

**MITTEILUNGEN ZUM
GEWÄSSERSCHUTZ**

NR. 26

**Methoden zur Untersuchung und
Beurteilung der Fliessgewässer
in der Schweiz**

**Modul-Stufen-
Konzept**

**MITTEILUNGEN ZUM
GEWÄSSERSCHUTZ**

NR. 26

**Methoden zur Untersuchung und
Beurteilung der Fließgewässer
in der Schweiz**

**Modul-Stufen-
Konzept**

In Zusammenarbeit mit

Eidg. Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG)
Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW)
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft,
des Kantons Zürich (AWEL)

**Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL
Bern, 1998**

Impressum:

Autoren: Dieser Bericht wurde von der Projektgruppe „Fließgewässerbeurteilung“ erarbeitet. Mitglieder der Projektgruppe waren:

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Paul Liechi
Ueli Sieber

Bundesamt für Wasserwirtschaft
Ulrich von Blücher
Hans Peter Willi

*Eidg. Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz*
Ueli Bundi (Vorsitz)
Andreas Frutiger
Michael Hütte
Armin Peter

*Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
des Kantons Zürich*
Christian Göldi
Urs Kupper
Walo Meier
Pius Niederhauser

**Ergänzende
Beiträge**

lieferten: *Eidg. Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz*
Herbert Güttinger

Landeshydrologie und Geologie
Hugo Aschwanden

Layout: HYDRA, Büro Peter Rey, Konstanz

Bezugsquelle: Dokumentationsdienst
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
3003 Bern
Fax ++41 (0)31 324 02 16
E-mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: <http://www.admin.ch/buwal/publikat/d/>

© BUWAL 1998

Preis: Fr. 15.-

Inhalt

Abstracts	4
Vorwort	5
Zusammenfassung	6
1 Einleitung	7
1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung	7
1.2 Gesetzliche Grundlagen	9
1.3 Ziel und Zweck von Fliessgewässeruntersuchungen	10
2 Das modulare Konzept	11
2.1 Genereller Aufbau des Konzeptes	11
2.2 Die Stufen	12
2.3 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse	13
2.4 Die Module	15
2.4.1 Hydrodynamik und Morphologie	15
2.4.2 Biologie	17
2.4.3 Chemische und toxikologische Effekte	18
Anhang	20
A1 Rechtlicher Rahmen	20
A1.1 Gewässerschutz	20
A1.2 Wasserbau	22
A1.3 Raumplanung	22
A1.4 Fischerei	23
A1.5 Natur und Landschaftsschutz	23
A2 Ökologische Anforderungen an Fliessgewässer	24
A2.1 Gewässerzustand	24
A2.2 Einflussfaktoren und konkrete Anforderungen	24
A3 Kurzfassung der Module - Stand der Bearbeitung	30

Abstracts

Integrierte Gewässerüberwachung in der Schweiz

Das Gewässerschutzgesetz vom 24.1.1991 geht von einem umfassenden Schutzgedanken aus. Gewässer sollen vor allen negativen Einwirkungen, also nicht nur vor Verunreinigung durch Abwasser geschützt werden, damit sie ihre vielfältigen Funktionen als Lebensräume für Pflanzen und Tiere, aber auch als Nutzungsobjekte erfüllen können. Diese Funktionen und die verschiedenen Gewässerbelastungen müssen bei der Gewässerbeurteilung in Rechnung gestellt werden. Diese soll sowohl überblicksmässig für einen Kanton oder eine Region wie auch vertieft für einzelne Gewässer und Gewässersysteme erfolgen. Diesen Anforderungen kann mit einem modular aufgebauten Untersuchungskonzept entsprochen werden. Damit werden die Empfehlungen von 1982 über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer wesentlich erweitert. In drei verschiedenen Intensitätsstufen sind Erhebungsverfahren in den Bereichen Hydrologie, Ökomorphologie, Biologie (Ufer und Umlandvegetation, höhere Wasser- und Sumpfpflanzen, Algen, Makrozoobenthos, Fische), Wasserchemie und Ökotoxikologie vorgesehen. Der multidisziplinäre Ansatz soll eine integrale Beurteilung der Fließgewässer erlauben, aufgrund derer Defizite erkannt und Massnahmenpläne entwickelt werden können. Die verschiedenen Module werden in separaten Teilpublikationen vorgestellt; der vorliegende Text erläutert die Grundzüge des modularen Konzeptes, verweist auf die rechtlichen Grundlagen und diskutiert Ziel und Zweck der Methodensammlung.

Sorveglianza integrata delle acque in Svizzera

La legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque parte dal presupposto di un'idea di protezione globale delle acque. Le acque devono essere protette da tutte le influenze negative e non soltanto dalle acque di scarico inquinate. Ciò dovrebbe permettere alle acque di svolgere le loro multiple funzioni quale habitat per flora e fauna ma anche di essere utilizzate in senso più generale. Al momento in cui si effettua una valutazione delle acque è necessario tenere conto di dette funzioni nonché dei loro diversi carichi. Ciò deve avvenire nel quadro di una visione d'insieme per un Cantone o una regione come pure in maniera più approfondita per singoli corsi e sistemi d'acqua. A dette esigenze può essere corrisposto con un concetto d'esame strutturato a moduli, il quale permette di ampliare in modo sostanziale le raccomandazioni emanate nel 1982 sull'esame delle acque di superficie svizzere. Nel quadro di tre livelli d'intensità sono previsti rilevamenti nell'ambito dei settori idrologia, ecomorfologia, biologia (riva e vegetazione circostante, piante acquatiche e palustri, alghe, macrozoobenthos, pesci), chimica dell'acqua ed ecotossicologia. L'approccio multidisciplinare deve permettere una valutazione integrale dei corsi d'acqua, sulla base della quale è possibile riconoscere insufficienze e pianificare provvedimenti. I diversi moduli verranno presentati nel quadro di pubblicazioni parziali a sé stanti. Il testo presente spiega le caratteristiche di base del concetto modulare, ne indica le basi giuridiche e discute obiettivi e scopi della raccolta basata sul metodo.

Surveillance intégrée des cours d'eau en Suisse

La loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux résulte d'une volonté de protection globale: les eaux doivent être protégées non seulement contre la pollution par les eaux usées, mais aussi contre toute influence négative, pour qu'elles puissent remplir la diversité de leurs fonctions de biotopes pour les plantes et les animaux et servir de ressource naturelle. Les différentes fonctions et utilisations des eaux doivent être prises en compte dans l'appréciation des cours d'eau. Cette appréciation, sommaire à l'échelle d'un canton ou d'une région, doit être approfondie pour certains cours d'eau et réseaux hydrographiques. Ces exigences peuvent être satisfaites par un système modulaire d'analyse, qui élargit considérablement les recommandations de 1982 concernant l'analyse des eaux superficielles. Les méthodes d'investigation prévoient trois niveaux dans les domaines suivants: hydrologie, écomorphologie, biologie (rives et végétation des rives, plantes aquatiques et palustres, algues, macrozoobenthos, poissons), chimie des eaux et écotoxicologie. Cette approche multidisciplinaire permettra une appréciation complète des cours d'eau, la mise en évidence des déficits écologiques et l'élaboration de plans de mesures. Les différents modules seront présentés dans des publications distinctes; le présent document explique les principes du système modulaire, fait référence aux bases légales et commente les objectifs des différentes méthodes.

Integral surveillance of running waters in Switzerland

The water pollution control law of 24.1.1991 is based on the concept of comprehensive protection. To effectively fulfill their numerous functions as habitats for plants and animals and as objects of use for man, surface waters (i.e. lakes, rivers, streams, etc.) must be protected not only from pollutants, but also from all other negative influences. In accordance with this goal, it is intended to carry out an assessment of these functions and of the various pollutant sources in the form of general surveys for cantons and regions, and, in more depth, for individual rivers and streams or complete river systems. The requirements for these surveys can be met by a modular monitoring procedure. In this way, the measures recommended in 1982 on the investigation of Swiss surface waters will be considerably expanded. Survey procedures are planned at three intensity levels in the areas of hydrology, ecomorphology, biology (banks and surrounding vegetation, higher water and marsh plants, algae, makrozoobenthos, fish), water chemistry and ecotoxicology. The multidisciplinary approach will permit an integral assessment to be made of running waters, and this in turn will enable insufficiencies to be detected and measures to be developed. The various modules will be described in separate publications. The present text discusses the principal aspects of the modular procedure makes reference to the legal basis, and discusses the aim and purpose of the proposed compendium of methods.

Vorwort

Bereits seit längerem hatten die Fachstellen von Bund und Kantonen erkannt, dass ein Bedarf für Untersuchungsmethoden besteht, mit denen die Auswirkungen der vielfältigen Nutzungen auf die Gewässerökosysteme erfasst werden können und anhand derer der Handlungsbedarf im Hinblick auf die heute geltenden gesetzlichen Anforderungen abgeleitet werden kann.

Handlungsbedarf und Erfolgskontrolle der Abwassersanierung orientierten sich bis heute hauptsächlich an der Gewässerbeurteilung mittels chemischer Kenngrößen gemäss den „*Empfehlungen über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer*“ von 1982. Für den Vollzug einer modernen ganzheitlichen Schutzkonzeption müssen jedoch auch die Verfahren zur Beurteilung der Gewässer weiterentwickelt werden.

Für den Zustand der Fliessgewässer spielen neben der Belastung durch Abwasser die Nutzungen im quantitativen Bereich wie z.B. Wasserkraft, Siedlungsentwässerung und Hochwasserschutz eine wichtige Rolle. Daher ist neben der Bewertung der chemischen Wasserqualität und des biologischen Zustandes insbesondere die Erhebung und Beurteilung derjenigen Kenngrößen notwendig, die die morphologischen und hydrologischen Bedingungen sowie die Dynamik im Gewässer als Lebensraum charakterisieren.

Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) beschlossen 1993, vorerst in den Bereichen Ökomorphologie, Hydrologie und Fischbiologie allgemein gültige Empfehlungen für die Beurteilung der schweizerischen Fliessgewässer bereitzustellen.

Verschiedene Expertengruppen erarbeiteten Anleitungen zur Beurteilung der schweizerischen Fliessgewässer und stellten in der Folge die Grundlagen für ein modular aufgebautes Konzept bereit. Auf dieser Basis wurde in enger Zusammenarbeit von BUWAL, EAWAG, Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich und anderen kantonalen Fachstellen das vorliegende Gesamtkonzept für die Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz erarbeitet.

Das vorliegende Konzept ermöglicht keine vollständige Beschreibung des Zustandes eines Fliessgewässers. Dazu würde zum Beispiel auch eine detaillierte Analyse des Einzugsgebietes oder etwa eine Aufnahme aller Nutzungen in und am Gewässer gehören, die hier aber nicht berücksichtigt sind. Das neue Konzept bildet jedoch den Rahmen für eine ganze Reihe von Methoden zur Untersuchung und Bewertung der Fliessgewässer anhand morphologischer, biologischer und chemisch-physikalischer Parameter. Es ist so konzipiert, dass es nicht nur der Erfolgskontrolle im Gewässerschutz allein, sondern allgemeiner auch der integrierten Umweltberichterstattung im Rahmen der heutigen Umweltpolitik für eine dauerhafte Entwicklung dienen kann.

Die einzelnen Methoden des Konzeptes werden in loser Reihenfolge ebenfalls im Rahmen „Vollzug Umwelt“ in den Mitteilungen zum Gewässerschutz des BUWAL erscheinen. Getrennt von den vorliegenden Empfehlungen zur Untersuchung der Fliessgewässer ist auch die Veröffentlichung von Methoden zur Untersuchung der stehenden Gewässer der Schweiz geplant.

Zusammenfassung

Das vorliegende Konzept zur Untersuchung der Fliessgewässer der Schweiz stellt eine Weiterentwicklung der Empfehlungen von 1982 über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer dar. Es richtet sich nach dem umfassenden Schutzgedanken des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991 und ist aus Teilmethoden, sogenannten Modulen, aufgebaut (siehe Tab. 1). Vorgesehen sind Module in den Bereichen Hydrodynamik und Morphologie (Hydrologie, Ökomorphologie), Biologie (Ufer und Umlandvegetation, höhere Wasser- und Sumpfpflanzen, Algen, Makrozoobenthos, Fische) und chemische und toxische Effekte (Wasserchemie, Ökotoxikologie). Die Auswahl der zur Anwendung kommenden Teilmethoden richtet sich nach den verschiedenen Zielen, die mit der Gewässeruntersuchung verfolgt werden.

Die Untersuchungen sind in drei Stufen unterschiedlicher Bearbeitungsintensität unterteilt:

F Flächendeckend, d.h. alle Fliessgewässer in einem Gebiet; wenige Schlüsselparameter, geringe Untersuchungstiefe, geringer Aufwand pro Einzeluntersuchung;

S Systembezogen, d.h. ganze Fliessgewässer mit ihren Zuflüssen; grössere Anzahl an Parametern, mittlere Untersuchungstiefe, mittlerer Aufwand pro Einzeluntersuchung;

A Abschnittsbezogen, d.h. bestimmte Bereiche eines Fliessgewässers; gezielte Untersuchungen zur Beantwortung von Detailfragen, lokal aufwendige Erhebungen.

Stufe ↓	Hydrodynamik und Morphologie		Biologie					chemische und toxische Effekte	
	Hydrologie	Ökomorphologie*	Ufer- und Umlandvegetation	höhere Wasser- und Sumpfpflanzen	Algen	Makrozoobenthos	Fische	Wasserchemie	Ökotoxikologie
F	Charakterisierung des Abflussregimes und pauschale Erhebung der Beeinflussungen	Erhebung der morphologischen Beeinträchtigungen mit wenigen aussagekräftigen Parametern; Identifikation der Durchgängigkeitsstörungen, abschnittsweise Beurteilung der Naturnähe	Schätzung der Häufigkeit von höheren Wasserpflanzen	Schätzung der Häufigkeit von Algen; Untersuchung der Kieselalgen	einfache Erhebungen und Beurteilung auf feldtauglichem taxonomischem Niveau	Stichproben zur Ermittlung des Fischarzenspektrums	stichprobeweise Ermittlung anthropogener Belastungen mit wenigen Parametern	Stichproben, 2 bis 3 einfache Testverfahren, Verdünnungsreihe zur Ermittlung der NOEC**	
S	systematische Erhebung und grobe Quantifizierung der Beeinflussungen	systembezogene Defizitanalyse; Entwicklung von Massnahmenplänen mit Angabe von Prioritäten	Kartierung aller vorhandenen Arten	Untersuchung der Kieselalgen	Vergleich der vorkommenden Taxa mit Bezugsgewässern	vertiefte Erhebung der vorkommenden Arten	Untersuchung einer Vielzahl von Belastungsparametern	saisonale oder häufigere Überprüfung der wichtigsten Einleiter	
A	umfassende Quantifizierung und Messung der Beeinflussungen	z.B. detaillierte Untersuchungen von Auen	z.B. quantitative Aufnahmen aller Arten einschliesslich der zeitlichen Dynamik	z.B. detaillierte Untersuchungen auf Artniveau einschliesslich der zeitlichen Dynamik	z.B. detaillierte Untersuchungen auf Artniveau einschliesslich der zeitlichen Dynamik	z.B. quantitative Untersuchungen	z.B. Spezialanalysen	verschiedene toxikologische und chemische Erhebungen: Einleiterkataster	

* unter Berücksichtigung des äusseren Aspektes gemäss Artikel 1 der Verordnung über Abwasserleitungen vom 8.Dez. 1975

** No Observed Effect Concentration

Tafel 1: Zusammenstellung des dreistufigen, modularen Konzeptes

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Gewässeruntersuchungen haben in der Schweiz eine lange Tradition. Den Limnologen, die bereits vor vielen Jahrzehnten mit den damaligen analytischen Hilfsmitteln versuchten, den chemischen, physikalischen und biologischen Zustand der Fliessgewässer und Seen festzustellen, verdanken wir die Kenntnisse über die Entwicklung der Wasserqualität vor dem Hintergrund der zunehmenden Verschmutzung der Gewässer.

Verschiedene Entwicklungen führten zu einer starken Beeinträchtigung der Fliessgewässer hinsichtlich ihrer Qualität als Lebensräume für Tiere und Pflanzen sowie als Landschaftselemente und hinsichtlich ihrer Nutzfunktionen:

- ❑ Rodung und intensive Waldnutzung in den Berggebieten im 17., 18. und 19. Jh. führten zu grösseren Abflussspitzen, was mit der damit verbundenen Erhöhung der Geschiebefrachten zunehmend grössere Überschwemmungen im flacheren Mittelland bewirkte. Insbesondere Ende des letzten Jh. wurden deshalb an vielen Fliessstrecken Korrekturen durchgeführt; meistens wurde durch Begradigen und Tieferlegen die Schleppkraft der Gewässer verbessert, damit diese das aus den Bergen zugeführte Geschiebe wieder selbst abführen konnten.
- ❑ Der Ausbau der Wasserkraftnutzung in diesem Jh. führte zu Restwasserstrecken oder Staustrecken und veränderte das Abflussverhalten und die Geschiebeführung ganzer Fliessgewässersysteme.
- ❑ Mit dem Ausbau der Abwasserkanalisation aus hygienischen Gründen gelangten ab Mitte des 19. Jh. zunehmend Schmutz- und Nährstoffe in die Gewässer. Der wirtschaftliche Aufschwung nach 1950 vergrösserte die Belastungen in einem Ausmass, das die öffentliche Hand zum Eingreifen zwang.
- ❑ Die intensive Entwicklung der Siedlungsstruktur ab 1950, der Ausbau von Schiene und Strasse sowie die Intensivierung der Landwirtschaft verringerte zunehmend den Raum, der den Fliessgewässern zugestanden wurde. Viele Gewässer wurden kanalisiert, verbaut oder sogar eingedolt. Heute sind schätzungsweise nur noch ca. 10% der Fliessgewässer des Gewässernetzes der Schweiz morphologisch noch einigermaßen intakt. Viele Flüsse und Bäche sind zudem in den Einzugsgebieten durch die Wasserkraftnutzung (hydrologisch) beeinträchtigt.
- ❑ Die Entwicklung der zivilisatorischen Aktivitäten führte auch zu einer Erhöhung der Stoffflüsse zwischen Luft, Boden und Wasser: Die Belastung der Gewässer mit Stickstoff, Phosphor und Metallen aus diffusen Quellen nahm dadurch bis vor kurzem stetig zu.

Lange Tradition der Gewässeruntersuchungen

Beeinträchtigung der Fliessgewässer durch:

- **Rodung und Waldnutzung**

- **Wasserkraftnutzung**

- **Abwasserkanalisation**

- **Siedlung und Landwirtschaft**

- **Zunahme der Stoffflüsse**

1971:
*Erste Revision des
Gewässerschutzgesetzes*

1974:
*Empfehlungen über die
Gewässerunter-
suchungen*

1982:
*Empfehlungen über die
Untersuchung der
schweizerischen
Oberflächengewässer*

1991:
*Zweite Revision des
Gewässerschutzgesetzes
(GSchG)*

**Bei verbesserter
Wasserqualität
rücken andere
Gewässerdefizite in
den Vordergrund**

**Zielorientierte
Erhebungen und
Kontrollen**

**Die ökologischen
Auswirkungen chemi-
scher Stoffgemische
sind noch weitgehend
unbekannt**

Bei der Revision des *ersten Gewässerschutzgesetzes* im Jahre 1971 wurde die entsprechende Gesetzesgrundlage für die regelmässige Untersuchung der ober- und unterirdischen Gewässer geschaffen. Auf dieser Grundlage gab das Eidg. Departement des Innern (EDI) 1974 „*Vorläufige Empfehlungen über die regelmässigen Untersuchungen der schweizerischen Fliessgewässer*“ heraus. Die Entwicklung der Gesetzgebung und der Ausbau der Abwasserreinigung gingen somit Hand in Hand mit einer Intensivierung der Überwachung der Gewässer bezüglich Inhaltsstoffen. Die Kenntnis des chemischen Wasserzustandes bildet die Voraussetzung für eine gezielte Massnahmenplanung und Erfolgskontrolle.

Die wissenschaftlichen und praktischen Fortschritte bei der Untersuchung und Interpretation des chemischen Gewässerzustandes veranlassten das EDI schliesslich, den Stand des Wissens bei der Gewässeruntersuchung im Jahre 1982 in den „*Empfehlungen über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer*“ festzuhalten. Diese Vollzugshilfe des Bundes zuhanden der Gewässerschutzfachstellen hat bis heute Bestand. Die Empfehlungen enthalten neben einem Teil über stehende Gewässer einen Teil mit methodischen Hinweisen zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Zur Anwendung kommen dabei hauptsächlich chemische Parameter für die Beurteilung der Wasserqualität. Andere Bewertungsverfahren, z.B. anhand biologischer Kenngrössen, werden nicht im Detail erläutert.

Mit der Verbesserung der Wasserqualität durch den Aufbau der Abwasserreinigung gewinnen nun aber auch die morphologischen, hydrologischen und biologischen Defizite der Gewässer zunehmend an Gewicht, denn diese relativieren die Erfolge des Schutzes vor Verunreinigungen. Damit die Gewässer ihre Funktion als Lebensraum erfüllen können, müssen auch diese Beeinträchtigungen erfasst, interpretiert und dargestellt werden; nur so können sie gezielt angegangen und behoben werden. Aufwand und Erfolg von Gewässerrenaturierungen müssen aber in einem vernünftigen Verhältnis zueinander stehen und die jeweiligen Randbedingungen in Rechnung stellen. Dies erfordert zielorientierte Erhebungen und Kontrollen.

In den Abwasserreinigungsanlagen werden vor allem leichter abbaubare organische Stoffe, Phosphor, Stickstoffverbindungen und absetzbare Stoffe aus dem Abwasser entfernt. Gewerbe, Industrie, Landwirtschaft und Haushalte setzen täglich Tausende von chemischen Substanzen ein, über deren Abbauverhalten und Langzeitwirkung in der Umwelt aber wenig oder nichts bekannt ist. Bei der Verwendung oder bei der Entsorgung gelangen solche Stoffe direkt oder indirekt, etwa via Luft und Boden, ins Wasser. Viele dieser Stoffe können den Menschen und die Lebensgemeinschaften in Konzentrationen störend beeinflussen, die mit den üblichen chemischen Analysemethoden nur noch sehr schwer oder gar nicht mehr feststellbar sind. Für die Beurteilung von Substanzen mit oekotoxikologischer Wirkung oder anderen negativen Eigenschaften müssen Verfahren entwickelt werden, welche über die bisherigen, klassischen chemischen Untersuchungen hinausgehen.

Im Rahmen des Vollzugs des *revidierten Gewässerschutzgesetzes* vom 24. Januar 1991 (GSchG), welches den Schutz der Gewässerökosysteme als Ganzes bezweckt, ist deshalb eine Erweiterung der Methoden für eine gesamtschweizerisch vergleichbare Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer notwendig geworden.

1.2 Gesetzliche Grundlagen

Das GSchG legt grossen Wert auf den Schutz, die Erhaltung und Wiederherstellung der Gewässer als naturnahe Lebensräume für Tiere und Pflanzen (Art. 1, Zweck). In der revidierten Gewässerschutzverordnung werden ökologische Ziele formuliert, die bei allen Massnahmen nach der Verordnung berücksichtigt werden müssen, mit dem Zweck, die Gewässer im Sinne des Vorsorgeprinzips generell vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen und deren nachhaltige Nutzung zu ermöglichen. Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen der Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen eine standortgerechte Artenzusammensetzung und -häufigkeit aufweisen und sich selbst reproduzieren und regulieren können. Die Hydrodynamik (Geschiebetrieb, Wasserstands- und Abflussregime) und Morphologie sowie die Wasserqualität sollen möglichst naturnah sein. Für die Wasserqualität legt der Bundesrat in der Verordnung gemäss Artikel 9, Absatz 1 GSchG zusätzlich die Anforderungen fest. Werden diese Mindestanforderungen nicht eingehalten, ergibt sich unmittelbar Handlungsbedarf für die zuständigen Behörden.

Mindestanforderungen an den Gewässerzustand im Rahmen der Restwasserproblematik sowie bei Verbauungen und Korrekturen finden sich in Artikel 31, Absatz 2 und Artikel 33, Absatz 3, sowie in Artikel 37, Absatz 2 GSchG. In Artikel 50 verpflichtet das GSchG Bund und Kantone, die Öffentlichkeit über den Gewässerschutz sowie den Zustand der Gewässer zu informieren und Massnahmen zur Verhinderung und zur Verminderung nachteiliger Einwirkungen auf die Gewässer zu empfehlen. Grundlage dafür sind umfassende Kenntnisse der Zusammenhänge zwischen den Einflussgrössen und dem Gewässerzustand. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit gezielter Erhebungen um die Erfüllung der Gesetze zu gewährleisten.

Der Bund führt zudem Erhebungen von gesamtschweizerischem Interesse durch über die hydrologischen Verhältnisse, die Wasserqualität, die Trinkwasserversorgung und über andere Belange des Gewässerschutzes und stellt deren Ergebnisse und die Auswertung Interessierten zur Verfügung (Art. 57, Abs. 1 und 3 GSchG). Der Bundesrat regelt die Durchführung der Erhebungen und ihre Auswertung (Art. 57, Abs. 4).

Nach Artikel 7 Absatz 3 GSchG und gemäss den Bedingungen der revidierten Gewässerschutzverordnung sorgen die Kantone dafür, dass für jede Gemeinde ein genereller Entwässerungsplan (GEP)* erstellt wird, der einen sachgemässen Gewässerschutz und eine zweckmässige

Gesamtschweizerisch vergleichbare Untersuchung und Beurteilung

Gewässerschutzgesetz und revidierte Gewässerschutzverordnung:

- **standortgerechte und selbstregulierende Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen**
- **möglichst naturnahe Hydrodynamik und Morphologie sowie Wasserqualität**
- **Mindestanforderungen an den Gewässerzustand beim Restwasser**
- **Information der Öffentlichkeit**
- **gezielte Erhebungen**
- **Erhebungen von gesamtschweizerischem Interesse**
- **genereller Entwässerungsplan (GEP)**

* Im GEP-Musterbuch des VSA (Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute) werden Vorschläge erarbeitet als Hilfe für die Erhebungsplanung. Im Kapitel „Zustandsbericht Gewässer“ werden Querverweise zum vorliegenden Konzept und Kriterien zur Modulauswahl vorgegeben.

vorhandenen Kenntnisse die gesetzlich verankerten Anforderungen an die Fließgewässer, die Anforderungen aus ökologischer Sicht (siehe Kapitel A2 im Anhang), die zeitlichen, materiellen und finanziellen Rahmenbedingungen, die Art der Beurteilung der Ergebnisse und die Art der geplanten Veröffentlichung.

Das in Kapitel 2 vorgestellte Konzept stellt für die zuständigen Vollzugsbehörden eine Grundlage bereit zur Planung und Durchführung von Erhebungen an schweizerischen Fließgewässern.

2 Das modulare Konzept

2.1 Genereller Aufbau des Konzeptes

Das vorliegende Konzept zur Untersuchung und Beurteilung der schweizerischen Fließgewässer stellt eine Weiterentwicklung der Methodik dar, welche in den „*Empfehlungen über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer*“ von 1982 enthalten ist. Entsprechend den vielfältigen Anforderungen des neuen Gewässerschutzgesetzes wird eine integrale Beurteilung der Gewässer angestrebt, die aus mehreren Teilmethoden, sogenannten Modulen, aufgebaut wird. Die umfassende Beurteilung eines Gewässers verlangt nach Beurteilungs- und Untersuchungsmethoden, die alle natürlichen und anthropogenen Einflüsse berücksichtigen. Bei der Erhebungsplanung und auch bei der Beurteilung sind deshalb bereits vorhandene Informationen ebenfalls zu berücksichtigen. Dies können Angaben über Nutzungen im Einzugsgebiet oder im Bereich des Gewässers sein, beispielsweise das Inventar der bestehenden Wasserentnahmen nach Artikel 29 und Artikel 82 GSchG.

Im folgenden werden die Bereiche aufgeführt, für die im Rahmen des vorliegenden Publikationskonzeptes (Schriftenreihe Vollzug Umwelt) konkrete und detaillierte Anleitungen (Module) vorgesehen sind.

- Hydrodynamik und Morphologie**
 - Hydrologie
 - Ökomorphologie
- Biologie**
 - Ufer und Umlandvegetation,
 - höhere Wasser- und Sumpfpflanzen
 - Algen
 - Makrozoobenthos
 - Fische
- Chemische und toxische Effekte**
 - Wasserchemie
 - Ökotoxikologie

Die verschiedenen Teilmethoden sind aufeinander abgestimmt. Jedes Modul kann aber auch einzeln und unabhängig von den übrigen

Integrale Beurteilung der Gewässer mittels mehrerer Teilmethoden (Module)

Nutzung weiterer verfügbarer Informationen

Hydrodynamik und Morphologie

Lebensgemeinschaften (Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen)

Wasserqualität

**Unabhängige
Teilmethoden mit
vergleichbaren
Resultaten**

**Drei Intensitätsstufen
bezüglich
Erhebungsaufwand**

**Stufe F:
schneller Überblick
über wichtige Aspekte**

**Erkennen deutlicher
Defizite**

**Stufe S:
detaillierte Analyse
des Fließgewässer-
systems**

**Stufe A:
aufwendige Untersu-
chungen zu bestimm-
ten Fragestellungen**

Modulen angewendet werden. Durch das übergeordnete Konzept wird sichergestellt, dass die Erhebungen in den verschiedenen Modulen komplementär und die Resultate untereinander vergleichbar sind. Die Liste der Module ist offen und kann erweitert werden.

Die Auswahl der zur Anwendung kommenden Teilmethoden richtet sich nach der Fragestellung der geplanten Untersuchung.

Je nach Bedarf und Zielsetzung sowie nach den zeitlichen und materiellen Rahmenbedingungen können die Erhebungen unterschiedlich detailliert durchgeführt werden. Die einzelnen Module sind deshalb in der Regel aus drei Intensitätsstufen bezüglich Erhebungsaufwand und Beurteilungstiefe aufgebaut.

2.2 Die Stufen

F Flächendeckende Erhebungen

Bei Erhebungen auf Stufe F sollen flächendeckend grössere Gebiete (Kantone, Regionen, Gemeinden) untersucht werden. Die Bearbeitungstiefe ist hier (bezogen auf einen untersuchten Gewässerabschnitt) relativ gering. Diese Untersuchungen sollen neben Fachleuten auch Entscheidungsträgern aus Politik und Verwaltung einen schnellen Überblick über wichtige Aspekte des Zustandes der Gewässer bzw. deren Beeinträchtigungen geben. Um dies zu erleichtern, wird in den verschiedenen Modulen, wenn möglich, ein einheitliches Klassierungssystem eingeführt. Die entsprechenden Benotungen können in Lageplänen farblich dargestellt werden. Auf diese Weise sind Gewässerabschnitte mit deutlichen Defiziten rasch zu erkennen.

S Systembezogene Erhebung

Auf Stufe S werden die Gewässer systemhaft untersucht und bewertet, d.h. ganze Gewässerläufe, möglichst einschliesslich aller Zuflüsse, werden gesamthaft analysiert. Untersuchungsaufwand und Bearbeitungstiefe sind wesentlich grösser als auf Stufe F. Eine detaillierte Analyse der verschiedenen ökologischen Defizite im Gesamtkontext des betrachteten Gewässers erlaubt die systemgerechte Planung von Massnahmen einschliesslich ihrer Priorität. Die weniger aufwendigen Methoden von Stufe F, sind soweit möglich und sinnvoll, Teil der Erhebungen auf Stufe S.

A Abschnittsbezogene Erhebungen

Stufe A behandelt aufwendige, zielorientierte Untersuchungen, welche zumeist abschnittsweise bei spezifischen Problemen zum Zuge kommen. Im Rahmen dieses Modulkonzeptes werden für Stufe A nur allgemeine Hinweise gegeben, da problemspezifisch auch unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen müssen. Anwendungsbeispiele für die Methoden der Stufe A sind z.B. die Erfolgskontrolle von Gewässerrenaturierungen, Bestimmung von Dotierwassermengen für Restwasserstrecken, Ermittlung ökologischer Effekte durch Kläranlagen u.a.

Stufe	F	S	A
räumlicher Massstab	Flächendeckend, Untersuchung aller Fliessgewässer in einem Gebiet (z.B. Kanton, Region, Gemeinde)	Systemhaft, Analyse ganzer Fliessgewässer, möglichst einschliesslich aller wichtigen Zuflüsse	Abschnittsweise, Analyse ausgewählter Gewässerbereiche
Erhebungsaufwand pro untersuchter Gewässerstelle	gering	mittel	hoch
primäre Adressaten der Untersuchungsergebnisse	Fachpersonen, Behörden, Politiker, Öffentlichkeit	Fachpersonen und Behörden aus Wasserbau, Gewässerschutz, Fischerei, Naturschutz, Raumplanung usw.	Fachpersonen, Behörden und Wissenschaftler aus Wasserbau, Gewässerschutz, Fischerei, Naturschutz usw.
Ziel Zweck	überblicksmässige Erfassung des Gewässerzustandes und ökologischer Defizite, abschnittsweise Benotung	detaillierte Erfassung des Gewässerzustandes mit Defizitanalyse und Herleitung von Massnahmenplänen	problemspezifische Analyse zu speziellen Fragestellungen

Tafel 3: Definition der Stufen unterschiedlichen Erhebungsaufwandes

2.3 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Für eine umfassende Beurteilung der Fliessgewässer wird eine Harmonisierung der Beurteilungsansätze in den Modulen angestrebt.

Benotung auf Stufe **F**

Die Gewässerabschnitte werden aufgrund der ermittelten Parameter benotet und in Klassen eingeteilt. In Karten können die verschiedenen Qualitätsstufen oder Defizitbereiche farblich dargestellt werden, wodurch auch für Laien ein guter Überblick über die Situation der Gewässer gegeben wird. Die Einteilung in Klassen ist bezüglich der organischen Belastung relativ einfach, da deren Auswirkungen in Fliessgewässern unabhängig von der geographischen Region prinzipiell gleich sind. Schwieriger ist eine Zustandsklassierung für die Gewässermorphologie und die Biologie, da diese wesentlich von örtlichen Gegebenheiten abhängt.

Die Benotung/Klasseneinteilung der Stufe F in den verschiedenen Modulen soll nach Möglichkeit nach einem einheitlichen Grundmuster erfolgen, einer Bewertung der untersuchten Parameter mittels einer Punkteskala. Aufgrund der erreichten Gesamtpunktzahl erfolgt die Einteilung der untersuchten Gewässerabschnitte in vier Klassen.

Die Bewertungsergebnisse lassen sich anschliessend auf einer Karte mit vier Farben (*blau, grün, gelb, rot*) in übersichtlicher Weise darstellen. Dabei sollen Synergien mit anderen Verfahren genutzt werden. Die Lage und Definition der Gewässerabschnitte beispielsweise kann aufgrund der Vorgaben von GEWISS (Gewässerinformationssystem

Bewertung liefert gut differenzierten und leicht verständlichen Überblick über den Gewässerzustand

Einteilung in vier Klassen

Darstellung übersichtlich und vierfarbig

Schweiz) durchgeführt werden. Die kartographischen Darstellungen sollen, falls möglich, mittels Geographischer Informationssysteme erfolgen. Falls entsprechende Programme zur elektronischen Erfassung und Speicherung der Daten bereits entwickelt wurden, sind Angaben dazu in den separaten Teilpublikationen zu den verschiedenen Modulen enthalten.



Tafel 4: Klassierung der Fliessgewässerabschnitte.

Bewertung anhand eines Bezugsgewässers auf Stufe **S**

Je spezialisierter ein Erhebungsverfahren ist, desto schwieriger wird es, die Bewertung der Ergebnisse nach einem modulübergreifenden Grundmuster zu gestalten.

Eine Bewertung setzt im Gegensatz zu einer allgemeinen Beurteilung eine vorgegebene Werteskala voraus. Die Module werden sich auf der Stufe S in der Regel auf eine Bewertung anhand von Vergleichs- oder Referenzzuständen abstützen. Der ideale Referenzzustand wäre der vom Menschen unbeeinflusste natürliche Gewässerzustand. Ein solcher existiert in der Schweiz allerdings - mit Ausnahme hochalpiner Situationen - nicht mehr. Für vom Menschen veränderte Gewässer lassen sich prinzipiell 3 verschiedene Arten von Referenzzuständen definieren: räumliche, historische und theoretisch (gedanklich) rekonstruierte Referenzen.

Eine *räumliche Referenz* ist ein nicht oder nur wenig beeinflusstes, vergleichbares Gewässer innerhalb derselben geographischen Region. Dabei wird es sich im ausseralpinen Raum zumeist um Fliessgewässer (-abschnitte) in naturnahen Waldbereichen handeln. Eine Gewässertypisierung erleichtert das Auffinden von passenden Referenzgewässern, sofern genügend naturnahe Gewässer vorhanden sind.

Bei einer *historischen Referenz* sind geschichtliche Informationen beizuziehen. Zum einen sind dies alte Karten, in welchen ursprüngliche Linienführung und Gerinneform zu erkennen sind, und zum anderen Daten über die ursprünglich vorhandenen Arten (z.B. Fische). Diese Unterlagen sind allerdings zumeist nur für grössere Fliessgewässer vorhanden.

Bei einer *theoretisch rekonstruierten Referenz* wird der Referenzzustand pragmatisch aufgrund von allgemeinen - wissenschaftlichen - Erkenntnissen hergeleitet. So können z.B. geomorphologische und geobotanische Gesetzmässigkeiten zur Rekonstruktion der ursprünglichen Morphologie und Vegetation dienen. Dennoch wird ein erheblicher Interpretationsspielraum verbleiben, es werden immer subjektive Elemente in die Beurteilung einfließen.

Bewertung nach vorgegebener Werteskala:

- räumliche Referenz**
- historische Referenz**
- theoretisch rekonstruierte Referenz**

Nicht jeder der oben genannten Referenztypen eignet sich für jedes Modul. Während sich zum Beispiel beim Makrozoobenthos am ehesten eine räumliche Referenz in Form eines oder mehrerer Bezugsgewässer gut eignet, sind im Bereich der Ökomorphologie alle drei Referenztypen anwendbar.

Die Ergebnisse des Vergleichs der Untersuchungsdaten mit einem Bezugsgewässer müssen schlussendlich auch zu einer Bewertung führen (Grad der Abweichung vom Referenzzustand). Es ist von Vorteil, wenn diese Bewertung ebenfalls optisch zur Darstellung gebracht werden kann.

Bewertung auf Stufe A

Bei der Stufe A werden in der Regel sehr detaillierte Untersuchungen vorgenommen. Allenfalls wird mit Methoden gearbeitet, welche ein bereits erprobtes Beurteilungssystem beinhalten. Bei dieser Stufe wird deshalb auf die Erstellung von einheitlichen Grundsätzen für die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse verzichtet.

2.4 Die Module

Im folgenden werden die verschiedenen Module des Beurteilungskonzeptes vorgestellt. Die Verfügbarkeit der Information richtet sich dabei nach dem Stand der Erarbeitung der Teilmethoden. Im Bereich Ökomorphologie liegen Details zur Methodik bereits vor, während in den Bereichen Biologie und Chemie erste konzeptionelle Vorschläge vorhanden sind (Stand Januar 1998). Diese Methoden sind in Bearbeitung. Die wichtigsten Merkmale der einzelnen Module sind, soweit schon vorhanden, in einheitlich gestalteten Tabellen in Kapitel A3 des Anhangs zusammengestellt.

2.4.1 Hydrodynamik und Morphologie

Hydrologie

Die Struktur der Fließgewässer im unbeeinflussten Zustand wird durch die Hydrologie sowie die Geologie des Talgrundes und des Einzugsgebietes vorgegeben. Abflussdynamik und Geschiebetrieb gestalten die Flusslandschaft, deren Charakteristik im Modul „Ökomorphologie“ erhoben wird. Das Modul „Hydrologie“ umfasst eine Beschreibung von Abflussmenge und -regime sowie die Erfassung der Eingriffe in den Wasserhaushalt.

F Das Ziel der Untersuchungen auf Stufe F ist eine einfache, übersichtsmässige Charakterisierung der Hydrologie der Fließgewässer einer Region. Falls Messungen vorliegen, wird das Abflussregime mit den statistischen Abfluss-Kennwerten, wie sie aus den hydrologischen Jahrbüchern bekannt sind (z.B mittl. jährlicher Abfluss; Monatsmittel, -minimum und -maximum; Ganglinie und Dauerlinie der Tagesmittel, langjährige Monatsmittel), beschrieben. Andern-

**Bewertung:
Abweichung vom
Referenzzustand**

**Keine einheitlichen
Bewertungskriterien**

**Modul - Stufen -
Konzept wird konti-
nuierlich ausgebaut**

**MODUL
„HYDROLOGIE“**

**Beschreibung von
Abflussmenge und
Geschiebetrieb**

**Übersichtsmässige
Charakterisierung der
Hydrologie der
Fließgewässer einer
Region**

**Detaillierte Analyse
der Hydrologie eines
Fliessgewässersystems
und des dazugehören-
den Einzugsgebietes**

**MODUL
„ÖKOMORPHOLOGIE“**

**Beschreibung der
strukturellen Gege-
benheiten in und am
Gewässer**

**Bewertung der
Naturnähe**

falls können das Regime und die monatlichen Mittelwerte des Abflusses mit einem Verfahren nach ASCHWANDEN & WEINGARTNER (*Hydrologischer Atlas der Schweiz* 1992, Blatt 5.2) abgeschätzt werden. Aufgrund eines vorgegebenen Kategorienkatalogs werden anschliessend Art und Ausmass der Eingriffe in den Wasserhaushalt ermittelt und bezüglich der Auswirkungen auf die Hydrologie des Fliessgewässers beurteilt. Je nach Beeinflussungsgrad, wird das betrachtete Gewässer aufgrund ökologischer Kriterien einer Zustandsklasse zugeordnet. Aus der Untersuchung resultiert zum einen ein Fliessgewässersinventar mit Angabe zum Abflussregime und zu festgestellten Eingriffen. Zum anderen werden die Zustandsklassen der Einzugsgebiete in einer Übersichtskarte dargestellt. Sie sollen es erlauben, eine orientierende Beurteilung der Fliessgewässer auf Handlungsbedarf bezüglich ökologischer Defizite im Bereich Hydrologie vorzunehmen.

S Die Untersuchungen auf Stufe S zielen auf eine detaillierte Analyse der Hydrologie eines Fliessgewässersystems und des dazugehörigen Einzugsgebietes hin. Dazu ist das Vorhandensein von langjährigen - allenfalls bereits länger zurückliegenden - Messaufzeichnungen unerlässlich. Die in Stufe F pauschal festgestellten Eingriffe in den Wasserkreislauf werden systematisch und lagegenau erfasst sowie grob quantifiziert. Der Vergleich von Messungen aus unterschiedlichen Zeitperioden mit verschiedenem Beeinflussungsgrad oder der Vergleich von Messungen mit der quantitativen Abschätzung der Eingriffe erlaubt eine Rekonstruktion der natürlichen Abflussverhältnisse. Daraus wiederum lassen sich Massnahmen zur Verminderung der ökologischen Defizite im Bereich Hydrologie ableiten. Bei geplanten Massnahmen lassen sich umgekehrt die Auswirkungen der Eingriffe abschätzen. Aus der Untersuchung resultieren ein Inventar der Eingriffe und ihrer Auswirkungen auf das Fliessgewässer sowie die Beschreibung der natürlichen Abflussverhältnisse in Berichts- und Tabellenform. Die resultierenden Zustandsklassen werden auf dieser Stufe bezogen auf das Gewässernetz in einer Karte dargestellt.

Ökomorphologie

F Das Ziel der Untersuchungen auf Stufe F ist eine einfache, übersichtsmässige Erhebung und Darstellung des ökomorphologischen Zustandes der Gewässer. Bei einer Begehung werden die strukturellen Gegebenheiten in und am Gewässer erfasst. Felderhebungen können nach kürzerer Instruktionszeit, jedoch ohne spezielle wissenschaftliche Anforderungen an das Personal durchgeführt werden. Die Erhebungen

- die Sohlenbreite und Wasserspiegelbreitenvariabilität,
- die Verbauung der Sohle,
- die Verbauung des Böschungsfusses,
- die Breite und Beschaffenheit des Uferbereiches,
- die Lage und Art der Durchgängigkeitsstörungen.

umfassen:

Anhand der ersten vier Parameter werden die einzelnen Gewässer hinsichtlich ihrer Naturnähe, die wesentlich durch die Strukturvielfalt charakterisiert ist, bewertet (siehe „Benotung auf Stufe F“, unter Kapitel 2.3).

Die aufgenommenen Parameter und die Gesamtbewertung können kartographisch dargestellt werden. Die Klasseneinteilung wird mit den Farben blau, grün, gelb und rot in Lageplänen dargestellt. Die Durchgängigkeitsstörungen gelangen auf den Plänen separat zur Darstellung.

Neben den oben genannten Kriterien können bei der Stufe F des Moduls „Ökomorphologie“ weitere Parameter erhoben werden. Hierzu gehört z.B. eine Abschätzung der Häufigkeit von Algen und höheren Wasserpflanzen, die in diesem Modul nur als Strukturelemente gewertet werden. Auf dieser Stufe werden ebenfalls die Erhebungen zum äusseren Aspekt gemäss Artikel 1 der Verordnung über Abwassereinführungen (neu: Anhang 1.2 der revidierten Gewässerschutzverordnung) integriert.

S Das Ziel der Untersuchungen auf Stufe S ist die detaillierte Erhebung und Bewertung des ökomorphologischen Zustandes eines Gewässersystems und, darauf aufbauend, die Herleitung von Massnahmenplänen.

Die Stufe S des Moduls „Ökomorphologie“ umfasst neben der Erhebung und Bewertung der Stufe F noch eine Reihe weiterer Parameter wie Linienführung, Sohleneintiefung u.a. Zudem wird gesondert für jedes Gewässer aufgrund geomorphologischer Gesetzmässigkeiten ein Referenzzustand (theoretisch) rekonstruiert, welcher bei der Beurteilung als Bezugsgrösse dient. Die Stufe S ist für ganze Gewässersysteme vorgesehen, wobei die Zuflüsse zum Hauptgewässer möglichst umfassend einzubeziehen sind. Die ermittelten ökologischen Defizite werden mit Blick auf ihre Bedeutung für das betrachtete System bewertet. Auf dieser Basis können dann nach vorgegebenen Grundsätzen Massnahmenpläne zur ökologischen Aufwertung der Gewässer entwickelt werden. Die Prioritätenfolge ergibt sich aus einer Analyse im Vergleich zum ökologischen Nutzen.

Wo Eingriffe in ein Gewässer oder Gestaltungsmassnahmen vorgesehen sind, liefert die Stufe S wesentliche Informationen über die Rolle der betroffenen Gewässerabschnitte im Gesamtsystem. Der systemhafte Überblick zeigt auch die Möglichkeiten auf, mit geringem Aufwand optimale Verbesserungen zu erzielen.

2.4.2 Biologie

Während die Erhebung der Ufer und Umlandvegetation Teil des Moduls „Ökomorphologie“ ist, sieht das vorliegende Konzept für die Untersuchung der im Wasser lebenden Organismen selbständige Einzelmodule vor. Biologische Untersuchungen, wie z.B. bei den Kieselalgen, erlauben nicht nur eine Beurteilung der Zusammensetzung der Arten, sondern geben auch Hinweise auf die stoffliche Belastung über

Einteilung in vier Klassen

**Algen-, Pflanzen-
gemeinschaften und
zusätzliche Parameter**

**Stufe F ergänzt durch
zusätzliche Kriterien**

**Basis für
Massnahmenpläne**

**Systemhafter Überblick
erlaubt optimalen öko-
logischen Nutzen der
Massnahmen**

**Biologische Erhebun-
gen in selbständigen
Einzelmodulen**

**Grundsätzliche
Vorgaben zu den bio-
logischen**

**MODUL
„HÖHERE WASSER-
UND
SUMPFPFLANZEN“**

**MODUL
„ALGEN“**

**MODUL
„MAKROZOO-
BENTHOS“**

**MODUL
„FISCHE“**

**MODUL
„WASSERCHEMIE“**

**Grobes Screening der
Belastungen kleinerer
Fließgewässer**

eine gewisse Zeit. Die Module der biologischen Untersuchungen sollen nach folgenden grundsätzlichen Überlegungen ausgestaltet werden:

Höhere Wasser- und Sumpfpflanzen

- F** Schätzung der Häufigkeit von höheren Wasserpflanzen
- S** Kartierung der vorhandenen Arten

Algen

- F** Schätzung der Häufigkeit von Algen, Untersuchung der Kieselalgen
- S** Untersuchung der Kieselalgen

Makrozoobenthos

- F** Einfache Erhebungen und Beurteilung der Taxa auf feldtauglichem Niveau
- S** Vergleich der vorkommenden Taxa mit Bezugsgewässern, Defizitanalyse

Fische

In Anlehnung an die Fischereigesetzgebung betrifft das Modul Fische die Knochenfische, die Zehnfusskrebse und die Rundmäuler.

- F** Stichproben zur Ermittlung des Artenspektrums
- S** Vertiefte Erhebung der vorkommenden Arten

2.4.3 Chemische und toxikologische Effekte

Wasserchemie

F Chemische Untersuchungen auf Stufe F bezwecken ein grobes Screening für mögliche Belastungen von meist kleineren Fließgewässern, die noch nie oder kaum je chemisch untersucht worden sind. Sie umfassen die wichtigsten Parameter, die anthropogene Belastungen anzeigen können: Phosphat, Ammonium und DOC (gelöster organischer Kohlenstoff). Als Hilfsgrößen für die Interpretation der Ergebnisse werden die Temperatur, der pH-Wert und der Abfluss bestimmt oder abgeschätzt. Falls mit einem gut ausgerüsteten Laboratorium mit weitgehend automatisierten Verfahren gearbeitet wird, können weitere Parameter gemäss Stufe S gemessen und beurteilt werden. Es sollen mindestens vier Messungen pro Jahr durchge-

führt werden. Probenahmen auf Stufe F sind mindestens einmal pro Jahreszeit, wenn möglich bei Normal- oder Niederwasser zu erheben.

Ziel der Erhebungen ist eine grobe Abschätzung der Belastungssituation. Der Aufwand bei der Probenahme muss deshalb in einem vernünftigen Verhältnis zu den möglichen Aussagen stehen.

S Chemische Untersuchungen auf Stufe S bezwecken eine vertiefte Analyse mit höherer Probenahmefrequenz und eignen sich wegen des damit verbundenen Aufwandes für grössere Bäche oder für Flüsse und nur bei speziellen Belastungssituationen auch für kleinere Gewässer. Sie umfassen nebst den Erhebungsgrössen aus Stufe F auch die in der revidierten Gewässerschutzverordnung enthaltenen numerischen Anforderungen an die Wasserqualität (Anhang 1.2) aufgeführten Substanzen und werden ergänzt mit Nitrit, Chlorid, Gesamtstickstoff, Gesamt-Phosphor, TOC und eventuell geochemischen Parametern.

Es sollen mindestens zwölf Messungen pro Jahr durchgeführt werden. Zur Beurteilung werden vier Klassen gebildet. Die Beurteilung soll Hinweise liefern, ob und welche Massnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustandes notwendig sind.

Ökotoxikologie

F Ökotoxikologische Untersuchungen auf Stufe F sollen rasche und kostengünstige Hinweise auf die Gefährdung durch toxische Stoffe geben können. Damit sollen potentielle Problemgewässer erkannt werden.

Stichproben werden einer Verdünnungsreihe unterworfen: anhand von zwei bis drei einfachen Testverfahren wird die Konzentration bestimmt, bei welcher keine toxischen Effekte mehr nachgewiesen werden können (No Observed Effect Concentration, NOEC). Je mehr bis zur Erreichung der NOEC verdünnt werden muss, desto grösser ist die Toxizität.

S Mit saisonalen oder häufigeren toxikologischen Untersuchungen auf Stufe S werden die wichtigsten Einleiter und Zuflüsse sowie die Vorfluter ober- und unterhalb von Abwassereinleitungen überprüft. Damit können die Einleiter toxischer Substanzen lokalisiert und angeordnete Massnahmen überprüft werden.

Wie bei Stufe F werden die Proben einer Verdünnungsreihe unterworfen: anhand von verschiedenen Testverfahren wird die Konzentration bestimmt, bei welcher keine toxischen Effekte mehr nachgewiesen werden können (No Observed Effect Concentration, NOEC). Der Verdünnungsfaktor gibt Hinweise auf die Toxizität.

Vertiefte Analyse, höhere Probenahmefrequenz, zusätzliche Parameter

MODUL „ÖKOTOXIKOLOGIE“

Rasche, kostengünstige Tests geben Hinweise auf die Gefährdung durch toxische Stoffe

Durch gezielte, wiederholte Untersuchungen kann der Ursprung toxischer Substanzen lokalisiert und die Einhaltung von Auflagen überprüft werden

**Bundesgesetz über den
Schutz der Gewässer**

**GSchG strebt einen
umfassenden Schutz
der Gewässer an**

**Eingriffe sind
möglichst naturnah
auszuführen**

Anhang

A 1 Rechtlicher Rahmen

Die folgende Übersicht befasst sich mit den wichtigsten gesetzlichen Grundlagen, welche Anforderungen an den Gewässerzustand enthalten.

A 1.1 Gewässerschutz

Im Zentrum der Vorschriften, welche sich mit dem Schutz der Gewässer als natürliche Lebensräume für Pflanzen und Tiere und Ressource für den Menschen befassen, stehen das *Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG; SR 814.20)* vom 24. Januar 1991 sowie die *revidierte Gewässerschutzverordnung (GSchV)*, welche die Bestimmungen der Allgemeinen Gewässerschutzverordnung (SR 814.201) vom 19. Juni 1972 und der Verordnung über Abwassereinleitungen (SR 814.225.21) vom 8. Dezember 1975 in überarbeiteter Form vereint.

Das GSchG bezweckt den Schutz der Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen u.a. im Interesse der Gesundheit, der Trink- und Brauchwasserversorgung, der Erhaltung natürlicher Lebensräume für Tiere und Pflanzen sowie der Sicherung der natürlichen Wasserkreisläufe. Es strebt einen umfassenden Schutz der Gewässer an. Diese sollen vor allen Arten von Einwirkungen, also nicht nur vor Verunreinigung durch Abwasser geschützt werden. Stand früher die Wasserqualität im Zentrum der Gewässerschutzmassnahmen, geht es neu darum, die Ökosysteme der Gewässer gesamthaft, einschliesslich ihrer Wasserführung, Morphologie und Uferbereiche zu schützen. Die Gewässer sollen ihre Funktion als Lebensräume für Pflanzen und Tiere wieder erfüllen können.

Das GSchG legt grossen Wert auf den Schutz, die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Gewässer als naturnahe Lebensräume für Tiere und Pflanzen (Art. 1, Zweck). In Artikel 9, Absatz 1, wird der Bundesrat ermächtigt, die Anforderungen an die Wasserqualität der ober- und unterirdischen Gewässer festzulegen. Im Bereich der Gestaltung des Lebensraumes enthält es zudem einige Bestimmungen, welche für die Morphologie der Fliessgewässer massgebend sind. Verbauungen und Korrekturen werden nur noch dann erlaubt, wenn der Schutz von Mensch und erheblichen Sachwerten dies erfordert oder wenn der Zustand eines bereits beeinträchtigten Gewässers verbessert werden kann (Art. 37, Abs. 1). Die Eingriffe sind möglichst naturnah auszu-

- der natürliche Verlauf des Fliessgewässers muss möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden;
- Gewässer und Ufer müssen so gestaltet werden, dass
 - sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können,

- die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischem Gewässer weitgehend erhalten bleiben,
- eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

führen (Art. 37, Abs. 2), d.h.,

Fliessgewässer dürfen grundsätzlich nicht mehr überdeckt oder eingedolt werden. Bestehende Überdeckungen und Eindolungen sind bei notwendigem Ersatz offenzulegen (Art. 38).

Bei Wasserentnahmen muss die gesetzlich geforderte Restwassermenge (Art. 31, Abs. 1) erhöht werden, wenn eine Reihe von Anforderungen nach Artikel 31, Absatz 2 nicht erfüllt sind und nicht durch andere Massnahmen erfüllt werden können. Diese Anforderungen betreffen u.a. die Einhaltung der vorgeschriebenen Wasserqualität, die Erhaltung seltener Lebensräume und -gemeinschaften sowie die freie Wanderung und Fortpflanzung der Fische.

Artikel 7, Absatz 3 GSchG verpflichtet die Kantone, eine kommunale und, soweit notwendig, eine regionale Entwässerungsplanung durchzuführen.

Die revidierte GSchV enthält in Anhang 1 die ökologischen Ziele und die Anforderungen an die Wasserqualität für oberirdische und unterirdische Gewässer. Grundsätzliches Ziel ist die Sicherstellung von reichen, ausgeglichenen und lebensfähigen Gewässerökosystemen mit einer standortgerechten Artenvielfalt (Anh. 1.1). Neben der Wasserqualität sollen auch die morphologische Vielfalt von Gewässerbett und Ufer zusammen mit der Dynamik von Abfluss, Geschiebetrieb und Temperatur den Anforderungen an ein naturnahes Gewässer entsprechen.

Die Anforderungen an die Wasserqualität stellen Mindestanforderungen dar, welche eingehalten werden müssen (Anh. 1.2). Dabei wurden im wesentlichen die Bestimmungen der Artikel 1 und 2 der Verordnung über Abwassereinleitungen übernommen und an neue Erkenntnisse angepasst. Für die Fliessgewässer gelten neben den allgemeinen Anforderungen an die Wasserqualität auch eine Reihe besonderer Anforderungen.

- Gewässer sowie die von ihnen beeinflusste Umgebung sollen möglichst naturnahe, sich selbst reproduzierende und regulierende Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen aufweisen.
- Die Lebensgemeinschaften sollen eine Vielfalt und Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für den nicht oder nur schwach anthropogen beeinflussten Zustand des Gewässers.
- Die Hydrodynamik (Geschiebetrieb, Wasserstands- und Abflussregime) und Morphologie des Gewässers sollen möglichst naturnahen Bedingungen entsprechen. Sie sollen die Selbstreinigungsprozesse, den natürlichen Stoffaustausch zwischen Wasser und Gewässersohle sowie die Wechselwirkung mit der Umgebung uneingeschränkt gewährleisten.

Grundsätzlich keine Eindolungen mehr

Gesetzlich geforderte Restwassermengen

Kommunale und regionale Entwässerungsplanung

Ökologische Ziele für Gewässer und Anforderungen an die Wasserqualität

Selbstregulierende und gewässertypische Lebensgemeinschaften

Hydrodynamik und Morphologie mit möglichst naturnahen Bedingungen

**Keine nachteiligen
Einwirkungen von
Stoffen aus menschlicher
Tätigkeit auf die
Lebensgemeinschaften**

**Keine künstlichen und
langlebigen Stoffe in
Wasser, Schwebstoffen
und Sedimenten**

**Auflagen für die stoffliche
Belastung von
Fließgewässern**

**Bundesgesetz über den
Wasserbau**

**Bundesgesetz über die
Raumplanung**

- Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass die Temperaturverhältnisse möglichst naturnah sind und Stoffe, die infolge menschlicher Tätigkeit ins Wasser gelangen, weder auf die Lebensgemeinschaften noch auf die Nutzung der Gewässer nachteilige Einwirkungen haben und weder in Pflanzen, Tieren, Mikroorganismen noch in Schwebstoffen und Sedimenten angereichert werden
- Im Wasser, in den Schwebstoffen und in den Sedimenten sollen keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sein, und die biologischen und chemischen Prozesse, welche die Lebensvorgänge der Tiere und Pflanzen sowie die Beziehungen zwischen den Organismen steuern, sollen gewährleistet sein.

Ökologische Ziele für Gewässer

- Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass sich im Gewässer keine mit blossen Auge sichtbaren Kolonien von Bakterien, Pilzen oder Protozoen und keine unnatürlichen Wucherungen von Algen und höheren Wasserpflanzen bilden.
- Durch Abwassereinleitungen soll sich im Gewässer keine Schlamm- und Trübungsbildung, Verfärbung und Schaumbildung zeigen sowie kein sauerstoffarmer Zustand entstehen und sich kein nachteiliger pH-Wert ergeben.
- Die Konzentrationen von Nitrit- und Ammoniak in den Fließgewässern sollen die Fortpflanzung und Entwicklung der empfindlichen Organismen (z.B. Salmoniden) nicht beeinträchtigen.
- Die Sauerstoffversorgung in der Gewässersohle soll für die dort lebenden Organismen ausreichend sein, und es sollen sich keine Eisensulfidflecken bilden. Die Sauerstoffverhältnisse sollen nicht beeinträchtigt werden durch eine unnatürlich erhöhte Sauerstoffzehrung oder eine unnatürlich verminderte Sohldurchlässigkeit (z.B. durch Kolmation).
- Für eine Reihe chemischer Parameter (BSB₅, DOC, Ammonium, Nitrat, Schwermetalle und organische Pestizide) werden direkte numerische Anforderungen an die Wasserqualität gestellt.

Anforderungen an die Wasserqualität

A 1.2 Wasserbau

Von Bedeutung im Bereich Morphologie und Lebensraumgestaltung der Fließgewässer ist das *Bundesgesetz über den Wasserbau* vom 21. Juni 1991 (WBG; SR 721.100), das in Artikel 4, Absatz 2-4 kongruent ist mit den Bestimmungen über die Gewässerverbauungen im Gewässerschutzgesetz (Art. 37, Abs. 2-4 GschG).

A 1.3 Raumplanung

Gemäss *Bundesgesetz über die Raumplanung* (RPG; SR 700) sind

naturnahe Landschaften und Erholungsräume zu erhalten. See- und Flussumfer müssen freigehalten und die öffentliche Zugänglichkeit soll erleichtert werden (Art. 3, Abs. 2 Bst c und d). Bäche und Flüsse und ihre Ufer sowie Lebensräume für schutzwürdige Tiere und Pflanzen sind wichtige Objekte von Schutzzonen (Art. 17).

A 1.4 Fischerei

Das *Bundesgesetz über die Fischerei* vom 21. Juni 1991 (BGF; SR 923.0) bezweckt u.a. den Schutz der Gewässer als Lebensräume der Fische, Krebse und Fischnährtiere (z.B. Makroinvertebraten). Aus den Bestimmungen über die Erhaltung der Fischlebensräume können indirekt gewisse Anforderungen an die Qualität der Fließgewässerökosysteme abgeleitet werden. Nach Artikel 7 BGF haben die Kantone dafür zu sorgen, dass:

- Bachläufe und Gewässerpartien, die dem Laichen und Aufwachsen der Fische dienen, erhalten bleiben;
- nach Möglichkeit Massnahmen ergriffen werden zur Verbesserung und Wiederherstellung der Lebensräume für die Wassertiere.

Im weiteren empfehlen die Kantone nach Artikel 22a, BGF geeignete Schutz- und Unterhaltmassnahmen.

A 1.5 Natur- und Landschaftsschutz

Das *Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz* vom 1. Juli 1966 (NHG, SR 451) bezweckt u.a. den Schutz der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt sowie ihres natürlichen Lebensraums (Art. 1, Buchs. d.). Betreffend Anforderungen an den Gewässerzustand besteht ein Zusammenhang zu den Bestimmungen, welche die Erhaltung genügend grosser Lebensräume verlangen, um dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten entgegenzuwirken (Art. 18). In intensiv genutzten Gebieten sorgen die Kantone für ökologischen Ausgleich mit Feldgehölzen, Hecken, Uferbestockungen oder mit anderer naturnaher standortgemässer Vegetation. Insbesondere wird auch die Ufervegetation explizit geschützt (Art. 21), und die Kantone werden angehalten, fehlende Ufervegetation anzulegen oder die Voraussetzungen für deren Gedeihen zu schaffen.

Die *Verordnung über den Natur- und Heimatschutz* vom 16. Januar 1991 (NHV, SR 451.1) hält u.a. fest: Der ökologische Ausgleich (Art. 18b Abs. 2 NHG) bezweckt insbesondere, isolierte Biotope miteinander zu verbinden, nötigenfalls auch durch die Neuschaffung von Biotopen, die Artenvielfalt zu fördern, eine möglichst naturnahe und schonende Bodennutzung zu erreichen, Natur in den Siedlungsraum einzubinden und das Landschaftsbild zu beleben.

Fließgewässer und ihre Ufer eignen sich als Verbindungsstrecken zwischen Biotopen in besonderem Ausmass; ausser bei eingedolten

*Bundesgesetz über die
Fischerei*

**Anforderungen an die
Qualität der Öko-
systeme**

Schutz und Unterhalt

*Bundesgesetz über den
Natur- und
Heimatschutz*

**Schutz und ökologi-
scher Ausgleich für
standortgemässe
Vegetation**

Biotopvernetzung

Fliessgewässer als verbindende Landschaftselemente

Auenschutz

Erhaltung oder Wiederherstellung grundlegender Funktionen der Fliessgewässer setzen umfangreiche Gewässeruntersuchungen voraus

oder ausgetrockneten Bächen sind die Verbindungen durch den Wasserlauf bereits vorgegeben. Werden die natürlichen oder naturnahen Strukturen in und an den Gewässern wiederhergestellt, können Fliessgewässer ihre ursprünglichen Funktionen als verbindende Landschaftselemente erneut übernehmen.

Die *Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung* (Auenverordnung, SR 451.31), Artikel 4, legt eine ungeschmälernte Erhaltung der Schutzobjekte fest. Zum Schutzziel gehören insbesondere die Erhaltung und Förderung der auentypischen einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Voraussetzungen sowie die Erhaltung und, soweit es sinnvoll und machbar ist, die Wiederherstellung der natürlichen Dynamik des Gewässer- und Geschiebehaushaltes.

A 2 Ökologische Anforderungen an Fliessgewässer

A 2.1 Gewässerzustand

Der Zustand der Gewässer wird bestimmt durch die natürlichen und die zivilisatorischen Wirkgrössen, durch den Wasserhaushalt, die Vernetzung mit dem Umland und dem Grundwasser sowie durch die im Gewässer selbst ablaufenden Prozesse. Die Beurteilung eines Gewässers erfolgt im Hinblick auf seine Funktionen innerhalb der Landschaft sowie auf die verschiedenen anthropogenen Nutzungsziele. Fliessgewässer und ihr Uferbereich dienen als Lebensraum für Tiere und Pflanzen und als Verbindungsstrecke für die Verbreitung von Organismen und sind somit massgebend für die Erhaltung der Biodiversität und des flächenhaften Genaustausches. Diese Funktionen müssen durch Sanierungsmassnahmen in und an den Gewässern erhalten oder wieder hergestellt werden. Inhaltsstoffe, Morphologie und Hydrologie beeinflussen den Lebensraum der Gewässer, sind für die in ihnen vorkommenden Arten bestimmend und müssen deshalb bei umfassenden Gewässeruntersuchungen mitberücksichtigt werden.

A 2.2 Einflussfaktoren und konkrete Anforderungen

Heterogenität

Der über physikalische Grössen beeinflusste Zustand eines natürlichen Fliessgewässers ist zwar über längere Strecken und Zeiträume stabil (z.B. mittlere Korngrössenverteilung des Sedimentes, Temperaturjahresgang), örtlich oder kurzfristig ist er aber sehr heterogen und schnellen Veränderungen unterworfen (z.B. Wechselfolge von Läufen und Hinterwassern, Temperaturtagesgang, Wasserführung). An diese

dynamischen und räumlich heterogenen Verhältnisse ist die Lebewelt angepasst. Die ständig wechselnden Bedingungen sind die Ursache für die grosse Formenvielfalt und die Stabilität der Biozönose. Vielfalt in der Physiographie des Gewässers ist eine wichtige Voraussetzung für eine hohe Artenvielfalt. Es entstehen verschiedenartige Kleinlebensräume (Meso- und Mikrohabitate), welche von einer grossen Anzahl Spezialisten besetzt werden.

Das generelle Ziel muss sein, im Lebensraum Fliessgewässer die grösstmögliche Strukturvielfalt und Dynamik zu erhalten oder wiederherzustellen.

Temperaturregime

Das Temperaturregime eines Fliessgewässers ist charakterisiert durch den Tagesgang (Amplitude und zeitliche Lage der Extremwerte) und den sich aus den Tagesmittelwerten ergebenden Jahrgang. Jede gravierende Änderung eines dieser Aspekte des Temperaturregimes beeinflusst die standorttypische Biozönose nachhaltig.

Als Folge von Eingriffen soll die Grössenordnung und die zeitliche Lage der Temperaturamplituden nicht signifikant verändert werden. Gemäss revidierter GSchV darf eine künstliche Veränderung der Temperaturen 3°C (1.5 °C bei Laichgewässern für Forellen) nicht übersteigen.

Abflussregime

Die Wasserführung eines natürlichen Fliessgewässers ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Je nach den natürlichen Gegebenheiten können mehrere Male pro Jahr Abflüsse auftreten, bei denen Geschiebetrieb einsetzt. Diese beeinflussen die Biozönose des Gewässers. Eine Folge von ausbleibenden Hochwasserabflüssen kann eine Veralgung oder Verkrautung sein. Durch Hochwasser wird die Sohle aufgebrochen, "gereinigt" und neu strukturiert. Dies verhindert ein Verschliessen des Interstitialraumes durch sedimentierende Partikel (Kolmation). Das Interstitial spielt als Grundwasserinfiltrationsbereich und Lebensraum vieler Kleintiere eine wichtige Rolle.

Feststofftransport

Entscheidend für den Feststofftransport in einem Fliessgewässer sind einerseits Angebot aus dem Einzugsgebiet bezüglich Wasser- und Stoffmenge und andererseits Nachfrage in Form des Transportvermögens, welches vom Gefälle sowie vom Aufbau und von der Struktur der Sohle abhängig ist. Bei turbulenten Wasserbewegungen entstehen kreisähnliche, walzenförmige Bewegungen, mittels derer auch gröberes Material angehoben und verfrachtet werden kann. Verringert sich die Abflussmenge im Gerinne oder geht die Fliessgeschwindigkeit aus anderen Gründen zurück, so verringert sich auch die Turbulenz, es wird weniger oder gar kein Geschiebe mehr transportiert, und die Schwebestoffe werden auf der Sohle abgelagert. Nur wenn in einem Fluss ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Feststoffangebot und Feststofftransport vorliegt, ist die Sohlenlage stabil.

Strukturvielfalt und Dynamik des Fliessgewässers müssen erhalten oder wiederhergestellt werden

Temperaturamplitude darf nicht signifikant verändert werden

Strukturierende Hochwasserereignisse sollten nicht unterbunden werden

Dynamisches Gleichgewicht zwischen Feststoffangebot und Feststofftransport

**Negative ökologische
Auswirkungen inner-
halb von Restwasser-
strecken**

**Ökologische Folgen
von Stauraumspü-
lungen**

**Unnatürliche
Erosionseffekte und
Organismendrift
durch Schwallbetrieb**

**Strukturelle
Variabilität**

Restwasserstrecken

In Restwasserstrecken fehlt der natürliche Wechsel zwischen Nieder-, Mittel- und Hochwasser weitgehend, die Geschiebebewegungen gehen stark zurück, und die betroffene Fließstrecke wird monotoner; auch das aus den kleineren Seitentälern angelieferte Geschiebe wird nicht mehr in ausreichendem Masse abtransportiert. Von der Seite her eindringende Pflanzen, Sträucher und Bäume besetzen ehemals seichte Uferpartien; Lebensräume verschwinden, die insbesondere auch für juvenile Stadien wichtig sind. Verringerte Fließgeschwindigkeiten fördern die Kolmation und kieslaichende Fische verschwinden oder wandern aus.

In den Stauseen sedimentieren die Feststoffe, d.h. sie werden weitgehend zurückgehalten. Damit das Stauvolumen nicht zu stark abnimmt, müssen Stauseen deshalb periodisch gespült werden. Dies kann auf Fließstrecken unterhalb der Stauseen, insbesondere bei Fischen zu extrem starkem Stress führen, denn kurzfristig werden Trübstoffgehalte erreicht, die natürlicherweise kaum je auftreten; die Kiemenatmung kann so stark gestört werden, dass die Fische eingehen.

Wasserrückgabestrecken

Fließstrecken unterhalb der Wasserrückgabe aus Stauhaltungen sind ebenfalls stark gestört. Im Winter, wenn anfallsweise viel Strom benötigt wird, steigt die Abflussmenge innert wenigen Minuten um ein Vielfaches an, und die Gewässerfauna wird weggespült.

Bedingt durch die vorgängige Speicherung des Wassers ist dieses weitgehend frei von Geschiebe und Schwebstoffen. Dadurch ist die Sedimentation unterhalb der Wasserrückgabe praktisch unterbunden. Durch die Turbulenz der täglichen Schwallwasser werden auch grössere Geschiebetrassen destabilisiert und die vorhandenen Sedimente innert kürzester Zeit ausgeschwemmt, was zu einer intensiven Tiefenerosion führt. Tägliche Schwallwasser bewirken viel grössere Erosionsbeträge als wenige, durch Unwetter oder Schneeschmelze bedingte Hochwasser, die zudem auch gleichzeitig wieder Geschiebe nachliefern.

Linienführung und Gerinnemorphologie

Der Verlauf natürlicher Fließgewässer ist je nach Feststoffführung und Geländemorphologie gestreckt, verzweigt oder bogig bis mäandrierend. Dabei zeigen die Fließgewässer (mit Ausnahme von Bächen in Lehm- oder Felsuntergrund) eine hohe Wassertiefen- und Wasserspiegelbreitenvariabilität. Dadurch ergibt sich eine grosse Vielfalt an unterschiedlichen Kleinlebensräumen, was eine hohe Artenvielfalt garantiert.

Eine natürliche Linienführung mit einer vielfältigen Struktur soll, wenn immer möglich, beibehalten oder angestrebt werden.

In natürlichen Fließgewässern wechseln infolge des wechselnden Gefälles langsam und schnell fließende Abschnitte häufig. Entsprechend treten unterschiedliche Sortierungen des bei Hochwasser trans-

portierten Materials und somit Strecken mit feinem und grobem Sohlenmaterial auf. Diese unterschiedlichen Lebensräume sind mit speziell angepassten Organismen besiedelt.

Das Längsprofil verbauter Fliessgewässer soll so gestaltet sein, dass Abschnitte mit unterschiedlichem Gefälle gemäss den natürlichen Geländebedingungen auftreten, und dass Hochwasser genügend Schleppkraft entwickeln, um den natürlichen Geschiebetrieb herbeizuführen.

Gewässersohle

Die vertikale Besiedlung der Gewässersohle mit Invertebraten ist abhängig von der Beschaffenheit des Sedimentes. In einem grobkiesigen Schotterbett können Organismen bis zu über einem Meter Tiefe vorkommen.

In verbauten Gewässerabschnitten sollte die Durchlässigkeit und Ausdehnung der Gewässersohle und das Sohlenmaterial den natürlichen Verhältnissen möglichst nahe kommen.

Uferbereich

Bei einer Verbauung oder Befestigung der Ufer durch Beton oder dichtgefügte Steine gehen die natürlicherweise vorhandenen Interaktionen zwischen Wasser und Land verloren. Der Uferbereich muss den Fischen Unterstandsmöglichkeiten und den Insekten Ausstiegsmöglichkeiten bieten.

Der Lebensraum Fliessgewässer umfasst auch die Ufervegetation. Für Amphibien, Vögel und Kleinsäuger ist diese ein wichtiger Zuflucht- und Lebensraum. Sie produziert einen namhaften Anteil des Energieeintrags in die Gewässer in Form von Fallaub und anderen Pflanzenteilen, ist Lebensraum vieler geflügelter Insekten und schützt vor allem kleine Gewässer vor allzu starker Sonneneinstrahlung. Fische meiden besonnte Gewässerabschnitte. Zudem fördert mangelnder Schatten die Verkräutung, und über die erhöhte Photosyntheserate wird der pH-Wert beeinflusst; auch die Wassertemperatur wird ansteigen. Falls durch obenliegende Abwassereinleitungen signifikante Ammoniumfrachten vorliegen, kann dadurch das Protolysegleichgewicht lokal stark in Richtung des fischgiftigen Ammoniaks verschoben werden.

Mit Ausnahme von Wild- und Tobelbächen wird bei allen Fliessgewässern ein mehr oder weniger grosser Bereich des Umlandes bei Hochwassern regelmässig überschwemmt. Hier bildet sich mit der Zeit eine Auenvvegetation, welche an die Überflutungen angepasst ist und aus ökologischer Sicht als äusserst wertvoll eingestuft werden muss. Diese Überschwemmungsbereiche sind zu erhalten oder wenn immer möglich wiederherzustellen.

Durchgängigkeit

Die Durchgängigkeit der Fliessgewässer für Organismen muss in Längsrichtung gewährleistet bleiben, soweit sie natürlicherweise gegeben wäre. Die Aufrechterhaltung der auf- und abwärts gerichteten biologischen Vernetzung ist eine Voraussetzung für die Verbreitung verschiedener Organismen, insbesondere der Fische.

Gestaltung der Fliessgewässer gemäss den natürlichen Geländebedingungen

Natürliche Durchlässigkeit und Ausdehnung der Gewässersohle

Ökologisch wichtige Interaktionen zwischen Gerinne und Uferbereich:

- Verzahnung
- Ufervegetation
- Beschattung
- Überschwemmungsraum

Natürliche Durchgängigkeit und Vernetzung erhalten

Stoffliche Gewässerbelastung durch:

- natürliche geochemische Prozesse
- Abwasser
- Abschwemmungen landwirtschaftlicher Nutzflächen
- biochemische Prozesse

Saisonale und kurzfristige Belastungsänderungen

Stoffliche Zusammensetzung des Wassers

Die Erosion durch fließendes Wasser und die sprengende Kraft der winterlichen Vereisungen gestalten im Verlaufe der Zeit die Fließgewässer und ihre Täler neu. Die Hauptmenge der Wasserinhaltsstoffe stammt aus der Verwitterung der Gesteine. Natürliche geochemische Prozesse bestimmen weitgehend die Stofffrachten in den Gewässern. Die geochemisch bedingten Inhaltsstoffe variieren weniger mit der Wassermenge als mit den abhängig von den Jahreszeiten unterschiedlichen Anteilen in der Herkunft des Wassers (Schmelzwasser, Regenwasser, Seeabfluss, austretendes Grundwasser, etc.).

Mit Abwassereinleitungen gelangen organische Stoffe sowie stickstoff- und phosphorhaltige Verbindungen in die Gewässer. Daneben führen Abwässer Spuren toxischer Stoffe, wie Schwermetalle, Biozide und Organochlorverbindungen sowie die verschiedensten schlecht abbaubaren, organischen Verbindungen mit sich. Bei den Einleitungen in die Kanalisation sind aufgrund der anthropogenen Aktivitäten tägliche, wöchentliche und saisonale Schwankungen zu beobachten.

Abschwemmungen landwirtschaftlich genutzter Böden tragen ebenfalls zur Belastung der Gewässer mit den Nährstoffen Phosphor, Stickstoff und organischem Kohlenstoff bei. Diese Aus- und Abschwemmungen sind abhängig von Regenereignissen und nehmen mit deren Grösse zu. Einige wenige sommerliche Gewitterregen können beispielsweise beim Phosphor bis zu 50% der Jahresfracht bringen.

Von grosser Bedeutung für die Konzentrationen an Nährstoffen oder abbaubaren Substanzen und für deren zeitliche Veränderungen sind jedoch die im Gewässer selbst ablaufenden biochemischen und biologischen Prozesse. So wird beim Aufbau pflanzlichen Materials dem Wasser nicht nur Kohlendioxid entzogen und gleichzeitig die Karbonathärte verändert, es werden auch Nährstoffe, wie Phosphor und Stickstoff, aufgenommen und somit der Wasserphase entzogen. Da die biologischen Prozesse naturgemäss stark von Temperatur und Belichtung abhängen, zeigen sich hier ausgeprägte tägliche und vor allem saisonale Unterschiede.

Die jahreszeitlichen und täglichen Abfluss- und Temperaturschwankungen, die Änderungen in der Sonneneinstrahlung und die Variationen in der Belastung durch den Menschen führen deshalb zu mehr oder weniger grossen Fluktuationen der Wasserinhaltsstoffe. Beim Ammonium kann die Konzentration schon nur während eines Tages um mehrere Hundert Prozent ändern.

Für die Beurteilung der Inhaltsstoffe sind häufig weitere detaillierte Kenntnisse über die Vorgänge im Gewässer und im Einzugsgebiet notwendig. So können saisonale Schwankungen beispielsweise bei der Gemüseverarbeitung, bei Mostereien, bei der Konservenfabrikation, etc. oder das Ansprechen von Hochwasserentlastungen oder rasch ansteigende oder abfallende Wasserführung im Fluss, beispielsweise auch wegen des Betriebes hydroelektrischer Anlagen, die Konzentrationen zusätzlich beeinflussen. Inhaltsstoffe sind auch durch intensive Kontakte der Fließgewässer mit der Umlandvegetation beeinflusst (z.B. Fallaub).

Anthropogene Beeinträchtigungen der Fließgewässer durch organisch belastete Abwässer und einer sich daraus ergebenden Sauerstoffzehrung, oder Nährstoffe, Schwermetalle, chlorierte Kohlenwasserstoffe und die Versauerung durch saure Niederschläge dürfen nicht zu einer Schädigung der natürlicherweise vorkommenden Biocoenose führen.

Nutzung als Trinkwasser

Sowohl Oberflächen- als auch Grundwasser muss ohne grösseren Aufwand als Trinkwasser aufbereitbar sein. Das Wasser darf auf Installationseinrichtungen der Wasserversorgung nicht korrosiv wirken; sauerstoffzehrende Stoffe dürfen nicht in Konzentrationen vorliegen, die bei der Infiltration (ins Grundwasser, durch Aufbereitungsfilter) eine deutliche Sauerstoffzehrung bewirken. Auch dürfen Keimzahl und toxische Substanzen gewisse Grenzwerte nicht überschreiten.

Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen

Es muss die Möglichkeit bestehen, abgeleitetes Wasser direkt zur Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen zu gebrauchen. Im Wasser dürfen daher keine schädlichen Stoffe enthalten sein, welche direkt oder nach einer Anreicherung Bodenorganismen oder Pflanzen schädigen.

Fischereiliche Nutzung

Eine nachhaltige Nutzung der Fischbestände verlangt einen ausreichenden Lebensraum. Insbesondere müssen die natürlicherweise vorhandenen Ausbreitungs- und Fortpflanzungsbedingungen erhalten bleiben oder wiederhergestellt werden. Das Wasser darf weder für Fische toxische Substanzen enthalten, noch dürfen sich in Fischen toxische Substanzen anreichern.

Ästhetische Werte/Erholungsfunktion

Das Wohlbefinden des Menschen wird durch den Zustand der Umwelt mitbeeinflusst. Dieser Aspekt ist bei der Motivation des Gewässerschutzes ebenfalls zu berücksichtigen. Das Ziel soll sein, die Vielfalt und Schönheit der Gewässer zu bewahren oder wiederherzustellen und damit deren ästhetische und gefühlsmässigen Werte.

Anthropogene Beeinträchtigung darf die natürliche Biocoenose nicht schädigen

Wasser muss ohne grösseren Aufwand für unterschiedliche Nutzung aufbereitet werden können

Wasser zur Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen

Keine fischtoxischen Substanzen

Bewahrung ästhetischer Werte

A 3 Kurzfassung der Module - Stand der Bearbeitung

Im vorliegenden Anhang werden die Module des Konzeptes zur Untersuchung und Beurteilung der schweizerischen Fliessgewässer in einheitlicher tabellarischer Kurzform präsentiert. Neben den wichtigsten Merkmalen der Methoden sind auch Angaben zum Stand der Bearbeitung enthalten. Für jedes Modul werden die Stufen F und S getrennt dargestellt.

Module, für welche zum Zeitpunkt der Publikation des vorliegenden Berichtes die fachliche Diskussion noch nicht eröffnet war und für die noch kein Konzeptentwurf verfügbar war, wurden nicht in die Zusammenstellung aufgenommen.

MODUL	HYDROLOGIE	Stufe: F
Zielsetzung	Einfache, übersichtsmässige Charakterisierung der Hydrologie der Fliessgewässer in einer Region (z.B. Gemeinde, Kanton)	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung eines Fliessgewässerinventars mit Angaben zum Abflussregime und zu festgestellten Eingriffen in den Wasserkreislauf - Orientierende Beurteilung der Fliessgewässer in Bezug auf Handlungsbedarf hinsichtlich Verbesserung des Lebensraumes (räumliche und ökologische Defizite) 	
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> - Falls Messungen vorhanden: statistische Hauptzahlen des Abflusses; sonst Abflussregimety nach ASCHWANDEN & WEINGARTNER (<i>Hydrologischer Atlas der Schweiz</i> 1992, Blatt 5.2) - Eingriffe in den Wasserkreislauf gemäss einem vorgegebenen Kategorienkatalog 	
Zeitpunkt	ganzjährig möglich	
Bewertung	Grobbeurteilung der Eingriffe bezüglich ihrer Relevanz für die Hydrologie der Fliessgewässer und Einteilung der Einzugsgebiete in Zustandsklassen je nach Beeinflussungsgrad	
Resultate	Fliessgewässerinventar in Tabellenform	
Bemerkungen		
Stand der Bearbeitung	Detaillierte Bearbeitung vorgesehen	

Stand: 20.01.1998

MODUL	HYDROLOGIE	Stufe: S
Zielsetzung	Detaillierte Analyse der Hydrologie eines Fließgewässersystems (in der Regel = Hauptfluss mit ausgewählten Zuflüssen)	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Detaillierte Ermittlung des Handlungsbedarfs hinsichtlich Massnahmen zur Verminderung der ökohydrologischen Defizite eines Fließgewässers (Defizitanalyse) - Untersuchung der Auswirkungen von wasserbaulichen Massnahmen 	
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> - Abflussregime und statistische Abfluss-Kenndaten anhand langjähriger Pegelaufzeichnungen; wenn nicht vorhanden, allenfalls alte Pegelaufzeichnungen - Eingriffe in den Wasserkreislauf (Lage, Typ, Grobquantifizierung) 	
Zeitpunkt	ganzjährig möglich	
Bewertung	Gegenüberstellung der Messungen und der Abschätzung der Beeinflussungen	
Resultate	<ul style="list-style-type: none"> - Lagegenaue Darstellung der Eingriffe und Abschätzung ihrer Auswirkungen (Inventar); - Rekonstruktion der natürlichen Abflussverhältnisse oder Abschätzung der Auswirkungen von geplanten Massnahmen bezogen auf ein Einzugsgebiet (Bericht, Tabellen) 	
Bemerkungen		
Stand der Bearbeitung	Detaillierte Bearbeitung vorgesehen	

Stand: 20.01.1998

MODUL	ÖKOMORPHOLOGIE	Stufe: F
Zielsetzung	Einfache, übersichtsmässige Darstellung des ökomorphologischen Zustandes der Fliessgewässer in einer Region (z.B. Gemeinde, Kanton)	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Fliessgewässerinventar mit Daten zum Gewässerzustand (Zustand des Gewässernetzes) - Orientierende Beurteilung der Fliessgewässer in Bezug auf Handlungsbedarf hinsichtlich Verbesserung des Lebensraumes (räumliche und ökologische Defizite) 	
Parameter	Durchgängigkeitsstörungen (Lage, Art), Sohlenbreite, Wasserspiegelbreitenvariabilität, Verbauung von Sohle und Böschungsfuss, Breite und Beschaffenheit des Uferbereiches	
Zeitpunkt	Ganzjährig möglich, vorzugsweise von Frühling bis Herbst (ausgenommen Hochwassersituationen)	
Bewertung	Verschiedenen Parametern werden je nach dem ökologischen Zustand Punkte zugeordnet, die Punktzahlen werden addiert, und je nach erreichter Gesamtpunktzahl wird jedem Gewässerabschnitt eine Klasse (<i>natürlich/naturnah</i> ; <i>wenig beeinträchtigt</i> , <i>stark beeinträchtigt</i> ; <i>naturfremd/künstlich</i>) zugeteilt.	
Resultate	<p>Ergebnisse in Tabellenform und Darstellung der abschnittswisen Benotung farbig:</p> <p> natürlich/naturnah = <i>blau</i>; wenig beeinträchtigt = <i>grün</i>; stark beeinträchtigt = <i>gelb</i>; naturfremd/künstlich = <i>rot</i> </p> <p>in Lageplänen separate Darstellung der Durchgängigkeitsstörungen</p>	
Bemerkungen	Weitere Merkmale können in die Erhebung integriert werden, z.B.: Einleitungen, Abschätzung der Häufigkeit von Wasserpflanzen und Algen, Trübung, Verfärbung, Geruch, Schaumbildung, Linienführung, Kolmation, etc.. Die Resultate können ebenfalls kartographisch dargestellt werden.	
Stand der Bearbeitung	Publikation in der Schriftenreihe "Vollzug Umwelt; Mitteilungen zum Gewässerschutz" Nr..... Mitte 1998	

Stand: 19.11.1997

MODUL	ÖKOMORPHOLOGIE	Stufe: S
Zielsetzung	Detaillierte Kenntnis des ökomorphologischen Zustandes eines Fließgewässersystems (in der Regel = Hauptfluss mit ausgewählten Zuflüssen)	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Detaillierte Ermittlung des Handlungsbedarfs hinsichtlich Massnahmen zur ökologischen Verbesserung eines Fließgewässers (Defizitanalyse) - Untersuchungen im Zusammenhang mit Wasserbauprojekten (Ausgangszustand, zu erwartende Veränderungen, eingetretene Veränderungen) - Ermittlung von morphologisch wertvollen und somit schützenswerten Gewässerabschnitten 	
Parameter	Wie bei Modul Ökomorphologie Stufe F; weitere Parameter zusätzlich: z.B. Talform, Linienführung, mittlere Wassertiefe, Wassertiefenvariabilität, Höhe der Gewässersohle, Korngrößen des Sohlenmaterials, Kolmation, Algen, höhere Wasserpflanzen, Totholz, Beschattung, Umland	
Zeitpunkt	Im Prinzip ganzjährig möglich, am besten aber Frühling bis Herbst; ausgenommen Hochwassersituationen	
Bewertung	Abschnittsweise Beurteilung mittels Vergleich mit einem gesondert (zumeist theoretisch d.h. nach geomorphologischen Gesetzmässigkeiten) für jedes Gewässer rekonstruierten Referenzzustand	
Resultate	Ergebnisse in Tabellenform und Darstellung ausgewählter Parameter in Lageplänen	
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Die im Vergleich zum Referenzzustand ermittelten Defizite müssen im Hinblick auf ihre Bedeutung für das betrachtete System überprüft werden; Entwicklung von ökologisch orientierten Massnahmen; Prioritäten gemäss Kosten-Nutzen-Analyse - Bei allen grösseren Gestaltungsmassnahmen in und an einem Gewässer sollten die Informationen gemäss Methode Ökomorphologie Stufe S vorhanden sein: Abschätzung der ökologischen Bedeutung der geplanten Massnahmen 	
Stand der Bearbeitung	Präsentation des Berichtsentwurfes anlässlich einer Informationstagung an der EAWAG im Dezember 1995 (in Überarbeitung)	

Stand: 19.11.1997

MODUL	MAKROZOOBENTHOS	Stufe: F
Zielsetzung	Grober Überblick über das Organismenspektrum des Makrozoobenthos	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Fließgewässerinventar mit Daten zum biologischen Gewässerzustand (Zustand des Gewässernetzes) - Orientierende Beurteilung der Fließgewässer in Bezug auf organische und/oder andere stoffliche Belastungen (integrierend über eine gewisse Zeit) sowie weitere, unbekannte Beeinträchtigungen 	
Parameter	Anzahl vorhandener Taxa (bestimmte, fest definierte Taxa vorgeben); Ermittlung und Beurteilung aller vorkommenden Taxa; Beurteilung anhand ausgewählter Indikator-Taxa, z.B. Makroindex (modifiziert) Eisensulfid als Anzeiger für Sauerstoffzehrung; sichtbare Ciliatenbeläge als Anzeiger für organische Belastung	
Zeitpunkt	2 Probenahmen (Spätwinter/Spätsommer)	
Bewertung	Benotung analog zu Ökomorphologie Stufe F	
Resultate	Analog zu Ökomorphologie Stufe F	
Bemerkungen	Mit dieser Methode können in erster Linie stoffliche Belastungen ermittelt werden	
Stand der Bearbeitung	Vorentwurf in Bearbeitung; Testphase für 1999 vorgesehen	

Stand: 20.5.1998

MODUL	MAKROZOOBENTHOS	Stufe: S
Zielsetzung	Detaillierte Beschreibung und Analyse des Makrozoobenthos	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Überwachung der Fließgewässer als Lebensräume für Wasserorganismen - Ermittlung des Handlungsbedarfes zur Verbesserung des Gewässerzustandes einzelner Fließgewässer (Lebensraum, Wasserqualität) - Erfolgskontrolle nach Sanierungsmassnahmen und Nachweis von Schadstoffeinleitungen - Erhebungen zu Artenvielfalt/ Artenschutz/ Ausbreitung einzelner Arten 	
Parameter	Anzahl und relative Häufigkeit der vorhandenen Taxa	
Zeitpunkt	4 Probenahmen (je eine pro Saison)	
Bewertung	Vergleich mit naturnahen unbelasteten Bezugsgewässern; Artenvielfalt (Diversität), Dominanzverhältnisse, Umweltansprüche der vorkommenden Taxa	
Resultate	Analog zu Ökomorphologie Stufe F	
Bemerkungen	Mit dieser Methode können v.a. stoffliche Belastungen sowie bisher unbekannte Beeinträchtigungen ermittelt werden.	
Stand der Bearbeitung	Vorentwurf in Bearbeitung	

Stand: 19.11.1997

MODUL	Fische	Stufe: F
Zielsetzung	Überblick über das Fischartenspektrum (inklusive Krebse)	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - mit Daten zum biologischen Gewässerzustand (Zustand des Gewässernetzes) - Orientierende Beurteilung der Fließgewässer in Bezug auf Handlungsbedarf hinsichtlich Verbesserung des Lebensraumes - Erhebungen zur Verbreitung der Fische mit Gefährdungstatus 1-3 gemäss Fischereiverordnung/Laich- und Jungfischhabitate 	
Parameter	Anzahl festgestellte Fischarten in ausgewählten Stichproben	
Zeitpunkt	Spätsommer, Herbst	
Bewertung	Vergleich mit naturnahen Gewässern aufgrund des bestehenden Wissens	
Resultate		
Bemerkungen	Die Methode gibt einen groben Überblick über die longitudinale Vernetzung	
Stand der Bearbeitung	Vorentwurf in Bearbeitung	

Stand: 19.11.1997

MODUL	FISCHE	Stufe: S
Zielsetzung	Überblick über das Fischartenspektrum, das Vorkommen von Krebsen und Analyse der Fischpopulationen	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Handlungsbedarfs zur Verbesserung des Gewässerzustandes einzelner Gewässer als Lebensraum für Fische und Krebse - Untersuchungen im Zusammenhang mit Wasserbauprojekten (Ausgangszustand, zu erwartende Veränderungen, eingetretene Veränderungen, Erfolgskontrolle nach Revitalisierungsprojekten) - Fischerei- und artenschutzspezifische Fragestellungen 	
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung von Fischartenspektrum und Grössenverteilung der Fische mittels halbquantitativer Methode; - Informationen über Krebse; zusätzlich: fischspezifische Habitatsparameter (Strukturvielfalt, Meso- und Mikrohabitate) 	
Zeitpunkt	Spätsommer, Herbst und evtl. zusätzlich Winter (Krebse im Sommer)	
Bewertung	Vergleich mit historischer Referenz und mit naturnahen Referenzgewässern	
Resultate	Zustand der longitudinalen Vernetzung, Diversität der Fischfauna, Populationsdiagnosen	
Bemerkungen	Detaillierter Überblick über longitudinale Vernetzung und Struktureichtum	
Stand der Bearbeitung	Vorentwurf in Bearbeitung	

Stand: 19.11.1997

MODUL	WASSERCHEMIE	Stufe: F
Zielsetzung	Grobes Screening bezüglich Wasserqualität bei Fließgewässern, welche bisher noch nie oder kaum chemisch untersucht worden sind	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Fließgewässerinventar mit Daten zum Gewässerzustand (Zustand des Gewässernetzes) - Orientierende Beurteilung der Fließgewässer in Bezug auf Handlungsbedarf hinsichtlich Verbesserung der Wasserqualität - Ermittlung von unbekanntem Abwassereinträgen - Ermittlung des Einflusses bekannter Abwassereinträgen 	
Parameter	Wenige anthropogene Belastungsgrößen und pH, Temperatur, Abfluss	
Zeitpunkt	Je einmal pro Jahreszeit, wenn möglich bei Normal- oder Niederwasser	
Bewertung	Einteilung der Resultate in 3 oder 4 Klassen	
Resultate	Darstellung in Farbe auf Karten (Massstab....)	
Bemerkungen	Die Auswahl der Untersuchungsgrößen wird auf Parameter beschränkt, die als Indikator für anthropogene Belastungen dienen und mit dem geringstmöglichen Aufwand erfasst werden können.	
Stand der Bearbeitung	Vorentwurf in Bearbeitung	

Stand: 19.11.1997

MODUL	WASSERCHEMIE	Stufe: S
Zielsetzung	Detaillierte Kenntnis des Zustandes der Wasserqualität in einem Fließgewässersystem (in der Regel = Hauptfluss mit ausgewählten Nebenflüssen)	
Fragestellung Zweck	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Handlungsbedarfes hinsichtlich Massnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustandes von Fließgewässern, hinsichtlich Einhaltung der Anforderungen an die Wasserqualität - Fließgewässerüberwachung bezüglich Wasserqualität kurzfristig/langfristig (Trends) - Erfolgskontrolle nach der Sanierung von Abwassereinleitungen 	
Parameter	Parameter gemäss Stufe F; weitere Parameter zusätzlich: Nitrit, Nitrat, DOC, Abflussmenge, Temperatur; mögliche zusätzliche Parameter: Leitfähigkeit, Chlorid, Pestizide, pH, N-tot, P-tot, P-gel, TOC, BSB ₅ , geochem. Parameter, Schwermetalle	
Zeitpunkt	mind. 12 Stichproben pro Jahr über das Jahr verteilt. (Bemerkung: Berücksichtigung der Tagesdynamik?)	
Bewertung	Abschnittsweise Beurteilung mittels Vergleich mit einem gesondert (zumeist theoretisch d.h. nach geomorphologischen Gesetzmässigkeiten) für jedes Gewässer rekonstruierten Referenzzustand	
Resultate	Darstellung in Farbe auf Karten (zu prüfen)	
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Sammelproben über einen ganzen Tag (24h oder mehr) sind Stichproben in den meisten Fällen vorzuziehen. - Chemische Erhebungen auf Stufe S sind zweckmässigerweise vor dem Zusammenfluss mit grösseren Gewässern und unterhalb kritischer Belastungsquellen anzuwenden. 	
Stand der Bearbeitung	Vorentwurf in Bearbeitung	

Stand: 19.11.1997

MODUL	ÖKOTOXIKOLOGIE	Stufe: F
Zielsetzung	Grobes Screening bezüglich Ökotoxikologie bei Fließgewässern	
Fragestellung Zweck	Feststellen potentieller Problemgewässer	
Parameter	Abgestufte Verdünnungen der erhobenen Proben bis die „no effect concentration“ (NOEC = Schadstoffkonzentration bei der keine toxischen Effekte mehr bekannt sind) erreicht ist; die Beurteilung erfolgt anhand von zwei bis drei repräsentativen, aber einfachen und raschen Testverfahren.	
Zeitpunkt	Ein bis zwei Stichproben pro Jahr	
Bewertung	Einteilung der Resultate in 4 Klassen anhand der Verdünnung zur Erreichung der NOEC	
Resultate	Darstellung in Farbe auf Karten (Massstab.....)	
Bemerkungen	Die Auswahl wird auf Testverfahren beschränkt, die mit dem geringstmöglichen Aufwand durchgeführt werden können.	
Stand der Bearbeitung	Detaillierte Bearbeitung vorgesehen	

Stand: 27.01.1998

MODUL	ÖKOTOXIKOLOGIE	Stufe: S
Zielsetzung	Lokalisierung der Einleiter toxischer Stoffe	
Fragestellung Zweck	Unbekannte Quellen toxischer Substanzen eruieren oder die Wirksamkeit getroffener Massnahmen überprüfen	
Parameter	Abgestufte Verdünnungen der erhobenen Proben bis die „No Observed Effect Concentration“ (NOEC = Schadstoffkonzentration, bei der keine toxischen Effekte mehr beobachtbar sind) erreicht ist; die Beurteilung erfolgt anhand verschiedener Testverfahren.	
Zeitpunkt	Mindestens eine Stichprobe pro Saison	
Bewertung		
Resultate		
Bemerkungen		
Stand der Bearbeitung	Detaillierte Bearbeitung vorgesehen	

Stand: 27.01.1998