

VUE, Juli 2023, Version 5.1

## Hilfsmittel Managementbereich Geschiebe

### Zweck des Dokuments

Das Dokument dient den Fachauditoren des Bereichs Wasserkraft als Checkliste und Interpretationshilfe für die Beurteilung, ob die Grundanforderungen für den Managementbereich Geschiebe eingehalten sind. Weiter soll es die einheitliche Bewertung unter den Fachauditoren fördern und den Kraftwerksbetreibern die Erarbeitung der Managementkonzepte durch eine Präzisierung der Grundanforderungen erleichtern.

### Änderungskontrolle

Version	Datum	Ausführende Stelle	Bemerkungen/Art der Änderung
1.0	04.04.09	Ambio MH	Erstellung
2.0	12.06.15	Ambio, MH	Überarbeitung
3.0	03.07.15	Ambio, MH	Überarbeitung nach FA-Workshop
4.0	03.09.15	Ambio MH	Überarbeitung nach FKWK-Sitzung
5.0	03.04.23	GS VUE	Änderung generelle Grundsätze: Notwendigkeit von Erfolgskontrollen und Monitoringprogrammen
5.1	10.07.23	GS VUE	Präzisierung Anforderungen an biologische Untersuchungen

### Prüfung

Version	Prüfdatum	Prüfende Stelle/n	Bemerkungen
1.1	29.05.15	AquaPlus FE	Kritische Prüfung, Kommentare
2.0	02.07.15	FA-Workshop	Kritische Prüfung, Kommentare
3.0	01.09.15	FKWK	Kritische Prüfung, Kommentare
5.0	03.04.23	FKWK	Ergänzung

### Freigabe

Version	Freigabe-Datum	Freigebende Stelle/n	Bemerkungen
2.0	12.06.15	Ambio, MH/VUE GL	Entwurf für FA-Workshop
3.0	04.07.15	Ambio, MH/VUE GL	Entwurf für Fachkommission
4.0	03.09.15	Ambio MH/VUE GL	Entwurf für VUE-Vorstand
5.0	03.04.23	FKWK	Gemäss Protokoll FKWK 3.4.23
5.1.	22.06.23	FKWK	Gemäss Mailkorrespondenz zum Faktenblatt Biologische Untersuchungen per 22.06.23

# 1 Rechtliche und fachliche Verankerung

## 1.1 Rechtliche Geltungsbereiche

GSchG Art. 1; Art. 43a

GSchV Art. Art. 42; 42a; 42b; 42c; Anhang 1, Ziffer 1, Absatz 2; 4a Ziffer 1 und 3

BGF Art. 1 Absatz 1a und b; Art 7; Art. 9, Absatz 1a, c, Art. 10

VBGF Art. 5, Absatz 1; Art. 9b, Absatz 3; Art. 9c; Anhang 1; Anhang 4

NHG Art. 18, Absatz 1<sub>bis</sub>

NHV Art. 14, Absatz 3; Absatz 6; Anhang 1; Anhang 2; Anhang 3; Anhang 4;

AuV Art. 1; Art. 4, Absatz 1a-c; Anhang 1

WBG Art. 4, Absatz 2

## 1.2 Weitere zu berücksichtigende Informationsquellen

### Raumplanung

- Kantonale Richtplanung
- Kantonale Nutzungsplanung

### Gewässer

- Strategische Planung Sanierung Geschiebehaushalt
- Strategische Planung Sanierung Schwall-Sunk
- Strategische Planung Revitalisierung
- Generelle Entwässerungsplanung (GEP)
- Regionale Entwässerungsplanung (REP)

### Biodiversität

- Strategie Biodiversität Schweiz (inkl Aktionspläne)
- Réseau Ecologique National (REN)
- Liste der national prioritären ArtenDatenbank Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF)
- Datenbank Infoflora (Pflanzen)

## 1.3 Literatur

- [1] Hunziker, A., et al (2014), Abschätzung der mittleren jährlichen Geschiebelieferung in Vorfluter. Praxishilfe, Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Juli 2014, 75 S.  
<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/04854/index.html?lang=de>
- [2] Schälchli U., Kirchhofer A. 2012: Sanierung Geschiebehaushalt. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1226: 74 S. <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01694/index.html?lang=de>
- [3] Hunziker et al. (2007): Reaktivierung des Geschiebehaushalts in Schweizer Fließgewässern, Massnahmen und Kosten, April 2007, Schälchli, Abegg + Hunzinger, Hunziker, Zarn & Partner.  
<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/04854/index.html?lang=de>
- [4] Schälchli et al. (2005): Geschiebe- und Schwebstoffproblematik in Schweizer Fließgewässern. Schälchli, Abegg + Hunzinger, Hunziker, Zarn & Partner. November 2005 24 S.  
<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/04854/index.html?lang=de>
- [5] Baumann P., Kirchhofer A., Schälchli U. (2012): Sanierung Schwall/Sunk - Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe, Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1203: 126 S.

- [6] Hütte M., Niederhauser P. (1998): Methoden zu Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Ökomorphologie, Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27, 49 S.
- [7] Binderheim E., Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.
- [8] Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- [9] Schager E., Peter A. (2004): Methoden zu Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Fische, Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44, 65 S.
- [10] Schmutz S. 2003: Einfluss erhöhter Schwebstoffkonzentration und Trübe auf Fische, Literaturstudie; Auftraggeber Niederösterreichischer Landesfischerverband. 80 S.

## 2 Nachweis der Grundanforderungen

### 2.1 Generelle Grundsätze

#### **Einhaltung der Grundanforderungen dokumentiert und nachvollziehbar**

Die Einhaltung der Grundanforderungen soll durch entsprechende Dokumente (Berechnungen, Statistiken, Grafiken, Bilder, Pläne, Textdokumente etc. belegt und plausibel begründet werden. Der Fachauditor muss sich auf Indizien stützen können. Dies ist eigentlich selbstverständlich und sollte bei den zu beurteilenden Managementkonzepten jedoch immer vor Augen gehalten werden.

#### **Künstlicher Transport des Geschiebes**

Ein künstlicher Transport des Geschiebes wird unter folgenden Bedingungen akzeptiert:

- Der Transport basiert auf einer Geschiebehaushaltsstudie (Managementkonzept)
- Das Ziel des Transports ist ein Gleichgewicht des Geschiebehaushalts
- Die Materialzusammensetzung, Korngrößenverteilung und Menge des Geschiebes entspricht einem natürlichen Transport.
- Ein künstlicher Transport des Geschiebes darf nur zur Anwendung kommen, falls ein natürlicher Transport nicht möglich ist.
- Stauraum enthält kontaminierte ältere Geschiebedepots. Neues Geschiebe ist nicht kontaminiert, wird bei der Stauwurzel entnommen und ins Unterwasser deponiert.

#### **Wann ist eine Geschiebehaushaltsstudie notwendig?**

Grundsätzlich ist muss jedes Kraftwerk einen Nachweis für den zeitnahen Geschiebetransport erbringen. Von den grösseren Flüssen der Schweiz und vielen kleineren Gewässern existieren bereits Geschiebehaushaltsstudien, die in neuerer Zeit im Rahmen der Sanierung des Geschiebehaushaltes und von Hochwasserschutzprojekten erstellt wurden. Bei kleineren Kraftwerksstrecken genügen einfache rechnerische Abschätzungen und eine Besichtigung (mit fotografischer Dokumentation) vor Ort. Eine ausführliche Geschiebehaushaltsstudie sollte unter folgenden Umständen erwogen werden:

- Bei langen Flusstauhaltungen in grossen Flüssen.
- Im Bereich eines Kraftwerks sind die Sanierungsziele bezüglich des Geschiebehaushalts noch nicht erreicht. Die Studie dient zur Ermittlung des Aufwertungspotenzials und für Massnahmenszenarien.
- Aus den Grunddaten in 2.2.1 ergibt sich der Verdacht eines gestörten Geschiebetransports.
- Fluss- und Ausleitkraftwerke an grossen Flüssen. Bei kleineren Gewässern solche mit langen Stauräumen, langen Restwasserstrecken (> 1 km) und bei Kraftwerksketten.
- Speicherkraftwerke (Tages-, Wochen-, und Jahresspeichern) mit grossen direkten oder indirekten Einzugsgebieten.
- Ökosysteme unterhalb des Kraftwerkes, wo eine ökologische Verarmung aufgrund von fehlendem Geschiebe auftreten könnte (z.B. Auenwälder). Es ist zu beachten, dass bei grösseren Gewässern oft weitere Interessenten für eine Geschiebehaushaltsstudie zu finden sind und somit die Kosten nicht alleine durch die Kraftwerksbetreiber getragen werden müssen.

#### **Wie oft muss eine Geschiebehaushaltsstudie wiederholt werden?**

Eine Geschiebehaushaltsstudie ist so lange gültig bis sich die hydrologischen und morphologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet sich nicht wesentlich ändern. In kleineren Einzugsgebieten kann dies nach einem starken Hochwasser unter Umständen der Fall sein. Die Wirkung der Geschiebemanagements sollte aber in jedem Fall nach 5-10 Jahren überprüft werden.

## **Grundregeln beim Einsatz von Rechen- und Simulationsmodellen**

Die heutigen leistungsstarken Computer erlauben den Einsatz von Simulations- und Rechenmodellen um Szenarien durchzuspielen oder um die Aussagen zeitlich und räumlich schärfer aufzulösen. Die Zahl der verfügbaren Grundwasser-, Abfluss-, Geschiebetransport- und Habitatsmodelle ist so gross, dass ein/eine Fachauditor/Fachauditorin sie nicht alle überschauen kann. Damit er/sie sich nicht stundenlang in Modellbeschreibungen verlieren oder einfach einer „Wundertüte“ glauben muss, sind einige Grundregeln zu beachten:

- Neben der Bezeichnung des Modelles sollte spezifisch angegeben werden, um welche Art Modell es sich handelt (empirisches Modell aus Korrelations-, Regressionsanalysen, rein physikalisches Modell, 2-, 3-dimensionales Modell mit finiten Elementen usw.). Weiter, ob stationäre (steady-state) oder instationäre Bedingungen simuliert werden. Solche Angaben erleichtern das grundsätzliche Verständnis und eine Einschätzung der Ergebnisse enorm.
- Auflisten, welches die Input-Variablen (Daten-Input) sind, wie diese erhoben oder woher sie bezogen wurden, sowie die Output-Grössen.
- Transparenz schaffen bezüglich der Validierung des Modelles auf das konkret zu modellierende System (Vergleich der beobachteten mit den modellierten Aussagen, Fehlergrenzen, etc.).

## **Notwendigkeit von Erfolgskontrollen und Monitoringprogrammen**

Massnahmen, die im Rahmen der Erstzertifizierung, einer Rezertifizierung oder eines Ökofondsprojektes auferlegt bzw. beschlossen wurden, müssen einer Erfolgskontrolle unterzogen werden. Dazu kann eine einmalige Erhebung oder ein zeitlich begrenztes Monitoringprogramm (bis der Erfolg sich eingestellt hat) genügen.

## **Biologische Untersuchungen**

Die Charakterisierung der vorhandenen Lebensgemeinschaften (Fische, Wasserwirbellose, pflanzlicher Bewuchs) ist grundsätzlich Bestandteil jeder Zertifizierung (Erstzertifizierung und Rezertifizierung). Die biologischen Untersuchungen sollen oberhalb und unterhalb der Wasserfassung und der Wasserrückgabe erfolgen (im Einflussbereich des Kraftwerks), falls nötig auch an weiteren Stellen. Bei einer Rezertifizierung sind die Untersuchungen sinnvollerweise dort durchzuführen, wo bereits bei der Erstzertifizierung Aufnahmen erfolgten, sofern diese auch sinnvoll platziert worden sind. Es können bis höchstens 5 Jahre alte Daten berücksichtigt werden. Die Untersuchungen müssen nicht selbst durchgeführt werden, die Charakterisierung darf sich auch auf Erhebungen/Daten von Dritten (z.B. Kantonen) abstützen. Ausnahmen, d.h. ein Verzicht auf solche Untersuchungen, erfordern eine Begründung. Die Untersuchungen dürfen nicht durch den Ökofonds finanziert werden.

### Zu untersuchende Lebensgemeinschaften und Standorte

Das Minimalset der zu untersuchenden Lebensgemeinschaften umfasst Fische (falls Fischgewässer), Wasserwirbellose und pflanzlicher Bewuchs. Weitere können bei Bedarf dazu kommen.

Die Untersuchungen sollten je nach Kraftwerkstyp an folgenden Standorten durchgeführt werden:

- Bei Kraftwerken mit Restwasser-Strecke: an einem unbeeinflussten Referenzstandort (oberhalb der Wasserfassung oder unterhalb der Wasserrückgabe) und an mindestens einem Standort in der Restwasser-Strecke (Anzahl Standorte je nach Länge und Struktur der Restwasserstrecke)
- Bei Kraftwerken ohne Restwasser-Strecke: oberhalb und unterhalb des Kraftwerks
- Bei Kraftwerken, welche Schwall-Sunk verursachen, ist zudem auch die Schwall-Sunk-Strecke - vorzugsweise an mehreren Stellen - zu untersuchen

Die genauen Standorte sind durch eine gewässerökologisch versierte Fachperson festzulegen. Bei Rezertifizierungen ist es sinnvoll, die gleichen Stellen zu beurteilen wie bei der Erstzertifizierung.

Die Untersuchungen von Lebensgemeinschaften unterliegen zeitlichen Einschränkungen; es empfiehlt sich daher eine frühzeitige Planung im Hinblick auf die termingerechte Rezertifizierung. Die Resultate der Untersuchungen sind im Managementkonzept aufzuführen und zu interpretieren.

## Spezifisch zu beachtende Fälle

In folgenden Fällen ist ein spezielles Augenmerk auf die biologischen Untersuchungen zu richten:

- Bauliche und betriebliche Änderungen am Kraftwerk, deren Auswirkungen bezüglich der Einhaltung der Grundanforderungen und auf die Qualitätserhaltung realisierter Ökofondsprojekte zeitlich und räumlich nicht klar absehbar sind. Beispielsweise nach kraftwerksbedingten Eingriffen wie Spülungen, Veränderung der Restwassermenge, Veränderung des Schwall-Sunk Regimes sowie Änderungen im Betriebsregime und unbeabsichtigten Störungen; ferner bei Einflüssen Dritter wie wasserbauliche Eingriffe, Revitalisierungen und Veränderung der Siedlungsentwässerung, die allenfalls für die Erfüllung der Grundanforderungen Anpassungen beim Kraftwerksbetrieb bedingen.
- Änderungen an den generellen Rahmenbedingungen im Gewässersystem (z.B. nach extremen Hochwassern, Veränderung des Geschiebehaushalts, generellen Änderungen im übrigen Stoffhaushalt, der physikalischen Bedingungen, der Hydrologie, der Biodiversität usw.), die kontinuierliche Anpassungen am Managementkonzept erforderlich machen.

## **2.2 Allgemeine Systemüberprüfung**

Grundsätzlich ist zu dokumentieren, dass im Einflussbereich eines Kraftwerks bei Hochwasser ein regelmässiger Geschiebetransport stattfindet und der Geschiebe-Input in den Systemperimeter über eine zeitnahe Periode (1-2 Jahre) dem Geschiebe-Output entspricht. Nicht immer deckt sich der Einflussbereich mit der Konzessionsstrecke. Auswirkungen über die Konzessionsstrecke hinaus haben Kraftwerke, bei denen dem Stauraum durch Dritte kommerziell Kies entnommen wird oder Kraftwerke mit grossen Speichervolumina, in denen das Geschiebe über lange Zeiträume zurückgehalten wird. In solchen Fällen kann das entstandene Geschiebedefizit weit über die Konzessionsstrecke hinaus bestehen.

### **Grunddaten**

Eine erste Beurteilung, ob eine durch das Kraftwerk verursachte Geschiebeproblematik besteht, lässt sich durch folgende hydraulischen und morphologischen Indikatoren vornehmen.

### **Abflussdauerkurven, Hochwasserstatistik**

Abflussdauerkurven des natürlichen und vom Kraftwerk beeinflussten (Restwasserstrecke, Schwall-/Sunkstrecke) Abflusses. Aus der Hochwasserstatistik entnommene oder berechnete nicht jährlich wiederkehrende Hochwasserabflüsse (HQ2, HQ10, HQ50, HQ100).

### **Längsprofil der Sohlenlage**

Längsprofil der Gewässersohle im Einflussbereich der Kraftwerksanlage. Dabei sollten die Abschnitte mit wesentlichen Gefälleänderungen unterschieden werden. Falls vorhanden, sind die Zeitreihen des Sohlenprofils zu dokumentieren.

### **Korngrössen**

Korngrössenverteilungen (erhoben aus Linienproben) des Sohlenmaterials aus dem Oberlauf, der Konzessionsstrecke und dem Unterlauf. Bei längeren Konzessionsstrecken sind diese an mehreren Streckenabschnitten zu erheben.

### **Kolmation**

Der Kolmationsgrad der Gewässersohle an repräsentativen Punkten des Systemperimeters. Mindestens vom Oberlauf, Stauraum, Restwasser (falls zutreffend) Unterwasser.

### **Gerinnemorphologie**

Typische Querprofile der einzelnen Streckenanschnitte (siehe Gefälle), Makrorauhigkeit, Verzweigungen, Bewuchsanteil im Gerinne, Anteil der bankbildenden Fläche. Sofern digitale Terrainmodelle des Gerinnes vorhanden sind, kann auf diese zurückgegriffen werden. Die Ökomorphologie nach MSK Stufe F ist streng genommen nur bei der Klasse „natürlich“ (0-1 Punkte) hinreichend aussagekräftig.

### **Technische Funktionsweise einer Stauanlage**

Bei vorhandenen Stauanlagen ist deren Funktionsweise bezüglich dem Geschiebetransport zu beschreiben.

### **Fotografische Dokumentation**

Im hinsichtlich des Geschiebetransportes abgegrenzten Einflussbereich des Kraftwerks ist das Gewässerbett repräsentativ durch Orthofotos (grosse Gewässer) und/oder fotografisch im Feld zu dokumentieren.

In der Regel ist ein grosser Teil dieser Informationen bereits vorhanden, so dass lediglich die Korngrößenverteilung, der Kolmationsgrad und eine fotografische Dokumentation aktualisiert werden muss. In vielen Fällen kann auch auf die Informationen der strategischen Planung des Geschiebehaushaltes durch die Kantone zurückgegriffen werden.

### **Dritteinflüsse, Vergleich mit Referenzstrecke und Referenzszenarium**

Kraftwerksfremde Eingriffe (kommerzielle Kiesausbeutung, Geschiebesammler, Kiesentnahmen für Hochwasserschutz, Gewässerverbauungen), welche die Grundanforderungen des Geschiebemanagements innerhalb des Systemperimeters einschränken, sind auszuweisen.

Der Geschiebehaushalt ist oft weit oberhalb des Systemperimeters eines Kraftwerks stark beeinträchtigt und sanierungsbedürftig. Die den Geschiebehaushalt betreffenden Sanierungsmassnahmen müssen bis spätestens 2030 ergriffen werden. Bis die Sanierungsziele dann erreicht sind, können noch weitere Jahre bis Jahrzehnte verstreichen.

Massgebend für eine Zertifizierung sind deshalb sowohl der Status quo im Oberlauf (Referenzstrecke) vor dem Systemperimeter des Kraftwerks als auch ein Referenzszenarium für diesen Abschnitt, bei dem die Sanierungsziele bezüglich Geschiebehaushalt erreicht sind. Der Betreiber muss daher nachweisen, dass a) seine Anlage den bei der Zertifizierung bestehenden Geschiebeanfall und b) die nach Erreichen der Geschiebesanierungsziele im Oberlauf anfallende Geschiebefracht zeitnah durchtransportieren kann.

## 2.3 Prüfkriterien für Grundanforderungen

### G1 Geschiebetrieb bei Hochwasserereignissen

#### Laufkraftwerke, Speicherkraftwerke

Der Abfluss in geschiebeführenden Gewässern soll unterhalb von Fassungen und Speichern gewährleistet sein, dass bei regelmässig wiederkehrenden Hochwasserereignissen Geschiebetrieb und Gerinneverlagerungen (Bankbildung, Ufererosion) stattfinden (vgl. A4). Sofern das Geschiebe durch die Speicher transportiert werden kann, gilt diese Anforderung auch für Speicherkraftwerke. Im Einzelfall muss gewährleistet sein, dass diese Anforderung nicht im Widerspruch zum Hochwasser-schutz steht (vgl. Anhang A2: Leitbild zum zeitgemässen Hochwasserschutz).

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Reduktion der jährlichen Geschiebefracht bezogen auf die Geschiebefracht im naturnahen Zustand [2, S. 48]:	a)	Klassen 1,2
Geschiebebilanz im Systemabschnitt (Input-Output) und nach Erreichen festgelegter Auflandungsziele:	b)	ausgeglichen
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F, Merkmale: Böschungsfuss, Sohle [2],[6]:	c)	Klasse 1*
Kolmation, MSK Äusserer Aspekt [7]:	d)	Klasse 1*
Ufererosion, Bankbildung, Umlagerungen in der Sohle:		dokumentiert

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Geschiebe im Systemperimeter. Wenn das Referenzszenarium (Zielzustand) oberhalb des Systemperimeters noch nicht erreicht ist, darf der aktuelle Zustand im Systemperimeter nicht schlechter als oberhalb sein.

- a) Dies gilt für Gewässer unterhalb Speicherkraftwerken, bei denen das Geschiebe nicht durch den Speicherraum transportiert werden kann.
- b) Gilt für alle andern Kraftwerke, Auflandungsziele können in Gewässerabschnitten mit früher erfolgter Sohlenerosion und generellen Geschiebedefiziten festgelegt werden.
- c) Bezieht sich auf den Verbaungsgrad des Böschungsfusses (Ufererosion) und der Sohle (Sohldynamik).
- d) Ausgenommen sind natürliche Kolmationsprozesse (z.B. Versinterungen, Gewässer mit natürlich erhöhtem Schwebstoffgehalt)

### G2 Vermeidung der Sohlenerosion durch ausreichende Geschiebezufuhr

#### Speicher- und Laufkraftwerke

Die Geschiebezufuhr ins Unterwasser von Speichern, Fassungen und Stauanlagen soll inkl. der Zufuhr aus Seitengewässern so bemessen sein, dass es zu keiner Sohlenerosion kommt, durch die Überflutungsflächen trockengelegt oder Seitengewässer vom Hauptgewässer abgetrennt werden. Dort wo es der Hochwasserschutz nicht verbietet, soll natürliche Seitenerosion zugelassen werden.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Geschiebezufuhr aus Ufererosion und Seitengewässer bezogen auf die Zufuhr im natürlichen Zustand [2, S. 48] mindestens:		Klassen 1,2*
Langfristige Sohlenlage (dokumentiert durch Zeitreihen, modellierte Szenarien), ausgenommen bei festgelegten Auflandungszielen zur Wiederherstellung der Überflutung und der Sohlenanbindung an Seitengewässer:		stabil/steigend
Naturnaher Geschiebetrieb fotografisch (bei kurzen Systemabschnitten und kleinen Anlagen):		dokumentiert

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Geschiebe im Systemperimeter. Wenn das Referenzszenarium (Zielzustand) oberhalb des Systemperimeters noch nicht erreicht ist, darf der aktuelle Zustand im Systemperimeter nicht schlechter als oberhalb sein.

### G3 Feststoffhaushalt bei Laufkraftwerken

#### Laufkraftwerke

Der Feststoffhaushalt soll in den Restwasserstrecken (bei Ausleitungskraftwerken), bzw. im Unterwasser (bei Flusskraftwerken) nach Quantität und Qualität die Entwicklung einer gewässertypischen Morphologie gewährleisten. Der Geschiebetrieb durch den Stauraum soll gewährleistet sein. Das heisst bei Stauräumen soll nach einer anfänglichen Verlandungsphase (welche bei kleinen Stauräumen 1-2 Jahre, bei grossen bis zu 10 Jahre andauern kann) ein zeitnaher Geschiebetransport sichergestellt sein. Unter zeitnahe Geschiebetransport versteht man eine über 1-2 Jahre ausgeglichene Geschiebebilanz.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Geschiebebilanz durch Stauraum (Input-Output):		ausgeglichen
Langfristige Sohlenlage in Restwasserstrecke (dokumentiert durch Zeitreihen, modellierte Szenarien) und bei festgelegten Auflandungszielen zur Wiederherstellung der Überflutung und der Sohlenanbindung an Seitengewässer:		stabil/steigend*
Korngrößenverteilungen (dokumentiert anhand von Linienproben) in Referenzstrecke, Restwasserstrecke, Unterwasser vergleichbar.		kein signifikanter Unterschied
Kolmation, MSK Äusserer Aspekt [7]:	a)	Klasse 1*
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F, Merkmale: Böschungsfuss, Sohle [2],[6]:		Klasse 1
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F [8]	b)	≤ Klasse 2*
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]	b)	≤ Klasse 2*

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Geschiebe im Systemperimeter. Wenn das Referenzszenarium (Zielzustand) oberhalb des Systemperimeters noch nicht erreicht ist, darf der aktuelle Zustand im Systemperimeter nicht schlechter als oberhalb sein.

- a) Ausgenommen sind natürliche Kolmationsprozesse (z.B. Versinterungen, Gewässer mit natürlich erhöhtem Schwebstoffgehalt).
- b) Dies sind indirekte Indikatoren für die Quantität und Qualität einer gewässertypischen Morphologie, sofern die Wasserqualität der Anforderungen der GSchV entspricht.

### G4 Feststoffhaushalt in der Restwasserstrecke bei Speicherkraftwerken

#### Speicherkraftwerke

Der Feststoffhaushalt soll in der Restwasserstrecke die Entwicklung einer gewässertypischen Morphologie ermöglichen. Durch gezielte Seitenerosion oder durch Geschiebezufuhr aus den Seitengewässern soll ein mögliches Geschiebedefizit im Hauptgerinne kompensiert werden.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Geschiebezufuhr aus Stauraum, Ufererosion und Seitengewässer bezogen auf die Zufuhr im natürlichen Zustand [2 S. 48] mindestens: (ausreichend)		Klassen 1, 2
Langfristige Sohlenlage in Restwasserstrecke (dokumentiert durch Zeitreihen, modellierte Szenarien) unterhalb von Speicherkraftwerken, ausgenommen bei festgelegten Auflandungszielen zur Wiederherstellung der Überflutung und der Sohlenanbindung an Seitengewässer:		stabil, steigend
Korngrößenverteilungen (dokumentiert anhand von Linienproben) in Referenzstrecke und Restwasserstrecke vergleichbar.		kein signifikanter Unterschied
Kolmation, MSK Äusserer Aspekt [7]	a)	Klasse 1
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F, Merkmale: Böschungsfuss, Sohle [2],[6]:		≤ Klasse 1
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F [2],[6]		≤ Klasse 2
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F [8]	b)	≤ Klasse 2
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]	b)	≤ Klasse 2

- a) Ausgenommen sind natürliche Kolmationsprozesse (z.B. Versinterungen, Gewässer mit natürlich erhöhtem Schwebstoffgehalt).

- b) Dies sind indirekte Indikatoren für die Quantität und Qualität einer gewässertypischen Morphologie, sofern die Wasserqualität der Anforderungen der GSchV entspricht.

## G5 Natürliche Form von Mündungen von Seitengewässern

### Speicher- und Laufkraftwerke

Bei der Mündung von Seitengewässern soll sich eine naturnahe Mündungsform ausbilden können.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Sohlenanschluss (Sohlenniveau, Interstitialraum) der Seitengewässer ans Hauptgewässer:	a)	dokumentiert
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F im Mündungsbereich [2],[6]		≤ Klasse 2
Anforderungen an freien Fischaufstieg und -abstieg.	a)	erfüllt
Fotografische Dokumentation der Mündungsbereiche		vorhanden

- a) Ausgenommen davon sind natürliche Stufen durch Felsabstürze, Wasserfälle, temporäre, natürliche Geschiebeabbrüche (nach seltenen Hochwasserereignissen).

## G6 Gefälle im Unterwasser für den Geschiebetransport

### Laufkraftwerke

Das Gefälle im Unterwasser soll ausreichen, um Geschiebetransport zu gewährleisten. Ausbaggerungen im Unterwasser sollen nur erlaubt sein, wenn es ein umweltverträglicher Hochwasserschutz erfordert. Dazu sollen die Richtlinien zum Hochwasserschutz des Bundesamtes für Wasser und Geologie umgesetzt werden. Entsprechend dieser Richtlinien soll der Hochwasserschutz präventiv angegangen werden und der Schutz von Menschen und erheblichen Nutzwerten mit minimalen Eingriffen in die Fließgewässer erfolgen. (Wortlaut vgl. Anhang, Teil V).

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Längsprofil der Sohlenlage des Unterwassers:		dokumentiert
Langfristige Sohlenlage im Unterwasser (dokumentiert durch Zeitreihen, modellierte Szenarien), ausgenommen bei festgelegten Auflandungszielen zur Wiederherstellung der Überflutung und der Sohlenanbindung an Seitengewässer:		stabil, steigend
Geschiebebilanz durch Unterwasser (Input-Output).		ausgeglichen

- a) Dies würde den präventiven Hochwasserschutz raumplanerisch stärken, indem der dauernde Aufenthalt von Menschen und erhebliche Nutzwerte innerhalb von Gefahrenzonen verhindert würden.

## G7 Ausbildung gewässertypischer Habitate

### Speicher- und Laufkraftwerke

Das Geschiebemanagement soll gewährleisten, dass sich gewässertypische Habitate ausbilden können.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Zwischen den Korngrößenverteilungen (dokumentiert durch Linienproben) im Referenzabschnitt und dem vom Kraftwerk beeinflussten Abschnitt besteht:		kein signifikanter Unterschied
Kolmation, MSK Äusserer Aspekt [7]:	a)	Klasse 1*
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F, Merkmale: Böschungsfuss, Sohle [2],[6]:		≤ Klasse 1
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F [2],[6]:		≤ Klasse 2*
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F [8]	b)	≤ Klasse 2*
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]	b)	≤ Klasse 2*
Habitatsvielfalt im beeinflussten Abschnitt verglichen mit Referenzabschnitt:	c)	gleich oder besser

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Geschiebe im Systemperimeter. Wenn das Referenzszenarium (Zielzustand) oberhalb des Systemperimeters noch nicht erreicht ist, darf der aktuelle Zustand im Systemperimeter nicht schlechter als oberhalb sein.

- Ausgenommen sind natürliche Kolmationsprozesse (z.B. Versinterungen, Gewässer mit natürlich erhöhtem Schwebstoffgehalt).
- Dies sind indirekte Indikatoren für die Quantität und Qualität einer gewässertypischen Morphologie, sofern die Wasserqualität der Anforderungen der GSchV entspricht.
- Die Habitatsvielfalt kann durch Feldmethoden (z.B. Habitatskartierung, pflanzensoziologische Kartierungen, Biotoptypenkarten nach Delarze und Gonseth) oder auch anhand von Habitatsmodellierungen (Modelle müssen fallweise verifiziert sein) dokumentiert werden. Die hier erwähnten Methoden eignen sich insbesondere auch für die Erfassung der Habitate im Ökoton Wasser-Land.

### Schädigung der Artenzusammensetzung

*Bei Spülungen und Entnahmen oder Zugaben von Geschiebe soll keine dauerhafte qualitative und quantitative Schädigung der Fisch- und Benthosfauna erfolgen.*

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F [8]:		≤ Klasse 2*
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]:		≤ Klasse 2*
Brütlingdichte der Hauptfischarten bei Emergenz [5]:		≤ Klasse 2*
Populationen von Arten der Roten Listen (IUCN Klassierung)	a)	stabil
Spülreglement, Umlagerungsreglement		vorhanden
Spülvorgänge bei Hochwasser $\geq Q_2$		dokumentiert
Schwebstoffkonzentration bei Spülung ( $< 250 \mu\text{m}$ )	d)	T/C-Beziehung letale Effekte
Sauerstoffsättigung während Spülvorgang		$\geq 80\%$
Temperaturänderung während Spülvorgang:	c)	$\leq 2.5^\circ\text{C/h}$
Einhaltung aller Anforderungen an die Wasserqualität nach GSchV Anhang 2 im Verlauf des Spül-, Umlagerungsvorgangs:	b)	geprüft

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Geschiebe im Systemperimeter. Wenn das Referenzszenarium (Zielzustand) oberhalb des Systemperimeters noch nicht erreicht ist, darf der aktuelle Zustand im Systemperimeter nicht schlechter als oberhalb sein.

- Dies ist nur bei Kraftwerken mit grossen Stauräumen und/oder kontaminiertem Sediment zu prüfen.
- Dabei geht es um Arten der Roten Listen, die im Systemperimeter des Kraftwerks bereits dokumentiert sind (kantonale Stellen, CSCF, Infflora, Biodiversitätsmonitoring). Ein flächendeckendes Screening nach Arten der Roten Listen wird nicht erwartet.
- Sofern die Temperaturamplitude Schwall/Sunk (TASchwall/Sunk)  $\neq$  der Gewässertyp spezifischen Referenz-Temperaturamplitude ist (TARef) und die mittlere Anzahl Temperaturpeaks pro Tag (PM)  $\neq$  3 sowie das 95-Perzentil der Anzahl Temperaturpeaks pro Tag.
- keine Spülung während Laich- und Brutzeit. Übrige Zeit [8]:
  - <15 g/l während 1 Stunde
  - < 5 g/l während 3 Stunden
  - < 2 g/l während 24 Stunden
  - < 1 g/l während 48 Stunden

### 3 Hilfstabelle Prüfkriterien

#### Einzuhaltende Kriterien bezüglich Geschiebemanagement

Prüfkriterium	erfüllt wenn	GA
Dauerabflusskurve, Hochwasser (natürlich, beeinflusst)	ermittelt	
Längsprofil der Sohlenlage	ermittelt	
Korngrößenverteilungen (relevante Abschnitte)	ermittelt	
Kolmationsgrad der Gewässersohle	ermittelt	
Gerinnemorphologie (Querprofile, Terrainmodell, usw.)	dokumentiert	
Gewässerbett im relevanten Abschnitt fotografisch	dokumentiert	
Geschiebefracht des natürlichen Zustandes	Klassen 1, 2	G1
Geschiebebilanz im relevanten Abschnitt	ausgeglichen	G1
MSK, Modul Ökomorphologie, Böschungsfuss, Sohle [2],[6]	Klasse 1*	G1
Kolmation MSK, Äusserer Aspekt	Klasse 1*	G1
Sohldynamik	dokumentiert	G1
Geschiebezufuhr (Seitengewässer, Ufererosion)	Klassen 1, 2*	G2
Langfristige Entwicklung der Sohlenlage (Zeitreihen, Modelle)	stabil/steigend	G2
Sohldynamik	dokumentiert	G2
Kolmation MSK, Äusserer Aspekt	Klasse 1*	G3
Langfristige Entwicklung der Sohlenlage (Zeitreihen, Modelle)	zielkonform	G3
Korngrößenverteilungen (RefS, RWS, UW)	kein signifikanter Unterschied	G3
Geschiebebilanz durch Stauraum (Input-Output)	ausgeglichen	G3
MSK, Modul Ökomorphologie, Böschungsfuss, Sohle [2],[6]	Klasse 1*	G3
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F [8]	≤ Klasse 2*	G3
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]	≤ Klasse 2*	G3
Geschiebezufuhr (Seitengewässer, Ufererosion)	Klassen 1, 2	G4
Langfristige Entwicklung der Sohlenlage (Zeitreihen, Modelle)	zielkonform	G4
Korngrößenverteilungen (RefS, RWS, SR, UW)	kein signifikanter Unterschied	G4
Kolmation MSK, Äusserer Aspekt	Klasse 1	G4
MSK, Modul Ökomorphologie, Böschungsfuss, Sohle [2],[6]	Klasse 1*	G1
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F [8]	≤ Klasse 2	G4
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]	≤ Klasse 2	G4
Sohlenanschluss der Seitengewässer	dokumentiert	G5
MSK, Modul Ökomorphologie, Böschungsfuss, Sohle [2],[6]	Klasse 1*	G1
Anforderungen an freien Fischaufstieg und Abstieg	erfüllt	G5
Fotografische Dokumentation der Mündungsbereiche	vorhanden	G5
Längsprofil der Sohlenlage des Unterwassers	dokumentiert	G6
Langfristige Entwicklung der Sohlenlage (Zeitreihen, Modelle)	stabil/steigend	G6
Geschiebebilanz im Unterwasser	ausgeglichen	G6
Zonenplanung: Gefahrenbereiche ausserhalb Bauzonen	dokumentiert	G6
Korngrößenverteilungen (RefS, RWS, SR, UW)	kein signifikanter Unterschied	G7
Kolmation, MSK Äusserer Aspekt	Klasse 1*	G7
Habitatsvielfalt im Vergleich zum Referenzabschnitt	gleich/besser	G7
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F	≤ Klasse 2*	G7
Fischfauna nach MSK, Modul Fische, Stufe F	≤ Klasse 2*	G7
Brütlingsdichte der Hauptfischarten bei Emergenz [5]	≤ Klasse 2*	G7
Populationen von Arten der Roten Listen (IUCN Klassierung)	stabil	G7
Spülreglement, Umlagerungsreglement	vorhanden	G7
Spülvorgang bei Hochwasser $\geq Q_2$	dokumentiert	G7

Schwebstoffkonzentration bei Spülung, Umlagerung	T/C-Beziehung letale Effekte	G7
Sauerstoffsättigung während Spülvorgang	≥ 80%	G7
Temperaturänderung während Spülvorgang	≤ 2.5°C/h	G7
Anforderungen an die Wasserqualität GSchV Anhang 2	geprüft	G7

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Geschiebe im Systemperimeter. Wenn das Referenzszenarium (Zielzustand) oberhalb des Systemperimeters noch nicht erreicht ist, darf der aktuelle Zustand im Systemperimeter nicht schlechter als oberhalb