

Handbuch Wasser 2

Loseblattsammlung

# **Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung Arbeitsanleitung**

Ermittlung der  
Gewässergüteklassen  
der Fließgewässer in  
Baden - Württemberg

---

1. Auflage

Karlsruhe 1992

---

## Impressum

**Herausgeber:** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
Griesbachstraße 3 , 7500 Karlsruhe 21

**Erarbeitung:** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
Abteilung Wasser, Sachgebiet Qualitative Gewässerkunde  
Dr. Axel Alf, Dr. Ulrich Braukmann,  
Dr. Michael Marten, Dipl. Biol. Hartmut Vobis

**Redaktion:** Hartmut Vobis

**Techn. Mitarbeit:** Jens Stork

**Gedruckt auf:** Recyclingpapier aus 100% Altpapier  
Umschlag aus chlorfrei gebleichten Faserstoffen

**Nachdruck:** - auch auszugsweise - nur unter Quellenangabe und  
Überlassung von Belegexemplaren gestattet

LfU Karlsruhe, November 1992, 1. Auflage

---

Inhaltsverzeichnis		Seite
	Vorwort	
1.	Einleitung	2
2.	Kurzbeschreibung	4
3.	Anwendungsbereich	6
4.	Durchführung der Untersuchung	7
4.1.	Planung	7
4.1.1.	Kartengrundlagen	7
4.1.2.	Kriterien zur Auswahl der Gewässer und Gewässerabschnitte	8
4.1.3.	Kriterien zur Ortsauswahl eines Untersuchungspunktes im Freiland	9
4.1.4.	Sicherheitskriterien vor Ort	10
4.1.5.	Dokumentation und Codierung der neuen Untersuchungspunkte	10
4.1.6.	Planung und Kriterien der Untersuchungszeiten	11
4.2.	Freilandarbeit	13
4.2.1.	Vorbereitung, Checkliste	13
4.2.2.	Aufnahme abiotischer Faktoren, Feldprotokoll 1	15
4.2.3.	Biologische Erhebung, Feldprotokoll 2	19
4.3.	Nachbearbeitung im Labor	26
4.3.1.	Stichproben Wasserchemie	26
4.3.2.	Nachbestimmung der Organismen	26
4.3.3.	Biologische Belegsammlung	27
5.	Auswertung der Ergebnisse	29
5.1.	Ermittlung des Saprobienindex nach DIN 38 410 Teil 2	31
5.2.	Absicherung nach weiteren Auswerteverfahren	33
5.2.1.	Saprobienindex nach "Erweiterte Taxaliste"	33
5.2.2.	Index nach Kopplungsanalyse	33
5.2.3.	Klassifizierung nach Merkmalen	34
6.	Bewertung nach LAWA-Güteklassen	38
6.1.	Die sieben Güteklassen (LAWA, 1990)	38
6.2.	Einstufung in die LAWA-Güteklassen	43
7.	Darstellung der Ergebnisse nach LAWA-Güteklassen	47
8.	Veröffentlichung von Gewässergütedarstellungen	49
9.	Ausblick	50
10.	Anhang	51

Verzeichnis der bisher erschienenen Berichte und Veröffentlichungen

---

## Vorwort

Die Fließgewässer des Landes werden kontinuierlich beobachtet und kontrolliert; dies ist eine Voraussetzung für das Erreichen der gewässerschutzpolitischen Zielsetzungen in Baden-Württemberg.

Die Landesanstalt für Umweltschutz überwacht die Entwicklung der Gewässergüteverhältnisse seit den fünfziger Jahren und informiert hierüber die Wasserwirtschaftsverwaltung und die breite Öffentlichkeit.

Die in diesem Zusammenhang regelmäßig herausgegebenen Gewässergütekarten des Landes sind ein Ergebnis der Aufnahme des biologisch-ökologischen Zustandes der Gewässer.

Diese Gewässeruntersuchungen werden künftig dezentral von der Wasserwirtschaftsverwaltung durchgeführt.

Die vorliegende Arbeitsanleitung gibt den Gewässerbiologen auf allen beteiligten Ebenen der Wasserwirtschaftsverwaltung sowie den in ihrem Auftrag tätigen freiberuflichen Biologen ein einheitliches Verfahren zur Ermittlung der Gewässergüteklassen der Fließgewässer an die Hand.

Damit ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der biologisch-ökologischen Gewässeruntersuchung in Baden-Württemberg und darüber hinaus bundesweit gesichert.

Umweltministerium  
Baden - Württemberg  
Stuttgart, im Dezember 1992

Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden - Württemberg  
Karlsruhe, im Dezember 1992

## 1. Einleitung

Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchungen sind ein fester Bestandteil des Gewässerschutzes. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienen dem Aufzeigen von Belastungsschwerpunkten und dokumentieren die Fortschritte der Gewässersanierung. Bereits seit den fünfziger Jahren werden in Baden-Württemberg von der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) und deren Vorgängerinstitutionen Untersuchungen der Gewässergüte routinemäßig durchgeführt.

Mit zunehmender Erweiterung der Aufgaben für die Gewässerbiologen in der LfU wurden zur Deckung fehlender Untersuchungskapazität in den vergangenen Jahren sowohl Biologen der Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz (WBÄ) als auch freiberuflich tätige Biologen für die flächendeckende Gewässergütekartierung der Landesgewässer mit herangezogen.

Wurden die aus der Arbeit resultierenden Erfahrungen der Gewässerbiologen bis jetzt in der LfU durch vergleichende Untersuchungen und in Fachdiskussionen untereinander weitergegeben, so wird es nun notwendig, den dezentral arbeitenden Biologen eine schriftlich fixierte Arbeitsanleitung an die Hand zu geben. Bisher wurden unterschiedliche analoge Methoden angewandt. Für den nun erweiterten Personenkreis ist im Sinne der Einheitlichkeit eine Beschränkung auf eine Methode der Vorgehensweise notwendig. Dabei wurde, auf die bereits in der Bundesrepublik Deutschland einheitlichen Normen und Darstellungen zurückgegriffen und die landesspezifischen Erfahrungen der LfU mit eingebaut.

Die Arbeitsanleitung ist als Empfehlung an die Gewässerbiologinnen und -biologen gedacht; sie soll weder den Charakter eines Lehrbuches aufweisen noch eine

Handlungsanweisung für wissenschaftliche Arbeiten darstellen. Sie ist jedoch verbindlich für alle limnologischen Untersuchungen, Auswertungen und Veröffentlichungen von Gewässergütekarten in Baden-Württemberg, die im Auftrag von Dienststellen der Wasserwirtschaftsverwaltung angefertigt werden. Das Schwergewicht der Untersuchungstätigkeit wird sich in der Zukunft zunehmend auf die WBÄ verlagern, sobald alle Ämter in Baden-Württemberg mit einer Biologenplanstelle ausgestattet worden sind.

Die vorliegende Arbeitsanleitung gründet sich auf die bis 1991 erarbeiteten Erkenntnisse und Materialien; sie wurde in gemeinsamer Arbeit der Gewässerbiologen der LfU erstellt und wird, als Loseblattsammlung konzipiert, stets auf dem neuesten Stand in den die LAWA-Fachgremien (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) betreffenden Teilbereichen gehalten und schrittweise für das umfangreiche Tätigkeitsfeld der Amtsbiologen erweitert.

Werden Erweiterungen dieses Kompendiums durch neue Materialien und eventuelle Verbesserungen von Teilbereichen durch neue Erfahrungen notwendig, so werden die neuen und die den Austausch betreffende Blätter des Handbuches automatisch an die Ämter versandt; der weitere Anwenderkreis erhält diese auf Anfrage. In diesem Sinne fordern die Bearbeiter die Benutzer dieser Arbeitsanleitung auf, ihre Erfahrungen und Verbesserungsvorschläge der LfU mitzuteilen. Um die Funktion eines Nachschlagehandbuches zu erfüllen, werden einige wenige übergreifende Sachangaben in den betreffenden Kapiteln wiederholt aufgegriffen.

Die Arbeitsanleitung richtet sich an den Gewässerbiologen mit Hochschulabschluß, der aufgrund seiner wissenschaftlichen Ausbildung in der Lage ist, die ökologischen Wirkungsweisen und Zusam-

---

menhänge im Gewässer zu verstehen. Die Anleitung regelt die wesentlichen Handhabungen; es wird erwartet, daß der Gewässerbiologe diese der jeweiligen lokalen Gewässersituation sinnvoll anzupassen versteht.

Die Mindestanforderungen zur Erhebung der Gewässergüteklassen sind in den entsprechenden Kapiteln deutlich

hervorgehoben. Dies soll nicht als Beschränkung für vertiefende Arbeiten mißverstanden werden. Wünschenswert ist hier die Anwendung der als Empfehlung angegebenen weiteren Arbeitsschritte. Darüber hinaus wird von den Gewässerbiologen eine Fortbildung mit Augenmaß in Theorie und Praxis im wissenschaftlichen Eigeninteresse erwartet.

## 2. Kurzbeschreibung

### der theoretischen Grundlagen

Die Zusammensetzung einer Biozönose, d.h. die Lebensgemeinschaft aus Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren in einem Fließgewässer, wird stark von den physikalischen und chemischen Faktoren sowie den morphologischen Strukturen des Lebensraumes beeinflusst. In den Fließgewässern ist sie in besonderem Maße abhängig von solchen den Gewässertyp prägenden Merkmalen wie:

- der Beschaffenheit der Gewässer-  
sohle und des Ufers
- der Strömungsgeschwindigkeit,
- den Temperaturen und den Lichtver-  
hältnissen,
- den Konzentrationen der chemi-  
schen Wasserinhaltsstoffe.

Entsprechend den standörtlichen Verhältnissen sind landesweit eine Reihe von Gewässertypen zu unterscheiden, die alle eine ihnen eigene Ausprägung der Biozönose aufweisen. Viele der Standortfaktoren schwanken in ihrer Ausprägung oder Konzentration ständig in räumlicher und zeitlicher Dimension. Die natürliche Besiedlung eines Fließgewässers ist an diese Umweltbedingungen angepaßt. Sie bewirkt ihrerseits wieder Stoffumsätze und beeinflusst die Standortfaktoren.

Besonders auffällige Veränderungen im Ökosystem des Fließgewässers werden durch Abwassereinleitungen hervorgerufen. Insbesondere die Auswirkungen von organischen, biologisch leicht abbaubaren Stoffen kommunaler Abwässer lassen sich durch den Wechsel der Artenzusammensetzung sowie der Änderung der Dominanzverhältnisse einzelner Arten der aquatischen Lebensgemeinschaft gut beschreiben.

Unterhalb einer Abwassereinleitung in ein Gewässer werden in einem Selbstreinigungsprozeß die organischen Stoffe unter Sauerstoffzehrung mikrobiell abgebaut, wobei die Endprodukte mineralisiert und z.B. als Nährstoffe für Pflanzen wieder zur Verfügung stehen. Auf einer solchen Selbstreinigungsstrecke eines Fließgewässers paßt sich die Biozönose dem Grad der Abwasserbelastung sowie dem dadurch bedingten Sauerstoffhaushalt an. In der Regel zeigt die biologische Besiedlung in der Selbstreinigungsstrecke eine charakteristische räumliche Abfolge von Biozönosen, die gewisse Zonierungen aufweist.

Die Zusammenhänge zwischen der Gewässerbelastung und der biologischen Besiedlung wurden bereits um die Jahrhundertwende von KOLKWITZ und MARSSON in dem sogenannten Saprobien-system (griech. "sapos" = faulig) beschrieben. Aus den darin genannten Leitorganismen der vorgefundenen Lebensgemeinschaft wurde eine abgestufte Gewässerbelastung (vier Saprobienklassen) von übermäßig verschmutzt bis unbelastet abgeleitet. Durch Hinzufügung von drei gleichwertig behandelten Zwischenstufen erfolgt die Einteilung in 7 Klassen.

Das Saprobien-system wurde von vielen Autoren durch eine große Zahl von weiteren Organismen ergänzt und Berechnungsverfahren eingeführt. Dieses heute in Mitteleuropa am häufigsten angewandte System zur Beschreibung der "Gewässergüte" dient als Grundlage für die Bewertung der sieben Güteklassen der Fließgewässer.

Im Gewässer sind in der Regel nicht nur die charakteristischen Leit- oder Indikatororganismen einer einzigen Güteklasse anzutreffen, vielmehr sind die Anzeiger meist mehrerer Saprobienstufen durch fließende Übergänge der Biozönosen mehr oder weniger vermischt an einem

Untersuchungspunkt anzutreffen. Deshalb wird in einem statistischen Verfahren der Saprobienindex errechnet, der das gewogene Mittel der Saprobiewerte der vorgefundenen Leitformen angibt.

Dieses Berechnungsverfahren für den Saprobienindex wird in den "Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung" (dort: DIN 38 410 Teil 2, 1990) beschrieben.

Der Saprobienindex ist ein wichtiger Bestandteil zur Ermittlung der Gewässergüteklassen.

Die Untersuchungen zur Bestimmung der Gewässergüte stützen sich in der Regel überwiegend auf das Makrozoobenthon (festsitzende und bewegliche Tiere des Gewässersubstrates, z.B. Schnecken, Krebse und Insektenlarven), da diese je nach Lebensdauer über Monate - mitunter Jahre im Gewässer verbleiben und so die "Gewässergüte" über einen langen Zeitraum widerspiegeln; sie zeigen die biologisch wirksamen schlechten Zustände der Wasserqualität auf bis hin zu den Grenzwerten, die nicht mehr toleriert werden.

Taxa, die ein sehr großes Toleranzspektrum haben, wie auch solche, die nur sehr schwer oder unsicher zu bestimmen sind, wurden nicht in die Listen der Indikatorarten aufgenommen.

Die Güteeinteilung der Gewässer in die sieben Stufen der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) soll den Zustand

der Gewässer in einer allgemein verständlichen und für eine generelle Beurteilung ausreichenden Form beschreiben. Dies ist natürlich nur durch Vereinfachung möglich, wobei nicht alle Randbedingungen unterschiedlichster Gewässertypen und Gewässerbelastungen ihre Berücksichtigung finden können. Für Detailbeurteilungen ist diese Klassifizierung nicht gedacht; hierzu bedarf es einer differenzierten Wertung auf der Grundlage möglichst vieler Parameter.

Eine rein schematische Bewertung nach dem Saprobienindex führt nicht in allen Fällen zu einer zutreffenden Zustandsbeschreibung. Da die organische Gewässerbelastung auch stets eine Auswirkung auf den Sauerstoffhaushalt hat, von dem ein Großteil der Bioindikatoren abhängig ist, werden die gut belüfteten und kalten Gebirgsbäche oft zu günstig beurteilt, während gleich stark belastete Flachlandgewässer aufgrund ihres geringeren physikalischen Sauerstoffeintrages gelegentlich eine schlechtere Einstufung erfahren.

Das Saprobienindex-Verfahren eignet sich nicht zur Beurteilung von stehenden Gewässern und Flußstauhaltungen.

Auch bei sehr speziellen Gewässerbeeinflussungen wie durch Toxizität, Versauerung, Versandung, harten Ausbau und intensive Gewässerunterhaltung kann das Saprobienindex-Verfahren zur Fehleinschätzung führen, eine Gewässergütebestimmung kann hier nur durch ergänzende spezielle Untersuchungen erfolgen.

### 3. Anwendungsbereich

Die Gewässergütebestimmung nach der vorliegenden Arbeitsanleitung ist für alle Fließgewässer Baden-Württembergs anwendbar, mit Ausnahme der schiffbaren Stromstrecken von Rhein und Neckar. In diesen Flußstrecken liegen große Flächen der von den Organismen besiedelten Substrate meist mehrere Meter unter Wasser. Ihre Untersuchung wird durch die LFU mit Hilfe des Laborschiffes MS Max Honsell durchgeführt, das über entsprechende Entnahmegerate verfügt.

Die Ergebnisse von Gewässergüteklassifizierungen dienen in der Regel der Erstellung von Gewässergütekarten, die durch ihre anschauliche Form ein breites Publikum ansprechen sollen

Für die Darstellung der Gewässergütekarten des Landes und der Bundesrepublik Deutschland wird das Landesmeßnetz verwandt, es ist die Basis für die überregionale landesweite und langjährig vergleichende Darstellung der Gewässergüte aller wasserwirtschaftlich bedeutenderen Bäche und Flüsse.

Das Regionalmeßnetz soll neben dem

Landesmeßnetz auch die weiteren bisher nicht aufgeführten Fließgewässer, meist kleinere Gewässer, mit berücksichtigen. Dieses Meßnetz dient unter Einschluß von entsprechenden Teilen des Landesmeßnetzes der Darstellung von Regionalgütekarten der Ämter und Regierungspräsidien.

Neben der klassischen Gewässergütekartierung eignet sich die Methode auch für die vielfältigen Kontrollaufgaben des wasserwirtschaftlichen Vollzuges.

Diese Anleitung gewährleistet die einheitliche und vergleichbare Einstufung in die LAWA-Gewässergüteklassen, unabhängig von der beauftragten Institution. Bei speziellen ökologischen Fragestellungen, Sanierungskonzepten, Umweltverträglichkeitsüberprüfungen und Beweissicherungsverfahren muß der Untersuchungsumfang über die Mindestanforderungen hinaus entsprechend dem Untersuchungsziel erweitert und intensiviert werden.

## 4. Durchführung der Untersuchung

### 4.1. Planung

An den rund 650 in der "Landesgütekarte Baden-Württemberg" genannten Flüssen und Bächen liegen ca. 1 300 kommunale und industrielle Abwassereinleitungen; dies macht ein dichtes Überwachungsnetz zur Verfolgung der Gewässergüteverhältnisse notwendig.

Zur Kontrolle der Fließgewässer des Landes besteht ein gestaffeltes, aufeinander abgestimmtes System von Meßnetzen:

- Gütemeßstationen  
ca. 60 ortsfeste Gütemeßstationen zur umfangreichen Kontrolle der chemisch/physikalischen Wasserbeschaffenheit
- Ambulante Gütemeßstellen  
ca. 100 Stellen für ambulante Probennahmestellen für eine regelmäßige stichprobenartige Erfassung von chemisch/physikalischen Güteparametern
- Biologisch-ökologische Untersuchungsstellen:
  1. Landesmeßnetz  
ca. 1.600 Untersuchungspunkte an den in der Landesgewässergütekarte Baden-Württemberg genannten Gewässern für die landesweite biologisch-ökologische Gewässergütekartierung
  2. Regionalmeßnetz  
Untersuchungspunkte an den nicht in der Landesgewässergütekarte genannten Kleingewässern, die von den Ämtern für die biologisch-ökologische Gütebestimmung nach regionalspezifischen Gesichtspunkten angelegt werden und das Landesmeßnetz kleinräumig ergänzen.

Die Meßergebnisse der LfU von den Gütemeßstationen, den ambulanten Gütemeßstellen und den biologisch-ökologischen Untersuchungsstellen des Landesmeßnetzes sowie die Überwachungsdaten der Regierungspräsidien und Ämter aus der betreffenden Region sind zweckmäßigerweise als Planungsgrundlage zu sichten und bei den Gewässeruntersuchungen zu berücksichtigen.

Mit den aufgeführten insgesamt über 2000 Untersuchungsstellen an den Fließgewässern in Baden-Württemberg ist die erforderliche Kontrollfunktion gewährleistet.

#### 4.1.1. Kartengrundlagen

Zur Dokumentation der Untersuchungspunkte und für die Vorbereitung von Untersuchungen werden Karten der betreffenden Region benötigt.

In der Regel genügen die topographischen Karten  $M = 1 : 50.000$  als Basis zur Information über das Gewässernetz; sie sind im Vergleich zu anderen Karten die mit den kürzesten Nachbesserungszeiten; Orte können mit einer Genauigkeit bis zu  $\pm 25$  m planimetriert werden. Für das Regionalmeßnetz können zusätzlich Karten größeren Maßstabs notwendig werden ( $1 : 25.000$ , eventuell bis  $1 : 5.000$ ), insbesondere für die Planung von Einzelkontrollen.

#### ■ UP-Dokumentationskarten (1 : 50.000)

Die Mindestanforderung ist die Dokumentation der Untersuchungspunkte in ihrer genauen Lage am Gewässer auf einer topographischen Karte,  $M = 1 : 50.000$ .

Es empfiehlt sich, diese Karten mit einer beschriftbaren durchsichtigen Folie (z.B. Transparentpapier) für alle Eintragungen abzudecken (abnehmbar).

Die tatsächlichen Zusammenhänge des Gewässernetzes (über den jeweiligen Kartenrand hinaus) und die Fließrichtung müssen eindeutig erkennbar sein und im Zweifelsfalle auf der Folie mit entsprechenden Symbolen verdeutlicht werden (Symbole für: Düker, feste und veränderliche Wehre, Staus, Fließrichtung, periodische Gewässer, Schließen, Hoch- und Tiefsysteme, Mühl- und Gewerbekanäle, Verrohrung, Pumpwerke etc.); dies gilt insbesondere für die Gewässer der Ebene. Von den Einleitungsstellen sind wenigstens die der kommunalen und industriellen Kläranlagen auf der Folie am entsprechenden Gewässer zu markieren. Die Informationsgrundlage für die Lage der Kläranlagen ist der Atlas: "Wasser- und Abfallwirtschaft in Baden-Württemberg", M = 1 : 50.000.

Die bestehenden Gütemeßstationen, ambulanten Gütemeßstellen und die biologisch-ökologischen Untersuchungsstellen sind mit ihrer genauen Lage am Gewässer und der dazugehörigen Code-Nr. auf der Deckfolie einzutragen. Informationsgrundlage hierfür ist die Stammdatei (siehe 4.1.5.), der UP-Dokumentationsatlas M = 1 : 50.000 der LfU, 41 sowie als Übersicht: Gewässergütekarte B-W, 1985; M = 1 : 250.000.

#### ■ UP-Freilandkarten

Die topographischen Karten (1:50.000, eventuell 1:25.000) mit der Eintragung der Untersuchungsstellen werden im Außendienst rasch verschlissen; es empfiehlt sich daher, die Karten mit einer transparenten wasserfesten Kunststoffolie zu überdecken, so daß die Eintragungen auf der Folie die Karteninformation nicht behindern. Die Lage der UP's wird dauerhaft mit Tusche in die Folie eingesetzt, weitere Eintragungen sind leicht mit Bleistift einzufügen und auch wieder abradierbar. Die Dokumentationskarten werden nicht ins Gelände mitgenommen.

#### 4.1.2. Kriterien zur Auswahl der Gewässer und Gewässerabschnitte

Für die eventuelle Verlegung bestehender sowie die Planung und Auswahl weiterer neuer Untersuchungspunkte (UP) werden verbindliche Kriterien festgelegt.

Ziel der Vorauswahl von Untersuchungsstellen auf der Karte ist es, alle noch nicht erfaßten Gewässer und Gewässerstrecken, die regelmäßig beobachtet werden sollen, anhand der Dokumentationskarten auszusuchen. Dabei geht es um die Verdichtung der Untersuchungspunkte an den Gewässern des Landesmeßnetzes und um die Einbeziehung neuer Gewässer ins Regionalmeßnetz wie z.B. fließbegleitende Auegewässer, Altarme, Gewerbekanäle, Kleingewässer und Rinnsale, die aus ökonomischen Gründen bis jetzt noch nicht berücksichtigt werden konnten.

Die Verdichtung des Meßnetzes erleichtert darüber hinaus die Erstellung eines durchgehenden Farbbandes auf der Gewässergütekarte (siehe Kapitel 7.).

#### ■ Kriterien zur Vorauswahl:

- In der Regel sollten alle auf irgendeine Weise wasserwirtschaftlich genutzten Fließgewässer sowie auch solche in Belastungsräumen und Schutzzonen berücksichtigt werden.
- Der Abstand zwischen den Untersuchungspunkten sollte der Gewässergröße sinnvoll angepaßt werden (ca. 5 - 10 km Fließstrecke).
- Die Ergebnisse der Untersuchungspunkte sollten repräsentativ für eine möglichst lange Fließstrecke sein, da in der Regel die Güteinstufung in Fließrichtung zum nächsten UP bzw. zur Mündung extrapoliert wird.

- Erfasst werden müssen die großräumigen Auswirkungen von punktuellen Dauereinleitungen (Kommunale- und Industrie-Kläranlagen).

Die zu untersuchenden Gewässerabschnitte sollten im ersten Drittel einer Selbstreinigungsstrecke (abhängig von der Gewässergröße etwa 1 bis 3 km unterhalb der Einleitung) und eventuell zusätzlich noch an deren Ende liegen, aber niemals nur am Ende. Der Gütezustand eines Gewässers wird verfälscht wiedergegeben, wenn die Untersuchungspunkte ausschließlich nur kurz oberhalb der nächstfolgenden Kläranlage liegen.

■ Bei der Vorauswahl ist zu achten auf:

- Potentielle Stoffeinträge und sporadische Punkteinleiter (z.B. aus Regenüberläufen, Oberflächenabschwemmungen aus landwirtschaftlichem Intensivanbau),
- Nebengewässer, die von ihrer Abflußmenge und/oder einer anderen Einstufung her das Hauptgewässer verändern können,
- Regulierungsbauwerke (z.B. Wasserabschläge für Gewerbe- und Hochwasserkanäle, veränderliche Wasserzuschläge, Hoch- und Tiefsysteme u.ä.),
- Gravierende flußbauliche Veränderungen auf längeren Fließstrecken (mehrere km),
- Wesentliche Veränderungen im unmittelbaren Einzugsbereich des Gewässers (Wald, Wiese, Intensiv-Landwirtschaft, Siedlungen),
- Geohydrologische Besonderheiten (Versickerungen, Grundwasserzutritt, wesentliche Wechsel in der geologischen Formation),
- Flußstrecken mit Fähenbildung durch Nebengewässer (vermeiden),

- Stauhaltungen und lenitische Teilstrecken (vermeiden).

Das Regionalmeßnetz der Ämter kann weitere regionalspezifische Zielsetzungen der Gewässergüteuntersuchung verfolgen, wie zum Beispiel:

- kleinräumig-verdichtete Gewässerüberwachung,
- Kontrolle der Auswirkung von Kläranlagen, Regenüberläufen, Fischteichen etc.,
- Erfolgskontrollen von Sanierungsmaßnahmen bei Kläranlagenerweiterung, Regenwasserbehandlung und Flußbau,
- Auswirkung diffuser Belastungsquellen z.B. im ländlichen Raum,
- Überwachung schutzwürdiger Gewässer.

#### 4.1.3. Kriterien zur Ortsauswahl eines Untersuchungspunktes im Freiland

Die genaue Lage eines neuen Untersuchungspunktes (oder Korrektur eines alten) wird nach der Vorauswahl auf der Karte erst im Freiland festgelegt unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Die Untersuchungspunkte müssen aus ökonomischen Gründen bis auf wenige unabdingbare Ausnahmen anfahrbar sein.
- Am Fließgewässer muß für den Untersuchungspunkt eine repräsentative Strecke ausgesucht werden, die in ihrer Gestalt und Struktur typisch für einen längeren Abschnitt ist (vergleichbar etwa 1 km oberhalb und unterhalb).

- Es muß eine noch mit Hüftstiefeln (bis max. 0,7 m Wassertiefe) begehbare Gewässerstrecke (ca. 30 m Länge) ausgewählt werden, damit
    1. die Physiographie hinreichend gut zu erkennen ist und
    2. bei der biologischen Probenentnahme alle wesentlichen Teile des Gewässers erreicht werden können.
  - Sind tiefere Gewässer unvermeidlich, sollte am Untersuchungsort eine ausreichend begehbare Uferzone vorhanden sein (ca. 30 m Länge und 2 m Breite); herrscht hier Hartverbau vor, müssen Lücken, Brüche, Blocksteinwurf oder Buhnen aufgesucht werden.
- Sind die typischen Substratstrukturen der zu untersuchenden Gewässerstrecke durchgehend besiedlungsfeindlich (Geschiebe, Treibsand, Schlamm, Lehm/Erde, Betonbau) und die Lage des Untersuchungspunktes aber unabdingbar (Kriterien: 4.1.2), so sind zusätzlich noch besiedelbare Kleinsthabitate im Wasser (Äste, Bauschutt, Steinwurf unter Brücken u.ä.) auf Benthon abzusuchen und diese Besonderheit im Protokoll zu vermerken. Diese Art des Vorgehens soll jedoch die große Ausnahme darstellen.

#### 4.1.4. Sicherheitskriterien vor Ort

Neben den fachlichen Kriterien sind bei der Wahl der Untersuchungsstellen unbedingt auch Sicherheitsaspekte zu beachten.

Die potentiellen Gefahren auch an einem flachen Fließgewässer dürfen nicht unterschätzt werden. Unfälle an abbrechenden Ufern, auf durch Bewuchs oder Eisbildung glatten Steinen sowie in Felslöchern und auf Treibsand und Schlammhängen sind stets möglich. Folgende Kriterien sind zu beachten:

#### 4.1.5. Dokumentation und Codierung der neuen Untersuchungspunkte

Die Lage und der Code eines neuen Untersuchungspunktes ist nach der Ortsüberprüfung im Freiland stets auf einer Karte M = 1 : 50.000 zu dokumentieren (siehe Punkt 4.1.1).

#### ■ Landesmeßnetz

Das Landesmeßnetz dient seit 1968 der langfristigen vergleichenden Kontrolle des Gewässergütezustandes in Baden-Württemberg. Diese Dauer-Untersuchungspunkte können nur in begründeten Ausnahmefällen verlegt oder aufgegeben werden. Informationsgrundlage für die Bezeichnung der Untersuchungspunkte ist der Atlas: "Gewässerkundliches Flächenverzeichnis des Landes Baden-Württemberg", M = 1 : 50.000.

Die Codierung mit der Seriennummer für das Landesmeßnetz wird, um Doppel-nennungen zu vermeiden, nur durch die LfU, Ref. 41 erteilt. Dieser alphanumerische Code (siehe: Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg, 1991; Heft 27) enthält zwei Buchstaben für jedes Flußgebiet identisch mit dem des gewässerkundlichen Flächenverzeichnisses und drei Ziffern für die fortlaufenden Untersuchungspunkte in dieser Fläche.

#### ■ Regionalmeßnetz:

Für die Codierung der neuen Untersuchungspunkte des Regionalmeßnetzes durch die WBÄ wird der im selben Flußsystem nächstgelegene Landes-UP herangezogen (keine Codierung eines Landes-UP's aus dem Nachbarbezirk verwenden, in Ausnahmefällen vorher absprechen). Die in diesem Bereich ausgewählten Regional-Untersuchungspunkte werden in Fließrichtung fortlaufend durchnumeriert (von 01 bis 99) und diese Zahl an die Codierung des Landes-UP, getrennt durch einen Punkt, angehängt. Zum Beispiel die im Einzugsbereich des Landes-Untersuchungspunktes: MU 013 liegenden Regional-Untersuchungspunkte erhalten die Codierung: MU 013.01, MU 013.02, MU 013.03 usw.:

#### ■ Stammdatei

Für jeden Untersuchungspunkt ist eine Stammdatei anzulegen. Die Daten der bereits bestehenden Landes-Untersuchungspunkte sind bei der LfU, Ref. 41 erhältlich (DV-Zentraldatei).

Diese Stammdatei muß für jeden Untersuchungspunkt folgendes enthalten (so weit die Daten erhoben werden können):

1. UP- Code
  - Einrichtungsdatum
  - Auflösdatum

- Meßstellenart
  2. Bezeichnung: Fluß und Ort,
    - Flußkilometer, Lage, Stau, Vorfluter
  3. Flußgebietskennziffer
  4. Top.- Karten.-Nr.
    - Hoch- und Rechtswert (6-stellig)
    - Höhe über NN
    - Gefälle
  5. Geologische Formation
  6. Bezugspegel-Nr.
    - Pegeleinzugsfläche (km<sup>2</sup>)
    - Pegel: MQ, MHQ, MNQ (m<sup>3</sup>/s)
  7. UP-Einzugsfläche (km<sup>2</sup>)
  8. UP-abgeleitet MQ (m<sup>3</sup>/s)

Ein Foto der untersuchten Bachstrecke ist, wenn möglich, beizufügen. Alle neuen Untersuchungspunkte des Regionalmeßnetzes oder Änderungen im Landesmeßnetz sind nach Absprache mit den dazugehörigen Stammdaten der LfU zu übermitteln.

#### 4.1.6. Planung und Kriterien der Untersuchungszeiten

Der günstigste Zeitraum liegt in der wärmeren und regenamen Jahreszeit bei Niedrigwasser, auch deshalb, weil zu dieser Zeit die eher pessimalen Zustände vorherrschen, die ja in der Gütekartierung zum Ausdruck gebracht werden sollen.

Frost und kalte Jahreszeiten sind aus Sicherheits- und Gesundheitsgründen für die Durchführung von biologischen Gewässeruntersuchungen in der Regel nicht geeignet; für die Untersuchungen sind die

Monate Mai bis Oktober einzuplanen. Im Zeitraum August und September muß bei den Erhebungen damit gerechnet werden, daß mehr Insekten als zu anderen Zeiten das Gewässer bereits als Fluginsekten verlassen haben und eventuell nur die ersten Larvenstadien angetroffen werden.

Da in durch Regenabschwemmungen getrübten Bächen die Struktur und Besiedlung nur mangelhaft zu erkennen ist, sollten die Niederschläge vor dem Untersuchungstermin beachtet werden; gegebenenfalls ist der Wasserstand über einen Abtiefungspegel im Einzugsgebiet kurzfristig einzuholen (siehe Anhang). Informationsgrundlage hierfür ist: "Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, LFU" (jeweils jüngste Ausgabe) und die Pegelkarte.

Auch der grobe Verlauf der Wasserführung vor dem Untersuchungstermin sollte bekannt sein. Bei nicht begeharen Großgewässern ist ein länger anhaltender (ca. 4 Wochen) relativ konstanter oder fallender Pegelstand die Voraussetzung für die biologische Probenentnahme.

Pro Tag können durchschnittlich bis zu 5 Untersuchungen eingeplant werden.

Alle Freiland- und Laborarbeiten sind so zu terminieren, daß die Ergebnisse der mit der LFU abesprochenen Arbeitsprogramme rechtzeitig übermittelt werden können.

## 4.2. Freilandarbeit

Das Ergebnis der Gewässeruntersuchung kann zu einem erheblichen Teil von den im Freiland angewandten Aufnahmemethoden abhängen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden die anzuwendenden Methoden deshalb verbindlich festgelegt. Sie entsprechen den in der DIN 38 410 Teil 1 angegebenen Verfahren und wurden durch einige an den Landesgewässern gesammelte Erfahrungen ergänzt. Arbeitsaufwand und Informationsgewinn müssen in der angewandten Limnologie in einem ökonomischen Verhältnis stehen; der Zweck, eine plausible Einstufung des Untersuchungspunktes in eine der sieben Güteklassen zu treffen, darf dabei nicht aus dem Auge verloren werden.

Die Untersuchungsdurchführung ist dem jeweiligen Gewässertyp entsprechend sinnvoll anzupassen; Abweichungen von den vorgegebenen Untersuchungsmethoden müssen Ausnahmefälle sein und als solche begründet werden.

Untersuchungen in Naturschutz- und Biotopschutzgebieten sind mit der gebotenen Schonung und Rücksichtnahme durchzuführen.

### 4.2.1. Vorbereitung, Checkliste

An einem Tag können etwa 5 Untersuchungspunkte bearbeitet werden. In der Regel sollte flußgebietsweise (nach direkt verbundenen Untersuchungspunkten) vorgegangen werden, damit sich die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Messungen besser untereinander vergleichen lassen. Die Fahrtroute ist unter logistischen Gesichtspunkten vorzuplanen. Der erste und der letzte Untersuchungspunkt soll zeitlich so eingeplant sein, daß gute Tageslichtverhältnisse vorherrschen.

Bei Untersuchungen von erkennbaren "Privat"-Gewässern oder in durch Schranken abgeschlossenen Forstgebieten muß das Einverständnis der Besitzer vorher eingeholt werden.

### ■ Ausrüstung

Die für die Untersuchungen und Messungen benötigten Geräte und Ausrüstungsgegenstände werden wie folgt beschrieben (siehe dazu auch die Empfehlungen im Anhang):

- **Feldmeßgeräte:** Zur Messung von Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert. Die Geräte sollten akkubetrieben und wasserfest sein sowie eine lange Standzeit aufweisen. Zweckmäßigerweise bringt man alle Geräte zum Schutz in einem Transportkoffer unter (z.B. Alu-Fotokoffer). Es hat sich auch bewährt, alle Elektroden in einem Schutz-Siebkorb unterzubringen, den man schnell in das Probenwasser eintauchen kann und der während des Transports in einem Feuchtbehälter steht.
- **Sammelnetze:** Zur Aufsammlung des Benthon benötigt man Netze (Öffnung: mindestens 30 x 30 cm, Länge: ca. 40 cm) an einem durch Stock verlängerbaren Handgriff. Die Ränder der Netzaufhängung müssen besonders gegen Verschleiß geschützt sein (z.B. mit starkem Nylongewebe). Für die jungen Larvenstadien ist ein Feinnetz mit 0,5 mm Maschenweite und ein weiteres Grobnetz mit ca. 1,5 mm Maschenweite (z.B. bei hohem Detritusanteil) notwendig. Das Netzmaterial sollte aus nicht verrottbarem Kunststoffgewebe bestehen. Es ist auch möglich, ein herausnehmbares Grobnetz als verkürzten Innenbeutel in ein Feinnetz einzusetzen. Wegen des Verschleißes sind Ersatznetzbeutel vorzuhalten.

- Hüftstiefel: Sollten ab dem Knie aus weichem Material sein (z.B. gummiertes Nylongewebe), damit man sie (in Pausen zum Lüften) leicht herunterklappen kann; 10 cm-Markierungen am Stiefel erlauben eine schnelle Wassertiefenmessung. Einlegesocken sind sehr empfehlenswert.
- Gummihandschuhe: Sind bei Kälte und in verschmutzten Gewässern gegen Verletzung sehr wichtig; sie sollten bis zum Oberarm reichen und mit einem Innengewebe versehen sein.
- Sicherheitsleine: Eine etwa 20 m lange Leine mit Karabinerhaken und Schwimmkörper dient als Allzweckutensil. Es kann im Notfall einem Gefährdeten wie ein Lasso zugeworfen oder bei Bedarf bereits im voraus am Körper befestigt werden.
- Fotoschalen oder flache Wannen in weißer Farbe (Mindestgröße: 40 x 50 cm) werden zum Sichten der Netzfänge benötigt.
- Rollrandgläser unterschiedlicher Größe (10, 20, 50 ml) mit Einlegeetiketten (Pergament; bleistiftbeschriftet) werden für die Belegsammlung benötigt; als Fixiermittel dient meist 70 %iger vergällter Alkohol.
- Probenflaschen aus Polyethylen: pro UP je 1 l für Gefrierkonservierung und 0,5 l für Frischproben werden in einer Campingkühlbox (ca. 15 l) transportiert; Kühlakkus sind meist nur bei höheren Außentemperaturen notwendig.
- Pinzetten spitz und breit aus Flachstahl (Uhrmacherpinzetten) dienen dem zerstörungsfreien Aufnehmen

von Insekten etc. Pipetten (Öffnung ca. 0,5 cm) werden zum Aufsaugen kleiner Objekte eingesetzt. Auch mit einem kleinen Teesieb können Tiere leicht aus der Schale herausgefangen werden.

- Lupe: Für die Feldbestimmung z.B. von Planarien sollte sie eine 10- bis 20fache Vergrößerung haben (Großfeldlupen).

Die Feldgerätschaften sind praktischerweise am Abend vorher bereitzustellen, insbesondere ist auf den guten Ladezustand und die Eichung der Feldmeßgeräte zu achten (siehe Anweisung des betreffenden Herstellers). Zweckmäßigerweise bringt man die Geräte und Utensilien in Aluminium- oder Kunststoffboxen unter, dies erleichtert den Transport zu Fuß zum Fahrzeug bzw. zum Gewässerufer. Zur schnelleren und verlässlicheren Vorbereitung empfiehlt sich die Verwendung einer Liste zum Abhaken.

#### ■ Checkliste:

- Dienstausweis
- Straßenkarte
- UP-Freilandkarten
- Feldmeßgeräte: O<sub>2</sub>, Tw, Lf, pH
- Hüftstiefel, Gummihandschuhe; evtl. Regenbekleidung
- 1l und 0,5 l Probenflaschen plus Deckel (pro UP)
- Permanentfilzstifte, Bleistifte
- Feldprotokolle 1 und 2, Schreibunterlage
- 2 Sammelnetze (Fein/Grob/Ersatzbeutel)
- Sicherungsleine
- Fotoschalen (weiß) 2 x
- Lupe

- Pinzetten (Flachstahl), Pipetten
- Messer, Handbürste
- Edeldstahleimer 5 l, Trichter
- Textilklebeband breit (für Reparaturen)
- Rollrandgläser (ca. 30 Stck.) mit Deckel
- 70 %iger Alkohol (ca. 1 l), Eisessig
- Fotoapparat (evtl. Makroobjektiv)
- Händedesinfektionsmittel, Papierhandtücher
- Campingkühlbox (evtl. Kühlakkus)

#### 4.2.2. Aufnahme abiotischer Faktoren, Feldprotokoll 1

Nach den Angaben in der UP-Freilandkarte ist der Untersuchungspunkt am Gewässer im Gelände gut auffindbar. Es ist zunächst zu prüfen, ob die Auswahlkriterien für eine Gewässeruntersuchung noch zutreffend sind.

Die physiographischen Faktoren des Untersuchungspunktes werden im Feldprotokoll 1 festgehalten.

Der Kopf des Feldprotokolls 1 (siehe folgende Seite und Anhang) ist im Freiland wenigstens mit folgenden Angaben auszufüllen:

- Gewässername, eventuell mit dem dazugehörigen Vorfluter
- Lage, Ortsbeschreibung
- Code des Untersuchungspunktes (UP-Code)
- Datum und Uhrzeit

Die Ergebnisse der Erhebungen der einzelnen Faktoren sind im Protokoll durch Ankreuzen zu markieren; der eingedruckte Zahlenschlüssel ist für die spätere EDV-Eingabe vorgesehen.

Bereits nach einem Durchgang durch die Gewässerstrecke lassen sich die physiographischen Angaben entsprechend den Klassifizierungen im Feldprotokoll 1 ankreuzen, sofern das Wasser genügend Durchsicht auf die Bachsohle erlaubt. Eventuelle Korrekturen sind auch nach Ende der biologischen Aufnahme noch gut anzubringen.

In aller Regel reichen zur Gütekartierung grobe Klassifizierungen von Meterangaben, Flächenprozenten etc. für eine aussagefähige Beschreibung des Gewässers aus, weitere Angaben sind unter "Bemerkung" anzubringen.

Ein Teil der im Protokoll erhobenen Angaben geht auch in die Stammdatei ein bzw. werden von dieser ergänzt (siehe: 4.1.6 Dokumentation der Untersuchungspunkte). Von dem Untersuchungspunkt des Gewässers ist einmal ein dokumentarisches Foto anzufertigen.

### FELDPROTOKOLL 1

Gewässer/Vorfluter:	UP-Code:
Lage/ Ort:	

Flußgebietskennziffer/Nr.:	Datum	Uhrzeit																		
	Jahr    Monat    Tag	Stunde    Min.																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> </table>	10	11	12	13	14	15	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>16</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table>	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9												
10	11	12	13	14	15															
16	17	18																		
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>19</td><td>20</td></tr> </table>	19	20																	
19	20																			

Br.Code:

**Meteorologische Daten**

Regenfälle (Untersuchungstag) 

21 keine <sup>0</sup>	vor <sup>1</sup>	während <sup>2</sup>
-----------------------	------------------	----------------------

Bewölkung (in %) 

22 0-25 <sup>0</sup>	25-50 <sup>1</sup>	50-75 <sup>2</sup>	75-100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>
----------------------	--------------------	--------------------	---------------------	------------------

**Hydrologische Daten**

Breite in Meter (m) 

23 < 1 <sup>1</sup>	1-2 <sup>2</sup>	2-5 <sup>3</sup>	5-10 <sup>4</sup>	10-25 <sup>5</sup>	25-50 <sup>6</sup>	50-125 <sup>7</sup>	> 125 <sup>8</sup>
---------------------	------------------	------------------	-------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------

Tiefe (rep+mittel) in Meter (m) 

24 < 0,1 <sup>1</sup>	0,1-0,3 <sup>2</sup>	0,3-0,5 <sup>3</sup>	0,5-1,0 <sup>4</sup>	1,0-2 <sup>5</sup>	2-4 <sup>6</sup>	> 4 <sup>7</sup>
-----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	--------------------	------------------	------------------

V (rep) in Meter/Sekunde (m/s) 

25 < 0,2 <sup>1</sup>	0,2-0,4 <sup>2</sup>	0,4-0,8 <sup>3</sup>	> 0,8 <sup>4</sup>
-----------------------	----------------------	----------------------	--------------------

Strömung 

26 ruhig fließend <sup>1</sup>	fließend m. vereinz. Turb. <sup>2</sup>	turbulent <sup>3</sup>	sehr turbulent <sup>4</sup>
--------------------------------	---	------------------------	-----------------------------

Wasserführung 

27 keine <sup>1</sup>	sehr gering <sup>2</sup>	gering <sup>3</sup>	normal <sup>4</sup>	stark <sup>5</sup>	sehr stark <sup>6</sup>
-----------------------	--------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-------------------------

lenitische Bezirke (in % Fläche) 

28 < 10 <sup>1</sup>	10-25 <sup>2</sup>	25-50 <sup>3</sup>	50-75 <sup>4</sup>	> 75 <sup>5</sup>
----------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------

**Verbauung (außerhalb Brückenbereich)**

des Gewässerufers 

29 Mauern <sup>1</sup>	Faschinen <sup>3</sup>	Steinwurf <sup>5</sup>	Drahtnetz <sup>7</sup>	überwachsen <sup>+1</sup>
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	---------------------------

der Gewässersohle 

30 Pflaster <sup>1</sup>	Rasenstein <sup>2</sup>	Betonschale <sup>3</sup>	Drahtnetz <sup>4</sup>	
--------------------------	-------------------------	--------------------------	------------------------	--

Beschattung (in % im Tagesgang) 

31 < 25 <sup>0</sup>	25-50 <sup>1</sup>	50-75 <sup>2</sup>	> 75 <sup>3</sup>	vorh.: <table border="1" style="display:inline-table; width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%;">32 Nadelwald<sup>1</sup></td> <td style="width:33%;">Laubwald<sup>2</sup></td> <td style="width:33%;">Ufergehölz<sup>3</sup></td> </tr> </table>	32 Nadelwald <sup>1</sup>	Laubwald <sup>2</sup>	Ufergehölz <sup>3</sup>
32 Nadelwald <sup>1</sup>	Laubwald <sup>2</sup>	Ufergehölz <sup>3</sup>					

Substrate : D = dominant ; S = subdominant ; X = vorhanden

Phytal (in % Fläche) 

33 < 6 <sup>0</sup>	6-12 <sup>1</sup>	12-25 <sup>2</sup>	25-50 <sup>3</sup>	> 50 <sup>4</sup>
submers 34	D <sup>5</sup>	S <sup>3</sup>	X <sup>1</sup>	emers 35
marginal 36	D <sup>5</sup>	S <sup>3</sup>	X <sup>1</sup>	Fadenalgen 37
				D <sup>5</sup>
				S <sup>3</sup>
				X <sup>1</sup>

Pelal (in % Fläche) 

38 < 6 <sup>0</sup>	6-12 <sup>1</sup>	12-25 <sup>2</sup>	25-50 <sup>3</sup>	> 50 <sup>4</sup>
39 kein Faulschlamm <sup>0</sup>	Faulschlamm mit Oxidationshaut <sup>1</sup>	Faulschlamm <sup>2</sup>		

Psammal (in % Fläche) 

40 < 6 <sup>0</sup>	6-12 <sup>1</sup>	12-25 <sup>2</sup>	25-50 <sup>3</sup>	> 50 <sup>4</sup>
---------------------	-------------------	--------------------	--------------------	-------------------

Lithal (in % Fläche) 

41 < 6 <sup>0</sup>	6-12 <sup>1</sup>	12-25 <sup>2</sup>	25-50 <sup>3</sup>	> 50 <sup>4</sup>
---------------------	-------------------	--------------------	--------------------	-------------------

Steine (Größe in cm) 

42 < 10	10-30	> 30
---------	-------	------

Steine (Unterseite) 

43 nicht <sup>0</sup>	teilweise <sup>1</sup>	überall <sup>2</sup>	teilweise <sup>3</sup>	überall <sup>4</sup>
	schwarzfleckig		schwarz	

Petrographie: 

55 1 Kalk	56 1 Gneis,Granit	57 1 Sandstein	58 1 Lehm	59 1 Erdreich
-----------	-------------------	----------------	-----------	---------------

Makrooptische Verunreinigungen 

des Ufers :	Hausmüll	landw. Abfälle	Industriemüll	
der Sohle :	Bauschutt	Schwemmholz	Müll	Bakterienaufwuchs

treibend: Rohabwasser 

60	Schaum:	kein <sup>0</sup>	schwach <sup>1</sup>	stark <sup>2</sup>	Bakterien:	kein <sup>0</sup>	schwach <sup>1</sup>	stark <sup>2</sup>
----	---------	-------------------	----------------------	--------------------	------------	-------------------	----------------------	--------------------

Sichttiefe (in m) 

63 < 0,1 <sup>1</sup>	0,1-0,3 <sup>3</sup>	0,3-0,5 <sup>5</sup>	> 0,5 <sup>7</sup>	< Wassertiefe <sup>-1</sup>
-----------------------	----------------------	----------------------	--------------------	-----------------------------

Trübung: 

64 keine <sup>0</sup>	schwach <sup>1</sup>	deutlich <sup>2</sup>	Wasserfärbung:	65-66
-----------------------	----------------------	-----------------------	----------------	-------

**Siedlungsfeindliche Faktoren:**

**Bemerkungen:**

Wassertemperatur	67-68					°C	Stichprobe Wasserchemie:
O <sub>2</sub> -Gehalt (elektrisch)	69-71					mg/l	Stichprobe Mikrobiologie:
Leitfähigkeit	72-75					µS	Dienststelle:
pH-Wert	76-78						Bearbeiter:

## ■ Erläuterungen zum Feldprotokoll 1

### Hydrologische Daten

- Tiefe<sub>rep+mittel</sub>  
Es ist die für den ökologischen Befund maßgebende repräsentative Tiefe anzugeben.
- V<sub>rep</sub>  
Hier ist nicht die maximale, sondern die überwiegende Strömungsgeschwindigkeit anzugeben.
- Wasserführung  
Die "normale" mittlere Wasserführung reicht in der Regel bis zur Bewuchsgrenze. Ist ein Pegel vorhanden, so wird dessen Stand notiert.
- Lenitische Bezirke  
Stillwasserzonen.

### Verbauung

- des Ufers  
Der Terminus "überwachsen" darf nur in Verbindung mit der Verbauungsart angekreuzt werden.
- der Sohle  
Ist die Verbauungsart nach dem Augenschein als siedlungsfeindlich anzusehen, so ist ein Vermerk unter "Siedlungsfeindliche Faktoren" unbedingt erforderlich.

### Substrate

Hier werden die besiedelten Substrate der Untersuchungsstelle im Gewässer angegeben. Die Klassifizierungen sind als Flächenprozent der zu untersuchenden Bachfläche in der Draufsicht zu verstehen.

- Phytal  
Hier ist der pflanzliche Lebensraum anzugeben. Unter "submers" sollen alle untergetauchten Blütenpflanzen und Moose vermerkt werden, unter "emers" alle in der Gewässersohle

wurzelnden, sich über den Spiegel erhebenden krautigen Gewächse. Unter "marginal" sollen die randständigen Pflanzen aufgeführt werden, die mit Teilen ins Wasser ragen (z.B. auch Faserwurzeln der Ufergehölze).

- Pelal  
Hier sind alle sedimentierten Siedlungssubstrate zu berücksichtigen, deren Korngröße unter der des Feinsandes liegt (Schluff), also kein anstehender Lehm, Ton oder Mutterboden. Bei überwiegender Flächenausdehnung ist dies auch unter "Siedlungsfeindliche Faktoren" anzugeben.
- Psammal  
Hier sind alle feinsandigen bis feinkie-sigen (Korngröße bis 1 cm) Substrate zu berücksichtigen.
- Lithal  
Hier ist der steinige Lebensraum zu beschreiben. Ist das Lithal sehr feinkörnig (Kies) und/oder wenig entwickelt (6 %), so ist dies unbedingt unter "Siedlungsfeindliche Faktoren" zu vermerken.  
Bei der Korngrößenverteilung (Zeile 42 und 53) ist der dominante = D und der subdominante = S Teil anzugeben.
- Petrographie  
Die entsprechenden Felder sind nur anzukreuzen. Ist der Untergrund stark lehmig und nach dem Augenschein als siedlungsfeindlich anzusehen, so ist ein entsprechender Vermerk unter "Siedlungsfeindliche Faktoren" unbedingt erforderlich.

## ■ Messungen

Die Parameter Temperatur, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit werden am Gewässer in situ bestimmt. Sind die Meßgeräte nur schwierig am Gewässerrand abzustellen, so kann man auch die Messung in einem größeren Gefäß (5 l Eimer) vornehmen, das man mit dem Bachwasser frisch gefüllt hat (Elektroden bewegen!). Es empfiehlt sich, bei der Messung im Gewässer selbst, die Meßelektroden an einer gut durchströmten Stelle einzutauchen, da hier die Temperaturangleichung am schnellsten vonstatten geht. Bei zu ruhigem Wasser muß auf die Mindestanströmungsgeschwindigkeit für die Sauerstoffelektrode geachtet werden. Die Endwerte werden nach ca. 1 Minute angezeigt und ins Feldprotokoll 1 eingetragen.

Anzeigeschwankungen rühren bei der direkten Messung in der Regel vom Gewässer selbst her, z.B. in der Vermischungszone einer Einleitung oder eines Grundwasserzutritts. Die Quellen dieser Auswirkung lassen sich dann mit den Meßgeräten im Gewässer aufsuchen.

Bei unklaren Einmischungsverhältnissen, z.B. unterhalb von Mündungen, sollte man das gesamte Querprofil des Gewässers messen und die Probennahmestelle gegebenenfalls aus einer solchen nicht voll vermischten Gewässerstrecke verlegen (Ausnahme: Einleiterkontrolle).

## ■ Wasser Stichprobennahmen

Zur Erhebung der chemischen Parameter wird eine Wasserprobe für die spätere Analyse im Labor gezogen. Die 1 l und 0,5 l Polyethylenflaschen werden zuerst mit wasserfestem schwarzem Filzstift be-

schriftet (Mindestangabe: Datum, UP-Code und Labor-Nr. soweit abgesprochen).

Über eine eventuelle Labonummerierung muß vorher mit dem bearbeitenden Labor gesprochen werden, ebenso, wenn zusätzliche Parameter gewünscht werden (siehe 4.3.1).

Die Probenflaschen sind zweimal mit dem betreffenden Bachwasser auszuspülen und dann gegen die Strömung so zu füllen, daß keine aufgewirbelten Sedimente oder Oberflächendrift in die Flaschen gelangen; die Flaschen können auch mit dem Wasser aus einem entsprechend frisch gefüllten Eimer vorgespült und abgefüllt werden.

Bei unklaren Einmischungsverhältnissen füllt man die Flaschen etwa anteilig (links, Mitte, rechts) über das Querprofil ab. Die 1-Liter-Flasche wird in der Regel bis zur Laboranalyse gefrierkonserviert. Sie darf nicht vollständig gefüllt werden (ca. 50 ml weniger), da die Flasche beim Einfrieren sonst platzen kann. Die gefüllten Flaschen werden in der Campingkühlbox transportiert. Bei Wassertemperaturen ab ca. 20° C sollten Kühlakkus aufgelegt werden; die bakteriellen Umsätze sind während der kurzen Transportzeit einer Tagesexkursion relativ gering (Ausnahme:  $\text{NH}_4$  in hohen Konzentrationen).

Von Schnellanalysen aus Koffer-Sets wird wegen zu großer Ungenauigkeit und zu hohen Bestimmungsgrenzen für Fließgewässer abgeraten; sie entsprechen nicht den Deutschen Einheitsverfahren und sind deshalb nicht gerichtsverwertbar.

#### 4.2.3. Biologische Erhebung, Feldprotokoll 2

Der Kopf des Feldprotokolls 2 (siehe folgende Seiten und Anhang) muß mit folgenden Angaben versehen werden:

- Gewässername, eventuell mit dem dazugehörigen Vorfluter
- Lage, Ortsbeschreibung
- Code des Untersuchungspunktes (UP-Code)
- bei mehrfacher Probenentnahme mit einer lfd. Nummer
- Datum, eventuell mit Uhrzeit

Weitere Angaben sind nach eigenem Ermessen möglich.

Bereits bei der Aufnahme der Physiographie der zu untersuchenden Gewässerstrecke (Feldprotokoll 1) erhält man einen Überblick über die Strukturvielfalt des Gewässerbettes. Bei der biologischen Probenentnahme müssen alle erkennbar vorhandenen Substrate repräsentativ berücksichtigt werden. Steinige Substrate und lotische Bezirke sind, auch wenn nur spärlich vorhanden, in jedem Falle aufzusuchen, da diese zu den ergiebigsten benthonbesiedelten Lebensräumen gehören und der überwiegende Teil der Indikatororganismen Lithonbewohner sind. Darüber hinaus wird die Vergleichbarkeit der Untersuchungspunkte untereinander bei der durchgehenden Berücksichtigung des Lithons verbessert.

Abhängig von der Gewässerbite und der Strukturvielfalt wird nun eine 10 bis 30 m lange Gewässerstrecke abgesammelt. Die Aufsammelzeit beträgt mindestens 15 Minuten, sie kann beliebig unterbrochen werden. Diese 15 Minuten betreffen die reine Aufsammelzeit für Makrobenthon im Gewässer ohne die aufgewandte Zeit für Sichten und Suchen. Bei großer Substratvielfalt und/oder erkennbar hoher Taxa-

zahl wird die Sammelzeit verlängert. Das Aufsammeln kann beendet bzw. abgebrochen werden, wenn innerhalb von 10 Minuten keine neuen Taxa nach Durchmusterung der erreichbaren Substrattypen mehr zu finden sind.

#### ■ Sammelmethodik

##### - Lithon:

Bei körnigen Substraten erfolgt das Einsammeln der Benthonorganismen durch Kicksampling: Mit dem Stiefel (auch Hand) werden Steine, Sand und Sedimente losgetreten und aufgewirbelt (wenn möglich etwa 10 cm tief), das in Strömungsrichtung aufgestellte Sammelnetz fängt dabei die mehr oder weniger gut schwebenden Teile auf. Größere Steine und Gegenstände werden mit dahinter gestelltem Netz aus dem Wasser herausgehoben (Kicksampling auch auf dem frei werdenden Untergrund) und rundum auf ihre Besiedlung und Bewuchs hin inspiert.

Dabei ist auch auf Schwarzfärbung der Steine und auf Ciliatenrasen zu achten. Die Deckungsprozente von flächigem Bewuchs (z.B. Spongillidae, Bryozoa) sind abzuschätzen ebenso wie die Abundanzen der Taxa, insbesondere die der mehr oder weniger festhaftenden Organismen, die nur unvollständig in das Sammelnetz geraten. Dazu zählen einige Egel, Ancyclus, Rheotanitarsus-Gehäuse, Simuliden-Puppen, einige Trichopteren wie Psychomyidae, Micrasema und Puppenköcher von Goeridae. Die Abundanzen der festsitzenden Taxa können auch in der Schale geschätzt werden, wenn der Stein unter Wasser vor dem Netz von Hand vorsichtig abgerieben (evtl. gebürstet) wird und die Organismen aufgefangen werden. Grobes und die Sicht behinderndes Material kann man vor der Inspektion in dem halb eingetauchten Netz leicht abspülen und verwerfen. Anschließend wird die gewonnene Probe in

die Sammelschale gegeben, mit Wasser aufgefüllt und zwecks Taxadiagnose und Abundanzschätzung inspiziert.

- Kies:

Flächen von Kies und kleineren Steinen werden mit kräftigem Kicksampling bearbeitet, wobei etwa 10 cm Grabtiefe erreicht werden soll. Behandlung der gewonnenen Proben wie oben.

- Sand, Schlamm:

Hier verwendet man beim Kicksampling ein Netz etwas geringerer Maschenweite, Sand und Schluff sollen schon bei der Probennahme hindurchgespült werden. Erweist sich das als unbefriedigend, so muß das entnommene Material entweder über einen Siebsatz ausgesiebt werden oder in der Schale ausgelesen werden.

Sedimenttrübe in der Sammelprobe wird durch mehrfaches Aufschlämmen in der Schale und Sieben durch das Sammelnetz entfernt. Zu hohem Sandanteil entnimmt man ähnlich wie beim traditionellen Goldwaschen, indem man die Probe in der Schale mehrfach mit Wasser aufwirbelt und rotieren läßt und das "Geschwessel" in das Sammelnetz dekantiert. - Sand und Kies (auf Pisidien achten!) bleibt zurück und kann verworfen werden.

- Pflanzen:

Makrophyten werden mit dahinter gehaltenem Netz mit Stiefeln "ausgetreten", mit der Hand "ausgeschüttelt" oder mit dem Netz direkt durchstreift; größere Pflanzenteile werden auch aus dem Wasser herausgehoben und inspiziert. Auch die Uferpflanzen und hereinragende Weidenwurzeln u.ä. werden auf diese Weise ausgekeschert.

Es ist darauf zu achten, daß sich das Sammelnetz nicht soweit zusetzt, daß Teile wieder aus der Öffnung herausge-

spült werden. Der Netzinhalt ist dann immer rechtzeitig zu inspizieren bzw. in die Sammelschalen auszuleeren.

- Probennahme Mikroorganismen:

Insbesondere in erkennbar stärker belasteten Gewässern, die ersichtlich für die Auswertung sehr wenige Makroorganismen aufweisen, soll zusätzlich für die Bestimmung des Mikroindex (siehe Kap. 5.1) eine qualitative Probennahme des "Mikrozoobenthon" durchgeführt werden. Dazu werden in ein zu 2/3 gefülltes Weithalsgefäß Kratzproben von möglichst vielen Substraten, insbesondere von Ciliatenrasen gesammelt. Diese Proben sind lebend (gekühlt) zu transportieren und am gleichen Tag zu bearbeiten.

■ Freilandbestimmung Häufigkeits-schätzung

Zur Bestimmung der Taxa und Ermittlung ihrer Häufigkeit wird nun der Netzinhalt in der wassergefüllten Schale durchgemustert.

Die Schalen dürfen dabei mit dem Probenmaterial nur mit einer dünnen Schicht gefüllt werden, damit möglichst wenig Tiere übersehen werden.

Die Organismen sind am zweckmäßigsten lebend vor Ort zu bestimmen, bei einigen Formen (z.B. Planarien und Egel) ist die Handlupe zu Hilfe zu nehmen. Insbesondere die häufiger vorkommenden Formen sollen dabei soweit als makroskopisch möglich angesprochen werden.

Alle im Freiland bestimmbaren Taxa (einschließlich Makrophyten und Aufwuchs) werden dann in das Feldprotokoll 2 eingetragen, das entweder alphabetisch oder auch systematisch gegliedert ist (siehe folgende Seiten und Anhang).



## FELDPROTOKOLL 2

Biologisches Protokoll (systematisch)									
Taxa	DV-Nr	HK	R	Ind.zahl	Taxa	DV-Nr	HK	R	Ind.zahl
Sialis spp. *	46				Corixinae	658			
					Gerris spp.	189			
					Velia spp.	474			
Elmis aenea/mauguetii Gr. *	576								
Esolus spp. *	361				Makrophyten	DV-Nr	HK	R	
Haliplus spp. *	102				Berula erecta	2008			
Hydraena spp. *	138				Callitriche spp.	2036			
Limnius spp. *	359				Cladophora spp.	7000			
Oreodytes sanmarki	38				Elodea canadensis	2011			
Oulimnius tuberculatus	17				Fontinalis antipyretica	2000			
Platambus maculatus	21				Myriophyllum spp.	2131			
Riolus spp. *	322				Potamogeton spp.	2058			
					Ranunculus fluitans	2003			
Agapetus spp.	22								
Anabolia nervosa	14								
Glossosoma spp.	114				Taxa, Nachbestimmung	DV-Nr	HK	R	Ind.zahl
Hydropsyche spp.	9								
Leptoceridae	378								
Limnephilidae *	126								
Philopotamus spp.	342								
Plectrocnemia spp.	372								
Polycentropus spp.	369								
Rhyacophila spp. *	11								
Sericostomatinae	738								
Goeridae *	990								
Atherix ibis	379				Erläuterungen				
Chironomini (rot) *	910								Deckungsgrad in %
Chironomus plumosus-Gr.	389				HK Ind.zahl	Abundanz			Aufwuchs u. Makrophyten
Chironomus thummi-Gr.	33				1 = 1	Einzelfund			< 5
Eristalinae *	311				2 = 2 - 20	wenig			5 - 10
Simuliidae *	13				3 = 21- 40	wenig-mittel			10 - 20
Tanytarsini	605				4 = 41- 80	mittel			20 - 40
					5 = 81-160	mittel-viel			40 - 60
					6 = 161-320	viel			60 - 80
					7 = > 320	Massenvork.			80 - 100
					HK = Häufigkeitsklasse,	R = Rang			
					Ind.zahl = absolute Individuenzahl,	Pfl = Pflanzen			
					gSt = große Steine, mSt = mittlere Steine, kSt = kleine				
					Steine, Kl = Kies, Sa = Sand, Schl = Schlamm				

\*Bei Nachbestimmung auf DIN-Taxa überprüfen

## FELDPROTOKOLL 2

Biologisches Protokoll (alphabetisch)									
Gewässer/Vorfluter:					Sammelzeit (Min.):				
Lage:					Substrattyp: gSt mS kSt KI Sa Schl Pfl				
UP-Code:					Fließgeschw.(m/s) >0.8 0.8-0.6 0.6-0.4 0.4-0.2 0.2-0.1 <0.1				
Ild.Nr. der Probe:					Fläche (m2):				
Datum									
Taxa	DV-Nr.	HK	R	Ind.zahl	Taxa	DV-Nr.	HK	R	Ind.zahl
Agapetus spp.	22				Glossiphonia complanata	1017			
Amphinemura spp.	128				Glossosoma spp.	114			
Anabolia nervosa	14				Goeridae *	990			
Ancylus fluviatilis	1005				Habroleptoides confusa	740			
Anisoptera *	382				Halipilus spp. *	102			
Asellus aquaticus	1004				Helobdella stagnalis	1008			
Atherix ibis	379				Heptagenia spp. *	51			
Baetis spp. *	7				Hydraena spp. *	138			
Berula erecta	2008				Hydropsyche spp.	9			
Bithynia tentaculata	1009				Isoperla spp.	139			
Brachyptera spp. *	130				Leptoceridae	378			
Bryozoa *	1113				Leuctra spp. *	29			
Caenis spp.	32				Limnephilidae *	126			
Callitriche spp.	2036				Limnius spp. *	359			
Calopteryx spp. *	310				Lumbriculidae *	1937			
Chironomini (rot) *	910				Myriophyllum spp.	2131			
Chironomus plumosus-Gr.	389				Naididae *	5891			
Chironomus thummi-Gr.	33				Nemoura spp.	142			
Chloroperlidae *	392				Nemurella picteti	228			
Ciliata, sessil *	3126				Oreodytes sanmarki	38			
Cladophora spp.	7000				Oulimnius tuberculatus	17			
Cloeon spp. *	153				Philopotamus spp.	342			
Corixinae	658				Physa fontinalis	1083			
Dendrocoelum lacteum	1007				Pisidium spp.	1037			
Dreissena polymorpha	1097				Planorbidae *	1078			
Dugesia gonocephala	1011				Platambus maculatus	21			
Dug. lugubris/polychroa-Gr. *	1177				Plectrocnemia spp.	372			
Dugesia tigrina	1104				Polycelis felina	1016			
Ecdyonurus spp. *	108				Polycelis nigra/tenuis-Gr. *	1122			
Elmis aenea/mauetii-Gr. *	576				Polycentropus spp.	369			
Elodea canadensis	2011				Potamogeton spp.	2058			
Epeorus sylvicola	34				Potamopyrgus jenkinsi	1036			
Ephemera spp. *	393				Protonemura spp.	111			
Ephemerella ignita	1				Radix peregra	1006			
Ephemerella major	23				Ranunculus fluitans	2003			
Eristalinae *	311				Rhithrogena spp. *	390			
Erbodella octoculata	1000				Rhyacophila spp. *	11			
Esolus spp. *	361				Riolus spp. *	322			
Fontinalis antipyretica	2000				Sericostomatinae	738			
Gammarus fossarum	1001				Sialis spp. *	46			
Gammarus pulex	1002				Simuliidae *	13			
Gammarus roeseli	1003				Sphaerium spp. *	1115			
Gammarus spp. *	1079				Sphaerotilus spp. *	8000			
Gerris spp.	189				Spongillidae *	1014			

\*Bei Nachbestimmung auf DIN-Taxa überprüfen



Die im Gebiet häufig anzutreffenden hinreichend makrooptisch bestimmbaren Taxa sind bereits im Protokoll zum Ankreuzen aufgeführt, weitere Taxa werden in die Freiplätze eingesetzt. Die im Freiland nicht bestimmbaren Taxa werden im Protokoll vorläufig mit einem Arbeitsnamen versehen und in ausreichender Zahl für die Labormachbestimmung konserviert. Hinter den aufgeführten Taxa sind die Schlüsselnummern für die spätere (siehe 4.3.2) EDV-Eingabe aufgeführt. Jedes aufgefunden Taxon wird mit einer halbquantitativen Angabe, nämlich der Abundanzziffer nach der Schätzskala nach DIN, versehen.

Zum besseren Verständnis sind hier zusätzlich die Individuenzahlen für die Makrozoen und die Flächendeckungsprozente für Aufwuchs mit aufgeführt, die bei der Inspektion der großen Steine, im Netz und in der Schale summarisch geschätzt worden sind. Daß manche Taxa naturgemäß zu geringer Individuendichte neigen, andere eher zu Massenvorkommen, kann der einheitlichen Behandlung wegen nicht berücksichtigt werden. Die Klassen der Individuenzahlen sind so ausgelegt, daß alle Taxa, von sehr wenigen Ausnahmen abgesehen, die Abundanzziffer 4 erreichen können, viele (darunter einige Ubiquisten) auch die Ziffer 7.

Von allen vorgefundenen Taxa ist eine aliquote Belegprobe herauszulesen und (mit einem Einlegeetikett) in Alkohol zu

konservieren, so daß für die Nachbestimmung im Labor genügend Material vorhanden ist. Es ist selbstverständlich, daß sehr seltene und geschützte Arten nur als Einzelexemplare entnommen werden dürfen.

■ Die am häufigsten benötigten Konservierungsmittel sind für

- Insektenlarven: 70 % Ethanol
- Käfer: Gemisch von 5 % Essigsäure, 50 % Ethanol und 45% Wasser
- Egel, Würmer u.ä.: 5 % Formalin

Planarien werden lebend in wenig kaltem Wasser aufbewahrt.

Weitergehende Angaben macht dazu die DIN 38 410 Teil 1 (siehe Anhang).

Nach Beendigung der Inspektion wird die Sammelprobe in den Bach zurückgegeben. Gerätschaften und Netze werden anschließend zweckmäßigerweise im Bachwasser gereinigt; alle Organismen sind gründlich zu entfernen, damit sie nicht versehentlich mit in den nächsten Befund geraten.

Zum eigenen Schutz empfiehlt sich nach jeder Untersuchung eine Händedesinfektion. Am Untersuchungsort wird nichts zurückgelassen, Abfälle etc. werden mitgenommen.

■ Häufigkeitsklassen bezogen auf 15 min. Aufsammelzeit

Häufigkeitsklasse bzw. Abundanzziffer	Schätzung	Individuenzahl (Makrobenthon)	Flächendeckungsprozent (Aufwuchs)
1	Einzelfund	1	< 5 %
2	wenig	2 - 20	5 - 10 %
3	wenig bis mittel	21 - 40	10 - 20 %
4	mittel	41 - 80	20 - 40 %
5	mittel bis viel	81 - 160	40 - 60 %
6	viel	161 - 320	60 - 80 %
7	Massenvorkommen	> 320	80 - 100 %

### 4.3. Nachbearbeitung im Labor

Die bei der Feldarbeit angefallenen chemischen und biologischen Proben werden bei der Rückkehr zunächst fachgerecht versorgt, damit sie bis zur Laborbearbeitung keine Veränderungen oder Schaden erleiden. Eine Labomachbearbeitung ist in jedem Fall notwendig.

#### 4.3.1. Stichproben Wasserchemie

Die im LAWA-Verfahren (siehe Tabelle Kapitel 6.1) angegebenen chemischen Parameter BSB<sub>5</sub> (ohne ATH) und NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sind aus Stichproben zu messen; sie liefern zusammen mit den Messungen von Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit und pH-Wert Anhaltswerte für die Wasserbeschaffenheit und dienen der Stützung und Interpretation der biologischen Befunde, können diese jedoch nicht ersetzen.

Die Entnahme der chemischen Probe sollte zeitnah zur biologischen Probenahme erfolgen.

Am einfachsten ist die Abgabe der Frischproben an ein Chemielabor zur sofortigen Analyse, dies wird jedoch eher der Ausnahmefall sein: Damit die Proben durch bakterielle Abbauprozesse nicht verändert werden, müssen sie bis zur Bearbeitung konserviert werden, die 1/2 l Frischprobe (für BSB) im Kühlschrank bei ca. + 4°C und die 1 l Probe im Tiefkühlschrank bei -18°C. Der BSB aus der Frischprobe muß spätestens am darauffolgenden Tag angesetzt werden, die gefrierkonservierte Probe kann einen langen Zeitraum bis zur Analyse lagern (ca. 1 Jahr).

Es liegen langjährige Erfahrungen über Kennwerte des Wasserchemismus in Baden-Württemberg (siehe Anhang: Gütezustand der Gewässer in B-W, 1991) vor, welche die korrelative Beziehung zwischen Güteklassen und den Konzentrationsbereichen einer Reihe von Inhalts-

stoffen beschreiben und eine zunächst schematische Einordnung von Stichproben erlauben. Zur Klärung spezifischer Gewässerbelastung kann die Messung von weiteren chemischen Parametern neben dem bereits erwähnten BSB<sub>5</sub> (ohne ATH) und NH<sub>4</sub><sup>+</sup> angezeigt sein, z.B. je nach Problemstellung DOC, CSB, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, o-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sup>-</sup> und weitere Parameter.

Alle Analysen müssen ausschließlich nach den Vorschriften der Deutschen Einheitsverfahren durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden zusammen mit den in-situ-Messungen von O<sub>2</sub>, pH, Temp, Lf und des zugehörigen UP-Code und Datum in Listen eingetragen.

#### 4.3.2. Nachbestimmung der Organismen

Die Organismen der fixierten Belegproben, die für jeden Untersuchungspunkt eingesammelt wurden, müssen im Labor nachbestimmt werden. Dafür ist eine Mindestausstattung notwendig, ohne die diese Arbeit nicht durchgeführt werden kann.

##### ■ Mindestausstattung Taxa-Bestimmung im Labor:

- Stereolupe (Vergrößerungen: 10- bis 80 fach)
- Kaltlichtleuchte
- Durchlicht- Arbeitsmikroskop (mindestens 400 fach)
- Mikroskopierbesteck
- Petrischalen und versch. große Sammelgefäße (5 bis 50 ml)
- Arbeitschemikalien (Alkohol, bei weiterem Bedarf siehe DIN 38 410 Teil 1)
- Bestimmungsliteratur (siehe Anhang)
- Probensammlungsschrank (Schubladen)

Die Ermittlung des Saprobienindex nach DIN 38 410 basiert auf einer vorgegebenen einheitlichen Taxaliste (Stand 1990). Es liegt natürlich im Interesse des Gewässerbiologen, seine Kenntnisse langfristig auf alle in seinem Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten weiter auszubauen (siehe Anhang: "Erweiterte Taxaliste").

Die Mindestanforderung besteht darin, diese in der DIN-Liste genannten Taxa verlässlich mit Hilfe der o.g. Ausstattung nachzubestimmen. Diese und die weiteren Taxa werden im Feldprotokoll 2 dann bestätigt oder verbessert bzw. ergänzt. Die nachträgliche Korrektur ist im Protokoll kenntlich zu machen.

Auch nachträgliche Artentrennung ist möglich; sind z.B. von 20 Belegexemplaren, die als *Gammarus spec.* mit Abundanz 4 notiert wurden, 10 Stück *G. pulex* und 10 Stück *G. fossarum*, so kann die Eintragung wie folgt verbessert werden: *G. pulex*-Abundanz = 3, *G. fossarum*-Abundanz = 3 (grobes Schätzverfahren, bei dem mit den mittleren Individuenzahlen der zugehörigen Abundanzziffern gerechnet wird).

Fehlende Schlüsselnummern für neu ins Protokoll aufgenommene Taxa werden aus der "Erweiterten Taxaliste" entnommen (siehe Anhang).

Sind Lebendproben gesammelt worden, so müssen diese am gleichen Tag bearbeitet werden. Die Gefäße der Mikrobenthonproben werden dazu zunächst etwa 1/2 Std. geöffnet ruhen gelassen, und dann werden mehrmals aus verschiedenen Stellen des Gefäßes Proben auf den Objektträger übertragen.

Die Bestimmungsergebnisse der Mikrobenthonproben werden auf einer gesonderten Liste nach dem gleichen Schema wie im Feldprotokoll 2 mit Häufigkeitsangaben notiert.

### 4.3.3. Biologische Belegsammlung

Aus dem Material der Belegproben werden 2 biologische Sammlungen angelegt:

#### ■ UP-Belegsammlung

Für jeden Untersuchungspunkt werden alle Taxa in sehr wenigen Exemplaren fachgerecht konserviert und in einem oder wenigen Gefäßen aufbewahrt. Auf den Einlegeetiketten (Bleistift auf festem Papier) ist der UP-Code, Datum, Fluß und Ort anzugeben. Diese Proben werden nach UP-Nr. geordnet und jeweils bis zur Veröffentlichung der Ergebnisse aufbewahrt und können anschließend verworfen werden.

#### ■ Taxa-Vergleichssammlung

Als Hilfe für weitere Nachbestimmungen wird eine Sammlung aller im Untersuchungsgebiet vorkommenden Taxa angelegt. Merkmalsbeschreibungen in Bestimmungsschlüsseln werden nämlich oft erst durch Inaugenscheinnahme von Vergleichstieren verständlich.

Die einmal gemachte Mühe einer exakten Arten-Sammlung zahlt sich später bei der Aufarbeitung weiterer Proben aus, denn man erinnert sich besser an die spezifischen Merkmale, wenn bereits bestimmte Tiere zum Vergleich herangezogen werden.

Die Konservierung der einzelnen Taxa wird nach den Beschreibungen der DIN 38 410 Teil 1, Anhang B (siehe Anhang) vorgenommen. Jedes Taxon erhält ein Einlegeetikett mit folgenden Angaben: Ordnung, Familie, Gattung, Art (inkl. Autor), Fundort, Datum, Sammler und Bestimmer.

Bei unsicheren Bestimmungen sollten die Taxa mit "cf." oder "sp." bezeichnet werden.

Die Proben werden zweckmäßigerweise in einem Schubladenschrank so untergebracht, daß jede einzelne Probe leicht zugänglich ist. Am besten sortiert man die Proben nach ihrer Systematik, innerhalb der Gattungen alphabetisch. Die mit flüs-

sigen Konservierungsmitteln versehenen Proben sollen stets doppelt gegen Verlust angelegt werden. Die Proben müssen einmal im Jahr kontrolliert werden, der Flüssigkeitsstand wird gegebenenfalls aufgefüllt. Eintrocknete Proben werden durch neue ersetzt (Aufbewahrungsgefäße siehe Anhang).

## 5. Auswertung der Ergebnisse

Folgende Daten müssen für die weitere Auswertung bereitstehen: Feldprotokoll 1 und Feldprotokoll 2 mit den Ergebnissen der Nachbestimmung der Organismen im Labor.

Zur besseren Übersicht über die Verwendung der Einzelbefunde für die einzelnen Auswertungsschritte sind diese in

einer Tabelle zusammengefaßt (siehe die folgende Tabelle). Obligatorisch ist die Auswertung nach DIN 38410 Teil 2. Von den drei weiteren Auswerteverfahren, die als "gewünscht" bezeichnet sind, muß wenigstens eines zur Absicherung bzw. Überprüfung durchgeführt werden. Die Bestimmung der LAWA-Güteklassen beruht auf der Bewertung des Gesamtbefundes.

Befund der biologischen, physikalischen und chemischen Erhebungen am Gewässer					
Verfahren:	Saprobienindex nach DIN 38 410	Saprobienindex nach "Erweiterte Taxaliste"	Index nach "Kopplungsanalyse"	Klassifizierung nach "Merkmal-klasse"	Gewässergüte nach LAWA
Anwendung:	obligatorisch Mindestanforderung	erwünscht soweit Kenntnisse vorhanden	erwünscht ausgenom- men elektrolyt- arme Gewässer	erwünscht	obligatorisch
Spezielle Teilinforma- tion:	ca. 160 Taxa Makroinver- tebraten und ca. 90 Mikro- organismen	ca. 600 Taxa Makroinver- tebraten	ca. 250 Taxa Makroinver- tebraten einschließl. einiger Mikro- organismen	16 allgemein ökologische physio- graphische Merkmale	Beschrei- bung der Gesamtbe- funde
Ermittlungs- verfahren:	Mittelwert- bildung	Mittelwert- bildung	Schnitt- mengen- bildung	Schwer- punkt- bildung	Vergleich
Ergebnis:	Saprobien- index: 1,0 - 4,0	Saprobien- index: 1,0 - 4,0	Saprobien- index: 1,0 - 4,0	Merkmals- klassen: 1 - 7	Gewässergüteklassen: unbelastet bis übermäßig verschmutzt
Auswertung					Bewertung

Tabelle: Auswerteverfahren

Ziel ist es, mit Hilfe der berechneten Indices aus den biologischen Feldbefunden und den physiographischen Faktoren die Güteklasse nach LAWA eines Gewässerabschnittes zu bestimmen. Stimmen die weiteren berechneten Indices mit dem Saprobienindex nach DIN 38 410 Teil 2 innerhalb eines Saprobiebereiches überein, so gilt das Ergebnis als abgesichert; wie man im Falle einer Abweichung entscheiden kann, wird im Kapitel 6 näher erläutert.

### ■ EDV - Auswertung

Die angebotenen Auswerteverfahren können über ein Computerprogramm gerechnet werden, das bei der LfU entwickelt wurde. Dieses steht in 2 Varianten zur Verfügung:

- 1. Als Fortran-Programm für die Micro-VAX Anlagen der WBÄ.
- 2. Als dBase-Programm für die Nutzung auf PC's sowohl in den WBÄ als auch für freiberuflich tätige Biologen.

Als Hardware für die letzte Variante wird ein IBM-kompatibler PC mit 80 386-Processor empfohlen. Zur Grundausstattung der Software ist das Datenbanksystem dBase 4 notwendig (Betriebssystem: DOS).

Beide Versionen erzeugen kompatible Dateien und können wechselseitig ausgetauscht werden.

Die Anwendung des Computerprogramms erfordert nur geringe EDV-Kenntnisse. Die Arbeit beschränkt sich auf die menügesteuerte Dateneingabe; das Programm errechnet die Auswertungsergebnisse (Saprobienindices) und deren statistische Absicherung. Die Rechenergebnisse sowie die Artenlisten können bei Bedarf ausgedruckt werden. Das Programm dient auch der Dateihaltung und dem Datenaustausch über Diskette oder Micro-VAX-Datenverbund der Wasserwirtschaftsverwaltung. Das Computerprogramm ist mit einer Einführung bei der LfU, Ref. 41 erhältlich.

### 5.1. Ermittlung des Saprobienindex nach DIN 38 410 Teil 2

Die DIN 38 410 (siehe Anhang) ist auf den bekannten Verfahren von Kolkwitz und Marsson, Liebmann, Pantle und Buck sowie Zelinka und Marvan aufgebaut. Die Grundlage des Saprobienindex, die Liste der Saprobier und ihre Bewertung ist seit ihrer Aufstellung von vielen Autoren weiterentwickelt, revidiert und abgewandelt worden. Im Rahmen der "Deutschen Einheitsverfahren für die Wasser- und Schlammuntersuchung" wurde eine Standardisierung vorgenommen.

Die Indikatororganismen sind in der DIN-Taxaliste verbindlich vorgeschrieben und nach Makro- und Mikroorganismen getrennt aufgeführt (siehe Anhang). Die Berechnung des Saprobienindex auf der Basis der Makroorganismen ist in jedem Falle durchzuführen (Tabelle A.2.).

Eine grundsätzliche Bestimmung der Mikroorganismen der DIN-Taxaliste (Tabelle A.1.) für alle Gewässergüteklassen wird vorerst im Rahmen dieser Arbeitsanleitung aus arbeitsökonomischen Gründen nicht verbindlich vorgeschrieben. Bei stark belasteten Gewässern (Güteklasse III und schlechter), die aufgrund geringer Taxazahlen des Makrozoobenthon biologisch nicht hinreichend signifikant bewertet werden können, wird empfohlen, die Mikroorganismen der DIN-Taxaliste soweit möglich für die Berechnung des Mikroindex heranzuziehen. Dieser Mikroindex ist als solcher deutlich gekennzeichnet anzugeben.

Der Bestimmungsaufwand ist bei der Gruppe der Mikroorganismen durchweg beträchtlich höher und wesentlich zeitaufwendiger als bei den Makroinvertebraten. Erschwerend kommt hinzu, daß die meisten Mikroorganismen im Gegensatz zu den Makroorganismen nur im lebenden Zustand sicher bestimmt werden können.

nen.

Gegenwärtig liegt nur für einen Teil der in der DIN-Taxaliste der Mikroorganismen aufgeführten Taxa aktuelle Bestimmungsliteratur vor (z.B. für einen Teil der Ciliaten die Arbeit von FOISSNER et al., 1991).

Zur Zeit wird ein Bestimmungsschlüssel für die Taxa der Mikroorganismen nach DIN erarbeitet.

Die Berechnung des Saprobienindex erfolgt entsprechend der DIN 38 410 Teil 2 nach der Gleichung:

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

Der Saprobienindex ist ein dimensionsloser Zahlenwert mit einem Definitionsbereich von 1,0 bis 4,0; er stellt das gewichtete Mittel aus dem Zeigerwert, der Häufigkeit und dem Indikationsgewicht der Zeigerorganismen eines Befundes dar. Er ist nicht gleichzusetzen mit einer Konzentrationsangabe und darf in keinem Falle für darüber hinausgehende Berechnungen verwendet werden.

In dieser Gleichung bedeuten:

S = Saprobienindex  
 i = laufende Nr. des Taxons  
 s = Saprobienwert des i-ten Taxons  
 A = Abundanzziffer des i-ten Taxons  
 G = Indikationsgewicht des i-ten Taxons  
 n = Anzahl der Taxa

Das vorliegende Computerprogramm ermittelt nach der menügesteuerten Eingabe der Artenliste mit den zugehörigen Abundanzziffern den Saprobienindex inklusive der statistischen Absicherung.

Für die nicht EDV-gestützte Ermittlung sind die entsprechenden Angaben aus der DIN-Taxaliste zu entnehmen.

Der errechnete Saprobienindex wird statistisch abgesichert durch die Berechnung des Streuungsmaßes nach der Gleichung:

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

Ist das Streuungsmaß größer als 0,2 so entspricht der Saprobienindex nicht mehr den Genauigkeitsanforderungen dieser Norm; das gleiche gilt für den Fall, daß die Summe der Abundanzziffern kleiner als 15 ist:

$$\sum_{i=1}^n A_i = \text{Abundanzziffer}$$

Wegen der geringen Anzahl von Saproben im polysaprobien Bereich wird eine Signifikanz des Saprobienindex hier (ca. 3,5- 4,0) in diesem Bereich häufig nicht erreicht.

## 5.2. Absicherung nach weiteren Auswerteverfahren

In der Regel führt die Berechnung des Saprobienindex nach DIN zu einer zutreffenden Einstufung in eine Gewässergüteklasse. Um dieses Ergebnis zu erhärten und Fehlinterpretationen zum Beispiel durch ungewöhnliche Gewässertypen und ganz spezielle Belastungen zu vermeiden, werden weitere Verfahren zur Absicherung angeboten, von denen wenigstens eines durchgeführt werden muß:

Erwünscht ist die Auswertung bei weitergehenden taxonomischen Kenntnissen nach der Taxaliste des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft und/oder bei mineralstoffreichen Gewässern nach der Kopplungsanalyse. Die Bestimmung der Merkmalklasse kann wegen den dazu benötigten nur einfachen Befundergebnissen und wegen der besonderen Berücksichtigung der Belastungsfaktoren aus dem Feldprotokoll 1 stets durchgeführt werden.

### 5.2.1. Saprobienindex nach "Erweiterte Taxaliste"

Eines der Verfahren zur Bestätigung des Saprobienindex nach DIN ist die Berechnung eines Index mit einer deutlich erweiterten Taxaliste von etwa 600 Formen (siehe Anhang). Sie beruht auf der von dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, München, herausgegebenen Taxaliste. Diese Liste ist in gleicher Weise aufgebaut wie die DIN-Liste der Indikatororganismen und enthält noch etwa 900 weitere Taxa ohne Saprobiewert, welche die EDV-mäßige Erfassung der meisten vorkommenden Wasserorganismen möglich machen.

Die Kenntnis aller dieser Taxa oder größerer Teile davon setzt weitgehende Spezialisierung und langjährige Erfahrung eines Gewässerbiologen voraus. Die Liste sollte deshalb auch nur dann angewandt werden, wenn diese Voraus-

setzungen gegeben sind. Da die DIN-Liste ein Teil dieser "Erweiterten Liste" ist, lohnt sich die Berechnung auch nur dann, wenn die Zahl der Taxa merklich höher ist als die bereits für die DIN verwendeten. Sie kann auch dann genutzt werden, wenn nur Teilbereiche der systematischen Gruppen ausgeschöpft werden.

Die Berechnung dieses Saprobienindex der "Erweiterten Taxaliste" erfolgt nach denselben Gleichungen wie beim Saprobienindex nach DIN; die entsprechenden Angaben zu den Taxa sind aus der "Erweiterten Taxaliste" zu entnehmen. Diese Liste enthält die in Deutschland verbindliche Verschlüsselung der Taxa (DV-Nr.), mit der bei Verwendung von EDV alle vorgefundenen Taxa für eine Befundliste eingegeben werden können, auch wenn sie nicht zur Indexberechnung verwandt werden.

Das angebotene Computerprogramm errechnet nach Eingabe der Artenliste mit den dazugehörigen Abundanzsiffern und den eventuell erhobenen Individuenzahlen den Saprobienindex zu der "Erweiterten Taxaliste" mit der statistischen Absicherung und bietet auch mehrere Möglichkeiten zur Datenausgabe und eine weitergehende statistische Behandlung an.

### 5.2.2. Index nach Kopplungsanalyse

Die Kopplungsanalyse nach BUCK (siehe Anhang) basiert auf biologischen Erhebungen an den Gewässern des Neckar- und Taubereinzugsgebietes. Die ermittelten Arten-Kopplungen enthalten nur relativ wenige Charakterarten kalkarmer Gewässer; in den Schwarzwaldgebieten des Urgesteins und Buntsandsteins liefert die Kopplungsanalyse daher häufig keine eindeutige Güteaussage.

Das Verfahren beruht auf dem Gedanken, daß das gekoppelte Auftreten der aspektbildenden Arten oder höheren Taxa den Gütezustand eines Fließgewässers zumindest genauso gut widerspiegelt wie die Berechnung eines Saprobienindex auf der Basis aller vorhandenen Arten. Die ausschließliche Heranziehung verbreiteter und mit hoher Siedlungsdichte auftretender Taxa hat den Vorteil eines relativ geringen Bestimmungsaufwands. Bei diesem Verfahren wird nicht wie beim Saprobienindex nach DIN eine Berechnung des Mittelwertes der erfaßten Saprobien durchgeführt, sondern nach einem aus der Mengenlehre abgeleiteten mathematischen Ansatz eine Schnittmenge ermittelt. Die Ergebnisse der Kopplungsanalyse sind dem Saprobienindex-Wert vergleichbare Index-Werte mit demselben Definitionsbereich wie beim Saprobienindexverfahren.

Für die Berechnung dieses Index eignen sich etwa 3.000 Kopplungen (aus jeweils zwei bis fünf Taxakombinationen), die meist eine engere saprobiologische Valenz zum Saprobienwert aufweisen als die der Einzelarten.

Aus der Reihe aller ermittelten Taxa-Kopplungen erhält die Kopplung mit der höchsten Reproduzierbarkeit (geringste Streubreite) den Vorzug und bestimmt damit den Indexwert. Bei mehreren Kopplungen gleich guter Reproduzierbarkeit erhält die Kopplung mit dem "schlechtesten" Indexwert (= höchster Indexwert) den Vorzug. Im Gegensatz zum Saprobienindex zeigt die Kopplungsanalyse daher eher das Güteessimum eines Gewässers auf. Störungen der Biozönose (z.B. toxische Einflüsse, vorausgegangenes Hochwasser, Mangel an besiedelbaren Substraten) werden bei der Kopplungsanalyse durch das Fehlen von Artenkopplungen erkannt.

Teil der Auswertung ist die Ermittlung der Sauerstoffversorgungsstufen auf biologischer Basis und eine Aussage über das mögliche Vorliegen einer Toxizität.

Die Durchführung der Kopplungsanalyse ist ohne DV-Unterstützung nur mit einer umfangreichen Kartei und den dazugehörigen Auswerteprotokollen möglich. Eine Einführung in die Kopplungsanalyse ist bei der LfU, Ref. 41, erhältlich.

Das vorliegende Computerprogramm ermittelt nach Eingabe der Artenliste mit deren Abundanzziffern folgende Ergebnisse:

- Saprobienindex nach Kopplungsanalyse mit statistischer Absicherung,
- Sauerstoffversorgungsstufe,
- Toxizitätseinstufung.

Bei Eingabe der Individuenzahlen können die Ähnlichkeiten der eingegebenen Proben nach SÖRENSEN und RENKONEN berechnet werden.

### 5.2.3. Klassifizierung nach Merkmalen

Dieses Verfahren zur Absicherung des Auswertungsergebnisses basiert auf der "Karlsruher Methode" nach SCHMITZ (siehe Anhang). Die Karlsruher Methode ist kein ermittelndes statistisches Verfahren, sondern eine verbale Beschreibung des Gewässergütezustandes in fünf Stufen der Belastung mit organischen Stoffen und deren Abbauprodukten und fünf Stufen der Sauerstoffversorgung. Darüber hinaus werden die signifikanten Korrelationen der wesentlichen chemischen Kennwerte der Gewässergüteparameter zu den einzelnen Belastungsstufen nach dem jeweils neuesten Stand empirisch ermittelt.

In diesen Beschreibungen sind sowohl biozönotische als auch allgemeine limnologische Angaben zur Definition der Belastungsstufen enthalten. Bei der Auswer-

Tabelle zur Ermittlung der Merkmalklassen:

Merkmals- Abundanz	physiogr. und biozönotische Bedingungen	Klassenwert
<b>Pelal</b>		
Faulschlamm	v rep < 0,2 m/s	4
mit Oxidationshaut > 6%	v rep > 0,2 m/s	5
Faulschlamm > 6%	v rep < 0,2 m/s	6
	v rep > 0,2 m/s	7
<b>Lithal</b>		
Steinunterseite	v rep < 0,2 m/s	3
schwarzfleckig	v rep 0,2 - 0,8 m/s	4
	v rep > 0,8 m/s	5
Steinunterseite	v rep < 0,2 m/s	4
schwarz	v rep 0,2 - 0,8 m/s	5
	v rep > 0,8 m/s	6
Steine rundum	v rep < 0,2 m/s	5
schwarz	v rep 0,2 - 0,8 m/s	6
	v rep > 0,8 m/s	7
<b>Mikroaufwuchs</b>		
sessile Ciliaten		
20 - 40 %		4
> 40 %		5
Sphaerotilus		
> 40 %		5
<b>Phythal</b>		
submerse Blütenpflanzen	v rep > 0,2 m/s	
> 40 %	Algen < 20 %	2
	v rep > 0,2 m/s	
	Algen 20 - 40 %	3
	v rep > 0,2 m/s	
	Algen > 40 %	4
Fadenalgen	submerse Blütenpflanzen	
> 40 %	> 40 %	4
	keine Blütenpflanzen	5

<b>Filtrierer</b>		
Hydropsyche spec. ≥ 4		4
Polycentropodidae ≥ 4		3
Simuliidae ≥ 4	v rep < 0,4 m/s	3
	v rep > 0,4 m/s	4
<b>Chironomidae</b>		
gangbauende Chironomidae ≥ 4		5
Chironomus- thummi - Gr. ≥ 4	v rep < 0,4 m/s	5
	v rep > 0,4 m/s	6
Plecoptera ≥ 3	mehrere Taxa	1
Ephemeroptera ≥ 4	mehrere Taxa	2
Hirudinea 3 - 4		4
	> 4	5
Tubificidae ≥ 4	v rep < 0,2 m/s	5
	v rep > 0,2 m/s	6
kein Makrozoobenthon	(ausgen. Eristalis)	7

Tabelle: Allgemein aspektbildende Merkmale, die abhängig von ihren physiographischen und biozönotischen Bedingungen einer Merkmalklasse zugeordnet werden können (v rep = repräsentative Fließgeschwindigkeit in m/s)

Ermittlung der Merkmalklasse einer biologisch/ökologischen Gewässeruntersuchung :

Strichliste der vorgefundenen Klassenwerte

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Schwerpunktbildung ; der am häufigsten angetroffene Klassenwert ergibt die Merkmalklasse.

tion wird überprüft, welche der aufgeführten Stufen unter Berücksichtigung der Wechselwirkung von abiotischen Faktoren und Biozönosen den Befunden aus dem Feldprotokoll 1 und 2 am nächsten kommt.

Diese rein deskriptive "Karlsruher Methode", die einige Erfahrungen über die ökologischen Wirkungszusammenhänge voraussetzt, wurde hier speziell zu diesem Zweck von der Fünfstufigkeit auf die entsprechenden 7 LAWA-Güteklassen aufgesplittet und auf wenige leicht voneinander unterscheidbare und quantifizierbare Merkmale der Beschreibung beschränkt (siehe vorhergehende Doppelseite). Statistisch abgesicherte Felderfahrung mit diesem vereinfachten Auszug aus der "Karlsruher Methode" liegt noch nicht vor, möglicherweise kann die Liste der Merkmale nach entsprechender Erfahrung noch erweitert und/oder verbessert werden. Diese Merkmale sind:

- Redoxzustand von steinigem Substrat und Feinsedimenten
- makrooptisch sichtbarer Bewuchs von Bakterien und Ciliaten
- aspektbildender Makrophytenbewuchs
- aspektbildendes Auftreten von Steinfliegenlarven
- aspektbildendes Auftreten von Eintagsfliegen und Filtrierern
- aspektbildendes Auftreten von Chironomidae, Egel und Würmern.

Diese Merkmale können stets auch bei Anwendung nur der Mindestanforderung an eine Gewässeruntersuchung aus den Befunden der Feldprotokolle 1 und 2 herausgelesen werden. Jedes vorhandene

Merkmal erhält den zugehörigen Klassenwert aus der Tabelle. Die so gewonnenen einzelnen Klassenwerte überträgt man in eine Strichliste der Merkmalklassen von 1 bis 7 (z.B. in die Tabelle des Bewertungsprotokolls, siehe Kapitel 7.), die Spalte mit der höchsten Strichzahl bestimmt die Merkmalklasse, bei Gleichstand kommt die "schlechtere" Merkmalklasse zum Zuge. Das Ergebnis wird nicht durch Mittelwert, sondern durch Schwerpunktbildung erzielt.

Dieses vereinfachte "Tabellen"-Verfahren kann die deskriptiv definierten Gütestufen natürlich nicht vollständig wiedergeben, die beste und die schlechteste Einstufung wird vergleichsweise wenig berücksichtigt, da die Belastungsstufe 1 in die Merkmalklassen 1 und 2, die Belastungsstufe 5 in die Merkmalklassen 6 und 7 aufgesplittet wurde. Das Merkmal "mehrere Plecopterenarten in mittlerer Häufigkeit bei Abwesenheit anderer Belastungsanzeiger" ist ausschlaggebend für die Merkmalklasse 1. Für die Merkmalklasse 7 spricht in jedem Fall das Fehlen von Makrozoobenthon bei eindeutigen Anzeichen von fehlendem Sauerstoff im Substrat.

Es muß in der Regel mehr als ein Merkmal vorhanden sein (Ausnahme Merkmalklasse 1 und 7) und die einzelnen Klassenwerte sollten nicht mehr als drei Klassen auseinanderliegen, andernfalls ist die Merkmalklasse nicht bestimmbar. Diese ermittelte Merkmalklasse dient im Bewertungsverfahren (siehe Kapitel 6.2) auch als Hilfe zur schnelleren Findung der zutreffenden LAWA-Gütekategorie, deren beschreibender Text u.a. auch diese allgemeinen limnologischen Angaben enthält.

## 6. Bewertung nach LAWA-Güteklassen

Das Ziel der Bewertung ist die Einstufung der Auswertungsergebnisse in eine Güteklasse nach LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser). Dies kann nach LAWA 1990 (siehe Tabelle: Kriterien zur Beurteilung der Gewässergüte von Fließgewässern) mit Einschränkungen rein schematisch über die den Güteklassen zugeordneten Saprobiebereiche erfolgen, die einen Teil der weiteren Beurteilungskriterien darstellen.

Die Beschreibung der Güteklassen der LAWA läßt dabei ausdrücklich neben der primären Verwendung des genannten Auswerteverfahrens zur Bestimmung des Saprobienindex auch weitere Auswerteverfahren der biologischen Zustandsanalyse zu.

Die Verwendung der weiteren Verfahren und Beurteilungskriterien wird bei der Einstufung in die LAWA-Güteklassen geregelt.

### 6.1. Die sieben Güteklassen (LAWA, 1990)

Den sieben Güteklassen liegt ein biologisches Besiedlungsbild zugrunde, das durch weitere Merkmale und Kennwerte der Belastung mit organischen Stoffen sowie der Sauerstoffverhältnisse im Wasser gekennzeichnet wird. Diese Grundlagen und Kriterien der sieben Güteklassen sind hier wegen ihrer Bedeutung noch einmal aufgeführt; es folgt das Zitat aus dem Erläuterungsheft der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser zur Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland, 1990:

#### LAWA

##### Allgemeines

Die für die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland gewählte Einteilung der Fließgewässer in Gewässergüteklassen beruht auf den Befunden biologisch-ökologischen Untersuchungen. Sie berücksichtigen in erster Linie die Belastung mit organischen, unter Sauerstoffzehrung biologisch abbaubaren Inhaltsstoffen.

Die stufenweisen Unterschiede im allgemeinen und im biologischen Zustandsbild von Fließgewässern, wie sie sich nach Belastung mit organischen Inhaltsstoffen im Verlauf der Selbstreinigungsprozesse einstellen, sind von KOLKWITZ und MARSSON und späteren Bearbeitern im sogenannten Saprobien-system beschrieben worden. Die hier benutzte Einteilung in Güteklassen baut auf den Grundgedanken des Saprobien-systems auf. Um die Anwendung eines Güteklassensystems für das ganze Bundesgebiet zu ermöglichen, war die Definition der Güteklassen auf allgemein erkennbare, für die Güteklassen möglichst charakteristische Merkmale zu beschränken.

In der Güteklassenbeschreibung werden die für die Güteklassen besonders charakteristischen Organismen bzw. Or-

ganismenkombinationen aufgeführt. Zur Güteklasseneinstufung dient in der Regel die Feststellung der Saprobienstufe oder des Saprobienindex aufgrund einer detaillierten Artenliste.

Zahlreiche Untersuchungen der letzten zwei Jahrzehnte haben gezeigt, daß zwischen biologischen Gütebefunden und Kennwerten des Wasserchemismus für organische Verbindungen und ihre Abbauprodukte in der Regel enge Beziehungen bestehen. Chemische und bisweilen auch bakteriologische Stichprobenanalysen, die im allgemeinen nicht ausreichen, um allein daraus Güteklassifizierungen abzuleiten, können dazu dienen, biologische Befunde abzusichern und zu stützen.

In der Beschreibung der Güteklassen sind als charakteristische chemische Anhaltswerte der biochemische Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen (BSB<sub>5</sub>), der Ammoniumstickstoffgehalt (NH<sub>4</sub>-N) sowie der Sauerstoffgehalt (O<sub>2</sub>) genannt. Hygienisch-bakteriologische Gesichtspunkte werden nicht berücksichtigt.

Der Versuch, das komplexe Gebiet der Gewässerverunreinigung in einem siebenstufigen Gütesystem darzustellen, muß naturgemäß einen Kompromiß darstellen und manche Naturgegebenheiten unberücksichtigt lassen. Gewässer im Bergland reagieren z.B. hinsichtlich ihres Sauerstoffgehaltes anders als entsprechende Flachlandgewässer mit gleicher organischer Belastung.

Ein weiteres Problem ist die Bewertung toxischer Inhaltsstoffe, die sich in einer mehr oder weniger starken Verminderung der Gewässerbesiedlung und Hemmung der Selbstreinigung auswirken. Obwohl sich diese Auswirkung nicht unmittelbar mit einer starken organischen Gewässerbelastung gleichsetzen lassen, wird das Gewässer bei einer massiven Giftstoffbelastung wegen der ähnlichen biologischen Schädigung im System der Güteklassifizierung in die Güteklasse III-V oder IV eingestuft. Der Einfluß anderer Belastung, wie z.B. salzhaltiger Abwässer

oder Gewässerversauerung, ist in dieser Gewässergütedarstellung allerdings ebensowenig erfaßbar wie die Auswirkung von nicht akut toxischen Stoffen oder schwer abbaubaren organischen Verbindungen.

Grundsätzlich treten im Gewässer beim Vorgang der Selbstreinigung nicht abrupte Stufen des Zustandbildes auf, sondern gleitende Übergänge der Güteklassen.

### Merkmale für die Beurteilung der Güteklassen von Fließgewässern

Zu den aufgeführten kennzeichnenden Merkmalen für die Güteklassen sind im folgenden zusätzlich weitere zur Identifikation geeignete Beurteilungskriterien aufgeführt, darunter auch solche, die bei speziellen Verfahren der biologischen Zustandsanalyse anfallen (z.B. Artenfehlbetrag, Kopplungsaspekt) sowie andererseits auch chemische Kennwerte.

#### ■ Güteklasse I:

unbelastet bis sehr gering belastet

Zu dieser Güteklasse gehören im allgemeinen Quellgebiete und nur sehr gering belastete Oberläufe von sommerkaltten Fließgewässern. Das Wasser ist klar und nährstoffarm, der Untergrund meist steinig, kiesig oder sandig; falls Schlamm auftritt, ist er mineralischer Natur. Sommerkühle Gewässerstrecken sind Laichgewässer für Salmoniden. Mäßig dichte Besiedlung, besonders durch Rotalgen (*Batrachospemum*), Kieselalgen (*Meridion*, *Diatoma hiemale*, *Achnanthes minutissima*), Moose, Strudelwürmer, Steinfliegenlarven, Köcherfliegenlarven und Käfer.

Der Saprobienindex liegt unter 1,5.

Folgende Taxa sind für diese Stufe charakteristisch: *Polycelis felina*, *Crenobia alpina*, *Elmis latreillei*, *Esolus angustatus*, *Leuctra (nigra und Verwandte)*, *Agapetus*. Der O<sub>2</sub>-Gehalt liegt nahe dem Sätti-

gungswert (ca. 95 bis 105 % der Sättigung) und nicht unter 8 mg/l. Der BSB<sub>5</sub> liegt meist um 1,0 mg/l. NH<sub>4</sub>-N ist höchstens in Spuren vorhanden.

#### ■ Güteklasse I-II: gering belastet

Hierzu gehören gering belastete Fließgewässer, meist Oberläufe. Das Wasser ist klar, der Nährstoffgehalt gering. Sommerkühle Gewässerstrecken sind Salmonidengewässer, Charakterfisch: Groppe (*Cottus gobio*). Dichte Besiedlung besonders durch Algen (*Ulothrix*), Moose, Blütenpflanzen (*Berula*, *Callitriche*), Strudelwürmer, Stein-, Eintags- und Köcherfliegenlarven sowie Käfer (*Elmidae*, *Hydraenidae*).

Der Saprobienindex liegt zwischen 1,5 und 1,8.

Folgende Taxa sind charakteristisch: *Dugesia gonocephala*, *Amphinemura*, *Brachyptera*, *Perla marginata*, *Silo*, *Hydraena*, *Limnius perrisi*, *Oreodytes rivalis*. Der O<sub>2</sub>-Gehalt ist noch hoch (in der Regel über 8 mg/l), zeigt jedoch oft schon ein feststellbares Defizit (O<sub>2</sub>-Gehalt ca. 85 bis 95 % der Sättigung). Der BSB<sub>5</sub> liegt in der Regel zwischen 1,0 und 2,0 mg/l. NH<sub>4</sub>-N liegt nur in geringer Konzentration vor (um 0,1 mg/l).

#### ■ Güteklasse II: mäßig belastet

Hierzu gehören Gewässerstrecken mit mäßiger Verunreinigung durch organische Stoffe und deren Abbauprodukte. Zu Zeiten stärkerer Algenentwicklung ist eine deutliche Trübung vorhanden. Der Untergrund des Gewässers ist steinig, kiesig, sandig oder schlammig; wenn auch Steine an der Unterseite durch bakterielle Eisensulfidbildung geschwärzt sind, so tritt doch noch keine Faulschlammentwicklung auf. Ertragreiche Fischgewässer. Sehr dichte Besiedlung mit Algen (alle Gruppen), Blütenpflanzen (oft flächendeckend), Schnecken, Kleinkrebsen und

Insekten aller Gruppen nebst Larven.

Der Saprobienindex liegt zwischen 1,8 und 2,3.

Eine sichere Zuordnung aufgrund einzelner häufiger Taxa ist nur relativ selten möglich, z.B. *Anabolia*, *Athripsodes*, *Atherix*, *Oulimnius tuberculatus* und *Orectochilus villosus*. Signifikante Kopplungen sind z.B. *Polycentropus flavomaculatus* mit *Ecdyonurus venosus* oder mit *Riolus cupreus* oder mit *Hydropsyche* oder mit *Rhyacophila*.

Der O<sub>2</sub>-Gehalt zeigt infolge von Abwasserbelastung und Algenentwicklung stärkere Schwankungen (Defizite und Übersättigungen), ist jedoch so hoch, daß Fischsterben noch nicht auftreten, d.h. er liegt durchweg über 6 mg/l. Der BSB<sub>5</sub> beträgt häufig 2 bis 6 mg/l. NH<sub>4</sub>-N liegt häufig unter 0,3 mg/l.

#### ■ Güteklasse II-III: kritisch belastet

Durch die stärkere Belastung mit organischen Stoffen ist das Wasser stets leicht getrübt; örtlich kann Faulschlamm auftreten. Meist noch ertragreiche Cyprinidengewässer. Dichte Besiedlung mit Algen und Blütenpflanzen (*Potamogeton*, *Nuphar*) Schwämmen, Moostierchen, Kleinkrebsen, Schnecken, Muscheln, Egel und Insektenlarven (ausgenommen Steinfliegen). Meist kolonieartige Massenentwicklung mehrerer Arten, Abwasserpilze sind oft mit bloßem Auge, wenn auch noch nicht in Massenentwicklung erkennbar. Größter Artenreichtum der Wimpertierchen.

Der Saprobienindex liegt zwischen 2,3 und 2,7.

Eine sichere Zuordnung aufgrund einzelner abundanter Arten ist fast niemals möglich. Signifikante Artenkombinationen sind z.B. *Helobdella stagnalis* mit *Gammarus pulex*, *Planaria torva*, *Radix peregra*, *Dendrocoelum lacteum* oder mit *Erpobdella octoculata*. Der O<sub>2</sub>-Gehalt sinkt oft auf die Hälfte des Sättigungswertes ab. Er kann jedoch auch starke Über-

sättigung erreichen, z.B. in gestauten Flußabschnitten. Häufig beträgt der BSB<sub>5</sub> 5 bis 10 mg/l. NH<sub>4</sub>-N liegt meist unter 1 mg/l.

■ Güteklasse III:  
stark verschmutzt

Das Wasser ist durch Abwasserbelastungen getrübt. Steinig-sandiger Untergrund ist meist durch Eisensulfid geschwärzt. An Stellen geringer Strömung lagert sich Faulschlamm ab. Geringe Fischereierträge, mit periodischem Fischsterben durch Sauerstoffmangel ist zu rechnen. Besiedlung durch makroskopische Tiere artenarm, dabei Massenentwicklung einzelner Arten (Wasserasseln, Egel, Schwämme). Auffällig sind flächendeckende Kolonien von sessilen Wimpertierchen (*Carchesium*, *Vorticella*) und Abwasserbakterien (*Sphaerotilus*); Algen und Blütenpflanzen treten demgegenüber stark zurück.

Der Saprobienindex liegt zwischen 2,7 und 3,2.

Kennzeichnende Organismen-Kombinationen dieser Güteklasse sind: *Chironomus thummi* mit *Helobdella stagnalis*, *Tubificidae* mit *Erpobdella octoculata* oder *Chironomus thummi* mit *Erpobdella octoculata* und mit *Carchesium polypinum*. O<sub>2</sub> ist noch stets vorhanden, kann jedoch zeitweise auf Werte um etwa 2 mg/l absinken. Häufig beträgt der BSB<sub>5</sub> 7 bis 13 mg/l. NH<sub>4</sub>-N liegt meist über 0,5 mg/l und erreicht oft einige Milligramm je Liter.

■ Güteklasse III-IV:  
sehr stark verschmutzt

Das Wasser ist durch Abwasserbelastungen deutlich getrübt und der Gewässeruntergrund meist verschlamm (Faulschlamm). Fische sind nur lokal und dann nicht auf Dauer anzutreffen. Besiedlung fast ausschließlich durch Mikroorganismen, besonders Wimpertierchen, Geißeltierchen und Bakterien. Von Makroorganismen fast nur noch rote Zuckmücken-

larven und Schlammröhrenwürmer vorhanden; diese oft massenhaft.

Der Saprobienindex liegt zwischen 3,2 und 3,5.

Signifikant sind ausschließlich Kopplungen von Mikroorganismen, z.B. *Colpidium colpoda* mit *Beggiatoa*. Der O<sub>2</sub>-Gehalt liegt manchmal unter 1 mg/l und erreicht oft nur wenige Milligramm je Liter. Häufig beträgt der BSB<sub>5</sub> 10 bis 20 mg/l. NH<sub>4</sub>-N ist meist in mehreren Milligramm je Liter vorhanden. Auch toxische Einflüsse können bei sonst günstigen chemischen Befunden Ursachen gravierender Verarmungen der Biozönose sein.

■ Güteklasse IV:  
Übermäßig verschmutzt

Das Wasser ist durch Abwasserbelastungen stark getrübt und der Gewässerboden meist durch starke Faulschlammablagerungen gekennzeichnet. In vielen Fällen weist das Gewässer einen Geruch nach Schwefelwasserstoff auf. Fische fehlen. Besiedlung fast ausschließlich mit Bakterien, Pilzen und Geißeltierchen; Wimpertierchen kommen nur mit wenigen freibeweglichen Arten vor, oftmals massenhaft.

Der Saprobienindex liegt über 3,5.

Signifikant sind nur sehr wenige Kopplungen, z.B. *Paramecium caudatum* mit *Zoogloea*, *Colpidium campylum* mit *Paramecium trichium*. Bei Massenaufreten von *Colpidium campylum* in Abwesenheit anderer Wimpertierchen ist auch dieses signifikant. Diese Gewässerabschnitte sind durch die Zufuhr von organischem Abwasser so stark verschmutzt, daß der O<sub>2</sub>-Gehalt im Wasser sehr niedrige Konzentrationen aufweist oder gänzlich verschwindet. Fäulnisprozesse überwiegen. Der BSB<sub>5</sub> liegt meist über 15 mg/l NH<sub>4</sub>-N beträgt durchweg mehrere Milligramm je Liter. Bei starker toxischer Belastung kann biologische Verödung eintreten.

Die Gütegliederung der Fließgewässer ist in folgender Tabelle zusammengefaßt dargestellt. Dabei ist zu beachten, daß bei schematischer Anwendung dieser Tabelle Fehlbeurteilungen hinsichtlich der Güteklassifikation eintreten können.

Aufgrund der großen Schwankungsbreite von Stoffkonzentrationen in Gewässern kann es vorkommen, daß die den einzelnen Güteklassen in der Tabelle zu-

geordneten chemischen Kennwerte und Saprobienstufen sowie Saprobienindices nicht miteinander in Einklang stehen, und sichere Rückschlüsse von biologischen Befunden auf chemische Konzentrationswerte nicht möglich sind.

Diese Tabelle darf nicht dazu verwendet werden, aus chemischen Messungen die Gewässergüteklasse abzuleiten.

Tabelle: Kriterien zur Beurteilung der Gewässergüte von Fließgewässern

Güteklasse	Grad der organischen Belastung	Saprobienstufe	Saprobienindex	chemische Parameter <sup>1)</sup>		
				BSB <sub>5</sub> <sup>2)</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	O <sub>2</sub> -Minima <sup>3)</sup> (mg/l)
I	unbelastet bis sehr gering belastet	Oligosaprobie	1,0 - < 1,5	1	Spuren	> 8
I - II	gering belastet	Übergang zwischen Oligosaprobie und Betamesosaprobie	1,5 - < 1,8	1 - 2	um 0,1	> 8
II	mäßig belastet	Betamesosaprobie	1,8 - < 2,3	2 - 6	< 0,3	> 6
II - III	kritisch belastet	alpha-betamesosaprobe Grenzzone	2,3 - < 2,7	5 - 10	< 1,0	> 4
III	stark verschmutzt	Alphamesosaprobie	2,7 - < 3,2	7 - 13	0,5 bis mehrere mg/l	> 2
III - IV	sehr stark verschmutzt	Übergang zwischen Alphamesosaprobie und Polysaprobie	3,2 - < 3,5	10 - 20	mehrere mg/l	< 2
IV	übermäßig verschmutzt	Polysaprobie	3,5 - < 4,0	> 15	mehrere mg/l	< 2

<sup>1)</sup> Chemische Charakterisierungen der biologisch definierten Gewässergüteklassen aufgrund häufig anzutreffender Werte aus Stichprobenmessungen.

<sup>2)</sup> BSB<sub>5</sub> ohne Hemmung (DIN 38 409 - H51).

<sup>3)</sup> Die angegebenen Sauerstoffminima der Güteklassen II bis IV sind in schnellfließenden Hoch- und Mittelgebirgsbächen häufig höher als in der Tabelle angegeben; umgekehrt liegen sie in langsam fließenden und stauregulierten Fließgewässern niedriger als angegeben.

## 6.2. Einstufung in die LAWA-Güteklassen

Zur umfassenden Bewertung aller erhobenen Befunde eines Untersuchungspunktes am Gewässer sind folgende Daten bzw. Auswertungsergebnisse notwendig:

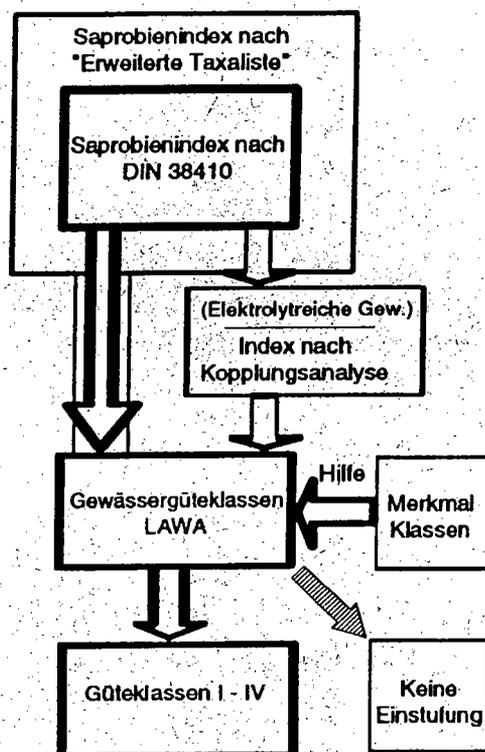
- Feldprotokoll 1
- Feldprotokoll 2
- Ergebnisse der Saprobienindexberechnungen nach DIN sowie die von wenigstens einem der weiteren Verfahren: der Merkmalklasse, des Saprobienindex nach "Erweiterte Taxaliste" und der Kopplungsanalyse.
- Ergebnisse der chem./phys. Stichprobenanalyse
- bei Bedarf die Stammdaten und die Dokumentationskarte mit den eingetragenen Untersuchungspunkten, Kläranlagen etc..

Die Basis der Bewertung ist der errechnete Saprobienindex nach DIN 38 410 Teil 2, der entsprechend der LAWA-Tabelle einer bestimmten Güteklasse zugeordnet werden kann. Diese Zuordnung ist in der Regel zutreffend, muß jedoch überprüft werden, da der Grad der Gewässerbelastung, der durch die LAWA-Güteklassen zum Ausdruck gebracht werden soll, durch mancherlei Faktoren unterschiedliche Auswirkungen auf das Besiedlungsbild haben kann, aus dem der Saprobienindex ermittelt wurde.

Natürliche und jahreszeitliche Schwankungen der Häufigkeitsverteilung der Taxa sowie die Abhängigkeit der Biozönose von morphologischen, physiographischen und typologischen Faktoren können in manchen Fällen dazu führen, daß der ermittelte Saprobienindex nicht mehr mit allen Kriterien für die Beurteilung von Fließgewässern nach LAWA übereinstimmt. Nach dieser Anleitung kann eine vom Saprobienindex nach DIN abwei-

chende Bewertung durch Absicherung aus den zusätzlichen Indexberechnungen erfolgen. Das Ergebnis darf hier jedoch nur um eine Güteklasse besser (Bonus) oder um eine Güteklasse schlechter (Malus) korrigiert werden.

Das Organisationsschema bei der Bewertung der Auswertungsergebnisse wird hier in einem Diagramm verdeutlicht:



Obligatorisch ist die Ermittlung des Saprobienindex nach DIN 38 410; ist das Ergebnis signifikant, so wird geprüft, ob die nach LAWA - Tabelle getroffene Einstufung mit der unter Zuhilfenahme der Merkmalklassen gefundene deskriptive LAWA-Güteklasse übereinstimmt. Da der Saprobienindex aus der "Erweiterten Taxaliste" eine Erweiterung des Ergebnisses aus dem DIN-Index darstellt, kann die Überprüfung auch von der "Erweiterten Taxaliste" aus erfolgen.

Ist der Saprobienindex nicht signifikant, so kann dafür der Saprobienindex der "Erweiterten Taxaliste" oder der Kopplungsanalyse (nur für elektrolytreiche Gewässer) herangezogen werden. Die DIN

38 410 Teil 2 Abschnitt 6.2 weist ausdrücklich daraufhin, daß z.B. bei Überschreiten des Streuungsmaßes weitergehende Auswertungen notwendig werden. Stimmt die Einstufung nach Saprobienindex der DIN nur schlecht oder gar nicht mit der LAWA-Beschreibung überein, so kann über die anderen Indices eine abweichende Bewertung vorgenommen werden, falls deren Einstufung besser mit der LAWA-Güteklasse übereinstimmt. Diese eventuell vorgenommene vom DIN-Saprobienindex abweichende Bewertung ist in jedem Fall schriftlich zu begründen (siehe Bewertungsprotokoll).

Es hat sich gezeigt, daß die Abweichungen der drei Indices untereinander in der Regel eine halbe Indexeinheit eher selten überschreiten, so daß sich der Ermessensspielraum doch in engen Grenzen hält.

Sind alle drei Indices nicht signifikant, so kann keine Güteklasse vergeben werden.

#### ■ Bewertungsprotokoll

Das Bewertungsprotokoll (siehe folgende Seite und Anhang) dient dazu, die wesentlichen Auswertungsergebnisse übersichtlich zusammenzustellen und die Entscheidung des Gewässerbiologen für eine bestimmte Güteklasse transparent und damit nachvollziehbar zu machen. Das Bewertungsprotokoll ist zusammen mit dem Feldprotokoll 1 und 2 aufzubewahren.

Die Auswertungsergebnisse des Saprobienindex nach DIN sind sowohl in die Tabelle als auch in die Graphik des Bewertungsprotokolls einzutragen, ebenso die beiden Indices der "Erweiterten Taxaliste" und der Kopplungsanalyse sowie der Merkmalklasse, insoweit diese berechnet wurden.

Vor der Entscheidung, ob die Einstufung nach Saprobienindex der DIN tatsächlich einen Bonus oder Malus erhält, sollten

noch einmal die LAWA Güteklassen-Beschreibung, die Standortfaktoren aus dem Feldprotokoll 1 sowie die Lage des Untersuchungspunktes im Gewässernetz bezüglich Emissionen und den damit verbundenen Ergebnissen der chem./phys. Stichprobenanalyse zu Rate gezogen werden. Die Entscheidung für oder gegen eine Korrektur kann dann nach Abwägung aller Fakten vom Gewässerbiologen aufgrund seiner Kenntnisse der ökologischen Zusammenhänge im Gewässer getroffen werden. Die Begründung für die getroffene Entscheidung ist mit kurzen Worten in das Bewertungsprotokoll einzutragen.

Die Ergebnisse der chem./phys. Stichprobenanalyse sind mit den Bereichen der chemischen Parameter in der LAWA-Tabelle der Gütegliederung zu vergleichen. Liegen die Ergebnisse ungefähr im Bereich der biologischen Einstufung, so sind sie im Bewertungsprotokoll als "übereinstimmend" zu markieren; liegen sie deutlich darüber oder darunter, so sind sie als "nicht übereinstimmend" anzugeben. Hier kann auch die für Baden-Württemberg erhobene Tabelle: "Verteilung der Konzentrationen wichtiger chemischer belastungsinduzierender Wasserinhaltsstoffe in den einzelnen Güteklassen, Daten von 1988-1991"; Gütezustand der Gewässer in B-W, 1991 (siehe Anhang) zu Rate gezogen werden.

Die Ergebnisse von Stichprobenanalysen unterliegen naturgemäß sehr großen Schwankungen und dürfen niemals das Maß einer Güteinstufung sein. Die chemischen Parameter können die biologische Einstufung nur dann plausibilisieren, wenn sie in ausreichender Anzahl erhoben wurden; Minimum: monatliche Stichprobenahmen über ein Jahr.

**BEWERTUNGSPROTOKOLL**

Dienststelle:	Bearbeiter:
UP-Code:	Untersuchungsdatum:
Fluß, Ort (Lage); Vorfluter:	

**AUSWERTUNGSERGEBNISSE:**

	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
* D							
* E							
* K							
* M	1	2	3	4	5	6	7
Gütekl.	I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV

D: Saprobienindex nach DIN 38 410	=	Streuungsmaß	=
E: Saprobienind. n. "Erweiterte Taxaliste"	=	Streuungsmaß	=
K: Index nach Kopplungsanalyse	=	Reproduzierbarkeit	=
M: Merkmalklasse	=		

Die chemisch-physikalischen Analysenergebnisse sind mit dem biologisch-ökologischen Befund: \*

	übereinstimmend	nicht übereinstimmend
--	-----------------	-----------------------

**ENTSCHEIDUNG:**

Die LAWA - Güteklasseneinstufung nach Saprobienindex (DIN 38 410) erhält: \*

keine Änderung	Bonus	Malus
----------------	-------	-------

Begründung:

<b>Bewertung</b>	<b>LAWA - Güteklasse:</b>
------------------	---------------------------

Vorheriges Untersuchungsergebnis von 19....
---

Defizite der Wasserbeschaffenheit (chem.): \*.....  
 Defizite im Besiedlungsbild bezogen auf o.g. Gütekl. \*

Ja	Nein
Ja	Nein

Handlungsbedarf:

Schutzbedarf:

Zeigen ein oder mehrere chem. Parameter wesentlich höhere Belastung an als nach der biologischen Einstufung zu erwarten, so sind die Ursachen dafür in jedem Fall zu eruieren.

Die Ergebnisse von Stichproben eines Untersuchungstages, die in einem zusammenhängenden Flußsystem gezogen wurden, können auch gut untereinander verglichen werden. Graduelle Unterschiede und Trends in den Konzentrationsangaben im Flußverlauf geben Hinweise auf Selbstreinigungsstrecken und Verdünnungen, Belastungssprünge und eventuelle diffuse Einleitungen.

Auch das vorhergehende letzte Untersuchungsergebnis und dessen Güteklasseneinstufung wird in das Bewertungsprotokoll aufgenommen; unterscheidet sich die neue Einstufung um eine oder mehrere Güteklassen, so sollten die Ursachen dieser Verbesserung oder Verschlechterung untersucht werden (Abwassersanierung etc.).

Ist die Entscheidung zur Korrektur einer neuen Güteklasseneinstufung auf der Grenze zweier Klassen nicht zweifelsfrei, so kann auch die vorherig letzte Einstufung den Ausschlag geben, wenn keine Ursachen für eine Veränderung gefunden werden können. Denn die aus der bereits natürlichen Schwankungsbreite der Indikatororganismen resultierende Güteeinstufung kann natürlich auch ständig über eine Güteklassengrenze pendeln.

Nach den bisherigen Erfahrungen dauert es Monate, eventuell Jahre, bis die Makrozoen einer Biozönose eindeutig auf veränderte Belastungen oder bauliche Veränderungen reagieren. Demzufolge bleibt auch die Güteklasseneinstufung um die entsprechende Zeitspanne der Umstellung in der Biozönose hinter der neuen Situation zurück.

Der Erfolg von Sanierungsmaßnahmen kann also in der Regel nicht unmittelbar nach der Durchführung anhand der Veränderung biologisch-ökologischer Ge-

wässergüteklassen nachgewiesen werden, hier müssen die Anpassungszeiten beobachtet und abgewartet werden.

Die gewässerschutzpolitische Zielsetzung geht dahin, daß alle Gewässer des Landes zumindest die Gewässergüteklasse II erreichen, sommerkalt Gewässer auch die Güteklasse I-II. Dies bedeutet, daß die mit II und besser eingestuft Bäche und Flüsse im allgemeinen als abwassersaniert hinsichtlich der leicht abbaubaren organischen Substanzen angesehen werden, für die kein wesentlicher Handlungsbedarf mehr besteht.

Im Bewertungsprotokoll wird auch angegeben, ob noch erkennbare Defizite der Wasserbeschaffenheit hinsichtlich Sauerstoffhaushalt, Wärmebelastung, Salzbelastung, organischen Stoffbelastung, Rohabwasser, Trübstoffe, toxischen Belastung etc. vorhanden sind und ob deutlich erkennbare Defizite im Besiedlungsbild, bezogen auf die "Normal"-Besiedlung der betreffenden Güteklasse, vorliegen: gestörte, untypische und verarmte Biozönosen, die auch durch hydrologische und physiographische Ursachen bedingt sein können (z.B. durch Flußbau).

Der aus o.g. Defiziten zu folgernde Handlungsbedarf für diesen Gewässerabschnitt ist mit kurzen Worten anzugeben.

Die Gewässer, die einen seltenen Gewässertyp repräsentieren, wegen ihres unberührten Naturzustandes und ihrer seltenen Arten (z.B. "Rote Liste") usw. eines besonderen Schutzes vor Eingriffen bedürfen, erhalten unter dem Sammelbegriff "Schutzbedarf" im Bewertungsprotokoll einen entsprechenden Vermerk mit Begründung.

Die für eine LAWA-Güteklasse getroffene Entscheidung ist mit den entsprechenden römischen Ziffern in das Bewertungsprotokoll einzutragen.

## 7. Darstellung der Ergebnisse nach LAWA-Güteklassen

Neben der Erstellung von Ergebnistabellen und Dateien werden die Ergebnisse von biologischen Gewässergüteuntersuchungen in aller Regel in Karten dargestellt. Diese farbigen Karten haben schon seit Jahrzehnten ihren festen Platz im Gewässerschutz.

Die Darstellung von Gewässergütekarten erfolgt nach dem Vorbild der "Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland" der LAWA (siehe Anhang).

Die Gewässergüteklassen werden als farbige Bänder auf den entsprechenden Gewässerstrecken dargestellt; die Farbgebung entspricht folgender Legende:

- dunkelblau: Güteklasse I
- hellblau: Güteklasse I-II
- dunkelgrün: Güteklasse II
- hellgrün: Güteklasse II-III
- gelb: Güteklasse III
- orange: Güteklasse III-IV
- rot: Güteklasse IV.

Die Bandbreite entspricht dem Abfluß, unterteilt in mehrere Stufen des logarithmischen Maßstabs des Mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ). Dadurch wird die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Gewässer besonders betont. Bei regionalen Gewässergütekarten kann auch auf eine gestufte Bandbreite verzichtet werden, wenn dem Abfluß und damit der Gewässergröße keine besondere Bedeutung zugemessen wird. Der Kartenmaßstab sollte so gewählt werden, daß für die Breite der Farbbänder genügend Freiraum bereitsteht.

In der Regel wird die Einstufung eines Untersuchungspunktes vom entsprechenden Ort in Fließrichtung zum nächsten UP bzw. zur Mündung extrapoliert.

Die Festlegung eines Farbüberganges von einer Güteklasse in eine andere ist unvermeidlich mit Unsicherheit verbunden, da die Untersuchungen punktuell erfolgen und die tatsächlichen Übergänge meist fließend sind. Wenn bei einer Verschlechterung als Ursache eine punktuelle Emission (z.B. Kläranlage) vorliegt, so kann der Farbwechsel auch an diesem Ort vorgenommen werden.

Eine Verbesserung kann auch am Ort einer Verdünnung (z.B. nach einer Mündung) durch ein deutlich geringer belastetes Nebengewässer erfolgen. Bei gänzlich unklaren Verhältnissen muß das Netz der Untersuchungspunkte entsprechend dichter gelegt werden oder sogar eine Bachbegehung durchgeführt werden.

Neben dieser Banddarstellung der Güteklassen sind in regionalen Gewässergütekarten auch Punktdarstellungen möglich, hierbei sind die gleichen Farbsignaturen zu verwenden. Um Verwechslungen mit hauptsächlich älteren Gütedarstellungen zu vermeiden, muß diese Punktdarstellung verbindlich festgelegt werden: Die Punkte werden als kreisrunde farbige Aufkleber oder als gezeichnete Farbkreise (D= ca. 0,5 cm) auf der Karte nahe dem Untersuchungspunkt am Gewässer plaziert und mit diesem mit einem geraden schwarzen Strich verbunden. An diesen Punkten sollte man in der Regel auch die Codierungsnummer des Untersuchungspunktes anbringen.

Die Banddarstellung als auch die in speziellen Fällen angewandte Punktdarstellung müssen stets mit einer Legende mit folgenden Mindestangaben versehen werden: Maßstab der Karte, Stand der Untersuchung (Jahreszahl), Tabelle der sieben Farben und LAWA-Güteklassen-

bezeichnungen und die abflußgestuften Bandbreiten, wenn letztere berücksichtigt wurden.

Die Darstellung der Landesgewässergütekarte erfolgt gemäß dem Schema der Bundesgewässergütekarte.

Andere Darstellungsformen der Gewässergüteklassen als die oben beschriebenen sind für die Veröffentlichung der offiziellen Gütekarten nicht zulässig.

Für Gewässerkarten mit anderen inhaltlichen Aussagen (z.B. chem. Parameter, Artenverbreitung etc.) müssen andere

Symbole und/ oder eventuell auch andere Farbgebungen gewählt werden, um Verwechslungen auszuschließen; diese sind in der Legende genau zu definieren.

In der Regel werden den Gewässergütekarten Erläuterungen beigelegt, in welchen der Gewässergütezustand der einzelnen Gewässer oder Flußsysteme verbal beschrieben und auf die Ursachen von Verschlechterungen und Verbesserungen sowie auf den daraus zu folgenden gewässerschutzpolitischen Handlungsbedarf eingegangen wird.

## 8. Veröffentlichung von Gewässergütedarstellungen

Die Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz sowie die Regierungspräsidien werden bei Bedarf regionale Gewässergütekarten aus ihrem Dienstbezirk veröffentlichen (ergänzt durch das Regionalmeßnetz).

Vor jeder Veröffentlichung regionaler Gewässergütekarten und deren Erläuterungen ist eine Abstimmung der Bewertung grenzüberschreitender Gewässer mit den angrenzenden Nachbarbezirken herbeizuführen.

Regionalkarten und Erläuterungen sind rechtzeitig im Entwurf vor der Veröffentlichung mit der LfU, Ref. 41, abzustimmen.

Die Quellen von Analysen, Befunden und Auswertungen sowie die Autoren sind stets zu nennen.

Die LfU, Ref. 41, erstellt die Gewässergütekarte des Landes Baden-Württemberg samt Erläuterung in 5-jährigem Abstand. Die Karte wird vom Ministerium für Umwelt herausgegeben. Alle Beiträge zu dieser Karte, die von den WBÄ und weiteren Stellen kommen, werden in der Veröffentlichung der Landeskarte als Quellen unter Nennung der Autoren aufgeführt.

Die LfU stellt die Daten für die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland zusammen, die von der LAWA herausgegeben wird; hier werden lediglich die Bundesländer als Quellen angegeben.

## 9. Ausblick

Die vorliegende Arbeitsanleitung beschränkt sich zunächst weitgehend auf die biologisch-ökologische Fließgewässeruntersuchung zur Ermittlung der Güteklassen der LAWA. Dies deckt jedoch bei weitem noch nicht das gemeinsame Arbeitsfeld der Gewässerbiologen an den Ämtern ab.

Weitere Arbeitsanleitungen zur Vereinheitlichung von biologisch-ökologischen Untersuchungsmethoden werden deshalb nach Bedarf folgen. Hier sind die Arbeitsmethoden z.B. zur Beweissicherung, für Sanierungskonzepte als auch für die Untersuchung von kleineren stehenden Gewässern wie z.B. von Baggerseen anzusprechen.

---

## 10. Anhang

1. Kopiervorlagen von Untersuchungs- und Bewertungsprotokollen
2. Gerätebeschreibungen, Bestelladressen
3. Liste der Abrufpegel
4. Bestimmungsliteratur
5. DIN 38 410, Teil 1 und 2
6. DIN-Taxaliste
7. "Erweiterte Taxaliste": Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
8. Erläuterung zur Kopplungsanalyse nach BUCK
9. Erläuterung zur "Karlsruher Methode" nach SCHMITZ
10. Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg, 1991; Heft 27

Veröffentlichungen des Zentralen Fachdienstes Wasser - Boden - Abfall - Altlasten  
bei der Landesanstalt für Umweltschutz  
**Handbuch Wasser**

<b>Titel</b>		<b>Herausgabe</b>	<b>Schutzgebühr (falls lieferbar)</b>
Handbuch Wasser 2 <b>Gewässerkundliche Beschreibung Abflußjahr 1990</b>	Heft 1	1991	30,00 DM
Handbuch Wasser 2 <b>Bauweisen des naturnahen Wasserbaus Umgestaltung der Enz in Pforzheim</b>	Heft 2	1991	30,00 DM
Handbuch Wasser 2 <b>Gewässerentwicklungsplanung - Leitlinien</b>	Heft 3	1992	30,00 DM
Handbuch Wasser 2 <b>Übersichtskartierung der morphologischen Naturnähe von Fließgewässern - Vorinformation-</b>	Heft 4	1992	30,00 DM
Handbuch Wasser 2 <b>Regionalisierung hydrologischer Parameter für Niederschlag- Abfluß-Berechnungen - Grundlagenbericht - Programmdiskette</b>	Heft 5	1992	50,00 DM 40,00 DM
Handbuch Wasser 2 <b>Ökologie der Fließgewässer Niedrigwasser 1991</b>	Heft 6	1992	40,00 DM
Handbuch Wasser 2 <b>Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung - Arbeitsanleitung - Programmdiskette</b>	Heft 7	1992	50,00 DM 40,00 DM