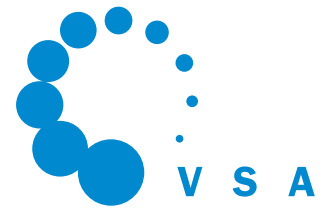


Verband Schweizer  
Abwasser- und  
Gewässerschutz-  
fachleute

Association suisse  
des professionnels  
de la protection  
des eaux

Associazione svizzera  
dei professionisti  
della protezione  
delle acque

Swiss Water  
Association



# ABWASSERBEWIRTSCHAFTUNG BEI REGENWETTER

## MODUL GEWÄSSERUNTERSUCHUNG



Versickerungsmulde

Überlauf in angrenzendes Gewässer

## Impressum

Die vorliegende Publikation wurde mit aller Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität kann jedoch keine Gewähr übernommen werden. Haftungsansprüche gegen den VSA wegen Schäden materieller oder immaterieller Art, welche durch die Benützung und Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen könnten, werden ausgeschlossen.

### Rechtlicher Stellenwert

Diese Richtlinie dokumentiert den schweizerischen Stand der Technik und die gute Praxis bezüglich Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. Sie präzisiert die Gewässerschutzgesetzgebung und ermöglicht deren einheitlichen Vollzug. Die Richtlinie richtet sich primär an die Vollzugs- resp. Bewilligungsbehörden und die Planer von Entwässerungssystemen. Sie gewährt dem Anwender ein grosses Mass an Rechtssicherheit. Andere Lösungen sind nicht ausgeschlossen. Gemäss Gerichtspraxis muss jedoch nachgewiesen werden, dass sie rechtskonform sind.

### Autoren der Zusammenführung 2019

Daniel Baumgartner, Hunziker Betatech AG, Bern  
Reto Flury, Holinger AG, Bern  
Natalie Muff, Holinger AG, Bern  
Silvia Oppliger, Hunziker Betatech AG, Bern  
Elias Winz, Holinger AG, Bern

### Autoren Modul Gewässeruntersuchung

Christiane Ilg, Plattform Wasserqualität VSA, Dübendorf  
Reto Albert, Hunziker Betatech AG, Winterthur  
Fredy Elber, AquaPlus AG, Zug  
Reto Flury, Holinger AG, Bern  
Martina Küng, Holinger AG, Bern  
Vinzenz Maurer, Gewässer- und Bodenschutzlabor Kanton Bern  
Kristina Rehberger, Gewässer- und Bodenschutzlabor Kanton Bern  
Matthias Sturzenegger, AquaPlus AG, Zug

### Grundlagenarbeit

Nathalie Menetrey, DGE-PRE VD, Lausanne  
Klemens Niederberger, AquaPlus AG, Zug

### Herausgeber

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute  
Association suisse des professionnels de la protection des eaux  
Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque

### Titelfoto

Ramboll Studio Dreiseitl, Arkadien Winnenden

### Gestaltung

SLS Nadler, Peter Nadler, 8610 Uster

### Druck

Appenzeller Druckerei AG, 9100 Herisau

### Bezugsquelle

VSA, Europastrasse 3, Postfach, CH-8152 Glattbrugg,  
Telefon 043 343 70 70, sekretariat@vsa.ch, www.vsa.ch

## Kurzbeschreibung vorliegendes Modul und Hauptadressaten

Das Modul Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (kurz: Modul G) ist Bestandteil der Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» des VSA, die im Mai 2019 publiziert wurde. Das Modul richtet sich in erster Linie an die Planer (GEP-Ingenieure), Vollzugsbehörden (Gemeinden, kantonale Gewässerschutzfachstellen) und Gewässerökologen und fokussiert auf Gewässeruntersuchungen im Rahmen von Generellen Entwässerungsplanungen (GEP). Das Modul enthält jedoch auch Hinweise für ARA-Betreiber und ARA-Betriebspersonal für die Funktionskontrolle (periodische, auf das Gewässer ausgedehnte Kontrolle zur groben Identifikation von offensichtlichen Defiziten und Fehlfunktionen der Entlastungsanlagen).

### Abkürzungen für die Verweise und Tabellen/Abbildungsbezeichnungen (siehe auch Basismodul Kap. 1.6 «Aufbau der Richtlinie»)

Kurzbezeichnung für Verweise	Titel der einzelnen Module	
<b>B</b>	Basismodul	
<b>G</b>	Modul Gewässeruntersuchung	
<b>S</b>	STORM-Modul	
<b>D</b>	Modul Dimensionierung und Gestaltung	
	<b>DA</b> Teil A: Umgang mit Niederschlagswasser	<b>DB</b> Teil B: Anlagen zur Behandlung und Entlastung von Mischabwasser
<b>E</b>	Modul Entwässerungssysteme	
<b>L</b>	Listen über die gesamte Richtlinie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liste der Abkürzungen</li> <li>• Literaturliste</li> </ul>	

Beispiele für Verweise:

- siehe Modul G Kap. 3 = siehe Modul «Gewässeruntersuchung» Kapitel 3
- siehe Kap. 3 (ohne Verweis auf ein bestimmtes Modul) = siehe Kapitel 3 des jeweils vorliegenden Moduls
- siehe dazu auch Abb. B4 = siehe die Abbildung B4 im Basismodul

### Gender-Hinweis

Die Inhalte des vorliegenden Moduls beziehen sich in gleichem Masse auf Frauen, Männer und Diverse. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird jedoch die männliche Form für alle Personenbezeichnungen gewählt. Die anderen Formen sind dabei stets mitgedacht.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
1.1	Ausgangslage	6
1.2	Ziel des Moduls	6
1.3	Auswirkungen von Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung	7
1.4	Rechtliche Grundlagen	7
<b>2</b>	<b>ÜBERSICHT ÜBER DIE VERSCHIEDENEN ANWENDUNGSBEREICHE DES MODULS G</b>	<b>9</b>
2.1	Zusammenfassung der wichtigsten Informationen zum Anwendungsbereich	9
2.2	Bei welchen Einleitungen kommt das Modul G zum Einsatz? Präzisierungen/Ergänzungen zum Modul B	12
<b>3</b>	<b>VORGEHEN FÜR FLIESSGEWÄSSER IM RAHMEN VON GENERELLEN ENTWÄSSERUNGSPÄNEN (GEP)</b>	<b>13</b>
3.1	Stufe 1 für Fließgewässer (bei GEP)	13
3.1.1	Rahmenbedingungen	13
3.1.2	Auswahl Untersuchungsstandorte	13
3.1.3	Zu untersuchende Parameter	14
3.1.4	Beschreibung der Untersuchungsmethoden	15
3.1.5	Auswertung der Untersuchung zur Vorabklärung (Stufe 1)	16
3.2	Stufe 2 für Fließgewässer (bei GEP)	17
3.2.1	Rahmenbedingungen	17
3.2.2	Auswahl Untersuchungsstandorte	18
3.2.3	Zu untersuchende Parameter	19
3.2.4	Beschreibung der Untersuchungsmethoden	19
3.2.5	Auswertung der Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen in Fließgewässer (Stufe 2)	23
<b>4</b>	<b>VORGEHEN FÜR STEHENDE GEWÄSSER IM RAHMEN VON GENERELLEN ENTWÄSSERUNGSPÄNEN (GEP)</b>	<b>29</b>
4.1	Stufe 1 für stehende Gewässer (bei GEP)	29
4.1.1	Rahmenbedingungen	29
4.1.2	Auswahl Untersuchungsstandorte	30
4.1.3	Zu untersuchende Parameter	30
4.1.4	Beschreibung der Untersuchungsmethoden	31
4.1.5	Auswertung der Untersuchung zur Vorabklärung (Stufe 1)	31
4.2	Stufe 2 für stehende Gewässer (bei GEP)	31
4.2.1	Rahmenbedingungen	31
4.2.2	Auswahl Untersuchungsstandorte	32
4.2.3	Zu untersuchende Parameter	32
4.2.4	Beschreibung der Untersuchungsmethoden	33
4.2.5	Auswertung der Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen in stehenden Gewässern (Stufe 2)	37
<b>5</b>	<b>VORGEHEN BEI FUNKTIONSKONTROLLEN</b>	<b>43</b>
5.1	Rahmenbedingungen	43
5.2	Auswahl der Untersuchungsstandorte	43
5.3	Zu untersuchende Parameter und Beschreibung der Untersuchungsmethoden	44

5.4	Beurteilung anhand des Äusseren Aspekts	44
5.5	Ableitung des Handlungsbedarfs	45
5.6	Datenspeicherung	46
<b>6</b>	<b>VORGEHEN BEI WIRKUNGSKONTROLLEN</b>	47
<b>7</b>	<b>INFORMATIONEN ZU DEN PARAMETERN</b>	48
<b>8</b>	<b>SPEZIALFÄLLE UND EINSCHRÄNKUNGEN</b>	51
<b>9</b>	<b>LITERATUR</b>	53
	<b>ANHÄNGE</b>	54
Anhang 1:	Protokollblatt Stufe 1, Einfache Untersuchung im Rahmen von GEP in Fliessgewässern	54
Anhang 2:	Protokollblatt Stufe 2, Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen im Rahmen von GEP und Wirkungskontrollen in Fliessgewässern	55
Anhang 3:	Checkfragen zur Beurteilung der Einleitung im Vergleich zur Referenz beziehungsweise der unmittelbaren Umgebung (Stufe 1, stehende Gewässer)	57
Anhang 4:	Protokollblatt Stufe 2, Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Detailuntersuchung) im Rahmen von GEP und Wirkungskontrolle in stehenden Gewässern	58
Anhang 5:	Protokollblatt Funktionskontrolle	59
Anhang 6:	Biosicherheit	60
Anhang 7:	Sicherheitsbestimmungen	61
Anhang 8:	Beispiel einer Relevanzmatrix	63
Anhang 9:	Transfertabelle zwischen dem Attribut «Handlungsbedarf» gemäss Modul G und VSA-DSS-Mini und den Katalogwerten des MGDM GEP	64

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Ausgangslage

Das vorliegende Modul Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (kurz: Modul G) ist Bestandteil der Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» des VSA (vgl. Basismodul, Tabelle in Kap. 1.6). Das Modul richtet sich in erster Linie an die Planer (GEP-Ingenieure), Vollzugsbehörden (Gemeinden, kantonale Gewässerschutzfachstellen) und Gewässerökologen und fokussiert auf Gewässeruntersuchungen im Rahmen von Generellen Entwässerungsplanungen (GEP). Das Modul enthält jedoch auch Hinweise für ARA-Betreiber und -Betriebspersonal für die Funktionskontrolle (periodische, auf das Gewässer ausgedehnte Kontrolle zur groben Identifikation von offensichtlichen Defiziten und Fehlfunktionen der Entlastungsanlagen).

Es werden Vorgehensweisen, Zuständigkeiten und Methoden für die Durchführung von gewässerökologischen Untersuchungen bei Einleitstellen aus der Siedlungsentwässerung inklusive ARAs in Fließgewässer und stehende Gewässer (Oberflächengewässer) vorgestellt.

Gewässeruntersuchungen sind als Teil der Wirkungs- und Funktionskontrolle im Rahmen der Siedlungsentwässerung eine wichtige Grundlage zur Beurteilung und Planung von Einleitstellen, zusätzlich zu Modellierungen und Berechnungen von Entwässerungssystemen. Während numerische Berechnungsmodelle die komplexen Vorgänge und Zustände im Gewässer in Annäherung abbilden können, wird mit einer Gewässeruntersuchung der Einfluss einer Einleitstelle auf das Gewässer direkt erfasst.

## 1.2 Ziel des Moduls

Das vorliegende Modul Gewässeruntersuchungen zielt einerseits darauf ab, den Einfluss von bestehenden Einleitstellen der Siedlungsentwässerung auf das Gewässer zu erfassen. Zudem erlaubt es, einen möglichen Handlungsbedarf aus gewässerökologischer Sicht abzuleiten. Andererseits ermöglicht das Modul, die Auswirkungen von umgesetzten Massnahmen in der Siedlungsentwässerung aufzuzeigen (Wirkungskontrolle). Dazu werden mittels ausgewählter abiotischer und biotischer Indikatoren die Gegebenheiten ober- und unterhalb der Einleitstelle miteinander verglichen und so der Einfluss der Einleitung beurteilt. Die Indikatoren können auch durch zusätzliche Aspekte (z. B. Beeinträchtigung des Gewässers durch Einträge aus der Landwirtschaft, weitere Einleitungen) beeinflusst werden, wodurch die Differenz zwischen den Verhältnissen ober- und unterhalb der Einleitstelle gering ausfallen können. Diese Limitierungen werden im vorliegenden Modul berücksichtigt.

Voraussetzung zur Umsetzung der Methoden ist die Zusammenarbeit in einem interdisziplinären Team bestehend aus Gewässerökologe, GEP-Ingenieur, kantonaler Fachstelle und eventuell ARA-Betreiber.

### **Bezug zum Modul-Stufen-Konzept**

Anders als bei den Methoden des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) ist eine umfassende Beurteilung des Gewässerzustandes nicht Ziel des vorliegenden Moduls (Tabelle G1). In der Regel werden jedoch ausgewählte Aspekte oder vereinfachte Methoden der Gewässerzustandsbeurteilung nach dem MSK im Modul G verwendet (z. B. Äusserer Aspekt). In diesen Fällen wird auf die entsprechende MSK-Methodenbeschreibung verwiesen. In gewissen Fällen sind im Modul G aber andere Methoden angezeigt, welche die Belastungen bei der Einleitstelle spezifisch aufzeigen. Die MSK-Methoden sind nicht Bestandteil des Moduls G und werden in diesem Dokument nicht im Detail präsentiert.

<b>VSA-Richtlinie</b> <b>Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter</b> <b>Modul G</b>	Beurteilung von Einleitstellen gemäss Basismodul	<b>Bewertung Einfluss Einleitung</b> kein klein/mittel gross unklar keine Aussage
	<b>Modul-Stufen-Konzept</b>	Beurteilung des Gewässerzustands

**Tabelle G1**  
 Abgrenzung des Moduls «Gewässeruntersuchungen zur Beurteilung von Einleitstellen» (Modul G) zu den Methoden des «Modul-Stufen-Konzepts» zur Bewertung des Gewässerzustands.

### 1.3 Auswirkungen von Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung

Beeinträchtigungen eines Gewässers durch Abwassereinleitungen hängen von der Art und Menge der eingeleiteten Substanzen, der Häufigkeit und Dauer der Einleitungen sowie von der spezifischen Situation im betroffenen Gewässer ab. Einleitungen beeinträchtigen je nach Umfang lokale Bereiche (z. B. Veränderung der Artengemeinschaften, Sedimentablagerung, ästhetische Beeinträchtigungen) oder auch das ganze Gewässer (z. B. Veränderung der Trophiestufe in Kleinseen). Die Beeinträchtigungen eines Gewässers bei Regenwetter lassen sich in folgende Kategorien aufteilen, siehe Krejci et al. (2004):

- Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Einleitung von chemischen Substanzen, Bakterien und pathogenen Keimen aus der Siedlungsentwässerung (stoffliche und bakterielle Beeinträchtigungen).
- Beeinträchtigung des ästhetischen Zustandes (Äusserer Aspekt) durch Grobstoffe aus der Siedlungsentwässerung.

Seltener treten auch folgende Beeinträchtigungen auf:

- Beeinträchtigung des hydrologischen Regimes durch Veränderung der Grösse und Häufigkeiten der Abflussspitzen (physikalische Beeinträchtigungen, mechanisch-hydraulischer Stress).
- Beeinträchtigung des natürlichen morphologischen Zustandes, insbesondere Veränderung der Gewässersohle durch Erosion oder Ablagerung.

Durch diese Beeinträchtigungen werden auch die **aquatischen Lebensgemeinschaften (Biologie)** beeinflusst. Mit den in diesem Modul vorgeschlagenen Methoden können solche biologischen Beeinträchtigungen durch Einleitungen festgestellt und beurteilt werden.

### 1.4 Rechtliche Grundlagen

In der **Gewässerschutzverordnung** (Anhang 2 Ziffer 11 und 12) sind die verschiedenen Anforderungen an die Wasserqualität im Allgemeinen und an Abwassereinleitungen im Speziellen definiert. Das Vorgehen bei verunreinigten Gewässern ist in der **Gewässerschutzverordnung** (Artikel 47) erläutert. Bei den Einleitungen im Bereich von Seeufern ist zudem **das Natur- und Heimatschutzgesetz** (Artikel 21) zu beachten (siehe nachfolgende Box für Details).

Weitere relevante Gesetzesartikel in Bezug auf Abwassereinleitstellen betreffen den Schutz der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt und sind unter anderem in folgenden Gesetzesartikeln zu finden (Liste nicht abschliessend):

- **Gewässerschutzverordnung (Anhang 1 Ziffer 1)** Ökologische Ziele
- **Natur- und Heimatschutzgesetz (Artikel 18)** Schutz von Tier- und Pflanzenarten
- **Natur- und Heimatschutzverordnung (Artikel 14)** Biotopschutz

Im **Bundesgesetz über die Fischerei Artikel 8 Bewilligung für technische Eingriffe** und **Artikel 9 Massnahmen für Neuanlagen** sind die Bewilligungspflicht und die Bedingungen für den Erhalt einer Bewilligung für Einleitungen definiert.

#### **Auszüge aus relevanten Gesetzesartikeln (Liste nicht abschliessend)**

##### **Gewässerschutzverordnung Artikel 47** Vorgehen bei verunreinigten Gewässern

<sup>1</sup> *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.*

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

##### **Gewässerschutzverordnung Anhang 2 Ziffer 11 Abs 1** Allgemeine Anforderungen wie beispielsweise

<sup>1</sup> *Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:*

- a. *sich im Gewässer keine mit blossem Auge sichtbaren Kolonien von Bakterien, Pilzen oder Protozoen und keine unnatürlichen Wucherungen von Algen oder höheren Wasserpflanzen bilden;*
- b. *Laichgewässer für Fische erhalten bleiben;*
- c. *das Wasser nach Anwendung von angemessenen Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung erfüllt;*
- d. *das Wasser bei Infiltration das Grundwasser nicht verunreinigt;*
- e. *die hygienischen Voraussetzungen für das Baden dort gewährleistet sind, wo das Baden von der Behörde ausdrücklich gestattet ist oder wo üblicherweise eine grosse Anzahl von Personen badet und die Behörde nicht vom Baden abrät;*
- f. *Stoffe, die durch menschliche Tätigkeit ins Gewässer gelangen, die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit empfindlicher Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen nicht beeinträchtigen.*

##### **Gewässerschutzverordnung Anhang 2 Ziffer 11 Abs 2** Anforderungen an die Wasserqualität nach einer Abwassereinleitung

<sup>2</sup> *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. *kein sauerstoffarmer Zustand und kein nachteiliger pH-Wert ergeben.*

##### **Gewässerschutzverordnung Anhang 2 Ziffer 12** Zusätzliche Anforderungen für Fliessgewässer

<sup>1</sup> *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. *die Nitrit- und Ammoniak-Konzentrationen die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit empfindlicher Organismen, wie Salmoniden, nicht beeinträchtigen.*

<sup>2</sup> *Der Sauerstoffgehalt in der Gewässersohle darf nicht nachteilig verändert werden durch:*

- a. *eine erhöhte Sauerstoffzehrung infolge eines unnatürlichen Überangebotes an oxidierbaren Stoffen;*
- b. *eine verminderte Durchlässigkeit der Sohle infolge unnatürlich hoher Sedimentation*

##### **Natur- und Heimatschutzgesetz Artikel 21** Ufervegetation

<sup>1</sup> *Die Ufervegetation (Schilf- und Binsenbestände, Auenvegetationen sowie andere natürliche Pflanzengesellschaften im Uferbereich) ... noch auf andere Weise zum Absterben gebracht werden.*



## 2 ÜBERSICHT ÜBER DIE VERSCHIEDENEN ANWENDUNGSBEREICHE DES MODULS G

### 2.1 Zusammenfassung der wichtigsten Informationen zum Anwendungsbereich

Die Beurteilung von Art und Intensität einer Beeinträchtigung eines Gewässers durch Einleitungen bei Regenwetter ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Der Umfang einer Gewässeruntersuchung, die für eine angepasste und kostenoptimierte Massnahmenplanung nötig ist, hängt stark vom betroffenen Gewässer ab (Grösse, Morphologie, Abflussregime, Vorbelastung). Von Bedeutung ist auch die spezifische Situation an der Einleitstelle (Einzeleinleitung, Lage bezogen auf weitere Einleitungen oder anderer Belastungsquellen, Einleittiefe ins Gewässer etc.). Und auch die Charakteristik des eingeleiteten Niederschlags- oder Mischabwassers ist massgebend. Zudem lässt sich der «richtige» Umfang der Untersuchungen in der Regel nur festlegen, wenn alle relevanten Aspekte der Gewässerökologie und -biologie, Hydrologie, Hydrologie sowie der Siedlungsentwässerung berücksichtigt werden.

Umfang, Vorgehen und Methodik der Gewässeruntersuchungen sind daher im Einzelfall immer durch ein **interdisziplinäres Team bestehend aus Gewässerökologe, GEP-Ingenieur, kantonaler Fachstelle und evtl. ARA-Betreiber** festzulegen.

Am zielführendsten sind die Ergebnisse einer Gewässeruntersuchung, wenn sie mit einem abgestuften Vorgehen durchgeführt werden. Dieses Vorgehen hat sich bereits im Rahmen der Bearbeitung von GEP auf kommunaler und regionaler Ebene bewährt. Grundsätzlich ist es auch für die Massnahmenplanung einzelner Einleitstellen geeignet. Für die Beurteilung der Einleitstellen und die Ableitung des Handlungsbedarfs aus gewässerökologischer Sicht wird im Modul G deshalb ein zweistufiges Vorgehen vorgeschlagen. Das gilt sowohl für **Fliess- wie auch für stehende Gewässer**, vgl. auch Tabelle B3 und B4.

- **Stufe 1:** Einfache Untersuchung (im Basismodul generell als «Funktionskontrolle» beschrieben) als Vorabklärung im Rahmen einer GEP-Bearbeitung um festzulegen, ob eine Untersuchung nach Stufe 2 nötig ist. Die Stufe 1 dient in Fliessgewässern zudem als Funktionskontrolle im Sinne einer Betriebskontrolle zur groben Identifikation von Defiziten / Fehlfunktionen, welche die Gewässerökologie betreffen.
- **Stufe 2:** Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Detailuntersuchung), um den Handlungsbedarf aus gewässerökologischer Sicht abzuleiten und nötige Massnahmen zu priorisieren, sowie als Wirkungskontrolle von durchgeführten Massnahmen.

Tabelle G2 zeigt eine Übersicht der Anwendungsbereiche des Moduls G (GEP, Funktionskontrolle, Wirkungskontrolle), die Funktionen der jeweiligen Untersuchungen und die Zuständigkeiten. Die Tabellen G3.1 und G3.2 fassen die wichtigsten Informationen zur Durchführung der Untersuchungsstufen nach Modul G in Fliessgewässern und stehenden Gewässern zusammen. Die Untersuchungsstufen werden anschliessend in den entsprechenden Kapiteln detailliert beschrieben.

Bei permanenten grösseren Einleitungen wie ARA, Fischzucht, Wärmenutzungen oder bei von untersuchten Einleitstelle unabhängigen Vorbelastungen sollten in Ergänzung zum Modul G Untersuchungen nach MSK oder andere spezielle Untersuchungen (z. B. Ökotoxikologie, Sedimentuntersuchungen (Casado et al., 2021)) zum Einsatz kommen. Dies ist bei der Untersuchungsplanung entsprechend anzumerken. Vorbelastungen sind den zuständigen Stellen zu kommunizieren.

Die Erkenntnisse aus der Funktionskontrolle in Fliessgewässern können im Rahmen des periodischen GEP-Checks oder über laufende Rückmeldungen an die Fachstelle (bzw. den GEP-Ingenieur) in die Vorabklärung Stufe 1 für die GEP-Planung miteinbezogen werden. Sie ersetzen jedoch nicht die Abklärungen auf Stufe 1.

**Tabelle G2**

Anwendungsbereiche des Moduls G und der MSK-Untersuchungen.

Beurteilung von Einleitstellen nach Modul G		
	<b>Stufe 1: Einfache Untersuchung</b>	<b>Stufe 2: Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Detailuntersuchung)</b>
<b>GEP</b>	Vorabklärung im Rahmen von GEP-Planungen im interdisziplinären Team (Gewässerökologe, GEP-Ingenieur und kantonale Fachstelle; optional: ARA-Betreiber) → <i>Fliessgewässer Kapitel 3.1</i> → <i>Stehende Gewässer Kapitel 4.1</i>	Beurteilen der Einleitstelle, Ableiten des Handlungsbedarfs und Priorisieren der Massnahmen im interdisziplinären Team (Gewässerökologe, GEP-Ingenieur und kantonale Fachstelle; optional: ARA-Betreiber) → <i>Fliessgewässer Kapitel 3.2</i> → <i>Stehende Gewässer Kapitel 4.2</i>
<b>Funktionskontrolle</b>	Grobe Identifikation von offensichtlichen Defiziten/Fehlfunktionen in Fliessgewässern durch den Betrieb <sup>1</sup> mehrmals jährlich → <i>Funktionskontrolle Kapitel 5</i>	–
<b>Wirkungskontrolle</b>		Wirkungskontrolle von Massnahmen im interdisziplinären Team (Gewässerökologe, GEP-Ingenieur und kantonale Fachstelle; optional: ARA-Betreiber) → <i>Generelle Angaben Kapitel 6</i> → <i>Fliessgewässer Kapitel 3.2</i> → <i>Stehende Gewässer Kapitel 4.2</i>
Untersuchungen an den Einleitstellen nach MSK Methoden (nicht Bestandteil dieses Moduls)		
<b>Beurteilung nach Modul-Stufen-Konzept für Spezialfälle von Einleitungen</b>	Werden nach Absprache im interdisziplinären Team (Gewässerökologe, GEP-Ingenieur und kantonale Fachstelle; optional: ARA-Betreiber) ergänzend zu den Methoden des Moduls G durchgeführt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Untersuchungen von grösseren permanenten Einleitungen</li> <li>• Gegebenenfalls bei Hinweisen einer Vorbelastung des Gewässers</li> <li>• Bei weiteren komplexen Fällen</li> </ul>	

<sup>1</sup> Zwingend, ausser bei Begehungen, die spezielle Einsätze erfordern, z. B. Tauchgänge

**Tabelle G3.1**

Zusammenfassung der wichtigsten Informationen zur Durchführung der Untersuchungen Stufe 1 und Stufe 2 für Fliessgewässer im Rahmen von GEP und Wirkungskontrollen (Funktionskontrollen durch den Betrieb werden im Kapitel 5 behandelt).

Fliessgewässer und bei Hochwasser durchströmte Staubereiche		
	<b>Stufe 1: Einfache Untersuchung im Rahmen von GEP (Vorabklärung) → Kapitel 3.1</b>	<b>Stufe 2: Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen im Rahmen von GEP und Wirkungskontrollen (Detailuntersuchung) → Kapitel 3.2</b>
<b>Zweck</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorabklärung im Rahmen von GEP-Planungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planungen im Rahmen von GEP</li> <li>• Priorisierung von Massnahmen</li> <li>• Wirkungskontrolle von Massnahmen</li> </ul>
<b>Intervall</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemäss GEP Musterpflichtenheft (ca. alle 10 Jahre)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemäss GEP Musterpflichtenheft (ca. alle 10 Jahre)</li> <li>• Wirkungskontrolle nach Bedarf</li> </ul>
<b>Zeitpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzjährig möglich</li> <li>• Der Zeitpunkt sollte sich nach der Periode richten, in der die Einleitstelle aktiv ist</li> </ul>	
<b>Wer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Schlussfolgerung: interdisziplinäres Team<sup>1</sup></li> <li>• Durchführung: Gewässerökologe, idealerweise gemeinsam mit GEP-Ingenieur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Schlussfolgerung: interdisziplinäres Team<sup>1</sup></li> <li>• Durchführung: Gewässerökologe</li> </ul>
<b>Wo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitstellen gemäss Basismodul → <i>Standortauswahl Kapitel 3.1.2</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitstellen gemäss Basismodul wo <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Notwendigkeit einer Untersuchung Stufe 2 bei der Vorabklärung festgelegt worden ist</li> <li>– eine Wirkungskontrolle erforderlich ist</li> </ul> </li> </ul> → <i>Standortauswahl Kapitel 3.2.2</i>

Fortsetzung Tabelle G3.1 s. nächste Seite

Fließgewässer und bei Hochwasser durchströmte Staubereiche		
<b>Was &amp; Wie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Äusserer Aspekt, nach MSK: Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, Abfälle, heterotropher Bewuchs<sup>3</sup>, Algen<sup>2</sup>, Wasserpflanzen/Moose</li> <li>• Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen, Veränderungen der Gewässersohle → <i>Anleitung Kapitel 3.1.3 und 3.1.4</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Äusserer Aspekt, nach MSK: Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, Abfälle, heterotropher Bewuchs<sup>3</sup>, Algen<sup>2</sup>, Wasserpflanzen/Moose</li> <li>• Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen, Veränderungen der Gewässersohle</li> <li>• Makroinvertebraten</li> <li>• Nach Bedarf Kieselalgen, nach MSK → <i>Anleitung Kapitel 3.2.3 und 3.2.4</i></li> </ul>
<b>Aufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca. 30 Minuten pro Einleitstelle, abhängig von lokalen Bedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca. 2 Stunden pro Einleitstelle, abhängig von lokalen Bedingungen (Schätzung für eine Vor-Ort-Untersuchung durch 1 Person bei Einleitstellen ohne besondere Schwierigkeiten. Je nach Bedingungen kann es aus Sicherheitsgründen empfehlenswert sein, eine Begleitperson mitzunehmen)</li> </ul>
<b>Auswertung</b>	→ <i>Anleitung Kapitel 3.1.5</i>	→ <i>Anleitung Kapitel 3.2.5</i>

<sup>1</sup> Gewässerökologe, GEP-Ingenieur und kantonale Fachstelle; optional: ARA-Betreiber.  
<sup>2</sup> Bewertung nach dem Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle (Kanton Aargau, 2009).  
<sup>3</sup> Bei Verdacht auf Vorkommen von Abwasserorganismen und Nährstoffanzeiger können Proben für eine mikroskopische Untersuchung entnommen werden.

Stehende Gewässer und kaum durchströmte Staubereiche		
	<b>Stufe 1: Einfache Untersuchung im Rahmen von GEP (Vorabklärung) → Kapitel 4.1</b>	<b>Stufe 2: Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen im Rahmen von GEP und Wirkungskontrollen (Detailuntersuchung) → Kapitel 4.2</b>
<b>Zweck</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorabklärung, ob eine Gewässeruntersuchung auf Stufe 2 notwendig ist</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung im Rahmen von GEP</li> <li>• Priorisierung von Massnahmen</li> <li>• Wirkungskontrolle von Massnahmen</li> </ul>
<b>Intervall</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemäss GEP Musterpflichtenheft (ca. alle 10 Jahre)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemäss GEP Musterpflichtenheft (ca. alle 10 Jahre)</li> <li>• Wirkungskontrolle nach Bedarf</li> </ul>
<b>Zeitpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juli/August, da in diesem Zeitraum die Unterwasservegetation voll ausgebildet ist</li> </ul>	
<b>Wer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Schlussfolgerung: interdisziplinäres Team<sup>1</sup></li> <li>• Durchführung: Gewässerökologe</li> </ul>	
<b>Wo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitstellen gemäss Basismodul → <i>Standortauswahl Kapitel 4.1.2</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitstellen gemäss Basismodul wo:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Notwendigkeit einer Untersuchung Stufe 2 bei der Vorabklärung festgelegt worden ist</li> <li>– eine Wirkungskontrolle erforderlich ist</li> </ul>                             → <i>Standortauswahl Kapitel 4.2.2</i> </li> </ul>
<b>Was &amp; Wie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Checkfragen betreffend: Schlamm, Sedimente aus der Strassenentwässerung, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen, Auftreten von Tubifiziden oder Chironomiden, pflanzlicher Bewuchs, Sonderfälle → <i>Anleitung Kapitel 4.1.3 und 4.1.4</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Äusserer Aspekt, angepasst für stehende Gewässer: Schlamm, Eisensulfid, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, Abfälle, heterotropher Bewuchs</li> <li>• Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen</li> <li>• Wasserpflanzen, detaillierte Untersuchung</li> <li>• Hilfsindikatoren → <i>Anleitung Kapitel 4.2.3 und 4.2.4</i></li> </ul>
<b>Aufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängig von lokalen Bedingungen und dem Gesamtprojekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängig von lokalen Bedingungen und Anzahl der untersuchten Einleitstellen</li> </ul>
<b>Auswertung</b>	→ <i>Anleitung Kapitel 4.1.5</i>	→ <i>Anleitung Kapitel 4.2.5</i>

**Tabelle G3.2**  
 Zusammenfassung der wichtigsten Informationen zur Durchführung der Untersuchungen Stufen 1 und 2 für stehende Gewässer im Rahmen von GEP und Wirkungskontrollen (Funktionskontrollen durch den Betrieb werden im Kapitel 5 behandelt).

<sup>1</sup> Gewässerökologe, GEP-Ingenieur und kantonale Fachstelle; optional: ARA-Betreiber.

## 2.2 Bei welchen Einleitungen kommt das Modul G zum Einsatz? Präzisierungen/Ergänzungen zum Modul B

Im Basismodul wird detailliert beschrieben, wann eine Gewässeruntersuchung nach Modul G notwendig ist.

### Einleitung von Niederschlagsabwasser ins Gewässer

Ob eine Gewässeruntersuchung zur Beurteilung einer bestehenden oder neuen Einleitung von Niederschlagsabwasser nötig ist, wird in Absprache mit der kantonalen Gewässerschutzfachstelle festgelegt. In der Regel wird zuerst eine einfache Untersuchung (Stufe 1) als Vorabklärung durchgeführt, gefolgt von einer umfassenderen Gewässeruntersuchung (Stufe 2) bei problematischen Einleitstellen.

Entsprechende Untersuchungen können in folgenden Fällen sinnvoll sein:

- Bei Hinweisen, dass eine bestehende Einleitung das Gewässer belastet.
- Als Grundlage für die Wirkungskontrolle beim Neu- oder Umbau von bedeutenden Behandlungsanlagen.
- Bei einer grossen Einleitung im Verhältnis zum Fliessgewässer (beispielsweise hydraulisches Einleitverhältnis  $V = Q_{347}/Q_E < 0.2$  gemäss Tabelle B12).
- Bei der Einleitung von Strassenabwasser mit mehr als zehn Belastungspunkten in kleine und mittlere Fliessgewässer (gemäss Tabelle B8).

### Einleitung von Mischabwasser ins Gewässer

Die Gewässeruntersuchung soll für alle bestehenden Einleitstellen von Mischabwasser durchgeführt werden. Beim Vorgehen ist zu unterscheiden, ob die Gewässeruntersuchung im Rahmen einer übergeordneten Systembetrachtung (z. B. GEP) oder aber zur Überprüfung oder Planung eines Einzelbauwerks erfolgt:

- Systembetrachtung – zweistufiges Vorgehen:
  - Grobklärung aller Einleitstellen der Siedlungsentwässerung im betrachteten Einzugsgebiet mittels einer einfachen Untersuchung (Stufe 1) zur Identifikation der problematischen Einleitstellen aus gewässerökologischer Sicht.
  - Gewässeruntersuchung zur Beurteilung der problematischen Einleitstellen (Stufe 2), um Massnahmen zu planen und zu priorisieren.
- Einzelbetrachtung – hier kommt immer die Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Stufe 2) zum Zug.

# 3 VORGEHEN FÜR FLIESSGEWÄSSER IM RAHMEN VON GENERELLEN ENTWÄSSERUNGSPLÄNEN (GEP)

Überblick über den Ablauf:

## 1) Zusammentragen von generellen Informationen zum Gewässerzustand

Eine wichtige Datengrundlage stellen insbesondere folgende Datensätze dar: Ökomorphologie, Revitalisierungsplanungen, Gewässerentwicklung, Wasserkraftnutzung, Wasserqualität, Gewässerschutzkarten, Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern, Einleitmengen und -häufigkeiten aus den V-GEP oder GEP-Daten. Diese Informationen werden im interdisziplinären Team zusammengetragen.

## 2) Auswahl der zu untersuchenden Einleitstellen

Der GEP-Ingenieur definiert die zu untersuchenden Einleitstellen gemäss Kapitel 2.2. Die Auswahl wird im interdisziplinären Team besprochen.

## 3) Feldbegehung als Vorabklärung (Stufe 1)

Begehungen werden idealerweise durch den Gewässerökologen und den GEP-Ingenieur gemeinsam durchgeführt. Der Gewässerökologe führt eine Untersuchung auf Stufe 1 für Fliessgewässer durch. Der Entscheid zur Notwendigkeit einer detaillierten gewässerökologischen Untersuchung (Stufe 2) wird anschliessend für jede Einleitstelle vom interdisziplinären Team getroffen.

## 4) Untersuchungen auf Stufe 2 (bei Bedarf)

Die Untersuchungen auf Stufe 2 werden, falls nötig, durch den Gewässerökologen nach standardisierten Methoden durchgeführt.

## 3.1 Stufe 1 für Fliessgewässer (bei GEP)

### 3.1.1 Rahmenbedingungen

**Zweck** der einfachen Untersuchung auf Stufe 1 in Fliessgewässern ist die Vorabklärung im Rahmen von GEP-Planungen. Ziel ist, festzulegen, ob eine Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Stufe 2) nötig ist. Die Untersuchungen werden im zeitlichen **Intervall** gemäss GEP-Musterpflichtenheft ca. alle zehn Jahre durchgeführt. Die Untersuchung ist theoretisch ganzjährig möglich. Der **Zeitpunkt** richtet sich dabei nach der Periode, in der die Einleitstelle aktiv ist. Die Untersuchung sollte jedoch nicht in den zwei bis drei Wochen nach einer Periode mit starken Regenfällen oder Hochwasserereignissen durchgeführt werden. Der **Aufwand** beträgt rund 30 Minuten pro Einleitstelle, hängt jedoch von den lokalen Bedingungen ab. Die **Zuständigkeit** liegt beim interdisziplinären Team, bestehend aus Gewässerökologe, GEP-Ingenieur, kantonaler Fachstelle und evtl. ARA-Betreiber. Dieses Team ist in die Planung und in die Erarbeitung der Schlussfolgerung involviert. Die Durchführung der Untersuchung erfolgt durch den Gewässerökologen.

### 3.1.2 Auswahl Untersuchungsstandorte

Die Einleitstellen in Fliessgewässern, deren Auswirkungen im Rahmen einer GEP-Bearbeitung beurteilt werden müssen, werden im Dialog zwischen Gemeinde/Abwasserverband und der kantonalen Gewässerschutzfachstelle festgelegt. Die Auswahl orientiert sich an den Vorgaben des Basismoduls. Der GEP-Ingenieur stellt einen Plan und eine Liste mit Koordinaten aller Bauwerke und Einleitstellen zusammen. Die genaue Lage der Einleitstelle im Feld muss bekannt sein.

Die Untersuchungen für Fliessgewässer auf Stufe 1 werden an mindestens vier Stellen durchgeführt (Abbildung G1): oberhalb der Einleitstelle (Referenzstelle), unterhalb der Einleitstelle sowie direkt bei der

Einleitstelle und im Rohr/Kanal. Die Untersuchungen unterhalb der Einleitstelle werden im unmittelbaren Einflussbereich durchgeführt (ca. 5–20 m unterhalb, je nach Gewässer), da dort meistens die grösste Belastung beobachtet wird. Die Auswirkungen einer Einleitung zeigen sich jedoch zum Teil nicht unmittelbar unterhalb der Einleitstelle, sondern beispielsweise in Sedimentationsstrecken. Es kann deshalb weitere kritische Stellen geben, die untersucht werden sollten. Der Gewässerökologe oder das interdisziplinäre Team entscheiden, ob an diesen Standorten ebenfalls Untersuchungen nötig sind.

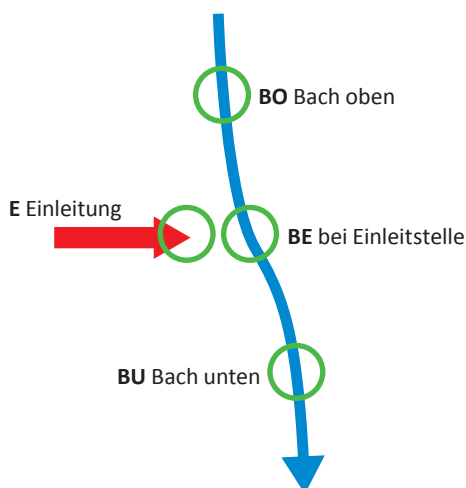
Wenn möglich sollten die Lebensräume bei den Untersuchungsstellen oberhalb und unterhalb der Einleitstellen identisch sein und andere Einflüsse, z.B. durch weitere Einleitungen, ausgeschlossen werden können. Die beiden zusätzlichen Stellen dienen als Interpretationshilfe. Die Untersuchungen erfolgen gewässeraufwärts, damit keine Beeinflussung der unterhalb liegenden Stelle(n) stattfindet.

Bei den Gewässeruntersuchungen sind die Biosicherheitsmassnahmen (Anhang 6) und Sicherheitsbestimmungen (Anhang 7) zu berücksichtigen.

### Abbildung G1

Übersicht der Untersuchungsstellen:

- Bach oberhalb Einleitstelle (BO Bach oben)
- Bach bei Einleitstelle (BE bei Einleitstelle)
- in der Einleitung (E Einleitung)
- Bach unterhalb Einleitstelle (BU Bach unten)



An allen Untersuchungsstellen werden mindestens folgende Aspekte fotografiert:

- An der Einleitstelle soll das Foto vom gegenüberliegenden Ufer aus gemacht werden (Einleitstelle im Bild). Falls eine Durchquerung des Gewässers nicht möglich ist, kann das Foto auch vom selben Ufer aus gemacht werden.
- Bach oben: Fotos sollen den allgemeinen Zustand des Gewässers oberhalb der Einleitstelle belegen (d.h. den Referenzzustand). Die Beprobungsstelle kann je nach Situation jeweils flussaufwärts oder flussabwärts fotografiert werden.
- Bach unten: Fotos sollen eventuelle Beeinträchtigungen durch die Einleitstelle belegen. Die Beprobungsstelle kann je nach Situation jeweils flussaufwärts oder flussabwärts fotografiert werden.

### 3.1.3 Zu untersuchende Parameter

Es werden alle Parameter gemäss Äusserer Aspekt des MSK untersucht:

- Schlamm
- Trübung
- Verfärbung
- Schaum
- Geruch
- Eisensulfid
- Kolmation
- Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung
- Heterotropher Bewuchs
- Algen
- Abfälle (werden zur Information aufgenommen, fließen nicht in die Bewertung ein)
- Wasserpflanzen und Moose (werden zur Information aufgenommen, fließen nicht in die Bewertung ein)

Zudem erfolgt bei Bedarf eine detaillierte Beprobung von Algen und Abwasserorganismen. Weiter wird das Fließgewässer im Bereich der Einleitstelle auf Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle untersucht (Methode im Kapitel 3.1.4.2).

Die Methoden zur Parametererhebung werden in Kapitel 3.1.4 präsentiert. Das Feldprotokoll ist in Anhang 1 beigefügt und als digitaler Anhang (Excel-Blatt) verfügbar. Informationen zu den jeweiligen Parametern sind in Kapitel 7 zusammengestellt.

### **3.1.4 Beschreibung der Untersuchungsmethoden**

#### **3.1.4.1 Äusserer Aspekt**

Es werden alle Parameter des Äusseren Aspekts gemäss MSK untersucht. Eine detaillierte Beschreibung der Parameter, Untersuchungsmethoden und Bewertung ist im Dokument «Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer – Äusserer Aspekt» (Binderheim & Göggel, 2007) zu finden. Besonders wichtig ist, dass die Ursachen der Beobachtungen ermittelt werden (natürlich, anthropogen, unbekannt). Eine abschliessende Bewertung der Resultate kann nur mit Blick auf die Ursache durchgeführt werden. Zu beachten ist jedoch, dass manche anthropogenen Einflüsse und Beeinträchtigungen in einem Gewässer nicht zwingend auf die untersuchte Einleitstelle zurückzuführen sind.

Bei Verdacht auf Vorkommen von Abwasserorganismen (Anzeiger für organische Belastung) können zusätzlich zu den Standard-Untersuchungen auf Stufe 1 Proben von heterotrophem Bewuchs für eine mikroskopische Lebenduntersuchung am gleichen oder am folgenden Tag entnommen werden. Ist eine Untersuchung in diesem Zeitraum nicht möglich, müssen die Proben in 4%-igem Formalin fixiert werden. Folgende Artengruppen werden im Labor erfasst: *Sphaerotilus*, Fadenbakterien, Einzelbakterien, Pilze, Echte Abwasserpilze, sessile Ciliaten («Bäumchen»), Flagellaten (farblos) und Amöben (*Heliozoa*).

Bei Verdacht auf Vorkommen von Nährstoffbelastungsanzeigern können zusätzlich zu den Standard-Untersuchungen auf Stufe 1 Algenproben für eine mikroskopische Lebenduntersuchung am gleichen oder folgenden Tag entnommen werden. Ist eine Untersuchung in diesem Zeitraum nicht möglich, müssen die Proben in 4%-igem Formalin fixiert werden. Folgende Artengruppen werden im Labor erfasst: Grünalge *Cladophora*, Gelbgrünalge *Vaucheria* und die Cyanobakterien *Phormidium autumnale/Oscillatoria* und *Phormidium incrustatum*. Bei Bedarf können noch weitere Taxa bestimmt werden.

Diese beiden Labor-Erfassungen fliessen nicht in die Bewertung ein, sondern dienen zusätzlich als Interpretationshilfe.

#### **3.1.4.2 Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle**

Folgende Änderungen in der Gewässerstruktur im direkten Einflussbereich der Einleitstelle werden festgehalten und bewertet:

- Kolkbildung
- Ausschwemmungen
- Ablagerungen
- Veränderungen der Substratzusammensetzung

Die Bewertung erfolgt in den drei Stufen kein/klein, mittel, gross. Diese Bewertung fliesst aber nicht in die Beurteilung der Einleitstelle ein. Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen wie Kolkbildung vor der Einleitstelle weisen auf eine hohe Spitzenentlastung (bzw. eine hydraulisch nicht korrekte Bauweise bzw. Einbettung der Einleitstelle) hin. Massnahmen dagegen sind vor allem baulicher Art und im Rahmen des GEP zu bestimmen. Das weitere Vorgehen bei Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle wird im interdisziplinären Team diskutiert.

### 3.1.5 Auswertung der Untersuchung zur Vorabklärung (Stufe 1)

Folgende Arbeitsschritte sind zur Auswertung der Untersuchungen Stufe 1 nötig:

- 1. Bewertung der Einzelparameter:** Tabelle G4 zeigt die Parameter des Äusseren Aspekts, die bei Stufe 1 für Fliessgewässer beprobt und nach den Vorgaben im MSK-Modul Äusserer Aspekt bewertet werden.  
Falls einer der Parameter des Äusseren Aspekts nur die natürlichen Gegebenheiten widerspiegelt (bzw. die beobachteten Beeinträchtigungen nicht von der untersuchten Einleitung verursacht werden), sind keine weiteren Abklärungen für diesen Parameter im Rahmen der GEP-Planungen erforderlich.
- 2. Aggregation der Einzelparameter:** Die Beurteilung der einzelnen untersuchten Stellen (z. B. BU = Bach unten) erfolgt mittels «Worst-Case»-Aggregation, das bedeutet, dass die Gesamtbeurteilung der Stelle anhand der schlechtesten Einzelbewertung erfolgt (Beste Bewertung = Klasse 1, schlechteste Bewertung = Klasse 3, unklar = Klasse 4, keine Aussage möglich = Klasse 5).
- 3. Vergleich der Referenz mit der Einleitstelle:** Der Einfluss einer Einleitung wird bestimmt, indem die Bewertungen der Einzelparameter der Referenzstelle und der Stelle unterhalb der Einleitstelle miteinander verglichen werden. Aus den Resultaten des Vergleichs der Einzelparameter erfolgt dann eine worst-case Aggregation, um den Einfluss der Einleitstelle festzulegen (Tabelle G5).
- 4. Klassifizierung der Einflussstärke:** Die Einflussstärke der Einleitung wird mit drei Stufen (kein, klein/ mittel und gross) bewertet (Tabelle G5).

**Tabelle G4**

Bewertung der Parameter des Äusseren Aspekts, Einteilung in die Zustandsklassen. Separate Bewertung der Referenzstelle und der Stelle unterhalb der Einleitstelle auf Stufe 1 – Fliessgewässer. Klasse 1 = beste Bewertung, Klasse 3 = schlechteste Bewertung, Klasse 4 = unklar, Klasse 5 = keine Aussage möglich

Äusserer Aspekt	Klassen				
	1	2	3	4	5
Schlamm	kein	wenig/mittel	viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Trübung	keine	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Verfärbung	keine	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Schaum	kein	wenig/mittel	viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Geruch	kein	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Eisensulfid	kein 0%	wenig/mittel < 25%	viel > 25%	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Kolmation	keine	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Feststoffe aus Siedlungs-entwässerung	keine	vereinzelt	viele	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Heterotropher Bewuchs	kein/vereinzelt	wenig	mittel/viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Algen	kein/wenig < 10%	mittel 10–50%	viel > 50%	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Aggregation der Einzelparameter zu Gesamtaussage Äusserer Aspekt	↓ Worst-Case-Aggregation (schlechteste Einzelbewertung)				
<b>Zustand Untersuchungsstelle</b>	gut	mittel	schlecht	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
<b>Weiterer Arbeitsschritt</b>	↓ Weiter in Tabelle G5			↓ Siehe Kapitel 3.1.5.1: Weiteres Vorgehen wird im interdisziplinären Team entschieden.	

<sup>1</sup> Sofern der Ursprung unbekannt ist (nicht klar ob natürlich oder anthropogen)

<sup>2</sup> Falls keine Referenz vorhanden ist (z. B. Gewässer überwiegend von Einleitung gespeist).



		Einflussstärke der Einleitung (Vergleich Referenz zu der Einleitstelle pro Einzelparameter)		
		Bewertung der Einzelparameter oberhalb der Einleitstelle (Referenz)		
Äusserer Aspekt (Parameter: Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe, Heterotropher Bewuchs, Algen)		gut	mittel	schlecht
Bewertung der Einzelparameter unterhalb der Einleitstelle	gut	kein	unklar <sup>1</sup>	unklar <sup>1</sup>
	mittel	klein/mittel	kein	unklar <sup>1</sup>
	schlecht	gross	klein/mittel	kein

**Tabelle G5**  
Beurteilung des Einflusses einer Einleitung aufgrund des Äusseren Aspekts auf Stufe 1 – Fliessgewässer.

<sup>1</sup> Sofern keine geeignete Referenzstelle vorliegt (z. B. die Ausprägung eines oder mehrerer Parameter an der Referenzstelle stärker ist als unterhalb der Einleitstelle).

### 3.1.5.1 Beurteilung, ob eine detaillierte Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Stufe 2) nötig ist

Der Entscheid, ob einer detaillierten gewässerökologischen Untersuchung (Stufe 2) nötig ist, wird für jede Einleitstelle vom interdisziplinären Team getroffen.

Falls die Einleitstelle einen Einfluss aufweist, die Beurteilung also als **klein/mittel** oder **gross** klassifiziert wurde, wird eine Gewässeruntersuchung auf Stufe 2 nötig.

Falls die Einflussstärke der Einleitstelle unklar ist oder keine Aussage zur Einflussstärke möglich ist, entscheidet das interdisziplinäre Team, ob eine Untersuchung auf Stufe 2 nötig ist.

## 3.2 Stufe 2 für Fliessgewässer (bei GEP)

### 3.2.1 Rahmenbedingungen

**Zweck** der detaillierteren Gewässeruntersuchung (Stufe 2) ist die Beurteilung des Einflusses von Einleitstellen der Siedlungsentwässerung auf Fliessgewässer. Die Untersuchung dient einerseits der Planung und Priorisierung von Massnahmen im Rahmen einer GEP-Bearbeitung, andererseits als Wirkungskontrolle von Massnahmen nach Änderungen des Systems der Siedlungsentwässerung. Die Untersuchungen werden im zeitlichen **Intervall** gemäss GEP-Musterpflichtenheft durchgeführt (ca. alle zehn Jahre). Das zeitliche Intervall der Wirkungskontrollen wird nach Bedarf festgelegt.

Die Untersuchung ist theoretisch ganzjährig möglich. Der **Zeitpunkt** richtet sich dabei nach der Periode, in der die Einleitung aktiv ist. Die Untersuchung sollte jedoch nicht in den zwei bis drei Wochen nach einer Periode mit starken Regenfällen oder Hochwasserereignissen durchgeführt werden. Der Frühling ist ideal für die Makroinvertebraten-Erhebung (empfohlenes Zeitfenster nach MSK). Möglicherweise ist dieser Untersuchungszeitraum jedoch nicht unbedingt am besten für die Untersuchung im Rahmen des Moduls G geeignet, da die Einleitung nicht längere Zeit inaktiv gewesen sein sollte.

Der **Aufwand** beträgt in etwa zwei Stunden pro Einleitung, hängt jedoch von den lokalen Bedingungen ab. Die **Zuständigkeit** liegt beim interdisziplinären Team aus GEP-Ingenieur, Gewässerökologe, kantonaler Fachstelle und eventuell ARA-Betreiber. Durchgeführt werden die Untersuchungen durch den Gewässerökologen.

### 3.2.2 Auswahl Untersuchungsstandorte

Folgende Einleitstellen in Fließgewässern werden untersucht:

- Einleitstellen der Siedlungsentwässerung, für welche die Notwendigkeit einer detaillierten Gewässeruntersuchung (Stufe 2) bei der Vorabklärung (Stufe 1) festgelegt worden ist.
- Einleitstellen, bei denen eine Wirkungskontrolle erforderlich ist.

Die Auswahl der Einleitstellen orientiert sich dabei an den Vorgaben gemäss Basismodul.

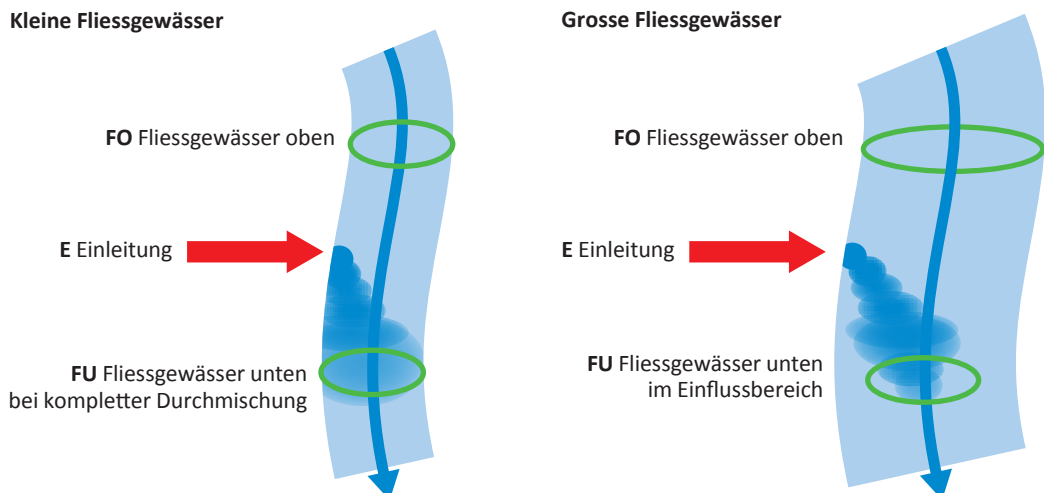
Wie bei Stufe 1 wird die Aufnahme der Parameter des Äusseren Aspekts auf Stufe 2 für Fließgewässer ebenfalls an mindestens vier Stellen durchgeführt: oberhalb der Einleitstelle (Referenzstelle), unterhalb der Einleitstelle im unmittelbaren Einflussbereich sowie bei der Einleitstelle und im Rohr/Kanal (Abbildung G1). Für eine detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.1.2.

Die Beprobung der Makroinvertebraten erfolgt oberhalb (Referenzstelle) und unterhalb der Einleitstelle (Abbildung G2) sowie falls nötig auch an zusätzlichen, kritischen Stellen unterhalb (Ablagerungsstandorte, siehe Stufe 1). Wenn möglich sollen auch bei dieser Beprobung die untersuchten Lebensräume oberhalb und unterhalb der Einleitstelle identisch sein und andere Einflüsse, etwa weitere Einleitungen, ausgeschlossen werden. Die Untersuchungsstelle unterhalb der Einleitstelle muss in kleinen Fließgewässern so gewählt werden, dass sie im Einflussbereich der Einleitstelle liegt und eine Durchmischung mit dem Flusswasser stattgefunden hat. In grossen Fließgewässern muss die Untersuchungsstelle im Einflussbereich der Einleitstelle liegen. Die Untersuchungen erfolgen gewässeraufwärts, damit keine Beeinflussung der unterhalb liegenden Stelle(n) stattfindet. Bei den Gewässeruntersuchungen sind die Biosicherheitsmassnahmen (Anhang 6) und Sicherheitsbestimmungen (Anhang 7) zu berücksichtigen.

An allen Untersuchungsstellen werden mindestens folgende Aspekte fotografiert:

- An der Einleitstelle soll das Foto vom gegenüberliegenden Ufer aus gemacht werden (Einleitstelle im Bild). Falls eine Durchquerung des Gewässers nicht möglich ist, kann das Foto auch vom selben Ufer aus gemacht werden.
- Bach oben: Fotos sollen den allgemeinen Zustand des Gewässers oberhalb der Einleitstelle belegen (d.h. der Referenzzustand). Die Beprobungsstelle kann je nach Situation jeweils flussaufwärts oder flussabwärts fotografiert werden.
- Bach unten: Fotos sollen eventuelle Beeinträchtigungen durch die Einleitung belegen. Die Beprobungsstelle kann je nach Situation jeweils flussaufwärts oder flussabwärts fotografiert werden.

**Abbildung G2**  
Beprobungsstellen der  
Makroinvertebraten  
(grüne Kreise).



### 3.2.3 Zu untersuchende Parameter

Bei der detaillierten Gewässeruntersuchung in Fließgewässern (Stufe 2) werden alle Parameter gemäss Äusserer Aspekt des MSK untersucht:

- Schlamm
- Trübung
- Verfärbung
- Schaum
- Geruch
- Eisensulfid
- Kolmation
- Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung
- Heterotropher Bewuchs
- Algen
- Abfälle (werden zur Information aufgenommen, aber fließen nicht in die Bewertung ein)
- Wasserpflanzen und Moose (werden zur Information aufgenommen, aber fließen nicht in die Bewertung ein)

Auch wenn die Parameter des Äusseren Aspekts bereits in der Stufe 1 aufgenommen wurden, müssen sie in der Stufe 2 wiederholt untersucht werden. Saisonale Schwankungen in der Ausprägung eines Parameters sind möglich. Darüber hinaus erlaubt diese zweite Untersuchung, die Ergebnisse der Stufe 1 zu bestätigen und dient als Grundlage für die Planung von Massnahmen sowie zur Wirkungskontrolle.

Bei Bedarf erfolgt eine detaillierte Beprobung von Algen und Abwasserorganismen. Weiter wird das Fließgewässer, wie bei Stufe 1, im Bereich der Einleitstelle auf Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle untersucht (Methode im Kapitel 3.2.4.2).

Das Kernstück der Stufe 2 für Fließgewässer ist die Untersuchung der Zusammensetzung der Makroinvertebraten.

Ergänzend kann es in bestimmten Fällen empfehlenswert sein, die Verbreitung von Kieselalgen anhand des MSK-Moduls Kieselalgen (Hürlimann & Niederhauser, 2007) zu erheben. Dies gilt insbesondere bei grösseren Projekten, bei schlechter Ökomorphologie, in vorbelasteten Gewässern, bei Regenwasserinträgen (da kürzere Generationszeit für die Diatomeen) oder bei weiteren begründeten Verdachtsfällen. Diese Untersuchung wird in der Regel zwischen zwei und vier Wochen nach einem starken Regenereignis durchgeführt. Die Entscheidung, ob und welche zusätzlichen Untersuchungen nötig sind, wird im interdisziplinären Team aus Gewässerökologe, GEP-Ingenieur, kantonaler Fachstelle und eventuell ARA-Betreiber getroffen.

Die Methoden zur Parametererhebung werden in Kapitel 3.2.4 präsentiert. Das Feldprotokoll ist in Anhang 2 beigefügt und als digitaler Anhang (Excel Blatt) verfügbar. Informationen zu den jeweiligen Parametern sind in Kapitel 7 zusammengestellt.

### 3.2.4 Beschreibung der Untersuchungsmethoden

#### 3.2.4.1 Äusserer Aspekt

Für die Stufe 2 in Fließgewässern werden, analog zu Stufe 1, alle Parameter des Äusseren Aspekts gemäss MSK untersucht.

Eine detaillierte Beschreibung der Parameter, Untersuchungsmethoden und Bewertung ist im Dokument «Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer – Äusserer Aspekt» (Binderheim & Göggel, 2007) zu finden. Besonders wichtig ist, dass die Ursachen der Beobachtungen ermittelt werden (natürlich, anthropogen, unbekannt). Eine abschliessende Bewertung der Resultate kann nur mit Blick auf die Ursache durchgeführt werden. Zu beachten ist jedoch, dass manche anthropogenen Einflüsse und Beeinträchtigungen in einem Gewässer nicht zwingend auf die untersuchte Einleitstelle zurückzuführen sind.

Bei Verdacht auf Vorkommen von Abwasserorganismen (Anzeiger für organische Belastung) können zusätzlich zu den Standard-Untersuchungen auf Stufe 2 Proben von heterotrophem Bewuchs für eine mikroskopische Lebenduntersuchung am gleichen oder am folgenden Tag entnommen werden. Ist eine Untersuchung in diesem Zeitraum nicht möglich, müssen die Proben in 4%-igem Formalin fixiert werden. Folgende Artengruppen werden im Labor erfasst: *Sphaerotilus*, Fadenbakterien, Einzelbakterien, Pilze, Echte Abwasserpilze, sessile Ciliaten («Bäumchen»), Flagellaten (farblos) und Amöben (*Heliozoa*).

Bei Verdacht auf Vorkommen von Nährstoffbelastungsanzeigern oder eine organische Belastung können Algenproben für eine mikroskopische Lebenduntersuchung am gleichen oder folgenden Tag entnommen werden. Ist eine Untersuchung in diesem Zeitraum nicht möglich, müssen die Proben in 4%-igem Formalin fixiert werden. Folgende Artengruppen werden im Labor erfasst: Grünalge *Cladophora*, Gelbgrünalge *Vaucheria* und die Cyanobakterien *Phormidium autumnale/Oscillatoria* und *Phormidium incrustatum*. Bei Bedarf können noch weitere Taxa bestimmt werden.

Diese beiden Labor-Erfassungen fließen nicht in die Bewertung ein, sondern dienen als Interpretationshilfe.

### 3.2.4.2 Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle

Folgende Änderungen in der Gewässerstruktur im direkten Einflussbereich der Einleitstelle werden festgehalten und bewertet:

- Kolkbildung
- Ausschwemmungen
- Ablagerungen
- Veränderungen der Substratzusammensetzung

Die Bewertung erfolgt in den drei Stufen kein/klein, mittel, gross. Diese Bewertung fließt aber nicht in die Beurteilung der Einleitstelle ein. Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen wie Kolkbildung vor der Einleitstelle weisen auf eine hohe Spitzenentlastung beziehungsweise eine hydraulisch nicht korrekte Bauweise bzw. Einbettung der Einleitstelle hin. Massnahmen dagegen sind vor allem baulicher Art und im Rahmen des GEP zu bestimmen. Das weitere Vorgehen bei Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle wird im interdisziplinären Team diskutiert.

### 3.2.4.3 Makroinvertebraten

Für die Gewässeruntersuchung Stufe 2 in Fließgewässern wird ergänzend zum Äusseren Aspekt und den mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen auch die Zusammensetzung der Makroinvertebraten untersucht.

Die Erhebung der Makroinvertebraten basiert auf der vom Kanton Waadt entwickelten Methode (Kanton Waadt, 2021) zur zeitlich effizienten Bewertung der flussaufwärts-flussabwärts-Degradierung durch Einleitungen und/oder Gewässerverschmutzungen.



Dies ist keine Methode zur allgemeinen Bewertung des Gewässerzustands. Diese Methode dient dem Vergleich zwischen einer Referenzstelle und einer mit Abwasser belasteten Stelle im Fließgewässer

Die Bewertung der Probenahmestelle mittels Makrozoobenthos-Note (MZB-Note) basiert auf der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften und erfolgt in einem ähnlichen Verfahren wie im MSK-Modul Makrozoobenthos (BAFU, 2019). Die Beurteilung der Beeinträchtigung durch die Einleitstelle wird durch die Differenz der MZB-Noten der Stellen oberhalb (Referenz) und unterhalb berechnet. Die hier präsentierte Methode unterscheidet sich vom IBCH (Index nach MSK) in folgenden Punkten:

- Sie dient nicht der allgemeinen Bewertung des Gewässerzustands, sondern dem Vergleich zwischen einer Referenzstelle und einer untersuchten Stelle.
- Kein festgelegtes Beprobungszeitfenster
- Kleinere Anzahl von Proben
- Kein Labor: Sortierung und Bestimmung im Gelände

### **Vorteile** der hier präsentierten Methode

- Schnelle Bewertung
- Vereinfachte Probenahme
- Ganzjährig anwendbar
- Bestimmung im Feld

### **Einschränkungen** der hier präsentierten Methode

- Kann nicht zur allgemeinen Bewertung des biologischen Gewässerzustands benutzt werden.
- Kann nur zum Vergleich zwischen zwei räumlich naheliegenden und gleichzeitig beprobten Stellen mit möglichst gleichartiger Gewässer- und Sohlenstruktur verwendet werden.
- Ist wenig aussagekräftig in vorbelasteten Fließgewässern.
- Je nach Jahreszeit können spezifische Taxa nicht beobachtet werden. Da es sich aber um einen Vergleich zwischen zwei gleichzeitig beprobten Stellen handelt, beeinflusst dies die Gesamtbewertung nicht.
- Die Methode ist für kleine und mittlere Fließgewässer im Mittelland und in den Voralpen gedacht.
- Eine Referenzstelle ist zwingend notwendig.
- Die Bestimmung der Makroinvertebraten im Feld muss durch Spezialisten mit guter Artenkenntnis durchgeführt werden.

### **Material für die Probenahmen**

- IBCH Kicknetz, normiert 25×25 cm (BAFU, 2019)
- Federstahlpinzette
- Botanische Lupe (Vergrößerungsfaktor 10×)
- Vier Laborbecken (300/400 mm)
- Konservierungsmittel (85%-iger Alkohol), und vier Behälter (max. 1 L, für eventuelle Kontrollen im Labor)
- «Bestimmungshilfe Makroinvertebraten» zur Bestimmung im Feld und eventuell weitere Bestimmungsliteratur (z. B. Tachet et al., 2000) zur Bestimmung von Makroinvertebraten
- Protokollblatt Makroinvertebraten (Anhang 2)

### **Beprobung**

Das Ziel der Probenahme ist die gute Vergleichbarkeit der Makroinvertebratenproben, die unter- (BU) und oberhalb (BO) der Einleitstelle entnommen wurden, sowie eine gute Auswertbarkeit der Proben im Feld. Dazu müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- Beprobung ausserhalb von Hochwasserperioden, ausgeprägten Trockenzeiten oder Perioden mit starker Gewässertrübung (wenn nicht von der Einleitung hervorgerufen).
- Die **untersuchten Lebensräume**/Habitats müssen oberhalb und unterhalb der Einleitstelle identisch sein (v.a. bezüglich Substrat und Fließgeschwindigkeit). Deshalb sollten zuerst die Lebensräume unterhalb und oberhalb der Einleitstelle angeschaut werden, um anschliessend festzulegen, welche Habitats untersucht werden.
- Insgesamt werden jeweils vier Habitats beprobt. Die Auswahl soll für die Probestelle repräsentativ sein und möglichst in absteigender Reihenfolge der Bewohnbarkeit der Substrate nach BAFU (2019) erfolgen. Falls die Habitatverteilung unterhalb durch Auswirkungen der Einleitstelle verändert wurde, werden notfalls andere Habitats mit möglichst hoher Bewohnbarkeit beprobt.
- Die Probenahme erfolgt zuerst unterhalb der Einleitstelle, anschliessend oberhalb.
- Die Probenahme kann über Kicksampling, Aufwühlen von Hand, Ausschütteln von Pflanzen oder Drehen von Steinen und Absammeln mittels Netz erfolgen. Dies jeweils mit dem gleichen Zeit- und Arbeitsaufwand für die Probenahme unterhalb und oberhalb der Einleitstelle.
- Abiotische Parameter erlauben es, die Makroinvertebraten-Daten besser zu interpretieren. Deshalb ist es empfehlenswert, im Feld auch Temperatur, pH, Sauerstoffgehalt und Leitfähigkeit aufzunehmen.
- Falls keine geeignete Referenzstelle gefunden werden kann oder die Vorbelastung zu stark ist, um einen Unterschied erkennen zu können, sind allenfalls weitergehende Untersuchungen in Absprache mit dem interdisziplinären Team angezeigt.

### Probenaufbereitung/Bestimmung

Die Bestimmungen sollen durch einen im Bereich Makroinvertebraten kompetenten Gewässerökologen durchgeführt werden. Die Bestimmungshilfe für die Bestimmung im Feld, sowie das Buch zur Bestimmung von Makroinvertebraten (Tachet et al., 2000) kann als Hilfestellung hinzugezogen werden.

Die Proben sollen im Feld so auf die Schalen aufgeteilt werden, dass eine gute und effiziente Auswertbarkeit garantiert wird. Die wichtigsten Arbeitsschritte und Empfehlungen sind:

- Die vier Habitat-Proben pro Beprobungsstelle werden in Laborbecken gegeben, die einige Zentimeter hoch mit frischem Wasser des Gewässers gefüllt werden. Die Proben werden von grobem organischem Material und Steinen befreit. Die Organismen sollen in den Schalen einfach und möglichst vollständig auffindbar sein.  
Abbildung G3 zeigt die ideale Menge an Material für eine optimale Sortierung und Bestimmung. Bei wenig Probenmaterial kann die Anzahl der Schalen reduziert werden, indem das Material mehrerer Habitate in einer gemeinsamen Schale untersucht wird.
- Die Individuen werden im Feld mit Hilfe einer Lupe, wenn möglich bis auf Familienniveau oder auf höherem erkennbarem Niveau, bestimmt. Falls verschiedene Taxa unterschieden, aber nicht bestimmt werden können, können diese im Protokoll als Taxa sp. 1, Taxa sp. 2, eingetragen werden.  
Falls nötig, können Nachprüfungen der Bestimmungen einzelner Individuen im Labor durchgeführt werden. Dies ist insbesondere für EPT Taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) empfehlenswert da deren IG Wert (siehe Kapitel 3.2.5.2) je nach Familie stark variieren kann.
- Die Individuenzahlen pro Taxa werden bei bis zu zehn Individuen gezählt, ansonsten geschätzt. Diese Abundanzenerfassung kann pro Schale separat im Protokollblatt erfasst werden (siehe Protokollblatt in Anhang 2). Für die Auswertung wird nur die Gesamtsumme pro Taxon benötigt, die Aufteilung auf Habitate spielt keine Rolle. Tote Individuen werden für die Bewertung nicht berücksichtigt, aber notiert.
- Die Taxaliste im Protokollblatt ist nicht vollständig. Sie kann vom Nutzer bei Bedarf noch ergänzt werden.

Weitere wichtige Beobachtungen und Hilfsindikatoren:

- Grosse Mengen von toten Individuen weisen auf eine Verschmutzungsspitze hin und werden in den Bemerkungen notiert.
- Als Hilfsindikatoren werden aufgenommen:
  - Verschmutzungsanzeiger: rotgefärbte Chironomidae mit Anhängen, Rollegel, Asellus, Tubificidae.
  - Plecoptera als Indikatoren für eine gute Gewässerqualität.

**Abbildung G3**  
Ideale Materialmenge  
für das Sortieren und  
Bestimmen.



### 3.2.5 Auswertung der Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen in Fließgewässern (Stufe 2)

Die Untersuchung dient der Festlegung des Einflusses der Einleitstelle aufs Gewässer. Basierend darauf lassen sich der entsprechende Handlungsbedarf bestimmen und Gewässerschutzmassnahmen entwickeln.

#### 3.2.5.1 Beurteilung anhand des Äusseren Aspekts

Folgende Arbeitsschritte sind dazu nötig:

- 1. Bewertung der Einzelparameter:** Tabelle G6 zeigt die Parameter des Äusseren Aspekts, die bei Stufe 2 für Fließgewässer beprobt und nach den Vorgaben im MSK-Modul Äusserer Aspekt bewertet werden.  
Falls einer der Parameter des Äusseren Aspekts nur die natürlichen Gegebenheiten widerspiegelt (bzw. die beobachteten Beeinträchtigungen nicht von der untersuchten Einleitung verursacht werden), so sind keine weiteren Abklärungen für diesen Parameter im Rahmen der GEP-Planungen erforderlich.
- 2. Aggregation der Einzelparameter:** Die Beurteilung der einzelnen untersuchten Stellen (z. B. BU = Bach unten) erfolgt mittels Worst-Case-Aggregation, das bedeutet, dass die Gesamtbeurteilung der Stelle anhand der schlechtesten Einzelbewertung erfolgt (Beste Bewertung = Klasse 1, schlechteste Bewertung = Klasse 3, unklar = Klasse 4, keine Aussage möglich = Klasse 5).
- 3. Vergleich der Referenz mit der Einleitstelle:** Der Einfluss einer Einleitung wird bestimmt, indem die Bewertungen der Einzelparameter der Referenzstelle und der Stelle unterhalb der Einleitstelle miteinander verglichen werden. Aus den Resultaten des Vergleichs der Einzelparameter erfolgt dann eine worst-case Aggregation, um den Einfluss der Einleitstelle festzulegen (Tabelle G7).
- 4. Klassifizierung der Einflussstärke:** Die Einflussstärke der Einleitung wird mit drei Stufen (kein, klein/mittel und gross) bewertet (Tabelle G7).

Äusserer Aspekt	Klassen				
	1	2	3	4	5
Schlamm	kein	wenig/mittel	viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Trübung	keine	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Verfärbung	keine	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Schaum	kein	wenig/mittel	viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Geruch	kein	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Eisensulfid	kein 0%	wenig/mittel < 25%	viel > 25%	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Kolmation	keine	leicht/mittel	stark	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Feststoffe aus Siedlungs-entwässerung	keine	vereinzelt	viele	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Heterotropher Bewuchs	kein/vereinzelt	wenig	mittel/viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Algen	kein/wenig < 10%	mittel 10–50%	viel > 50%	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Aggregation der Einzelparameter zu Gesamtaussage äusserer Aspekt	↓ Worst-Case-Aggregation (schlechteste Einzelbewertung)				
Zustand Untersuchungsstelle	gut	mittel	schlecht	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Weiterer Arbeitsschritt	↓ Weiter in Tabelle G7			↓ Weiter in Tabelle G12	

**Tabelle G6**

Bewertung der Parameter des Äusseren Aspekts, Einteilung in die Zustandsklassen. Separate Bewertung der Referenzstelle und Stelle unterhalb der Einleitstelle auf Stufe 2 – Fließgewässer. Klasse 1 = beste Bewertung, Klasse 3 = schlechteste Bewertung, Klasse 4 = unklar, Klasse 5 = keine Aussage möglich

<sup>1</sup> Sofern der Ursprung unbekannt ist (nicht klar ob natürlich oder anthropogen)

<sup>2</sup> Falls keine Referenz vorhanden ist (z. B. Gewässer überwiegend von Einleitung gespeist).

**Tabelle G7**

Beurteilung einer Einleitung anhand des Äusseren Aspekts auf Stufe 2 – Fliessgewässer.

		Einflussstärke der Einleitung (Vergleich Referenz zu der Einleitstelle pro Einzelparameter)		
		Bewertung der Einzelparameter oberhalb der Einleitstelle (Referenz)		
		gut	mittel	schlecht
Bewertung der Einzelparameter unterhalb der Einleitstelle	Äusserer Aspekt (Parameter: Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe, Heterotropher Bewuchs, Algen)	gut	mittel	schlecht
	gut	kein	unklar <sup>1</sup>	unklar <sup>1</sup>
	mittel	klein/mittel	kein	unklar <sup>1</sup>
	schlecht	gross	klein/mittel	kein

<sup>1</sup> Sofern keine geeignete Referenzstelle vorliegt (z. B. die Ausprägung eines oder mehrerer Parameter an der Referenz stärker ist als unterhalb der Einleitstelle).

### 3.2.5.2 Beurteilung anhand der Makroinvertebraten

Die Beurteilung der Beeinträchtigung durch die Einleitstelle basiert auf der Differenz der MZB-Noten der Stellen oberhalb (Referenz) zu unterhalb und kann mithilfe des Protokollblatts (Anhang 2) automatisch berechnet werden.

Die jeweiligen MZB-Noten der Stellen oberhalb und unterhalb der Einleitstelle basieren auf der Diversität der erhobenen Organismen (Anzahl vorhandener systematischer Einheiten) und der Empfindlichkeit gewisser Taxa gegenüber Verschmutzungen. Die Basis für die Berechnung der Note ist die im Feld ausgefüllte Taxaliste. Anhand dieser Liste werden die Indikatorgruppe (IG) und die Diversitätsklasse (DK) basierend auf der Anzahl der Taxa bestimmt. Die Noten werden aufgrund eines Fundes von Hilfsindikatoren oder bei Bedarf aufgrund der gutachterlichen Bewertung angepasst.

Die IG ist ein Indikator für das Vorhandensein von Arten, die empfindlich auf Verschmutzungen aus Einleitungen reagieren. Die Bestimmung der Indikatorgruppe basiert auf den Taxa mit der grössten Empfindlichkeit, dem höchsten IG-Wert (Tabelle G8). Taxa müssen im Minimum mit einem Individuum vertreten sein. Falls die Bestimmung nicht auf Familienniveau gemacht werden kann, wird kein IG-Wert zugeteilt. Mit Ausnahme von folgenden Ordnungen (siehe auch Protokollblatt in Anhang 2):

- Annelida IG = 1
- Mollusca (Gastropoda und Bivalvia), Amphipoda, Ephemeroptera IG = 2
- Trichoptera IG = 3
- Plecoptera IG = 5

Bemerkung: Das Vorkommen eines einzelnen Individuums eines Taxons mit einem hohen IG-Wert kann die Bewertung der Beeinträchtigung stark positiv beeinflussen. Falls nach Expertenwissen der Verdacht gross ist, dass dieses Taxon abgedriftet worden ist, sollte es nicht berücksichtigt werden.



<b>Taxa</b>	Chloroperlidae Perlidae Perlodidae	Capniidae Brachycentridae Philopotamidae Beraeidae	Glossosomatidae Goeridae Taeniopterygidae Odontoceridae	Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemerae Leuctridae Leptophlebiidae	Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae Nemouridae
<b>IG</b>	9	8	7	6	5
<b>Taxa</b>	Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	Limnephilidae Hydropsychidae Ephemereleidae Aphelocheiridae	Baetidae Caenidae Elmidae Gammaridae Mollusca	Chironomidae Asellidae Hirudinea Oligochaeta	
<b>IG</b>	4	3	2	1	

**Tabelle G8**  
Bestimmung der Indikatorgruppe.

Der DK-Wert wird anhand der vorhandenen Anzahl Taxa bestimmt (Tabelle G9). Werden z. B. 7 verschiedene Taxa gefunden entspricht dies einem DK-Wert von 3.

<b>Anzahl Taxa</b>	1-3	4-6	7-9	10-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-49	≥50
<b>DK-Wert</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

**Tabelle G9**  
Bestimmung der Klassen basierend auf der Anzahl der Taxa.

### Anpassung der Bewertung anhand der Hilfsindikatoren und der gutachterlichen Einschätzung

Die Taxa der Hilfsindikatoren werden in folgende Abundanzklassen (K1–K5) eingeteilt:

- K1: 0–3 Individuen
- K2: 4–10 Individuen
- K3: 11–100 Individuen
- K4: 101–1000 Individuen
- K5: >1000 Individuen

Unterscheiden sich die Einleitstelle und Referenzstelle um eine oder mehr Abundanzklassen, so liegt ein vermehrtes/reduziertes Vorkommen von Hilfsindikatoren vor. Die Beurteilung der Beeinträchtigung wird in diesem Fall um einen Punkt erhöht bzw. reduziert (Tabelle G10).

Zusätzlich können mit einer gutachterlichen Bewertung Auffälligkeiten, die nicht in die berechneten Werte einfließen (z. B. Individuendichten, Verschmutzungszeiger, EPT-Taxa etc.), besser berücksichtigt werden. Die gutachterliche Beurteilung darf die Bewertung um maximal einen Punkt erhöhen beziehungsweise reduzieren.

Anzeiger	Noteneinfluss f (Hilfsindikator)
Vermehrtes Vorkommen <sup>1</sup> von Verschmutzung, Anzeiger wie rotgefärbte Chironomiden mit Anhängen, Rollegel, Asellus, Tubifiziden unterhalb der Einleitstelle oder/und Reduziertes Vorkommen <sup>1</sup> von Indikatoren für eine gute Wasserqualität (z. B. Steinfliegen) unterhalb der Einleitstelle <sup>1</sup>	-1
Vermehrtes Vorkommen <sup>1</sup> von Indikatoren für eine gute Wasserqualität (z. B. Steinfliegen) unterhalb der Einleitstelle	+1

**Tabelle G10**  
Wertung der Hilfsindikatoren.

<sup>1</sup> Differenz Einleitstelle zu Referenz ≥ 1 Abundanzklasse

Die Beurteilung der Einflussstärke der Einleitstelle mittels Makroinvertebraten basiert auf dem Unterschied in der MZB-Note zwischen der Referenzstelle oberhalb und der Stelle unterhalb der Einleitstelle.

### MZB-Note

In einem ersten Schritt wird die MZB-Note für die Probenahmestelle unterhalb und oberhalb der Einleitstelle separat und wie folgt berechnet:

$$\text{MZB-Note} = (\text{DK} + \text{IG}) - 1$$

### Beurteilung der Einflussstärke

In einem zweiten Schritt wird die Differenz der Stelle unterhalb der Einleitstelle zur Referenz (Stelle oberhalb) berechnet. In diese Differenzberechnung werden die Hilfsindikatoren und die gutachterliche Einschätzung einbezogen (Kapitel 3.2.4.3).

$$\text{D (MZB-Note)} = \text{MZB-Note (Bach unten)} - \text{MZB-Note (Bach oben)} + f (\text{Hilfsindikator}) \pm \text{max. 1 Punkt (gutachterliche Einschätzung)}$$

Im dritten Schritt wird die Beurteilung mit drei Stufen (keine/klein, mittel, gross) charakterisiert (Tabelle G11); Einteilung nicht identisch zum Äusseren Aspekt). In gewissen Fällen kann eine Zuordnung jedoch erschwert oder unmöglich sein (Stufe unklar).

**Tabelle G11**

Schwellenwerte zur Beurteilung der Einflussstärke anhand von Makroinvertebraten auf Stufe 2-Fließgewässer.

Differenz MZB-Note unterhalb – oberhalb der Einleitstelle	Beeinträchtigung durch die Einleitung
0 bis -1	keine
-2 bis -3	klein
-4 bis -5	mittel
<-5	gross
>0	unklar <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sofern die MZB-Note unterhalb der Einleitstelle grösser ist als oberhalb der Einleitstelle an der Referenzstelle.

### 3.2.5.3 Ableitung des Handlungsbedarfs (Äusserer Aspekt + Makroinvertebraten)

Um eine Einschätzung des Handlungsbedarfs vornehmen zu können, werden die Einflussstärken, die basierend auf der Beurteilung der untersuchten Parameter des Äusseren Aspekts und der Makroinvertebraten individuell ermittelt wurden, in einem nächsten Schritt zusammengefasst. Dafür wird zuerst für den Äusseren Aspekt und die Makroinvertebraten je ein separater Handlungsbedarf mittels Worst-Case-Aggregation (Definition vgl. Tabelle G4) abgeleitet (Tabelle G12). Anschliessend wird der Gesamt-Handlungsbedarf ebenfalls durch eine Worst-Case-Aggregation abgeleitet. Er wird durch die schlechtere Bewertung (Äusserer Aspekt oder Makroinvertebraten) definiert.

Beim Zeithorizont der Umsetzung von Massnahmen wird zwischen kurz- und langfristig unterschieden. Die Bezeichnung kurzfristig impliziert eine Umsetzung von Massnahmen in 1. Priorität und in einem Zeitraum von ein bis fünf Jahren. Unter langfristig wird ein Zeitraum von fünf bis zehn Jahren verstanden. Wie dringlich die Massnahmen sind, muss im interdisziplinären Team bestimmt werden. Bei einem Einfluss der Einleitung klein/mittel kann der Handlungsbedarf je nach Belastungssituation als kurzfristig oder langfristig eingestuft werden.

Wenn es darum geht, mögliche Auswirkungen einer Einleitung, bei welcher der Einfluss als unklar deklariert wurde, besser einzuschätzen, sind die erforderlichen Untersuchungen und deren Dringlichkeit ebenfalls im interdisziplinären Team zu bestimmen. Dies gilt auch falls keine Aussage möglich ist.

Die Resultate aus der Gewässeruntersuchung Stufe 2 fliessen zurück in den Prozess, der in den Kapiteln 2 und 8 des Basismoduls beschrieben ist. Es erfolgt keine Entscheidung für Massnahmen allein gemäss den

Resultaten der gewässerökologischen Untersuchungen. Weiterführende Hinweise zur Massnahmenplanung finden sich im Basismodul sowie im STORM-Modul (insbesondere Kapitel 5, 6, 7 und 8).

Handlungsbedarf aufgrund der Auswirkung der Einleitung		
	Einfluss der Einleitung Vergleich EST → REF Beurteilungsmodus: Worst Case <sup>2</sup>	Handlungsbedarf
Äusserer Aspekt	kein	→ Nein
	klein/mittel	→ Ja, langfristig / Ja, kurzfristig <sup>3</sup>
	gross	→ Ja, kurzfristig
	unklar <sup>1</sup>	→ Status klären
	keine Aussage <sup>1</sup>	→ keine Aussage möglich
Makroinvertebraten	kein/klein	→ Nein
	mittel	→ Ja, langfristig / Ja, kurzfristig <sup>3</sup>
	gross	→ Ja, kurzfristig
	unklar <sup>1</sup>	→ Status klären
	keine Aussage <sup>1</sup>	→ keine Aussage möglich
	↓	↓
	Übertrag in GEP-Datenmodell oder Relevanzmatrix (Kapitel 3.2.5.4)	Worst-Case-Aggregation Handlungsbedarf <sup>2</sup>

**Tabelle G12**  
Interventionsstufen des Handlungsbedarfs aufgrund der Einflussstärke der Einleitung bezüglich des Äusseren Aspekts und der Makroinvertebraten auf Stufe 2 – Fließgewässer.

<sup>1</sup> Falls die Referenz stärker belastet ist, oder die Ursache nicht bekannt ist (Äusserer Aspekt) bleibt der Befund «unklar». Falls keine Referenz vorhanden ist, ist keine Aussage möglich.

<sup>2</sup> Die Beurteilung der Einflussstärke bzw. des Erfüllungsgrades erfolgt anhand des schlechtesten Wertes der jeweiligen Parameter. EST = Einleitstelle, REF = Referenzstelle (ausserhalb des Einflusses der Einleitung)

<sup>3</sup> Bei Einflussstärke «mittel» kann je nach Situation sowohl ein kurzfristiger, wie auch ein langfristiger Handlungsbedarf resultieren. Ja, kurzfristig = Handlungsbedarf gegeben, Massnahmen innerhalb der nächsten 1–5 Jahre ausführen (Massnahmen technischer Art) Ja, langfristig = Handlungsbedarf gegeben, Massnahmen innerhalb der nächsten 5–10 Jahre ausführen (weitere Beobachtung)

### 3.2.5.4 GEP-Datenmodell, Relevanzmatrix und minimales Geodatenmodell (MGDM) GEP

#### GEP-Datenmodell

Die Angaben aus der Gewässeruntersuchung sind in das digitale GEP-Datenmodell 2020 zu übertragen. Die Attribute und Werte sind im Objektkatalog «Stammkarte EST» des GEP-Datenmodells beschrieben.

Mehr Information zum GEP-Datenmodell des VSA ist auf der VSA-Wiki-Plattform zu finden.

#### Eintrag in der Relevanzmatrix

Die Relevanzmatrix beschreibt, basierend auf der Problemidentifikation (Gewässeruntersuchungen, Ergebnisse von Berechnungen mit Simulationsmodellen) für einzelne Gewässerabschnitte, die zugehörigen relevanten Belastungsparameter. Sie dient als Grundlage zur Bearbeitung von komplexen Planungsaufgaben, zum Beispiel der Behebung einer Gewässerbelastung, die sich aus Mehrfachbelastungen und verschiedenen Arten der Beeinträchtigung zusammensetzt (siehe STORM-Modul, Kapitel 1.2). Die Erkenntnisse aus den Gewässeruntersuchungen bilden daher eine wichtige Grundlage für die Relevanzmatrix.

Die Bearbeitung der Relevanzmatrix ist eine interdisziplinäre Aufgabe von GEP-Ingenieur und Gewässerökologe. Je nach Situation müssen noch weitere Spezialisten aus den Fachbereichen Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und so weiter beigezogen werden. Ein Beispiel einer Relevanzmatrix befindet sich in Anhang 8.

### **Minimales Geodatenmodell (MGDM) GEP**

Mit der Einführung des Bundesgesetzes über Geoinformationen 2008 wurde vonseiten Gesetzgeber die Grundlage geschaffen, einheitliche «minimale Geodatenmodelle» (MGDM) verbindlich festzulegen. Im MGDM GEP werden Informationen im Bereich GEP, insbesondere die Kennzahlen der Abwasserentsorgung, erfasst.

Das Attribut «Gesamtbeeinträchtigung» des MGDM GEP kann aus dem Attribut «Handlungsbedarf» des Moduls G und des VSA-DSS-Mini 2020 abgeleitet werden.

Im Anhang 9 ist der Transfer der erhobenen Daten zwischen dem Attribut «Handlungsbedarf» gemäss Modul G und VSA-DSS-Mini 2020 und den Katalogwerten des MGDM GEP erläutert. Nach Absprache mit dem BAFU wird das MGDM GEP an das Modul G (resp. an VSA-DSS-Mini 2020) angepasst. Dies bedeutet, dass im MGDM GEP zukünftig direkt das Attribut «Handlungsbedarf» geführt wird, welches das bisherige Attribut «Gesamtbeeinträchtigung» ersetzt. Nach dieser Anpassung des MGDM GEP wird der Anhang 9 hinfällig.

# 4 VORGEHEN FÜR STEHENDE GEWÄSSER IM RAHMEN VON GENERELLEN ENTWÄSSERUNGSPLÄNEN (GEP)

Überblick über den Ablauf:

## 1) Zusammentragen von generellen Informationen zum Gewässerzustand

Eine wichtige Datengrundlage stellen insbesondere folgende Datensätze dar: Ökomorphologie, Revitalisierungsplanungen, Gewässerentwicklung, Wassernutzung, Wasserqualität, Gewässerschutzkarten, Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern sowie Entlassungsmengen und -häufigkeiten aus den V-GEP oder GEP-Daten. Diese Informationen werden im interdisziplinären Team zusammengetragen.

## 2) Auswahl der zu untersuchenden Einleitstellen

Der GEP-Ingenieur definiert die zu untersuchenden Einleitstellen gemäss Kapitel 2.2. Die Auswahl wird im interdisziplinären Team besprochen.

Wenn Untersuchungen tauchend erfolgen und mit dementsprechendem Aufwand verbunden sind, kann es angezeigt sein, vorgängig eine Priorisierung der Einleitstellen vorzunehmen. Diese Priorisierung ist im interdisziplinären Team zu bestimmen. Folgende Aspekte sind dabei zu beachten:

- Menge und Häufigkeit der Entlastungen
- Sensibilität des Gewässers bzw. des Uferbereichs (kleine Gewässer und Flachuferbereiche reagieren sensibler als grosse Gewässer und Bereiche ohne oder mit eingeschränktem Flachufer).
- Nähe zu Wassernutzungen (z. B. Trinkwasserfassung, Badebereich) und geschützten Naturwerten (angrenzendes Flachmoor, gemäss Fischereigesetz geschützte Lebensräume, die dem Laichen und Aufwachsen der Fische dienen).
- Sonderfälle wie Hafenanlagen, Schiffsstege oder Bachmündungen, wo überlagernde Effekte vorkommen und immer eine Gewässeruntersuchung auf Stufe 2 notwendig ist.

## 3) Feldbegehungen als Vorabklärung (Stufe 1) und zur Planung der Untersuchungen

Begehungen zur Planung der Untersuchungen werden durch den Gewässerökologen durchgeführt. Der Gewässerökologe führt eine Untersuchung auf Stufe 1 für stehende Gewässer durch. Der Entscheid, ob eine detaillierte gewässerökologische Untersuchung (Stufe 2) nötig ist, wird anschliessend für jede Einleitstelle vom interdisziplinären Team getroffen.

## 4) Untersuchungen

Die Untersuchungen, sowohl Stufe 1 wie auch Stufe 2, werden durch Gewässerökologen nach standardisierten Methoden durchgeführt.

### 4.1 Stufe 1 für stehende Gewässer (bei GEP)

#### 4.1.1 Rahmenbedingungen

**Zweck** der Untersuchung auf Stufe 1 ist eine Vorabklärung an relevanten Einleitungen durchzuführen, um festzulegen, ob eine Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitungen (Stufe 2) nötig ist.

Bei Sonderfällen kann die Vorabklärung (Stufe 1) während derselben Feldkampagne wie die Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Stufe 2) durchgeführt werden. Voraussetzung dafür sind eine fundierte Auswertung / Beurteilung bestehender Grundlagen und ein Entscheid im interdisziplinären Team. Im Normalfall sollen die beiden Untersuchungskampagnen (Stufe 1 und Stufe 2) jedoch getrennt durchgeführt werden. Zwischen den Kampagnen sollte eine Priorisierungssitzung einberufen werden.

Die Untersuchungen werden im zeitlichen **Intervall** gemäss GEP-Musterpflichtenheft ca. alle zehn Jahre durchgeführt. Der **Zeitpunkt** der Untersuchung muss im Juli/August liegen, da nur in diesem Zeitraum die Unterwasservegetation voll ausgebildet ist. Der **Aufwand** hängt von den lokalen Bedingungen und dem

Gesamtprojekt ab. Die **Zuständigkeit** liegt beim interdisziplinären Team aus GEP-Ingenieur, Gewässerökologe, kantonaler Fachstelle und eventuell ARA-Betreiber. Dieses Team ist in die Planung und ins Erarbeiten der Schlussfolgerung involviert. Die Durchführung der Untersuchung erfolgt durch den Gewässerökologen. Für die Untersuchungen sind in der Regel Tauchgänge erforderlich.

#### 4.1.2 Auswahl Untersuchungsstandorte

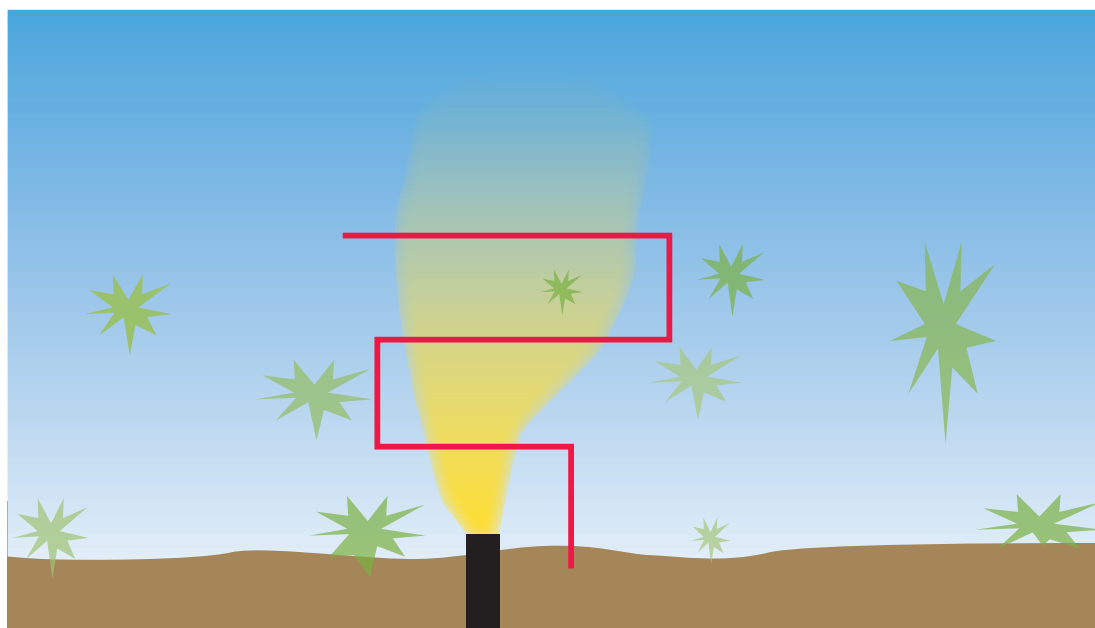
Untersuchungen sollten möglichst bei allen Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung in stehende Gewässer durchgeführt werden. Falls nur eine Auswahl von Einleitstellen untersucht werden soll, wird diese von interdisziplinären Team festgelegt und orientiert sich an den Vorgaben des Basismoduls. Der GEP-Ingenieur stellt einen Plan und eine Liste mit Koordinaten aller aktuellen Bauwerke und Einleitstellen zusammen. Die genaue Lage der Einleitstelle im Feld (Koordinaten, Einleittiefe) muss bekannt sein.

Ob eine Gewässeruntersuchung Stufe 2 nötig ist, wird bei Stufe 1 für stehende Gewässer festgelegt. Ausschlaggebend sind die beobachteten Abweichungen in den untersuchten Parametern sowie die Antworten auf Checkfragen, die entlang eines Probenahmepfads im Einleitungsbereich zu stellen sind (Abbildung G4). Der Probenahmepfad sollte den Eigenschaften der Einleitung angepasst werden, damit sich die potenziellen Veränderungen der Parameter durch die Einleitung feststellen lassen.

Bei den Gewässeruntersuchungen sind die Biosicherheitsmassnahmen (Anhang 6) und Sicherheitsbestimmungen (Anhang 7) zu berücksichtigen.

#### Abbildung G4:

Einflussbereich der Einleitstelle in Gelb, Probenahmepfad (Tauchgang) in Rot. Die grünen Formen stellen Wasserpflanzen dar.



#### 4.1.3 Zu untersuchende Parameter

Es werden Checkfragen zum Äusseren Aspekt, zum hydraulischen Stress und zu den Wasserpflanzen beurteilt.

Die Checkfragen werden in Kapitel 4.1.4 und Anhang 3 detailliert dargestellt. Informationen zu den jeweiligen Parametern sind in Kapitel 7 zusammengestellt. Die Einleitstelle inklusive untersuchtem Perimeter soll fotografisch festgehalten werden. Es sollen Fotos vom allgemeinen Zustand des Gewässers (d. h. der Referenzzustand), von der Einleitstelle und von eventuellen Beeinträchtigungen durch die Einleitung gemacht werden.

#### 4.1.4 Beschreibung der Untersuchungsmethoden

##### 4.1.4.1 Checkfragen

Die Checkfragen sind in Tabelle G13 gelistet. Die Untersuchungen werden meistens mit Hilfe von Tauchgängen durchgeführt. Schnorcheln ist nur in Sonderfällen geeignet, falls die Tiefe der Einleitung und die maximale Bewuchstiefe der Vegetation <2 m beträgt.



Die Untersuchung und Beurteilung der Einleitung anhand der Checkfragen erfordert Expertenwissen. Darum muss diese Untersuchung zwingend durch einen Gewässerökologen durchgeführt werden.

Parameter	Checkfragen zum Einleitungsbereich (im Vergleich zur Umgebung)	Nein	Ja	keine Aussage möglich <sup>1</sup>
Äusserer Aspekt und hydraulischer Stress	Vermehrtes Auftreten von Schlamm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrtes Auftreten von Sedimenten aus der Strassenentwässerung (schwarzer Schlamm, Geruch nach Kohlenwasserstoffen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Auftreten von Feststoffen aus kommunalem Abwasser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrtes Auftreten von heterotrophem Bewuchs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrter Algenbewuchs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen (Kolk, Ablagerungen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrtes Auftreten von typischen Verschmutzungszeigern <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pflanzlicher Bewuchs	Abweichung der unteren Grenze der Bewuchstiefe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Veränderung der Bewuchsdichte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Abnahme der Häufigkeit der Characeen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Zunahme von eutraphenten und störungstoleranten Arten (z. B. <i>Zannichellia sp.</i> , <i>Elodea sp.</i> , Laichkräuter grasartig, <i>Myriophyllum sp.</i> , <i>Ceratophyllum sp.</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonderfälle	Hafenanlagen, Schiffsstege, Tiefenwassereinleitungen, Bachmündungen usw. vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Stufe 2 für stehende Gewässer notwendig:</b>			<b>Ja / Nein</b>	

**Tabelle G13**

Checkfragen zur Beurteilung der Einleitung im Vergleich zur Referenz beziehungsweise der unmittelbaren Umgebung (durch den Gewässerökologen auszufüllen).

<sup>1</sup> z. B. wenn die Ursache nicht bekannt ist (z. B. aufgrund mehrerer Einleitungen oder weil der Ursprung unbekannt ist [nicht klar ob natürlich oder anthropogen]) oder nicht bis zur Vegetationsgrenze untersucht wird oder die Artengruppe fehlt.

<sup>2</sup> *Zannichellia palustris*, rotgefärbte Chironomidae, Tubifiziden, Invertebraten mit Affinität zu einleitungsbedingten Einträgen von organischen Stoffen (z. B. Asseln), fädige Grünalgen.

#### 4.1.5 Auswertung der Untersuchung zur Vorabklärung (Stufe 1)

Falls eine der Checkfragen gemäss Tabelle G13 mit Ja beantwortet wurde, ist eine Gewässeruntersuchung auf Stufe 2 für stehende Gewässer nötig.

Bei unsicheren und komplexen Fällen entscheidet das interdisziplinäre Team, ob eine Untersuchung auf Stufe 2 nötig ist.

## 4.2 Stufe 2 für stehende Gewässer (bei GEP)

### 4.2.1 Rahmenbedingungen

**Zweck** der detaillierten Gewässeruntersuchung (Stufe 2) ist zu beurteilen, welchen Einfluss Einleitstellen der Siedlungsentwässerung auf stehende Gewässer haben. Die Untersuchung dient einerseits der Planung und Priorisierung von Massnahmen im Rahmen einer GEP-Bearbeitung, andererseits als Wirkungs-

Kontrolle von Massnahmen nach Änderungen des Systems der Siedlungsentwässerung. Die Untersuchungen werden im zeitlichen **Intervall** gemäss GEP-Musterpflichtenheft ca. alle zehn Jahre durchgeführt, bei Wirkungskontrollen nach Bedarf. Der **Zeitpunkt** der Untersuchung muss im Juli/August liegen, da nur in diesem Zeitraum die Unterwasservegetation voll ausgebildet ist. Der **Aufwand** hängt von der Anzahl der untersuchten Einleitstellen und lokalen Bedingungen ab. Die **Zuständigkeit** liegt beim interdisziplinären Team aus Gewässerökologe, GEP-Ingenieur, kantonaler Fachstelle und eventuell ARA-Betreiber. Ob eine Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Stufe 2) nötig ist, wird von diesem Team aufgrund der Erkenntnisse aus der Evaluation bestehender Unterlagen und der Checkfragen auf Stufe 1 bestimmt.

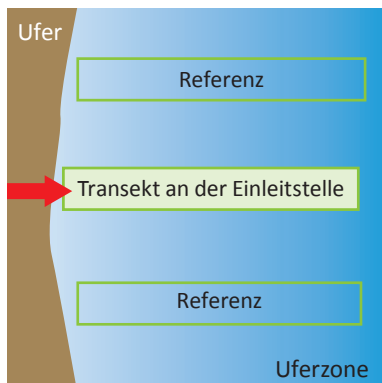
Die Untersuchungen erfolgen tauchend. Schnorcheln ist nur in Sonderfällen geeignet, falls die Tiefe der Einleitung und die maximale Bewuchstiefe der Vegetation <2 m beträgt.

Die Grundlage für die vorgestellte Methode ist das Dokument «STORM stehende Gewässer» (AquaPlus, 2016).

#### 4.2.2 Auswahl Untersuchungsstandorte

Die Gewässeruntersuchungen erfolgen in vorab festgelegten Transekten. Diese werden für die Auswertung miteinander verglichen, um den Einfluss der Einleitung ableiten zu können.

**Abbildung G5**  
Referenz-Transecte und Transect an der Einleitstelle.



#### Festlegung der Transecte (siehe Abbildung G5)

- Anzahl Transecte pro Einleitungsstandort:
  - ein Transect unmittelbar an der Einleitstelle (EST)
  - zwei Transecte als Referenz (REF), je eines links und rechts der EST
 (Zusätzliche Transecte nach Bedarf, z. B. wenn der Einleitungsstrahl aufgrund von Seeströmungen eine Krümmung macht, und es deswegen ein erweitertes Transectraster braucht.)

- Abstand der Referenz-Transecte (REF) zur EST nach Grösse ( $\emptyset$ ) der Einleitung:
  - $\emptyset$  0.5 m → 10 m
  - $\emptyset$  0.5–1 m → 20 m
  - $\emptyset$  > 1 m → 40 m

Abstand bei mehr als zwei Referenz-Transecten von 10 m, 30 m, 70 m ab der Einleitung.

Bei deutlich unterschiedlichen Bedingungen oder sich überlagernden Effekten zwischen der Einleitstelle und den vorgesehenen Referenzstandorten wird vor Ort eine repräsentativere Referenzstelle mit beliebigem Abstand gewählt.

- Länge der Transecte (in Abhängigkeit der Breite der Flachwasserzone [FWZ]):
  - schmale FWZ → bis zur unteren Verbreitungsgrenze der Vegetation
  - breite FWZ → bis 50 m Distanz bei Einleitung  $\emptyset$  < 1 m  
→ bis 100 m Distanz bei Einleitung  $\emptyset$  > 1 m
 Idealerweise immer bis zur unteren Verbreitungsgrenze der Vegetation

#### 4.2.3 Zu untersuchende Parameter

Bei der Gewässeruntersuchung Stufe 2 werden folgende Parameter im gleichen Tauchgang erhoben:

- Äusserer Aspekt
- Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen
- Wasserpflanzen
- Hilfsindikatoren



Die Methoden zur Parametererhebung werden in Kapitel 4.2.4 detailliert präsentiert. Das Feldprotokoll ist in Anhang 4 beigefügt. Informationen zu den jeweiligen Parametern sind in Kapitel 7 zusammengestellt. Die Einleitstelle inklusive untersuchtem Perimeter soll fotografisch festgehalten werden. Es sollen Fotos vom allgemeinen Zustand des Gewässers (d. h. der Referenzzustand), von der Einleitstelle und von eventuellen Beeinträchtigungen durch die Einleitung gemacht werden.

#### **4.2.4 Beschreibung der Untersuchungsmethoden**

##### **4.2.4.1 Material für die Untersuchungen**

Die Untersuchungen werden von einer Tauchequipe mit Taucher, Bootsführer, Untersuchungsleiter und der notwendigen Ausrüstung im Begleitboot durchgeführt. Detailliertere Information zur Tauchausrüstung sowie Sicherheitsregeln für berufliches Tauchen, einschliesslich Hygiene- und Biosicherheitsmassnahmen, werden in Anhang 6 und 7 präsentiert. Zusätzlich zur Tauchausrüstung wird folgendes Material benötigt:

Für den Taucher:

- Positions- und Rettungsboje
- Protokolltablett mit Erfassungsblatt (Anhang 4)
- Tiefenmesser
- Kompass
- Fotoapparat zur Dokumentation der Situation unter Wasser

Für das Boot:

- GPS mit den vorgängig definierten Transekt-Linien, damit die korrekte Einhaltung der Tauchstrecke überwacht und die Abschnitte eingemessen werden können.
- Fotoapparat zur Dokumentation der Situation über Wasser
- Probenahmegefässe für Pflanzenproben

##### **4.2.4.2 Festlegung der Transekt-Flächen**

Die Aufnahme der Transekte ( $\pm$ senkrecht zu den Höhenkurven) erfolgt ab Uferlinie und in Abhängigkeit von der Breite der Flachwasserzone (Festlegung der Transekte Kapitel 4.2.2). Entlang der Transekte mit Beobachtungsbreite beidseitig ca. zwei bis drei Meter werden Abschnitte zwischen den Flächen gebildet, sobald sich eines der folgenden Elemente wesentlich verändert: Bewuchsdichte der Vegetation, Artenzusammensetzung (bzw. Arthäufigkeiten), Untergrundbeschaffenheit, Untergrundneigung oder Ausprägung der Parameter des Äusseren Aspekts.

##### **Kartierung der Charakteristika der Flächen**

- Flächenausdehnung jeder Fläche (senkrechte Projektion, keine Berücksichtigung der Neigung).
- Minimale und maximale Tiefe jeder Fläche. Die Normierung der Tiefe ergibt sich aus der rechnerischen Angleichung des Pegels zum Zeitpunkt der Taucharbeiten auf den langjährigen Mittelwasserstand. Die Tiefenwerte verschiedener Untersuchungen werden folglich direkt vergleichbar, unabhängig vom jeweiligen Wasserstand während der Vegetationsaufnahme.

##### **4.2.4.3 Äusserer Aspekt, angepasst für stehende Gewässer**

Die Parameter des Äusseren Aspekts werden in den gleichen Transekt-Flächen und gleichzeitig mit den Wasserpflanzen und Hilfsindikatoren erhoben. Für die Festlegung der Ausprägungsstufe der Parameter über den ganzen Transekt wird ein Worst-Case-Vorgehen empfohlen, bei dem jeweils der stärkste beziehungsweise höchste Wert in den abgegrenzten Abschnitten berücksichtigt wird.

Folgende Parameter des Äusseren Aspekts werden gemäss MSK-Modul Äusserer Aspekt – angepasst für stehende Gewässer – untersucht:

- Schlamm
- Eisensulfid
- Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung
- Heterotropher Bewuchs
- Abfälle (werden zur Information aufgenommen aber fliessen nicht in die Bewertung ein)

#### **Spezialfall Eisensulfid**

Meist liegt ein feinkörniges Seesediment vor. Es kann eisensulfidhaltig sein, unter anderem als Folge von Abwassereinleitungen. In so einem Fall tritt das Eisensulfid jedoch nicht in Form von «Flecken» auf, sondern eher in Arealen, in denen sich nach Abwedeln der oberflächlichen Schicht ein schwarzer Sedimenthorizont zeigt. Aus diesem Grund wird in stehenden Gewässern mit mehrheitlich feinkörnigem Sediment die betroffene Fläche anhand von Stichproben mit den gleichen Kategorien geschätzt (punktueller Abwedeln der obersten Sedimentschicht und Begutachtung der darunter liegenden Färbung).

#### **4.2.4.4 Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen**

Anzeichen von Ufererosion, Kolkbildung, Ausschwemmungen, Ablagerungen und Veränderungen der Substratzusammensetzung an der Einleitstelle werden festgehalten und bewertet. Die Bewertung erfolgt in 3 Stufen: kein/klein, mittel, gross. Diese Bewertung fliesst jedoch nicht in die Beurteilung der Einleitstelle ein. Das weitere Vorgehen bei Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Seesohle wird im interdisziplinären Team diskutiert.

#### **4.2.4.5 Wasserpflanzen und Hilfsindikatoren**

##### **Kartierung der Wasserpflanzen**

Bei jeder Teilfläche werden die Gesamtdichte und der Prozentanteil der einzelnen Arten festgehalten. Die Bestimmung der Pflanzen erfolgt soweit möglich während der Taucharbeiten. Bei schwierig zu bestimmenden Arten oder Artgruppen werden Proben entnommen und diese unter dem Binokular oder Mikroskop verifiziert.

Folgende Parameter werden für die Wasserpflanzen erfasst:

- Abweichung in der Bewuchsdichte (→ Hydraulischer Effekt)
- Abweichung in der Bewuchstiefe (→ Trübungseffekt)
- Abweichung in den Häufigkeitsanteilen von bestimmten Artgruppen (→ Nährstoffeffekt)
- Ähnlichkeit der Vegetationsstruktur (→ Weitere bzw. summarische Effekte)

##### **Kartierung der Parameter zur Interpretationshilfe**

Folgende Parameter können als «unterstützende Parameter» für die Interpretation der Ergebnisse während der Kartierung der Wasserpflanzen erhoben werden:

- **Untergrund:** Dient der Charakterisierung der Transekte und Abschnitte sowie als Hilfe für die Interpretation (z. B. von Vegetationsparameter). Die Verteilung wird mittels sechs Korngrössenstufen erfasst (Blöcke, Steine, Grobkies, Feinkies, Sand, Schlamm).
- **Wuchshöhe/Vitalität:** Dient der Markierung einer Abschnittsgrenze. Dieser Parameter kann zudem Informationen zu hydraulischen Störungen durch die Einleitung liefern. Die Wuchshöhe wird als die dominierende Höhe [m] gemessen. Die Vitalität wird in vier Klassen erfasst (A = sehr gut entwickelt, B = gut entwickelt, C = mässig entwickelt, D = schlecht entwickelt).
- **Algen (Grünalgen und Cyanobakterien):** Diese Parameter zeigen erhöhte Nährstoffeinträge an. Sie werden in fünf Häufigkeitsstufen erfasst (1 = sehr selten, 2 = selten, 3 = verbreitet, 4 = häufig, 5 = massenhaft).
- **Muscheln/Neobiota:** Diese Parameter geben zusätzliche Information zur Biodiversität. Sie werden in fünf Häufigkeitsstufen erfasst (1 = sehr selten, 2 = selten, 3 = verbreitet, 4 = häufig, 5 = massenhaft).

### Kartierung der Hilfsindikatoren

Folgende Hilfsindikatoren (Verschmutzungsanzeiger) werden zusammen mit den Wasserpflanzen aufgenommen:

- *Zannichellia palustris*
- fädige Grünalgen
- rotgefärbte Chironomidae oder Tubifiziden
- Asseln
- weitere Destruenten mit Affinität zu einleitungsbedingten Einträgen von organischen Stoffen

Die Hilfsindikatoren werden in fünf Dichtestufen (*Zannichellia palustris*) oder Häufigkeitsstufen (restliche Hilfsindikatoren) festgehalten (1 = kein, 2 = wenig, 3 = mittel, 4 = viel, 5 = massenhaft). Die Parameterstufe über den ganzen Transekt wird in Form eines Worst-Case-Vorgehens festgelegt, bei dem jeweils der stärkste beziehungsweise höchste Wert in den abgegrenzten Flächen berücksichtigt wird.

### Berechnung der Parameter für die Wasserpflanzen

Die Vegetations-Abundanz ist das Produkt aus bewachsener Fläche und Vegetationsdichte (siehe unten). Sie erlaubt es, eine Aussage über die Menge der Pflanzen in einer bestimmten Fläche zu treffen. Die Abundanz wird für jeden einzelnen Fläche berechnet ( $lv_e$ ). Die Summe aller Flächen eines Transekts ergibt die Transekt-Abundanz ( $lv_t$ ) und die Summe aller Flächen ergeben die Gesamtabundanz im untersuchten Perimeter ( $lv_{tot}$ ).

Zur Berechnung des Abundanz-Indexes werden den Dichtestufen der Vegetation folgende Werte zugeordnet (Übertragung der Stufenbezeichnungen auf eine  $\pm$  proportionale Skala):

- Dichte < 1 (< 1%) = 0
- Dichte 1 (1–10%) = 0.5
- Dichte 2 (11–25%) = 1
- Dichte 3 (26–50%) = 2
- Dichte 4 (51–75%) = 3
- Dichte 5 (76–100%) = 4
- Dichte 6 (101–125%) = 5
- Dichte 7 (126–150%) = 6

Beispiel: Eine Fläche von 100 m<sup>2</sup> bewachsen mit Dichte 3 (= Dichtewert 2) ergibt einen Abundanz-Index von  $100 \cdot 2 = 200$ .

Die allgemeine Form der Indexberechnung (I) für die Abundanz der Vegetation (v) ist nachstehend aufgeführt:

F1 Abundanz der Vegetation einer Fläche:  $lv_e = \text{Fläche [m}^2\text{]} \cdot \text{Dichtewert}$

F2 Abundanz der Vegetation eines Transekts:  $lv_t = \Sigma \text{ aller } lv_e \text{ eines Transekts}$

F3 Totale Abundanz der Vegetation im Perimeter:  $lv_{tot} = \Sigma \text{ aller } lv_t$

Die in einer Einzelfläche vorkommenden Arten weisen einen bestimmten Dichteanteil auf (Abbildung G6). Dieser Dichteanteil (x) schwankt zwischen 5 und 100%. Werte kleiner als 5% werden nicht mehr als Beitrag angegeben, es wird nur das Vorkommen der Art festgehalten (Bezeichnung: «0»).

Entsprechend des relativen Dichteanteils weist jede Art auch einen Abundanzanteil auf. Der Index (I) für den Abundanzanteil der Art (a) wird folgendermassen berechnet:

F4 Abundanzanteil der Art in einer Fläche:  $la_e = (\text{Fläche [m}^2\text{]} \cdot \text{Dichtewert} \cdot x) / 100$

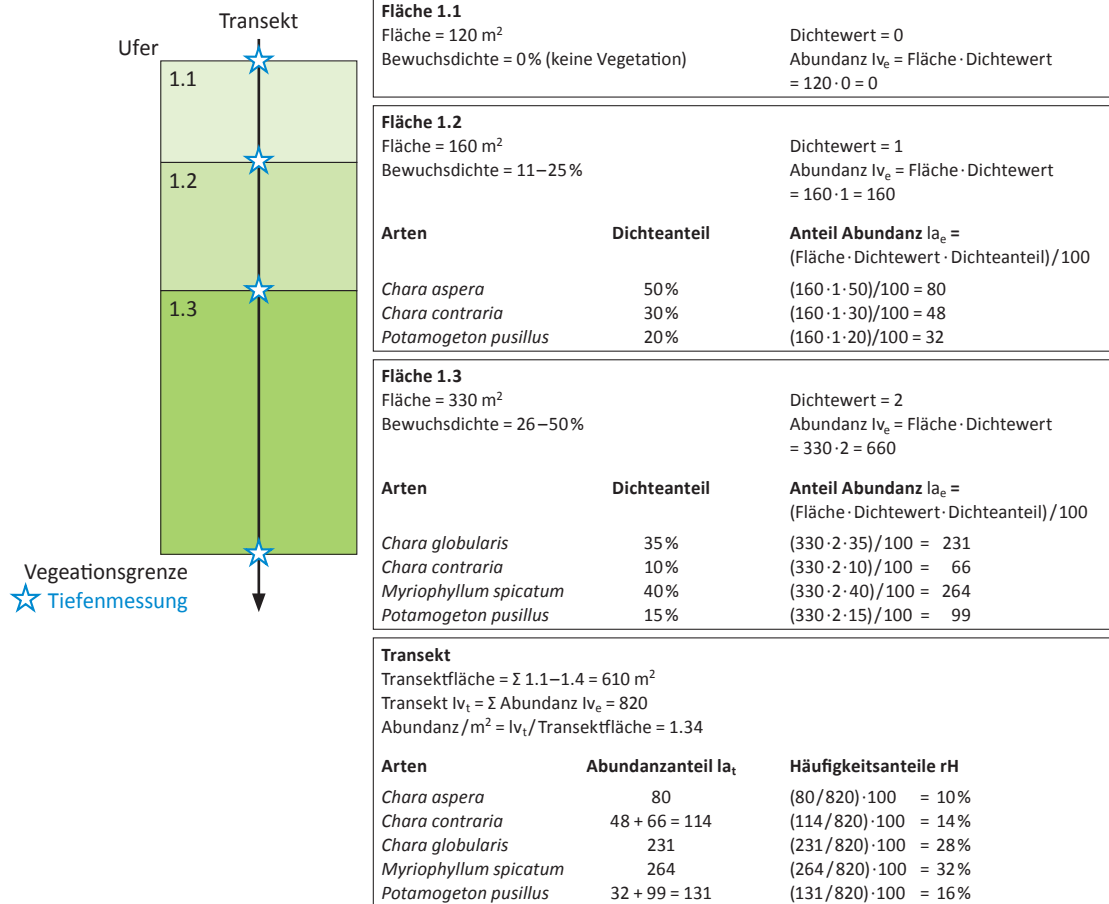
F5 Abundanzanteil der Art in einem Transekt:  $la_t = \Sigma \text{ aller } la_e \text{ eines Transekts}$

F6 Totaler Abundanzanteil der Art im Perimeter:  $la_{tot} = \Sigma \text{ aller } la_t$

Auf der Basis dieser Berechnungsgrundlagen können in der Datenbank ganze Gruppen von Transekten oder spezifische Transekt-Abschnitte zusammengefasst und die zugehörigen Dichtestufen beziehungsweise relativen Häufigkeiten ermittelt werden.

## Abbildung G6

Beispiel der Berechnung der Bewuchsdichte (Abundanz/m<sup>2</sup>) und Häufigkeitsanteilen von Arten.



In Abbildung G6 werden anhand eines Beispiel-Transekts die oben genannten Formeln durchgerechnet und die durchschnittliche Bewuchsdichte (Abundanz/m<sup>2</sup>) sowie die Häufigkeitsanteile (rh) der vorkommenden Arten (relative Häufigkeiten) ermittelt.

### Ähnlichkeit der Vegetationsstruktur

Als Ähnlichkeitsmass für die Vegetationsstruktur zwischen der Referenz- und der Einleitstelle wird der Renkonen-Index (Dominanzidentität) verwendet. Er basiert auf den flächengewichteten Durchschnittswerten der Häufigkeitsanteile der einzelnen Arten über den gesamten Transekt.

$$R = \text{Renkonen-Index} = \sum_{i=1}^G \min D_{A,B}$$

G = Anzahl der gemeinsamen Arten, minD<sub>A,B</sub> = der kleinere Dominanzwert (rh) einer gemeinsamen Art der zu vergleichenden Transekte A und B

### Ausgewählte Bestimmungsliteratur zur Wasservegetation

- Casper S.J. und Krausch H.-D. (1980/1981, Nachdruck 2008): Süßwasserflora von Mitteleuropa (Band 23 und 24) – Pteridophyta und Anthophyta. Springer Spektrum, Heidelberg 404/530 S.
- Krause W. (1999): Süßwasserflora von Mitteleuropa (Band 18) – Charales (Charophyceae). Springer Spektrum, Heidelberg 202 S.
- Land Brandenburg, Bachbeiträge des LGUV 119 und 120: Bestimmung für die aquatischen Makrophyten in Deutschland, <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.310796.de>
- Landsdown R.V. (2009): A Field Guide to the riverine Plants of Britain and Ireland, Ardeola Environmental Services.
- Lauber K. et al. (2012): Flora Helvetica mit Bestimmungsschlüssel. 5. Auflage. Haupt, Bern. 1656 S. resp. 290 S.

### Empfohlene Literatur zu den autökologischen Ansprüchen der Arten

- Melzner A. & Schneider S. (2001): Submerse Markophyten als Indikatoren der Nährstoffbelastung von Seen. In: Handbuch Angewandte Limnologie, 13. Ergänzungslieferung 11/01.

#### 4.2.5 Auswertung der Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen in stehenden Gewässern (Stufe 2)

Die Untersuchung dient dazu, den Einfluss der Einleitstelle auf das Gewässer festzulegen. Basierend darauf lassen sich der entsprechende Handlungsbedarf bestimmen sowie Gewässerschutzmassnahmen entwickeln.

##### 4.2.5.1 Auswahl des geeigneten Referenz-Transektiv

Der Vergleich der Einleitstelle und der Referenz für die Beurteilung des Einflusses der Einleitung soll nur mit **einem** Referenz-Transektiv erfolgen. Bei der Untersuchung werden jedoch zwei Referenz-Transektiv erhoben, um anschliessend den geeigneten Transektiv auswählen zu können. Der geeignete Referenz-Transektiv wird anhand folgender Kriterien bestimmt:

- Die Festlegung der Referenz-Transektiv erfolgt in der Planung zwar nach spezifischen Vorgaben bezüglich Distanz zur Einleitstelle (siehe oben), entscheidend ist jedoch der Aspekt **«ausserhalb des Einflussbereiches der Einleitung»**. Falls sich vor Ort an den Referenz-Transektiv Ausprägungen von typischen Effekten der Einleitung anhand von Parametern des Äusseren Aspekts zeigen (Verschlammung, Heterotropher Bewuchs, Eisensulfidflecken und Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung), ist die Distanz zur Einleitstelle zu vergrössern.
- Bei deutlich unterschiedlichen Bedingungen oder sich überlagernden Effekten zwischen der Einleitstelle und den in Frage kommenden Referenz-Transektiv ist wenn möglich vor Ort ein repräsentativeres Referenz-Transektiv zu suchen. Dabei wird die Vorgabe des festen Abstands von der Einleitstelle (in Abhängigkeit von der Grösse, siehe oben) aufgegeben. Ist dies nicht möglich, kann kein Vergleich vorgenommen und der Einfluss der Einleitung nicht bestimmt werden (Einstufung: keine Aussage möglich).
- Der Transektiv darf keine deutlich abweichenden Bedingungen im Vergleich zur Einleitstelle aufweisen (z. B. Beschaffenheit des Untergrundes, weitere Einflussquellen oder Nutzungen etc.). Ist dies trotzdem der Fall, wird er verworfen.
- Der Transektiv muss Vegetation oder eine Bewuchsdichte >1% aufweisen, sonst wird er verworfen.
- Wenn mehrere Transektiv mit vergleichbaren Bedingungen vorliegen und eine Vegetation >1% vorkommt, wird der Transektiv als Referenz gewählt, der die grösseren Unterschiede in der Pflanzengemeinschaft im Vergleich zur Einleitstelle aufweist. Die Abweichung wird in der Regel über den Renkonen-Index (Kapitel 4.2.4.3) festgelegt.
- Sofern im Transektiv der Einleitstelle keine Vegetation vorkommt (Wert des Renkonen-Index = 0), wird unter oligotrophen Bedingungen der Transektiv mit dem kleineren Characeen-Anteil verworfen, unter eutrophen Bedingungen jener mit dem kleineren Anteil an nicht eutraphenten Arten.
- Weisen beide Referenz-Transektiv keine Vegetation auf, erfolgt die Beurteilung nur über die Parameter des Äusseren Aspekts und die Hilfsindikatoren.

##### 4.2.5.2 Beurteilung anhand des Äusseren Aspekts

Folgende Arbeitsschritte sind dazu nötig:

1. **Bewertung der Einzelparameter:** Tabelle G14 zeigt die Parameter des Äusseren Aspekts, die bei Stufe 2 für die stehenden Gewässer beprobt und nach den Vorgaben im MSK-Modul Äusserer Aspekt bewertet werden.

Falls einer der Parameter des Äusseren Aspekts nur die natürlichen Gegebenheiten widerspiegelt, beziehungsweise die beobachteten Beeinträchtigungen nicht von der untersuchten Einleitung verursacht werden, so sind keine weiteren Abklärungen für diesen Parameter im Rahmen der GEP-Planungen erforderlich.

- 2. Aggregation der Einzelparameter:** Die Beurteilung der einzelnen untersuchten Stellen erfolgt mittels Worst-Case-Aggregation. Das bedeutet, dass die Gesamtbeurteilung der Stelle anhand der schlechtesten Einzelbewertung erfolgt (Beste Bewertung = Klasse 1, schlechteste Bewertung = Klasse 3, unklar = Klasse 4, keine Aussage möglich = Klasse 5).
- 3. Vergleich der Referenz mit der Einleitstelle:** Der Einfluss einer Einleitung wird bestimmt, indem die Bewertungen der Einzelparameter der Referenzstelle und der Stelle an der Einleitstelle miteinander verglichen werden. Aus den Resultaten des Vergleichs der Einzelparameter erfolgt dann eine worst-case Aggregation, um den Einfluss der Einleitstelle festzulegen (Tabelle G15).
- 4. Klassifizierung der Einflussstärke:** Die Einflussstärke der Einleitung wird mit drei Stufen (kein, klein/mittel und gross) bewertet (Tabelle G15).

**Tabelle G14**

Bewertung der Parameter des Äusseren Aspekts, Einteilung in die Zustandsklassen. Separate Bewertung des Referenz-Transekts und Transekt an der Einleitstelle für die Stufe 2 für stehende Gewässer. Klasse 1 = beste Bewertung, Klasse 3 = schlechteste Bewertung, Klasse 4 = unklar, Klasse 5 = keine Aussage möglich

Äusserer Aspekt <sup>1</sup>	Klassen				
	1	2	3	4	5
Schlamm	kein	wenig / mittel	viel	unklar <sup>2</sup>	keine Aussage möglich <sup>3</sup>
Eisensulfid	kein 0%	wenig / mittel < 25%	viel > 25%	unklar <sup>2</sup>	keine Aussage möglich <sup>3</sup>
Feststoffe aus Siedlungsentwässerung	keine	vereinzelte	viele	unklar <sup>2</sup>	keine Aussage möglich <sup>3</sup>
Heterotropher Bewuchs	kein / vereinzelt	wenig	mittel / viel	unklar <sup>2</sup>	keine Aussage möglich <sup>3</sup>
Aggregation der Einzelparameter zu Gesamtaussage äusserer Aspekt	↓ Worst-Case-Aggregation (schlechteste Einzelbewertung)				
Zustand Untersuchungsstelle	gut	mittel	schlecht	unklar <sup>2</sup>	keine Aussage möglich <sup>3</sup>
Weiterer Arbeitsschritt	↓ Weiter in Tabelle G15			↓ Weiter in Tabelle G19	

<sup>1</sup> Spezifische Anweisungen zur Festlegung einer Ausprägungsstufe liegen nicht vor. Die Angaben in Binderheim & Gögge (2007) beziehen sich auf Fließgewässer. Sie können nicht oder nur bedingt auf stehende Gewässer (konkret: Flachwasserbereich eines stehenden Gewässers vor der Einleitstelle) angewendet werden. Mögliche Unterschiede in der Beurteilung dürften insbesondere in der Abgrenzung zwischen den Stufen «mittel» und «viel» bestehen.

<sup>2</sup> Sofern der Ursprung unbekannt ist (nicht klar ob natürlich oder anthropogen).

<sup>3</sup> keine Referenz vorhanden ist.

Durch die Worst-Case-Aggregation der Parameter des Äusseren Aspekts auf Transekt-Ebene kann es zu einer strengen Beurteilung der Transekte und der gesamten Bewertung der Einleitung kommen. Es bleibt deshalb dem Gewässerökologen überlassen, zu beurteilen, ob die Beurteilung des Einflusses der Einleitung angepasst werden soll (z. B. bei lokal sehr eingeschränkter massiver Ausprägung eines Parameters).

**Tabelle G15**

Beurteilung des Einflusses einer Einleitung anhand des Äusseren Aspekts auf Stufe 2 – stehende Gewässer.

		Einflussstärke der Einleitung (Vergleich Referenz zu der Einleitstelle pro Einzelparameter)		
		Bewertung der Einzelparameter im Referenztransekt		
Äusserer Aspekt (Parameter: Schlamm, Eisensulfid, Feststoffe, Heterotropher Bewuchs)		gut	mittel	schlecht
Bewertung der Einzelparameter im Transekt an der Einleitstelle	gut	kein	unklar <sup>1</sup>	unklar <sup>1</sup>
	mittel	klein / mittel	kein	unklar <sup>1</sup>
	schlecht	gross	klein / mittel	kein

<sup>1</sup> Sofern keine geeignete Referenzstelle vorliegt (z. B. die Ausprägung eines oder mehrerer Parameter an der Referenz stärker ist als an der Einleitstelle).

### 4.2.5.3 Beurteilung anhand der Wasserpflanzen

Die Beurteilung der Einflussstärke der Einleitung anhand der Wasserpflanzen basiert ebenfalls auf der Worst-Case-Aggregation und dem Vergleich zwischen der Referenz- und der Einleitstelle und wird in vier Stufen (kein, klein, mittel, gross) charakterisiert (Tabelle G17). Bei oligo- und mesotrophen Gewässern erfolgt die Indikation der Arten über den Anteil der Characeen, in eutrophen Gewässern über den Anteil der nicht eutraphenten Arten. Die Trophie-Einstufung basiert auf der Phosphorkonzentration im jeweiligen See und wird nach dem Trophie-Index nach Wetzel (2001) durchgeführt (Tabelle G16).

Informationen zu den Phosphorkonzentrationen in den Schweizer Seen können für Kleinseen im Bericht von Binderheim (2018) und für grössere Seen auf folgender Webseite gefunden werden: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-der-seen/wasserqualitaet-der-seen.html>

Trophiestufen	Gesamtphosphorkonzentration [mg P/m <sup>3</sup> ]
Oligotroph	<0
Mesotroph	10 bis 30
Eutroph	>30
Hypertroph	>100

**Tabelle G16**  
Trophie-Einstufung gemäss Trophie-Index nach Wetzel (2001).

Einflussstärke der Einleitung							
Vergleich Referenz-Transect (REF) mit Transect an der Einleitstelle (EST)							
Parameter	kein	klein	mittel	gross	unklar	keine Aussage	
Bewuchstiefe Unterschied (m)	<1 m	1 m	2 m	>2 m	Bewuchstiefe in REF < als in EST	nicht bis Vegetationsgrenze untersucht, keine Vegetation in REF <sup>1</sup>	
Bewuchsdichte Unterschied (%)	≤10%	>10–30%	>30–50%	>50%	Bewuchsdichte an REF < als in EST <sup>2</sup>	Bewuchsdichte REF < 1% <sup>1</sup>	
Indikation Arten% Unterschied (Häufigkeitsanteile rH)	oligotrophe/mesotrophe Bedingungen: Anteil Characeen	<5%	<10%	10–30%	>30%	kleiner Unterschied im Anteil der Arten zusammen mit kleiner Strukturähnlichkeit	Anteil der Arten (Characeen oder nicht eutraphente Arten) < 10%
	Eutrophe Bedingungen: Anteil nicht eutraphente Arten <sup>3</sup>	<5%	<10%	10–30%	>30%		
Ähnlichkeit Vegetationsstruktur (Renkonen-Index)	>95%	>80–95%	>60–80%	0–60%	kleiner Unterschied im Anteil der Arten zusammen mit kleiner Strukturähnlichkeit	Bewuchsdichte REF und/oder EST < 1% <sup>1</sup>	
Aggregation der Einzelparameter zu Gesamtaussage		Worst-Case-Aggregation					

**Tabelle G17**  
Schwellenwerte zur Beurteilung der Einflussstärke einer Einleitung anhand der Wasserpflanzen und Hilfsindikatoren auf Stufe 2 – stehende Gewässer.

<sup>1</sup> Wenn sich die äusseren Bedingungen zwischen Einleitstelle und Referenz stark unterscheiden (z. B. hinsichtlich Untergrundbeschaffenheit, Strömung, Störungen etc.), kann keine Aussage gemacht werden. Die Effekte kommen nicht oder nicht nur durch die Einleitung zustande.  
<sup>2</sup> Eine grössere Bewuchsdichte an der Einleitstelle kann durch Nährstoffeintrag verursacht sein. Dies müsste sich in der Artenzusammensetzung zeigen (geringerer Anteil Characeen). Wenn dies nicht zutrifft, ist der Grund für die kleinere Dichte an der Referenz unklar.  
<sup>3</sup> Die Indikation der Arten erfolgt über den Anteil der nicht eutraphenten Arten. Fehlen diese Arten, wird ein seespezifischer «Indikations-Schlüssel» anhand der Nährstoffdifferenzierung im vorhandenen Artenspektrum angewandt (sofern genügend Erfahrungs- oder Literaturangaben vorliegen).

#### 4.2.5.4 Beurteilung anhand der Hilfsindikatoren

Hilfsindikatoren können einerseits die Bewertung anhand der Wasserpflanzen zusätzlich verschlechtern, andererseits erfolgt die Beurteilung beim Fehlen der Vegetation nur anhand der Hilfsindikatoren.

##### Bewertung anhand der Hilfsindikatoren beim Vorkommen von Wasserpflanzen

Kommen im Transekt der Einleitung im Vergleich zum Referenz-Transekt vermehrt Hilfsindikatoren vor, wird die Beurteilung der Einleitung anhand der Wasserpflanzen um eine Stufe verschlechtert, beispielsweise von klein auf mittel.

Vermehrtes Vorkommen liegt vor, wenn die Differenz in der Dichtestufe bei Verschmutzungszeigern (z. B. *Zannichellia*)  $\geq 1$  oder die Differenz in der Häufigkeitsstufe bei fädigen Grünalgen, rotgefärbten Chironomidae oder Tubifiziden, Asseln oder weiteren Destruenten  $\geq 3$  beträgt.

##### Bewertung anhand der Hilfsindikatoren beim Fehlen von Wasserpflanzen

Die Beurteilung der Einflussstärke der Einleitung mittels Hilfsindikatoren beim Fehlen von Wasserpflanzen basiert auf dem Vergleich zwischen der Referenz- und der Einleitstelle und wird mit vier Stufen (kein, klein, mittel, gross) charakterisiert (Tabelle G18).

**Tabelle G18**

Beurteilung der Einflussstärke einer Einleitung nur unter Anwendung der Hilfsindikatoren auf Stufe 2 – stehende Gewässer.

Einfluss der Einleitung						
Vergleich Referenztransekt (REF) mit Transekt an der Einleitstelle (EST)						
Parameter	kein	klein	mittel	gross	unklar	keine Aussage
Hilfsindikatoren Unterschied Häufigkeitsstufen	(Indikatoren: <i>Zannichellia palustris</i> , fädige Grünalgen, «rote» Chironomidae, Tubifex, Asseln und weitere Destruenten mit Affinität zu einleitungsbedingten Einträgen von organischen Stoffen)					
	keine Differenz = kein	Differenz 1 Stufe = klein	Differenz 2 Stufen = mittel	Differenz 3+ Stufen = gross	Häufigkeit REF > Häufigkeit EST	in REF und EST keine Hilfsindikatoren vorhanden

#### 4.2.5.5 Ableitung des Handlungsbedarfs (Äusserer Aspekt, Wasserpflanzen und/oder Hilfsindikatoren)

Um eine Einschätzung des Handlungsbedarfs vornehmen zu können, werden die Einflussstärken, die zuvor basierend auf der Beurteilung der untersuchten Parameter des Äusseren Aspekts der Wasserpflanzen und/oder Hilfsindikatoren individuell ermittelt wurden, in einem nächsten Schritt zusammengefasst. In Tabelle G19 sind die vorgesehenen Interventionsstufen des Handlungsbedarfs entsprechend aufgeführt. Zuerst wird für den Äusseren Aspekt und die Wasserpflanzen beziehungsweise die Hilfsindikatoren (je nach Vorkommen oder Fehlen von Wasserpflanzen) jeweils separat ein Handlungsbedarf mittels Worst-Case-Aggregation abgeleitet (Einteilung anhand des schlechtesten Parameters). Anschliessend wird der Gesamt-Handlungsbedarf ebenfalls durch eine Worst-Case-Aggregation abgeleitet (Definition vgl. Tabelle G4), indem die schlechtere Bewertung (Äusserer Aspekt oder Wasserpflanzen/Hilfsindikatoren) den Gesamt-Handlungsbedarf der Einleitstelle definiert.

Beim Zeithorizont der Umsetzung von Massnahmen wird zwischen kurz- und langfristig unterschieden. Die Bezeichnung kurzfristig impliziert eine Umsetzung von Massnahmen in 1. Priorität und in einem Zeitraum von einem bis fünf Jahren. Unter langfristig wird ein Zeitraum von fünf bis zehn Jahren verstanden. Die Dringlichkeit der Massnahmen ist im interdisziplinären Team zu bestimmen. Bei einem Einfluss der Einleitung klein/mittel kann der Handlungsbedarf als kurzfristig oder langfristig, je nach Belastungssituation, eingestuft werden.

Geht es darum, mögliche Auswirkungen einer Einleitung, bei welcher der Einfluss als unklar deklariert wurde, besser einzuschätzen, sind die erforderlichen Untersuchungen und deren Dringlichkeit im interdisziplinären Team zu diskutieren. Dies gilt auch, falls keine Aussage möglich ist.

Die Resultate aus den gewässerökologischen Untersuchungen zur Beurteilung von Einleitungen (Stufe 2) fliessen zurück in den Prozess, der in den Kapiteln 2 und 8 des Basismoduls beschrieben ist. Es erfolgt keine Entscheidung zu Massnahmen ausschliesslich basierend auf den Resultaten der gewässerökologischen



Untersuchungen. Weiterführende Hinweise zur Massnahmenplanung finden sich im Basismodul sowie im STORM-Modul (insbesondere Kapitel 5, 6, 7 und 8).

**Handlungsbedarf aufgrund Auswirkung der Einleitung bei Vorkommen von Wasserpflanzen**

		Einfluss der Einleitung Vergleich EST → REF Beurteilungsmodus: Worst Case <sup>2</sup>	Handlungsbedarf
Äusserer Aspekt	kein	→	Nein
	klein/mittel	→	Ja, langfristig / Ja, kurzfristig <sup>3</sup>
	gross	→	Ja, kurzfristig
	unklar <sup>1</sup>	→	Status klären
	keine Aussage <sup>1</sup>	→	keine Aussage möglich
Wasserpflanzen (eventuell mit Verschlechterung um 1 Stufe durch Hilfsindikatoren)	kein/klein	→	Nein
	mittel	→	Ja, langfristig / Ja, kurzfristig <sup>3</sup>
	gross	→	Ja, kurzfristig
	unklar <sup>1</sup>	→	Status klären
	keine Aussage <sup>1</sup>	→	keine Aussage möglich
		↓	↓
		Übertrag in GEP-Datenmodell oder Relevanzmatrix (Kapitel 4.2.5.6)	Worst-Case-Aggregation Handlungsbedarf <sup>2</sup>

**Tabelle G19**  
Interventionsstufen des Handlungsbedarfs aufgrund der Einflussstärke der Einleitung bezüglich des Äusseren Aspekts, der Wasserpflanzen und/oder der Hilfsindikatoren auf Stufe 2 – stehende Gewässer.

**Handlungsbedarf aufgrund Auswirkung der Einleitung bei Fehlen von Wasserpflanzen**

		Einfluss der Einleitung Vergleich EST → REF Beurteilungsmodus: Worst Case <sup>2</sup>	Handlungsbedarf
Äusserer Aspekt	kein	→	Nein
	klein/mittel	→	Ja, langfristig / Ja, kurzfristig <sup>3</sup>
	gross	→	Ja, kurzfristig
	unklar <sup>1</sup>	→	Status klären
	keine Aussage <sup>1</sup>	→	keine Aussage möglich
Hilfsindikatoren	kein/klein	→	Nein
	mittel	→	Ja, langfristig / Ja, kurzfristig <sup>3</sup>
	gross	→	Ja, kurzfristig
	unklar <sup>1</sup>	→	Status klären
	keine Aussage <sup>1</sup>	→	keine Aussage möglich
		↓	↓
		Übertrag in GEP-Datenmodell oder Relevanzmatrix (Kapitel 4.2.5.6)	Worst-Case-Aggregation Handlungsbedarf <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Falls die Referenz stärker belastet ist, oder die Ursache nicht bekannt ist (Äusserer Aspekt) bleibt der Befund «unklar». Falls keine Referenz vorhanden ist, ist keine Aussage möglich.  
<sup>2</sup> Die Beurteilung der Einflussstärke bzw. des Erfüllungsgrades erfolgt anhand des schlechtesten Wertes der jeweiligen Parameter. EST = Einleitstelle, REF = Referenzstelle (ausserhalb des Einflusses der Einleitung)  
<sup>3</sup> Bei Einflussstärke «mittel» kann je nach Situation sowohl ein kurzfristiger, wie auch ein langfristiger Handlungsbedarf resultieren. Ja, kurzfristig = Handlungsbedarf gegeben, Massnahmen innerhalb der nächsten 1–5 Jahre ausführen (Massnahmen technischer Art) Ja, langfristig = Handlungsbedarf gegeben, Massnahmen innerhalb der nächsten 5–10 Jahre ausführen (weitere Beobachtung)

#### **4.2.5.6 GEP-Datenmodell, Relevanzmatrix und minimales Geodatenmodell (MGDM) GEP**

##### **GEP-Datenmodell**

Die Angaben aus der Gewässeruntersuchung sind in das digitale GEP-Datenmodell 2020 zu übertragen. Die Attribute und Werte sind im Objektkatalog «Stammkarte EST» des GEP-Datenmodells beschrieben.

Mehr Information zum GEP-Datenmodell des VSA ist auf der VSA Wiki-Plattform zu finden.

##### **Eintrag in der Relevanzmatrix**

Die Relevanzmatrix beschreibt, basierend auf der Problemidentifikation (Gewässeruntersuchungen, Ergebnisse von Berechnungen mit Simulationsmodellen) für einzelne Gewässerabschnitte, die zugehörigen relevanten Belastungsparameter. Die Matrix dient als Grundlage zur Bearbeitung von komplexen Planungsaufgaben, wie der Behebung einer Gewässerbelastung, die sich aus Mehrfachbelastungen und verschiedenen Arten der Beeinträchtigung zusammensetzt (siehe STORM-Modul, Kapitel 1.2). Die Erkenntnisse aus den Gewässeruntersuchungen bilden daher eine wichtige Grundlage für die Relevanzmatrix.

Die Bearbeitung der Relevanzmatrix ist eine interdisziplinäre Aufgabe von GEP-Ingenieur und Gewässerökologe. Je nach Situation müssen noch weitere Spezialisten aus den Fachbereichen Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung und so weiter beigezogen werden. Ein Beispiel einer Relevanzmatrix befindet sich in Anhang 8 des vorliegenden Moduls.

##### **Minimales Geodatenmodell (MGDM) GEP**

Mit der Einführung des Bundesgesetzes über Geoinformationen 2008 wurde vonseiten Gesetzgeber die Grundlage geschaffen, einheitliche «minimale Geodatenmodelle» (MGDM) verbindlich festzulegen. Im MGDM GEP werden Informationen im Bereich GEP, insbesondere die Kennzahlen der Abwasserentsorgung, erfasst.

Das Attribut «Gesamtbeeinträchtigung» des MGDM GEP kann aus dem Attribut «Handlungsbedarf» des Moduls G und des VSA-DSS-Mini 2020 abgeleitet werden.

Im Anhang 9 ist der Transfer der erhobenen Daten zwischen dem Attribut «Handlungsbedarf» gemäss Modul G und VSA-DSS-Mini 2020 und den Katalogwerten des MGDM GEP erläutert. Nach Absprache mit dem BAFU wird das MGDM GEP an das Modul G (resp. an VSA-DSS-Mini 2020) angepasst. Dies bedeutet, dass im MGDM GEP zukünftig direkt das Attribut «Handlungsbedarf» geführt wird, welches das bisherige Attribut «Gesamtbeeinträchtigung» ersetzt. Nach dieser Anpassung des MGDM GEP wird der Anhang 9 hinfällig.

# 5 VORGEHEN BEI FUNKTIONSKONTROLLEN

Bei der Funktionskontrolle im Rahmen des Modul G handelt es sich um eine periodische, auf das Gewässer ausgedehnte Kontrolle zur groben Identifikation von offensichtlichen Defiziten und Fehlfunktionen der Mischabwasser-Entlastungsanlagen durch deren Betreiber. Bei permanenten Einleitungen (z.B. Einleitung von gereinigtem Abwasser) sollten gemäss Tabelle G2 Untersuchungen nach MSK oder spezielle Untersuchungen zum Einsatz kommen. Die Beschreibung der Funktionskontrolle fokussiert auf das Vorgehen in Fliessgewässern, da für die Untersuchungen in stehenden Gewässern meist ein Tauchgang durch entsprechend ausgebildete Fachpersonen (Gewässerökologen) notwendig ist (vgl. Kapitel 4).

Bei der Funktionskontrolle wird der Einfluss der Einleitung auf das Gewässer von geschultem Betriebspersonal mittels einfacher Parameter grob beurteilt. Das Vorgehen bei Funktionskontrollen ist von Stufe 1 bei GEP in Fliessgewässern abgeleitet.

Die Untersuchungsergebnisse werden jährlich der zuständigen kantonalen Behörde (gemäss Absprache) übermittelt und können im GEP, bzw. Verbands-GEP oder Regionalen Entwässerungsplan REP mit einbezogen werden.

## 5.1 Rahmenbedingungen

**Zweck** der Funktionskontrolle ist das zeitnahe Erkennen von offensichtlichen Defiziten bei der Funktionsweise der Mischabwasser-Entlastungsanlagen. Zudem soll festgestellt werden, ob einfache Unterhaltsarbeiten nötig sind (z.B. Reparatur des Feinrechens), damit die Entlastungsanlage technisch einwandfrei funktioniert. Die Funktionskontrollen werden zusammen mit den normalen Betriebskontrollen der Anlage im zeitlichen **Intervall** von idealerweise zwei bis vier Mal pro Jahr durchgeführt. Der **Zeitpunkt** sollte dabei so gewählt werden, dass die Funktionskontrollen insbesondere nach Niederschlägen mit Entlastungen durchgeführt werden, jedoch nicht in den zwei bis drei Wochen nach einer Periode mit starken Regenfällen oder Hochwasserereignissen. Der **Aufwand** beträgt in etwa 30 Minuten pro Einleitung, hängt aber von den lokalen Bedingungen ab. Die **Zuständigkeit** liegt beim geschultem Betriebspersonal (möglichst immer dieselbe Person).

## 5.2 Auswahl der Untersuchungsstandorte

Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung in Fliessgewässer müssen regelmässig kontrolliert werden. Die Auswahl der Einleitstellen orientiert sich an den Vorgaben des Basismoduls und wird zwischen Gemeinde/Abwasserverband und der kantonalen Gewässerschutzfachstelle festgelegt.

Die Untersuchungen der Funktionskontrolle werden für jede Einleitstelle an mindestens vier Stellen durchgeführt (Abbildung G7): oberhalb der Einleitstelle (Referenzstelle), unterhalb der Einleitstelle im unmittelbaren Einflussbereich, sowie bei Einleitstelle und im Rohr/Kanal, da im unmittelbaren Einleitbereich oft die grösste Belastung beobachtet werden kann. Wenn möglich sollen die Lebensräume oberhalb und unterhalb der Einleitstellen identisch sein und andere Einflüsse, beispielsweise durch weitere Einleitungen, ausgeschlossen werden, da diese beiden Stellen für die Beurteilung miteinander verglichen werden. Die beiden anderen Stellen dienen als Interpretationshilfe. Die genaue Lage der Untersuchungsstellen wird in Absprache mit der Gemeinde/dem Abwasserverband und der kantonalen Gewässerschutzfachstelle festgelegt und soll bei jeder Funktionskontrolle so beibehalten werden.

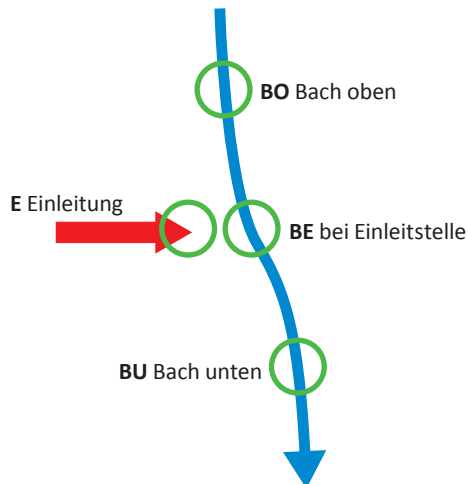
Die Untersuchungen erfolgen von unten nach oben (gewässeraufwärts), damit durch die Untersuchung keine Beeinflussung der unterhalb liegenden Stelle(n) stattfindet.

Bei den Gewässeruntersuchungen sind die Biosicherheitsmassnahmen (Anhang 6) und Sicherheitsbestimmungen (Anhang 7) zu berücksichtigen.

### Abbildung G7

Übersicht der Untersuchungsstellen:

- Bach oberhalb Einleitstelle (BO Bach oben)
- Bach bei Einleitstelle (BE bei Einleitstelle)
- in der Einleitung (E Einleitung)
- Bach unterhalb Einleitstelle (BU Bach unten)



## 5.3 Zu untersuchende Parameter und Beschreibung der Untersuchungsmethoden

Mithilfe der ausgewählten Parameter können die immissionsorientierten Auswirkungen – also die Auswirkungen im Gewässer durch Abwassereinleitungen bei Regenwetter – erfasst und grob beurteilt werden. Die Auswahl der Parameter richtet sich dabei nach dem Konzept des Kantons Aargau für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle (Kanton Aargau, 2009) und ist an die MSK-Methode Äusserer Aspekt angelehnt.

Folgende Parameter werden bei der Funktionskontrolle untersucht:

- Schlamm
- Eisensulfid
- Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung
- Heterotropher Bewuchs
- Algen

Das Feldprotokoll ist in Anhang 5 beigefügt und als digitaler Anhang (Excel Blatt) verfügbar. Informationen zu den jeweiligen Parametern sind in Kapitel 7 zusammengestellt. Eine detaillierte Beschreibung aller Parameter, Untersuchungsmethoden und Bewertung ist im Dokument «Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer – Äusserer Aspekt» (Binderheim & Göggel, 2007) zu finden.

Zusätzlich werden folgende Änderungen in der Gewässerstruktur im direkten Einflussbereich der Einleitung festgehalten und bewertet:

- Kolkbildung
- Ausschwemmungen
- Ablagerungen
- Veränderungen der Substratzusammensetzung

Die Bewertung erfolgt in 3 Stufen: kein/klein, mittel, gross. Diese Bewertung fließt aber nicht in die Beurteilung der Einleitstelle ein. Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen wie Kolkbildung vor der Einleitstelle weisen auf eine hohe Spitzenentlastung bzw. eine hydraulisch nicht korrekte Ausbildung der Einleitstelle hin.

## 5.4 Beurteilung anhand des Äusseren Aspekts

Mit Hilfe der ausgewählten Parameter des Äusseren Aspekts können offensichtliche Defizite in der Funktionsweise der Entlastungsanlagen identifiziert werden.

Folgende Arbeitsschritte sind nötig, um den Einfluss der Einleitstelle auf die Gewässer zu bestimmen:

- 1. Bewertung der Einzelparameter:** Tabelle G20 zeigt die Parameter des Äusseren Aspekts, die bei der Funktionskontrolle für Fliessgewässer beprobt und nach den Vorgaben im MSK-Modul Äusserer Aspekt bewertet werden.  
Falls einer der Parameter des Äusseren Aspekts nur die natürlichen Gegebenheiten widerspiegelt beziehungsweise die beobachteten Beeinträchtigungen nicht von der untersuchten Einleitung verursacht werden, sind keine weiteren Abklärungen für diesen Parameter erforderlich.
- 2. Vergleich Referenz zu Einleitstelle:** Der Einfluss einer Einleitung wird bestimmt, indem die Beurteilung des Zustands der Referenzstelle und der Stelle unterhalb der Einleitung miteinander verglichen werden (Tabelle G21).
- 3. Klassifizierung der Einflussstärke:** Die Einflussstärke der Einleitung wird mit drei Stufen (kein, klein/ mittel und gross) bewertet (Tabelle G21).

Äusserer Aspekt	Klassen				
	1	2	3	4	5
Schlamm	kein	wenig/mittel	viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Eisensulfid	kein 0%	wenig/mittel <25%	viel >25%	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Feststoffe aus Siedlungs-entwässerung	keine	vereinzelte	viele	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Heterotropher Bewuchs	kein/vereinzelt	wenig	mittel/viel	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>
Algen	kein/wenig <10%	mittel 10–50%	viel >50%	unklar <sup>1</sup>	keine Aussage möglich <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sofern der Ursprung unbekannt ist (nicht klar ob natürlich oder anthropogen).  
<sup>2</sup> Falls keine Referenz vorhanden ist (z. B. Fluss überwiegend von Einleitung gespeist).

**Tabelle G20**  
 Äusserer Aspekt, Einteilung in die Zustandsklassen. Separate Bewertung der Referenzstelle Bach oben und Stelle unterhalb der Einleitstelle Bach unten bei Funktionskontrollen.

Vergleich der bewerteten Parameter gegenüber oberhalb der Einleitung	Einfluss der Einleitung
Kein Unterschied	kein
Verschlechterung um 1 Klasse unterhalb für einen oder mehrere Parameter	klein/mittel
Verschlechterung um 2 Klassen unterhalb für einen oder mehrere Parameter	gross
Verbesserung unterhalb für einen oder mehrere Parameter	unklar

**Tabelle G21**  
 Bewertung der Einflussstärke der Einleitung.

## 5.5 Ableitung des Handlungsbedarfs

Falls die Einflussstärke der Einleitstelle auf den Äusseren Aspekt als klein/mittel oder gross klassifiziert wurde und/oder wesentliche, durch die Einleitstelle verursachte Anzeichen von mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle beobachtet wurden, liegt vermutlich eine Fehlfunktion der Entlastungsanlage vor. Es sind kurzfristige Sofortmassnahmen zu prüfen (betrieblicher Unterhalt), um die Defizite in der Funktionsweise der Entlastungsanlagen zu beheben. In Tabelle G22 sind mögliche kurzfristige Sofortmassnahmen in Form von einfachen Unterhaltsarbeiten für die jeweiligen Beobachtungen beschrieben (Liste nicht abschliessend). Nach Umsetzung von kurzfristigen Sofortmassnahmen soll die Funktionskontrolle nach den nächsten Niederschlägen mit Entlastungen wiederholt werden.

Bei Bedarf müssen weitergehende planerische und bauliche Massnahmen ergriffen und die kantonale Behörde informiert werden.

Ebenso muss die kantonale Behörde bei grösseren Gewässerbelastungen beziehungsweise bei unklarer Bewertung kontaktiert werden oder wenn keine Aussage möglich ist.

**Tabelle G22**

Mögliche kurzfristige Sofortmassnahmen bei offensichtlichen Defiziten in der Funktionsweise der Entlastungsanlagen in Form einfacher Unterhaltsarbeiten. Die Liste zeigt, bei welchen Gewässerbelastungen, welche mögliche Unterhaltsarbeiten geprüft werden können, ist aber nicht abschliessend.

Beobachtung im Gewässer	Resultierende Probleme im Gewässer	Mögliche Sofortmassnahmen
<b>Schlamm</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Einschränkungen und Veränderung des Lebensraums und damit der Lebensgemeinschaften in der Gewässersohle.</li> <li>→ Sauerstoffarmut in der Gewässersohle durch Abbau organischer Komponente im Schlamm.</li> <li>→ Be- und Verhinderung des Abblains von Kieslächern sowie des Aufkommens des Laichs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Absetzbecken und Retentionsfilterbecken, falls vorhanden, überprüfen und bei Bedarf reparieren.</li> <li>→ Funktionsfähigkeit und Einstellungen der elektronischen Systemkomponenten (Drosselschieber, Entleerungspumpen von Regenbecken) überprüfen.</li> <li>→ Schlammsammler im Einzugsgebiet der Entlastungsanlage bei Bedarf leeren.</li> <li>→ Ausbaggerung des Schlammes in der Gewässersohle bei übermässigen Schlammablagerungen (nach Rücksprache mit der kantonalen Behörde).</li> <li>→ Strassen- und Platzentwässerungen auf Eintrag von Feinsedimenten überprüfen.</li> </ul>
<b>Eisensulfid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Sauerstoffarmut in der Gewässersohle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Häufigkeit, Menge der Entlastungen überprüfen z. B. mit Real-Time-Control (Beobachtung bei Regenereignissen, Montage von einfachen Sensoren wie iButtons auf der Überfallkante des Entlastungsbauwerkes).</li> </ul>
<b>Feststoffe aus Siedlungs-entwässerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Ästhetisches Problem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Funktion des Feinrechens überprüfen, bei Bedarf reparieren und reinigen.</li> <li>→ Drosselorgan (Schieber, Blech)/Drosselstrecke der Entlastungsanlage auf mögliche Verstopfung prüfen.</li> <li>→ Uferbestockung und Gewässersohle im Umkreis des Entlastungsbauwerkes reinigen.</li> </ul>
<b>Heterotropher Bewuchs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Der Eintrag organischer und wachstumsfördernder Stoffe kann zur Entwicklung von abwassertypischen Organismen (heterotrophem Bewuchs) führen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Häufigkeit, Menge der Entlastungen überprüfen z. B. mit Real-Time-Control (Beobachtung bei Regenereignissen, Montage von einfachen Sensoren wie iButtons auf der Überfallkante des Entlastungsbauwerkes).</li> <li>→ Funktionsfähigkeit und Einstellungen der elektronischen Systemkomponenten überprüfen.</li> </ul>
<b>Algen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Der Eintrag organischer und wachstumsfördernder Stoffe kann zu Algenwucherungen führen</li> <li>→ Fehlende Uferbestockung (= grosses Lichtangebot) in Zusammenhang mit übermässigem Nährstoffeintrag kann zu Algenwucherungen führen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Häufigkeit, Menge der Entlastungen überprüfen z. B. mit Real-Time-Control (Beobachtung bei Regenereignissen, Montage von einfachen Sensoren wie iButtons auf der Überfallkante des Entlastungsbauwerkes).</li> <li>→ Beschattung des Gewässers durch Bestockung der Uferbereiche.</li> <li>→ Funktionsfähigkeit und Einstellungen der elektronischen Systemkomponenten überprüfen.</li> </ul>
<b>Mechanisch-hydraulische Belastung (Kolk)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Veränderung der Gewässersohle und/oder des Uferbereichs im Einflussbereich der Einleitstelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Stärke des Entlastungsereignisse überprüfen z. B. mit Real-Time-Control (Beobachtung bei Regenereignissen, Montage von einfachen Sensoren wie iButtons auf der Überfallkante des Entlastungsbauwerkes).</li> </ul>

## 5.6 Datenspeicherung

Wenn möglich sollten die erhobenen Daten im ARA-Datenbanksystem erfasst werden. So können zeitliche Entwicklungen der Belastungen bei einzelnen Einleitstellen dokumentiert werden.

## 6 VORGEHEN BEI WIRKUNGSKONTROLLEN

Wirkungskontrollen werden im interdisziplinären Team aus Gewässerökologe, GEP-Ingenieur, kantonaler Fachstelle und eventuell ARA-Betreiber besprochen und auf Stufe 2 durchgeführt. Das Vorgehen ist in Kapitel 3.2 für Fließgewässer und in Kapitel 4.2 für stehende Gewässer beschrieben.

## 7 INFORMATIONEN ZU DEN PARAMETERN

Grundsätzlich können verschiedene Belastungstypen unterschieden werden: Chemische Belastung der Wasserqualität wird meist durch organische Stoffe, Mikroverunreinigungen oder Nährstoffe verursacht. Hygienische Belastungen der Wasserqualität werden durch Bakterien oder sonstige pathogene Keime hervorgerufen. Beeinträchtigungen des ästhetischen Zustands sind meist durch Feststoffe und Abfälle verursacht. Das hydrologische Regime wird durch Abflussspitzen und der morphologische Zustand durch Erosion und Sedimentation beeinträchtigt. Die zu untersuchenden Parameter des vorliegenden Moduls wurden so gewählt, dass sie die für Einleitungen von Siedlungsentwässerung relevanten Belastungstypen abbilden können.

In diesem Kapitel werden daher die zu untersuchenden Parameter sowie deren Sensibilität gegenüber Auswirkungen von Einleitungen kurz vorgestellt (alphabetische Reihenfolge).

Die Parameter Trübung, Geruch und Schaum eignen sich nicht für die Erfassung periodischer oder episodischer Abwassereinleitungen, da sie nur während oder kurz nach einer Entlastung erhoben werden können.

### **Eisensulfid – Anzeichen für Sauerstoffdefizit**

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 verhindern und so zu sauerstoffarmen Bedingungen führen. Beim Reiben einer betroffenen Stelle ist ein spezifischer fauliger Geruch, der an faule Eier erinnert, wahrnehmbar. Dieser Parameter ist bei gewissen Substraten und Moorgewässern nur eingeschränkt nutzbar.

### **Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung – Anzeichen für Fehlfunktion des Rechens oder Fehlen eines Rechens**

Bei Feststoffen entlang oder in Gewässern wird zwischen Abfällen aus der Siedlungsentwässerung (z. B. WC-Papier, Binden), die bei Regenüberläufen aus dem Kanalisationssystem in die Gewässer gelangen, und anderen Abfällen (z. B. Verpackungen, leere Flaschen, Abfallsäcke, Düngersäcke) unterschieden. Mit der Erfassung dieses Parameters soll eine Grundlage für allfällige Verbesserungsvorschläge von Regenüberläufen oder/und Regenüberlaufbecken geschaffen werden. Dieser Parameter ist in dynamischen Gewässern nur eingeschränkt nutzbar.

### **Geruch – Anzeichen für den Eintrag von Abwasser, Gülle etc.**

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

### **Heterotropher Bewuchs – Anzeichen für organische Belastung**

Der heterotrophe Bewuchs umfasst die Lebensgemeinschaften der abbauenden Organismen wie Pilze, Bakterien und Protozoen. 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 massenhaftem Auftreten graue, pelzige oder glatte Überzüge. Die Protozoen (Einzeller) ernähren sich von diesen Bakterien und Detritus. Durch ein übermässiges Nahrungsangebot vermehren sie sich derart, dass sie mit bloßem Auge als weissliche Beläge sichtbar werden. Das Vorkommen von heterotrophen Bewuchs kann in seltenen Fällen auch natürliche Verhältnisse widerspiegeln, beispielsweise bei organischer Belastung durch Laubfall im Herbst. Dieser Parameter ist meist nur bei Dauerbelastung relevant.



### **Hilfsindikatoren – Anzeichen für organische Belastung und/oder Sauerstoffdefizit**

Diese Indikatoren liefern Informationen zur Belastungssituation durch die Einleitung:

- Typische Verschmutzungszeiger bei den Wasserpflanzen sind zum Beispiel Teichfaden (*Zannichellia palustris*)
- Dichter Algenbewuchs, insbesondere fädige Grünalgen
- Gehäuftes Auftreten von «Roten» Wasserwirbellosen wie zum Beispiel rotgefärbte Chironomidae mit Anhängen oder Tubifiziden. Die rote Färbung indiziert einen Sauerstoffmangel im Sediment und in der sedimentnahen Wasserschicht, der durch oxidativen Abbau von eingetragenen organischen Partikeln verursacht wird.
- Gehäuftes Vorkommen weiterer Arten oder Artgruppen von Wirbellosen mit Affinität zu Einträgen an organischen Stoffen wie zum Beispiel Asseln und weitere Destruenten.
- Reduziertes Vorkommen von Indikatoren für eine gute Gewässerqualität wie zum Beispiel Steinfliegen.

### **Kolmation – Anzeichen für den Eintrag von feinen Partikeln**

Unter Kolmation versteht man die Verstopfung der Hohlräume (Interstitialräumen) in der Gewässersohle durch feine Partikel beziehungsweise Schwebstoffe, was sich vor allem in einer verringerten (insbesondere vertikalen) Durchlässigkeit für Wasser äussert. 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, da sie die Selbstreinigungskapazität, das Rückhaltevermögen und den Sauerstoffgehalt der Gewässersohle vermindert. Kolmation kann durch vom Menschen veränderte Abfluss-, Schwebstoff- und Geschiebeverhältnisse auftreten (z. B. ARA, Kraftwerk, Sohlstabilisierungen), aber auch natürlicherweise vorkommen, etwa in Bächen, in denen sich Kalkablagerungen (Sinter) bilden.

### **Makroinvertebraten – Anzeichen für organische Belastung und/oder Sauerstoffdefizit**

Makroinvertebraten reagieren unterschiedlich je nach Art der Beeinträchtigung. Generell gilt, dass empfindliche faunistische Gruppen unter Belastung verschwinden. Eventuell treten an ihrer Stelle Organismen auf, die sich besser an den veränderten Lebensraum adaptieren. Es können auch massenhaft ubiquitäre oder resistente Taxa vorkommen, sofern die Lebensraumbedingungen dies noch zulassen. Bei Eintrag organischer Substanzen können die Anzahl der Individuen oder die Diversität ansteigen. Wenn jedoch der Eintrag einen gewissen Schwellenwert übertrifft, kommt es zu einer Verarmung der Biozöosen (Lebensgemeinschaft) und zum Verschwinden der empfindlichsten Makroinvertebraten. Makroinvertebraten können auch Belastungen durch toxische Substanzen, Schwebstoffe und Veränderungen des natürlichen Abflussregimes anzeigen (BAFU, 2019).

### **Mechanisch-hydraulischen Beeinträchtigungen und Veränderungen der Gewässersohle – Anzeichen für Veränderungen der hydraulischen Verhältnisse und des Geschiebetriebs**

Durch Geschiebetrieb infolge von Mischabwassereinleitungen wird meist ein Grossteil der in der Gewässersohle lebenden Organismen zermalmt/zerquetscht oder abgeschwemmt. Dazu kommen Veränderungen des hydrologischen Regimes, wie beispielsweise hohe Strömungsgeschwindigkeiten und ein sehr schnelles Ansteigen des Abflusses. Anzeichen von hydraulischen Veränderungen sind Kolkbildung, Ausschwemmungen, Ablagerungen, und Veränderungen der Substratzusammensetzung an der Einleitstelle. Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen wie Kolkbildung vor der Einleitstelle weisen auf eine hohe Spitzenentlastung hin, beziehungsweise auf eine hydraulisch nicht korrekte Bauweise, will heissen schlechte Einbettung der Einleitstelle.

### **Pflanzenbewuchs – Anzeichen für organische Belastung**

Unter Pflanzenbewuchs werden in den vorliegenden Methoden die Algen, Moose und die höheren Wasserpflanzen verstanden. Die Diversität der Pflanzengemeinschaften ist eine Funktion der Naturnähe eines Gewässers. Eine hohe Deckung an Algen kann ein Anzeichen für organische Belastung sein, zeigt aber oft auch eine Vorbelastung im Gewässer an. **Wasserpflanzen in stehenden Gewässern** weisen eine starke Sensibilität bezüglich Einflussfaktoren von Abwassereinleitungen auf. Aufgrund ihrer Standortgebundenheit und Wachstumscharakteristik haben sie einen hohen Indikationswert. Tabelle G23 zeigt die Effekte einer Einleitung auf die Wasserpflanzen in stehenden Gewässern.

**Tabelle G23**

Effekte einer Einleitung auf die Wasserpflanzen in stehenden Gewässern.

Wasserpflanzen Parameter	Effekt der Einleitung	Erklärung
Bewuchstiefe	Trübungseffekt	Der Eintrag von Schwebstoffen beeinflusst die Lichtverhältnisse, so dass sich die Vegetationstiefe verringert.
Bewuchsdichte	Hydraulischer Effekt	Strömungen durch die Einleitung verändern die Aufwuchsbedingungen durch mechanische Kräfte.
Indikatorarten	Nährstoffeffekt	Der Eintrag von Nährstoffen durch die Einleitung beeinflusst die Artenzusammensetzung und die Bewuchsdichte. Nährstoffempfindliche Arten gehen zurück.
Ähnlichkeitsindex	weitere bzw. summarische Effekte	Beeinflussung der Vegetation durch die Einleitung als Folge von nicht direkt den Einzelparametern zuweisbaren Auswirkungen.

### Schaum – Anzeichen für den Eintrag von Abwasser oder für Fehlan Schlüsse

Unter Schaum wird hier konsistenter Schaum verstanden, der sich an strömungsberuhigten Stellen ansammelt. Anthropogene Quellen für die Schaumbildung sind z. B. Detergentien aus Waschmitteln, welche die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen oder Stoffe aus Gülle, die durch Oberflächenabschwemmungen oder Drainagen in die Bäche gelangen. Schaum kann sich auch natürlicherweise bilden, beispielsweise durch organische Stoffe, die vom flutenden Hahnenfuss (*Ranunculus fluitans*) ausgeschieden werden, oder durch den Abbau von Laub und Algenaufwuchs.

### Schlamm – Anzeichen für den Eintrag von Schwebstoffen und/oder organischen Sedimenten

Eine Verschlammung der Gewässersohle kann durch den Eintrag von Schwebstoffen aus Abwasserreinigungsanlagen oder Strassenabwasser verursacht werden und ist daher oft organisch und/oder durch das Strassenabwasser schwarz verfärbt. Bei starker hydraulischer oder stofflicher Belastung, beispielsweise bei Regenüberläufen, kann die Schlammbelastung deutlich zunehmen. Dieser Schlamm unterscheidet sich deutlich von der natürlichen Gewässersohle und lagert sich in der Nähe der Abwassereinleitungen ab. Schlamm entsteht im Gewässer auch durch abgestorbenes heterotrophes Material, das sich bei starker organischer Belastung durch Abwassereinleitungen bildet. Eine solche Verschlammung tritt oftmals zusammen mit starker Veralgung auf, wobei der Schlamm im Algenbewuchs liegen bleibt. Dieser Schlamm ist meist schwer von natürlichem Schlamm zu unterscheiden. Eine Verschlammung der Gewässersohle wirkt sich negativ auf den Sauerstoffhaushalt im Gewässer aus. Deshalb gehen Eisensulfid-Flecken oftmals mit einer Verschlammung einher.

### Trübung – Anzeichen für den Eintrag von Schwebstoffen

Eine Trübung wird durch Schwebstoffe im Wasser verursacht, die das Licht streuen. Eine starke Trübung kann die Lichtverhältnisse für die Lebensgemeinschaft in einem Fließgewässer nachteilig verändern und zur Verstopfung der Gewässersohle führen. Die Trübung in einem Fließgewässer kann sowohl natürlichen Ursprungs sein (z. B. Gletscherbach, Seeausfluss), wie auch durch anthropogene Einflüsse verursacht werden (z. B. Abwasser, Wasserkraftwerk).

### Verfärbung – Anzeichen für den Eintrag von gelösten (an-)organischen Stoffen und/oder im Wasser enthaltene Partikel

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 oder anthropogen beeinflusst sein. Eine anthropogen bedingte Verfärbung des Wassers hat einerseits negative Auswirkungen auf die Lichtverhältnisse des Gewässers und andererseits können einzelne Farbstoffe toxisch für im Bach lebende Organismen sein. Eine Verfärbung des Fließgewässers kann auf eine unerwünschte Abwassereinleitung hinweisen.

# 8 SPEZIALFÄLLE UND EINSCHRÄNKUNGEN

Bei den folgenden Spezialfällen und Einschränkungen werden die Untersuchungen nach Absprache im interdisziplinären Team durchgeführt.

- **Einleitungen in Abschnitte grosser Fließgewässer mit starker Strömung.** Die Beurteilung der Einleitstelle muss, soweit möglich, vom Ufer aus erfolgen. Aufgrund der hydraulischen Verhältnisse sind jedoch kaum lokale Effekte zu erwarten.
- **Tiefenwassereinleitungen in stehende Gewässer.** Befindet sich die Einleitung auf einer Tiefe unterhalb der Bewuchsgrenze («Tiefenwassereinleitung»), können die allfälligen Auswirkungen auf die Vegetation nicht mehr oder zumindest nicht mehr vollständig mit der dargestellten Vorgehensweise erfasst und beurteilt werden (Transecte an der Einleitstelle und im Referenzbereich). Bei tiefergelegenen Einleitungen können die Auswirkungen durch die Parameter des Äusseren Aspekts und die Hilfsindikatoren erfasst werden.
- **Auswaschung von Ablagerungen durch starke Strömung,** vor allem in kleinen und mittleren Fließgewässern mit grossem Gefälle oder monotoner Gerinnemorphologie. Die Beurteilung erfolgt wenn möglich weiter gewässerabwärts im Bereich von Ablagerungsstrecken (kritische Stellen).
- **Starke Vorbelastung** durch Einträge aus der Landwirtschaft oder anderen diffusen Quellen sowie stark eutrophe Verhältnisse in stehenden Gewässern. Unter Umständen kann die Vorbelastung erst durch eine Gewässeruntersuchung festgestellt werden oder die Untersuchung liefert Hinweise auf Belastungsquellen, die nicht aus der Siedlungsentwässerung stammen.
- **Schlechte Ökomorphologie.** Bei schlechter Ökomorphologie eines Gewässers können lokale Gewässerverschlechterungen durch übermässige Mischabwassereinleitungen oft nicht identifiziert werden.
- **Beeinträchtigung des Gewässerzustands durch die Summe mehrerer Einleitungen (überlappende Beeinflussung).** Aufgrund der Gewässeruntersuchungen kann häufig nicht ermittelt werden, welche einzelnen Einleitungen in welchem Mass zu einer Verschlechterung des Gewässerzustandes beitragen. Oft können jedoch zumindest die bedeutendsten Einleitungen eruiert werden. Als Basis für eine Wirkungskontrolle können Gewässeruntersuchungen trotzdem sinnvoll sein.
- **Zufluss eines abwasserbelasteten Fließgewässers in ein stehendes Gewässer:** Möglicherweise zeigen sich im Fließgewässer kaum Auswirkungen von Entlastungen, weil die eingetragenen Stoffe direkt abgeschwemmt werden. Diese Stoffe können jedoch zu Beeinträchtigungen im stehenden Gewässer führen, da sie dort über längere Zeit wirken. In solchen Fällen ist es nicht einfach, die Wirkung von «normalen» Hochwassereinflüssen und Entlastungsereignissen auseinanderzuhalten. Hingegen zeigt der Vergleich der lokalen Verhältnisse (Umfeld Mündungsbereich) mit unbeeinträchtigten Referenzstellen, ob eine Beeinträchtigung durch die Siedlungsentwässerung vorliegt.
- **Strassen:** Gemäss den in Kapitel 2.5.3 des Basismoduls aufgelisteten Kriterien ist bei der Einleitung von Strassenabwasser mit mehr als zehn Belastungspunkten in kleine und mittlere Fließgewässer eine Gewässeruntersuchung angebracht.
- **Grosse Fließgewässer:** aufgrund der Verdünnung werden wenig Effekte erwartet.
- Einleitungen, bei denen **keine Referenzstellen** verfügbar sind. Die Anwendung der im Modul G vorgestellten Methoden ist in solch einem Fall nicht möglich.

Für die vorgestellten Fälle sollen situationsspezifische Untersuchungen und Bewertungsverfahren durchgeführt werden. Dabei ist eine möglichst hoher Anlehnung an die Methode Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen wichtig.

Diese Untersuchungen können auch durch emissionsorientierte Ansätze wie die Zulässigkeitsprüfung für Einleitungen von Niederschlagsabwasser oder die Prüfung der Mindestanforderungen für die Einleitung von entlastetem Mischabwasser gemäss Basismodul ergänzt werden.

## 9 LITERATUR

AquaPlus (2016): STORM-Stehende Gewässer. Immissionsorientierte Beurteilung der Auswirkungen von Abwassereinleitungen bei Regenwetter auf die Wasserpflanzen. Vorgehen, Methodenbeschreibung/Indikatoren, Parameter, Schwellenwerte/Beurteilung Einfluss Einleitung/Beurteilung Erfüllung ökologische Ziele/ Handlungsbedarf und Massnahmen/Erfolgskontrolle. 20 S., zusätzlich Anhänge mit Detailbeschreibungen – A: Untersuchungsmethodik, B: Äusserer Aspekt, C: Pflanzlicher Bewuchs », D: Gesamtbeurteilung, E: Stammkarte See.

BAFU (Hrsg.) (2019): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fliessgewässern (IBCH\_2019). Makrozoobenthos – Stufe F. 1. aktualisierte Ausgabe, November 2019; Erstausgabe 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 59 S.

Binderheim E. (2018): Zustandsbericht Schweizer Kleinseen. Bericht z. Hd. des Bundesamtes für Umwelt, Bern. 32 S.

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

Casado C., Wildi M., Ferrari B.J.D., Werner I. (2021): Strategie zur Beurteilung der Sedimentqualität in der Schweiz. Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt. Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie, Lausanne.

Hürlimann J., Niederhauser P. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern. 130 S.

Kanton Aargau, Abteilung Umweltschutz (2009): Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle. Februar 2009, 26 S.

Kanton Waadt, Division Protection des eaux, Section Biologie des Eaux (2021): Méthode d'appréciation de la qualité des cours d'eau vaudois. Indice biologique rapide (IBR) basé sur le Macrozoobenthos. (Unveröffentlichtes Manuskript).

Krejci V., Frutiger A., Kreikenbaum S., Rossi L. (2004): Gewässerbelastungen durch Abwasser aus Kanalisationen bei Regenwetter. EAWAG/BUWAL.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. (2000): Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, Paris, 588 P.

Wetzel R. G. (2001): Limnology: lake and river ecosystems. San Diego, Academic Press.

# ANHÄNGE

## Anhang 1: Protokollblatt Stufe 1, Einfache Untersuchung im Rahmen von GEP in Fließgewässern

Allgemeine Angaben									
Gemeinde_Name		BearbeiterIn			Einleitung aktiv (ja/nein)				
Gemeinde_Nr		Datum			Wasserstand (Niederwasser, Mittelwasser, Hochwasser)				
Gewässer		Witterung Probestag			Witterung Vortag				
Einleitstelle		Witterung Probestag			Witterung Vortag				
Messtellen_Ort	<b>BO Bach oben</b>	<b>EL Einleitung</b>		<b>BE bei Einleitstelle</b>		<b>BU Bach unten</b>		<b>Bemerkungen</b>	
Messtellen_ID									
Messtelle_X_Koordinate									
Messtelle_Y_Koordinate									
Vorbelastung (Landw, Hydraul, Siedl. Entw.)									
<b>Äusserer Aspekt</b>	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	<b>Beurteilung Einfluss EL</b> (1 kein, 2 wenig/mittel, 3 gross, 4 unklar, 5 keine Aussage möglich)
Schlamm									
Trübung									
Verfärbung									
Schaum									
Geruch									
Eisensulfid									
Kolmation									
Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung									
Heterotropher Bewuchs									
Algen									
Bemerkungen Messtelle								Kommentare het. Bewuchs /Algen	
	<b>BO Bach oben</b>					<b>BU Bach unten</b>		<b>Beeinträchtigung durch EL: ÄÄ</b> (1 kein, 2 wenig/mittel, 3 gross, 4 unklar, 5 keine Aussage möglich) <b>worst case Aggregation</b>	
	Gewässerzustand: gut, mittel, schlecht, unklar, keine Aussage möglich								
<b>Gewässerzustand (Worst-case-Aggregation)</b>									
Abfälle									
Moose									
Makrophyten									
mech. -hydrau. Beeinträchtigungen									

\*n natürlich, a anthropogen, u unbekannt.

## Anhang 2: Protokollblatt Stufe 2, Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen im Rahmen von GEP und Wirkungskontrollen in Fließgewässern

Allgemeine Angaben										
Gemeinde_Name		BearbeiterIn			Einleitung aktiv (ja/nein)					
Gemeinde_Nr		Datum								
Gewässer		Witterung Probestag			Wasserstand (Niederwasser, Mittelwasser, Hochwasser)					
Einleitstelle		Witterung Vortag								
Umweltparameter und weitere Beobachtungen (fakultativ) oben/unten										
Temperatur (°C)	/	pH		/	Weitere Beobachtungen					
Leitfähigkeit (µS/cm)	/	O <sub>2</sub>		/						
Messtellen_Ort	BO Bach oben	EL Einleitung		BE bei Einleitstelle		BU Bach unten		Bemerkungen		
Messtellen_ID										
Messtelle_X_Koordinate										
Messtelle_Y_Koordinate										
Vorbelastung (Landw., Hydraul., Siedl. Entw.)										
Äusserer Aspekt	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	Beurteilung Einfluss EL <small>(1 kein, 2 wenig/mittel, 3 gross, 4 unklar, 5 keine Aussage möglich)</small>	
Schlamm										
Trübung										
Verfärbung										
Schaum										
Geruch										
Eisensulfid										
Kolmation										
Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung										
Heterotropher Bewuchs										
Algen										
Bemerkungen Messtelle									Kommentare het. Bewuchs /Algen	
Beeinträchtigung durch EL: ÄA										
	BO Bach oben						BU Bach unten			
	<small>Gewässerzustand: gut, mittel, schlecht, unklar, keine Aussage möglich</small>									
	<small>(1 kein, 2 wenig/mittel, 3 gross, 4 unklar, 5 keine Aussage möglich) worst case Aggregation</small>									
Gewässerzustand (Worst-case-Aggregation)										
Abfälle										
Moose										
Makrophyten										
mech. -hydrau. Beeinträchtigungen										
<small>*n natürlich, a anthropogen, u unbekannt.</small>										
Makroinvertebraten Aufnahmeraster										
<b>Die untersuchten Lebensräume sollten oberhalb und unterhalb der Einleitstelle identisch sein ( Substrat, Fließgeschwindigkeit) / 4 Proben unterhalb und 4 Proben oberhalb der Einleitung</b>										
Substrate	Bewohnbarkeit <sup>1</sup>	Deckung Fluss unten (%) <sup>2</sup>	Anzahl Proben Fluss unten	Deckung Fluss oben (%) <sup>2</sup>	Anzahl Proben Fluss oberhalb					
mobile Blöcke > 250 mm	10									
Moose (Bryophyten)	9									
untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten)	8									
grobes organisches Material (Laub, Holz, Wurzeln)	7									
grössere mineralische Sedimente (Steine, Kieselsteine) 250 mm > Ø > 25 mm	6									
Kies 25 mm > Ø > 2,5 mm	5									
Amphibische Samenpflanzen (Helophyten)	4									
feine Sedimente +/- organisch, "Schlamm" Ø < 0.1 mm										
Randpflützen	3									
Sand und Schluff Ø < 2,5 mm	2									
Natürliche und künstliche Oberflächen (Fels, Steinplatten, Boden, Wand), Block > Ø 250 mm	1									
Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton	0									
<small><sup>1</sup>Substrate nach abnehmender Bewohnbarkeit von 10 (sehr gut) bis 0 (minimal) geordnet</small>										
<small><sup>2</sup>Deckungsgrad : (1) wenig (1-5%) / (2) mittel (6-10%) / (3) häufig (11-50%) / (4) sehr häufig (&gt;50%)</small>										





### Anhang 3: Checkfragen zur Beurteilung der Einleitung im Vergleich zur Referenz beziehungsweise der unmittelbaren Umgebung (Stufe 1, stehende Gewässer)

Verband Schweizer  
Abwasser- und  
Gewässerschutz-  
fachleute  
Association suisse  
des professionnels  
de la protection  
des eaux  
Associazione svizzera  
dei professionisti  
della protezione  
delle acque  
Swiss Water  
Association



#### Checkfragen zur Beurteilung der Einleitung im Vergleich zur Referenz beziehungsweise der unmittelbaren Umgebung (Stufe 1, stehende Gewässer)

Parameter	Checkfragen zum Einleitungsbereich (im Vergleich zur Umgebung)	Nein	Ja	keine Aussage möglich <sup>1</sup>
Äusserer Aspekt und hydraulischer Stress	Vermehrtes Auftreten von Schlamm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrtes Auftreten von Sedimenten aus der Strassenentwässerung (schwarzer Schlamm, Geruch nach Kohlenwasserstoffen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Auftreten von Feststoffen aus kommunalem Abwasser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrtes Auftreten von heterotrophem Bewuchs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrter Algenbewuchs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Mechanisch-hydraulische Beeinträchtigungen (Kolk, Ablagerungen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vermehrtes Auftreten von typischen Verschmutzungszeigern <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pflanzlicher Bewuchs	Abweichung der unteren Grenze der Bewuchstiefe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Veränderung der Bewuchsdichte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Abnahme der Häufigkeit der Characeen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Zunahme von eutraphenten und störungstoleranten Arten (z. B. Zannichellia sp., Elodea sp., Laichkräuter grasartig, Myriophyllum sp., Ceratophyllum sp.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonderfälle	Hafenanlagen, Schiffsstege, Tiefenwassereinleitungen, Bachmündungen usw. vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Stufe 2 für stehende Gewässer notwendig:</b>		<input type="radio"/>	Ja / Nein	<input type="radio"/>

<sup>1</sup> z. B. wenn die Ursache nicht bekannt ist (z. B. aufgrund mehrerer Einleitungen oder weil der Ursprung unbekannt ist [nicht klar ob natürlich oder anthropogen]) oder nicht bis zur Vegetationsgrenze untersucht wird oder die Artengruppe fehlt.  
<sup>2</sup> Zannichellia palustris, rotgefärbte Chironomidae, Tubifiziden, Invertebraten mit Affinität zu einleitungsbedingten Einträgen von organischen Stoffen (z. B. Asseln), fädige Grünalgen.

Formular löschen

## Anhang 4: Protokollblatt Stufe 2, Gewässeruntersuchung zur Beurteilung von Einleitstellen (Detailuntersuchung) im Rahmen von GEP und Wirkungskontrolle in stehenden Gewässern)

Gemeinde_Name			BearbeiterIn						Witterung Probenstag				
Gemeinde_Nr			Datum						Witterung Vortag				
Gewässer			Transekt						Vorbelastungen				
Einleitstelle			Azimut						/Bemerkungen				
Abschnitt Messpunkt	Tiefe (m)	Gesamtdichte	Art	Art	Art	Art	Art	Art	Äusserer Aspekt (ÄÄ) (Typ: n = natürlich a = anthropogen u = unbekannt)	Hilfsparameter (Häufigkeitsstufe: 1=kein 2= wenig 3=mittel 4= viel 5= massenhaft)	Vitalität: A = sehr gut entw. B = gut entw. C = mässig entw. D = schlecht entw.		
			Wuchshöhe	Wuchshöhe	Wuchshöhe	Wuchshöhe	Wuchshöhe	Wuchshöhe		Algen (Grün- und Blaualgen, Häufigkeitsstufen 1 bis 5)	Wuchshöhe: dominierende Höhe (m)		
			% Anteil an Dichte	% Anteil an Dichte	% Anteil an Dichte	% Anteil an Dichte	% Anteil an Dichte	% Anteil an Dichte			Weiteres: z.B. Muscheln, Neobiota (Häufigkeitsstufen 1 bis 5)		
Vitalität	Vitalität	Vitalität	Vitalität	Vitalität	Vitalität	Vitalität	Parameter ÄÄ	Typ	klasse	Hilfsparameter Häufigkeitsstufe (1-5)	Untergrund	%	
von	von	<1% = 0							Schlamm		Zannichellia palustris	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid		fädige Grünalgen	Steine 10-50 cm	
		11-25% = 1							Feststoffe		rote Chiro./ Tubifex	Grobkies2-10 cm	
bis	bis	26-50% = 2							Het. Bew.		Asseln / weitere Destruenten	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Abfälle		Weiteres:	Sand 1-2 mm	
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)			Seekreide	
Bemerkungen:											Schlamm		
mec. hydr. Beeint.													
von	von	<1% = 0							Schlamm		Zannichellia palustris	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid		fädige Grünalgen	Steine 10-50 cm	
		11-25% = 1							Feststoffe		rote Chiro./ Tubifex	Grobkies2-10 cm	
bis	bis	26-50% = 2							Het. Bew.		Asseln / weitere Destruenten	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Abfälle		Weiteres:	Sand 1-2 mm	
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)			Seekreide	
Bemerkungen:											Schlamm		
mec. hydr. Beeint.													
von	von	<1% = 0							Schlamm		Zannichellia palustris	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid		fädige Grünalgen	Steine 10-50 cm	
		11-25% = 1							Feststoffe		rote Chiro./ Tubifex	Grobkies2-10 cm	
bis	bis	26-50% = 2							Het. Bew.		Asseln / weitere Destruenten	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Abfälle		Weiteres:	Sand 1-2 mm	
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)			Seekreide	
Bemerkungen:											Schlamm		
mec. hydr. Beeint.													
von	von	<1% = 0							Schlamm		Zannichellia palustris	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid		fädige Grünalgen	Steine 10-50 cm	
		11-25% = 1							Feststoffe		rote Chiro./ Tubifex	Grobkies2-10 cm	
bis	bis	26-50% = 2							Het. Bew.		Asseln / weitere Destruenten	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Abfälle		Weiteres:	Sand 1-2 mm	
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)			Seekreide	
Bemerkungen:											Schlamm		
mec. hydr. Beeint.													

## Anhang 5: Protokollblatt Funktionskontrolle

Allgemeine Angaben									
Gemeinde_Name			BearbeiterIn				Einleitung aktiv (ja/nein)		
Gemeinde_Nr			Datum						
Gewässer			Witterung Probentag				Wasserstand (Niederwasser, Mittelwasser, Hochwasser)		
Einleitstelle			Witterung Vortag						
Messtellen_Ort	<b>BO Bach oben</b>		<b>EL Einleitung</b>		<b>BE bei Einleitstelle</b>		<b>BU Bach unten</b>		<b>Bemerkungen</b>
Messtellen_ID									
Messtelle_X_Koordinate									
Messtelle_Y_Koordinate									
Vorbelastung (Landw, Hydraul, Siedl. Entw.)									
<b>Äusserer Aspekt</b>	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	Klasse	Typ *	<b>Beurteilung Einfluss EL</b> (1 kein, 2 wenig/mittel, 3 gross, 4 unklar, 5 keine Aussage möglich)
Schlamm									
Eisensulfid									
Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung									
Heterotropher Bewuchs									
Algen									
Bemerkungen Messtelle									
<b>Einfluss der Einleitung: ÄÄ</b>			(1 kein, 2 klein/mittel, 3 gross, 4 unklar, 5 keine Aussage möglich) <b>worst case Aggregation</b>						
mech. -hydrau. Beeinträchtigungen									
Beeinträchtigung des Äusseren Aspekts durch eine Fehlfunktion der Entlastungsanlage (Ja/Nein, falls Ja Beschreibung der Fehlfunktion und Vorschlag Massnahme um die Defizite zu beheben):									
Sind weitergehende bauliche Massnahmen zur Behebung der Defizite in der Funktionsweise notwendig (Ja /Nein, Falls ja an zuständige kantonale Behörde melden):									

\*n natürlich, a anthropogen, u unbekannt.

## **Anhang 6: Biosicherheit**

Bei Arbeiten in mehreren Gewässern innerhalb kurzer Zeit können fremde Arten (invasive Neobiota) oder Krankheiten (pathogene Keime wie z. B. Krebspest, Saprolegnia oder PKD) in ein anderes Gewässer verschleppt werden. Gebietsfremde invasive Pflanzen- und Tierarten sowie Krankheiten können in einem Gewässer grosse Schäden anrichten (Verminderung der Biodiversität, Veränderung eines Lebensraums etc.).

### **Arbeiten in Fließgewässern**

Damit keine pathogenen Keime oder sonstige Kontaminationen auf andere Einzugsgebiete übertragen werden, tauscht der Bearbeiter bei jedem Wechsel in ein anderes Einzugsgebiet das Probenahmematerial und die Stiefel aus oder desinfiziert sie mit einem geeigneten Produkt (z. B. Chlor- Brausetabletten, Kalium-Peroxomonosulphat, Javelwasser, Virkon®). Dies ist insbesondere bei Arbeiten im Bereich von Fischzuchten angebracht und falls Einzugsgebiet-aufwärts gearbeitet wird (BAFU, 2019).

Falls mehrere Einleitungen in einem Einzugsgebiet untersucht werden, werden die Einleitungen grundsätzlich in Fließrichtung in der Reihenfolge von oben nach unten bearbeitet.

### **Taucharbeiten**

Zur Sicherstellung der Biosicherheit ist bei jedem Gewässerwechsel das Material auszutauschen oder fachgerecht zu reinigen. Es gilt folglich bei Gewässerwechsel die Tauch- und die Begleitausrüstung (Boot etc.) immer vollständig trocknen zu lassen. Falls eine vollständige Trocknung nicht möglich ist, muss die Ausrüstung ausgetauscht werden.

Vor der Trocknung soll die Ausrüstung immer mechanisch mit sauberem Wasser gereinigt werden.

## Anhang 7: Sicherheitsbestimmungen

### 1) Sicherheitsbestimmungen Taucharbeiten

Die Untersuchungen in stehenden Gewässern werden meist mit Tauchgängen durchgeführt. Tauchgänge für die immissionsorientierte Beurteilung einer Einleitstelle gelten als Taucharbeiten und fallen unter die Bestimmungen der Verordnung über die Sicherheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Arbeiten im Überdruck vom 15. April 2015 (Stand 1. Januar 2018). Relevant für Taucharbeiten ist die gesamte Verordnung mit Schwerpunkt auf Kapitel 4 (Besondere Bestimmungen für Taucharbeiten).

Laut Verordnung werden Taucharbeiten wie folgt definiert:

**Taucherarbeiten: wenn sich die Taucherin oder der Taucher, ausgerüstet mit einer Taucherausrüstung, unter der Wasseroberfläche befindet (Art.1 Abs. 2 Bst. B).**

Im Folgenden sind einige gesetzliche Vorgaben bezüglich Einsatztiefen und -zeiten, Anzahl und Aufgabe der beteiligten Personen, medizinische Anforderungen an den Taucher, sowie Materialanforderungen für Taucharbeiten zusammengefasst (Vollständigkeit wird nicht garantiert).

#### Einsatztiefen

Die maximale Tauchtiefe spielt bei der Makrophytenkartierung eine untergeordnete Rolle, weil in den meisten Fällen nur bis zur Vegetationsgrenze getaucht wird. Die maximale Tauchtiefe hängt zum einen von der zulässigen Tauchtiefe gemäss Ausbildungsniveau sowie der mittels arbeitsärztlicher Beurteilung der medizinischen Eignung festgelegten Tauchtiefe ab. Zum anderen ist bei der Verwendung von Atemluft eine maximale Tauchtiefe von 40 m zulässig (Art. 52).

#### Einsatzzeiten

- Bei Tauchtiefen mit mehr als 10 m darf die Tauchzeit 3 h pro Tauchgang nicht überschreiten und in der Regel wird ein zweiter Taucher notwendig. Die kumulierte Tauchzeit darf nicht mehr als 6 h pro 24 h betragen und nach einer Arbeitsschicht von 8 h mit einem oder mehreren Tauchgängen muss eine expositionsfreie Zeit von mindestens 12 h folgen. Zudem dürfen innerhalb von 7 Tagen an nicht mehr als 5 Tagen Tauchgängen erfolgen. Erfolgen die Tauchgänge an 5 aufeinanderfolgenden Tagen, muss eine expositionsfreie Zeit von 48 h eingehalten werden (Art. 53).
- Personen über 50 Jahre und Arbeitnehmer in der Lernphase dürfen nur 50% der zulässigen Aufenthaltszeit im Überdruck arbeiten (Art. 16/Art. 18).

#### Anzahl Personen und Aufgaben

- An der Wasseroberfläche besteht das Team aus einer leitenden Person und fachkundigen Personen für die erste Hilfe und für die Überwachung des Tauchers. Die Aufgaben der fachkundigen Personen können auch von der leitenden Person übernommen werden (Art. 11/Art.12).
- Unter Wasser sind gemäss Art. 55 folgende Anzahl Taucher notwendig:
  - Tauchtiefen von weniger als 10 m ohne erhöhte Risiken nach Art. 44<sup>1</sup>: Der Taucher darf allein tauchen, wenn er mit einer Sicherheitsleine mit der Oberfläche verbunden ist und von einer Person an der Oberfläche überwacht wird.
  - Bei Tauchtiefen mit mehr als 10 m oder weniger als 10 m mit erhöhten Risiken: Es müssen mindestens zwei Taucher im Wasser sein, die zusammenarbeiten. Sowie zwei Personen an der Oberfläche, welche die Taucher überwachen und die Rettung sicherstellen.

<sup>1</sup> Erhöhte Risiken nach Art. 44 Abs. 1 a–f: Wasserqualität, Wassertemperatur, Strömungen, Taucharbeiten behindernde Einrichtungen, enge räumliche Verhältnisse, geologisch instabile Verhältnisse, Vorhandensein von Schifffahrt und Wasserwegen

### **Materialanforderungen:**

- Eine Vollgesichtsmaske ist obligatorisch aufgrund der Ohnmachtssicherheit (Art. 47).
- Zwischen dem Taucher und dem Signalmann muss eine dem Stand der Technik entsprechende Sprechverbindung bestehen (Art. 50).
- Der Taucher muss von der Oberfläche aus mit einer Führungsleine verbunden sein. Ein Verzicht einer Führungsleine ist zulässig in bestimmten Fällen (siehe Art. 51).
- Ein motorisiertes Begleitboot ist notwendig, wenn Rettung nicht von einem anderen Ort an der Oberfläche gewährleistet ist (z. B. Ufer oder Plattform). Das Boot muss über einen Propellerschutz verfügen und geeignete Schutz- und Rettungsausrüstung gegen das Ertrinken mitführen (z. B. Schwimmwesten) (Art. 45).

### **Medizinische Anforderungen an den Taucher/Taucherin**

- Tauchärztliche Untersuchungen (Eintritts- und Kontrolluntersuchungen) durch einen Facharzt in regelmässigen Abständen sind obligatorisch. Qualifizierte Ärzte der Schweiz können über die Organisationen DAN ([www.daneurope.org](http://www.daneurope.org)) oder die SUHMS kontaktiert werden.

### **Hygienehinweise**

Mit Taucharbeiten zur immissionsorientierten Beurteilung von Einleitstellen besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass ein Taucher in Kontakt mit kontaminierten Abwässern, belasteten Sedimenten und Ablagerungen aus der Siedlungsentwässerung kommt. Zum Schutz des Tauchers sind gewisse Vorsichtsmassnahmen empfehlenswert. Taucharbeiten sollen nicht während oder kurz nach Entlastungsereignissen stattfinden. Zudem kann sich ein Taucher mit geeigneter Ausrüstung schützen (beispielsweise Vollgesichtsmaske, Trockentauchanzug und Trockenhandschuhen).

## **2) Sicherheitsbestimmungen bei Untersuchungen in Fliessgewässern**

Im MSK-Modul Makrozoobenthos (BAFU, 2019) werden wichtige Sicherheitsregeln und Vorsichtsmassnahmen für die Untersuchungen in Fliessgewässern dargestellt. Für die Untersuchungen an Einleitungen in Fliessgewässer sind insbesondere folgende Sicherheitshinweise relevant:

- **Sicherheit bei Zugang und Probenahme:** Der Standort muss zugänglich sein (keine Steilufer); der gesamte Bereich muss gefahrlos mit Fischer-/Wattstiefeln begangen werden können. Folgende Situationen sind riskant: 1. grosse Abflüsse und Fliessgeschwindigkeiten, 2. zu grosse Wassertiefen, 3. steiles Gefälle, 4. unzugängliche Ufer. Bei solchen Situationen muss der Bearbeiter eine persönliche Einschätzung der Lage vornehmen und im Zweifelsfall auf die Probenahme verzichten. In riskanten Fliessgewässern sollten eine selbstaufblasende Schwimmweste getragen werden und eine Begleitperson anwesend sein.
- **Von einem Wasserkraftwerk genutzter Abschnitt:** Vor dem Betreten des Gewässers muss Kontakt mit dem Betreiber aufgenommen und über Datum und Zeit der Probenahme orientiert werden. Der Betreiber informiert über genaue Abflussschwankungen, während der Bearbeiter das Kraftwerk im Voraus über das Datum, die Zeit und die Dauer der Probenahme orientiert. Die Probenahme kann nur vorgenommen werden, wenn seitens des Betreibers entsprechende Garantien abgegeben werden. Besondere Vorsicht ist bei automatisch betriebenen Einrichtungen (z. B. automatische Spülungen) geboten.
- **Hochwasserrisiko:** Vor jeder Feldkampagne muss sich der Bearbeiter über die hydrologischen (<https://www.hydrodaten.admin.ch/de/>) und meteorologischen ([https://www.meteoschweiz.admin.ch/h\\_home.html?tab=overview](https://www.meteoschweiz.admin.ch/h_home.html?tab=overview)) Bedingungen orientieren, um dadurch in den zu untersuchenden Fliessgewässern das Risiko von plötzlichem Wasseranstieg oder Hochwassersituationen abschätzen zu können.

Je nach Bedingungen (z. B. schwieriger Zugang, grösseres Gewässer), kann es auch aus Sicherheitsgründen empfehlenswert sein, eine Begleitperson mitzunehmen.



## Anhang 9: Transfertabelle zwischen dem Attribut «Handlungsbedarf» gemäss Modul G und VSA-DSS-Mini und den Katalogwerten des MGDM GEP

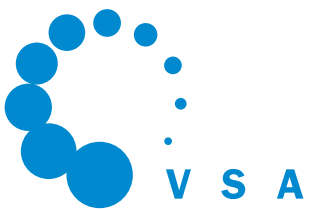
Handlungsbedarf	Gesamtbeeinträchtigung MGDM 129.1	Beschreibung
<b>Modul G</b> <b>VSA-DSS-Mini 2020</b>		
Nein nein	kein_Einfluss	Kein Einfluss der Einleitstelle aufgrund Untersuchung, daher kein Handlungsbedarf.
Ja, langfristig ja_laengerfristig	mittlerer_Einfluss	Mittlerer Einfluss der Einleitstelle aufgrund Untersuchung, daher längerfristiger Handlungsbedarf.
Ja, kurzfristig ja_kurzfristig	grosser_Einfluss	Grosser Einfluss der Einleitstelle aufgrund Untersuchung, daher kurzfristiger Handlungsbedarf.
keine Aussage möglich keine_Aussage_moeglich	keine_Aussage_moeglich	Die Untersuchung lässt aufgrund der Gegebenheiten keine Aussage zum Einfluss der Einleitstelle auf das Gewässer zu. Eine weitere Gewässeruntersuchung könnte keine zusätzlichen Erkenntnisse liefern.
Status klären Status_klaeren	unklar	Die Untersuchung ergab unklare Ergebnisse. Von einer erneuten/weitergehenden Gewässeruntersuchung sind weitere Erkenntnisse zu erwarten.
unbekannt	unbekannt	Wird durch «keine Aussage möglich» abgedeckt – Wert in VSA-DSS-Mini 2020 und in MGDM aufheben. Bestehende Werte erhalten den Wert keine_Aussage_moeglich, falls eine Gewässeruntersuchung stattfand, bzw. das Attribut wird leer gelassen, wenn noch keine Gewässeruntersuchung stattfand.
–	kleiner_Einfluss	Kein Pendant in Modul G und VSA-DSS-Mini 2020 – Wert in MGDM aufheben. Bestehende Werte erhalten den Handlungsbedarf ja_laengerfristig.

Nach Absprache mit dem BAFU wird das MGDM GEP an das Modul G (resp. An VSA-DSS-Mini 2020) angepasst, wonach der Anhang 9 hinfällig wird.

Für die Planung von Massnahmen bei Einleitstellen sind in jedem Fall die detaillierten Informationen der Beurteilung gemäss Modul G beizuziehen.







Verband Schweizer Abwasser-  
und Gewässerschutzfachleute (VSA)  
Europastrasse 3  
Postfach, 8152 Glattbrugg  
sekretariat@vsa.ch  
www.vsa.ch  
Tel. 043 343 7070