech. taxis = Stellung, systematische Einheit verschiedener Rangstufen, wie Art, Gattung, Familie
Tracheen	Respirationsorgane der Insekten: röhren-oder sackartige Einstülpungen der Körperwand, wo sie mit den sogenannten Stigmen beginnen
Tracheenkieme	Dünnwandige Ausstülpung der Körperwand bei Insekten, die stark mit (siehe) Tracheen durchsetzt ist und dem Gasaustausch (Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe) mit dem Wasser dient
Trophie, Eutrophierung	Trophie ist die Intensität der photoautotrophen Produktion. Eutrophierung ist demnach die Zunahme dieser „Primärproduktion“ im Gewässer durch natürliche oder künstliche Nährstoffanreicherung
Turbulente Strömung	Wasserbewegung, bei der (gedachte) Wasserteilchen nicht parallel nebeneinander fließen, sondern sich verflechten und somit eine Querdurchmischung stattfindet.

Vorfluter	Hydrologisch jedes Gerinne, in dem Wasser mit natürlichem oder künstlichem Gefälle abfließen kann. Die Einleitung von Abwässern gehört lediglich zur Nutzung, nicht zur Definition des Vorfluters.
Wasserblüte	Wasserverfärbung durch Massenerfaltung von Algen (meistens Blaualgen)
Zirkulation	Wasserumschichtung

9. Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur

Ökologie, Allgemeines

- ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE (1987): Biotop-Pflege im Wald, 3. Aufl., Kilda, Greven.
- ARNDT, U., NOBEL, W. & B. SCHWEIZER (1987): Bioindikatoren, Ulmer, Stuttgart.
- BICK, H. (1989): Ökologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York.
- BLAB, J. (1989): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere, 3. Aufl., Kilda-Verlag, Greven.
- DIENES, G. & F. LEITGEB (Hrsg.) (1990): Wasser, Leykam, Graz.
- FISCHER-KOWALSKI, M. (Hrsg.) (1988): Öko-Bilanz Österreich. Zustand – Entwicklungen – Strategien. Falter/Kiepenheuer & Witsch, Wien-Köln.
- GEIST, S., GRATH, J. & H. HERLICSKA (1989): Grundwasseruntersuchung im Unteren Kamptal. Umweltbundesamt Monographien Band 13, Wien.
- GRABHER, M., BLUM, V., FARASIN, K. & W. LAZOWSKI (1990): Ramsar-Bericht, Rheidelta/Marchauen, Bestandsaufnahme österreichischer Schutzgebiete. Umweltbundesamt Monographien Bd. 18., Wien.
- JANETSCHKE, H. (Hrsg.) (1982): Ökologische Feldmethoden Ulmer, Stuttgart.
- JEDICKE, E. (1990): Biotopverbund, Ulmer, Stuttgart.
- KATALYSE (Hrsg.) (1990): Das Wasserbuch. Trinkwasser und Ernährung, Kiepenheuer & Witsch, Köln.
- KATZMANN, W. & H. SCHROM (Hrsg.) (1986): Umweltreport Österreich. Kremayr & Scheriau, Wien.
- KAULE, G. (1986): Arten- und Biotopschutz, Ulmer, Stuttgart.
- KLÖTZLI, F. A. (1989): Ökosysteme, 2. Aufl., UTB, Gustav Fischer, Stuttgart.
- KLUGE, T. & E. SCHRAMM (1988): Wassernöte, Zur Geschichte des Trinkwassers, Kölner Volksblatt Verlag.
- KOCIS, G. (1988): Wasser nutzen, verbrauchen oder verschwenden? C. F. Müller, Karlsruhe.
- LÖTSCH, B. & P. WEIHS (1982): Fressen und gefressen werden, Lehrbuch zum Film von Bert Haanstra, Österr. Jugendrotkreuz, Wien.
- MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie, UTB, Quelle & Meyer, Heidelberg.
- MÜLLER, H. J. (1984): Ökologie, UTB Gustav Fischer, Stuttgart.
- ODUM, E. P. (1983): Grundlagen der Ökologie. 2 Bände, 2. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York.
- OSCHE, G. (1981): Ökologie, Grundlagen – Erkenntnisse – Entwicklungen der Umweltforschung, 9. Aufl., Herder, Freiburg.
- OTT, J. (1988): Meereskunde, UTB Ulmer, Stuttgart.
- REMANE, A., STORCH, V. & U. WELSCH (1989): Kurzes Lehrbuch der Zoologie. 6. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart.
- REMMERT, H. (1989): Ökologie, Ein Lehrbuch, 4. Aufl., Springer, Berlin.
- RUTSCHKE, E. (1989): Die Wildenten Europas. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- SCHAEFER, M. & W. TISCHLER (1983): Wörterbücher der Biologie – Ökologie, 2. Aufl., UTB, Gustav Fischer, Stuttgart.
- SCHUBERT, R. (1984): Lehrbuch der Ökologie. VEB Gustav Fischer Jena.
- SCHWERDTFEGER, F. (1978): Lehrbuch der Tierökologie, Paul Parey, Hamburg, Berlin.

- SIEWING, R. (1980): Lehrbuch der Zoologie. 3. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart, New York.
- STEINBACH, G. (1990): Werkbuch Biotopschutz, Franckh-Kosmos, Stuttgart.
- STREIT, B. (1980): Ökologie, Thieme, Stuttgart, New York.
- STUGREN, B. (1986): Grundlagen der Allgemeinen Ökologie, 4. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart.
- TAIT, R. V. (1971): Meeresökologie. dtv Stuttgart.
- TARDENT, P. (1979): Meeresbiologie, Thieme, Stuttgart.
- TISCHLER, W. (1984): Einführung in die Ökologie, 3. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart.
- TISCHLER, W. (1990): Ökologie der Lebensräume, UTB Gustav Fischer.
- TREUENFELS, v. C.-A. (1986): Für unsere Natur – WWF Ratgeber; Rasch und Röhring, Hamburg.
- WEISSER, H. & A. KOHLER (1990): Feuchtgebiete. Josef Margraf, Weikersheim.

Limnologie, Fließgewässerökologie

- ARGE FLIESSGEWÄSSER (Hrsg.) (1990): Lebensadern der Landschaft – Vom lautlosen Sterben unserer Bäche und Flüsse. Eigenverlag, Salzburg, Arenbergstr. 10.
- DAHL, H.-J., HULLEN, M., HERR, W., TODESKINO, D. & G. WIEGLEB (1989): Beiträge zum Fließgewässerschutz in Niedersachsen. Naturschutz Landschaftspf. Niedersachsen 18: 1–284, Hannover.
- DREWS, R. (1986): Kleingewässerkunde, Eine praktische Einführung in die Welt der Tümpel und Teiche, Quelle & Meyer, Heidelberg.
- GERKEN, B. (1988): Auen verborgene Lebensadern der Natur, Rombach, Freiburg i. Breisgau.
- HYNES, H. B. N. (1970): The Ecology of Running Waters, Liverpool University Press, Liverpool.
- INSTITUT FÜR WASSERGÜTE UND LANDSCHAFTSWASSERBAU, TU-WIEN (Hrsg.) (1985): Revitalisierung von Fließgewässern, 3. Seminar Landschaftswasserbau an der TU-Wien, Landschaftswasserbau Band 5, 2. Aufl.
- INSTITUT FÜR WASSERGÜTE UND LANDSCHAFTSWASSERBAU, TU-WIEN (Hrsg.) (1990): Ökologische, wasserwirtschaftliche und technische Impulse zur natur- und landschaftsgerechten Gestaltung von Fließgewässern. 9. Seminar Landschaftswasserbau TU Wien, Landschaftswasserbau Band 10.
- KATZMANN, W. (1989): Umweltbericht Wasser, ÖBIG, Wien.
- KATZMANN, W., KUX, S. & E. KASPEROWSKI (1988): Wasser 2. Aufl. Hrsg., Österr. Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG), Verlag Fric, Wien.
- KUMMERT, R. & W. STUMM (1989): Gewässer als Ökosysteme. 2. Aufl., Verlag der Fachvereine, Zürich.
- LEWIS, G. & G. WILLIAMS (1984): Rivers and Wildlife Handbook: A guide to practices which further the conservation of wildlife on rivers. RSPB Sandy and RSNC Nettleham.
- MUIRHEAD-THOMSON, R. C. (1987): Pesticide impact on stream fauna with special reference to macroinvertebrates. Cambridge University Press, Cambridge.
- MIEGEL, H. (1981): Praktische Limnologie. Diesterweg Salle Sauerländer, Frankfurt, München, Salzburg.
- NIEMEYER-LÜLLWITZ, A. & H. ZUCCHI (1985): Fließgewässerkunde. Diesterweg-Sauerländer, Frankfurt, München, Salzburg.
- ÖGNU (1987): Schutzwürdige Fließgewässer in Österreich, Öko-Text 2/87, ÖGNU-Eigenverlag, Wien.
- RUTTNER, F. (1962): Grundriß der Limnologie. Hydrobiologie des Süßwassers, Walter de Gruyter, Berlin.
- SCHWOERBEL, J. (1986): Methoden der Hydrobiologie – Süßwasserbiologie, 3. Aufl., UTB Gustav Fischer, Stuttgart – New York.
- SCHWOERBEL, J. (1987): Einführung in die Limnologie, 6. Aufl., UTB Gustav Fischer, Stuttgart – New York.
- SPEIL, R. (1984): An tosenden Wassern. Klammern und Schluchten in Österreich. Styria, Graz.
- STEINBERG, C. & B. LENHART (1985): Wenn Gewässer sauer werden. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich.
- YATES, S. (1988): Adopting a stream, a northwest Handbook, University of Washington Press, Seattle & London.

- BAUR, W. (1987): Gewässergüte bestimmen und beurteilen, 2. Aufl., Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- MERCK, E. (Hrsg.) (1974): Die Untersuchung von Wasser, 9. Aufl., Darmstadt.
- MERCK, E. (1978): Aquamerck – Reagenzsätze für die Wasseranalyse, Darmstadt.
- MERCK, E. (1986): Schnelltest Handbuch, Darmstadt.
- MEYER, D. (1987): Makroskopisch-biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern. 3. Aufl., Bund Umwelt- und Medienladen, Hannover.
- MUDRACK, K. & S. KUNST (1988): Biologie der Abwasserreinigung, Gustav Fischer, Stuttgart.
- NAGEL, P. (1989): Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York.
- PFLANZENKLÄRANLAGEN (1987): Bau und Betrieb von Anlagen zur Wasser- und Abwasserreinigung mit Hilfe von Wasserpflanzen; Grundlagen, prakt. Erfahrungen, Verfahrensvarianten. Udo Pfriemer Buchverlag, Wiesbaden & Berlin.
- PFLIGERSDORFFER, G., SCHUSTER, H. & F. TAFERNER (1985): Unterricht am Schulteich. ARGE Umwelterziehung in der Österr. Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz, Wien.
- WEGEL, R. (1983): Index für die Limnosaprobität, Wasser und Abwasser Band 26, Bundesanstalt für Wassergüte, Wien.
- XYLANDER, W. & F. NAGLSCHMID (1985): Gewässerbeobachtung Gewässerschutz, Verlag Naglschmid, Stuttgart.

Bestimmungsbücher

- AICHELE, D., AICHELE, R., SCHWEGLER, H.-W. & A. SCHWEGLER (1987): Der Kosmos-Pflanzenführer, 2. Aufl., Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- BELLMAN, H. (1987): Libellen – beobachten, bestimmen; Neumann-Neudamm, Melsungen.
- BELLMANN, H. (1988): Leben in Bach und Teich, Mosaik, München.
- BLAUSCHECK, R. (1990): Naturspaziergang am Wasser. Beobachten – Erleben – Verstehen, Franckh-Kosmos, Stuttgart.
- ELLIOTT, J. M. (1977): A key to British freshwater Megaloptera and Neuroptera, Scientific Publ. No 35, Freshwater Biological Association, Ambleside.
- ELLIOTT, J. M. & U. H. HUMPECH (1983): A key to the adults of the British Ephemeroptera, Scientific Publ. No. 47, Freshwater Biological Association, Ambleside.
- ENGELHARDT, W. (1989): Was lebt im Tümpel, Bach und Weiher? 13. Aufl., Kosmos Naturführer, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- GRUBER, U. (1989): Die Schlangen Europas. Franckh-Kosmos, Stuttgart.
- HOHENBERGER, E. (1989): Feuchtgebiete. Quellen, Flüsse, Seen, Moore; Ravensburger.
- JEDICKE, E. (1988): Kleingewässer. Teiche, Tümpel, Weiher; Ravensburger.
- LUDWIG, H. W. (1989): Tiere unserer Gewässer – Merkmale, Biologie, Lebensraum, Gefährdung; BLV München.
- MACAN, T. T. (1973): A key to the adults of the British Trichoptera. Scientific Publ. Nr. 28, Freshwater Biological Association, Ambleside.
- MACAN, T. T. (1976): A key to British Water Bugs (Hemiptera-Heteroptera). Scientific Publ. No 16, Freshwater Biological Association, Ambleside.
- MADGE, S. & H. BURN (1989): Wassergeflügel. Ein Bestimmungsbuch der Schwäne, Gänse und Enten der Welt. Paul Parey, Hamburg.
- MÜLLER, H. (1983): Fische Europas, Neumann Verlag, Leipzig, Radebeul.
- MUS, B. J. & P. DAHLSTRÖM (1981): Süßwasserfische Europas. 5. Aufl., BLV Bestimmungsbuch, München, Bern, Wien.
- PARKER, S. (1989): Teiche und Flüsse. Die überraschende Vielfalt unserer Süßwasserlebensräume. Tiere, Pflanzen, Jahreszeiten. Gerstenberg, Hildesheim.

- POTT, E. (1990): Bach, Fluß, See. Pflanzen und Tiere in ihrem Lebensraum. Ein Biotopführer, 3. Aufl., BLV, München.
- REICHHOLF, J. (1988): Feuchtgebiete – Seen, Teiche, Flüsse und Bäche, Moore und Auen; Mosaik Verlag, München.
- SAUER, F. (1982): Wasservögel, Mosaik, München.
- SAUER, F. (1988): Wasserinsekten nach Farbfotos erkannt, Fauna Verlag, Karlsfeld.
- SCHMEIL-FITSCHEN (1988): Flora von Deutschland und seiner angrenzenden Gebiete, 88. Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg.
- STREBLE, H. & D. KRAUTER (1988): Das Leben im Wassertropfen, 8. Aufl., Kosmos Naturführer, Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- STRESEMANN, E. (1983): Exkursionsfauna, Wirbeltiere I, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin.
- STRESEMANN, E., SENGLAUB, K. & H.-J. HANNEMANN (1981): Exkursionsfauna, Wirbellose Band 2/1, Insekten – Erster Teil. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin.
- STRESEMANN, E., HANNEMANN, H.-J., KLAUSNITZER, B. & K. SENGLAUB (1986): Exkursionsfauna, Wirbellose Band 2/2, Insekten – Zweiter Teil, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin.
- STRESEMANN, E., SENGLAUB, K. & H.-J. HANNEMANN (1987): Exkursionsfauna, Wirbeltiere Band 3, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin.
- STURM, G. (1989): Leben am Wasser, Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart.
- WENDELBERGER, E. (1986): Pflanzen der Feuchtgebiete. Gewässer, Moore, Auen; BLV, München.

10. Unterrichtsfilme

Medienzentrum des Bundesministeriums für Unterricht, Kunst und Sport (SHB – Sehen, Hören, Bilden):

- Nr. 01728 Der Teich – ein Lebensraum – 1. Teil: Die Pflanzenwelt – 32 min.
01729 Der Teich – ein Lebensraum – 2. Teil: Die Tierwelt – 35 min.
01730 Der Teich – ein Lebensraum – 3. Teil: Wie nutzt der Mensch den Teich? – 17 min.
02425 Rheinkilometer 433, 2 – 15 min.
02431 Macht euch die Erde untertan – 20 min.
02567 Saurer Regen – 27 min.
02603 Die Kläranlage – 10 min.
02657 Wasserkreislauf – 11 min.
02674 Ökoland – Säubern im Sumpf – 29 min.
87339 Vogelschutz in Österreich, VHS – 15 min.
87292 Wir untersuchen Wasser, VHS – 15 min.
87577 Wasser: Vom Himmel kommt es, zum Himmel steigt es, VHS – 15 min.

Österreichisches Bundesinstitut für den Wissenschaftlichen Film (ÖWF):

- A 2083 Web of life – The living river (Netzwerk des Lebens – der lebende Fluß) englisch – 30 min.
C 1702 Der tropische Urwaldbach (Kleine Antillen: Guadeloupe, Dominica, Martinique) – 23 min.
E 1171* *Amoeba proteus* (Amoebina) – Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung – 6 min.
A 2004* Nahrungsaufnahme, Verdauung und Defäkation bei *Paramecium* – 12 min.
A 1740* Lebensformtypen bei Rädertieren (Rotatoria) – 12 min.

- E 2330* *Asplanchna girodi* (Rotatoria) – Organisation und Fortpflanzung – 9 min.
 E 2484* *Piscicola geometra* (Hirudinea) – Befall von Wirbeltieren – 4 min.
 E 2562* *Erpobdella octoculata* (Hirudinea) – Spermatophorenübertragung, Kokonablage, Schlüpfen der Jungtiere – 12 min.
 E 2712* *Aeschna cyanea* (Aeschnidae) – Flugverhalten – 4 min.
 E 1046* *Astacus astacus* (Astacidae) – Häutung – 6 min.
 A 1991 Der Flußkrebis (*Astacus fluviatilis*) – 30 min.
 E 677* *Gerris lacustris* (Heteroptera) – Freier Flug, Start und Landung – 11 min.
 A 1969 The Water-Walkers englisch – 25 min.
 E 1798* *Clunio marinus* (Chironomidae) – Schlüpfen und Kopulation – 5 min.
 C 1319 *Pisidium lilljeborgi* – Grabverhalten – 5 min.
 E 524* *Anguilla anguilla* (Anguillidae) – Schwimmbewegungen – 4 min.
 A 1988 Die Ringelnatter (*Natrix natrix*) – 16 min.
 V 1358 Bewegungsweisen von Tauchvögeln unter Wasser – 8 min.
 E 662* *Sterna hirundo* (Laridae) – Nahrungserwerb (Stoßtauchen) – 4 min.
 E 659* *Sterna hirundo* (Laridae) – Balz und Kopulation – 8 min.
 E 660* *Sterna hirundo* (Laridae) – Brüten und Hudern – 7 min.
 E 1790* *Cinclus cinclus* (Cinclidae) – Nahrungserwerb im Wasser – 6 min.
 E 2255* *Troglodytes troglodytes* (Troglodytidae) – Reviergesang (Freilandaufnahmen) – 7 min.
 E 2586* *Castor fiber canadensis* (Castoridae) – Bauen an der Burg – 8 min.
 E 2588* *Castor fiber canadensis* (Castoridae) – Fällen und Zerteilen eines Baumes – 7 min.
 E 1438* *Castor canadensis* (Castoridae) – Sammeln von Wintervorräten – 7 min.
 E 1474* *Castor canadensis* (Castoridae) – Schließen einer Dammlücke – 4 min.

Filme des IWF, die aber auch in Österreich beim ÖWF entlehnt werden können.

Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen (IWF):

- C 650 Bewegungsweisen bei Protozoen – 12 min.
 C 386 Der Bewegungsapparat von Bakterien und Protozoen – 12 min.
 C 942 Form und Bewegung freilebender Amoeben – 10 min.
 C 943 Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung freilebender Amoeben – 11 min.
 K 84 Flimmerbewegung zur Lokomotion – *Opalina ranarum* – 1 min.
 K 44 Pulsierende Vakuolen bei Paramecien – 1 min.
 C 424 Freßvorgang bei *Hydra* – 6 min.
 C 911 Morphologie, Beuteerwerb und Fortpflanzung bei *Mesostoma ehrenbergi* (Turbellaria) – 11 min.
 C 1416 Nahrungsaufnahme bei Egel (Hirudinea) – 15 min.
 C 1600 Ontogenese und Nahrungsaufnahme bei der Spitzhornschncke – 12 min.
 K 85 Flimmerbewegung zum Teilchentransport (Nahrungsaufnahme) – Teichmuschel – 1 min.
 C 553 Gleichgewichtsverhalten beim Flußkrebis – 4 min.
 W 1927 Im Libellenrevier – 11 min.
 E 2998 *Anax junius* (Aeschnidae) – Eiablage und Konkurrenz der Männchen um die Weibchen – 14 min.
 W 590 Schlüpfen einer Libelle – 4 min.
 E 2851 *Orthetrum cancellatum* (Libellulidae) – Flug- und Fortpflanzungsverhalten – 7 min.
 E 1605 *Aeschna cyanea* (Aeschnidae) – Beutefang der Larven – 5 min.

- K 20 Beutefang – Libellenlarve (*Aeschna cyanea*) – 1 min.
E 1905 *Calopteryx splendens* (Odonata) – Revierverhalten (Freilandaufnahmen) – 7 min.
K 110 Start und Flug – Wasserläufer (*Gerris lacustris*) – 1 min.
C 1700 Körperorganisation larvaler und adulter Flußneunaugen (*Lampetra fluviatilis*) – 12 min.
W 57 The Development of the Trout – 15 min.
W 585 Laichverhalten beim Saibling – 11 min.
W 586 Laichverhalten beim Barsch – 8 min.
C 628 Paarungsbiologie der Anuren (Grasfrosch, Erdkröte, Laubfrosch, Wasserfrosch) – 11 min.
E 2819 *Rana esculenta* (Ranidae) – Beuteerwerb
E 1266 *Numenius arquata* (Charadriidae) – Nahrungssuche – 5 min.
D 1236 Biologie der Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) – 12 min.
E 2898 *Neomys fodiens* (Soricidae) – Lokomotion und Nahrungssuche im Wasser – 12 min.
W 1939 Wildlife on One – Wild Otter englisch – 26 min.
C 1197 Elektrobefischung der Oberweser – Gesundheitstest bei Fischen – 20 min.
C 1347 Bestimmung der Zellzahl in einer Kultur am Beispiel von *Escherichia coli* – 9 min.

11. Wichtige Adressen:

Trinkwasseruntersuchungsstellen:

Burgenland

Gewässeraufsicht

7041 Wulkaprodersdorf, Tel. 026 82/600–505

Kärnten

Bakteriologisch-serologische Untersuchungsanstalt

9026 Klagenfurt, Krassnig-Straße 5, Tel. 042 22/55 545

Niederösterreich

Niederösterreichische Umweltschutzanstalt

2344 Maria Enzersdorf, Südstadtzentrum 4, Tel. 022 36/84 541

Oberösterreich

Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung

4020 Linz, Bürgerstraße 47, Tel. 0732/27 9071

Bakteriologisch-serologische Untersuchungsanstalt

4017 Linz, Derfflingerstraße 2, Tel. 073 2/27 5031

Salzburg

Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung

5020 Salzburg, Schopperstraße 13, Tel. 0662/51 027

Bundesstaatliche bakteriologisch-serologische Untersuchungsanstalt

5020 Salzburg, Landeskrankenhaus, Müllner Hauptstraße, Tel. 062 22/31 651

Steiermark

Bundesstaatliche bakteriologisch-serologische Untersuchungsanstalt
8010 Graz, Beethovenstraße 6, Tel. 0316/31643
Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung
8010 Graz, Beethovenstraße 8, Tel. 0316/37588
Hygiene-Institut der Universität Graz
8010 Graz, Universitätsplatz 4, Tel. 0316/32291

Tirol

Bundesstaatliche bakteriologisch-serologische Untersuchungsanstalt
6020 Innsbruck, Schöpfstraße 41, Tel. 05222/23391
Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung
6020 Innsbruck, Liebeneggstraße 8, Tel. 05222/26191
Institut für Hygiene der Universität Innsbruck
6020 Innsbruck, Fritz-Pregl-Straße 3, Tel. 05222/724/2241

Vorarlberg

Vorarlberger Umweltschutzanstalt
6900 Bregenz, Montfortstraße 4, Tel. 05574/511

Wien

Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung und -forschung
1095 Wien, Kinderspitalgasse 15, Tel. 0222/427661
Bundesanstalt für Wassergüte
1223 Wien-Kaisermühlen, Schiffmühlenstraße 120, Tel. 0222/241546
Bundesstaatliche bakteriologisch-serologische Untersuchungsanstalt
1090 Wien, Währinger Straße 25a, Tel. 0222/421557
Institut für Umweltmedizin
1080 Wien, Feldgasse 9, Tel. 0222/425449
MA 15 – Gesundheitsamt
1010 Wien, Gonzagagasse 23, Tel. 0222/6614
Umweltbundesamt – Abteilung Wasserhaushalt von Karstgebieten
1010 Wien, Herrengasse 6–8/1/3/24, Tel. 0222/5332768

Universitätsinstitute:

Universität Graz, Hygiene-Institut
Universitätsplatz 4, 8010 Graz, Tel. 0316/32291
TU Graz, Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, Flußbau und Landwirtschaftlichen
Wasserbau
Stremayrgasse 10, 8010 Graz, Tel. 0316/77511
TU Graz, Institut für Wasserwirtschaft und Konstruktiven Wasserbau
Stremayrgasse 10, 8010 Graz, Tel. 0316/77511/8355
Universität Innsbruck, Institut für Hygiene
Fritz-Pregl-Straße 3, 6020 Innsbruck, Tel. 05222/724/2241
Universität Innsbruck, Institut für Siedlungswasserbau und Umwelttechnik
Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck, Tel. 05222/81651/748
Universität Innsbruck, Institut für Zoologie, Abteilung Limnologie
Technikerstraße 25, 6020 Innsbruck, Tel. 05222/748/5321
Universität Wien, Hygiene Institut
Kinderspitalgasse 15, 1090 Wien, Tel. 0222/431595
Universität Wien, Biozentrum, Institut für Zoologie, Abteilung Limnologie
Althanstraße 14, 1090 Wien, Tel. 0222/314510

TU Wien, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Abfallwirtschaft
Karlsplatz 13, 1010 Wien, Tel. 0222/58 801/32 17

TU Wien, Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau
Karlsplatz 13, 1010 Wien, Tel. 0222/58 801/31 38

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Wasserversorgung, Gewässergüte und Fischereiwirtschaft
Feistmantelstraße 4, 1180 Wien, Tel. 0222/34 25 00/411

Österreichische Akademie der Wissenschaften:

Institut für Umweltwissenschaften und Naturschutz
Messepalast, Stiege 14, 1070 Wien, Tel. 0222/93 64 78

Institut für Limnologie
Gaisberg 116, 5310 Mondsee, Tel. 062 32/31 25

Biologische Station
Seehof 4, 3293 Lunz am See, Tel. 074 86/330

Unterrichtsmedien:

ARGE Umwelterziehung der Österreichischen Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz
Hegelgasse 21/2, 1010 Wien, Tel. 0222/513 29 62 bis 63

Österreichisches Zentrum für Umwelterziehung – Lehrerservice
Brockmanngasse 53, 8010 Graz, Tel. 0316/82 30 81

SHB-Medienzentrum
Plunkergasse 3–5, 1150 Wien, (schriftliche Filmbestellung mit Nummer und Schulstempel)

SHB-Medienverleih
Schweglerstraße 53, 1150 Wien, Tel. 0222/95 85 68 (Versand und Abholung)

Österreichisches Bundesinstitut für den Wissenschaftlichen Film (ÖWF)
Schönbrunnerstraße 56, 1050 Wien, Tel. 0222/55 73 93

Institut für den Wissenschaftlichen Film (IWF)
Nonnenstieg 72, Postfach 2351, D-3400 Göttingen, Tel. 060/551/2020

Österreichische Lehrmittelanstalt Quirin-Haslinger
Zentrale Linz: Stifterstr. 35, 4066 Pasching-Langholzfeld, Tel. 072 29/25 50, 25 59, 23 25;
Zweigstelle Wien: Hohenstaufengasse 5, 1010 Wien, Tel. 0222/53 34 671-0

Sonstige:

Umweltbundesamt
Radetzkystraße 2, 1030 Wien, Tel. 0222/711 58/42 37

Arbeitskreis Fließgewässer beim Forum Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz
Franz Josefs-Kai 51, 1010 Wien, Tel. 0222/543 75/24 9

Österreichischer Wasserwirtschaftsverband
Marc-Aurel-Str. 5, 1010 Wien, Tel. 0222/53 55 720

Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG)
Stubenring 6, 1010 Wien, Tel. 0222/51 56 1

Österreichisches Ökologie-Institut
Neubaugasse 64–66/3/7, 1070 Wien, Tel. 0222/93 61 05/0

Greenpeace
Auenbruggergasse 2, 1030 Wien, Tel. 0222/71 30 03 10

NÖ Umweltschutz
Teinfaltstraße 8/2/235, 1010 Wien, Tel. 0222/53 110/29 72

Bruder Baum

Postfach, 2342 Mödling, Tel. 02236/88272 (Nitrat/NitritTeststreifen erhältlich)

NÖ Umweltschutzanstalt

Südstadtzentrum 4, 2344 Maria Enzersdorf, Tel. 02236/84541/37

Institut für angewandte Öko-Ethologie, Abt. Leopoldsdorf

Kirchengasse 34, 2285 Leopoldsdorf, Tel. 02216/2102

Institut für angewandte Öko-Ethologie, Abt. Stäning

Dorf an der Enns 69a, 4431 Haidershofen, Tel. 07252/37175

Institut für angewandte Öko-Ethologie, Abt. Rosenberg

Altenburg 47, 3573 Rosenberg, Tel. 02982/2818

12. Danksagung

Die Geschäftsstelle der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK) hat die Farbtafel zum Gütebild der Fließgewässer Österreichs 1988 zur Verfügung gestellt. Das Kapitel über die Verunreinigung österreichischer Fließgewässer beruht im wesentlichen auf dem Text des ÖROK-Atlas sowie auf Erläuterungen zum Gütebild von Herrn Ministerialrat Dipl.-Ing. Herbert DOHLHOFER (BMLF, Wien).

Die Beratung für den schulischen Gebrauch übernahm freundlicherweise Frau Mag. Regina RAB. Für Übersetzungshinweise aus dem Griechischen danke ich Herrn E. KOHL und für die Tipparbeiten den Damen B. ENGELHART, A. PACHLER und H. POLZER.

Für die Finanzierung des Projektes danke ich:

Verband der Elektrizitätswerke Österreichs

Vereinigung Österreichischer Industrieller (VÖI)

Raiffeisen Zentralbank Österreich AG.

13. Overhead-Kopiervorlagen

FOLIE 1 Lebensraum Fließgewässer

FOLIE 2 Nahrungsangebot eines Fließgewässers

FOLIE 3 Beispiel vereinfachter Nahrungsbeziehungen eines β -mesosaprobien Fließgewässers

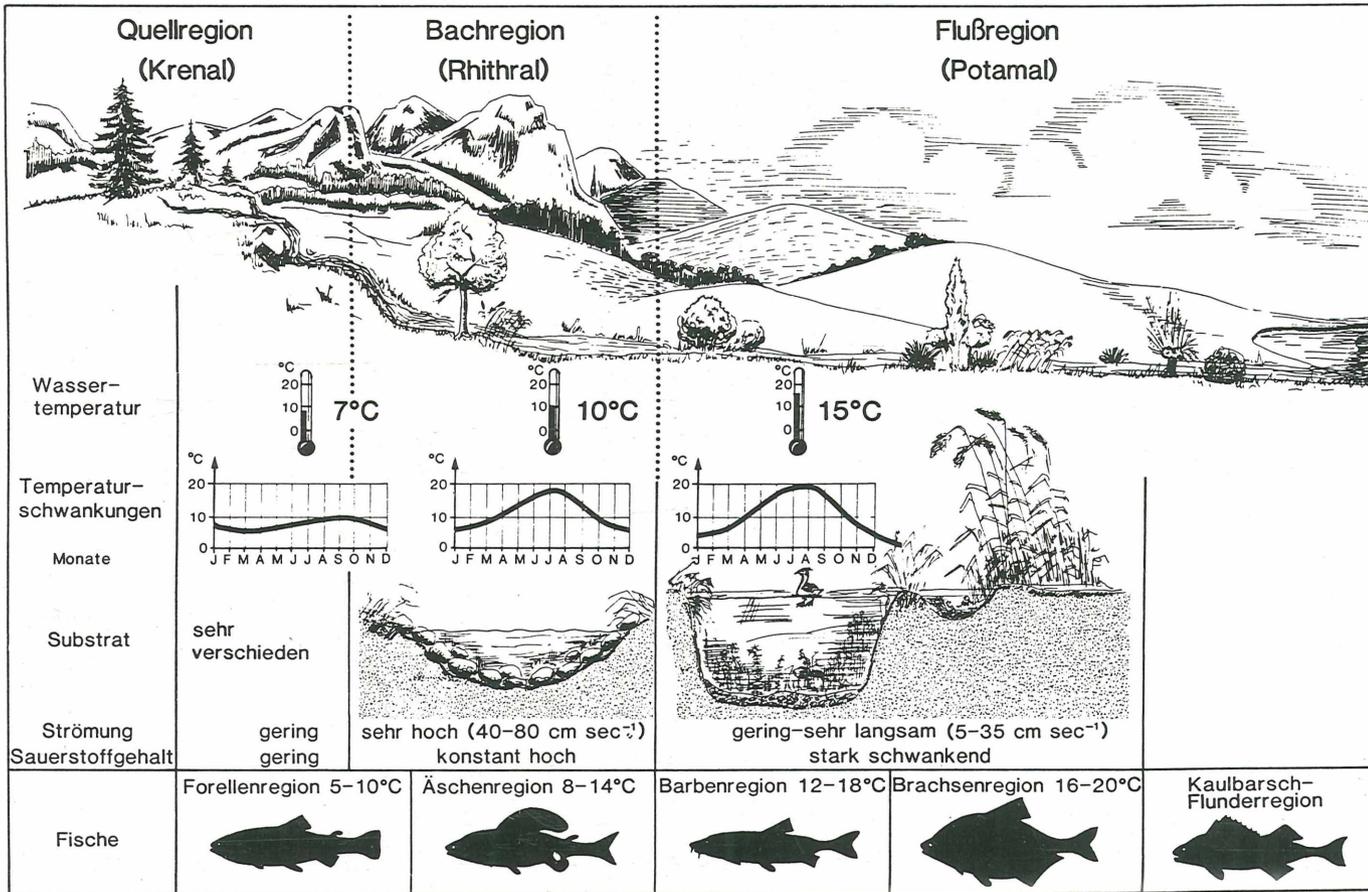
FOLIE 4 Fließgewässer – Fischregionen

FOLIE 5 Biologische Fließgewässer Güte – Beurteilung anhand von Bioindikatoren

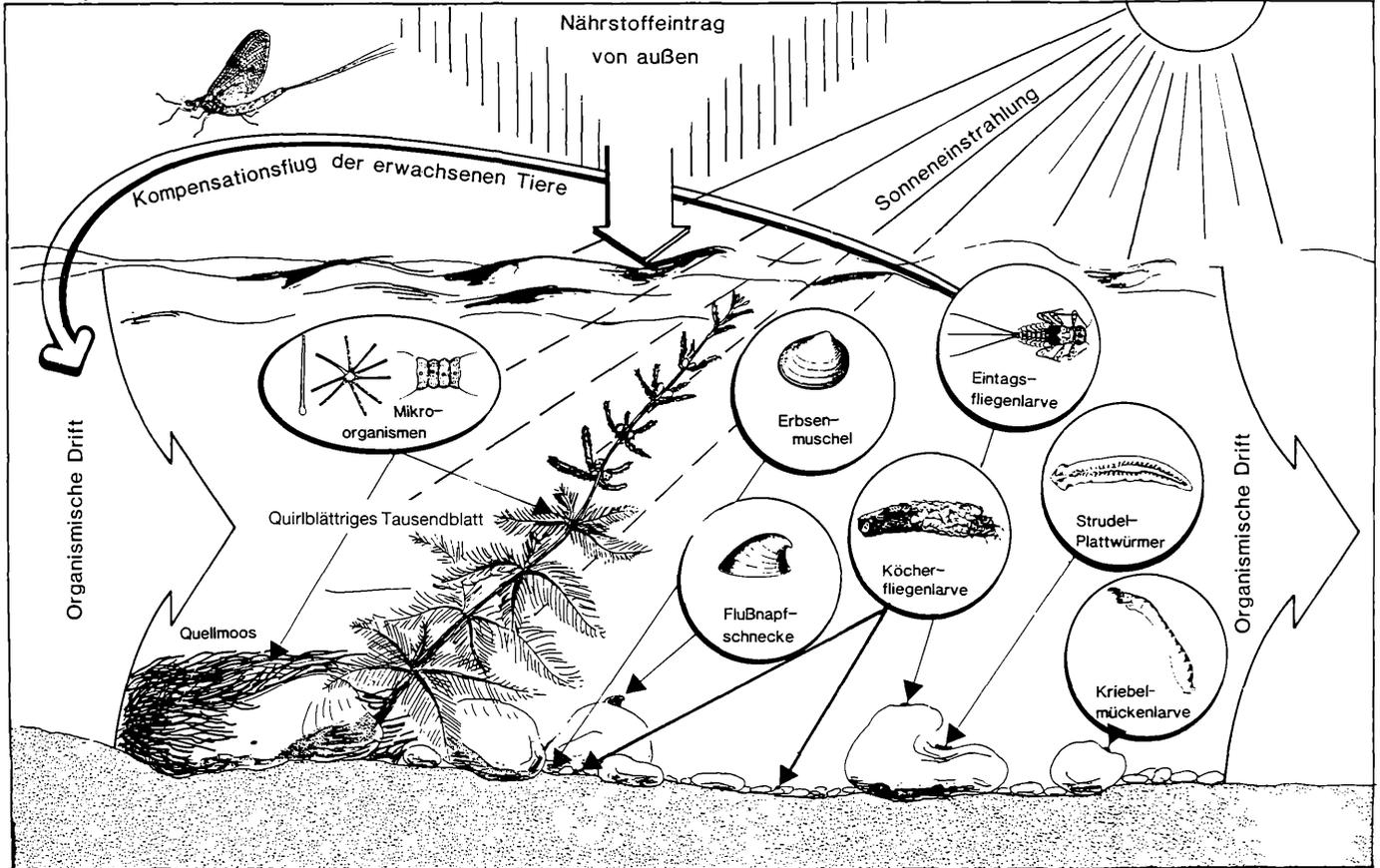
FOLIE 6 Fließgewässer und Umland: Strukturveränderung und Lebensgemeinschaft

LEBENSRAUM FLIESSGEWÄSSER

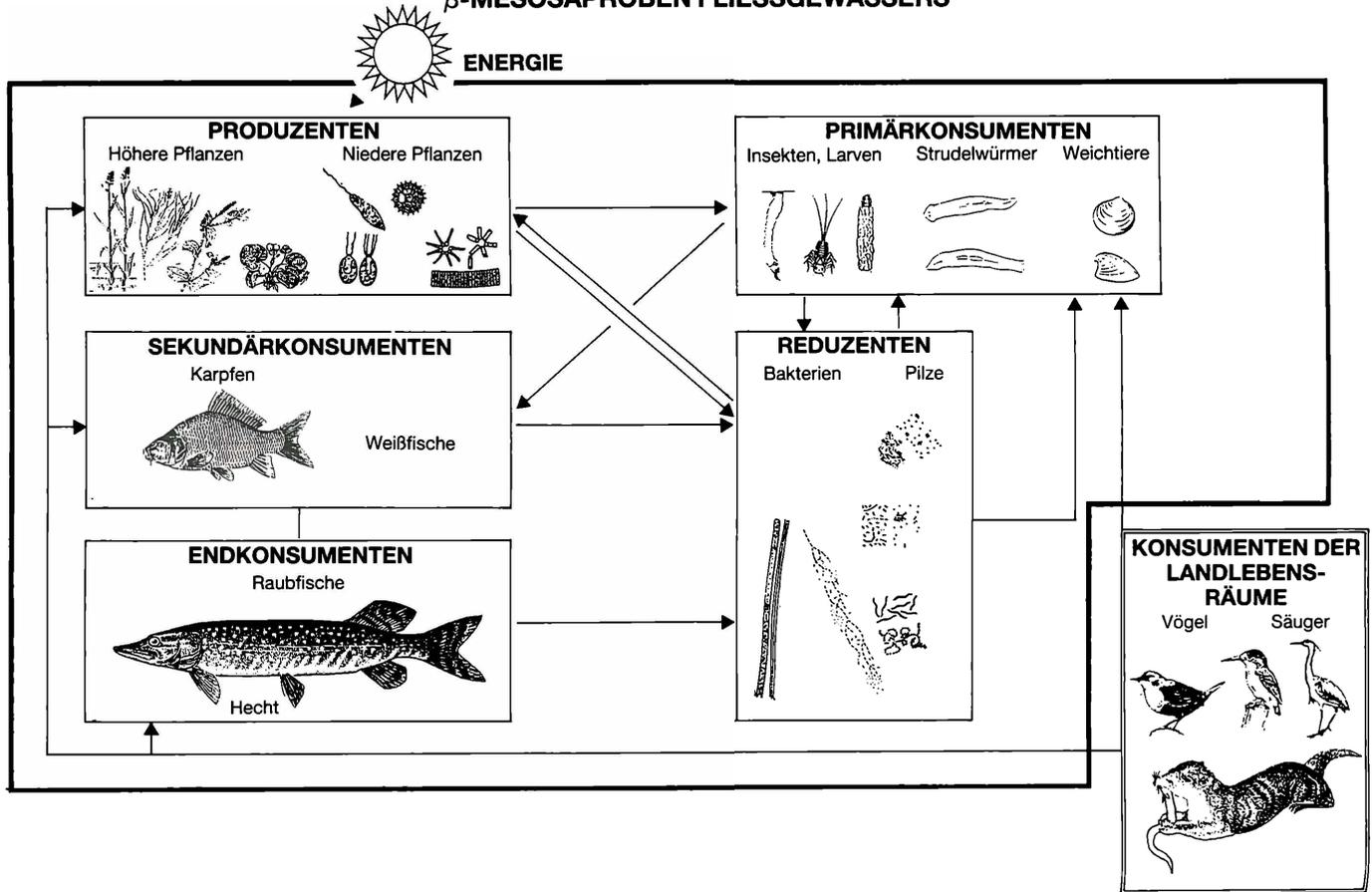
96



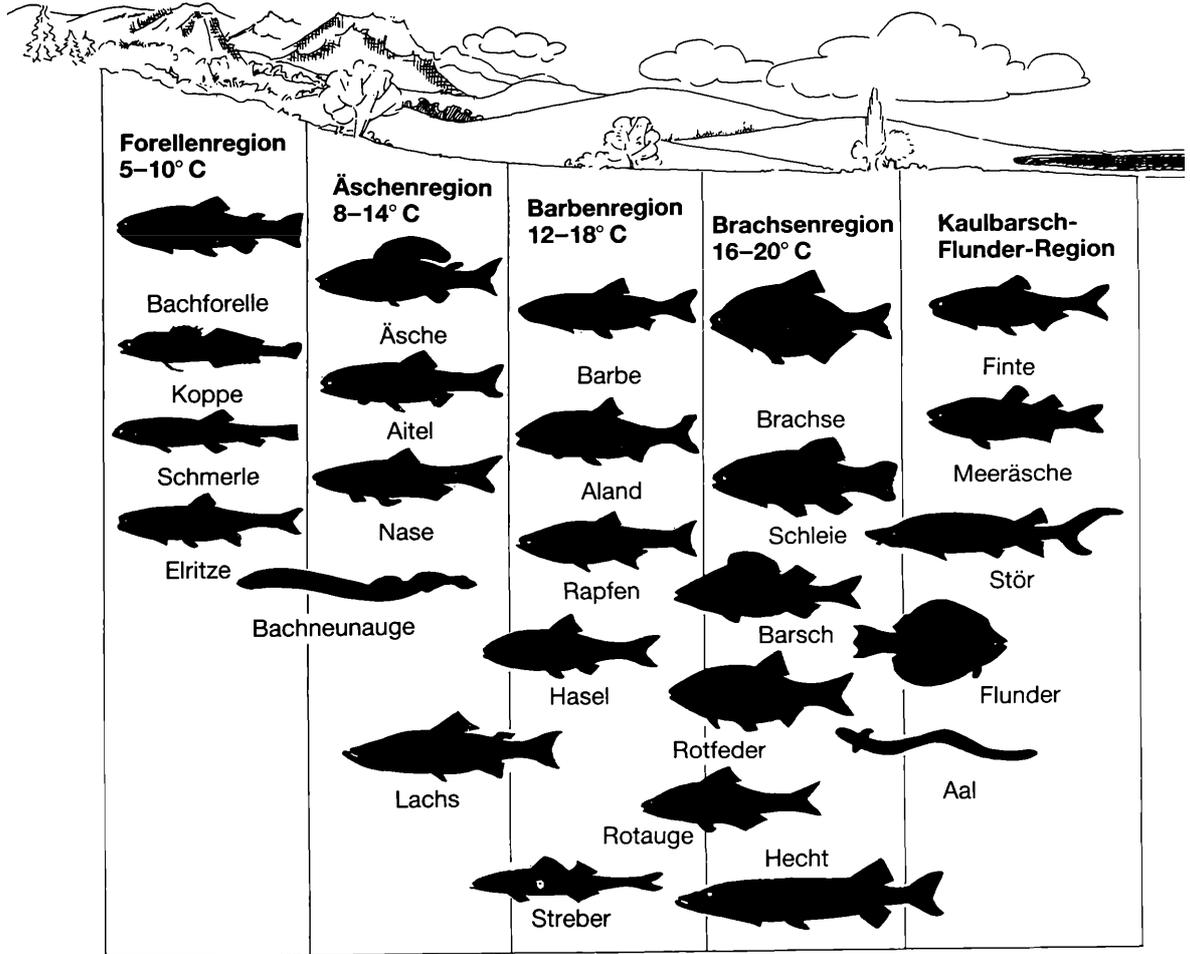
NAHRUNGSANGEBOT EINES FLIESSGEWÄSSERS



BEISPIEL VEREINFACHTER NAHRUNGSBEZIEHUNGEN EINES β -MESOSAPROBEN FLIESSGEWÄSSERS



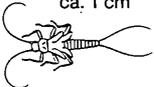
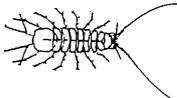
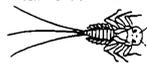
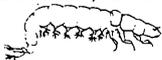
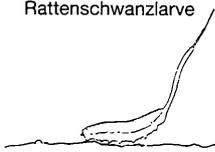
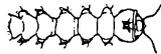
FLIESSGEWÄSSER FISCHREGIONEN



Folie 4

BIOLOGISCHE FLIESSGEWÄSSER GÜTE-BEURTEILUNG

ANHAND VON BIOINDIKATOREN

BLAU: GÜTEKLASSE I oligosaprob	GRÜN: GÜTEKLASSE II β -mesoaprob	GELB: GÜTEKLASSE III α -mesoaprob	ROT: GÜTEKLASSE IV polysaprob
Steinfliegenlarve ca. 1 cm 	Kriechlarve mückenlarve ca. 1,5 cm 	Wasserassel ca. 1,5 cm 	Schlammröhrenwurm ca. 8 cm 
„Flache“ Eintagsfliegenlarve ca. 1 cm 	Köcherfliegenlarve ohne Köcher, ca. 2 cm 	Waffenfliegenlarve ca. 4 cm 	Rote Zuckmückenlarven 
Grauer Strudelwurm ca. 2,5 cm 	Teichschlange ca. 2 cm 	Abwasserpilz 	Rattenschwanzlarve 
Lidmückenlarve ca. 1 cm 	„Runde“ Eintagsfliegenlarve, ca. 2 cm 	Rollel ca. 5 cm 	Abwasser„pilz“ Bakterien Sphaerotilus natans 
Grundwanze ca. 0,8 cm 	Flußnapfschnecke ca. 0,8 cm 		
Köcherfliegenlarve mit Köcher, ca. 2 cm 	Bachflohkrebs ca. 1,7 cm 		
	Spitzschlammschnecke ca. 5 cm 		

Einfache Liste für die makroskopisch-biologische Wassergütebeurteilung für Anfänger (nach D. MEYER, 1987)

Saprobienindex:

Steinfliegenlarven – Plecoptera –

Große Larven > 16 mm (ohne Schwanzfäden), lebhaft bunt gefärbt, Kiemen im Brustbereich, (Fam. Perlidae)	1,3
Große Larven > 16 mm (o. Schwf.) ohne Kiemen	1,3
Kleinere Larven < 16 mm (o. Schwf.) meist < 12 mm, nur eine Art feststellbar	1,5
Kleinere Larven < 16 mm (o. Schwf.) meist < 12 mm, mehrere Arten unterscheidbar	1,4
Kleine Larven < 12 mm (o. Schwf.) mit eiförmigen Randlinien der Flügelscheiden (<i>Chloroperla sp.</i>)	1,0
Kleine Larven < 12 mm (o. Schwf.) gedrungene Form, einförmig braun, mit 6 schlauchförmigen Halskiemen (<i>Protonemura sp.</i>)	1,0

Eintagsfliegenlarven – Ephemeroptera –

Flache Larven mit nur 2 Schwanzfäden (mittlerer fehlt) und keine Eigenbewegung der Kiemenblätter (<i>Epeorus sp.</i>)	1,0
Flache Larven mit 3 Schwanzfäden, aber ebenfalls keine Eigenbewegung der Kiemenblätter (<i>Rhythrogena sp.</i>)	1,0
Flache Larven mit 3 Schwanzfäden, Eigenbewegung der Kiemenblätter feststellbar	1,5
Weniger abgeflachte, gedrungene Larven, durch starke Behaarung über und über mit Schlamm bedeckt (<i>Ephemerella major</i>)	1,6
Runde Larven mit 7 Paar „bäumchen“artigen (nicht „blatt“artigen) Kiemen (<i>Habrophlebia sp.</i>)	1,6
Grabende Larven, 15–23 mm groß, mit „Feder“kiemen auf dem Rücken (<i>Ephemera sp.</i>)	1,7
Runde Larven mit 7 Paar eiförmigen Kiemenblättern z. T. doppelt angeordnet (Fam. Baetidae)	2,0
Restliche Larven, aber nur als Entscheidungshilfe für Gkl. II, wenn ohne sie ein Grenzwert zw. II +II–III besteht	2,0

Köcherfliegenlarven – Trichoptera –

Larven in Gehäusen, die wie „Steinhäufchen“ aussehen und unter 10 mm lang sind (<i>Agapetus sp.</i>)	1,0
Larven in gebogenen, dünnwandigen, glatten Sandgehäusen, nicht über 15 mm lange Köcher (<i>Sericostoma sp.</i>)	1,2
Larven in röhrenförmigen Sandköchern mit seitlichen Belastungssteinen, die fast so breit wie Köcher sind (<i>Silo sp.</i>)	1,2
Larven in röhrenförmigen Sandköchern mit seitlichen Belastungssteinen, die entweder viel schmaler oder breiter als Köcher sind (<i>Lithax und Goera</i>)	1,5
Larven ohne Gehäuse, höchstens Wohnspinnste, ohne Kiemen am Hinterleib nur im Bachbiotop (<i>Plectrocnemia</i>)	1,2
Larven ohne Gehäuse, mit Kiemen am Hinterleib, jedoch nur 1. Brustsegment oben chitinisiert (<i>Rhyacophila</i>)	1,4
Larven ohne Gehäuse, mit Kiemen am Hinterleib, jedoch alle 3 Brustsegmente oben chitinisiert (<i>Hydropsyche</i>)	2,0
Restliche Köcherfliegenlarven mit Gehäuse	2,0

Strudelwürmer – Turbellaria (Tricladida, Planariidae) –	
Planarien mit Tentakeln am Stirnaußenrand (<i>Polycelis felina</i> , <i>Crenobia alpina</i>)	1,0
Planarie mit Dreieckskopf (<i>Dugesia gonocephala</i>)	1,5
Restliche Planarien und Dendrocoelum lacteum, die sog. Milchplanarie – je unterscheidbare Art	2,2
Egel – Hirudinea –	
Gemeiner Fischegel (<i>Piscicola geometra</i>)	2,0
Alle Plattegel (Fam. Glossiphoniidae)	2,5
Rollegel (<i>Erpobdella octoculata</i>)	3,0
Schnecken – Gastropoda –	
Flußnapfschnecke (Mützenschnecke – <i>Ancylus fluviatilis</i>)	1,8
Große Spitzschlamm Schnecke (<i>Lymnaea stagnalis</i>)	1,9
Posthornschncke (große, dicke Tellerschnecke)	2,0
Langfühlerige Schnauzenschnecke (<i>Bithynia tentaculata</i>)	2,3
alle übrigen Schlamm Schnecken (Lymnaeidae)	2,5
Muscheln – Bivalvia –	
Erbsenmuscheln (<i>Pisidium sp.</i>)	1,8
Wandermuschel (<i>Dreissena polymorpha</i>)	2,2
Flußmuscheln (Fam. Unionidae)	2,0
Kugelmuscheln (<i>Spaerium sp.</i>)	2,5
Flohkrebse – Amphipoda –	
Bachflohkrebs (<i>Gammarus fossarum</i>) in Bächen über +450 mm NN (sonst nicht sicher, ob nicht <i>G. pulex</i> dabei)	1,3
Flohkrebs – <i>Gammarus (fossarum) pulex</i> – in Gewässern, wenn Lebensgemeinschaft Gkl. I (einschl. S. index 1,5)	1,6
Flohkrebs (außer <i>G. roeseli</i>) in allen anderen Lebensgemeinschaften	2,0
Flohkrebs mit Rückenbedornung (Flußflohkrebs – <i>G. roeseli</i>)	2,3
Asseln – Isopoda –	
Wasserassel (<i>Asellus aquaticus</i>)	3,0
Zweiflügler – Diptera –	
Waffenfliegenlarven (<i>Stratiomys sp.</i>)	3,0
Rote Zuckmückenlarven (<i>Chironomus sp.</i>)	3,6
Rattenschwanzlarven (<i>Eristalis sp.</i>)	4,0
Wenigborster – Oligochaeta –	
Rote Schlammröhrenwürmer (<i>Tubifex sp.</i>)	3,8

Liste für die makroskopisch-biologische Wassergütebeurteilung für Gewässer (nach D. MEYER, 1987)

Saprobienindex:

Schwämme – Porifera –	
Spongilidae (Süßwasserschwämme)	2,2
Strudelwürmer – Turbellaria –	
<i>Crenobia alpina</i> (Alpenstrudelwurm)	1,0
<i>Polycelis felina</i> (Vielaugenstrudelwurm m. Tentakeln)	1,0
<i>Dugesia gonocephala</i> (Dreieckskopf-Strudelwurm)	1,5
Übrige wichtige Strudelwürmer (Tricladida)	2,2
Wenigborster – Oligochaeta –	
<i>Stylaria lacustris</i> (Teichschlange)	2,3
<i>Lumbriculus variegatus</i>	3,0
<i>Tubifex tubifex</i> (Schlammröhrenwurm)	3,8
Egel – Hirudinea –	
<i>Piscicola geometra</i> (Gemeiner Fischegel)	2,0
<i>Glossiphonia complanata</i> (Großer Schneckenegel)	2,2
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	2,5
<i>Helobdella stagnalis</i> (Zweiäugiger Plattegel)	2,6
<i>Erpobdella octoculata</i> (Rollegel)	3,0
Schnecken – Gastropoda –	
<i>Bythinella sp.</i> (Quellenschnecken)	1,0
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Flußschwimmschnecke)	1,5
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Flußnapfschnecke)	1,8
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Spitzschlammschnecke)	1,9
<i>Viviparus viviparus</i> (Sumpfdackelschnecke)	2,0
<i>Acroloxus lacustris</i> (Teichnapfschnecke)	2,2
<i>Physa fontinalis</i> (Quellen-Blasenschnecke)	2,2
<i>Planorbarius corneus</i> (Posthornschnecke)	2,0
<i>Bithynia tentaculata</i> (Langfühlerige Schnauzenschnecke)	2,3
<i>Valvata piscinalis</i>	2,1
<i>Radix peregra f. ovata</i> (Eiförmige Schlammschnecke)	2,5
<i>Physa acuta</i> (Blasenschnecke)	2,8
Muscheln – Bivalvia –	
<i>Margaritifera margaritifera</i> (Flußperlmuschel)	1,0
<i>Pisidium sp.</i> (Erbsenmuscheln)	1,8
<i>Dreissena polymorpha</i> (Wandermuschel)	2,2
Familie Unionidae (Flußmuscheln)	2,0
<i>Sphaerium sp.</i> – außer <i>S. lacustre</i> (Kugelmuscheln)	2,5

Krebstiere – Crustacea (Isopoda, Amphipoda) –

<i>Asellus aquaticus</i> (Wasserassel)	3,0
<i>Niphargus</i> sp. (Höhlenflohkrebs)	1,0
<i>Gammarus fossarum</i> (Bachflohkrebs)	1,3
<i>Gammarus (fossarum) pulex</i> – Flohkrebs bei überwiegender Lebensgemeinschaft der Gkl. I. (einschl. Saprobienindex 1,5)	1,6
<i>Gammarus (fossarum) pulex</i> in den übrigen Lebensgemeinschaften	2,0
<i>Gammarus roeseli</i> (Flußflohkrebs)	2,3

Eintagsfliegenlarven – Ephemeroptera –

<i>Epeorus</i> sp.	1,0
<i>Rhythrogena semicolorata</i>	1,0
<i>Habroleptoides modesta</i>	1,4
<i>Ecdyonurus</i> sp.	1,5
<i>Baetis</i> sp. bei überwiegender Gkl. I einschl. Saprobienindex 1,5	1,5
<i>Ephemerella</i> sp.	1,6
<i>Habrophlebia</i> sp.	1,6
<i>Ephemera</i> sp.	1,7
Familie Baetidae	2,0
Restl. Eintagsfliegenlarven (nur als Entscheidungshilfe für die Güteklasse II)	2,0

Steinfliegenlarven – Plecoptera –

<i>Chloroperla</i> sp.	1,0
<i>Dinocras</i> sp.	1,0
<i>Protonemura</i> sp.	1,0
<i>Taeniopteryx hubaulti</i>	1,0
<i>Perla marginata</i>	1,1
Familie Perlodidae – wenn Larven >16 mm o. Cerci	1,3
<i>Perla</i> sp.	1,4
Fam. Taeniopterygidae – außer <i>T. hubaulti</i>	1,4
<i>Amphinemura</i> sp.	1,4
<i>Leuctra</i> sp.	1,5
<i>Nemoura</i> sp. – bei Gkl. II o. schlechter gilt der Klammerwert	1,5 (2,0)
Fam. Perlodidae – wenn Larven <16 mm o. Cerci	1,5

Libellenlarven – Odonata –

<i>Cordulegaster boltoni</i>	1,5
<i>Calopteryx virgo</i> (Blaflügel-Prachtlibelle)	1,6
<i>Calopteryx splendens</i> (Gebänderte Prachtlibelle)	2,0
<i>Pyrrosoma nymphula</i> (Frühe Adonislibelle)	2,3

Köcherfliegenlarven – Trichoptera –

<i>Agapetus</i> sp.	1,0
<i>Odontocerum albicorne</i>	1,0
<i>Philopotamus</i> sp.	1,0
<i>Diplectrona felix</i>	1,2
<i>Plectrocnemia</i> sp.	1,2

<i>Sericostoma sp. (Notidobia ciliaris)</i>	1,2 (1,5)
<i>Silo sp.</i>	1,2
<i>Rhyacophila sp.</i>	1,4
<i>Goera pilosa</i>	1,5
<i>Lithax obscurus</i>	1,5
<i>Lepidostoma hirtum</i>	1,7
<i>Anabolia nervosa</i>	2,0
<i>Hydropsyche sp.</i>	2,0
Restl. Köcherfliegenlarven (nur als Entscheidungshilfe, ob Gkl. I-II oder Gkl. II vorliegt)	1,5 oder 2,0
Zweiflügler – Diptera –	
<i>Liponeura sp.</i> (Netzflügel-Mücken)	1,0
„Graue“ Zuckmückenlarve ca. 6 mm, nur Hilfsindikator	3,0
<i>Stratiomys sp.</i> (Waffenfliegenlarven)	3,0
<i>Chironomus thummi</i> und <i>plumosus</i> Gruppe (Rote Zuckmückenlarven)	3,6
<i>Eristalis sp.</i> (Rattenschwanzlarven)	4,0
Wanzen – Heteroptera –	
<i>Aphelocheirus aestivalis</i> (Grundwanze)	1,5
Käfer – Coleoptera (Dryopidae) –	
<i>Elmis sp.</i> (Hakenkäfer und -larven)	1,5

**Indikatororganismen:
Liste der Makroorganismen des Zoobenthos nach DIN 38.410, ergänzt nach
D. MEYER und O. MOOG.**

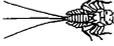
Taxon	Saprobienindex S	Indikationsgewicht G
Coelenterata – Hohltiere –		
<i>Hydra viridissima</i> PALLAS	1,3	8
Turbellaria – Strudelwürmer –		
<i>Crenobia alpina</i> (DANA)	1,1	16
<i>Dendrocoelum lacteum</i> (O.F.M.)	2,2	8
<i>Dugesia gonocephala</i> (DUGES)	1,6	8
<i>Dugesia lugubris</i> (O. SCHMIDT)	2,1	4
<i>Dugesia tigrina</i> GIRARD	2,2	8
<i>Planaria torva</i> (O.F.M.)	2,3	4
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	1,1	16
<i>Polycelis nigra</i> (O.F.M.)	2,0	8
<i>Polycelis tenuis</i> IJIMA	2,0	8
Gastropoda – Schnecken –		
<i>Acroloxus lacustris</i> (L.)	2,2	4
<i>Ancylus fluviatilis</i> O.F.M.	2,0	4
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1,9	
<i>Planorbarius corneus</i>	2,0	
<i>Bathyomphalus contortus</i> (L.)	2,2	4
<i>Bithynia tentaculata</i> (L.)	2,3	8
<i>Bythinella</i> spp.	1,0	16
<i>Gyraulus albus</i> (O.F.M.)	2,1	8
<i>Physa acuta</i> (DRAP.)	2,8	4
<i>Physa fontinalis</i> (L.)	2,4	4
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i> (E. A. SMITH)	2,3	4
<i>Radix peregra</i> (O.F.M.) S. GMO	2,3	4
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (L.)	1,7	8
<i>Valvata piscinalis</i> (O.F.M.)	2,1	8
<i>Viviparus viviparus</i> (L.)	2,0	8
Bivalvia – Muscheln –		
<i>Anodonta cygnea</i> (L.) S. GMO/ZILCH	2,0	8
<i>Dreissena polymorpha</i> (PALLAS)	2,2	4
<i>Sphaerium corneum</i> (L.)	2,3	4
<i>Sphaerium rivicola</i> (LAMARCK)	2,2	4
<i>Pisidium</i> sp.	1,8	
<i>Margaritifera margaritifera</i> (L.)	1,0	
<i>Unio crassus</i> PHILIPSSON	1,8	8
<i>Unio pictorum</i> (L.)	2,0	4
<i>Unio tumidus</i> PHILIPSSON	2,0	8

Taxon	Saprobienindex S	Indikationsgewicht G
Oligochaeta – Wenigborster –		
<i>Branchiura sowerbyi</i> BEDDARD	2,1	8
<i>Limnodrilus</i> spp. CLAP.	3,3	4
<i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F.M.)	3,0	4
<i>Tubifex</i> spp. LAM. em. MICHAELS	3,5	4
Hirudinea – Egel –		
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	2,7	4
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	2,2	8
<i>Glossiphonia heteroclita</i> (L.)	2,5	4
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)	2,6	4
Crustacea – Krebstiere –		
<i>Asellus aquaticus</i> (L.) RACOV.	2,7	4
<i>Asellus coxalis</i> DOLLFUS	2,8	4
<i>Atyaephyra desmaresti</i> (MILLET)	1,9	8
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	1,6	8
<i>Gammarus pulex</i> (L.)	2,1	4
<i>Gammarus roeseli</i> (GERVAIS)	2,0	8
<i>Gammarus tigrinus</i> SEXTUN	2,4	4
Ephemeroptera – Eintagsfliegen –		
<i>Baetis alpinus</i> PICTET	1,2	8
<i>Baetis fuscatus</i> L.	2,1	4
<i>Baetis muticus</i> L.	1,4	4
<i>Baetis rhodani</i> PICT.	2,3	8
<i>Baetis vernus</i> CURT.	2,1	4
<i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)	1,9	4
<i>Cloeon dipterum</i> L.	2,2	8
<i>Cloeon simile</i> EATON	2,2	8
<i>Ecdyonurus forcipula</i> (KOLLAR-PICTET)	1,7	4
<i>Ecdyonurus lateralis</i> CURTIS	1,5	4
<i>Ecdyonurus venosus</i> (FABRICIUS)	1,7	8
<i>Epeorus sylvaicola</i> PICTET	1,4	8
<i>Ephemerella danica</i> MÜLLER	1,8	8
<i>Ephemerella belgica</i> LEST.	1,4	1
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	1,9	4
<i>Ephemerella major</i> (KLAPALEK)	1,4	4
<i>Ephemerella mucronata</i> BENG'TSSON	1,4	4
<i>Habroplebia</i> sp.	1,5	3
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAGEN)	1,6	4
<i>Heptagenia flava</i> (ROSTOCK)	2,0	4
<i>Heptagenia sulphurea</i> (MÜLLER)	2,0	4
<i>Paraleptophlebia submarginata</i> (STEPH.)	1,5	4
<i>Potamanthus luteus</i> (L.)	2,1	8
<i>Rithrogena semicolorata</i> s.l. (CURTIS)	1,6	8

Taxon	Saprobienindex	Indikationsgewicht
	S	G
Odonata – Libellen –		
<i>Aeschna cyanea</i> (O.F.M.)	2,0	8
<i>Calopteryx splendens</i> (HARRIS)	2,0	8
<i>Calopteryx virgo</i> (L.)	1,9	8
<i>Cordulegaster boltoni</i> (DONOVAN)	1,5	8
<i>Lestes viridis</i> (V. D. LINDEN)	2,1	8
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (L.)	2,0	8
<i>Platycnemis pennipes</i> (PALLAS)	2,1	8
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (SULZER)	2,0	8
Plecoptera – Steinfliegen –		
<i>Amphinemura</i> spp. RIS	1,4	8
<i>Brachyptera risi</i> (MORTON)	1,2	8
<i>Brachyptera seticornis</i> (KLAPALEK)	1,2	8
<i>Chloroperla</i> spp. NEWMAN	1,3	8
<i>Dinocras cephalotes</i> (CURT.)	1,3	4
<i>Diura bicaudata</i> L.	1,0	16
<i>Isoperla görtzi</i> ILLIES	1,1	16
<i>Isoperla grammatica</i> (PODA)	1,7	4
<i>Isoperla oxylepis</i> (DESPAX)	1,3	8
<i>Isoperla rivulorum</i> (PICTET)	1,1	16
<i>Leuctra braueri</i> KEMPNY	1,4	4
<i>Leuctra geniculata</i> STEPHENS	1,6	16
<i>Leuctra nigra</i> OLIVIER	1,4	4
<i>Perla burmeisteriana</i> CLAASEN	1,6	16
<i>Perla maginata</i> (PANZ.)	1,2	8
<i>Perlodes microcephala</i> (PICT.)	1,3	8
Megaloptera – Schlammfliegen –		
<i>Sialis fuliginosa</i> PICTET	2,0	8
<i>Sialis lutaria</i> (L.)	2,3	4
Coleoptera – Käfer –		
<i>Agabus biguttatus</i> OLIVIER	2,6	8
<i>Anacaena globulus</i> PAYKULL	1,9	8
<i>Brychius elevatus</i> PANZER	2,1	4
<i>Elmis atreillei</i> BEDEL	1,1	16
<i>Elmis maugei</i> BEDEL	1,5	8
<i>Esolus angustatus</i> P. Müller	1,2	8
<i>Esolus parallelepipedus</i> P. Müller	1,6	8
<i>Haliplus laminatus</i> SCHALLER	2,4	8
<i>Helichus substriatus</i> P. Müller	2,2	8
<i>Helophorus aquaticus</i> L.	2,2	4
<i>Helophorus arvernicus</i> MULSANT	2,0	8
<i>Hydraena minutissima</i> STEPHENS	1,5	8
<i>Hydraena nigrita</i> GERMAR	1,3	8

Taxon	Saprobienindex		Indikationsgewicht
	S	G	
<i>Hydraena pygmaea</i> WATERHOUSE	1,4	16	
<i>Limnebius truncatellus</i> THUNBERG	1,5	8	
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOR)	1,4	8	
<i>Limnius volckmari</i> (PANZER)	1,6	8	
<i>Orectochilus villosus</i> P. Müller	2,0	4	
<i>Oreodytes rivalis</i> GYLLENHAL	1,7	8	
<i>Oulimnius tuberculatus</i> P. Müller	1,9	8	
<i>Platambus maculatus</i> (L.)	2,3	8	
<i>Potamonectes assimilis</i> PAYKULL	2,2	8	
<i>Potamonectes depressus</i> (F.)	2,2	8	
<i>Riolus cupreus</i> P. Müller	1,9	8	
<i>Riolus subviolaceus</i> PAYKULL	1,7	8	
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i> F.	2,4	4	
Trichoptera – Köcherfliegen –			
<i>Anabolia nervosa</i> CURTIS	2,0	8	
<i>Brachycentrus montanus</i> KLAPALEK	1,0	16	
<i>Brachycentrus subnubilus</i> CURTIS	1,9	4	
<i>Cheumatopsyche lepida</i> PICTET	2,1	8	
<i>Crunoecia irrorata</i> CURTIS	1,1	16	
<i>Ecnomus tenellus</i> RAMBAR	2,2	8	
<i>Glossosoma</i> spp. CURTIS	1,5	8	
<i>Goera pilosa</i> FABR.	1,9	4	
<i>Hydropsyche sitalai</i> DÖHLER	1,8	8	
<i>Lasiocephala basalis</i> KOLENATI	1,8	8	
<i>Lepidostoma hirtum</i> FABR.	1,8	8	
<i>Odontocerum albicorne</i> SCOP.	1,4	4	
<i>Oligoplectrum maculatum</i> FOURCROY	1,7	8	
<i>Philopotamus</i> spp. LEACH	1,3	8	
<i>Plectrocnemia</i> spp. STEPHENS	1,5	4	
<i>Polycentropus</i> spp. CURTIS	2,0	8	
<i>Psychomyia pusilla</i> FABR.	2,1	4	
<i>Ptilocolepus granulatus</i> PICTET	1,0	16	
<i>Rhyacophila (Hyperrhyacophila)</i> DÖHLER	1,0	16	
<i>Rhyacophila (Hyporhyacophila)</i> DÖHLER	1,5	8	
<i>Rhyacophila (Rhyacophila)</i> DÖHLER	2,0	4	
Sericostomatomatinae	1,5	8	
<i>Silo nigricornis</i> PICT.	1,5	8	
<i>Silo pallipes</i> FABR.	1,5	8	
<i>Silo piceus</i> BRAUER	1,1	16	
Diptera – Zweiflügler –			
<i>Atherix ibis</i> FABR.	1,7	4	
<i>Chironomus plumosus</i> Gruppe (L.)	3,4	4	
<i>Chironomus thummi</i> Gruppe KIEFER	3,2	4	

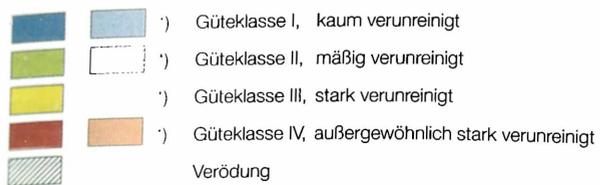
Taxon	Saprobienindex	
	S	G
<i>Rheotanytarsus</i> sp.	1,7	1
<i>Eristalomyia tenax</i> (L.)	4,0	16
<i>Liponeura</i> spp. LOEW	1,1	8
<i>Odagmia ornata</i> (MEIGEN)	2,0	8
<i>Prosimulium hirtipes</i> (FRIES)	1,5	4
<i>Psychoda</i> spp. LATREILLE	3,4	4
<i>Simulium rheophilum</i> KNOZ	1,5	8
<i>Stratiomys</i> sp.	3,0	
<i>Dicranota</i> sp.	1,8	1
Bryozoa – Moostierchen –		
<i>Fredericella sultana</i> BLUMENBACH	2,1	8
<i>Paludicella articulata</i> (EHR.)	1,9	8
<i>Plumatella emarginata</i> ALLMAN	2,0	8
<i>Plumatella fungosa</i> (PALLAS)	2,3	4
<i>Plumatella repens</i> (L.)	2,0	8
Pisces – Fische –		
<i>Cottus gobio</i> L.	1,5	8

	Bioindikatoren	Häufigkeit	Saprobien-index	Produkt
I	Steinfliegenlarven (Plecoptera) 			
	Grundwanze (<i>Aphelocheirus aestivalis</i>) 			
	Lidmückenlarve (<i>Liponeura sp.</i>) 			
	Flache Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera) 			
	Graue Strudelwürmer oder Dreiecksstrudelwürmer (<i>Dugesia gonocephala</i>) 			
II	Köcherfliegenlarven mit Köcher (Trichoptera) 			
	Tellerschnecken (Planorbidae) 			
	Runde Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera) 			
	Bachflohkrebse (Gammaridae) 			
	Flußnapfschnecke (<i>Ancylus fluviatilis</i>) 			
	Weißer (oder milchiger) Strudelwurm (<i>Dendrocoelum lacteum</i>) 			
	Großer Schneckenegel (<i>Glossiphonia complanata</i>) 			
	Kriebelmückenlarven (Simuliidae) 			
	Köcherfliegenlarven ohne Köcher (Trichoptera) 			

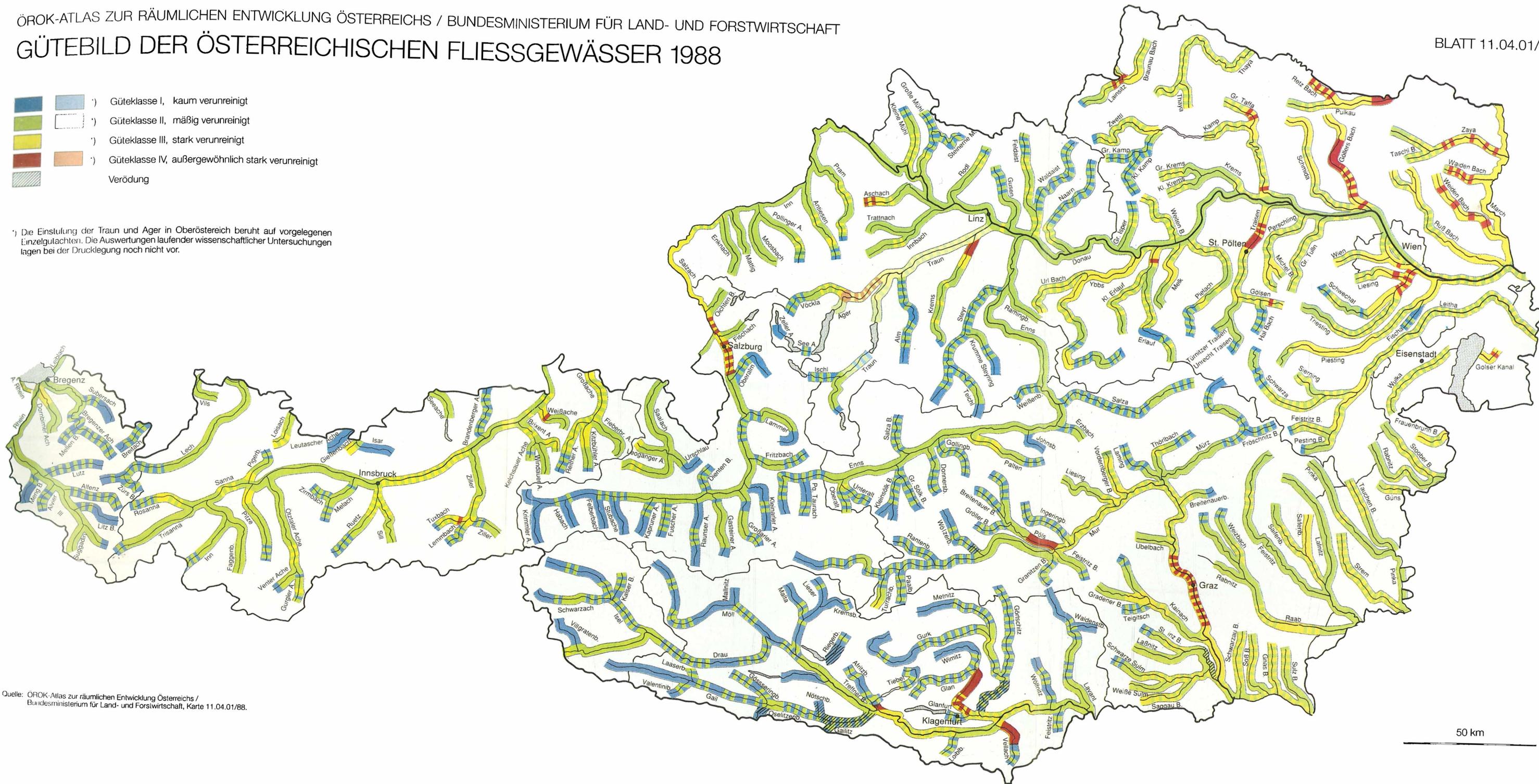
	Bioindikatoren	Häufigkeit	Saprobienindex	Produkt
II	<p>Teichschlange (<i>Stylaria lacustris</i>) </p> <p>Erbsenmuschel (<i>Pisidium sp.</i>) </p> <p>Spitzschlammschnecke (<i>Lymnaea stagnalis</i>) </p>			
III	<p>Wasserassel (<i>Asellus aquaticus</i>) </p> <p>Rollel (<i>Eryobdella octoculata</i>) </p> <p>Waffenfliegenlarven (<i>Stratiomys sp.</i>) </p> <p>Kugelmuschel (<i>Sphaerium sp.</i>) </p> <p>Abwasserpilz (<i>Leptomitus lacteus</i>) </p>			
IV	<p>Rote Zuckmückenlarven (Chironomidae) </p> <p>Schlammröhrenwürmer (<i>Tubifex sp.</i>) </p> <p>Rattenschwanzlarven (<i>Eristalomyia sp.</i>) </p> <p>Abwasser„pilz“ (<i>Sphaerotilus natans</i>) </p>			
	SUMME			

Produktsomme : Gesamthäufigkeit = Saprobienindex der Untersuchungsstrecke
(siehe Tab. 4: Güteklasse)

ÖROK-ATLAS ZUR RÄUMLICHEN ENTWICKLUNG ÖSTERREICHS / BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT GÜTEBILD DER ÖSTERREICHISCHEN FLIESSGEWÄSSER 1988



*) Die Einstufung der Traun und Ager in Oberösterreich beruht auf vorgelegenen Einzelgutachten. Die Auswertungen laufender wissenschaftlicher Untersuchungen lagen bei der Drucklegung noch nicht vor.



Quelle: ÖROK-Atlas zur räumlichen Entwicklung Österreichs / Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Karte 11.04.01/88.

50 km

Bisher in dieser Broschürenreihe erschienen:

- 1 Otto Koenig, Heimtierhaltung im Dienst von Erziehung und Bildung, 1985, Wien.
- 2 Max Liedtke, Technik – Erlösung oder Sündenfall des Menschen. Zum Problem der Humanität in der technischen Entwicklung, 1985, Wien.
- 3 Kurt Schimunek, Wasserwirtschaftliche Begleitmaßnahmen im Zusammenhang mit der Errichtung von Donaukraftwerken, 1985, Wien.
- 4 Gerhard Fasching, Werkstoffwissenschaft und Umweltforschung, 1986, Wien.
- 5 Hans S. Schratter, Josef Trauttmansdorff, Gartenteich – Schulteich, 1986, Wien.
- 6 Wilhelm Kühnelt, Gibt es Prioritäten im Umweltschutz? 1986, Wien.
- 7 Otto Koenig, Grundriß eines Aktionssystems des Menschen, 1986, Wien.
- 8 Max Liedtke, Der Mensch und seine Gefühle, 1987, Wien.
- 9 Gerald Dick, Peter Sackl, Einheimische Amphibien – verstehen und schützen, 1988, Wien.
- 10 Helmut Kukacka, Gerald Dick, Hans Peter Kollar, Hans Schratter, Josef Trauttmansdorff, Gerhard Fasching, Otto Koenig, Uwe Krebs, Max Liedtke, 1. Tagung des wissenschaftlichen Beirates – Vortragstexte, 1988, Wien.
- 11 Hans Peter Kollar, Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Großtrappe (*Otis tarda L.*), 1988, Wien.
- 12 Helmut Kroiss, Siegfried Schwarzl, Peter Brauchl, 2. Tagung des wissenschaftlichen Beirates – Vortragstexte, 1989, Wien.
- 13 Otto Koenig, Das Institut für angewandte Öko-Ethologie, 1990, Wien.
- 14 Hans Peter Kollar, Marianne Seiter, Biber in den Donau-Auen östlich von Wien – Eine erfolgreiche Wiederansiedlung, 1990, Wien.
- 15 Gerald Dick, Fließgewässer, Ökologie und Güte – verstehen und bestimmen, 1990, Wien.

