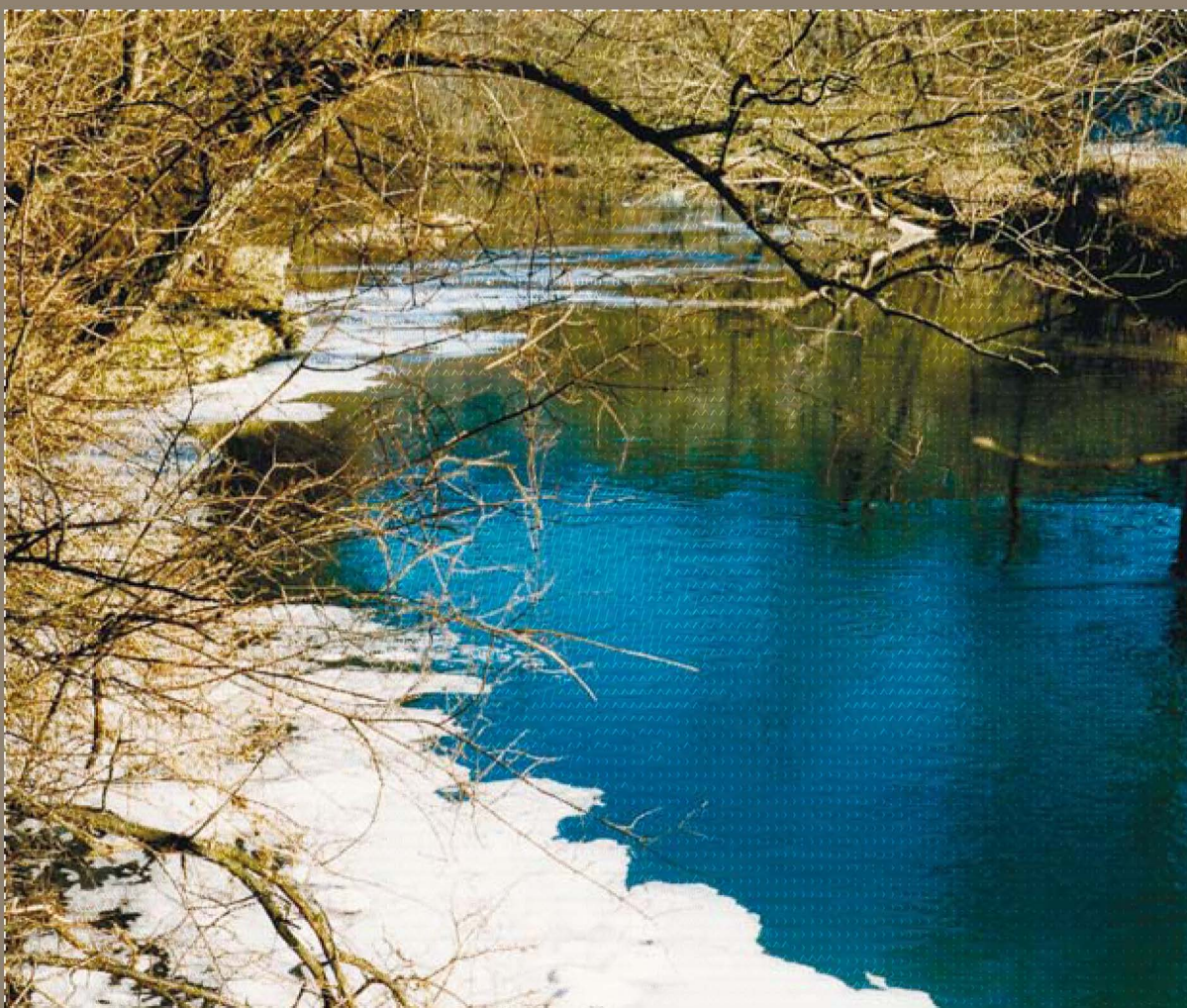


01
07

> Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer

Äusserer Aspekt



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

eawag
aquatic research **ooc**

01
—
07

> Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer

Äusserer Aspekt

Herausgeber:
Bundesamt für Umwelt BAFU
Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs
Bern, 2007

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen, andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind. Das BAFU veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Umwelt-Vollzug».

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Evi Binderheim, Sponsolim Umweltconsulting, Bülach
Werner Göggel,
Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs

Begleitung

Marc Bernard, Service de la protection de l'environnement, ct. Valais
Arielle Cordonier, Service cantonal de l'écologie de l'eau, ct. Genève
Werner Göggel, Eawag
Paul Liechti, Abteilung Wasser, Bundesamt für Umwelt
Pius Niederhauser, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Kt. Zürich
François Noël, Amt für Umwelt, Kt. Freiburg
Jean Perfetta, Service cantonal de l'écologie de l'eau, ct. Genève
Ueli Sieber, Abteilung Wasser, Bundesamt für Umwelt
Arno Stöckli, Abteilung für Umwelt, Kt. Aargau
Angela von Känel, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, Kt. Bern

Zitiervorschlag

Binderheim E., Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.

Gestaltung

Karin Nöthiger, Zofingen

Titelfoto

Heinz Handschin, Amt für Umwelt und Energie, Kt. Baselland

Fotos

Hans-Ruedi Bürgi, Eawag
Andreas Frutiger, Eawag
Werner Göggel, Eawag
Heinz Handschin, Amt für Umwelt und Energie, Kt. Baselland
Pius Niederhauser, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Kt. Zürich
Angela von Känel, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, Kt. Bern

Bezug

BAFU
Dokumentation
CH-3003 Bern
Fax +41 (0) 31 324 02 16
docu@bafu.admin.ch
www.umwelt-schweiz.ch/uv-0701-d

Bestellnummer

UV-0701-D
Diese Publikation ist auch in französischer Sprache erhältlich (UV-0701-F).

© BAFU 2007

> Inhalt

Abstracts	5
Vorwort	7
1 Einleitung	8
2 Definitionen, Abgrenzungen	10
3 Durchführung der Erhebungen	11
3.1 Allgemeines	11
3.2 Schlamm	12
3.3 Trübung	14
3.4 Verfärbung	15
3.5 Schaum	16
3.6 Geruch	18
3.7 Eisensulfid	19
3.8 Kolmation	22
3.9 Feststoffe/Abfälle	24
3.10 Heterotropher Bewuchs	26
3.11 Pflanzenbewuchs	29
4 Bewertung	34
4.1 Beurteilung, Interpretation	34
4.2 Grafische Darstellung	35
4.3 Grenzen der Anwendbarkeit	38
Anhang	39
A1 Auszug aus der Gewässerschutzverordnung	39
A2 Protokollblatt Äusserer Aspekt	41
Verzeichnisse	42
Abbildungen	42
Literatur	43

> Abstracts

The «Physical appearance» module is part of the Modular Stepwise Procedure, which was developed to facilitate standardized investigation and assessment of the state of watercourses in Switzerland. This module is used to investigate the following parameters: sludge, turbidity, discoloration, scum, odour, iron sulphide, colmation (increased concentration of suspended particles in the pore volumes of the stream bed), solid wastes, heterotrophic organisms and vegetation. The objective is to assess watercourses at the regional level. The findings are evaluated using a three-point scale, and possible causes are assessed. No overall evaluation of physical appearance is undertaken: the parameters are assessed individually and can be represented in a large-scale map.

Das Modul Äusserer Aspekt ist Teil des Modul-Stufen-Konzeptes, welches zwecks einheitlicher Erfassung und Beurteilung des Zustandes der Schweizer Fliessgewässer entwickelt wurde. Mit dem Modul Äusserer Aspekt werden die Parameter Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe/Abfälle, heterotropher Bewuchs und Pflanzenbewuchs untersucht. Das Ziel ist eine orientierende Beurteilung der Fliessgewässer auf der Stufe F (flächendeckend). Die Befunde werden in drei Klassen bewertet und die möglichen Ursachen abgeschätzt. Es gibt keine Gesamtbewertung des Äusseren Aspektes; die Parameter werden einzeln bewertet und können in einer Übersichtskarte dargestellt werden.

La méthode Aspect général est un élément du système modulaire gradué, développé pour analyser et apprécier l'état des cours d'eau suisses sur une base uniforme. Ce module est consacré à l'étude de paramètres apparents, soit boues, turbidité, coloration, mousse, odeur, sulfure de fer, colmatage, déchets solides, organismes hétérotrophes et végétation. Il fournit une appréciation ciblée des cours d'eau au niveau R (région). Les résultats sont évalués en trois classes et les causes des déficits analysées. La description de l'aspect général ne conduit pas à une évaluation globale; les paramètres correspondants sont mis en valeur indépendamment les uns des autres et peuvent être représentés sur un plan d'ensemble.

Il modulo «Aspetti esterni» è una componente del concetto basato su moduli e livelli, elaborato appositamente per rilevare e in modo uniforme lo stato dei corsi d'acqua svizzeri. Con tale modulo si esaminano i parametri seguenti: fango, torbidità, colorazione, schiuma, odore, solfuro di ferro, colmata, materia solida/rifiuti, vegetazione eterotrofa e vegetazione. L'obiettivo è ottenere una valutazione mirata dei corsi d'acqua a livello R (regionale). I risultati sono valutati a tre livelli ed eventuali problemi sono analizzati. Il modulo «Aspetti esterni» non sarà soggetto ad alcuna valutazione globale; i parametri sono valutati singolarmente e raffigurati su una carta.

Keywords:

Modular Stepwise Procedure, watercourse, physical appearance, field surveys, assessment, state of waters

Stichwörter:

Modul-Stufen-Konzept, Äusserer Aspekt, Fliessgewässer, Felduntersuchungen, Bewertung, Gewässerzustand

Mots-clés :

système modulaire gradué, aspect général, cours d'eau, études de terrain, évaluation, état des eaux

Parole chiave:

concetto basato su moduli e livelli, aspetti esterni, corsi d'acqua, studi sul terreno, valutazione, stato delle acque

> Vorwort

Das *Gewässerschutzgesetz* vom 24. Januar 1991 (GSchG, SR 814.20) und die *Gewässerschutzverordnung* vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) haben den umfassenden Schutz der Gewässer und ihrer vielfältigen Funktionen als Lebensräume für Pflanzen und Tiere sowie die nachhaltige Nutzung durch den Menschen zum Ziel. Das Modul-Stufen-Konzept will diesen Auftrag auch im Bereich der Gewässerüberwachung umsetzen, indem verschiedene Teilmethoden (Module) erarbeitet werden, die den verschiedenen Aspekten der Fliessgewässer gerecht werden. Eine Gruppe von Fachleuten aus BAFU, EAWAG, kantonalen Fachstellen und von privaten Büros haben den Teil «Äusserer Aspekt», der erstmals in den «*Empfehlungen über die Untersuchung der Schweizerischen Oberflächengewässer*» von 1982 unter «orientierende Beurteilung von Fliessgewässern» publiziert worden ist, soweit angepasst und weiterentwickelt, dass er in den Rahmen des Modul-Stufen-Konzeptes eingefügt werden kann.

Die vorliegende Anleitung soll die Grundlage für ein harmonisiertes Vorgehen bei der Beurteilung des äusseren Aspektes der Fliessgewässer in der Schweiz bilden. Das Modul Äusserer Aspekt ist auf eine orientierende Beurteilung des Gewässerzustandes ausgerichtet, es soll zudem im Zusammenhang mit Erhebungen anderer Module, beispielsweise Makrozoobenthos, Kieselalgen, Ökomorphologie, chemisch-physikalische Erhebungen, etc. angewandt werden.

Die allgemeine Beschreibung des Modul-Stufen-Konzeptes und die Methoden Ökomorphologie – Stufe F sowie Fische – Stufe F sind bereits in der Schriftenreihe Vollzug Umwelt, Mitteilungen zum Gewässerschutz veröffentlicht worden. Weitere Methoden des Konzeptes werden in loser Folge im Rahmen der Schriftenreihe «Umwelt-Vollzug» erscheinen.

Stephan Müller
Chef der Abteilung Wasser
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 > Einleitung

Das Modul-Stufen-Konzept zur einheitlichen Erfassung des Zustandes der Schweizer Fliessgewässer wurde 1998 publiziert (Buwal 1998a). Es wird als Instrument für den Vollzug des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991 und den dazugehörigen Verordnungen eingesetzt. Im Rahmen dieses Konzeptes werden verschiedene Methoden bzw. Module zur Beurteilung von Schweizer Fliessgewässern in den drei Bereichen Hydrodynamik und Morphologie, Biologie sowie chemische und toxische Effekte vorgestellt.

Modul-Stufen-Konzept

Ein wesentliches Element des Modul-Stufen-Konzeptes ist die Unterteilung in drei Stufen unterschiedlicher Bearbeitungsintensität, damit die Erhebungen je nach Bedarf und Zielsetzung verschieden detailliert durchgeführt werden können:

Stufe F: «Flächendeckend», d.h. alle Fliessgewässer grösserer Gebiete (z.B. Kanton), wenige Schlüsselparameter, geringe Untersuchungstiefe; geringerer Aufwand pro Einzeluntersuchung.

Ziel: Flächendeckender Überblick über den ökologischen Gewässerzustand und die ökologischen Defizite.

Stufe S: «Systembezogen», d.h. Fliessgewässer mit ihren Zuflüssen in einem Einzugsgebiet; grössere Anzahl an Parametern, mittlere Untersuchungstiefe; mittlerer Aufwand pro Einzeluntersuchung.

Ziel: Detaillierte Erfassung des Gewässerzustandes mit Defizitanalyse und Herleitung von Massnahmeplänen.

Stufe A: «Abschnittsbezogen», d.h. bestimmte Bereiche eines Fliessgewässers; angepasst an konkrete Fragestellungen; lokal aufwändige Erhebungen.

Ziel: Beantwortung von Detailfragen.

Je nach Fragestellung bzw. Vollzugsbedarf können alle oder nur ausgewählte Module auf den entsprechenden Bearbeitungsstufen angewendet werden.

Das Modul Äusserer Aspekt ist Teil des Modul-Stufen-Konzeptes und ist übergreifend über alle drei Bereiche (Hydrodynamik und Morphologie, Biologie, chemische und toxische Effekte). Entgegen dem publizierten Modul-Stufen-Konzept wurde zwecks Optimierung der Bewertungsverfahren nachträglich entschieden, den Äusseren Aspekt in einem eigenständigen Modul darzustellen. Folgende Ziele werden verfolgt:

- > Beurteilung des Zustandes der Fliessgewässer auf der Stufe F nach den allgemeinen und zusätzlichen Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201, Anhang 2);
- > Aufzeigen von Abklärungsbedarf bei Belastungssituationen;
- > Einsatz als Instrument für die Erfolgskontrolle von Sanierungsmassnahmen.

Ziele der Methode

Die Methode Äusserer Aspekt ist auf folgende Anwendungsbereiche ausgerichtet:

Anwendungsbereich

- > Eine erste Grobbeurteilung des Gewässerzustandes und orientierende Aufnahme bei Gewässerschutzproblemen.
- > Die orientierende Beurteilung der Gewässer im Rahmen des Zustandsberichtes Gewässer bei der Erarbeitung von generellen Entwässerungsplänen (GEP).
- > Die Anwendung zusammen mit anderen Modulen des Modul-Stufen-Konzeptes wie dem Modul Makrozoobenthos Stufe F oder dem Modul Kieselalgen Stufe F. Die Befunde des Äusseren Aspektes können bei der Interpretation der Resultate anderer, insbesondere biologischer Module, hilfreich sein.

Die Methode ist auf die punktuelle Aufnahme des Äusseren Aspektes an ausgewählten Untersuchungsstellen ausgerichtet. Entsprechend der Fragestellung, die der Untersuchung zu Grunde liegt, ist aber auch eine linienförmige Anwendung der Methode möglich, bei der die Befunde über Gewässerabschnitte gemittelt werden.

Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (GSchG) beauftragt in Artikel 57 den Bund und in Artikel 58 die Kantone, Abklärungen über Gewässer vorzunehmen. Darunter fallen unter anderem Erhebungen darüber, ob die Anforderungen an die Wasserqualität, die in Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV) genannt sind, bei einem Gewässer erfüllt sind. Die vorliegende Publikation zeigt Methoden auf, nach welchen solche Abklärungen vorgenommen und der Zustand eines Gewässers nach den in Anhang 2 Ziffer 11 Absatz 1 Buchstabe a und Absatz 2 Buchstabe a-c sowie in Anhang 2 Ziffer 12 Absatz 1 Buchstabe a und Absatz 2 Buchstabe b der GSchV genannten Anforderungen beurteilt werden können.

Rechtliche Grundlagen

2 > Definitionen, Abgrenzungen

Unter dem Begriff «Äusserer Aspekt» werden diejenigen Parameter zusammengefasst, welche der Beurteilung der in der Gewässerschutzverordnung unter Anhang 2 (Ziffer 11 Absatz 1a und Absatz 2a,b,c sowie Ziffer 12 Absatz 1a und Absatz 2b) aufgeführten Anforderungen dienen (vgl. Anhang). Es ist zu beachten, dass in der Verordnung zwischen Anforderungen an die Wasserqualität allgemein und nach Abwassereinleitungen¹ im Speziellen unterschieden wird. Folgende Parameter werden im Rahmen des Äusseren Aspektes untersucht:

- > Schlamm
- > Trübung
- > Verfärbung
- > Schaum
- > Geruch
- > Eisensulfid
- > Kolmation
- > Feststoffe/Abfälle²
- > Heterotropher Bewuchs
- > Pflanzenbewuchs

Die Erhebung des Äusseren Aspektes beschränkt sich auf die Stufe F, weil eine weitergehende Differenzierung der aufgeführten Parameter (mit Ausnahme des pflanzlichen Bewuchses) nicht sinnvoll ist.

Äusserer Aspekt:
optisch überprüfbare Parameter
und Geruch

Beschränkung auf Stufe F

¹ Gemäss GSchV ist der Begriff «Abwassereinleitungen» klar definiert. Wichtiger als die Unterscheidung zwischen Abwassereinleitungen und Drainagen- oder Baustelleneinleitungen sowie Oberflächenabschwemmungen aus Landwirtschaftsflächen ist die Unterscheidung zwischen natürlichen und anthropogenen Ursachen.

² Mit Schwerpunkt auf Abfällen aus der Siedlungsentwässerung.

3 > Durchführung der Erhebungen

3.1 Allgemeines

Die Erhebungen erfolgen durch Begehung der Gewässer. Sie können zu jeder Jahres- und Tageszeit durchgeführt werden. Es ist aber zu beachten, dass der pflanzliche Bewuchs in der kalten Jahreszeit teilweise stark eingeschränkt ist. Nach einem Hochwasser sollten keine Erhebungen gemacht werden, weil die Parameter des Äusseren Aspektes dann einen aussergewöhnlichen Zustand repräsentieren.

Zeitpunkt der Erhebungen

Die Aufnahmen erfolgen anhand eines Erhebungsbogens. Ein Vorschlag für ein solches Feldprotokoll ist im Anhang aufgeführt.

Bei der Wahl der Untersuchungsstellen ist zu berücksichtigen, dass der Äussere Aspekt eines Fliessgewässers durch die Morphologie des Bachbettes wie auch durch Abwässereinleitungen und durch die Nutzung des Fliessgewässers bestimmt wird. Es ist deshalb darauf zu achten, dass möglichst viele morphologisch unterschiedliche Stellen untersucht werden. Als Grundlage hierfür können – falls vorhanden – die ökomorphologischen Karten der zu untersuchenden Gewässer mitgeführt werden (nach Buwal 1998b). Aufnahmen des Äusseren Aspektes sollten auch oberhalb und unterhalb von Einleitungen (Drainagen, ARA, Hochwasserentlastungen, Regenbecken, Baustellen, Abschwemmungen) durchgeführt werden.

**Auswahl der
Untersuchungsstellen**

Der Äussere Aspekt kann mit Hilfe dieser Anleitung und nach einer entsprechenden Einführung auch ohne fundierte gewässerökologische Kenntnis und Erfahrung erhoben werden, z.B. durch Ingenieure im Rahmen des GEP. Die Aufnahme des heterotrophen Bewuchses braucht jedoch eine vertiefte Schulung, eine differenzierte Beurteilung des heterotrophen Bewuchses bleibt Spezialisten vorbehalten.

Anforderungen an die Bearbeiter

Bei der Erhebung des Äusseren Aspektes im Feld ist mit einem Aufwand von 10–20 Minuten pro Untersuchungsstelle zu rechnen.

Erhebungsaufwand

3.2 Schlamm

3.2.1 Bedeutung

Eine Verschlammung der Gewässersohle wird einerseits durch direkten Eintrag von Schwebstoffen aus Abwasserreinigungsanlagen verursacht. Die maximal zulässigen Mengen im Normalbetrieb sind in GSchV Anhang 3 Ziffer 2 Parameter 1 geregelt. Bei starker hydraulischer oder stofflicher Belastung, beispielsweise bei der Bildung von Blähschlamm bei stark kohlenstoffhaltigen Abwässern aus der Verarbeitung von Nahrungsmitteln und teilweise bei Hochwasserentlastungen, kann die Schlammbelastung deutlich zunehmen. Dieser Schlamm unterscheidet sich deutlich von der natürlichen Gewässersohle (Abb. 1–2) und lagert sich in der Nähe der Abwassereinleitungen ab. Andererseits bildet sich unerwünschter Schlamm im Gewässer selbst durch abgestorbenes heterotrophes Material, welches wiederum bei starker organischer Belastung durch gelöste Stoffe aus dem Abwasser entsteht (vgl. 3.10). Eine solche Verschlammung tritt oftmals zusammen mit starker Veralgung auf, wobei der Schlamm im Algenbewuchs liegen bleibt. Dieser Schlamm ist oft schwer von natürlichem Schlamm zu unterscheiden, welcher beispielsweise beim Abbau von Laub entsteht und auch miterfasst wird. Eine Verschlammung der Gewässersohle wirkt sich negativ auf den Sauerstoffhaushalt im Fließgewässer aus. Oft können deshalb zusammen mit einer Verschlammung auch Eisensulfidflecken beobachtet werden.

Verschlammung wirkt sich negativ auf den Sauerstoffhaushalt in der Gewässersohle aus

3.2.2 Erhebung

Die gesamte untersuchte Gewässerstelle bzw. das ganze Bachbett wird vom Ufer aus optisch erfasst.

3.2.3 Beurteilung

Die Abschätzung der Verschlammung erfolgt in drei Klassen (für die Interpretation der Befunde siehe Kap. 4.1):

Beurteilung

	Klasse 1	kein
	Klasse 2	wenig/mittel
	Klasse 3	viel

Als Interpretationshilfe für die Bewertung werden zusätzlich Angaben zu natürlicher und anthropogen verursachter Verschlammung gemacht.

- > Natürlich: z.B. natürliche organische Belastung durch starken Laubfall
- > Anthropogen: z.B. Gülleabschwemmung, Abwassereinleitung, Drainagen
- > Unbekannt: Ursache nicht ersichtlich

Interpretationshilfen für die Bewertung

Abb. 1 > Gewässer mit viel Schlamm.

Schlamm



Foto: Angela von Känel

Abb. 2 > Gewässer mit viel Schlamm.



Foto: Heinz Handschin

3.3 Trübung

3.3.1 Bedeutung

Eine Trübung wird durch Schwebstoffe im Wasser verursacht, die das Licht streuen. Je höher die Konzentration und je kleiner die Korngrösse der Schwebstoffe ist, desto höher ist die Trübung. Eine starke Trübung kann die Lichtverhältnisse für die Lebensgemeinschaft in einem Fließgewässer nachteilig verändern. Ebenfalls können die feinen Partikel zur Verstopfung der Gewässersohle und damit zur Vernichtung von wichtigen Lebensräumen führen (vgl. Kolmation). Die Trübung in einem Fließgewässer kann sowohl natürlichen (z.B. Gletscherbach, Seeausfluss) als auch anthropogenen (z.B. Abwasser, Wasserkraftwerk) Ursprungs sein.

Trübung beeinflusst
die Lichtverhältnisse und
die Gewässersohle (Kolmation)

3.3.2 Erhebung

Mit einer farblosen Glasflasche (z.B. Laborflasche aus Duran-Glas) wird Wasser aus der fließenden Welle geschöpft. Der Inhalt der Flasche wird gut geschüttelt und die Trübung wird visuell geschätzt.

3.3.3 Beurteilung

Das Ausmass der Trübung wird in drei Klassen abgeschätzt:

Beurteilung

	Klasse 1	keine
	Klasse 2	leicht/mittel
	Klasse 3	stark

Zusätzlich werden als Interpretationshilfe für die Bewertung Angaben über die Ursache der Trübung gemacht.

- > Natürlich: z.B. Uferrutschungen, Bergbach, Gletscherabfluss, Moor, Seeausfluss
- > Anthropogen: z.B. Abwassereinleitung, Wasserkraftwerk
- > Unbekannt: Ursache nicht ersichtlich

Interpretationshilfen
für die Bewertung

Die Trübung eines Gewässers kann auch kurzfristig durch Bautätigkeit im Flussbett verursacht werden. Eine solche momentane, durch Bauarbeiten bedingte Trübung wird in der Bewertung nicht berücksichtigt.

3.4 Verfärbung

3.4.1 Bedeutung

Die Farbe eines Gewässers wird sowohl von gelösten anorganischen und organischen Stoffen als auch von den im Wasser enthaltenen Partikeln bestimmt. Die Farbe des Wassers kann natürlich (Kalkkristalle: bläulich; organische Schwebstoffe, z.B. Plankton: gelb-grün; Huminstoffe: braun) oder anthropogen (partikuläre und organische gelöste Stoffe aus Abwasser) beeinflusst sein. Eine anthropogen bedingte Verfärbung des Wassers hat einerseits negative Auswirkungen auf das Lichtklima des Gewässers und andererseits können einzelne Farbstoffe toxisch für im Bach lebende Organismen sein. Zudem kann eine Verfärbung des Fließgewässers rein optisch auf eine unerwünschte Abwassereinleitung hinweisen, die saniert werden muss.

Verfärbung kann auf
Abwassereinleitung hinweisen

3.4.2 Erhebung

Mit einer farblosen Glasflasche (z.B. Laborflasche aus Duran-Glas) wird Wasser aus der fließenden Welle geschöpft. Der Inhalt der Flasche wird gut geschüttelt und die Verfärbung wird visuell gegen einen weissen Hintergrund (z.B. Papier) geschätzt. Ist eine Färbung erkennbar, kann vor Ort eine Filtration, beispielsweise mit einem Faltenfilter, durchgeführt werden, um zwischen gelösten und partikulären Stoffen als Ursache für die Verfärbung zu unterscheiden.

3.4.3 Beurteilung

Die Verfärbung wird in drei Klassen geschätzt:

Beurteilung

	Klasse 1	keine
	Klasse 2	leicht/mittel
	Klasse 3	stark

Zusätzlich wird als Interpretationshilfe für die Bewertung die Ursache der Verfärbung und die Farbe festgehalten.

- > Natürlich: Moorausfluss, Seeausfluss
- > Anthropogen: Abwassereinleitung, Baustelleneinleitung
- > Unbekannt: Ursache ist nicht ersichtlich
- > Weitere Angaben: Farbe, durch partikuläre oder gelöste Stoffe verursacht

Interpretationshilfen
für die Bewertung

3.5 Schaum

3.5.1 Bedeutung

Unter Schaum wird hier konsistenter Schaum verstanden, welcher sich an strömungsberuhigten Stellen ansammelt (Abb. 3–7). Anthropogene Quellen für die Schaumbildung sind z.B. Detergentien aus Waschmitteln, welche die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen oder Stoffe aus Gülle, die durch Oberflächenabschwemmung oder Drainagen in die Bäche gelangen. Es ist zu beachten, dass die Schaumbildungen durchaus die Verhältnisse flussaufwärts widerspiegeln können, was v.a. von den Strömungsverhältnissen abhängt. Schaum kann sich auch natürlicherweise bilden, beispielsweise durch organische Stoffe, die vom flutenden Hahnenfuss (*Ranunculus fluitans*) ausgeschieden werden, oder durch organische Stoffe, die beim Abbau von Laub und Algenaufwuchs gebildet werden. In Waldbächen kann deshalb oft (v.a. im Herbst und Winter) natürliche Schaumbildung beobachtet werden.

Schaum kann anthropogene und natürliche Ursachen haben

3.5.2 Erhebung

Wird vom Ufer aus optisch erfasst.

3.5.3 Beurteilung

Das Ausmass des Schaumes wird in drei Klassen abgeschätzt:

Beurteilung

	Klasse 1	kein
	Klasse 2	wenig/mittel
	Klasse 3	viel

Zusätzlich wird als Interpretationshilfe für die Bewertung die Ursache der Schaumbildung festgehalten.

- > Natürlich: z.B. Seeausfluss, Moorausfluss, starker Laubfall, hohe *Ranunculus*-Bestände
- > Anthropogen: z.B. Gülleabschwemmung, Abwassereinleitung, Drainagen
- > Unbekannt: Ursache nicht ersichtlich

Interpretationshilfen für die Bewertung

Abb. 3 > Gewässer mit wenig Schaum.

Fotos: Werner Göggel

Abb. 4 > Gewässer mit wenig Schaum.

Schaum

Abb. 5 > Gewässer mit mittlerem Vorkommen von Schaum.

Fotos: Heinz Handschin, Angela von Känel

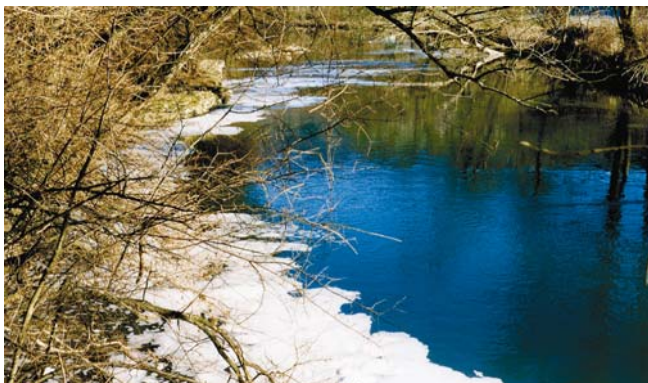
Abb. 6 > Gewässer mit viel Schaum.**Abb. 7 > Gewässer mit viel Schaum.**

Foto: Heinz Handschin

3.6 Geruch

3.6.1 Bedeutung

Wasser ist ein geruchloser Stoff. Bei Abwassereinleitungen, Gülleabschwemmungen oder auch bei einer hohen natürlichen organischen Belastung (z.B. Laubfall im Herbst) können unerwünschte faulige oder nach Abwasser und Gülle riechende Gerüche wahrgenommen werden.

Geruch als Hinweis
auf Belastungen

3.6.2 Erhebung

Zur Erhebung des Geruches von Wasser wird mit einer Glasflasche Wasser aus der fliessenden Welle geschöpft, nahe an die Nase gehalten und daran gerochen. Es ist besonders darauf zu achten, dass nicht Gerüche aus der Luft versehentlich dem Wasser zugeordnet werden.

3.6.3 Beurteilung

Der Geruch wird in drei Klassen eingeteilt:

Beurteilung

	Klasse 1	kein
	Klasse 2	leicht/mittel
	Klasse 3	stark

Zusätzlich werden Angaben über Art und Ursache des Geruches gemacht.

- > Natürlich: Bei starker organischer Belastung im Herbst (z.B. Laubfall)
- > Anthropogen: Abwassereinleitung, Güllenabschwemmung
- > Unbekannt: Ursache ist nicht ersichtlich
- > Art des Geruches: Faulig, nach Abwasser, nach Waschmittel, nach Gülle

Interpretationshilfen
für die Bewertung

3.7 Eisensulfid

3.7.1 Bedeutung

Beim Abbau der organischen Verbindungen wird dem Umgebungswasser Sauerstoff entzogen. Bei fortgeschrittener Sauerstoffzehrung wird das Sulfat reduziert. Das dabei entstehende H_2S reagiert mit verschiedenen, eisenhaltigen Mineralien unter sauerstofflosen Bedingungen zum schwarzen, unlöslichen Eisensulfid (FeS). Dieses lagert sich auf der Gewässersohle ab und bildet einen schwarzen Belag. Sauerstofflose Bedingungen herrschen bei starker organischer Belastung durch Abwasser oder starkem Laubfall und der damit verbundenen Sauerstoffzehrung beim Abbau der organischen Substanzen. Auch können starke Schlammablagerungen den Sauerstofftransport in die Sohle hemmen und so zu sauerstoffarmen Bedingungen führen. Beim Reiben an einer befallenen Stelle ist ein spezifisch fauliger Geruch wahrnehmbar, der an faule Eier erinnert.

Es wird zwischen Eisensulfid-Bildung an den Steinen am Gewässergrund und FeS -Bildung im Feinsediment unterschieden (Abb. 8–10).

Eisensulfid weist auf sauerstofflose, organisch stark belastete Bedingungen hin

3.7.2 Erhebung

Bei der Erhebung der Dichte von Eisensulfidflecken werden 10 Steine in einer möglichst strömungsberuhigten Zone kontrolliert. Es wird lediglich die Unterseite der Steine optisch untersucht. Ein Belag auf der Oberseite hat meist andere Ursachen wie beispielsweise Blaualgenbewuchs. Zudem wird bei vorhandenem feinem Sediment ein Stück davon herausgestochen und das Vorhandensein von schwarzem Eisensulfid geprüft.

10 Steine werden untersucht

3.7.3 Beurteilung

Das Ausmass schwarzer Eisensulfid-Bereiche wird anhand der folgenden Skala geschätzt:

Beurteilung

	Klasse 1	Kein Eisensulfid an der Unterseite der Steine oder im weichen Substrat
	Klasse 2	wenig / mittel (maximal 25 % der Steine weisen auf der Unterseite FeS auf; weiches Sediment ist stellenweise schwärzlich)
	Klasse 3	viel (mehr als 25 % der Steine weisen auf der Unterseite FeS auf; weiches Substrat ist weitgehend oder vollständig schwarz)

Als Interpretationshilfe für die Bewertung werden zusätzlich Angaben zu den Strömungsverhältnissen an der Probenahmestelle und zu natürlichen und anthropogenen Quellen organischen Materials gemacht.

- > Natürlich: z.B. starker Laubfall
- > Anthropogen: z.B. Gülleabschwemmung, Abwassereinleitung, Drainagen
- > Unbekannt: Ursache nicht ersichtlich
- > Weitere Angaben: Strömung an der Probenahmestelle stark oder schwach

**Interpretationshilfen
für die Bewertung**

3.7.4 Hinweis

Zur Überprüfung des Befundes von Eisensulfidflecken kann ein Test mit Salzsäure (10–15%ig) vorgenommen werden. Dabei werden einige Tropfen Salzsäure auf den schwarzen Belag geträufelt. Ist dabei ein Geruch nach Schwefelwasserstoff (faule Eier) wahrzunehmen, handelt es sich eindeutig um Eisensulfid.

**Test mit Salzsäure:
Geruch nach faulen Eiern**

Abb. 8 > Stein mit wenig Eisensulfid (FeS).



Foto: Hans-Ruedi Bürgi

Abb. 9 > Stein mit mittlerem Vorkommen von Eisensulfid.



Foto: Angela von Känel

Abb. 10 > Stein mit viel Eisensulfid.



Foto: Andreas Frutiger

Eisensulfid

3.8 Kolmation

3.8.1 Bedeutung

Unter Kolmation versteht man die Verstopfung der Hohlräume in der Gewässersohle durch feine Partikel bzw. Schwebstoffe, was sich v.a. in einer verringerten (insbesondere vertikalen) Durchlässigkeit für Wasser äussert (Abb. 11–13). Die Sohle bietet Unterschlupf für verschiedene Wassertiere, die sich in den Interstitialräumen verkriechen können. Eine Verstopfung der Sohle unterbindet deren Durchlässigkeit, reduziert den Austausch mit dem Grundwasser und vernichtet wertvolle Lebensräume. Zudem wirkt sich die Kolmation negativ auf den Stoffhaushalt der Fließgewässer aus, indem sie die Selbstreinigungskapazität, das Rückhaltevermögen und den Sauerstoffgehalt der Gewässersohle vermindert. Kolmation kann auch natürlicherweise auftreten, z.B. in Bächen, in denen sich Kalkablagerungen (Sinter) bilden.

Kolmation: Verdichtung
der Gewässersohle

Die Kolmation kann oberflächlich oder in tieferen Schichten der Sohle stattfinden, d.h. auch unter einer lockeren Kiesschicht. Mit dem im Folgenden beschriebenen Verfahren wird lediglich die oberflächennahe innere Kolmation festgestellt. Eine differenzierte Beurteilung der Kolmation ist mit der vorliegenden Methode im Rahmen des Moduls Äusserer Aspekt nicht möglich. Diese erfordert einen grösseren Zeitaufwand und grössere Erfahrung der Bearbeiter. Für detaillierte Untersuchungen der Kolmation sei auf die Methode zur Erkennung und Bewertung der inneren Kolmation verwiesen, die im Rahmen des Projektes «Fischnetz» für die Eawag erarbeitet wurde (Schälchli et al. 2002).

Erhebung der oberflächennahen
inneren Kolmation

3.8.2 Erhebung

Für die Erhebung der Kolmation werden Steine mit der Hand aus dem Bachbett gelöst.

3.8.3 Beurteilung

Je nach Aufwand für die Entfernung der Steine aus dem Bachbett werden drei Klassen der Kolmation unterschieden:

Beurteilung

	Klasse 1	keine	Steine können problemlos von Hand aus dem Bachbett entfernt werden
	Klasse 2	leicht/mittel	Steine sind nur mit einem Widerstand aus dem Bachbett entfernbar
	Klasse 3	stark	Steine können nicht ohne Hilfsmittel aus dem Bachbett entfernt werden

Zusätzlich werden Angaben über die Ursache der Kolmation gemacht.

- > Natürlich: Verkalkte Bäche, Bildung von Sinter
- > Anthropogen: Durch den Menschen veränderte Abfluss-, Schwebstoff- und Geschiebeverhältnisse (z.B. ARA, Kraftwerk, Sohlstabilisierungen)
- > Unbekannt: Ursache ist nicht ersichtlich

Interpretationshilfen
für die Bewertung

Abb. 11 > Gewässersohle mit mittlerer Kolmation.



Foto: Werner Göggel

Abb. 12 > Gewässersohle mit starker Kolmation.



Foto: Pius Niederhauser

Abb. 13 > Gewässersohle mit Kolmation durch Kalk, natürlich.



Foto: Heinz Handschin

Kolmation

3.9 Feststoffe/Abfälle

3.9.1 Bedeutung

Bei Feststoffen entlang oder in Gewässern wird zwischen Abfällen aus der Siedlungsentwässerung (z.B. WC-Papier, Binden), welche bei Hochwasserentlastungen aus dem Kanalisationssystem in die Gewässer gelangen und anderen Abfällen (z.B. Verpackungen, leere Flaschen, Abfallsäcke, Düngersäcke) unterschieden (Abb. 14–16). Mit der Erfassung dieses Parameters sollen Grundlagen für allfällige Verbesserungsvorschläge bezüglich z.B. Hochwasserentlastungen, Regenüberlaufbecken geschaffen werden. Abfälle jeglicher Art verunstalten das Landschaftsbild eines Gewässers und sollten entfernt werden.

Feststoffe und Abfälle weisen auf Belastungen hin

3.9.2 Erhebung

Feststoffe und Abfälle werden vom Ufer und von der Sohle aus optisch erfasst.

3.9.3 Beurteilung

Die Feststoffe/Abfälle werden in drei Klassen erhoben:

Beurteilung

	Klasse 1	keine
	Klasse 2	vereinzelte
	Klasse 3	viele

Zusätzlich werden Angaben über die Herkunft der gefundenen Feststoffe gemacht.

- > Siedlungsentwässerung: WC-Papier, Binden usw.
- > Andere Abfälle: Verpackungen, Kehrriechsäcke, Düngersäcke, leere Flaschen usw.

Interpretationshilfen für die Bewertung

Abb. 14 > Gewässer mit vereinzelt Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung.



Foto: Heinz Handschin

Feststoffe aus der
Siedlungsentwässerung

Abb. 15 > Gewässer mit vielen Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung.



Foto: Heinz Handschin

Abb. 16 > Gewässer mit vielen Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung.



Foto: Pius Niederhauser

3.10 Heterotropher Bewuchs

3.10.1 Bedeutung

Der heterotrophe Bewuchs umfasst die Lebensgemeinschaften der abbauenden Organismen, Pilze, Bakterien und Protozoen (Abb. 17–20). Er ist ein Zeiger für hohe organische Belastung (v.a. durch ungenügend gereinigtes und ungereinigtes Abwasser, Siloabwässer und Gülleabschwemmungen). Mit steigender Abwasserbelastung nimmt die Dichte des heterotrophen Bewuchses zu. Bakterien und Pilze bilden bei Massenauf-treten graue, pelzige oder glatte Überzüge. Die Protozoen (Einzeller) ernähren sich von Bakterien und Detritus. Durch ein übermässiges Nahrungsangebot vermehren sie sich derart, dass sie von blossen Auge als weissliche Beläge sichtbar werden. Das Vor-kommen von heterotrophem Bewuchs kann in seltenen Fällen auch natürliche Verhält-nisse widerspiegeln, beispielsweise bei organischer Belastung durch Laubfall im Herbst.

Heterotropher Bewuchs zeigt organische Belastung an

3.10.2 Erhebung

Die Erhebung des heterotrophen Bewuchses erfordert eine vertiefte Schulung. Eine differenzierte Beurteilung des heterotrophen Bewuchses bleibt Spezialisten vorbehalten.

Erhebung erfordert vertiefte Schulung

Bei der Erhebung werden 10 mindestens faustgrosse Steine verteilt über die gesamte Untersuchungsstelle entnommen. Es werden sowohl die Oberseite als auch die Unter-seite der Steine mit blossen Auge (ohne optische Hilfsmittel wie z.B. Lupe, Binokular, usw.) untersucht. Um falschen Befunden vorzubeugen (grosse Verwechslungsgefahr z.B. mit galertartigen Kieselalgen!) sollte vom Bewuchsmaterial, welches auf hete-rotrophe Organismen hindeutet, eine Probe im Labor mikroskopisch überprüft werden.

10 faustgrosse Steine werden untersucht

3.10.3 Beurteilung

Das Ausmass des heterotrophen Bewuchses wird anhand einer dreistufigen Skala abgeschätzt.

Beurteilung in 3 Klassen

Optional kann der heterotrophe Bewuchs von Spezialisten differenzierter beurteilt und anhand einer fünfstufigen Skala abgeschätzt werden. Dabei können die Ergebnisse der differenzierten Beurteilung mit 5 Klassen der dreistufigen Beurteilung gegenüberge-stellt werden, indem die Klassen 1 (blau) und 2 (grün) bzw. 4 (orange) und 5 (rot) zusammengefasst und den Klassen 1 (blau) bzw. 3 (rot) der dreistufigen Bewertung zugeordnet werden (vgl. Tabelle).

Option: Differenzierte Beurteilung in 5 Klassen

3 Klassen		Optional: 5 Klassen	
1	kein	kein heterotropher Bewuchs	1
	vereinzelt	wenig ausgeprägter, feiner, schleimiger Überzug von heterotrophem Bewuchs auf einzelnen Steinunterseiten (Verifizierung unter dem Mikroskop)	2
2	wenig	einzelne Steine mit gut ausgebildeten Rasen oder Zotten von heterotrophem Bewuchs	3
3	mittel	gut ausgebildete Rasen oder Zotten von heterotrophem Bewuchs auf mind. 3 von 10 Steinen	4
	viel	gut ausgebildete Zotten auf 1/3 und mehr der Oberflächen (Steine, Holz etc.), pelzartiger Überzug, vom Ufer aus problemlos zu erkennen	5

Beurteilung

Als Interpretationshilfe für die Bewertung des heterotrophen Bewuchses sind zusätzliche Angaben zu den Strömungsverhältnissen an der Probenahmestelle und zu natürlichen und anthropogenen Quellen organischen Materials notwendig.

- > Natürlich: z.B. starker Laubfall
- > Anthropogen: z.B. Gülleabschwemmung, Abwassereinleitung, Drainagen
- > Unbekannt: nicht ersichtlich, wie der heterotrophe Bewuchs zustande gekommen ist
- > Weitere Angaben: Strömung an der Probenahmestelle stark oder schwach

Interpretationshilfen
für die Bewertung

Abb. 17 > Stein mit wenig heterotrophem Bewuchs.

Heterotropher Bewuchs



Foto: Angela von Känel

Abb. 18 > Stein mit mittlerem heterotrophem Bewuchs und Sohle mit mittlerer Verschlammung.



Foto: Angela von Känel

Abb. 19 > Sohle mit viel heterotrophem Bewuchs.



Foto: Pius Niederhauser

Abb. 20 > Sohle mit viel heterotrophem Bewuchs.



Foto: Angela von Känel

3.11 Pflanzenbewuchs

Als ergänzende Information zu den übrigen Parametern wird im Modul Äusserer Aspekt der Pflanzenbewuchs erfasst. Dieser wird jedoch in dieser Methode nicht bewertet, eine differenzierte Bewertung des Pflanzenbewuchses ist Gegenstand der Module Kieselalgen bzw. Makrophyten im Rahmen des Modul-Stufen-Konzeptes.

Ergänzende Informationen
über Pflanzenbewuchs

3.11.1 Bedeutung

Unter Pflanzenbewuchs werden in der vorliegenden Methode die fädigen Algen, Moose und die höheren Wasserpflanzen verstanden (Abb. 21–34). Die Diversität der Pflanzengemeinschaften ist eine Funktion der Naturnähe eines Bachbettes. Massentwicklungen von einzelnen Arten kommen vorwiegend bei homogenem Bachbett vor und sind u.a. auf fehlenden Geschiebetrieb, eine naturfremde Bachsohle, fehlende Beschattung wegen Mangel an Ufergehölzen und in geringerem Mass auf ungenügende Wasserqualität zurückzuführen. Sie können durchaus auch natürlich sein, wie beispielsweise bei der Goldalge *Hydrurus*, die in Massen vorkommt.

Pflanzengemeinschaften
geben Hinweise auf Naturnähe
eines Bachbettes

3.11.2 Erhebung

Der Pflanzenbewuchs wird vom Ufer und von der Sohle aus optisch erfasst.

Stufe 1 = <10% Bedeckung der Sohle
Stufe 2 = 10 – 50% Bedeckung der Sohle
Stufe 3 = >50% Bedeckung der Sohle

Erhebungskategorien

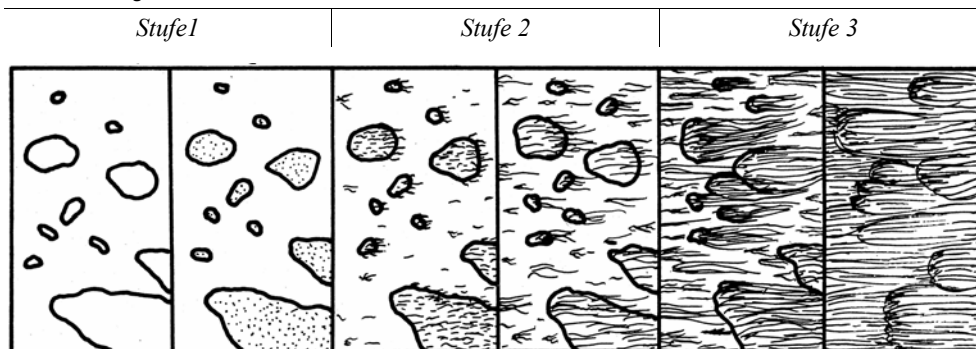
Zusätzlich werden drei Kategorien des pflanzlichen Bewuchses unterschieden:

- > Kieselalgen, Krustenalgen, fädige Algen
- > Moose
- > Makrophyten

Bei den Algen und Makrophyten wird der Bewuchs in abnehmender Dominanz grob charakterisiert (z.B. Cladophora, Kieselalgen, Vaucheria, Myriophyllum, Moose).

Charakterisierung des Bewuchses

Abb. 21 > Algenfäden.



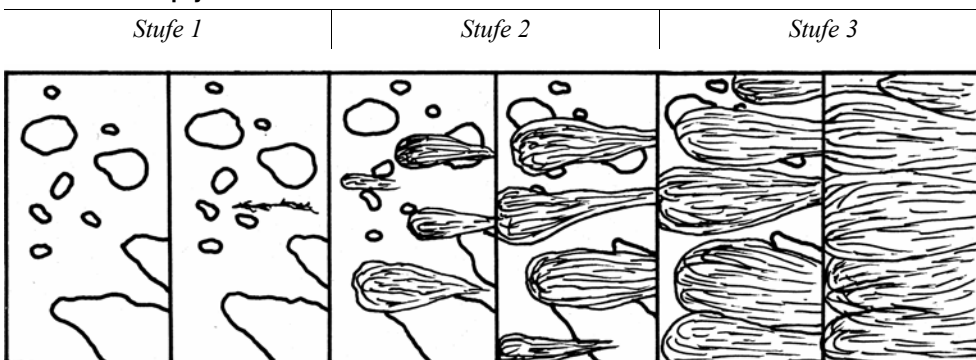
Stufe 1 = < 10 % der Gewässersohle bedeckt;

Stufe 2 = 10–50 %;

Stufe 3 = > 50 %.

Nach THOMAS & SCHANZ 1976, vereinfacht.

Abb. 22 > Makrophyten und Moose.



Stufe 1 = < 10 % der Gewässersohle bedeckt;

Stufe 2 = 10–50 %;

Stufe 3 = > 50 %.

Nach THOMAS & SCHANZ 1976, vereinfacht.

3.11.3 Beurteilung

Es erfolgt **keine Bewertung des pflanzlichen Bewuchses**, weil für die Interpretation des Pflanzenvorkommens eine Bestimmung bis auf die Art unerlässlich ist, was wiederum Spezialwissen erfordert. Im Rahmen des Moduls Äusserer Aspekt auf der Stufe F ist ein solcher Aufwand jedoch nicht gerechtfertigt, weshalb auf eine weitergehende Bewertung verzichtet wird.

Keine Bewertung des
Pflanzenbewuchses

Abb. 23 > Gewässer mit wenig Algen.

Foto: Pius Niederhauser

Algenbewuchs

Abb. 24 > Gewässer mit wenig Algen.

Fotos: Pius Niederhauser

Abb. 25 > Gewässer mit mittlerer Veralgung.

Abb. 26 > Gewässer mit mittlerer Veralgung.

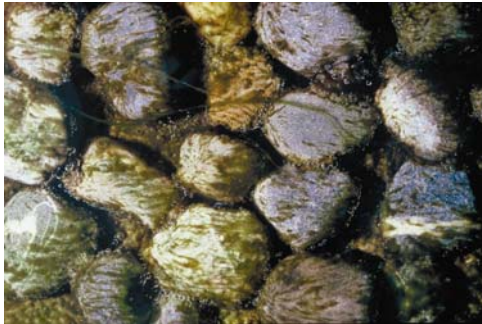


Abb. 27 > Gewässer mit vielen Algen.



Fotos: Hans-Ruedi Bürgli, Angela von Känel

Abb. 28 > Gewässer mit vielen Algen.



Abb. 29 > Gewässer mit vielen Algen.



Fotos: Pius Niederhauser

Abb. 30 > Gewässer mit wenigen Makrophyten.



Abb. 31 > Gewässer mit einem mittleren Vorkommen von Makrophyten.



Fotos: Pius Niederhauser

Makrophyten

Abb. 32 > Gewässer mit einem mittleren Vorkommen von Makrophyten.



Fotos: Pius Niederhauser

Abb. 33 > Gewässer mit vielen Makrophyten.



Abb. 34 > Gewässer mit vielen Makrophyten.



Foto: Pius Niederhauser

4 > Bewertung

4.1 Beurteilung, Interpretation

Die Parameter des Äusseren Aspektes werden in drei Klassen erhoben, einzige Ausnahme bildet der heterotrophe Bewuchs, der optional in fünf Klassen erhoben werden kann. Damit unterscheidet sich die Beurteilung im Modul Äusserer Aspekt von den übrigen Modulen des Modul-Stufen-Konzeptes, in denen die Bewertung in fünf Klassen erfolgt.

Die Bewertungen der einzelnen Parameter des Äusseren Aspektes werden nicht zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst, jeder Parameter wird separat bewertet. Der Parameter Pflanzenbewuchs wird im Rahmen des Moduls Äusserer Aspekt nicht bewertet, er wird mit den zwei Modulen Kieselalgen bzw. Makrophyten detailliert erfasst. Bei den Parametern des Äusseren Aspektes ist besonders wichtig, dass die Ursachen (natürlich, anthropogen, unbekannt) der Befunde ermittelt werden, weil eine abschliessende Bewertung der Resultate nur in Abhängigkeit der Ursache durchgeführt werden kann. Generell gilt: Falls die Parameter des Äusseren Aspektes nur die natürlichen Gegebenheiten widerspiegeln, sind keine weiteren Abklärungen erforderlich³. Sind hingegen die Beeinträchtigungen der Parameter des Äusseren Aspektes durch anthropogene oder durch unbekannte Ursachen geprägt, muss nach GSchV Art 47 (s. Anhang) vorgegangen werden (vgl. untenstehende Tabelle). Für alle Parameter (mit Ausnahme des Pflanzenbewuchses) gilt, dass bei einer Beurteilung nach Klasse 1 die Anforderungen an die Wasserqualität nach GSchV Anhang 2 erfüllt sind. Bei einer Beurteilung nach Klasse 2 ist die Erfüllung der Anforderungen nach GSchV fraglich, bei einer Beurteilung nach Klasse 3 sind die Anforderungen klar nicht erfüllt. Das weitere Vorgehen bei Befunden in Klasse 2 und Klasse 3 richtet sich nach GSchV Art. 47.

Bewertung unter
Berücksichtigung der Ursachen,
Vorgehen nach Art. 47 GSchV

Ursachen					
natürlich			unbekannt/anthropogen		
Beurteilung	Bewertung	Abklärungen	Beurteilung	Bewertung	Abklärungen
Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt	keine	Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt	keine
Klasse 2			Klasse 2	Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich	Vorgehen nach GSchV Art. 47
Klasse 3			Klasse 3	Anforderungen GSchV nicht erfüllt	

Bewertung und Interpretation

³ Natürliche Gegebenheiten werden in den Anforderungen an die Wasserqualität von Anhang 2 GSchV bei den Parametern des äusseren Aspektes jeweils explizit vorbehalten (vgl. Ziffer 11 Absatz 1a, Absatz 2, Ziffer 12 Absatz 1a, Absatz 2b Anhang 2 GSchV). Somit liegt keine Verletzung der Anforderungen der GSchV vor und es braucht kein weiteres Vorgehen nach Artikel 47 GSchV.

4.2

Grafische Darstellung

Die Darstellung der Befunde des Äusseren Aspektes richtet sich nach dem Untersuchungskonzept und der Fragestellung, die den Erhebungen zu Grunde liegen. Abhängig von der Fragestellung können die Resultate des Äusseren Aspektes in unterschiedlicher Art und Weise dargestellt werden. Um farblich mit den anderen Modulen kompatibel zu sein, werden die drei Zustandsklassen mit den Farben blau, gelb und rot dargestellt. Dabei entspricht die Klasse 1 (blau) des Äusseren Aspektes den beiden Klassen 1 und 2 (blau, grün) in den übrigen Modulen, die Klasse 3 (rot) entspricht den Klassen 4 und 5 (orange, rot) der übrigen Module.

Werden die Parameter des Äusseren Aspektes im Längsverlauf eines Gewässers erhoben, können die Resultate auf einer Karte des Gewässers dargestellt werden. Zwei Beispiele für mögliche Darstellungen sind in Abb. 35 und Abb. 36 gegeben. In Abb. 35 wird jede Untersuchungsstelle mit einem Kreisdiagramm repräsentiert, dessen Sektoren den einzelnen Parametern entsprechen. In Abb. 36 sind die Befunde für die Parameter des Äusseren Aspektes als einzelne Punkte dargestellt. Die Befunde für die einzelnen Parameter werden jeweils mit den Farben blau, gelb oder rot dargestellt. Parameter, die auf Grund von natürlichen Ursachen einen Befund der Klassen 2 (gelb) oder 3 (rot) aufweisen und damit die Anforderungen an die Wasserqualität nach GSchV Anhang 2 Ziff. 11 und 12 erfüllen, werden in geeigneter Weise gekennzeichnet.

**Gegenüberstellung mit
anderen Modulen des
Modul-Stufen-Konzeptes**

**Möglichkeiten zur Darstellung
der Ergebnisse**

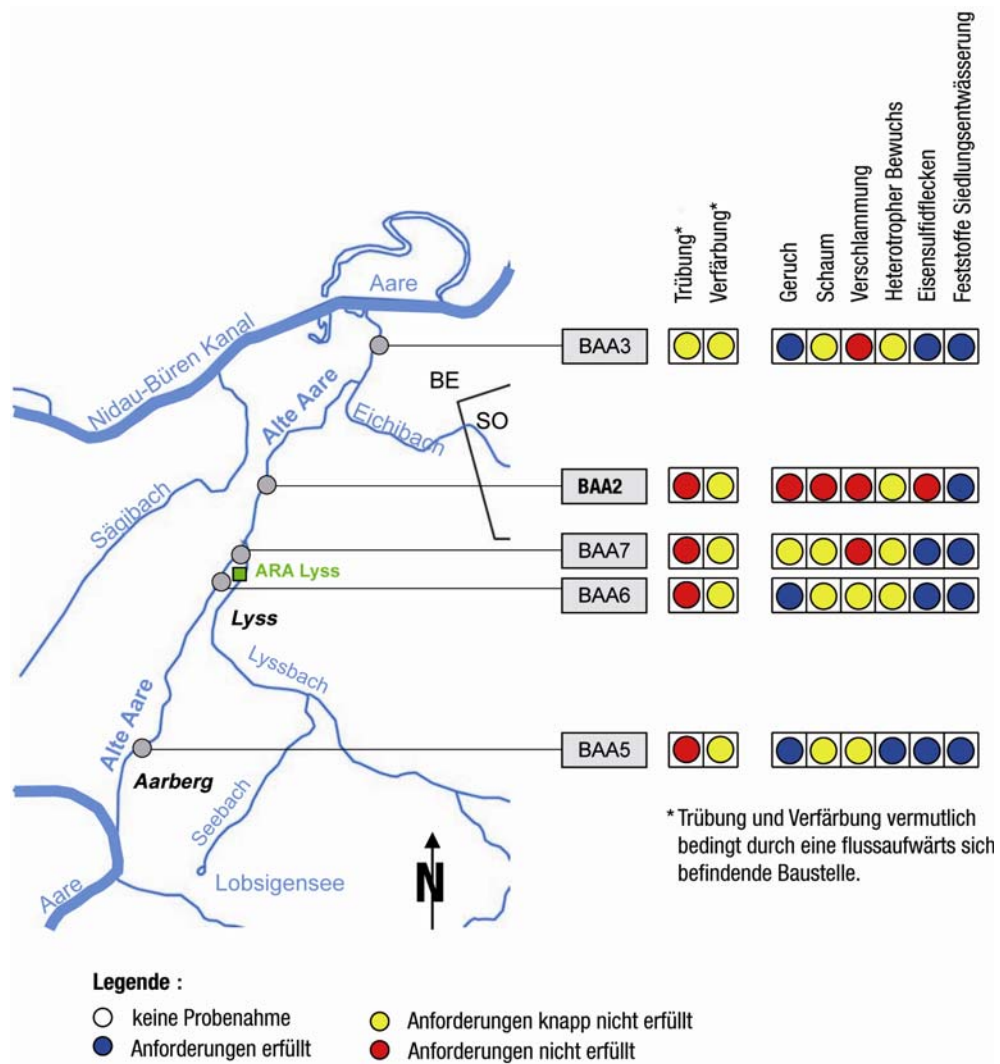
Abb. 35 > Grafische Darstellung der anthropogen beeinflussten Parameter des Äusseren Aspektes.

Bsp. «Etude du nant d'Avril – Etat 2003 et évolution depuis 1996». Service cantonal de l'écologie de l'eau, DIAE, Genève (2004) 29 p.



Abb. 36 > Grafische Darstellung der anthropogen beeinflussten Parameter des Äusseren Aspektes.

Bsp. «Beurteilung der biologisch indizierten Wasserqualität in der Alten Aare (BE) im März 2005». Untersuchungen AquaPlus im Auftrag GSA Kt. Bern (2005) 36pp. und Anhänge.



4.3

Grenzen der Anwendbarkeit

Das Modul Äusserer Aspekt ist sowohl bei alpinen als auch bei Mittellandgewässern anwendbar. An stark von Schwall-Sunk beeinflussten Gewässerstrecken sind die Rahmenbedingungen (z.B. Zeitpunkt von Spülungen) für eine Bewertung des Äusseren Aspektes zwecks Interpretationshilfe anzugeben und beizuziehen.

Die meisten Parameter des Äusseren Aspektes mit Ausnahme des pflanzlichen und heterotrophen Bewuchses sowie des Eisensulfids widerspiegeln nur Momentaufnahmen, welche jederzeit stark ändern können. Es ist deshalb empfehlenswert, den Äusseren Aspekt zusammen mit anderen Modulen zu erfassen, in welchen integrative Parameter wie z.B. das Makrozoobenthos untersucht werden. In diesem Fall sind die Resultate des Äusseren Aspektes einfacher zu interpretieren und der Äussere Aspekt stellt so eine wertvolle Ergänzung für den Gesamteindruck dar.

Es ist zu beachten, dass der Äussere Aspekt an einer Untersuchungsstelle je nach Strömungsverhältnissen durchaus die Verhältnisse weiter flussaufwärts repräsentieren kann (z.B. Schaum), was bei der Bewertung berücksichtigt werden sollte, indem die Quellen der Verunreinigungen flussaufwärts ermittelt und als Zusatzinformation beschrieben werden.

Die Erhebungen des Äusseren Aspektes sind bei schlechten Befunden innerhalb eines Jahres zu wiederholen.

**Methode als Ergänzung
zu anderen Modulen**

> Anhang

A1 Auszug aus der Gewässerschutzverordnung

Art. 47 Vorgehen bei verunreinigten Gewässern

¹ Stellt die Behörde fest, dass ein Gewässer die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 nicht erfüllt oder dass die besondere Nutzung des Gewässers nicht gewährleistet ist, so:

- a) ermittelt und bewertet sie die Art und das Ausmass der Verunreinigung;
- b) ermittelt sie die Ursachen der Verunreinigung;
- c) beurteilt sie die Wirksamkeit der möglichen Massnahmen;
- d) sorgt sie dafür, dass gestützt auf die entsprechenden Vorschriften die erforderlichen Massnahmen getroffen werden.

² Sind mehrere Quellen an der Verunreinigung beteiligt, so sind die bei den Verursachern erforderlichen Massnahmen aufeinander abzustimmen.

Anhang 2

Anforderungen an die Wasserqualität oberirdischer Gewässer nach Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998

11 Allgemeine Anforderungen

¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:

- a) sich im Gewässer keine mit blossen Auge sichtbaren Kolonien von Bakterien, Pilzen oder Protozoen und keine unnatürlichen Wucherungen von Algen oder höheren Wasserpflanzen bilden;
- b)

² Durch Abwassereinleitungen darf sich im Gewässer nach weitgehender Durchmischung:

- a) kein Schlamm bilden;
- b) keine Trübung, keine Verfärbung und kein Schaum bilden, ausgenommen bei starken Regenfällen
- c) der Geruch des Wassers gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend verändern;
- d)

12 Zusätzliche Anforderungen an Fließgewässer

¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:

- a) sich in der Gewässersohle keine von blossem Auge sichtbaren Eisensulfidflecken bilden; besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten;
- b) ...

² Der Sauerstoffgehalt in der Gewässersohle darf nicht nachteilig verändert werden durch:

- a) ...
- b) eine verminderte Durchlässigkeit der Sohle infolge unnatürlich hoher Sedimentation feiner Partikel (Kolmation) oder künstlicher Abdichtung.

A2 Protokollblatt Äusserer Aspekt

		Datum	Bearbeiter/in
Gewässer	Name		Nr.
Untersuchungsstelle	Ortsbezeichnung		Nr.
Koordinaten	X – Koo.		Y – Koo.
Witterung	< 2 Tage nach Regen ☐ > 2 Tage nach Regen ☐		
Bemerkungen (z.B. Wasserführung, Restwasserstrecke, Schwall-Sunk, ...)			

Schlamm

kein	☐	natürlich	☐
wenig/mittel	☐	anthropogen	☐
viel	☐	unbekannt	☐

Bemerkungen:

starker Laubfall	☐	Drainage	☐
Abwassereinleitung	☐	Andere	☐
Gülle	☐		

Trübung

keine	☐	natürlich	☐
leicht/mittel	☐	anthropogen	☐
stark	☐	unbekannt	☐

Bemerkungen:

Abwassereinleitung	☐	Seeausfluss	☐
Baustelle	☐	Gletscher	☐
Wasserkraftwerk	☐	Bergbach	☐
Uferrutschung	☐	Andere	☐
Moorausfluss	☐		

Verfärbung

keine	☐	natürlich	☐
leicht/mittel	☐	anthropogen	☐
stark	☐	unbekannt	☐

Bemerkungen:

Farbe gelöst	☐	Baustelle	☐
Farbe partikulär	☐	Seeausfluss	☐
		Moorausfluss	☐
Abwassereinleitung	☐	Andere	☐

Farbe:

Schaum

kein	☐	natürlich	☐
wenig/mittel	☐	anthropogen	☐
viel	☐	unbekannt	☐

Bemerkungen:

starker Laubfall	☐	Moorausfluss	☐
Abwassereinleitung	☐	Seeausfluss	☐
Gülle	☐	Ranunculus	☐
Drainage	☐	Andere	☐

Geruch

kein	☐	natürlich	☐
leicht/mittel	☐	anthropogen	☐
stark	☐	unbekannt	☐

Bemerkungen:

Abwassereinleitung	☐	Faulig	☐
Waschmittel	☐	Andere	☐
Gülle	☐		

Eisensulfid (*)

kein 0 %	☐	natürlich	☐
wenig/mittel < 25 %	☐	anthropogen	☐
viel > 25 %	☐	unbekannt	☐

Bemerkungen:

starker Laubfall	☐	Drainage	☐
Abwassereinleitung	☐	Andere	☐
Gülle	☐		

Kolmation

keine	☐	natürlich	☐
leicht/mittel	☐	anthropogen	☐
stark	☐	unbekannt	☐

Feststoffe

(aus Siedlungsentwässerung)

keine	☐	keine	☐
vereinzelte	☐	vereinzelte	☐
viele	☐	viele	☐

Abfälle

Bemerkungen:

Hygieneartikel	☐	Kehrichtsäcke	☐
WC-Papier	☐	Verpackungen	☐

Heterotropher Bewuchs (*)

3 Klassen		5 Klassen	
kein	☐	☐	natürlich ☐
vereinzelte	☐	☐	anthropogen ☐
wenig	☐	☐	unbekannt ☐
mittel	☐	☐	
viel	☐	☐	

Bemerkungen:

starker Laubfall	☐	Drainage	☐
Abwassereinleitung	☐	Andere	☐
Gülle	☐		

Pflanzenbewuchs

	kein/wenig < 10 %	mittel 10–50 %	viel > 50 %
Algen	☐	☐	☐
Moose	☐	☐	☐
Makrophyten	☐	☐	☐

Bemerkungen:

Strömung (Zusatz zu *)

schwach	☐	stark	☐
---------	--------------------------	-------	--------------------------

> Verzeichnisse

Abbildungen

Abb. 1	Gewässer mit viel Schlamm.	13	Abb. 16	Gewässer mit vielen Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung.	25
Abb. 2	Gewässer mit viel Schlamm.	13	Abb. 17	Stein mit wenig heterotrophem Bewuchs.	27
Abb. 3	Gewässer mit wenig Schaum.	17	Abb. 18	Stein mit mittlerem heterotrophem Bewuchs und Sohle mit mittlerer Verschlämmung.	28
Abb. 4	Gewässer mit wenig Schaum.	17	Abb. 19	Sohle mit viel heterotrophem Bewuchs.	28
Abb. 5	Gewässer mit mittlerem Vorkommen von Schaum.	17	Abb. 20	Sohle mit viel heterotrophem Bewuchs.	28
Abb. 6	Gewässer mit viel Schaum.	17	Abb. 21	Algenfäden.	30
Abb. 7	Gewässer mit viel Schaum.	17	Abb. 22	Makrophyten und Moose.	30
Abb. 8	Stein mit wenig Eisensulfid (FeS).	21	Abb. 23	Gewässer mit wenig Algen.	31
Abb. 9	Stein mit mittlerem Vorkommen von Eisensulfid.	21	Abb. 24	Gewässer mit wenig Algen.	31
Abb. 10	Stein mit viel Eisensulfid.	21	Abb. 25	Gewässer mit mittlerer Veralgung.	31
Abb. 11	Gewässersohle mit mittlerer Kolmation.	23	Abb. 26	Gewässer mit mittlerer Veralgung.	32
Abb. 12	Gewässersohle mit starker Kolmation.	23	Abb. 27	Gewässer mit vielen Algen.	32
Abb. 13	Gewässersohle mit Kolmation durch Kalk, natürlich.	23	Abb. 28	Gewässer mit vielen Algen.	32
Abb. 14	Gewässer mit vereinzelt Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung.	25	Abb. 29	Gewässer mit vielen Algen.	32
Abb. 15	Gewässer mit vielen Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung.	25	Abb. 30	Gewässer mit wenigen Makrophyten.	32
			Abb. 31	Gewässer mit einem mittleren Vorkommen von Makrophyten.	32

Abb. 32	
Gewässer mit einem mittleren Vorkommen von Makrophyten.	33
Abb. 33	
Gewässer mit vielen Makrophyten.	33
Abb. 34	
Gewässer mit vielen Makrophyten.	33
Abb. 35	
Grafische Darstellung der anthropogen beeinflussten Parameter des Äusseren Aspektes.	36
Abb. 36	
Grafische Darstellung der anthropogen beeinflussten Parameter des Äusseren Aspektes.	37

Literatur

BUWAL, Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft 1998a: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26, Bern, 1–43.

BUWAL, Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft 1998b: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27, Bern, 1–49.

Schälchli, Abegg + Hunzinger 2002: Innere Kolmation, Methoden zur Erkennung und Bewertung. Unveröff. Bericht im Auftrag des Projektes Fischnetz. Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, 23 S.

Thomas E. A., Schanz F. 1976: Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fliessgewässern, ein limnologisches Problem. Vierteljahresschrift Natf. Ges., Zürich, 121:309-317.