

## Hilfsmittel Managementbereich Stauraum

### Zweck des Dokuments

Das Dokument dient den Fachauditoren des Bereichs Wasserkraft als Checkliste und Interpretationshilfe für die Beurteilung, ob die Grundanforderungen für den Managementbereich Stauraum 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	04.04.15	Ambio MH	Erstellung
2.0	12.06.15	Ambio, MH	Überarbeitung
3.0	02.07.15	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
1.0	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 Fachauditorenworkshop
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. 40; Art. 43a;

GSchV Art. 42; 42a; 43; Anhang 1, Ziffer 1, Absatz 2

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. 1d; Art. 18, Absatz 1, 1ter; Art 18a, Absatz 1; Art. 21; Art. 23a; 23b; 23c; 23d; Art. 23f, Absatz 3a und b, Art. 23g, Absatz 2a; Art. 23h, Absatz 3

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

FMV Art. 1; Art. 4; Art. 5g; Anhang 1

HMV Art. 1; Art. 4, Art. 5e, Anhang 1

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

ALgV Art. 1; Art. 2; Art. 3; Art. 6; Anhang 1; Anhang 4

## 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)
- Kommunale Naturschutzobjekte
- Datenbank Infoflora (Pflanzen)

## 1.3 Literatur

- [1] Gerster, S.; Rey, P. (1994), Ökologische Folgen von Stauraumspülungen. BUWAL Bern, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 219, 49 S.
- [2] Vischer; D. (1981), Verlandung von Stauhaltungen und Speicherseen im Alpenraum. Internationale Fachtagung über Verlandung von Stauhaltungen und Speicherseen im Alpenraum, 22. und 23. Oktober 1981 in Zürich. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie Nr. 53, 298 S.
- [3] Binderheim E., Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.
- [4] Pfaundler M. et al. (2011): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Hydrologie - Abflussregime Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1107, 113 S.

- [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] Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- [7] Hütte M., Niederhauser P. (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Ökomorphologie, Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27, 49 S.
- [8] Schmutz S. 2003: Einfluss erhöhter Schwebstoffkonzentration und Trübe auf Fische, Literaturstudie; Auftraggeber Niederösterreichischer Landesfischerverband. 80 S.

## **2 Grundanforderungen an das Stauraummanagement**

### **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.

#### **Notwendigkeit von Spülungen**

Spülungen werden grundsätzlich notwendig, wenn das Nutzvolumen einer Stauhaltung durch Ablagerungen eingeschränkt wird und ein anderes Entnahmeverfahren (Ausbaggern, Absaugen) technisch nicht möglich oder nur mit enormen Kosten verbunden ist. Zu beachten ist, dass der oft verwertbare Geschiebeanteil solcher Sedimente lediglich 10-15% [2] der Gesamtablagerungen ausmacht. Speicherseen wurden oft so konzipiert, dass zum Nutzvolumen ein Totvolumen zugeschlagen wurde um Ablagerungen ohne Einschränkung der Nutzungskapazität mindestens über die Zeit der Konzessionsdauer zu ermöglichen. Spülungen sind zudem bei Entsanderbauwerken von Wasserfassungen im indirekten Einzugsgebiet von Speicherseen notwendig

#### **Notwendigkeit von Sedimentanalysen bei Spülvorhaben**

Eine Analyse der Sedimente ist dann angezeigt, wenn ein zeitnaher Durchtransport (1-2) Jahre der Feststoffe durch den Stauraum nicht möglich oder nicht erfolgt ist und folglich über längere Zeiträume die Feststoffbilanz (Input-Output) positiv blieb. Neben der Korngrößenverteilung, die für die Planung und den Erfolg des Spülverfahrens unerlässlich ist, sind die Sedimente, insbesondere Feinsedimente, bei begründetem Verdacht (wird in der Regel von den Behörden angeordnet) auch auf persistente Schadstoffe zu untersuchen. Dabei kann die Menge und Art der Abwasserbelastung im Einzugsgebiet (ARA-Daten) des Stauraums einen Hinweis auf die Art der Schadstoffe geben.

#### **Überprüfung des Spülkonzeptes und Spülreglements**

Beim Spülkonzept und Spülreglement ist vom Fachauditor zu überprüfen, ob es im Einklang mit den Grundanforderungen und dem Stand der Technik steht. Eine behördliche Bewilligung des Spülkonzeptes/Spülreglementes ist keine Garantie für die Einhaltung der Grundanforderungen.

#### **Begleitmonitoring bei Spülungen**

Bei Erstspülungen und Testspülungen von Jahresspeichern und grossen Stauräumen mit neuen Spülverfahren ist ein Begleitmonitoring unerlässlich. Überwacht werden müssen die Schwebstoffkonzentration und der Sauerstoffgehalt im Vorfluter. Beide Parameter lassen sich mit geringem Aufwand kontinuierlich erfassen. Eine vorausgehende Prüfung anaerober Verhältnisse im Tiefenwasser wird empfohlen. Vor und nach der Spülung sollte auch eine Kontrolle des Gewässers (Kolmationsgrad, Makrozoobenthos, Fische) im Restwasser-/Unterwasserabschnitt erfolgen.

#### **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 Modells 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**

### **Grunddaten**

#### **Stauraumvolumen**

Die erforderlichen Informationen umfassen das theoretische Nutzvolumen und das theoretische Totvolumen (sofern vorhanden) des Stauraums sowie die aktuelle Verminderung des Stauraumvolumens durch Sedimentablagerungen.

#### **MQ, Abflussdauerkurven**

Der mittlere jährliche Durchfluss durch den Stauraum und die Abflussdauerkurven der Zuflüsse und des Abflusses (können bei grossen Speichern unterschiedlich ausfallen).

#### **Pegelkoten**

Maximale und minimale Pegelkoten bei Ausschöpfung des Nutzvolumens. In der Regel sind Kotentabellen (Pegel-Volumen-Beziehungen) vorhanden. Flusskraftwerke, insbesondere solche an Seeausflüssen, haben oft in der Konzession festgeschriebene Pegelkoten.

#### **Terrainmodell des Stauraums, Längsprofil des Stauraums**

Abflusskapazität  $Q$  des Grundablasses und der Nutzwasserefassung. Daraus kann die Verdünnungskapazität bei Spülvorgängen abgeschätzt werden. Konstruktive Darstellung und Funktionsweise der Wehre und Auslässe.

#### **Informationen zum Staubauwerk**

Abflusskapazität  $Q$  des Grundablasses und der Nutzwasserefassung. Daraus kann die Verdünnungskapazität bei Spülvorgängen abgeschätzt werden. Konstruktive Darstellung und Funktionsweise der Wehre und Auslässe.

#### **Sedimentdaten**

Korngrössenverteilungen der Feinsedimente und des Geschiebes. Bei langjährigen Sedimentanlagerungen Daten von Schadstoffanalysen.

#### **Entsandertyp, Vorfluter**

Wesentlich ist die Angabe, ob die Entsander kontinuierlich (z.B. System HSR) oder intermittierend (z.B. Systeme Büchi, 4S, HSR) entleeren und wie die Abflussverhältnisse im Vorfluter (Verdünnungsfaktor) sind.

#### **Fischgewässer**

Zu klären ist, ob der Oberlauf oder die Seitengewässer des Stauraums natürlicherweise Fischgewässer sind.

#### **Wann ist der Bereich Stauraummanagement relevant**

Der Managementbereich Stauraum ist bei allen Speicherkraftwerken, Fassungen mit Entsanderanlagen und bei Flusstauhaltungen mit Sohlschubspannungen, die über die meiste Zeit des Jahres wesentliche Feststoffdepositionen (Geschiebe, Sand, Schluff) zulassen, zu behandeln. Weiter bei Stauräumen deren Ufer- und Mündungsbereiche ein Potenzial für ökologische Aufwertungen oder bereits geschützte oder wertvolle Biotoptypen aufweisen.

#### **Vergleich mit Referenzabschnitt oder Referenzszenarium**

Durch kraftwerksfremde Nutzungen (Siedlung, Verkehr, öffentliche Infrastrukturen etc.) oder den Hochwasserschutz verursachte Einschränkungen bei den Grundanforderungen des Stauraummanagements

sind auszuweisen. Im Prinzip ist aufzuzeigen, dass die Grundanforderungen ohne diese äusseren Einschränkungen durch die Wasserkraftnutzung eingehalten werden können. Prüfkriterien für Grundanforderungen

## 2.3 Prüfkriterien für Grundanforderungen

### S1 Spülung des Stauraums

#### Saison- oder Jahresspeicher und Flusstauhaltungen

*Im Rahmen eines Spülkonzeptes soll zunächst geprüft werden, ob eine geplante Entleerung des Speichers tatsächlich notwendig ist oder ob es keine ökologisch sinnvollere, technische Alternative gäbe. Falls das Spülen des Stauraumes nicht vermeidbar ist, soll dies, während einem natürlichen Hochwasserereignis stattfinden, welches im betroffenen Vorfluter bereits angelaufen ist. Die Spülung ist so durchzuführen, dass es zu keiner dauerhaften Schädigung der Flora und Fauna kommt. Dies soll u.a. durch ein langsames An- und Abklingen der Spülwelle ermöglicht werden.*

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Machbarkeit von Alternativen zur Spülung: Ausbaggerung, Absaugen, Sediment belassen:		abgeklärt
Kosten möglicher Alternativen:		dokumentiert
Maximaler Schwebstoffgehalt (<250 µm) während Spülung:	d) e)	T/C-Beziehung höchstens subletale Effekt
Minimale Sauerstoffsättigung während Spülung:	d)	≥ 80%
Spülung bei Hochwasserabfluss im Unterwasser:	a)	0.6* MHQ
oder:	a)	$\frac{1}{n} \cdot \Sigma$ (Anzahl unabhängige Q>Q*):
Vor/nach Spülung: Kolmation MSK, Äusserer Aspekt [3]:	b), d)	Klasse 1
oder bei Kolmation von Oberlauf/Referenzabschnitt:	b), d)	gleiche Klasse
Spülkonzept und Spülreglement:		dokumentiert
Schadstoffgehalte im Feinsediment	c)	nicht toxisch

- a) MHQ entspricht dem maximalen, mittleren jährlichen Tagesabfluss. Q\* ist eine Richtgrösse bei der noch Geschiebetrieb stattfindet (siehe MSK, Modul Hydrologie, Stufe F). Die Spülung bei Geschiebetrieb vermindert die Verfüllung der Interstitialräume der Gewässersohle.
- b) Ausgenommen sind Flie遝sstrecken, in denen natürliche Kolmationsprozesse durch Versinterung oder Verockerung der Gewässersohle stattfinden oder bei denen oder im Oberlauf (Referenzstrecke) bereits andere anthropogene Einflüsse zur Kolmation führen.
- c) Dies gilt bei der Spülung von angelagerten Sedimenten in schadstoffbelasteten Gewässern. Besteht ein Verdacht (z.B. aus Abwasserdaten im Einzugsgebiet, Verdachts-flächen-, Altlastenkataster), so sind die Sedimente vor der Spülung zu analysieren.
- d) Prüfkriterium für Erst- und Testspülungen und Spülungen grosser Stauräume und Jahresspeicher.
- e) 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

## S2 Unnatürliche Abflussschwankungen

### Flusstauhaltungen

Wenn es im Bereich von Flusstauhaltungen zu unnatürlichen und regelmässigen Abflussschwankungen kommt, so sollen diese so gestaltet sein, dass sie keine dauerhafte Schädigung der Uferstrukturen und Gewässerorganismen bewirken. Dies trifft insbesondere für Kraftwerke oder Kraftwerksketten zu, die im Schwallbetrieb arbeiten. Sie sollen vor allem den Anforderungen der ökologisch begründeten Schwall-/Sunk-Regelungen entsprechen.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
<i>Hydrologisch</i>		
Klassierung nach Modul Hydrologie, Stufe F [4]		Klassen 1, 2*
maximale Anstiegsrate Schwall		< 0.2 cm/min
maximale Rückgangsrate Sunk		< 0.5 cm/min
Schwebstoffkonzentration bei Schwall für noch tolerierbare innere Kolmation	d) b)	≤ 15 mg/l
Minimaler Abfluss bei Sunk		R1, R3-R11 erfüllt
Anteil der Laichflächen im Sunk [5]		Klassen 1, 2*
<i>Biologisch</i>		
Klassierung nach Modul MZB, Stufe F [5], [6]		Klassen 1, 2*
Brütlingdichte der Hauptfischarten bei Emergenz [5]		Klassen 1, 2*
Biomasse des Makrozoobenthos [5]		Klassen 1, 2*
Artenvielfalt/Diversität EPT [5]		Klassen 1, 2*
Ufervegetation (Pflanzengesellschaften) und Uferfauna (Arten)		Keine dauernde Schädigung

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Schwall-Sunk 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 bei natürlichen Schwebstoffkonzentrationen in der Referenzstrecke die kleiner 15 mg/l betragen. Bei höheren natürlichen Schwebstoffkonzentrationen sollte sie nicht weiter erhöht werden.

## S3 Entsanderspülungen

### Entsander

Entsanderspülungen sollen nach Möglichkeit kontinuierlich oder zu Zeiten durchgeführt werden, in denen ein natürlich erhöhter Abfluss vorhanden ist. Sie sollen zeitlich gedämpft eingeleitet und beendet werden (vgl. auch Feststoffhaushalt und Morphologie). Der Maximalabfluss, während einer Entsanderspülung und ausreichendes Nachspülen sollen grössere Sandablagerungen unterhalb der Entsanderkammer vermeiden.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Maximaler Schwebstoffgehalt (<250 →m) während Spülung:	d) f)	T/C-Beziehung subletale Effekte
Minimale Sauerstoffsättigung während Spülung:	e)	≤ 80%
Spülung bei Hochwasserabfluss im Unterwasser:	a)	0.6* MHQ
oder:	a)	1/n*Σ (Anzahl unabhängige Q>Q*):
Kontinuierliche Spülung		abflussproportional
Nach Spülung: Kolmation MSK, Äusserer Aspekt [3]:	b) e)	Klasse 1*
oder bei Kolmation von Oberlauf/Referenzabschnitt:	b)	gleiche Klasse
Spülkonzept und Spülreglement:	c)	dokumentiert
Schadstoffgehalte im Feinsediment:	d)	nicht toxisch

\* Gilt falls, kein kraftwerksfremder Einfluss für die Kolmation im Systemperimeter verantwortlich ist. Besteht ein kraftwerksfremder Einfluss aus dem Oberlauf, darf der Kolmationsgrad unterhalb des Entsanders nicht schlechter als oberhalb sein.

- a) MHQ entspricht dem maximalen, mittleren jährlichen Tagesabfluss.  $Q^*$  ist eine Richtgrösse bei der noch Geschiebetrieb stattfindet (siehe MSK, Modul Hydrologie, Stufe F)
- b) Dies gilt bei natürlichen Schwebstoffkonzentrationen in der Referenzstrecke die kleiner 15 mg/l sind. Bei höheren natürlichen Schwebstoffkonzentrationen sollte sie nicht weiter erhöht werden.
- c) Im Spülreglement sind Einschränkungen bezüglich der Reproduktionsökologie und der Abflussverhältnisse festzuhalten.
- d) Dies gilt bei der Spülung von Feinsedimenten mit Verdacht auf erhöhte Schadstoff-gehalte (z. B. geologisch bedingt).
- e) Prüfkriterium für Erst- und Testspülungen
- f) 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

## S4 Gestaltung der Mündungsbereiche grosser Jahresspeicher

### Saison- oder Jahresspeicher nur Fischgewässer

*Die Mündungsbereiche grosser Jahresspeicher sollen so gestaltet sein, dass sie auch bei unterschiedlichen Wasserständen des Speichers für Fische passierbar sind. Nach Möglichkeit sollte dies über eine naturnahe Gestaltung der Mündungsbereiche erfolgen. Diese Anforderung gilt nur, wenn es sich bei den Zuflüssen um ein Fischgewässer gemäss der Definition in Kap. 8 handelt.*

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Maximale- und minimale Staukoten:		dokumentiert
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F in der Wechselzone des einmündenden Gewässers [7]:		≤ Klasse 2
Längsprofil des Stauraums innerhalb der maximalen und minimalen Staukote im Mündungsbereich:		dokumentiert
Gestaltungsplan/fotografische Aufnahmen der Mündung		dokumentiert

## S5 Absenken und Anheben der Staukote

### Flusstauhaltungen

*Die Wasserspiegelschwankungen im Staubereich sollen ökologisch bedeutende Uferbereiche (insbesondere Flachwasserzonen) und deren Vernetzung nicht dauerhaft schädigen oder gefährden. Lässt sich eine Beeinträchtigung nicht vermeiden, so sollen die jeweiligen Verursacher durch besondere Massnahmen für eine Optimierung des ökologischen Potenzials der Uferbereiche sorgen.*

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Maximale- und minimale Staukoten:		dokumentiert
Längs-, Querprofile oder Terrainmodell des Stauraums innerhalb der maximalen und minimalen Staukote im Mündungsbereich:		dokumentiert
Lebensraumtypen nach NHV, Art. 14 und Anhang 1:		dokumentiert
Massnahmen zum Erhalt der Lebensraumtypen nach NHV, Art. 14 und Anhang 1		dokumentiert

## S6 Naturnahe Gestaltung des Stauraums und Vernetzung mit Seitengewässern

### Flussstauhaltungen und Saison- oder Jahres-speicher (ausgenommen alpine Jahresspeicher mit grossen Pegel-schwankungen)

Im Stauraum soll die naturnahe Vernetzung mit den Seitengewässern sichergestellt werden und eine möglichst naturnahe Böschung und Uferstruktur zur Verzahnung mit dem Umland gewährleistet sein. Besondere Beachtung sollen dabei die Flachwasserzonen erhalten. Sofern es der Hochwasserschutz erlaubt, sollen die Leitdämme für Niedrig- und Mittelwasser ausgelegt sein, so dass die angrenzenden Ufer- und Auengebiete bei Hochwasser überflutet werden können. Bei alpinen Jahresspeichern mit grossen Wasserspiegelschwankungen trifft diese Anforderung nicht zu. Hier sollte jedoch zumindest eine Optimierung im Hinblick auf die landschaftlichen und touristischen Qualitäten erfolgen, sofern dies technisch möglich ist.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Maximale- und minimale Staukoten:		dokumentiert
Längs-, Querprofile oder Terrainmodell des Stauraums innerhalb der maximalen und minimalen Staukote im Mündungsbereich der Seitengewässer:		dokumentiert
Sohlenanschluss der Seitengewässer (Sohlniveau, Interstitial):		dokumentiert
Ufer nach MSK, Modul Ökomorphologie, Stufe F [7]:	a)	Klassen 1, 2
Lebensraumtypen nach NHV, Art. 14 und Anhang 1:		dokumentiert
Massnahmen zum Erhalt der Lebensraumtypen nach NHV, Art. 14 und Anhang 1:		dokumentiert und umgesetzt
Landschaftliche und touristische Qualität des Stauraums:		dokumentiert

a) Ausgenommen sind Uferbereiche bei denen nicht ausreichend Gewässerraum aus-geschieden werden kann (GSchV, Art. 41a, Absatz 4, bzw. Art. 41b, Absatz 3).

## S7 Keine Kolmation nach Spülungen

### Saison- oder Jahres-speicher, Flussstau-haltungen und Entsander

Alle Spülungen (inkl. Ausgleichsbecken und Entsander sollen so durchgeführt werden, dass die Sohle im Unterwasser nicht unnatürlich kolmatiert (ggf. ist eine entsprechend lange Nachspülphase notwendig). Besonders bei Entsandern soll nach Möglichkeit ein kontinuierlicher Weitertransport der Feststoffe erfolgen.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Vor/nach Spülung: Kolmation MSK, Äusserer Aspekt [3]:	a)	Klasse 1*
oder bei Kolmation von Oberlauf/Referenzabschnitt:		gleiche Klasse

\* Gilt falls, kein kraftwerksfremder Einfluss für die Kolmation im Systemperimeter verantwortlich ist. Besteht ein kraftwerksfremder Einfluss aus dem Oberlauf, darf der Kolmationsgrad im Systemperimeter nicht schlechter als oberhalb sein. a) Prüfkriterium für Erst- und Testspülungen und Spülungen grosser Stauräume und Jahresspeicher.

## S8 Geschiebetransport

### Flussstauhaltungen

Das Stauraummanagement soll gewährleisten, dass die Anforderungen an das Geschiebemanagement erreicht werden können. Das heisst konkret, dass die Stauräume so zu gestalten sind, dass sie einen zeit-nahen Durchtransport des Geschiebes ermöglichen. Dazu können evtl. lokale Baggerungen zur spezifischen Gestaltung des Stauraums notwendig sein, um den Geschiebetransport lokal zu gewährleisten.

Generelle Kiesentnahmen im Stauraum sollen vermieden werden. Wenn die Kiesentnahme nicht durch das Kraftwerk verursacht wird, so sollte im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge nach einer Lösung zur Minimierung der Kiesentnahme gesucht werden. Bei kontaminierten Sedimenten ist im Einzelfall eine ökologisch optimierte Sonderregelung zu finden.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Geschiebebilanz durch Stauraum (Input-Output):		ausgeglichen
Konstruktive Vorkehrungen (Wehröffnungen, Wehrsteuerung) zum Durchtransport des Geschiebes bei Hochwasser $\neq$ Q2		dokumentiert
Langfristige Sohlenlage im Stauraum (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 Referenz-, Stauraum und Unterwasser.		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)	$\leq$ Klasse 2*
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]:	b)	$\leq$ Klasse 2*
Durch Ökostrom Förderbeiträge finanziertes Projekt:	c)	beschlossen

\* Gilt für das Referenzszenarium bezüglich Geschiebe im Systemperimeter. Wenn das Referenz-szenarium (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.
- c) Bei Kiesentnahmen aus dem Stauraum, die nicht vom Kraftwerk verursacht werden.

## S9 Verlandung im Bereich der Stauwurzel

### Flussstauhaltungen

Verlandungen im Staubereich sollen als Ausgleichsflächen zugelassen werden. Nach Möglichkeit sollen sie so gestaltet sein, dass sie als eigenes Habitat (z.B. für Brut-, Rast- oder Überwinterungsbiotope der Zugvögel) genutzt werden können. Im Rahmen der Ökostrom Förderbeiträge könnten solche Gebiete durch künstliche Inselstrukturen (z.B. durch Kies-aufschüttungen) zusätzlich ergänzt werden.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Gestaltungs- und Unterhaltsplan für naturnahen Stauwurzelbereich mit definierten Zielarten		dokumentiert
Naturnaher Stauwurzelbereich fotografisch und/oder durch Biotoptypenkarten, Habitatsaufnahmen, Artenlisten		dokumentiert

## S10 Sonderregelung zum Erhalt inventarisierter Auen

### Saison-, Jahresspeicher und Flussstauhaltungen

Sind innerhalb des Perimeters einer Anlage inventarisierte Auengebiete vorhanden, so soll für diese eine Sonderregelung entsprechend der Anforderungen in Kap. 8 gelten.

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Vorliegende Schutzverordnungen der Inventarobjekte im oder anliegend zum Stauraum:	a)	dokumentiert

Stellungnahmen der zuständigen Ämter (BAFU, Kantone: Naturschutz, Forst) bei den Ämterkonsultationen im Rahmen von Konzessionierung, UVP und Erlass der Schutzgebietsverordnung.	b)	dokumentiert
Kompatibilität der Pegelschwankungen im Stauraum ist mit Schutz- und Entwicklungszielen:		nachgewiesen
Kompatibilität des Geschiebehauhalts im Stauraum ist mit Schutz- und Entwicklungszielen:		nachgewiesen

- a) Inventarisierte Auen verfügen in der Regel über eine Schutzverordnung die den Perimeter, Pufferzonen, die Schutzziele und die Massnahmen festlegen.
- b) Die Stellungnahmen der genannten Ämter enthalten in der Ämterkonsultation oft weitergehende Forderungen als dies in den Schutzverordnungen erlassen wurde.

Vergleiche auch die Grundanforderungen im Managementbereich Geschiebetransport.

## S11 Schwebstofffrachten, Temperatur und Sauerstoffkonzentrationen

### Saison-, Jahresspeicher und Flusstauhaltungen

*Während einer Spülung soll gewährleistet sein, dass keine kritischen Schwebstofffrachten, keine kritischen Temperaturen sowie keine Sauerstoffkonzentrationen auftreten, die Gewässerorganismen dauerhaft schaden könnten.*

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Schwebstoffkonzentration bei Spülung (< 250 →m)	d). b)	T/C-Beziehung letale Effekte
Minimale Sauerstoffsättigung während Spülung:		≥ 80%
Temperaturänderung während Spülvorgang:	b)	≤ 2.5°C/h
Spülmonitoring:	a)	dokumentiert

- a) Sofern dies erforderlich ist (siehe Kapitel 2.1)
- b) Sofern die Temperaturamplitude der Spülung (TASpülung) † der Gewässertyp spezifischen Referenz-Temperaturamplitude ist (TARef) und die mittlere Anzahl Temperaturpeaks pro Tag (PM) † 3 sowie das 95-Perzentil der Anzahl Temperaturpeaks pro Tag.
- c) 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

## S12 Terminierung der Spülung bezüglich Reproduktionsökologie

### Saison-, Jahresspeicher und Flusstauhaltungen

*Die Spülungen sollen zeitlich so gewählt werden, dass die Reproduktion, der im betroffenen Gewässer natürlicherweise vorkommenden Fischarten gewährleistet ist und nicht gefährdet wird.*

naturemade star empfohlene Prüfkriterium		erfüllt wenn
Liste der im Unterlauf vorkommenden Fischarten:		dokumentiert
Hinsichtlich einer Spülung kritische saisonale Reproduktionsphasen der vorkommenden Fischarten:		dokumentiert
Spülkonzept und Spülreglement und darin insbesondere die Spülungen ausschliessenden Zeitfenster:		dokumentiert

## **S13 Rückzugmöglichkeiten bei Entleerungen**

*Bei Entleerungen des Stauraumes sollen die Rückzugmöglichkeiten in fischgängige Zuflüsse gewährleistet sein, um das Risiko eines Fischsterbens möglichst gering zu halten.*

<b>naturemade star empfohlene Prüfkriterium</b>		<b>erfüllt wenn</b>
Fischgängigkeit der Fliessgerinne von Zuflüssen bei entleertem Stauraum:		dokumentiert
Längsprofile der Fliessgerinne von Zuflüsse im Bereich des Stauraums:		dokumentiert

### 3 Hilfstabelle Prüfkriterien

#### Einhaltende Kriterien in der Schwall-/Sunkstrecke

Prüfkriterium	erfüllt wenn	GA
Stauraumvolumen (Totvolumen, Nutzvolumen)	dokumentiert	
MQ, Abflussdauerkurven	dokumentiert	
Pegelkoten (Nutzvolumen, Kotentabelle, festgesetzte)	dokumentiert	
Terrainmodell, Längsprofil des Stauraums	dokumentiert	
Angaben Staubauwerk (Q Grundablass, Nutzwasserfassung)	dokumentiert	
Sedimentdaten (Korngrößenverteilung, Volumen)	dokumentiert	
Entsandertyp, Abflussdauerkurve Vorfluter	dokumentiert	
Fischgewässer ja/nein	geklärt	
Machbarkeit von Alternativen zur Spülung	abgeklärt	S1
Kosten möglicher Alternativen	dokumentiert	S1
maximaler Schwebstoffgehalt ( $\pm 250 \leftrightarrow m$ ) während Spülung	T/C-Beziehung letale Effekte	S1
minimale Sauerstoffsättigung während Spülung	$\geq 80\%$	S1
Spülung bei Hochwasserabfluss im Unterwasser	$0.6 * MHQ$	S1
oder:	$1/n * \Sigma (Q > Q^*)$	S1
Kolmation vor/nach Spülung	Klasse 1	S1
oder bei Kolmation von Oberlauf/Referenzabschnitt	gleiche Klasse	S1
Spülkonzept und Spülreglement	dokumentiert	S1
Schadstoffgehalte im Feinsediment	nicht toxisch	S1
Klassierung nach Modul Hydrologie, Stufe F [2]	Klassen 1,2*	S2
maximale Anstiegsrate Schwall	$< 0.2 \text{ cm/min}$	S2
maximale Rückgangsrate Sunk	$< 0.5 \text{ cm/min}$	S2
Schwebstoffkonzentration bei Schwall ( $< 250 \leftrightarrow m$ ) [2]	T/C-Beziehung letale Effekte	S2
Minimaler Abfluss bei Sunk	R1, R3-11 erfüllt	S2
Anteil der Laichflächen im Sunk	Klassen 1, 2*	S2
Klassierung nach Modul MZB, Stufe F	Klassen 1, 2*	S2
Brütlingsdichte der Hauptfischarten bei Emergenz	Klassen 1, 2*	S2
Biomasse des Makrozoobenthos	Klassen 1, 2*	S2
Artenvielfalt/Diversität EPT	Klassen 1, 2*	S2
Ufervegetation (Pflanzengesellschaften) und Uferfauna	keine bleibende Schädigung	S2
maximaler Schwebstoffgehalt ( $< 250 \leftrightarrow m$ ) während Spülung	T/C-Beziehung letale Effekte	S3
minimale Sauerstoffsättigung während Spülung	$\geq 80\%$	S3
Spülung bei Hochwasserabfluss im Unterwasser	$0.6 * MHQ$	S3
oder	$1/n * \Sigma (Q > Q^*)$	S3
kontinuierliche Spülung	Q-proportional	S3
Kolmation nach Spülung	Klasse 1*	S3
oder bei Kolmation von Oberlauf/Referenzabschnitt	gleiche Klasse	S3
Spülkonzept und Spülreglement	dokumentiert	S3
Schadstoffgehalte im Feinsediment	nicht toxisch	S3
Maximale- und minimale Staukoten	dokumentiert	S4
Längsprofil Stauraum innerhalb Staukoten	dokumentiert	S4
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F in der Wechselzone des einmündenden Gewässers [7]	$\geq$ Klasse 2	S4
Gestaltungsplan, fotografische Aufnahmen Mündung	dokumentiert	S4
Maximale- und minimale Staukoten	dokumentiert	S5
Terrainmodell zwischen Staukoten	dokumentiert	S5
Lebensraumtypen nach NHV, Art. 14 und Anhang 1	dokumentiert	S5
Massnahmen zum Erhalt der Lebensraumtypen nach NHV, Art. 14 und Anhang 1	dokumentiert/ umgesetzt	S5

Maximale- und minimale Staukoten	dokumentiert	S5
Terrainmodell zwischen Staukoten	dokumentiert	S6
Sohlenanschluss an Seitengewässer	dokumentiert	S6
Ufer nach MSK Ökomorphologie Stufe F	Klasse 1, 2	S6
Lebensraumtypen nach NHV Art. 14 und Anhang 1	dokumentiert	S6
Massnahmen zum Erhalt der Lebensraumtypen nach NHV, Art. 14 und Anhang 1	dokumentiert/ umgesetzt	S6
Landschaftliche und touristische Qualität des Stauraums	dokumentiert	S6
Vor/nach Spülung: Kolmation MSK, Äusserer Aspekt [3]	Klasse 1*	S7
oder bei Kolmation von Oberlauf/Referenzabschnitt	gleiche Klasse	S7
Geschiebebilanz im Stauraum (Input-Output)	ausgeglichen	S8
Wehröffnung bei $Q > Q_2$	dokumentiert	S8
Sohlenlage des Stauraums (Zeitreihen)	stabil/steigend	S8
Korngrössenverteilungen (Referenz, Stauraum, Unterwasser)	kein signifikanter Unterschied	S8
Kolmation, MSK Äusserer Aspekt [7]:	Klasse 1*	S8
MSK Modul Ökomorphologie, Stufe F [2],[6]	$\leq$ Klasse 1*	S8
MSK, Modul Makrozoobenthos, Stufe F [8]	$\leq$ Klasse 2*	S8
MSK, Modul Fische, Stufe F [9]	$\leq$ Klasse 2*	S8
Durch Ökostrom Förderbeiträge finanziertes Projekt:	beschlossen	S8
Gestaltungs- und Unterhaltsplan/konzept Stauwurzelbereich	dokumentiert	S9
Im Stauwurzelbereich mit Biooptypen, Habitate, Arten	dokumentiert	S9
Schutzverordnungen der Inventarobjekte	dokumentiert	S10
Vernehmlassungen, Ämterkonsultation	dokumentiert	S10
Kompatibilität Pegelschwankungen	nachgewiesen	S10
Kompatibilität Geschiebehaushalt	nachgewiesen	S10
maximaler Schwebstoffgehalt ( $< 250 \text{ } \mu\text{m}$ ) während Spülung	T/C-Beziehung lethale Effekte	S11
minimale Sauerstoffsättigung während Spülung	$\geq 80\%$	S11
Temperaturänderung während Spülvorgang	$\leq 2.5^\circ\text{C/h}$	S11
Spülmonitoring	dokumentiert	S11
Liste der im Unterlauf vorkommenden Fischarten	dokumentiert	S12
Kritische, saisonale Reproduktionsphasen Fische	dokumentiert	S12
Spülungen ausschliessende Zeitfenster	dokumentiert	S12
Fischgängigkeit der Fliessgerinne im Stauraum bei Leerung	dokumentiert	S13
Längsprofile der Fliessgerinne im Stauraum	dokumentiert	S13

\* 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.