



EAWAG

Eine Forschungsanstalt
des ETH-Bereichs

A vertical bar on the left side of the page, consisting of a series of colored squares in shades of blue and cyan, arranged in a descending order of size from top to bottom.

Ökostrom-Zertifizierung für Wasserkraftanlagen

Konzepte, Verfahren, Kriterien

Christine Bratrich und Bernhard Truffer

mit Beiträgen von
Barbara Känel und Stefan Vollenweider

ÖKOSTROM PUBLIKATIONEN

BAND 6

Juni 2001

ISBN 3-905484-05-6
ISSN 1424-6996

greenhydro ●●

Umweltgerechte Wasserkraftnutzung
nach EAWAG-Verfahren



INHALT

<i>Wozu dient das Dokument</i>	1
<i>Dank</i>	3

Teil I ÖKOSTROM AUS WASSERKRAFT

1 Einleitung	5
1.1 Ausgangslage	5
1.2 Ökostrom aus Wasserkraft	6
2 Konzeption des <i>greenhydro</i> Verfahrens der Eawag	7
2.1 Motivation	7
2.2 Bedingungen einer Ökostrom-Zertifizierung	8
2.3 Der ökologische Grundstandard einer zertifizierten Anlage	8
2.4 Die Ökostrom-Förderbeiträge	10
2.5 Gültigkeit und individuelle Anpassung	11
3 Umsetzung des <i>greenhydro</i> Verfahrens in der Schweiz	12

Teil II VERFAHREN UND ZERTIFIZIERUNG

4 Verfahrensablauf	15
5 Vorstudie	16
5.1 Ziel und Funktion der Vorstudie	16
5.2 Systemüberblick	16
5.3 Abklärung relevanter zusätzlicher Bearbeitungsschritte	17
5.4 Kostenschätzung	20
6 Managementkonzept	20
6.1 Ziel und Funktion des Managementkonzepts	20
6.2 Individuelle Regelungen zu den Managementbereichen	21
6.3 Konsultation lokaler Interessensgruppen	23
6.4 Massnahmenplan als Resultat des Managementkonzepts	24
7 Auditierung und Erfolgskontrolle	24

Teil III ZIELE UND ANFORDERUNGEN AN DIE MANAGEMENTBEREICHE

8 Die Ökostrom-Grundanforderungen	25
9 Grundanforderungen der Restwasserbemessung	31
9.1 Zielsetzung einer ökologisch begründeten Restwasserregelung	31
9.2 Grundanforderungen zur Bemessung einer ökologisch begründeten Restwasserregelung	34
10 Grundanforderungen der Schwall-/Sunkregelung	37
10.1 Zielsetzung einer ökologisch begründeten Schwall-/ Sunk Regelung	37
10.2 Grundanforderungen zur Bemessung einer ökologisch begründeten Schwall-/Sunkregelung	40
11 Grundanforderungen an das Stauraummanagement	42
11.1 Zielsetzung eines ökologisch begründeten Stauraummanagements	42
11.2 Grundanforderungen zur Bemessung eines ökologisch begründeten Stauraummanagements	46
12 Grundanforderungen des Geschiebemanagements	49
12.1 Zielsetzung eines ökologisch begründeten Geschiebemanagements	50
12.2 Grundanforderungen zur Bemessung eines ökologisch begründeten Geschiebemanagements	52
13 Grundanforderungen an die Anlagengestaltung	54
13.1 Zielsetzung einer ökologisch begründeten Anlagengestaltung	54
13.2 Grundanforderungen zur Bemessung einer ökologisch begründeten Anlagengestaltung	57

Teil IV KOMMENTIERTE LITERATURLISTE

14	Kommentierte Literaturliste	59
14.1	Literatur und Methoden zum Bereich Restwasserregelungen	61
14.2	Literatur und Methoden zum Bereich Schwall- /Sunk	67
14.3	Literatur und Methoden zum Bereich Stauraummanagement	73
14.4	Literatur und Methoden zum Bereich Geschiebemanagement	81
14.5	Literatur und Methoden zum Bereich Anlagegestaltung	89

Teil V ANHANG

A1	Systemüberblick	93
A 1.1	Inhalt und Untersuchungsniveau	93
A 1.2	Gesamtbeurteilung des Systemüberblicks	93
A 1.3	Erhebungsparameter	94
A2	Leitbild des BWG zum Hochwasserschutz	97
A3	Ablaufschema des VUE zur Zertifizierung von naturemade star Wasserkraftanlagen	99
A4	Glossar	101
A5	Literatur	105
A 5.1	Literatur des Konzeptteils	105
A 5.2	Literatur der kommentierten Literaturliste	105

WOZU DIENT DAS DOKUMENT



Die Zertifizierung umweltfreundlich produzierten Stroms ist auf glaubwürdige und unabhängige Bewertungskriterien angewiesen. Dies trifft auch für „Ökostrom aus Wasserkraft“ zu. Der vorliegende Bericht enthält daher fachliche Grundlagen für eine einheitliche und wissenschaftlich begründete Zertifizierung von Ökostrom-Wasserkraftanlagen. Mit Hilfe des vorgestellten *greenhydro* Verfahrens kann ein Kraftwerk nachweisen, dass es einer ökologisch schonenden Betriebsführung und Anlagegestaltung entspricht. Die Grundlagen des Berichts wurden im Rahmen des Projektes „Ökostrom aus Wasserkraft“ durch die EAWAG entwickelt. Sie entstanden in Zusammenarbeit mit internationalen Expertinnen und Experten sowie mit einer Vielzahl unterschiedlicher Interessengruppen. Der Bericht umfasst sowohl allgemeine Konzepte zur Zertifizierung der Wasserkraftanlagen als auch Verfahrensvorschläge und Kriterien, nach denen ein Ökostrom-Wasserkraftwerk zu bewerten ist. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE) wurde das *greenhydro* Verfahren bereits bei Pilotzertifizierungen angewandt und konnte erste Praxiserfolge verzeichnen.

Zielpublikum Das vorliegende Dokument richtet sich an interessierte Fachkreise aus den Bereichen der Wasserkraftnutzung und des Gewässerschutzes. Konkret sollen sich Kraftwerke, Umweltverbände, Behörden, Umweltberatungsfirmen sowie Marketingfachleute der Elektrizitätswirtschaft über die Anforderungen einer Ökostrom-Zertifizierung informieren können. Das *greenhydro* Verfahren wurde in Zusammenarbeit mit dem VUE auf die spezifisch schweizerischen Verhältnisse angepasst. Die Konzepte und Kriterien sind jedoch von der schweizerischen Rechtssituation unabhängig gültig und lassen sich daher auch in anderen Ländern ohne grundsätzliche Probleme anwenden.

Umfang und Detaillierungsgrad des Verfahrens Während der Entwicklungsphase des Verfahrens zeigte sich folgendes zentrale Dilemma: Die lokalen Umweltkriterien zur Beschreibung einer ökologisch schonenden Wasserkraftnutzung müssten zwei gegensätzlichen Anforderungen genügen; einerseits sollen sie einen allgemein gültigen und vergleichbaren Standard erfassen und müssen somit auf übertragbaren Richtlinien und Messgrößen beruhen. Andererseits sollen sie dem individuellen Unterschied einzelner Kraftwerke gerecht werden, der sich aus einer grossen technischen und gewässertypischen Vielfalt ergibt. Um diesem Dilemma zu entgehen, beinhaltet das *greenhydro* Verfahren der EAWAG einerseits eine umfangreiche Anzahl allgemein gültiger Bewertungskriterien. Bedingt durch den vorgegebenen Verfahrensablauf reduzieren sich die Untersuchungen jedoch andererseits im Einzelfall nur auf relevante Kriterien und damit auf einen überschaubaren Umfang. Ferner sind einzelne der Kriterien so formuliert, dass sie eine Anpassung an die individuellen Voraussetzungen der Kraftwerke erlauben. Anhand der bisherigen Erfahrung zeigte sich, dass sowohl der umfassende Kriterienkatalog als auch die individuelle Verfahrensanpassung ökologisch sinnvolle Lösungen ermöglichen.

Schutz des EAWAG Verfahrens Das vorliegende Verfahren ist öffentlich und das darin enthaltene Wissen für alle Interessierte frei verfügbar. Die EAWAG hat jedoch in Hinblick auf die Anwendung des Verfahrens die Wort/Bild-Marke **greenhydro●●** registrieren lassen. Diese Marke schützt die EAWAG vor unqualifizierter Verwendung durch Dritte, welche das Verfahren unsachgemäss, bzw. nur einzelne Teile des Verfahrens mit dem Verweis auf die EAWAG anwenden könnten. Die Verwendung der Marke *greenhydro* wird durch einen expliziten Marken-Nutzungsvertrag (oder eine äquivalente Vereinbarung) zwischen der EAWAG und den Benutzenden geregelt.

Aufbau des Berichts Der vorliegende Bericht gliedert sich in folgende fünf Teile:

- **Teil I: Ökostrom aus Wasserkraft** analysiert die Anforderungen einer wissenschaftlich fundierten und glaubwürdigen Kommunikation zwischen den Kraftwerksbetreibenden und der Ökostrom Kundschaft. Daraus leiten sich die Grundsätze und Konzepte des anschliessend vorgestellten Zertifizierungsverfahrens ab. Schliesslich ist die Umsetzung der Konzepte im Rahmen des Schweizerischen Ökolabels *naturemade star* dargestellt.
- **Teil II: *greenhydro* Verfahren zur Ökostrom-Zertifizierung für Wasserkraftanlagen** beschreibt das eigentliche Auditierungs- und Zertifizierungsverfahren und skizziert den Verlauf der einzelnen Verfahrensschritte.
- **Teil III: Ziele und Anforderungen an die Managementbereiche** stellt die detaillierten Ziele und Kriterien zusammen, die im Rahmen einer Ökostrom-Zertifizierung anzuwenden sind.
- **Teil IV: Kommentierte Literaturliste** gibt einen Überblick, mit welchen methodischen Mitteln die Ökostrom-Ziele und Grundanforderungen zu erfüllen sind. Die Literaturzusammenstellung dient der praktischen Umsetzung und soll aufzeigen, auf welchem Niveau die Ökostrom-Untersuchungen durchzuführen sind. Sie dient damit auch der Qualitätssicherung.
- **Teil V: Anhang** umfasst ein Glossar, die Literaturquellen, eine kurze Darstellung des Systemüberblicks sowie Hintergrundinformation zum VUE.

DANK

- Konzeptentwicklung und Umsetzung des Verfahrens* Das vorliegende Verfahren wurde im Rahmen eines transdisziplinären Forschungsprojekts an der EAWAG entwickelt. Bei der Verfahrensgestaltung, der Kriterienauswahl sowie bei der praktischen Umsetzung waren viele Personen und Institutionen beteiligt. Im Nachhinein ist es daher sehr schwer, die einzelnen Beiträge entsprechend zu würdigen. Festhalten möchten wir jedoch, dass unser Verfahrenskonzept im Austausch mit Bernd Kiefer (Kiefer & Partners AG, Zürich) entstanden ist. Die Diskussionen mit den betroffenen Interessengruppen sowie die ersten konkreten Pilotzertifizierungen erfolgten in enger Zusammenarbeit mit dem VUE.
- Inhaltliche Formulierung des Konzepts* Der vorliegende Bericht basiert auf den Arbeiten der „Bewertungsgruppe“, des EAWAG-Projekts. Die Leitung der Gruppe wurde durch Christine Bratrach (07/1997-09/1999), Barbara Känel (09/1999-03/2000) und Stefan Vollenweider (04/2000-09/2000) wahrgenommen. An der Entwicklung des *greenhydro* Verfahrens waren neben den Autorinnen und Autoren namentlich folgende EAWAG-Mitarbeitende beteiligt: Jürg Bloesch, Matthias Brunke, Ueli Bundi, Andreas Frutiger, Mark Gessner, Tom Gonser, Edi Hoehn, Werner Meier, Armin Peter, Manuela Saballus, Christoph Sutter, Bernhard Wehrli, Carlo Wiegand und Johny Wüest.
- Lenkungsausschuss* Das Gesamtprojekt wurde durch einen externen Lenkungsausschuss kommentiert und begleitet. Im Laufe der Projektentwicklung waren die folgenden Personen im Lenkungsausschuss: Ueli Bundi (EAWAG, Vorsitz), Jörg Aeberhard und Kurt Baumgartner (beide ATEL Olten), Roland B. Bischof (IBA – Ingenieurbüro für bauliche Anlagen Zürich), Mathias Jungwirth (Universität für Bodenkultur Wien), Josef Rohrer (Kontaktstelle der Schweizerischen Umweltorganisationen), Samuele Szpiro (OFIMA/OFIBLE S.A. Locarno), Antonio M. Taormina (ehem. Direktor der OFIMA/OFIBLE S.A. Locarno).
- Externe Expertinnen und Experten* Zur Festlegung der Ökostrom-Grundanforderungen führte die EAWAG im April 2000 einen internationalen Workshop durch. Dort wurden die Kriterien einem ausführlichen Review unterzogen und durch externe Fachleute kommentiert und überarbeitet. An dem Workshop beteiligt waren: Peter Ergenzinger (Freie Universität Berlin), Ursula Grasser (Universität für Bodenkultur Wien), Klaus Jorde (Universität Stuttgart), Mathias Jungwirth (Universität für Bodenkultur Wien), Christian Moritz (Arge Limnologie Innsbruck), Andreas Stalder (BUWAL Bern) und Thomas Wohlgemuth (WSL Birmensdorf).

Zusätzliche fachliche Unterstützung Weitere fachliche Unterstützung erhielt das Projektteam durch die Personen aus folgenden privaten Beratungsfirmen, Universitätsinstituten und Umweltfachstellen:

- Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen: Gerald Hutter
- Amt für Umweltschutz des Kantons Tessin: Moreno Celio
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Rémy Estoppey und Andreas Stalder
- Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG): Richard Chatelain, Rudolf Sigg und Hans-Peter Willi
- Econcept AG (Zürich): Benno Seiler und Reto Dettli
- Geographisches Institut der Universität Bern: Rolf Weingartner und David Thurnherr
- Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart: Jürgen Giesecke, Klaus Jorde und Matthias Schneider
- Kiefer & Partners AG (Zürich): Bernd Kiefer, Louis von Moos, Nathalie Oberholzer und Christian Grasser.
- Landwirtschaftliche Forschungsanstalt Reckenholz: Thomas Walter
- Limnex AG (Zürich): Peter Baumann
- Rheinaubund: Günther Frauenlob
- Schälchli, Abegg & Hunzinger (Zürich, Bern): Ueli Schälchli und Lukas Hunzinger
- Sigmaplan AG (Bern): Thomas Wagner
- Wasser Fisch Natur (Gümmenen): Arthur Kirchhofer
- WWF Schweiz: Luca Vetterli

Kommentare weiterer Fachpersonen Viele hilfreiche und kritische Kommentare zur Verbesserung des vorliegenden Berichts verdanken wir den Mitgliedern der Fachkommission Wasserkraft des VUE, der AG Gewässerschutz der Umweltorganisationen, der IG Wasserkraft des Verbands der Schweizerischen Elektrizitätswerke (VSE), dem Interessenverband der Schweizer Kleinkraftwerkbesitzer (ISKB) sowie den Kraftwerksbetreibern der Pilotanlagen.

Finanzielle Unterstützung Neben den Eigenmitteln der EAWAG erhielt das Projekt zusätzliche finanzielle Unterstützung durch verschiedene Elektrizitätsgesellschaften, die sich im VUE engagieren. Damit konnte u.a. die Entwicklung der Ökostrom-Grundanforderungen sowie die Festlegung der Managementziele sichergestellt werden.

Allen Beteiligten möchten wir an dieser Stelle unseren herzlichen Dank aussprechen. Die inhaltliche Verantwortung für die im Bericht gemachten Aussagen verbleibt trotz der breiten und fachlich qualifizierten Unterstützung bei der Autorin und dem Autor.

Christine Bratrich und Bernhard Truffer
Kastanienbaum, Juni 2001

■ Teil I:

Ökostrom aus Wasserkraft



1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Liberalisierung Mit der Liberalisierung der Elektrizitätsmärkte gewinnt die Differenzierung der Stromprodukte gegenüber den Endkundinnen und -kunden eine immer grössere Bedeutung. Bisherige Erfahrungen aus den USA, Grossbritannien, Skandinavien und Deutschland zeigen deutlich, wie heftig der Konkurrenzkampf auf der Ebene der Stromtarife geführt wird. Die Differenzierung der Stromprodukte nach ökologischen Kriterien eröffnet die Möglichkeit, sich diesem Preisdruck ein Stück weit zu entziehen.

Nachfrage nach ökologisch produziertem Strom Seit Anfang der 90er Jahre können auch Privatkundinnen und -kunden ökologisch differenzierte Stromprodukte, also Ökostrom¹ beziehen. Diese Option, die zunächst nur in den USA und Kanada, später aber auch in Europa und der Schweiz eröffnet wurde, traf von Beginn an auf eine positive Resonanz. Studien zur Abschätzung des Marktpotentials gehen davon aus, dass etwa 20% der privaten Haushalte sowie ein nicht näher spezifizierter Anteil der Dienstleistungsbetriebe bereit sind, einen Aufpreis von ca. 20% für Ökostrom zu bezahlen (Wüstenhagen 2000).

Ökolabels unterstützen Glaubwürdigkeit Da die Kundinnen und Kunden die Qualität der Grünen Stromprodukte jedoch nicht direkt überprüfen können, spielt die Glaubwürdigkeit der angebotenen Stromprodukte eine zentrale Rolle für deren Markterfolge. Eine blosser Selbstdeklaration der Produkte stösst nach den bisherigen Erkenntnissen bei einigen Kundenkreisen auf Skepsis. In der Regel ist der Markterfolg solcher Produkte beschränkt (Markard 1998). Zur Sicherung der Glaubwürdigkeit stehen verschiedene Massnahmen zur Verfügung. Im Bereich der Grünen Stromprodukte stellt die Entwicklung von breit abgestützten und wissenschaftlich fundierten Ökolabels eine der wichtigsten Strategien auf internationaler Ebene dar (Markard & Truffer 1999).

Anforderungen an ein Qualitätszeichen für Ökostrom Ein Qualitätszeichen für Ökostrom muss die ökologischen Auswirkungen auf allen Ebenen der Stromproduktion, Stromverteilung und Stromabnahme einbeziehen und möglichst objektiv bewerten. Die entsprechenden Kriterien sollten einfach anzuwenden und nachvollziehbar zu kommunizieren sein. Da dies im Fall der Elektrizitätserzeugung und -verteilung nicht leicht zu erreichen ist, müssen glaubwürdige Institutionen für die Richtigkeit der Kriterien und die Transparenz der Verfahren bürgen. Im Fall der Umweltauswirkungen sind dies vor allem Umweltorganisationen und unabhängige Forschungsinstitute.

¹ „Ökostrom“ oder „Grüner Strom“ kennzeichnet Elektrizität, welche während der Produktion und Verteilung möglichst geringe Umweltbelastungen verursacht.

Ziel der Ökostrom-Zertifizierung Eine Ökostrom-Zertifizierung verfolgt sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht dient die objektive Kennzeichnung der Grünen Produkte vor allem der Vertrauensbildung gegenüber den Kundinnen und Kunden. Andererseits schützt sie aber auch ernsthafte Anbieterinnen und Anbieter vor unlauterem Wettbewerb. Aus ökologischer Sicht unterstützt die Ökostrom-Zertifizierung eine umweltfreundlichere Energieversorgung. Dies umfasst globale Umweltaspekte ebenso wie lokale. Im Gegensatz zu gesetzlichen Vorgaben ist der Entscheid für oder gegen das Erreichen eines geforderten Standards freiwillig und letztlich durch betriebswirtschaftliche Überlegungen motiviert.

1.2 Ökostrom aus Wasserkraft

Was ist umweltfreundliche Wasserkraft? Wenn Ökostrom Elektrizität kennzeichnet, die sich durch möglichst geringe ökologische Belastungen während der Produktion auszeichnet, wie ist dann die Wasserkraft zu bewerten? Je nach Standpunkt der Betrachtung ergibt sich eine stark ambivalente Einschätzung (Abb.1). Wasserkraftnutzung ist eine weitgehend² emissionsfreie und regenerative Energiequelle. Besonders im

Vergleich mit anderen Energieerzeugungssystemen zeigt sie meist eine sehr gute CO₂- und Energiebilanz und zählt deshalb global betrachtet zu den ökologisch wünschenswerten Energiesystemen. Keine andere erneuerbare Produktionsart hat einen ähnlich hohen Wirkungsgrad und kann nachfragegerecht vergleichbar grosse Strommengen zu einem relativ tiefen Preis produzieren.



Abb. 1: Pro und contra Argumente zu „Ökostrom aus Wasserkraft“

Andererseits entstehen durch die Wasserkraftnutzung zum Teil erhebliche Eingriffe in lokale und regionale Gewässerökosysteme und Landschaften. In Ländern wie der Schweiz, deren technisches und wirtschaftliches Ausbaupotential der Wasserkraft weitgehend erschlossen ist, sind bereits heute nahezu alle grossen

² Die Einschränkung „weitgehend emissionsfrei“ berücksichtigt die neuesten Schätzungen der „World Commission on Dams“, wonach die Treibhausgase, die weltweit in grossen Speicherseen produziert werden, einen erheblichen Beitrag zur globalen Klimaveränderung leisten können (WCD 2000). Dieser Beitrag schwankt sehr stark. Er ist in erster Linie davon abhängig, wieviel organisches Material beim ursprünglichen Aufstau eines Speicherbeckens überschwemmt wurde und wie intensiv dieses Material im Laufe der Zeit unter Produktion von Treibhausgasen (CO₂, Methan usw.) abgebaut wird. In der Schweiz ist diese Emissionsproblematik gering.

Fließgewässer entweder durch Wasserentnahmen und/oder durch Schwall- und Sunkregime beeinflusst. Wie bei kaum einer anderen Energiequelle prallen daher die Argumente „für“ oder „gegen“ eine Integration der Wasserkraft in ein gesamtheitliches Ökostromkonzept aneinander.

Integration der Wasserkraft in Grüne Stromangebote Positiv wirkt sich die Integration der Wasserkraft in Ökostrom-Angebote vor allem dann aus, wenn die Wasserkraft gemeinsam mit anderen erneuerbaren Energieträgern zu Stromprodukten kombiniert wird. Relativ grosse und bedarfsgerecht verfügbare Strommengen sowie eine etablierte Produktionstechnik ermöglichen eine attraktive Preisstruktur. Diese wiederum ist die Grundlage für konkurrenzfähige Alternativen zum herkömmlichen Strommix und somit auch die Ausgangsbasis für einen erfolgreichen Marktauftritt grüner Stromprodukte.

2 KONZEPTION DES *greenhydro* VERFAHRENS DER EAWAG

2.1 Motivation

Bestehende internationale Zertifizierungsverfahren Bislang gibt es international kein Zertifizierungsverfahren für Wasserkraftanlagen, das eine einheitliche Kennzeichnung der Grünen Stromproduktion ermöglichen würde. Insbesondere unbefriedigend gelöst ist die Problematik der lokalen Einwirkungen (Truffer et al. 2001). Bestehende Verfahren beziehen die lokalen Umweltauswirkungen der Wasserkraftnutzung gar nicht, bzw. nur sehr mangelhaft in ihre Bewertung ein. Einige Verfahren orientieren sich so stark an der nationalen Gesetzgebung, dass eine Übertragung auf andere Länder nur bedingt möglich ist (Bratrich 2000).

Ziel des EAWAG Projekts „Ökostrom“ Ziel des EAWAG Projektes „Ökostrom“ war es deshalb, ein ökologisch glaubwürdiges, auf wissenschaftlichen Grundlagen basiertes und praxistaugliches Zertifizierungsverfahren für Wasserkraftanlagen zu entwickeln. Dieses sollte im Rahmen eines umfassenden Ökostromlabels (aktuell bei *naturemade star*) zur Anwendung kommen und die Kommunikation mit den Stromkundinnen und -kunden erleichtern.

Zertifizierungsebene Das hier beschriebene *greenhydro* Verfahren konzentriert sich auf die Zertifizierung der Wasserkraftanlagen. Im allgemeinen werden die umweltbewussten Kundinnen und Kunden ihren Strom jedoch über ein Versorgungsunternehmen und damit in der Regel aus unterschiedlichen Produktionsanlagen beziehen. Neben den Anlagen müssen daher auch die Grünen Stromangebote zertifiziert werden. Das Labelkonzept des VUE sieht sowohl die Zertifizierung der Anlagen als auch der Angebote vor.

2.2 Bedingungen einer Ökostrom-Zertifizierung

Wasserkraftanlagen können als „Ökostrom Wasserkraftwerke“ zertifiziert werden, wenn sie eine umweltschonende Betriebsweise und Anlagegestaltung garantieren. Dabei erfüllt ein Kraftwerk freiwillig folgende zwei Bedingungen:

Bedingung 1: Ökostrom-Grundanforderungen Das Kraftwerk erfüllt einerseits allgemeine „Ökostrom-Grundanforderungen“ und erreicht mit ihnen einen ökologischen Standard, der sich am Niveau einer Schweizerischen Neukonzessionierung orientiert. Damit sind das revidierte Schweizerische Gewässerschutzgesetz und alle weiteren Gesetze (NHG, BFG, RPG usw. ➤ Glossar) berücksichtigt. Dieser Standard basiert auf allgemein formulierten, lokalen Kriterien. Diese sind für alle Wasserkraftanlagen gültig.

Bedingung 2: Ökostrom-Förderbeiträge Darüber hinaus investiert das Kraftwerk einen fixen finanziellen Beitrag pro verkaufte Kilowattstunde Ökostrom in die Sanierung, den Schutz oder die Aufwertung des jeweils genutzten Gewässer-einzugsgebiets. Diese so genannten Ökostrom-Förderbeiträge garantieren eine lokale ökologische Aufwertung. Diese geht bewusst über das Niveau der Grundanforderungen hinaus und kann spezifisch im Zusammenhang mit dem Verkauf von Ökostrom realisiert und entsprechend kommuniziert werden.

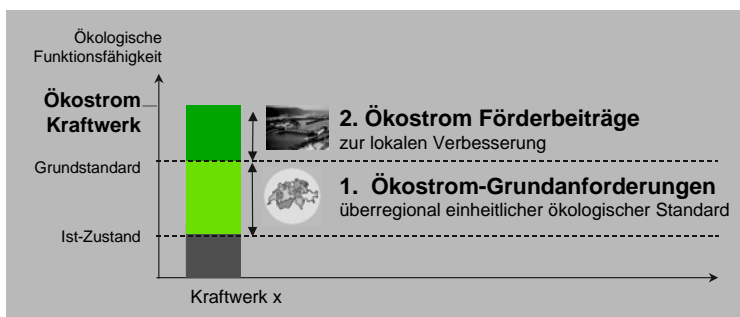


Abb. 2: Schematische Darstellung der zwei Bedingungen zur Zertifizierung der Ökostrom-Wasserkraftanlagen

Abb. 2 stellt das Prinzip zur Auszeichnung der Ökostrom Wasserkraftanlagen dar. Die ökologische Funktionsfähigkeit ist dabei als Messgröße des ökologischen Grundstandards zu verstehen.

2.3 Der ökologische Grundstandard einer zertifizierten Anlage

Ziel und Funktion eines Grundstandards Die Ermittlung des ökologischen Grundstandards der Ökostrom-Kraftwerke erfolgt aufgrund wissenschaftlich begründeter Kriterien. Diese sind so gewählt, dass auch unter Einfluss der Wasserkraftnutzung zentrale ökologische Gewässerfunktionen gewährleistet bleiben. Ein einheitlicher Ökostrom-Grundstandard ermöglicht die überregional vergleichbare Zertifizierung unterschiedlicher Kraftwerke unabhängig von ihrem Alter, ihrer Größe oder ihrer Bau- oder Betriebsweise. Er definiert damit einen generellen Beurteilungsstandard für unterschiedliche Anlagentypen in unterschiedlichen Einzugsgebieten.

Erfassung des Grundstandards

Zur Erfassung des Ökostrom-Grundstandards wird der direkte Einfluss der Energieerzeugung auf das Gewässerökosystem und die Landschaften abgeschätzt. Zur vereinfachten Erfassung dieser sehr komplexen Verhältnisse wurden die Kriterien nach einer sogenannten Umweltmanagementmatrix strukturiert (vgl. Abb. 3).

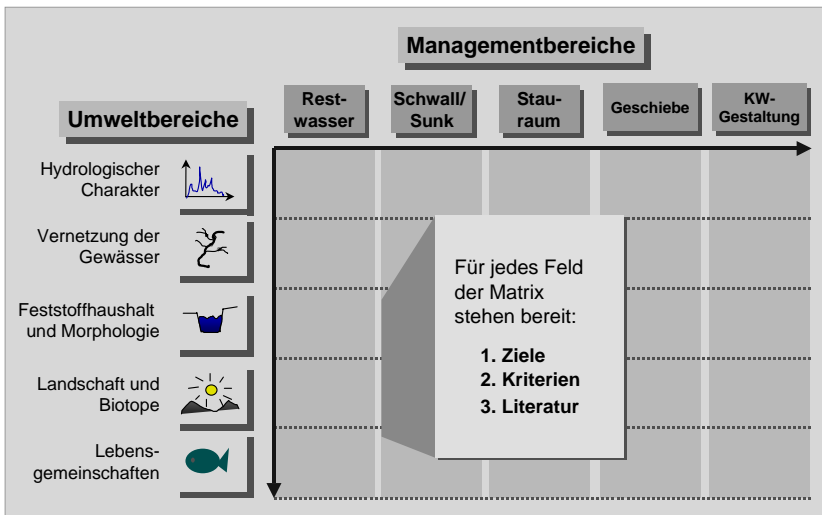


Abb. 3: Umweltmanagementmatrix mit den relevanten Management- und Umweltbereichen

Für jedes Feld der Matrix sind spezifische Ziele und Anforderungen formuliert. Diese sind so gestaltet, dass sie prinzipiell auf alle Kraftwerkstypen in unterschiedlichen Einzugsgebieten anwendbar sind. Zur praktischen Erfassung sowie zur Qualitätssicherung stehen zusätzlich kommentierte Literaturangaben und Bemessungsinstrumente zur Verfügung (vgl. Teil IV, kommentierte Literaturliste).

Fünf Managementbereiche

Die Managementbereiche beschreiben betriebliche oder bauliche Einflussfelder der Wasserkraftnutzung. Diese sollen so geregelt und gestaltet sein, dass sie unter Berücksichtigung verschiedener Nutz- und Schutzansprüche einen nachhaltigen und ökologisch optimierten Kraftwerksbetrieb ermöglichen. Für folgende Managementbereiche liegen ökologische Anforderungen vor:

- Restwasserregelung
- Schwall- und Sunkregelung
- Stauraummanagement
- Geschiebemanagement
- Anlagegestaltung

Fünf Umweltbereiche

Die fünf Umweltbereiche wurden so gewählt, dass sie die wichtigsten Aspekte abdecken, die zur Sicherung der ökologischen Funktionsfähigkeit eines Gewässers relevant sind. Sie umfassen die Bereiche:

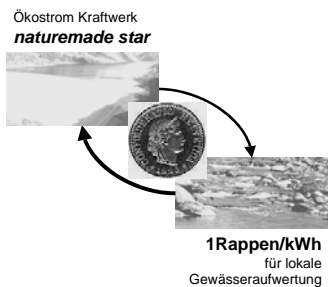
- Hydrologischer Charakter
- Vernetzung der Gewässer
- Feststoffhaushalt und Morphologie
- Landschaft und Biotop
- Lebensgemeinschaften

Niveau des Grundstandards Die Festlegung der Ökostrom-Grundanforderungen erfolgte aufgrund allgemeiner ökologischer Kriterien. Sie orientieren sich am internationalen Stand der Technik und Forschung. In der Schweiz entspricht dies einem Gewässerzustand, wie er in etwa bei einer Neukonzessionierung unter Berücksichtigung des revidierten Gewässerschutzgesetzes von 1991 und unter Berücksichtigung der weiteren Gesetze (NHG, BFG, RPG ➤Glossar) erreicht wird. Die Erfüllung der Grundanforderungen ist allerdings nicht an eine Neukonzessionierung gebunden und kann auch die gesetzliche Umweltverträglichkeitsprüfung nicht ersetzen.

Breite Abstützung des Grundstandards Die Ziele und Kriterien der „Ökostrom-Grundanforderungen“ wurden durch eine EAWAG interne Bewertungsgruppe (Öko-strom 2000) gemeinsam mit Fachleuten aus dem Umweltberatungsbereich entwickelt. Im April 2000 wurde ein erster Entwurf dem internationalen Fachreview durch externe Expertinnen und Experten unterzogen. Das kommentierte und überarbeitete Synthesedokument ist anschliessend mit Fachleuten der Elektrizitätswirtschaft, der kantonalen Behörden und Bundesämter sowie mit Fachleuten der Umweltorganisationen diskutiert und weiterentwickelt worden. Eine letzte Überarbeitung des Dokuments fand im Sommer/Herbst 2000 statt. Die durch den VUE durchgeführten Pilotzertifizierungen erlaubten es, das *greenhydro* Verfahren auf seine praktische Umsetzungstauglichkeit zu überprüfen und das Verfahren und die Kriterien entsprechend anzupassen.

2.4 Die Ökostrom-Förderbeiträge

Ziel und Funktion der Ökostrom-Förderbeiträge Die Ökostrom-Förderbeiträge dienen der gezielten ökologischen Aufwertung innerhalb der beeinflussten Ökosysteme. Nach der Zertifizierung investiert ein Kraftwerk einen fixen Betrag pro verkaufter kWh in lokale ökologische Aufwertungsmassnahmen. (Im Rahmen des *naturemade star*-Labels wurde dieser Betrag auf 1 Rp./kWh festgelegt). Damit gewährleisten die Ökostrom-Förderbeiträge eine individuell angepasste ökologische Aufwertung. Im Unterschied zu den Grundanforderungen wird hier kein Anspruch auf Vergleichbarkeit mit anderen Anlagen gelegt.



Ökostrom-Förderbeiträge können in allen Managementbereichen zur Aufwertung aller Umweltbereiche eingesetzt werden. Sie können ebenso dazu dienen, Umweltdefizite zu beheben, die nicht primär durch das Kraftwerk verursacht sind. Einziges Auswahlkriterium ist ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis der Massnahmen. Ökostrom-Förderbeiträge eignen sich insbesondere zur Kommunikation mit den Endkundinnen und -kunden. Das Kraftwerk kann damit dokumentieren, welcher ökologische Mehrwert durch die erhöhte Zahlungsbereitschaft der Verbraucherinnen und Verbraucher geschaffen wurde.

Auswahl der zusätzlichen Verbesserungs-massnahmen Die Festlegung der Verbesserungsmassnahmen, die im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge umgesetzt werden, ist Bestandteil des *greenhydro* Verfahrens. Diese Massnahmen sollen in Absprache mit den relevanten lokalen und regionalen Interessensvertretungen bestimmt werden. Durch den Einbezug von Behörden, Umweltverbänden sowie weiterer Interessengruppen kann die Akzeptanz der Massnahmen erhöht werden. Potentielle Konflikte sind leichter zu minimieren und Synergien mit anderen Umweltinitiativen können im Einzugsgebiet frühzeitig erkannt werden.

2.5 Gültigkeit und individuelle Anpassung

Perimeter der Grundanforderungen Die Grundanforderungen an ein Ökostrom-Kraftwerk beziehen sich auf den Einflussbereich der Kraftwerksanlage. Dieser umfasst die Gebiete, die durch Wasserfassungen, Zuleitungsbauwerke, Kraftwerksgebäude usw. beeinflusst sind. In einzelnen Fällen (z.B. Schwall/Sunk) sollen die Auswirkungen in räumlich entfernten Gebieten mit einbezogen werden. Ferner beziehen sich die Grundanforderungen nur auf die vom Kraftwerk verursachten Umweltprobleme. Allerdings sollen bei der Umsetzung der Massnahmen mögliche Synergien mit anderen Eingriffen ins Gewässer (bedingt durch Hochwasserschutz, Landwirtschaft, Tourismus, etc.) beachtet werden, sofern dadurch ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht werden kann. Wo immer möglich sollte versucht werden, ökologische Auswirkungen, die von mehreren Kraftwerksanlagen (Stauketten, Sunk-/ Schwallüberlagerung, etc.) gleichzeitig verursacht werden, als Ganzes zu bearbeiten.

Perimeterbereich der Ökostrom-Förderbeiträge Der Perimeterbereich zur Umsetzung der Massnahmen der Ökostrom-Förderbeiträge bezieht sich ebenfalls in erster Linie auf den Einflussbereich der Anlage. Im Sinne einer Verbesserung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses sollen durch die Ökostrom-Förderbeiträge aber auch Verbesserungsmassnahmen möglich sein, die jenseits des direkten Einflussbereichs der Kraftwerke liegen. Ein regionaler Bezug der Verbesserungen sollte jedoch in allen Fällen gewährleistet sein.

Flexibilität Die Ökostrom-Grundanforderungen gelten generell für alle Ökostrom-Kraftwerke. In ökologisch begründeten Ausnahmefällen ist jedoch eine Abweichung gemäss Kap. 8 möglich. Eine ökologische Begründung liegt vor, wenn sichergestellt ist, dass die Abweichung zu einem lokalen oder regionalen ökologischen Vorteil gegenüber der strikten Einhaltung der Grundanforderung führt. Der Vorteil ist am ursprünglich natürlichen Ausgangszustand zu bemessen. (Das bedeutet konkret, dass Massnahmen auch dann keinen ökologischen Vorteil darstellen, wenn sie in absoluten Zahlen zu einer Artenzunahme führen, welche auf einer grundlegenden Veränderung des Lebensraumes basiert; wichtiges Beispiel: Die Artenzunahme durch ortsuntypische Arten in den Staustufen der ehemals freifliessenden Mittellandgewässern).

3 UMSETZUNG DES *greenhydro* VERFAHRENS IN DER SCHWEIZ

- Der Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE)* Ein isoliertes Ökostrom-Zertifizierungsverfahren für Wasserkraftanlagen wäre weder ökologisch wünschenswert noch dauerhaft glaubwürdig. Die EAWAG erarbeitete ihr *greenhydro* Verfahren daher in Zusammenarbeit mit einem privaten Trägerverein, welcher sich für die gesamtschweizerische Entwicklung eines Qualitätszeichens für Ökostrom engagiert. Dieser Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE) wurde im Oktober 1999 gegründet. Er wird durch Vertreterinnen und Vertreter der Produzentenverbände erneuerbarer Energien (Sonne, Wind, Wasserkraft), der Stromversorgungsunternehmen, der Umwelt- und KonsumentInnenverbände sowie durch einen kommerziellen Grosskunden geführt.
- Übernahme des EAWAG Konzepts* Der VUE verwendet das *greenhydro* Verfahren der EAWAG als Grundlage für die Zertifizierung von Ökostrom-Wasserkraftanlagen. Weiterführende Informationen zur Zertifizierung anderer regenerativer Energieträger finden sich unter der Internetadresse www.naturemade.org. Im Folgenden sind nur diejenigen Aspekte kurz beschrieben, die unmittelbar für die Ökostromzertifizierung der Wasserkraftanlagen relevant sind.
- Unterschied zwischen Ökolabel und Produktdeklaration* Das Konzept des VUE sieht ein zweistufiges Qualitätszeichen *naturemade* vor. Mit dem eigentlichen Ökostromlabel *naturemade star* werden die ökologischen Leader unter den Stromanlagen und -produkten ausgezeichnet. Dagegen kennzeichnet *naturemade basic* Strom, der aus erneuerbarer Quelle stammt. Für die Wasserkraft hat das *naturemade basic* Zeichen damit im wesentlichen den Charakter einer Produktdeklaration, die allerdings an die Förderung weiterer *naturemade star* Anlagen geknüpft ist (mind. 5% der verkauften, zertifizierten Strommenge).



Das *greenhydro* Verfahren der EAWAG bezieht sich ausschliesslich auf Wasserkraftanlagen, die das Niveau *naturemade star* erreichen wollen.

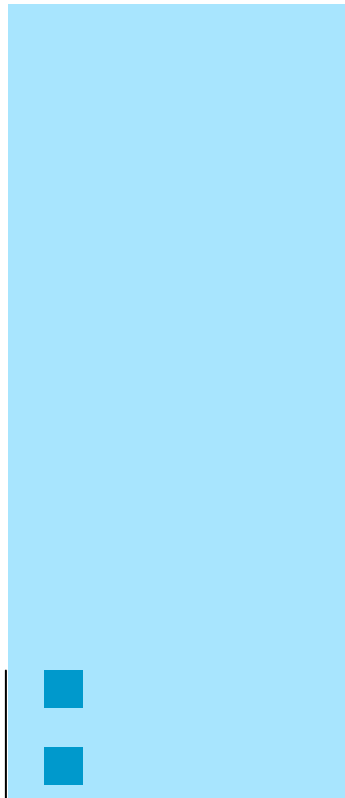
VUE Grundsätze für
naturemade star
Wasserkraft

Der VUE hat Grundsätze zur Zertifizierung der *naturemade star* Anlagen entwickelt, die neben der Übernahme des EAWAG-Konzeptes die folgenden Punkte betreffen:

- Wasserkraftanlagen, die nach dem neuen Schweizerischen Umweltrecht, das heisst Anlagen, die gemäss dem revidierten Gewässerschutzgesetz und unter Berücksichtigung der weiterführenden Gesetze neu konzessioniert sind, sollen durch ein vereinfachtes Verfahren zertifiziert werden können.
- Ferner wurde der Aufpreis für Ökostrom-Förderbeiträge durch den VUE wie folgt festgelegt (vgl. auch Kap. 2.4): für jede zertifizierte Kilowattstunde *naturemade star* Ökostrom hat ein Ökostrom-Kraftwerk 0,1 Rp. und zuzüglich 0,9 Rp. pro verkaufte Kilowattstunde Ökostrom zu entrichten.
- Kraftwerkserweiterungen und Neubauten können als *naturemade star* zertifiziert werden, wenn dadurch keine zusätzlichen natürlichen oder naturnahen Lebensräume, Lebensgemeinschaften und Landschaften beeinträchtigt werden, ausser es erfolgt ein vollwertiger, dem ursprünglich natürlichen Gewässer- und Lebensraumtyp entsprechender Ersatz.
- Wasserkraftanlagen können in der Regel nur ab Transformator-klemme (➤ Glossar) zertifiziert werden. Das bedeutet, dass nur eine gesamte Wasserkraftanlagen, nicht aber z.B. einzelne Turbinen einer Anlage zertifiziert werden können. Nach den Richtlinien des VUE ist ferner eine Zertifizierung ab der Generatorklemme (➤ Glossar) möglich. Dann muss jedoch ein zusammenhängendes hydrologisches Gebiet betroffen sein oder eine einzelne Dotierturbine, die dann als Kleinwasserkraftanlage zählt, vorhanden sein. (Alle Sonderregelungen vgl. Richtlinien VUE, unter: www.naturemade.org).
- Für Kleinwasserkraftanlagen sieht der VUE ein vereinfachtes Verfahren vor. Bedingung einer *naturemade star* Zertifizierung ist jedoch auch hier, dass das Kraftwerk die Ökostrom-Grundanforderungen erfüllt und funktionsfähig umgesetzt sind.
- *Naturemade star* Anlagen müssen dieselben Kriterien erfüllen wie *naturemade basic* Anlagen. Das heisst insbesondere, dass nur die Nettoproduktion zertifiziert werden kann. Das Kraftwerk hat zu diesem Zweck eine Energiebuchhaltung zu führen, welche die netto erzeugte Energie ausweist. Ferner sollen Anlagen mit mehr als 10 MW Leistung innerhalb von 5 Jahren ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem einführen.

■ Teil II:

Verfahren zur Ökostrom Zertifizierung



-
-
-
-
-
-
-
-
-

4 VERFAHRENSABLAUF

Die Abklärungen, die als Grundlage einer *naturemade star* Zertifizierung der Wasserkraftanlagen durchzuführen sind, umfassen einerseits die Untersuchungen zur Ermittlung der Ökostrom-Grundanforderungen und andererseits Erhebungen zur Verwendung der Ökostrom-Förderbeiträge. Hierfür sind vier Verfahrensschritte von Bedeutung (vgl. Abb. 4 und Zertifizierungsverfahren für *naturemade star* Wasserkraftanlagen des VUE im Anhang, Teil V):

- Erstens: die Vorstudie → vgl. Kap. 5
- Zweitens: das Managementkonzept → vgl. Kap. 6
- Drittens: die Auditierung und Zertifizierung → vgl. Kap. 7
- Viertens: die Erfolgskontrolle → vgl. Kap. 7

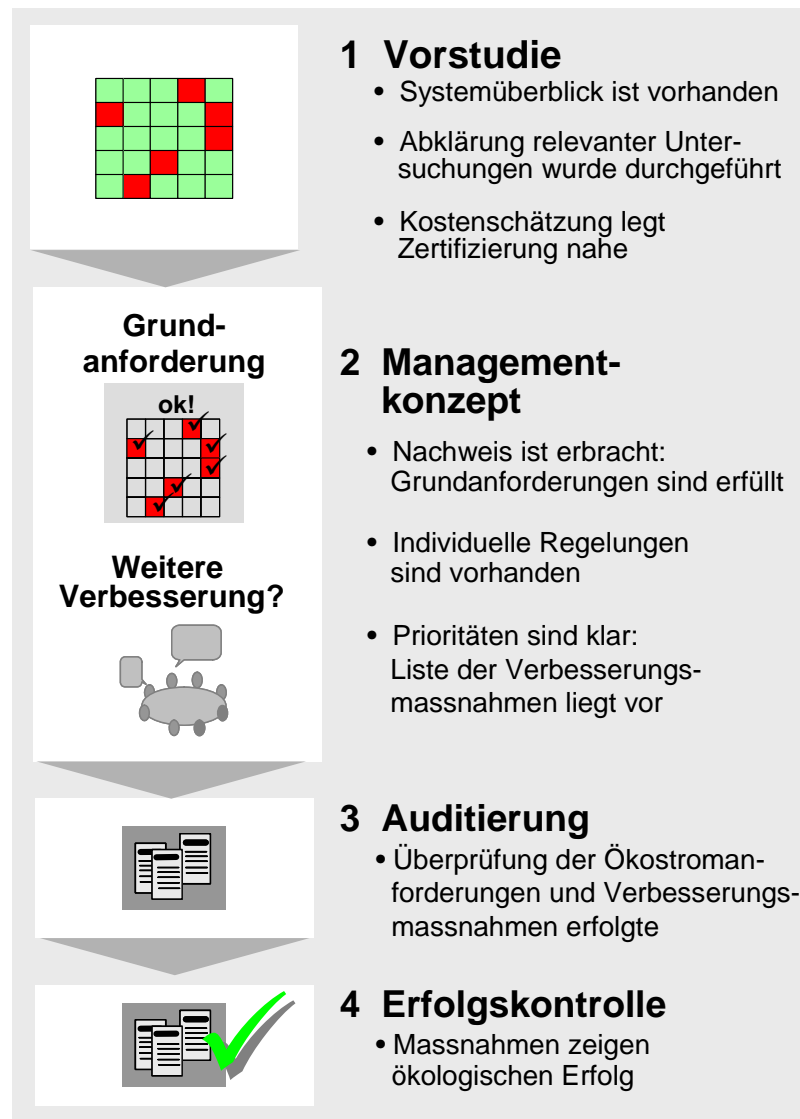


Abb.: 4: Verfahrensablauf zur Zertifizierung der Ökostrom-Wasserkraftanlagen. Er gewährleistet, dass ein naturemade star Kraftwerk die Ökostrom-Grundanforderungen erfüllt und weitergehende, lokale Aufwertungen im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge realisiert (Details vgl. Kap.5-7).

5 VORSTUDIE

5.1 Ziel und Funktion der Vorstudie



Das Ziel der Vorstudie ist es, allfällige ökologische Defizite in dem vom Kraftwerk beeinflussten Einzugsgebiet zu erfassen. Dabei ist vor allem zu ermitteln, welche der Grundanforderungen für ein individuelles Kraftwerk überhaupt relevant sind. Aufgrund der Vorstudie kann eine Kostenschätzung erstellt werden, die den Entschieden erlaubt, ob sich ein Einstieg in eine Ökostromzertifizierung aus betriebswirtschaftlicher Sicht lohnt oder nicht.

Folgende drei Untersuchungsschritte sind im Rahmen der Vorstudie durchzuführen (vgl. Abb. 5):

- Erstens: Ein Systemüberblick → vgl. Kap. 5.2 und in Anhang, Teil V.
- Zweitens: Eine Abklärung, der für das individuelle Kraftwerk relevanten Untersuchungen → vgl. Kap. 5.3
- Drittens: Eine individuelle Kostenschätzung → vgl. Kap. 5.4

Abb.5:
Ablauf der Vorstudie

5.2 Systemüberblick

Funktion Der Systemüberblick ermöglicht eine Charakterisierung des gewässerökologischen Zustandes eines genutzten oder beeinflussten Einzugsgebietes. Er gibt einen Überblick über das Ausmass der Beeinträchtigungen unter verschiedenen ökologischen Aspekten. Gleichzeitig weist er auf anthropogene Nutzungen hin, welche für solche Beeinträchtigungen des Gewässernetzes verantwortlich sein könnten.

Informationsgrundlagen Die Informationen zur Erstellung des Systemüberblickes werden soweit wie möglich aus vorhandener Kraftwerks- und Umweltinformation, durch Gespräche mit lokalen Interessenvertreterinnen und Interessenvertretern sowie durch eine Begehung des Untersuchungsgebietes beschafft. Als Arbeitsgrundlage dient die in Kapitel 2 erwähnte Umweltmanagementmatrix, die auch zur Ermittlung der Ökostrom-Grundanforderungen herangezogen wird. In der Regel sind eine Besichtigung des Kraftwerkes durchzuführen und die wichtigsten ökologischen Defizite im Einzugsgebiet des Kraftwerkes zu identifizieren. Im Anhang (Teil V) finden sich methodische Hinweise zur Durchführung des Systemüberblickes. Diese sind anhand des Beispiels alpiner Speicherkraftwerke illustriert.

Untersuchungsperimeter Im Rahmen des Systemüberblicks sollen alle Gewässerabschnitte erfasst werden, die von der Wasserkraftnutzung beeinflusst sind. Das heisst, der Untersuchungsperimeter, soll durch die Wasserkraftnutzung und nicht durch das natürliche, hydrologische Einzugsgebiet begrenzt sein. So sind im Einzelfall z.B. auch Täler zu berücksichtigen, die durch eine Wasserumleitung von der Nutzung betroffen sind. Gewässerabschnitte hingegen, die im selben hydrologischen Einzugsgebiet liegen, jedoch im wesentlichen durch ein anderes Kraftwerk beeinflusst sind, werden von der Untersuchung ausgeschlossen. Damit die Untersuchungen nicht zu aufwendig werden, kann eine Einschränkung auf relevante Gewässerabschnitte vorgenommen werden. Dabei sind aber zumindest das Hauptgerinne sowie repräsentative Nebengerinne zu erfassen. In der Regel wird der Informationsstand der Kraftwerke, der lokalen Behörden, der Umweltverbände und der Interessengruppen ausreichen, um die jeweils relevanten Gewässerstrecken zu ermitteln. Die genaue Definition des Untersuchungsperimeters soll durch die Fachauditorin oder den Fachauditor ermittelt und vorgeschlagen werden. Ergeben sich offene Fragen oder Probleme bei der Übertragung kleinräumiger Untersuchungen auf das Gesamteinzugsgebiet, werden diese im Rahmen der Fachkoordination (vgl. Kap. 8) geklärt.

5.3 Abklärung relevanter Bearbeitungsschritte

In Kenntnis der vorhandenen Umweltinformation sowie aufgrund der Ergebnisse des Systemüberblicks ist im zweiten Schritt der Vorstudie abzuklären, welche Untersuchungen für die weitere Bearbeitung einer individuellen Ökostrom-Zertifizierung relevant sind, welche Grundanforderungen bereits erfüllt sind oder wo ggf. zusätzliche Abklärungen notwendig wären. Als Entscheidungs-

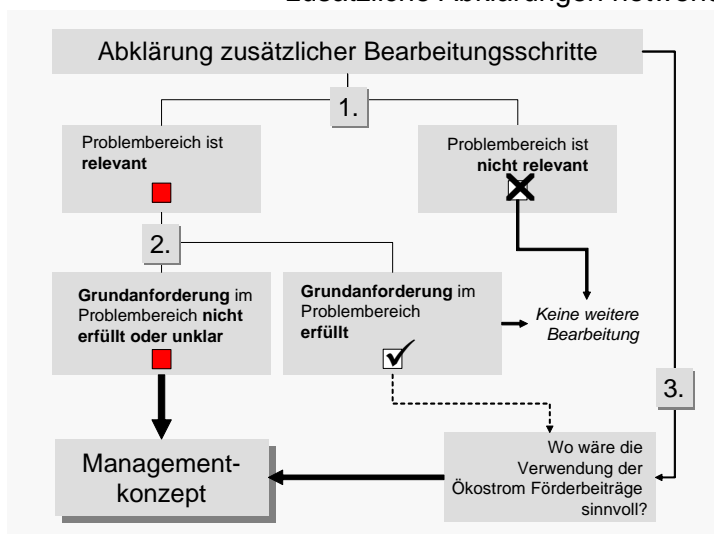


Abb.6: Ermittlung der relevanten Bearbeitungsschritte, die zur Erstellung des Managementkonzepts durchgeführt werden.

grundlage dient die Umweltmanagementmatrix (Abb. 3). Für alle Bereiche der Matrix sollte abgeklärt werden, ob diese im nachfolgenden Managementkonzept weiter zu bearbeiten sind. Das Ergebnis dieser Abklärung ist eine Relevanzmatrix (Tab.1). Diese zeigt auf, welche Untersuchungen zur Erstellung des Managementkonzepts durchgeführt werden müssen und welche nicht. Im Rahmen der Pilotzertifizierungen hat sich folgendes Klassifizierungsschema (Abb. 6) als praktikabel und hilfreich erwiesen:

Zunächst ist zu unterscheiden, ob ein Bereich für das Managementkonzept relevant ist. Falls eine Relevanz vorliegt, so ist zu unterscheiden, ob das betroffene Kraftwerk in diesem Bereich bereits die Ökostrom-Grundanforderungen erfüllt. Ist dies nicht der Fall, so sind weitere Untersuchungen notwendig. Diese sind in der Relevanzmatrix zu kennzeichnen. Ferner sollten die Bereiche ausgewiesen sein, in denen aus ökologischer Sicht eine sinnvolle Verwendung der Ökostrom-Förderbeiträge denkbar wäre. Zur Illustration sind im Folgenden einige Beispiele aufgeführt.

Erste Unterscheidung: Der Bereich ist für das nachfolgende Managementkonzept **relevant** oder **nicht relevant**. Dabei gilt: Grundsätzlich sind alle Problembereiche der Umweltmanagementmatrix relevant, es sei denn die Einschränkungen (a) oder (b) treffen zu.

(a) Der Problembereich ist nachweislich nicht vorhanden, also nicht relevant.

Bsp.: Das Kraftwerk fährt keinen Schwallbetrieb. Somit sind keine weiteren Abklärungen zum Managementbereich Schwall-/Sunk nötig.

(b) Das identifizierte Defizit wird nicht primär durch das Kraftwerk beeinflusst und es besteht gleichzeitig kein Potential für ökologische Aufwertungen im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge.

Bsp.: Die Ufer im Einzugsgebiet eines Laufkraftwerkes sind als naturfern anzusehen. Dieser Zustand kann jedoch nachweislich mit keiner Alternative (auch nicht im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge) aus Hochwasser- oder sicherheitstechnischen Gründen verbessert werden.

Zweite Unterscheidung: Für alle relevanten Untersuchungsbereiche ist zu unterscheiden, ob das Kraftwerk die **Ökostrom-Grundanforderungen erfüllt** oder **nicht erfüllt**.

▪ Der ökologische Zustand des Kraftwerkes in diesem Bereich erfüllt nachweislich die Ökostrom-Grundanforderungen.

Bsp.: Es existiert eine gut dokumentierte und nachweislich funktionsfähige Einrichtung zur Fischdurchgängigkeit

oder:

Bsp.: Das Kraftwerk besitzt ein ökologisch optimiertes Spülkonzept, welches den gestellten Anforderungen nachweislich genügt. Somit erübrigen sich weitere Abklärungen in diesem Bereich.

▪ Die Ökostrom-Grundanforderungen werden nicht erfüllt.

Bsp.: Eine Einrichtung zur Fischdurchgängigkeit fehlt vollständig.

▪ Es ist unklar, ob die Ökostrom-Grundanforderungen erfüllt werden. Weitere Untersuchungen sind notwendig.

Bsp.: Eine Fischtreppe ist zwar vorhanden, aber es ist unklar, ob diese funktioniert.

Dritte Unterscheidung: Für alle relevanten Untersuchungsbereiche ist zu vermerken, wo zusätzliche ökologische Aufwertungen im Rahmen der **Ökostrom-Förderbeiträge** sinnvoll wären.

(a) Die Ökostrom-Anforderungen werden erfüllt, aber es besteht Potential für weitere Aufwertungen im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge.

Bsp.: Eine funktionierende Fischtreppe ist zwar vorhanden, doch ein bestehender Altarm liesse sich in ein Umgehungsgerinne umwandeln. Damit könnte die Durchgängigkeit und Habitatqualität zusätzlich verbessert werden.

Ergebnis der Vorstudie: In Tab.1 ist eine fiktive Relevanzmatrix dargestellt, wie sie nach Relevanzmatrix Durchführung der Vorstudie vorliegen kann. Darin sind die jeweiligen Grundanforderungen ausgewiesen und es ist festgehalten, welche der Grundanforderungen als irrelevant, bzw. bereits erfüllt gelten. Übrig bleiben diejenigen Grundanforderungen, für die Untersuchungen, bzw. Massnahmen-vorschläge ausgearbeitet werden müssen.

Tab 1: Schematische Darstellung einer fiktiven Relevanzmatrix wie sie als Ergebnis der Vorstudie vorliegt. (Angaben wie R1, S6, A7 usw. beziehen sich exemplarisch auf einzelne Anforderungen aus den Kapiteln 9-13; Darstellung verändert nach Vorschlag von P. Baumann, Limnex AG Zürich).

Umweltbereiche	Managementbereiche									
	Restwasser		Schwall/Sunk		Sauraum		Geschiebe		Anlage	
	GA	ÖFB	GA	ÖFB	GA	ÖFB	GA	ÖFB	GA	ÖFB
Hydrologischer Charakter	R1				S1		G1			A1
	R3							G3		
Vernetzung der Gewässer	R5				S3				A3	
	R6				S4					A4
	R7									A5
Feststoffe und Morphologie	R8						G4	G7		A6
							G5			
							G8			
Landschaft und Biotope	R9				S6				A7	
	R10				S7			G9		
Lebensgemeinschaften	R11						G10		A8	
								G11		

Legende:

- GA Grundanforderungen
- ÖFB Ökostrom Förderbeiträge
- R7** relevante, aber noch nicht erfüllte Grundanforderung
- G7** Massnahmen, die im Rahmen der Ökostrom Förderbeiträge (ÖFB) sinnvoll sind.
- Bereich nicht vorhanden / nicht relevant
- Von anderen Anforderungen abgedeckt
- Nachweis auf Funktionsfähigkeit erbracht

5.4 Kostenschätzung



Nachdem die relevanten Untersuchungen in der Relevanzmatrix (Tab. 1) festgehalten sind, lassen sich im dritten Schritt der Vorstudie die Aufwendungen zur Erstellung des Managementkonzepts abschätzen. Diese Aufwendungen setzen sich zusammen aus:

- Definitive Abklärungen und Untersuchung zur Erfüllung der Ökostrom-Grundanforderungen
- Erarbeitung der Verbesserungsmassnahmen für die Ökostrom-Förderbeiträge
- Erstellung der Auditierungsgrundlagen

Kostenmodul Neben den Verfahrenskosten und möglichen weitergehenden Untersuchungskosten sind auch die Kosten der Auditierung und Lizenzierung, die Kosten zur Erfüllung der Grundanforderungen sowie der Aufschlag für Ökostrom-Förderbeiträge zu berücksichtigen. Zur konkreten Kostenberechnung stellt der VUE spezifische Hilfsmittel zur Verfügung.

6 MANAGEMENTKONZEPT

6.1 Ziel und Funktion des Managementkonzepts

Ziel Ziel des Managementkonzeptes ist die Entwicklung eines auf die spezifische Situation der betroffenen Wasserkraftwerke angepassten und verbindlichen Massnahmenplans, der eine ökologisch schonende Betriebsweise und Anlagegestaltung gewährleistet.

Funktion Der im Managementkonzept erarbeitete Massnahmenplan gewährleistet, dass die Grundanforderungen an eine Ökostrom-Wasserkraftanlage erfüllt werden. Für jeden der fünf Managementbereiche werden ökologisch verträgliche Regelungen erarbeitet, sofern diese nicht bereits (z.B. in UVP-Berichten) vorliegen. Die Regelungen garantieren einerseits die Einhaltung der Ökostrom-Grundanforderungen und bestimmen andererseits ökologische Verbesserungsmassnahmen, die im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge umgesetzt werden. Das fertige Managementkonzept dient der Leadauditorin oder dem Leadauditor als Basis des Audits. Die Erarbeitung eines Managementkonzeptes verläuft in drei Untersuchungsschritten (vgl. Abb. 7):

- Erarbeitung individueller Regelungen zu den Managementbereichen → vgl. Kap. 6.2

- Einbezug der Interessengruppen zur Festlegung der Massnahmen, die im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge realisiert werden → vgl. Kap. 6.3
- Erstellung eines Massnahmenplans, der die umgesetzten und die noch umzusetzenden Massnahmen benennt → vgl. Kap. 6.4

6.2 Individuelle Regelungen zu den Managementbereichen

Funktion und Umfang Die individuellen Regelungen des Managementkonzepts beschreiben für jedes spezifische Kraftwerk, wie eine ökologisch schonende Betriebsweise und Anlagegestaltung zu gewährleisten ist. Sie werden nur für diejenigen Managementbereiche erstellt, die im Rahmen der Vorstudie als relevant klassifiziert worden sind. Jede der Regelungen zeigt, ob die Ökostrom-Grundanforderungen innerhalb des Managementbereichs erfüllt sind, bzw. mit welchen Massnahmen diese vor einer Zertifizierung zu erfüllen wären. Ausserdem beschreiben die individuellen Regelungen weitergehende Massnahmen, die im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge zur ökologischen Aufwertung umgesetzt werden können.

Massnahmenvorschläge Für jeden relevanten Managementbereich werden anschliessend Massnahmen ausgearbeitet. Diese sind in die zwei Kategorien unterteilt: Massnahmen für die Ökostrom-Grundanforderungen und Massnahmen für die Ökostrom-Förderbeiträge. Handelt es sich um Massnahmen zur Erfüllung der Grundanforderungen, so sind diese als „obligatorische Massnahmen“ zu kennzeichnen. Handelt es sich hingegen um weiterführende Massnahmen, so sind diese als „optionale Vorschläge“ zu kennzeichnen. Zusätzlich wird auch auf Massnahmen hingewiesen, die durch die Kooperation und Koordination mit Dritten (Hochwasserschutz, staatliche Renaturierungsprojekte, Landwirtschaft, Tourismus, etc.) zu realisieren wären.

Bewertung der Massnahmen Zur ökologisch und ökonomischen Optimierung werden die einzelnen Massnahmen entsprechend ihres Aufwertungspotentials bewertet und hinsichtlich Synergien überprüft. Die Optimierung kann nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen werden:

- Bezüglich dem ökologischen Nutzen (verglichen mit den direkten Kosten der Massnahmen).
- Bezüglich den Umsetzungsschwierigkeiten (technisch, zeitlich, rechtlich, lokale Widerstände, Koordination mit Dritten).

Managementkonzept



1. Individuelle Regelungen

- **Abklären:** Sind die Grundanforderungen bereits erfüllt?
- **Festlegen:** Welche Massnahmen müssen zur Erfüllung der Grundanforderungen realisiert werden?
- **Vorschlagen:** Welche Massnahmen wären zur Verwendung der Ökostrom-Förderbeiträge sinnvoll?

2. Interessensgruppen

- **Prioritäten setzen:** Nach Erfüllung der Grundanforderungen entscheiden die betroffenen Interessensgruppen über Verwendung der Ökostrom-Förderbeiträge

3. Massnahmenplan

- **Prüfen:** Die beschlossenen Massnahmen bilden Auditierungsgrundlage und werden auf Korrektheit überprüft.

Abb. 7: Prinzipielles Schema zur Erstellung des Managementkonzepts: für jeden Managementbereich, der im Rahmen der Vorstudie als relevant erachtet wird, ist ein Massnahmenplan zu erstellen. Dieser klärt, wie die Ökostrom Grundanforderungen zu erfüllen sind und welche Verbesserungsmaßnahmen einen optimalen Mitteleinsatz der Ökostrom-Förderbeiträge gewährleisten.

Verfahrenshilfen Neben den methodischen Angaben und Fallbeispielen, die sich im vorliegenden Bericht in Teil IV finden, erarbeitet die EAWAG zusätzliche, speziell an die einzelnen Managementbereiche angepasste Publikationen. Diese zusätzlichen Hilfestellungen sollen die Erarbeitung des Managementkonzeptes unterstützen sowie mögliche Massnahmen zur Behebung spezifischer Probleme aufzeigen.

6.3 Konsultation lokaler Interessengruppen

Funktion Die Aushandlung und Priorisierung der Massnahmen, welche durch Ökostrom-Förderbeiträge finanziert werden, soll aufgrund der Vorschläge des Massnahmenplans und in Absprache mit den lokalen und regionalen Interessengruppen vorgenommen werden. Grundsätzlich sollten diejenigen Gruppen angesprochen werden, die entweder durch die getroffenen Massnahmen positiv betroffen sind und/oder eigene Aufwertungsprojekte verfolgen. Damit ist die ökologische Wirkung der Massnahmen zu verbessern und eine optimale Verwendung der Mittel möglich.

Vorgehen Bei der Durchführung der Konsultation sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Begrüssung der jeweils relevanten Interessengruppen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt: Lokale und/oder regionale Behördenvertreterinnen und -vertreter, lokal aktive Umweltschutzkreise, allenfalls Anwohnerinnen und Anwohner sowie Personen anderer Gewässer- und Gewässerrandnutzungen (Landwirtschaft, Fischerei, Kiesabbau, Tourismus usw.). Es ist darauf zu achten, dass sich die angesprochenen Personen seriös mit der allgemeinen Thematik und dem konkreten Projekt auseinandersetzen können.
- Die Ergebnisse zur Sicherstellung der Ökostrom-Grundanforderungen sowie die Verbesserungsoptionen, die im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge umsetzbar sind, sollten transparent und nachvollziehbar dargestellt werden.
- Soweit möglich, ist ein Konsens bezüglich der Auswahl und Priorisierung der Massnahmen zu erreichen, die zur Verwendung der Ökostrom-Förderbeiträge realisiert werden sollen.
- Die Konsultationen sollten nicht zum Austragen grundsätzlicher Debatten oder Streitigkeiten missbraucht werden. Falls aus früheren Verhandlungen Konflikte zwischen dem Kraftwerk und den Interessensgruppen existieren, sollte allenfalls die Hilfe einer Vermittlungsperson in Anspruch genommen werden.

6.4 Massnahmenplan als Resultat des Managementkonzepts

Das Resultat des Managementkonzeptes ist ein mit Prioritäten versehender Massnahmenplan, der für das Kraftwerk verbindlich ist. Der Massnahmenplan wird durch einen Begleitbericht ergänzt, in welchem die Auswahl der Massnahmen kommentiert und begründet wird. Gemeinsam mit den Ergebnissen, Karten und Berichten der Vorstudie bildet der Massnahmenplan die Grundlage zur Auditierung. Sofern alle betroffenen Interessensvertreterinnen und Interessensvertreter zustimmen, können die Massnahmenpläne auch später oder fortlaufend weiterentwickelt werden.

7 AUDITIERUNG UND ERFOLGSKONTROLLE

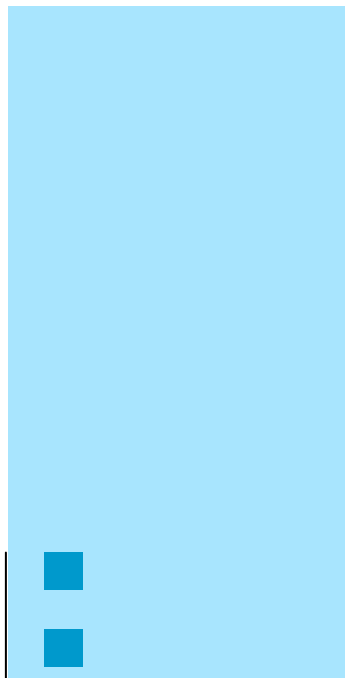
Prinzip der Auditierung Die Auditierung stellt eine unabhängige Prüfung der Unterlagen und insbesondere des Massnahmenplans dar. Die Auditorin oder der Auditor hält in einem entsprechenden Bericht fest, ob die Aussagen in den Unterlagen nachvollziehbar sind und ob das Verfahren ordnungsgemäss durchgeführt worden ist. Im Falle von fachlichen Unklarheiten kann die Leadauditorin oder der Leadauditor entsprechende Fachauditorinnen oder Fachauditoren beiziehen.

Auditierung und Lizenzierung Fällt der Auditierungsbericht positiv aus, entscheidet der Vorstand des VUE über die Vergabe des Labels. Die Zertifizierung ist mit der Unterzeichnung eines Lizenzvertrages verbunden. Danach ist das Kraftwerk berechtigt, das entsprechende Label zu verwenden.

Rezertifizierung, Monitoring und langfristige Qualitätssicherung Im Rahmen der VUE-Richtlinien, soll eine Auditorin oder ein Auditor jährlich die Energieumsätze der Anlage überprüfen (Kontrollaudit). Falls keine Mängel oder Verstösse gegen den Lizenzvertrag festgestellt werden, wird das Zertifikat automatisch verlängert. Nach fünf Jahren ist entsprechend der aktuellen VUE-Kriterien eine Rezertifizierung vorgesehen. Hierzu sollten die Massnahmen der relevanten Managementbereiche hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit dokumentiert sein (Erfolgskontrolle). Es ist deshalb zu gewährleisten, dass die Verbesserungsmassnahmen funktionsfähig umgesetzt und wichtige kraftwerksbezogene Informationen (z.B. Daueraufzeichnungen der Pegelstände, Betriebszustände, besondere Vorkommnisse usw.) erfasst und dokumentiert werden (einfaches Monitoring). Bei Bedarf sollten diese Daten einer Überprüfung zur Verfügung stehen. Spätestens im Rahmen der Rezertifizierung (VUE: 5 Jahre) sind sowohl abiotische als auch biotische Erfolgskontrollen der getroffenen Massnahmen darzulegen.

■ Teil III:

Ziele und Anforderungen an das Managementkonzept



-
-
-
-
-
-
-
-
-

8 DIE ÖKOSTROM-GRUNDANFORDERUNGEN

Überblick Teil III dieses Berichtes geht auf die Charakterisierung der Ökostrom-Grundanforderungen ein. Zu deren Bemessung werden ökologische Zielvorgaben formuliert. Um diese Ziele erreichen zu können, sind jeweils spezifische Kriterien (Grundanforderungen) angegeben. Zur Hilfe und Qualitätssicherung schliesst sich in Teil IV eine kommentierte Literaturliste an.

Zielvorgaben zur Bemessung der Ökostrom-Grundanforderungen Die Ziele zur Bemessung der Ökostrom-Grundanforderungen umschreiben den ökologischen Zustand eines Ökostrom-Wasserkraftwerkes nach der Zertifizierung. Sie orientieren sich an der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässersystems, welche trotz Wasserkraftnutzung gewährleistet bleiben, bzw. wiederhergestellt werden sollte.

Flexibilität Die Ökostrom-Grundanforderungen gelten generell für alle Ökostrom-Kraftwerke, unabhängig ihres ökologischen Ausgangszustands. In Ausnahmefällen, welche ökologisch begründet sein müssen, ist jedoch eine Abweichung möglich. Eine ökologische Begründung liegt dann vor, wenn sichergestellt ist, dass die Abweichung in Bezug auf die lokalen und regionalen Umweltbedingungen zu einem Vorteil gegenüber der strikten Einhaltung der Anforderungen führt. Die Beurteilung des ökologischen Vorteils orientiert sich dabei am *ursprünglich natürlichen Gewässertyp* sowie der *gewässertypischen Biozönose*. In solchen Fällen ist den beurteilenden Expertinnen und Experten ein fachlich begründeter Interpretations- und Ermessensspielraum zuzugestehen. Diese Flexibilität kann genutzt werden, um individuelle und auf das betroffene Gewässer angepasste Lösungen zu suchen, welche ein optimiertes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. Nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, dass sämtliche ökologischen oder betrieblichen Massnahmen sich dem Primat der Sicherheit unterzuordnen haben.

Fachkoordination bei offenen Fragen Alle offenen Fragen, insbesondere auch die, die sich bezüglich des Interpretations- und Ermessensspielraums ergeben, werden von den Fachauditorinnen und Fachauditoren zusammen mit der EAWAG und dem VUE geklärt. Hierzu können nach Bedarf gemeinsame Workshops durchgeführt werden.

Inhaltliche Überschneidungen Die fünf Managementbereiche sind inhaltlich sehr eng miteinander verbunden, so dass gegenseitige Wechselwirkungen und Überschneidungen unvermeidbar sind. Die einzelnen Grundanforderungen können somit nicht losgelöst voneinander betrachtet werden. Dies führt dazu, dass ähnliche Grundanforderungen bei inhaltlich eng verknüpften Themen doppelt auftreten können.

Dieser Umstand wurde bewusst gewählt, um das Zusammenspiel zwischen den fünf Managementbereichen selbst dann zu gewährleisten, wenn die Untersuchungen von unterschiedlichen Fachpersonen oder Firmen bearbeitet werden.

Kraftwerkstypen Die Ökostrom-Grundanforderungen sind für verschiedene Kraftwerke unterschiedlich relevant. So sind einzelne Ziele und Anforderungen nur für bestimmte Kraftwerkstypen und Betriebsarten gültig (Bsp. Schwallbetrieb). Welche Ökostrom-Grundanforderungen im Rahmen der Zertifizierung relevant sind, bzw. welche zu erfüllen sind, wird innerhalb der Vorstudie (vgl. Abb. 6) überprüft und als Relevanzmatrix (Tab. 1) dargestellt. Das vorliegende *greenhydro* Verfahren wurde am Beispiel alpiner Speicherkraftwerke und grosser Laufkraftwerke der Schweiz entwickelt. Es ist damit für Kraftwerke des Alpenbogens sowie für Kraftwerke der europäischen Mittelgebirge anwendbar. Für Kleinwasserkraftanlagen sieht der VUE ein vereinfachtes Verfahren vor. Bedingung einer *naturemade star* Zertifizierung ist jedoch auch hier, dass die Ökostrom-Grundanforderungen erfüllt und funktionsfähig umgesetzt sind. Grundlagen für Vereinfachungen in den Verfahren finden sich in Truffer et. al. (2000). Zur Übertragung auf Anlagen, die ein deutlich anderes strukturiertes Einzugsgebiet aufweisen oder in einer völlig anderen geographischen Region liegen, müsste noch weitere wissenschaftliche Grundlagenarbeit geleistet werden.

Beziehung zwischen ökologischen Anforderungen und wirtschaftlicher Umsetzung Die ökologischen Ziele und Grundanforderungen sind in der Praxis möglichst wirtschaftlich und effizient umzusetzen. Es ist den Autorinnen und Autoren bewusst, dass die Erfüllung gewisser Anforderungen dennoch in Einzelfällen an betriebswirtschaftliche Grenzen stossen kann. Da die Ökostrom-Zertifizierung jedoch freiwillig ist, wird diesem Umstand Rechnung getragen: Das *greenhydro* Verfahren ist so aufgebaut, dass die Kostenfolge einer Zertifizierung zu einem sehr frühen Zeitpunkt für das Kraftwerk transparent wird (vgl. Kap. 5).

Neu konzessionierte Anlagen (spezifisch für die Schweiz) Die Ökostrom-Grundanforderungen orientieren sich in der Schweiz am ökologischen Niveau einer neu konzessionierten Anlage (entsprechend dem revidierten Gewässerschutzgesetz und unter Berücksichtigung der weiteren Gesetze NHG, BFG, RPG etc. >Glossar). Bei der Entwicklung der Grundanforderungen zeigte sich, dass dieses Niveau einen soliden und politisch konsensfähigen Standard darstellt. Bei Anlagen, die bereits im Besitz einer Neukonzession sind, kann folglich davon ausgegangen werden, dass die Grundanforderungen in der Regel erfüllt sind. Daher sind die einzelnen Untersuchungsbereiche nur zu überprüfen und anhand der vorhandenen Daten auf ihre Funktionsfähigkeit hin kurz zu dokumentieren. Es sollten insbesondere diejenigen Bereiche identifiziert werden, für die ein substantielles Aufwertungspotential im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge besteht.

Vorgeschlagene Erhebungsmethoden In Teil IV (Kommentierte Literaturliste) werden zu den einzelnen Managementbereichen Erhebungsmethoden vorgeschlagen und kurz kommentiert. Mit ihrer Hilfe kann eine Fachauditorin oder ein Fachauditor die ökologische Situation der Anlagen abschätzen und eine dem Stand der Technik entsprechende Bemessung der Ökostrom-Grundanforderungen ableiten. Die Bemessung entsprechend dem aktuellen Stand der Technik dient der Qualitätssicherung. Die Literatur wurde daher entsprechend folgender Themenbereiche zusammengestellt:

- Generelle Hintergrund- und Grundlagenliteratur zum Managementbereich.
- Speziell an die Grundanforderungen angepasste Literatur zum aktuellen Stand der Technik sowie Literatur zum Methoden- und Untersuchungsniveau.
- Literatur zu ausgewählten Referenzobjekten, Projektberichten oder praktischen Fallbeispielen (sofern vorhanden).
- Weiterführende wissenschaftliche Literatur (nur falls für Managementbereich notwendig oder hilfreich).

Um eine dauerhafte Qualitätssicherung zu gewährleisten, sollten die Literaturangaben fortlaufend an den aktuellen Stand der Technik angepasst werden. Die vorliegende Literaturliste ist damit zwangsläufig unvollständig. Davon betroffen sind insbesondere die Erhebungsmethoden. Sofern neue und wissenschaftlich begründete Bemessungstechniken entwickelt werden, sollten diese fortlaufend in das *greenhydro* Verfahren integriert werden. Damit dient die Zusammenstellung der empfohlenen Literatur in erster Linie als Richtlinie für das Untersuchungsniveau und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vergleichbare und wissenschaftlich anerkannte Methoden können somit ebenfalls zur Bemessung der Grundanforderungen herangezogen werden.

Fischgewässer Einzelne Grundanforderungen sind danach differenziert, ob es sich bei den betroffenen Gewässern um Fischgewässer handelt. Die Definition der Fisch- oder Nichtfischgewässer basiert auf folgender Unterscheidung.

Danach sind Fischgewässer:

- Gewässer mit einer ursprünglich und natürlich reproduktionsfähigen Fischpopulation oder
- Gewässer mit einer reproduktionsfähigen Besatzfischpopulation oder
- Gewässer mit Besatzfischen, die über längere Zeit (mindestens ein Jahr) überleben können oder
- Gewässer, die temporär keinen Fischbestand aufweisen, die aber von Fischen als Laichgebiete verwendet werden

Nichtfischgewässer sind:

- Gewässer ohne Fische
- Gewässer mit Besatzfischen, die nur kurzfristig (das heisst weniger als ein Jahr) überleben.

*Auen und andere
besonders schützenswerte
Lebensräume und
Landschaften*



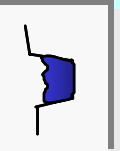
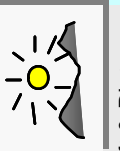

Für die folgenden Themen gelten Sonderregelungen, die vom generellen Zertifizierungskonzept abweichen: Sind innerhalb des Perimeters (vgl. Kap. 2.5) einer Anlage inventarisierte Auengebiete oder andere besonders schützenswerte Lebensräume vorhanden, so soll folgendermassen vorgegangen werden: Zum Zeitpunkt der Zertifizierung muss der Auenschutz (resp. der Schutz weiterer, nach Art. 18 NHG als besonders schützenswert gekennzeichnete Lebensräume) gewährleistet sein. Dies erfolgt z.B. über die Ausarbeitung eines Auenschutzkonzepts, das einen definierten und mit Prioritäten versehenen Massnahmenkatalog enthält. Dieser soll gewährleisten, dass die Aue auch unter Einfluss des Kraftwerksbetriebes funktionsfähig erhalten bleibt. Dazu soll die morphologische Dynamik sowie die ökologische Funktion der Lebensräume und Lebensgemeinschaften erhalten bleiben, bzw. wieder hergestellt werden. Es soll ferner eine Restwasserregelung vorliegen, welche eine langfristige Trockenlegung vermeidet sowie die hydrologischen und edaphischen (>Glossar) Bedingungen der Weich- und Hartholzauen erhalten kann. Die Realisierung dieses Konzeptes hat im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge oberste Priorität, sofern andere Nutzinteressen im Auengebiet einvernehmlich eingebunden werden können.

*Praxistauglichkeit des
EAWAG-Verfahrens*

Die ersten Pilotzertifizierungen zeigten bei verschiedenen Kraftwerkstypen, dass die Zielsetzungen und Grundanforderungen des *greenhydro* Verfahrens in der Praxis unter vertretbarem Aufwand anwendbar sind. Die Zusammenarbeit zwischen der EAWAG und den Fachauditoren ermöglichte eine praktische Handhabung des Interpretations- und Ermessensspielraumes, ohne dass es zu Konzessionen bezüglich der Glaubwürdigkeit kam. Damit haben die Pilotzertifizierungen den Beweis erbracht, dass das Verfahren praxistauglich ist. Erste konkrete Kraftwerke konnten bereits mit dem Label *naturemade star* ausgezeichnet werden.

In der nachfolgenden Übersichtsmatrix sind die Ökostrom-Grundanforderungen bezüglich ihrer Managementbereiche zusammengestellt. Die folgenden Kapitel erläutern diese anschliessend detailliert.

Übersichtsmatrix zur Ermittlung der Ökostrom-Grundanforderungen

	Restwasser- regelungen (Kap. 9)	Schwall-/ Sunkregelungen (Kap. 10)	Stauraum- management (Kap. 11)	Geschiebe- management (Kap. 12)	Anlagen- gestaltung (Kap. 13)
 Hydrologischer Charakter	R1-R3	SS1-SS3	S1-S3	G1	A1-A2
 Vernetzung der Gewässer	R4-R6	SS4	S4-S6	keine	A3
 Feststoffe & Morphologie	R7	keine	S7-S8	G2-G5	A4
 Landschaft & Biotope	R8-R9	SS5-SS6	S9-S10	G6	A5-A6
 Lebensgemeinschaften	R10-R11	SS7	S11-S13	G6	A7

9 GRUNDANFORDERUNGEN DER RESTWASSERBEMESSUNG

Ökologisch bedeutende Aspekte der Restwasserregelung Restwasser kann zu starken Veränderungen der abiotischen und biotischen Lebensbedingungen im und am Gewässer führen. Verallgemeinerungen sind bei der Beurteilung der Auswirkungen oft nicht möglich, da sich viele Beurteilungsfaktoren nach den lokalen Gegebenheiten richten. Zur ökologisch und ökonomischen Optimierung einer Restwasserbemessung sind daher in der Regel individuelle Untersuchungen notwendig. So beeinflussen u.a. gewässertypische Faktoren (z.B. Fliesscharakter eines Gebirgsbachs) und anthropogene Einflüsse (z.B. Grad der Verbauung) die ökologische Relevanz der Wasserentnahme. Ebenso spielt die Betriebsweise der Wasserkraftanlage, das Schluckvermögen der Turbinen und die Bewirtschaftungsweise von Speichern eine erhebliche Rolle. Wichtig ist, welcher Abfluss in einem bestimmten Abschnitt tatsächlich eine ökologische Bedeutung hat. Daher wurden in vielen Ländern die alten, meist rein hydrologisch-statistisch abgeleiteten Ansätze zur Festlegung der Mindestwasserregelung durch flexible Lösungen abgelöst (vgl. z.B. revidiertes Schweizerisches Gewässerschutzgesetz oder Stand der Technik in Kap. 14.1). Im Rahmen einer Ökostrom-Zertifizierung kommen daher individuelle und lebensraumbezogene Ansätze zum Einsatz. Diese konzentrieren sich auf einen ökologisch begründeten Sockelabfluss sowie auf eine am Gewässertyp angepasste Dynamik. Eine inhaltliche Koordination mit anderen Managementbereichen ist ausdrücklich erwünscht und bei einzelnen Grundanforderungen unumgänglich (vgl. Kap. 8).

9.1 Zielsetzung einer ökologisch begründeten Restwasserregelung

Übergeordnete Zielsetzung Das Ziel einer ökologisch orientierten Restwasserregelung ist die Sicherstellung eines am natürlichen Charakter des Gewässers abgeleiteten Abflussregimes. Ausser in begründeten Ausnahmefällen (vgl. Kap. 8) soll die Restwasserregelung somit einen naturnahen und dem jeweiligen Gewässertyp angepassten Abflusscharakter aufweisen, die natürliche Verzahnung der Gewässer mit ihrem naturnahen Fliesscharakter ermöglichen sowie die naturnahe Artenvielfalt der Tiere und Pflanzen bewahren. Die Restwasserregelung soll an ökologisch bedeutenden Stellen des Einzugsgebiets durch individuelle Untersuchungen ermittelt werden. Die Festlegung einer endgültigen Restwasserregelung, welche für das gesamte genutzte Einzugsgebiet und alle Wasserfassungen Gültigkeit hat, ist aufgrund dieser Untersuchungen abzuleiten. Ergeben sich offene Fragen oder Probleme bei der Übertragung kleinräumiger Untersuchungen auf das Gesamteinzugsgebiet, sollen diese mit der Fachkoordination (vgl. Kap. 8) geklärt werden.

Hydrologischer Charakter

- Die Restwasserregelung soll Aspekte der **Saisonalität** (unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Abflussschwankungen) und der **Variabilität** (unter Berücksichtigung des Zeitpunkts, der Häufigkeit und des Ausmasses der Hochwasser) abbilden, damit im Jahresverlauf ein möglichst naturnahes Abflussregime gewährleistet wird und natürliche Umlagerungs- und Austauschprozesse ermöglicht werden.
- Ein **minimaler, saisonal angepasster und (für Speicherkraftwerke nach Möglichkeit) zuflussabhängiger Sockelabfluss** soll eine natürliche Vielfalt der Strömungs- und Habitatmuster garantieren und den gewässertypischen Biozönosen im Jahresverlauf genügend Lebensraumvielfalt bieten. Der Sockelabfluss darf nur in natürlich trockenfallenden Gewässern unterschritten werden.

Vernetzung der Gewässer

- Die **ursprüngliche Vernetzung** zwischen dem Oberflächengewässer, dem Umland und dem Grundwasser soll durch die Restwasserführung nicht unterbunden oder massiv gestört werden. Die vom Grundwasser abhängige Trinkwassergewinnung soll nicht gefährdet werden.
- Die Restwasserregelung soll so gestaltet sein, dass es zu **keiner unnatürlichen Isolation** der Nebengewässer und damit zu einer Isolation der Fisch- und Invertebratenfauna kommt.
- Die **Wassertiefe** soll in der gesamten Restwasserstrecke eine freie Fischwanderung gewährleisten, sofern die Gewässerabschnitte natürlicherweise von Fischen besiedelt sind und bei natürlichem Abfluss natürlicherweise durchwandert werden können.

Feststoffhaushalt und Morphologie

- Die Restwasserregelung soll eine natürliche Struktur der **Gewässersohle** gewährleisten.
- Auch innerhalb einer Restwasserstrecke soll ein zeitnaher (>Glossar) **Geschiebetransport** und der Erhalt des Geschiebegleichgewichts gewährleistet sein.

Landschaft und Biotope

- Die Restwasserführung soll so bemessen sein, dass es nicht zu einer für das Gewässer atypischen Veränderung des **Fliesscharakters** kommt. Inventarisierte oder weitere, besonders schützenswerte Lebensräume sowie Landschaftselemente, die direkt oder indirekt von der Art und Grösse des Gewässers abhängen, sollen in ihrer natürlichen und naturräumlichen Charakteristik und Dynamik erhalten bleiben.
- Sind **inventarisierte Auen** im Perimeterbereich der Kraftwerkes betroffen, so gilt eine Sonderregelung (vgl. Kap. 8).

Lebensgemeinschaften

- Die Restwasserregelung soll naturnahe Habitatstrukturen erhalten, so dass die vom Gewässer abhängige **natürliche Artenvielfalt der Tiere und Pflanzen** bewahrt wird. Insbesondere sollen die **einheimischen Fischarten**, das heisst auch alle ehemals im Gewässer (also potentiell) vorkommenden Fischarten, durch eine angemessene Restwasserregelung reproduktionsfähig erhalten bleiben.
- Lebensgemeinschaften, die direkt von einer naturnahen Gewässerdynamik abhängen, dürfen nicht unwiederbringlich verloren gehen. Daher soll die Restwasserregelung auch die **Neuentstehung von Sedimentstandorten** (Pionier- und Sukzessionsflächen) ermöglichen, wo dies aufgrund der natürlichen Gegebenheiten erforderlich erscheint.
- Die Restwasserregelung soll ein naturnahes **Temperaturregime** und **Verdünnungsverhältnis** gewährleisten, so dass die Lebensgemeinschaften nicht durch kritische Temperatur- und/oder Sauerstoffwerte geschädigt werden können und eine ausreichende Selbstreinigungskapazität für vorhandene Abwassereinleitungen gewährleistet bleibt.

9.2 Grundanforderungen zur Bemessung einer ökologisch begründeten Restwasserregelung

Die nachfolgenden „Soll“-Formulierungen bedeuten, dass die aufgeführten Grundanforderungen für jedes Ökostrom-Kraftwerk verbindlich sind, unabhängig des jeweiligen ökologischen Ausgangszustands. In ökologisch begründeten Ausnahmefällen ist jedoch eine Abweichung entsprechend der Richtlinien aus Kap. 8 möglich.

Grundanforderungen: hydrologischer Charakter	Gültigkeit
(R1) Gedämpftes natürliches Abflussregime In Restwasserstrecken soll das Abflussregime (das heisst die ausgeprägte Veränderung der Wasserführung im Jahresverlauf) eine dem unbeeinflussten Regime angepasste Saisonalität und Variabilität aufweisen. Für Laufkraftwerke sind möglichst Lösungen zu realisieren, die dem natürlichen Abflussgeschehen folgen.	Speicher- und Laufkraftwerke
(R2) Minimaler, saisonal angepasster und zuflussabhängiger Sockelabfluss Ein minimaler, saisonal angepasster, zuflussabhängiger Sockelabfluss soll nicht unterschritten werden. Dieser ist individuell so bemessen, dass die Organismen der natürlich vorkommenden Artengemeinschaften nachweislich eine genügende Strömungs- und Habitatvielfalt vorfinden (natürlich trocken fallende Gewässerstrecken bleiben vorbehalten).	Laufkraftwerke
(R3) Minimaler, saisonal angepasster und zuflussabhängiger Sockelabfluss Ein minimaler, saisonal gestaffelter (nach Möglichkeit zuflussabhängiger) Sockelabfluss soll an den Wasserfassungen im Einzugsgebiet nicht unterschritten werden. Dieser ist individuell so bemessen, dass die Organismen der natürlich vorkommenden Artengemeinschaften nachweislich eine genügende Strömungs- und Habitatvielfalt vorfinden (natürlich trockenfallende Gewässerstrecken bleiben vorbehalten). Kann in einem komplexen Einzugsgebiet, das viele Wasserfassungen einschliesst, nicht jede Fassung individuell untersucht werden, so ist eine entsprechende Begründung vorzulegen. Mit Hilfe repräsentativer Untersuchungen soll die Restwasserabgabe für diese Fassungen extrapoliert werden, so dass im Massnahmenplan jede Wasserfassung in ein ökologisch begründetes Gesamtkonzept zur Restwasserbestimmung eingebunden ist. Ergeben sich offene Fragen oder Probleme bei der Übertragung kleinräumiger Untersuchungen auf das Gesamteinzugsgebiet, so sollen diese zwischen der Fachauditorin oder dem Fachauditor und der Fachkoordination (vgl. Kap. 8) geklärt werden.	Speicher- kraftwerke

Grundanforderung: Vernetzung der Gewässer	Gültigkeit
(R4) Verzahnung Oberflächengewässer, Umland & Grundwasser Die natürliche Verzahnung des Ökotoons Wasser-Land soll mit Hilfe der Restwasserregelung nicht dauerhaft beeinträchtigt werden und die Grundwassereinspeisung soll nicht signifikant vermindert werden.	Speicher- und Laufkraftwerke

- | | | |
|------|---|--|
| (R5) | Keine unnatürliche Isolation von Nebengewässern
Die Restwassermenge soll so bemessen sein, dass es zu keiner unnatürlichen Isolation der Nebengewässer kommt. Diese Anforderung trifft nur dann zu, wenn die Isolation eindeutig auf die Restwasserführung und nicht z.B. auf kraftwerksfremde Verbauungen zurückzuführen ist. Ist die Isolation durch solche Verbauungen verursacht, so sollten diese primär im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge durch Rückbaumassnahmen behoben werden. | <i>Speicher- und Laufkraftwerke</i> |
| (R6) | Ausreichende Wassertiefe für Fischwanderung
Die Restwassermenge soll so bemessen sein, dass eine saisonal ausreichende Wassertiefe vorhanden ist, so dass die Fischwanderung sowohl im Hauptgewässer wie zu und in Nebengewässern gewährleistet ist. Diese Anforderung gilt nur für Fischgewässer gemäss der Definition in Kap. 8. | <i>Speicher- und Laufkraftwerke, nur Fischgewässer</i> |

**Grundanforderungen:
Feststoffhaushalt und
Morphologie**

Gültigkeit

- | | | |
|-------------|--|-------------------------------------|
| (R7) | Erhalt der natürlichen Struktur der Gewässersohle
Die Restwasserstrecke weist einen an der natürlichen Sohlstruktur angepassten Charakter auf. Insbesondere soll die Transportkapazität der Restwasserstrecken ausreichen, um vertümpelte Fließstrecken sowie weiträumige Ablagerungen der Feinsedimente (äussere Kolmation) zu vermeiden. | <i>Speicher- und Laufkraftwerke</i> |
| Querverweis | Koordination mit Geschiebemanagement
Die Restwasserregelung soll in Koordination mit dem Geschiebemanagement erarbeitet werden. Insbesondere sollen die Aspekte des zeitnahen Geschiebetransports sowie der Erhalt des Geschiebegleichgewichts in gegenseitiger Absprache der beiden Bereiche untersucht werden. | <i>Speicher- und Laufkraftwerke</i> |

**Grundanforderungen:
Landschaft und Biotope**

Gültigkeit

- | | | |
|------|--|---|
| (R8) | Erhalt schützenswerter Lebensräume und Landschaftselemente in ihrer Funktion
Die Restwasserregelung soll inventarisierte oder weitere besonders schützenswerte Lebensräume sowie Landschaftselemente in ihrer natürlichen Charakteristik erhalten. | <i>Speicher- und Laufkraftwerke</i> |
| (R9) | Sonderregelung beim Erhalt inventarisierter Auen
Sind innerhalb des Perimeters einer Anlage inventarisierte Auengebiete vorhanden, so soll für diese eine Sonderregelung entsprechend der Anforderungen in Kap. 8 gelten. | <i>Speicher- und Laufkraftwerke, nur falls inventarisierte Auen betroffen</i> |

- (R10) **Erhalt natürlicher Artenvielfalt, insbesondere einheimischer Fischarten sowie seltener und gefährdeter Lebensgemeinschaften**
- Die Restwasserregelung soll individuell so gestaltet sein, dass sie eine naturnahe Habitatvielfalt als Lebensgrundlage der heimischen Artenvielfalt der Tiere und Pflanzen nachweislich bewahren kann. Insbesondere soll die Restwasserregelung die Voraussetzung schaffen, dass einheimische Fischarten, das heisst auch alle ehemals (also potentiell) vorkommenden Fischarten, auf einem bestandessichernden Niveau reproduktionsfähig bleiben. Der Erhalt seltener und gefährdeter Lebensgemeinschaften, die direkt von der Art und Grösse des Gewässers abhängig sind, insbesondere Pionier- und Sukzessionsflächen, soll gewährleistet sein.
- Speicher- und Laufkraftwerke*
- (R11) **Vermeidung kritischer Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse sowie Erhalt der Selbstreinigungskapazität**
- Innerhalb der Restwasserstrecken soll nachweislich gewährleistet sein, dass es zu keinen kritischen Temperatur- und Sauerstoffverhältnissen kommt, welche die heimischen Lebensgemeinschaften gefährden könnten. Ebenso soll das Verdünnungsverhältnis innerhalb der Restwasserstrecken und insbesondere nach Abwassereinleitungen ausreichen, um eine geeignete Selbstreinigungskapazität zu gewährleisten.
- Speicher- und Laufkraftwerke*

10 GRUNDANFORDERUNGEN DER SCHWALL- /SUNKREGELUNG

Ökologisch bedeutende Aspekte der Schwall-Sunkregelung Die hier behandelten Schwall-/Sunkregelungen konzentrieren sich auf Schwall-/Sunkereignisse, wie sie bei der Bewirtschaftung von Tages-, Wochen-, Saison- oder Jahresspeichern auftreten (i.d.R. Spitzenstromproduktion) oder als Folge eines Schwall- und Kippbetriebs bei Laufkraftwerken zu beobachten sind (>Glossar). Da diese intermittierende Betriebsweise in erster Linie an die Energienachfrage und nicht an ökologische Randbedingungen gebunden ist, kommt es in den beeinflussten Gewässerabschnitten häufig zu schnellen und sehr starken Abflussschwankungen, auf die sich die Organismen nicht rechtzeitig einstellen können. Solche Abflussänderungen beeinflussen die Verteilung und Qualität der physikalischen Habitate und schränken in der Folge die Lebensbedingungen der Organismen massiv ein: Während der Schwallphase entstehen durch die unnatürliche Erhöhung des Abflusses hydraulische Bedingungen, die u.a. zur mechanischen Abschwemmung, zu starker Drift oder aktivem Fluchtverhalten führen. In der Sunkphase können die Organismen in trockenen Gewässerabschnitten verlanden oder in Tümpeln isoliert werden und dort als Folge der absinkenden Sauerstoffkonzentrationen ersticken. Dieser Effekt ist besonders auf den Gewässerstrecken zu beachten, die aufgrund ihrer natürlichen (oder renaturierten) Uferstrukturen reichhaltige Flachwasserzonen aufweisen. Ferner kann sich die Problematik in Kraftwerksketten zusätzlich verstärken, wenn sich die Effekte an einem einzigen Gewässer überlagern. Schwall-/Sunkeffekte sollten daher, wenn immer möglich, im Kontext der Kraftwerksketten gelöst werden. Falls dies nicht möglich ist, sollen zumindest bei den einzelnen Ökostrom-Kraftwerken die Bedingung geschaffen werden, um Effekte des Schwall-/Sunkbetriebs lokal zu minimieren. Hingegen ist die grundlegende Veränderung des hydrologischen Regimes (Umkehr der durchschnittlichen Sommer- und Winterabflüsse), wie sie bei der Bewirtschaftung grosser Jahresspeicher auftritt, im Rahmen einer Ökostrom-Zertifizierung dieser Anlagen als nicht veränderbar hinzunehmen.

10.1 Zielsetzung einer ökologisch begründeten Schwall-/Sunk Regelung

Übergeordnete Zielsetzung Aufgrund der oben stehenden Aspekte steht die **Dämpfung** der Abflussschwankungen als Hauptziel einer ökologisch begründeten Schwall- und Sunkregelung im Mittelpunkt der Untersuchungen. Eine ökologische Betriebsweise sollte gewährleisten, dass die Abflussschwankungen bezüglich der Schwallfrequenz, der Schwall-/Sunkamplitude und bezüglich des Anstiegs- und Abstiegsgradienten der Schwallwellen so gestaltet sind, dass die Gewässerbiozöten nicht massiv beeinträchtigt werden und keine langfristig schädigende Beeinträchtigung der natürlichen

Artenvielfalt der Pflanzen und Tiere erfolgt. Der Schwall-/ Sunkbetrieb soll sich dabei an die langsamer an- und abklingenden, natürlichen Hochwasserwellen annähern. Dies ist besonders bei natürlichen oder naturnahen Rückgabestrecken von besonderer Bedeutung. Im Fall von Kraftwerksketten, die einen überlagerten Schwall-/Sunkbetrieb führen, sollen die Massnahmen möglichst in gegenseitiger Kooperation realisiert werden, um in erster Linie die Kettenproblematik zu lösen oder zu minimieren.

Ökologische Ziele einzelner Umweltbereiche

Hydrologischer Charakter

- Der **Spiegelabfall** und **Spiegelanstieg** im Schwallbetrieb soll ausreichend verlangsamt werden, um eine Flucht der Gewässerorganismen zu ermöglichen.
- Sofern die Gewässerstrecken nicht natürlicherweise trocken fallen, soll während der Sunkphase ein **minimaler Sockelabfluss** (vgl. auch Restwasserregelungen) gewährleistet, dass ökologisch bedeutende Flächen die Habitatvielfalt für Pflanzen und Tiere erhalten bleibt.

Vernetzung der Gewässer

- Der Abfluss in der Sunkphase soll nicht zur **Isolation und zum Absterben** der Fische und Benthostiere ausserhalb des Hauptgerinnes führen.

Feststoffhaushalt und Morphologie

- Der Schwallbetrieb soll weder **Ufer-**, noch **Tiefenerosion** verursachen; ebenso sollen wesentliche **Geschiebeanlandungen in der Rückgabestrecke** vermieden werden.

Landschaft und Biotope

- Trotz Schwallbetrieb soll gewährleistet sein, dass charakteristische **Elemente der Fliessgewässerlandschaft** erhalten bleiben.
- Eine ökologisch begründete Schwall- und Sunkregelung soll die touristische Nutzung des Fliessgewässers für die **Naherholung** ermöglichen. Dies darf allerdings nicht zu Sicherheitsproblemen führen.

Lebensgemeinschaften

- Trotz Schwallbetrieb soll die bestehende **Artenzusammensetzung** der heimischen Fisch- und Benthosfauna in der Rückgabestrecke nicht langfristig geschädigt werden.
- Trotz Schwallbetrieb soll die **Altersverteilung** der Fischpopulation erhalten bleiben und seltene sowie gefährdete Arten in ihrem Bestand bewahrt werden.
- Eine Dämpfung der Abflussspitzen soll gewährleisten, dass ein unwiederbringliches **Verdriften** der Fische und des Makrozoobenthos vermieden werden kann.
- Trotz Schwallbetrieb soll gewährleistet sein, dass die **Vielfalt der Habitate** (insbesondere Laichplätze, sensible Uferzonen, Feuchtgebiete usw.) erhalten bleibt.

10.2 Grundanforderungen zur Bemessung einer ökologisch begründeten Schwall-/Sunkregelung

Die nachfolgenden „Soll“-Formulierungen bedeuten, dass die aufgeführten Grundanforderungen für jedes Ökostrom-Kraftwerk verbindlich sind, unabhängig des jeweiligen ökologischen Ausgangszustands. In ökologisch begründeten Ausnahmefällen ist jedoch eine Abweichung entsprechend der Richtlinien aus Kap. 8 möglich.

Grundanforderungen: Hydrologischer Charakter	Gültigkeit
(SS1) Dämpfung der Abflussschwankungen Im Schwall-/Sunkbetrieb sollen die Abflussänderungen in Bezug auf die Frequenz zeitlich (das heisst kurzzeitig und jahreszeitlich, insbesondere bei Laichzeiten und Wanderzeiten) und mengenmässig soweit gedämpft sein, dass keine dauerhafte, qualitative und quantitative Schädigung der natürlicherweise vorkommenden Artenzusammensetzung der Fisch- und Benthosfauna im Gewässersystem stattfindet. Insbesondere soll eine ausreichende Verlangsamung des Spiegelabfalls in der Sunk- und kein abrupter Anstieg in der Schwallphase vorliegen.	Kraftwerke mit Schwallbetrieb
(SS2) Kein Trockenfallen in der Rückgabestrecke In der Rückgabestrecke soll es nicht zu einem vollständigen Trockenfallen während der Sunkphase kommen, so dass ein minimaler eine funktionsfähige Habitatvielfalt für Tiere und Pflanzen gewährleistet (vgl. auch Restwasserregelung).	Kraftwerke mit Schwallbetrieb
(SS3) Temperatureinfluss In der Rückgabestrecke sollen kritische und extreme Temperaturschwankungen vermieden werden, so dass es zu keiner temperaturbedingten Schädigung der Artenzusammensetzung der Fisch- und Benthosfauna kommt.	Kraftwerke mit Schwallbetrieb
Grundanforderungen: Vernetzung der Gewässer	Gültigkeit
(SS4) Isolation der Fische und des Benthos ausserhalb des Hauptgerinnes Die Geschwindigkeit der Wasserstandsänderung in der Sunkphase soll soweit gedämpft sein, dass eine weiträumige Isolation der Fisch- und Benthosfauna in ihren Rückzugshabitaten, ausserhalb des Hauptgerinnes vermieden wird. Es sollen keine isolierten Pools entstehen, in denen der Sauerstoffgehalt kritische Werte unterschreitet.	Kraftwerke mit Schwallbetrieb

Grundanforderungen: Landschaft und Biotope	Gültigkeit
<p>(SS5) Erhalt der Habitatvielfalt und charakteristischer Landschaftselemente Im Schwall-/ Sunkbetrieb sollen die Abflussänderungen zeitlich und mengenmässig soweit gedämpft sein, dass die Erholungsfunktion und Zugänglichkeit der Gewässer erhalten bleiben und die naturnahe Habitatvielfalt sowie charakteristische Landschaftselemente nicht dauerhaft bedroht sind.</p>	<i>Kraftwerke mit Schwallbetrieb</i>
<p>(SS6) Sonderregelung zum Erhalt inventarisierter Auen Sind innerhalb des Perimeters einer Anlage inventarisierte Auengebiete vorhanden, so soll für diese eine Sonderregelung entsprechend der Anforderungen in Kap. 8 gelten.</p>	<i>Speicher- und Laufkraftwerke</i>

Grundanforderungen: Lebensgemeinschaften	Gültigkeit
<p>(SS7) Fischhabitats, insbesondere Laich- und Jungfischhabitats Die Vielfalt der Fischhabitats darf nicht unwiederbringlich verloren gehen und die Artenzusammensetzung der natürlich vorkommenden Arten darf in ihrer Artenzusammensetzung und Altersverteilung auch trotz Schwallbetrieb nicht massiv gestört sein. Insbesondere beim Sunkbetrieb sollen geeignete Laichhabitats und Habitats für die Jungfische nicht trocken fallen.</p>	<i>Kraftwerke mit Schwallbetrieb</i>

11 GRUNDANFORDERUNGEN AN DAS STAUHAUHALTUNGS- UND SPÜLUNGS- MANAGEMENT

Ökologisch bedeutende Aspekte des Stauraummanagements

Die Schwerpunkte des hier vorgestellten Stauraummanagements konzentrieren sich auf die Bewirtschaftung der Flusstauhaltungen sowie auf die Spülproblematik aller Kraftwerkstypen. Aus diesem Grund sind in Kapitel 11 auch Entsanderspülungen integriert, obwohl sie mit dem Stauraummanagement im engeren Sinn nichts zu tun haben. Im Folgenden werden drei Untersuchungsbereiche der verschiedenen Anlagentypen und Betriebsweisen differenziert: (1.) die Spülung grosser Jahresspeicher, (2.) die Stauraumbewirtschaftung der Flusstauhaltungen (inkl. Gestaltung der Flusstau und den Wasserspiegelschwankungen) und (3.) die Spülung der Entsander. Bei der Ermittlung eines jeweiligen Managementkonzepts wird die potentielle ökologische Funktionsfähigkeit beachtet, wie sie unter optimalen Bedingungen trotz einer spezifischen Nutzungsform überhaupt möglich ist. So muss beispielsweise das jährliche Trockenfallen der Ufer bei alpinen Jahresspeichern als gegeben hingenommen werden, wenn eine grosse Speicheranlage zertifiziert wird. Für alle drei Untersuchungsbereiche gilt, dass nur dort Optimierungsvorschläge angegeben sind, wo die technischen und betrieblichen Randbedingungen dies ermöglichen und wo gleichzeitig ein relevanter ökologischer Effekt zu erwarten ist.

11.1 Zielsetzung eines ökologisch begründeten Stauraummanagements

Die übergeordnete Zielsetzung des ökologisch orientierten Stauraummanagements wurde aufgrund der obigen Ausführungen differenziert formuliert:

Übergeordnete Zielsetzung grosser Jahresspeicher

Grosse (meist alpine) Jahresspeicher werden rein bedarfsorientiert betrieben und haben eine eingeschränkte natürliche ökologische Funktionsfähigkeit. Stauspiegelschwankungen lassen sich nicht verhindern, da sonst eine saisonale Speicherung nicht möglich ist. Das Ziel eines ökologisch begründeten Stauraummanagements konzentriert sich deshalb auf die Durchführung der Spülereignisse über den Grundablass. Können keine Alternativen zur Spülung der Speicher gefunden werden, so sind diese so zu konzipieren und durchzuführen, dass Fisch- und Benthosorganismen in den betroffenen Gewässerstrecken nicht langfristig geschädigt oder gar gefährdet werden.

Übergeordnete Zielsetzung der Flusstauhaltungen Ein ökologisch begründetes Stauraummanagement der Flusstauhaltungen konzentriert sich auf Massnahmen zum Absenken oder Anheben der Staukote. Diese Massnahmen sollen eine dauerhaft negative Beeinträchtigung der ökologisch bedeutsamen Uferbereiche verhindern und die Vernetzung zwischen Stauraum und Uferzonen nicht langfristig und massiv schädigen. Lotische (>Glossar) Gewässerbereiche sollten dort, wo sie noch vorhanden sind, besonderen Schutz erfahren.

Übergeordnete Zielsetzung der Entsander Entsanderspülungen finden im Vergleich zu grossen Jahresspeichern sehr viel häufiger, das heisst bis zu mehrere hundert Mal pro Jahr statt. Ein ökologisch begründetes Management konzentriert sich deshalb auf die Bauweise der Anlage sowie auf das Spülkonzept und die Durchführung der Spülereignisse. Sind Schwallspülungen unumgänglich, weil die Entsander nicht kontinuierlich über eine Restwasserdotations entleert werden können, so sollten diese so konzipiert sein, dass es nicht zu starken Sandablagerungen und unnatürlichen Kolmationen in den unterliegenden Gewässerabschnitten kommt. Eine dauerhafte Schädigung der Fisch- und Benthosorganismen durch Schwall- und Ablagerungseffekte soll verhindert werden. Wo immer möglich sollen Schwallspülungen durch bauliche Lösungen verhindert werden.

Ökologische Ziele einzelner Umweltbereiche

Hydrologischer Charakter

- *Grosse Jahresspeicher:*
Starke Abflussänderungen, die infolge der **Stauraumspülung** auftreten, sollen nur während natürlicher Hochwasser, die in den betroffenen Vorflutern bereits angelaufen sind, durchgeführt werden. Im Vorfluter soll sichergestellt sein, dass während der Spülung keine für die Gewässerbiozöten kritischen Temperatur-Sauerstoff- und Schwebstoffwerte auftreten. Die Spülung soll langsam eingeleitet und auch wieder langsam zurückgenommen werden.
- *Flusstauhaltungen:*
Die Bewirtschaftung der Stauhaltung soll gewährleisten, dass infolge des Kraftwerks im Unterwasser **keine ökologische Beeinträchtigung durch unnatürlichen Abflussschwankungen** auftritt.
- *Entsander:*
Entsanderspülungen sollen abhängig von der Spülgutmenge, die ins Gewässer gelangt, und möglichst kontinuierlich bzw. während natürlicher Hochwasser erfolgen. Nach Möglichkeit sind bauliche Lösungen zur kontinuierlichen Spülung zu realisieren. Kann eine Schwallspülung nicht verhindert werden, so soll diese langsam eingeleitet und langsam zurückgefahren werden und durch eine Nachspülung abgeschlossen werden.

Vernetzung der Gewässer

- *Grosse Jahresspeicher:*
Sind die Zuflüsse der Speicher mit Fischen besiedelt, so sollten die **Mündungsbereiche** bei unterschiedlichen Wasserspiegellagen für Fische passierbar sein. Eine naturnahe Gestaltung der Mündungsbereiche ist anzustreben.
- *Flussstauhaltungen:*
Ein **Absenken und Anheben der Staukote** soll keine dauerhaft schädigende Beeinträchtigungen der ökologisch bedeutsamen Uferbereiche und deren Vernetzung mit dem Stauraum zur Folge haben. Angeschlossene Auengebiete sollen nach ökologischen Kriterien überflutet werden (vgl. auch Kap. 8).
- *Entsander:*
Ablagerungen im Gewässer, die aufgrund der Spülungen unterhalb der Entsander eine **Barrierenwirkung** ausüben oder eine unerwünschte Verdichtung der Deckschicht bewirken, sollen vermieden werden.

Feststoffhaushalt und Morphologie

- *Grosse Jahresspeicher:*
Die Spülung der Speicherbecken (einschliesslich der Ausgleichsbecken) soll so durchgeführt werden, dass die **Sohle im Unterwasser nicht übermässig kolmatiert und erodiert**.
- *Flussstauhaltungen:*
Bei Laufstauen soll der Geschiebetransport flussabwärts mittelfristig (1-5 Jahre) gewährleistet sein. Es soll keine **Kiesentnahme** stattfinden. Sofern die Kiesentnahme durch Dritte, d.h. nicht durch das Kraftwerk selbst verursacht wird, sind Massnahmen zur Reduktion der Kiesentnahme wünschenswert. Diese können durch die finanziellen Mittel, die im Rahmen der Ökostrom-Förderbeiträge zur Verfügung stehen, realisiert werden (vgl. Kap. 2.4). Bei kontaminierten Sedimenten ist im Einzelfall eine ökologisch optimierte Sonderregelung zu finden.
- *Entsander:*
Grosse Sandablagerungen unterhalb der Entsander sollen vermieden, bzw. innerhalb einer ökologisch sinnvollen Zeitspanne, (i.d.R. innerhalb weniger Stunden) weiter transportiert werden.

Landschaft und Biotope

- *Grosse Jahresspeicher und Flusstauhaltungen:*
Das Stauraummanagement soll gewährleisten, dass an den Ufern, insbesondere in den Flachwasserzonen, **naturnahe Übergänge zwischen Gewässer und Land** (im Stauraum sowie im Unterwasser) vorhanden sind. (Ausnahme: alpine Jahresspeicher mit grossen Wasserspiegelschwankungen. Hier sollte nach Möglichkeit eine Optimierung im Hinblick auf die landschaftlichen und touristischen Qualitäten erfolgen).
- *Grosse Jahresspeicher und Flusstauhaltungen:*
Besonders schützenswerte Lebensräume (auch nicht inventarisierte) sowie Landschaftselemente, die direkt oder indirekt von der Art und Grösse des Gewässers abhängen, sollen erhalten werden.
- *Grosse Jahresspeicher und Flusstauhaltungen:*
Das Stauraummanagement soll auf **Brut-, Rast- und Überwinterungsbiotope der Zugvögel** Rücksicht nehmen.

Lebensgemeinschaften

- *Grosse Jahresspeicher, Flusstauhaltungen und Entsander:*
Kommen **seltene und gefährdete Arten** in Gewässern vor, in denen Spülungen durchgeführt werden, so sollen die Arten nicht unwiederbringlich verloren gehen.
- *Grosse Jahresspeicher, Flusstauhaltungen und Entsander:*
Das Spülkonzept, insbesondere die Terminierung der Spülung sowie die Durchführung der Spülungen, soll die **Reproduktionsökologie** der wichtigsten im Gerinne vorhandenen Fischarten berücksichtigen, so dass ein genügend grosser Nachwuchs gesichert werden kann. Spülungen in den kritischen Zeiten sollen daher vermieden werden.
- Während Spülungen sollen **die Rückzugsmöglichkeiten in fischgängige Zuflüsse** offengehalten werden.

11.2 Grundanforderungen zur Bemessung eines ökologisch begründeten Stauraummanagements

Die nachfolgenden „Soll“-Formulierungen bedeuten, dass die aufgeführten Grundanforderungen für jedes Ökostrom-Kraftwerk verbindlich sind, unabhängig des jeweiligen ökologischen Ausgangszustands. In ökologisch begründeten Ausnahmefällen ist jedoch eine Abweichung entsprechend der Richtlinien aus Kap. 8 möglich.

Grundanforderungen: Hydrologischer Charakter	Gültigkeit
(S1) Spülung des Stauraumes 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 von Flora und Fauna kommt. Dies soll u.a. durch ein langsames An- und Abklingen der Spülwelle ermöglicht werden.	Saison- oder Jahresspeicher und Flusstauhaltungen
(S2) Unnatürliche Abflussschwankungen 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 v.a. den Anforderungen der ökologisch begründeten Schwall-/Sunkreglung entsprechen (vgl. Kap.10.2)	Flusstauhaltungen
(S3) Entsanderspülungen 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.	Entsander
Grundanforderungen: Vernetzung der Gewässer	Gültigkeit
(S4) Gestaltung der Mündungsbereiche grosser Jahresspeicher 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.	Saison- oder Jahresspeicher; nur Fischgewässer

- | | |
|--|---|
| <p>(S5) Absenken und Anheben der Staukote
 Die Wasserspiegelschwankungen im Staubereich sollen ökologisch bedeutende Uferbereiche (insbesondere Flachwasserzonen) und deren Vernetzung im Stauraum nicht dauerhaft schädigen oder gefährden. Lässt sich eine Beeinträchtigung nicht vermeiden, so sollen die jeweiligen Verursacher durch besondere Massnahmen für eine Optimierung des ökologischen Potentials der Uferbereiche sorgen.</p> | <p><i>Flussstauhaltungen</i></p> |
| <p>(S6) Naturnahe Gestaltung des Stauraums und Vernetzung mit Seitengewässern
 Im Stauraum soll die naturnahe Vernetzung mit den Seitengewässern sichergestellt werden und eine möglichst naturnahe Böschungs- oder 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.</p> | <p><i>Flussstauhaltungen und Saison- oder Jahresspeicher (Ausnahme: alpine Jahresspeicher mit grossen Wasserspiegel-schwankungen)</i></p> |

**Grundanforderungen:
 Feststoffhaushalt und
 Morphologie**

Gültigkeit

- | | |
|--|---|
| <p>(S7) Keine Kolmation nach Spülungen
 Alle Spülung (inkl. Ausgleichsbecken und Entsander) sollen so durchgeführt werden, dass die Sohle im Unterwasser nicht unnatürlich kolmatisiert (ggf. ist eine entsprechend lange Nachspülphase notwendig). Besonders bei Entsandern soll nach Möglichkeit ein kontinuierlicher Weitertransport der Feststoffe erfolgen.</p> | <p><i>Saison- oder Jahresspeicher, Flussstauhaltungen und Entsander</i></p> |
| <p>(S8) Geschiebetransport gewährleisten
 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 den zeitnahen Durchtransport des Geschiebes ermöglichen. Dazu können evtl. lokale Baggerungen zur spezifischen Gestaltung des Stauraum notwendig sein, um den Geschiebetransport lokal zu gewährleisten. Generelle Kiesentnahmen im Stauraum hingegen sollen vermieden werden. Wenn die Kiesentnahme nicht durch die Kraftwerke 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.</p> | <p><i>Flussstauhaltungen</i></p> |

**Grundanforderungen:
Landschaft und Biotope**

Gültigkeit

- | | |
|---|---|
| (S9) Verlandung im Bereich der Stauwurzel
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 Kiesaufschüttungen) zusätzlich ergänzt werden. | <i>Flussstauhaltungen</i> |
| (S10) Sonderregelung zum Erhalt inventarisierter Auen
Sind innerhalb des Perimeters einer Anlage inventarisierte Auengebiete vorhanden, so soll für diese eine Sonderregelung entsprechend der Anforderungen in Kap. 8 gelten. | <i>Saison- oder Jahresspeicher und Flussstauhaltungen</i> |

**Grundanforderungen:
Lebensgemeinschaften**

Gültigkeit

- | | |
|--|---|
| (S11) Schwebstofffrachten, Temperatur und Sauerstoffkonzentrationen
Während einer Spülung soll gewährleistet sein, dass keine kritischen Schwebstofffrachten, keine kritischen Temperaturen sowie keine Sauerstoffkonzentrationen auftreten, die Gewässerorganismen dauerhaft schaden könnten. | <i>Saison- oder Jahresspeicher und Flussstauhaltungen</i> |
| (S12) Terminierung der Spülung bezüglich Reproduktionsökologie
Die Spülungen sollen zeitlich so gewählt werden, dass die Reproduktion der im betroffenen Gewässer natürlicherweise vorkommenden Fischarten gewährleistet ist und nicht gefährdet wird. | <i>Saison- oder Jahresspeicher und Flussstauhaltungen</i> |
| (S13) Rückzugsmöglichkeiten bei Entleerungen
Bei Entleerungen des Stauraumes sollen die Rückzugsmöglichkeiten in fischgängige Zuflüsse gewährleistet sein, um das Risiko eines Fischsterbens möglichst gering zu halten. | <i>Saison- oder Jahresspeicher und Flussstauhaltungen</i> |

12 GRUNDANFORDERUNGEN DES GESCHIEBEMANAGEMENTS

*Ökologisch bedeutende
Aspekte des
Geschiebemanagements*

Obwohl das Geschiebe zu den wichtigsten gewässerökologischen Faktoren zählt, weisen heute nur noch die wenigsten mitteleuropäischen Gewässer einen anthropogen unbeeinflussten Geschiebehalt auf. Dabei ist eine natürliche und vielfältige Habitatstruktur aus ökologischer und landschaftgestalterischer Sicht ebenso zentral wie die natürlicherweise auftretenden Hochwasserereignisse, in denen Geschiebetrieb und Gerinneumlagerungen stattfinden können. Zum Erhalt einer natürlichen Struktur- und Artenvielfalt sind solche Störereignisse von zentraler Bedeutung. Wird oberhalb einer Flussstauhaltung Geschiebe transportiert, so lagert sich das mitgeführte Material der Grösse nach sortiert sukzessive im Stauraum ab. Das Sediment wird zum Wehr hin immer feiner. Diese Effekte können die ursprüngliche Gerinnestruktur massiv verändern, was neben der Homogenisierung der Substrate auch zur Abdichtung der Sohle, zur Faulschlamm- und Sauerstoffzehrung führen kann. Kleinere Flussstau-räume verlanden in diesem Fall schnell.

Aufgrund der reduzierten Transportkapazität des Restwasserabflusses können sich in den Ausleitungsstrecken unterhalb der Wehranlagen Feinsedimente ablagern, die nur noch bei grösseren Hochwasserereignissen bewegt werden. Die gewässerökologische Beeinträchtigung eines Restwasserabflusses kann durch eine solche Monotonisierung und durch die Kolmatierung des Gewässerbett zusätzlich verschärft werden. Umgekehrt kann sich eine reichhaltige Biozönose auch innerhalb einer Restwasserstrecke entwickeln, sofern die physikalische Habitatstruktur vielfältig gestaltet ist. Besteht dagegen ein grundsätzliches Geschiebedefizit (z.B. weil bereits oberhalb der Stauräume kein Geschiebe transportiert wird oder weil die Stauräume durch Kiesentnahme geräumt werden), so kann es zur Sohleintiefung kommen. Neben einer möglichen Abpflasterung der Sohle bewirkt dies i.d.R. eine Absenkung des Grundwasserspiegels und kann angrenzende Auengebiete somit dauerhaft schädigen. Ebenso können ökologisch bedeutende Uferstrukturen, die für eine funktionsfähige Verzahnung Wasser Land verantwortlich sind, durch das Geschiebedefizit stark beeinträchtigt werden.

12.1 Zielsetzung eines ökologisch begründeten Geschiebemanagements

Übergeordnete Zielsetzung Das Ziel eines ökologisch orientierten Geschiebemanagements ist eine am natürlichen Gewässertyp orientierte Feststoffregelung. Diese soll Geschiebetrieb und Gerinneverlagerungen ermöglichen, so dass sich eine dem Gewässertyp entsprechende Morphologie ausbilden kann, sofern der Hochwasserschutz dies zulässt. Für alle genutzten Haupt- sowie für die wichtigsten Nebengerinne soll eine individuelle Feststoffregelung gelten. Anhand der aktuellen Geschiebesituation, das heisst in Kenntnis der Geschiebequellen, des Geschieberückhalts und des Geschiebetransports sowie in Kenntnis der Erosions- und Auflandungsstrecken soll untersucht werden, ob individuell eine Geschiebeproblematik besteht. Falls dies der Fall ist, soll eine optimierte Lösung unter Berücksichtigung des Hochwasserschutzes entwickelt werden und nach Möglichkeit die Gesamtsituation der Geschiebeverhältnisse im Einzugsgebiet berücksichtigen. Analog zur Fischdurchgängigkeit können einzelne Kraftwerke als Verbindungsglieder das Potential zur Geschiebedurchgängigkeit erhöhen und somit die Grundlage für eine zukünftige Gesamtlösung schaffen. Allerdings wäre auch hier das Zusammenspiel einer ganzen Kraftwerkskette sinnvoll und wünschenswert.

Ökologische Ziele einzelner Umweltbereiche

Hydrologischer Charakter

- *Nur für Laufkraftwerke:*
Der Abfluss in Ausleitungsstrecken geschiebeführender Gewässer soll gewährleisten, dass bei regelmässig wiederkehrenden Hochwasserereignissen **Geschiebetrieb** stattfindet.
- *Nur für Laufkraftwerke:*
Der Abfluss in Ausleitungsstrecken geschiebeführender Gewässer soll bei grösseren Hochwasserereignissen **Gerinneverlagerungen** (Bankbildung, Ufererosion) ermöglichen.
- *Nur für Speicherkraftwerke:*
Die obigen Anforderungen gelten prinzipiell auch für Speichieranlagen, sofern Geschiebe durch den **Speicher** transportiert werden kann.

Feststoffhaushalt und Morphologie

- Die Geschiebezufuhr ins Unterwasser von Speichern, Fassungen und Stauanlagen soll (inkl. der Zufuhr aus Seitengewässern) so bemessen sein, dass es zu **keiner Sohlenerosion** kommt, welche Überflutungsflächen trocken legen oder Seitengewässer vom Hauptgewässer abtrennen würde. Dort, wo es der Hochwasserschutz nicht unmittelbar verbietet, sollte natürliche Seitenerosion zugelassen werden.

- *Nur für Laufkraftwerke:*
Der Feststoffhaushalt soll in der Restwasserstrecke (bei Ausleitungskraftwerken), bzw. im Unterwasser (bei Flusskraftwerken) die Entwicklung einer **gewässertypischen Morphologie** und den Geschiebetransport durch den Stauraum ermöglichen.
- *Nur für 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.
- Bei der Mündung von Seitengewässern soll sich eine **naturnahe Mündungsform** ausbilden können.

Landschaft und Biotope

- Die **Geschiebezufuhr** ins Unterwasser von Speichern und Fassungen soll für die Aufrechterhaltung und/oder Entwicklung einer gewässertypischen **Gewässerlandschaft** ausreichen.
- *Nur für Laufkraftwerke:*
Das **Gefälle im Unterwasser** soll ausreichen, um Geschiebetransport zu gewährleisten. Ausbaggerungen sollten nur dort stattfinden, wo es der Hochwasserschutz erforderlich macht.

Lebensgemeinschaften

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

12.2 Grundanforderungen zur Bemessung eines ökologisch begründeten Geschiebemanagements

Die nachfolgenden „Soll“-Formulierungen bedeuten, dass die aufgeführten Grundanforderungen für jedes Ökostrom-Kraftwerk verbindlich sind, unabhängig des jeweiligen ökologischen Ausgangszustands. In ökologisch begründeten Ausnahmefällen ist jedoch eine Abweichung entsprechend der Richtlinien aus Kap. 8 möglich.

Grundanforderungen: Hydrologischer Charakter	Gültigkeit
(G1) Geschiebetrieb bei Hochwasserereignissen Der Abfluss in geschiebeführenden Gewässern soll unterhalb von Fassungen und Speichern gewährleisten, dass bei regelmässig wiederkehrenden Hochwasserereignissen Geschiebetrieb und Gerinneverlagerungen (Bankbildung, Ufererosion) stattfinden (vgl. auch 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 Hochwasserschutz steht (vgl. Anhang A2: Leitbild zum zeitgemässen Hochwasserschutz).	Laufkraftwerke Speicherkraftwerke (bedingt)
Grundanforderungen: Feststoffhaushalt und Morphologie	Gültigkeit
(G2) Vermeidung der Sohlenerosion durch ausreichende Geschiebezufuhr Die Geschiebezufuhr ins Unterwasser von Speichern, Fassungen und Stauanlagen soll inkl. der Zufuhr aus Seitengerinnen so bemessen sein, dass es zu keiner Sohlenerosion kommt, durch die Überflutungsflächen trocken gelegt oder Seitengewässer vom Hauptgewässer abgetrennt werden. Dort wo es der Hochwasserschutz nicht verbietet, soll natürliche Seitenerosion zugelassen werden.	Speicher- und Laufkraftwerke
(G3) Feststoffhaushalt bei Laufkraftwerken 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.	Laufkraftwerke
(G4) Feststoffhaushalt in der Restwasserstrecke bei Speicherkraftwerken 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.	Speicherkraftwerke

- (G5) **Natürliche Form von Mündungen von Seitengewässern** *Speicher- und Laufkraftwerke*
 Bei der Mündung von Seitengewässern soll sich eine naturnahe Mündungsform ausbilden können.

**Grundanforderungen:
Landschaft und Biotope**

Gültigkeit

- (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).

**Grundanforderungen:
Lebensgemeinschaften**

Gültigkeit

- (G7) **Ausbildung gewässertypischer Habitate** *Speicher- und Laufkraftwerke*
 Das Geschiebemanagement soll gewährleisten, dass sich gewässertypische Habitate ausbilden können.

Querverweis zum Spülkonzept

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

13 GRUNDANFORDERUNGEN AN DIE ANLAGENGESTALTUNG

Ökologisch bedeutende Aspekte der Anlagengestaltung Je nach Ausgestaltung der technischen Einrichtungen einer Wasserkraftanlage kann deren ökologische Beeinflussung stark variieren. Davon sind v.a. die Wehranlagen, die Unterwasserkanäle, die Wasserfassungen, der Turbineneinlauf sowie die Technik der Schützen und die Ausführung der Rechen betroffen. Ebenso relevant sind technische oder elektronische Einrichtungen, die den Betrieb in den Steuerungseinheiten der Kraftwerkszentrale regeln. Unter ökologischen Gesichtspunkten können die Anlagen direkte oder indirekte Einflüsse ausüben. Zu den direkten Einflüssen zählen z.B. starke Veränderungen des Landschaftsbildes, die Freisetzung toxischer Schmierstoffe, die Schädigung der Organismen in den Turbinen oder mechanisch aufgewirbeltes Sediment. Indirekt wirkt die Anlagengestaltung auf diverse gewässerökologische Bereiche, wie beispielsweise auf den Geschiebehalt, die Ufer- und Sohlstruktur, die Wasserqualität, die Gewässervernetzung und damit letzten Endes auf die Besiedlungssituation der Gewässer. Aus ökologischer Sicht steht bei der Anlagengestaltung die bauliche oder technische Wiederherstellung der ursprünglich vernetzten Gewässer im Vordergrund. Ebenso bedeutend ist die landschaftliche Integration der Anlagen, die v.a. bei grossen Anlagen eine wichtige Rolle spielen kann. Ein weiterer Aspekt der Anlagengestaltung kommt der Nebennutzung im Sinne der Erholungs- und Hochwasserschutzfunktion zu. Diese sollten bei der Festlegung der ökologischen Anforderungen mit berücksichtigt werden.

13.1 Zielsetzung einer ökologisch begründeten Anlagengestaltung

Übergeordnete Zielsetzung Ziel einer ökologisch begründeten Anlagegestaltung ist die bestmögliche, betriebliche und bauliche Unterstützung der vier vorherigen Managementbereiche. Zudem sollen besonders schützenswerte Lebensräume durch Kraftwerksbauten nicht dauerhaft beeinträchtigt oder unwiederbringlich zerstört werden. Die Anlagengestaltung soll sowohl baulich als auch betrieblich gewährleisten, dass die Längs- und Quervernetzung und somit die Durchgängigkeit im direkten Einflussbereich des Kraftwerkes jederzeit sichergestellt ist. Insbesondere soll entsprechend dem aktuellen Stand der Technik sichergestellt sein, dass keine dauerhaft schädigende Beeinträchtigung der freien Fischwanderung aufgrund der Wasserkraftnutzung in den genutzten Gewässern stattfindet. Dies schliesst sowohl den Fischauf- als auch den Fischabstieg ein.

Hydrologischer Charakter

- Die **Steuerung und/oder Gestaltung der Wasserfassungen** soll so konzipiert sein, dass ein gedämpftes natürliches Abflussregime unterhalb der Fassung ermöglicht werden kann. Die Anlage soll demnach die natürlichen Abflussschwankungen in ihrer zeitlichen Charakteristik ermöglichen und auch mittlere Hochwasserereignisse nicht vollständig unterbinden, sofern dies nicht nachweislich dem Hochwasserschutz widerspricht.

Vernetzung der Gewässer

- Die Sicherung der **Durchgängigkeit bei Querbauwerken** soll über geeignete, funktionstüchtige und dem Stand der Technik entsprechende Lösungen gewährleistet werden.
- Uferbefestigungen und Bauten sollen so gestaltet werden, dass die **Verzahnung von Ufer und Gewässer** nicht beeinträchtigt wird, sofern dies nicht nachweislich dem Hochwasserschutz widerspricht.
- Anlagen und Bauwerke sollen so gestaltet werden, dass **die Verbindung zu den Seitengewässern** nicht unterbunden wird.

Feststoffhaushalt und Morphologie

- Die Gestaltung und der Betrieb des Stauwehrs soll so konzipiert werden, dass ein **regelmässiger Geschiebetransport** ins Unterwasser ermöglicht werden kann (sofern natürlicherweise und unter Berücksichtigung der Gesamtsituation Geschiebetransport stattfinden würde).

Landschaft und Biotope

- Kraftwerksbauten und Anlagen sollen so konzipiert und gestaltet werden, dass besonders **schützenswerte Lebensräume** in ihrer Vielfalt nicht unwiederbringlich zerstört werden. Das betrifft auch nicht inventarisierte Standorte, wie z.B. Heckenstandorte oder Vogelbrutplätze.
- In **inventarisierten Objekten** sollen keine neuen Bauten erstellt werden. Bestehende Bauten und Anlagen sollen sich möglichst optimal in das bestehende Landschaftsbild einfügen.

Lebensgemeinschaften

- Die Anlagengestaltung soll die **freie Fischwanderung** für alle natürlich vorkommenden und alle potentiell vorkommenden Fischarten gewährleisten. Dies betrifft sowohl den Fischauf- als auch den Fischabstieg. Insbesondere beim Fischabstieg sollte eine ständige Anpassung des *greenhydro* Verfahrens die aktuellen Erkenntnisse der Praxis einbeziehen, um zukünftige Lösungen zu verbessern.
- Die **Bestände** und die **Artenzusammensetzung** der heimischen Fauna sollen durch bauliche Anlagen nicht beeinträchtigt werden und entsprechend dem aktuellen Stand der Technik vor Auswirkungen der Anlagen und Maschinen (z.B. Turbinen, Unterwasserkanal) besonders geschützt werden.

13.2 Grundanforderungen zur Bemessung einer ökologisch begründeten Anlagengestaltung

Die nachfolgenden „Soll“-Formulierungen bedeuten, dass die aufgeführten Grundanforderungen für jedes Ökostrom-Kraftwerk verbindlich sind, unabhängig des jeweiligen ökologischen Ausgangszustands. In ökologisch begründeten Ausnahmefällen ist jedoch eine Abweichung entsprechend der Richtlinien aus Kap. 8 möglich.

Grundanforderungen: Hydrologischer Charakter	Gültigkeit
---	------------

- | | |
|---|------------------------------|
| (A1) Kein sprunghaftes Anspringen der Hochwasserentlastung
Über die Kraftwerkssteuerung soll sichergestellt sein, dass kein sprunghaftes Anspringen der Hochwasserentlastung erfolgt. | Laufkraftwerke |
| (A2) Sockelabfluss in Restwasserstrecke
An der Wasserkraftanlage soll konstruktiv sichergestellt sein, dass der Sockelabfluss immer in die Restwasserstrecke fließt. Dies ist v.a. unter besonderen Betriebsbedingungen wichtig, wie beispielsweise bei Revisionen oder bei Störfällen, wenn das Kraftwerk vom Netz geht. Grundsätzlich sollen die Anlagen technisch so gestaltet sein, dass die Grundanforderungen an das Restwassermanagement (insbesondere R1-R3) erfüllt werden können. | Speicher- und Laufkraftwerke |

Grundanforderungen: Vernetzung der Gewässer	Gültigkeit
--	------------

- | | |
|---|---|
| (A3) Sicherstellen der freien Fischwanderung
Die Anlagengestaltung soll die Voraussetzung schaffen, dass die freie Fischwanderung aller ehemals, also aller potentiell vorkommenden Fischarten möglich ist und für die vorhandenen Wanderfische tatsächlich funktioniert (inkl. der Kleinfischarten). Wann immer möglich, sollte dies über die Aktivierung von Altarmen oder die Schaffung von Umgehungsgerinnen geschehen. Bei technischen Lösungen soll die tatsächliche Funktionsfähigkeit der Auf- und Abwärtswanderung gewährleistet und dokumentiert sein. Mit Ausnahme der grossen Jahresspeicher und hochgelegener alpiner Fassungen sollen alle Barrieren in Fischgewässern passierbar sein und dem Stand der Technik entsprechen. Besonders bei der Fischabwanderung sollten die aktuellen Erkenntnisse der Praxis und Wissenschaft umgesetzt werden. | Speicher- und Laufkraftwerke;
nur für
Fischgewässer |
|---|---|

Grundanforderungen: Feststoffhaushalt und Morphologie	Gültigkeit
--	------------

- | | |
|--|------------------------------|
| (A4) Geschiebetaugliche Wehrgestaltung
Mittels einer geschiebetauglichen Wehrgestaltung soll der Geschiebetransport gewährleistet werden, so dass eine ausgeglichene Geschiebebilanz im Ober- und Unterwasser möglich ist. | Speicher- und Laufkraftwerke |
|--|------------------------------|

<i>Querverweis</i>	<p>Zusammenarbeit mit Geschiebemanagement Eine fachübergreifende Koordination soll sicherstellen, dass die Anforderungen der Anlagengestaltung so umgesetzt werden, dass sie eine ökologisch sinnvolle Umsetzung aller anderen Managementbereiche unterstützen. Dies soll auch dann gewährleistet sein, wenn die einzelnen Managementbereiche durch unterschiedliche Fachstellen bearbeitet werden.</p>	<i>Speicher- und Laufkraftwerke</i>
--------------------	---	-------------------------------------

Grundanforderungen: Landschaft und Biotope	<i>Gültigkeit</i>
---	-------------------

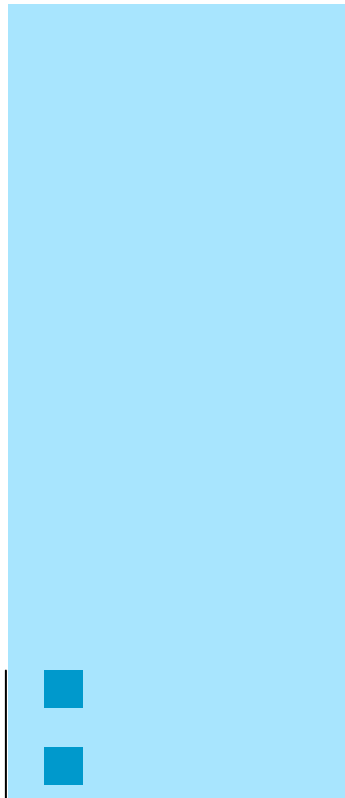
- | | | |
|------|---|-------------------------------------|
| (A5) | <p>Kraftwerksbauten in schützenswerten Lebensräumen
 Befinden sich Kraftwerksbauten und Anlagen in besonders schützenswerten Lebensräumen, so sollen diese so angepasst werden, damit sie die Lebensräume nicht unwiederbringlich zerstören. In inventarisierten Lebensräumen sollen keine neuen Bauten erstellt werden. Bestehende Anlagen sind optimal in das Landschaftsbild zu integrieren.</p> | <i>Speicher- und Laufkraftwerke</i> |
| (A6) | <p>Zusätzliche Habitats in künstlichen Umgehungsgerinnen
 Künstliche Umgehungsgerinne sollen so gestaltet sein, dass sie als zusätzliche und funktionsfähige Ersatzlebensräume (sowohl für aquatische, semiaquatische, als auch terrestrische Lebewesen) dienen können. Dabei soll besonders auf den Lebensraum rheophiler (>Glossar) Lebewesen geachtet werden, da dieser bei Flusstauhaltungen grossräumig verloren geht.</p> | <i>Laufkraftwerke</i> |

Grundanforderungen: Lebensgemeinschaften	<i>Gültigkeit</i>
---	-------------------

- | | | |
|------|--|-------------------------------------|
| (A7) | <p>Schutz der in und am Wasser vorkommenden Arten
 Die im und am Wasser vorkommenden Lebewesen sollen vor baulichen Anlagen und Maschinen (z.B. Turbinen, Wasserfassungen, Triebwasserkanäle) entsprechen dem aktuellen Stand der Technik geschützt werden.</p> | <i>Speicher- und Laufkraftwerke</i> |
|------|--|-------------------------------------|

■ Teil IV:

Kommentierte Literaturliste



-
-
-
-
-
-
-
-
-


14 KOMMENTIERTE LITERATURLISTE

Bedeutung der kommentierten Literaturliste Die kommentierte Literaturliste unterstützt wie in Kap. 8 erwähnt die Arbeit der Fachauditorinnen und Fachauditoren. Sie enthält für jeden der fünf Managementbereiche umfassende Informationen, die sich systematisch in folgende Themenbereiche gliedern:

- Generelle Hintergrundliteratur und Grundlagen, um bei Bedarf grundsätzliche Fragen innerhalb eines Managementbereichs beantworten zu können.
- Literaturhinweise zum aktuellen Stand der Technik und Methodenwahl, damit ein vergleichbarer Standard aller Ökostrom-Zertifizierungen auch bei individuellen Untersuchungen gewährleistet ist.
- Literatur zu ausgewählten Referenzobjekten, Projektberichten und praktischen Fallbeispielen, um die Ökostrom-Zertifizierung einer individuellen Anlage anhand der Vergleichsobjekte beurteilen zu können.
- Weiterführende wissenschaftliche Literatur, um bei Bedarf zusätzliche, wissenschaftliche Fragen beantworten zu können.

Qualitätssicherung der Ökostrom-Grundanforderungen Damit ein vergleichbarer Standard aller Ökostrom-Zertifizierungen garantiert werden kann, erfolgt die Bemessung der einzelnen Grundanforderungen grundsätzlich entsprechend dem aktuellen Stand der Technik. Werden in einzelnen Zertifizierungsverfahren andere, d.h. nicht zitierte Methoden angewandt, so muss sichergestellt sein, dass diese einen vergleichbaren Qualitätsstandard gewährleisten. Entscheide über methodische Unklarheiten sowie die Einführung neuer Methoden werden nur in Absprache mit der fachlichen Koordinationsstelle (vgl. Kap. 8) getroffen. Grundsätzlich können alle wissenschaftlich anerkannten Methoden zur Bemessung der Grundanforderungen herangezogen werden, die einen vergleichbaren Standard gewährleisten.

Umfang der Liste Die vorliegende Literaturliste enthält bewusst nur eine Auswahl relevanter Untersuchungen, um innerhalb der Managementbereiche ein nachvollziehbares Qualitätsniveau vorzugeben. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sofern neue und wissenschaftlich begründete Bemessungstechniken entwickelt werden, sollten diese fortlaufend in das Verfahren integriert werden, um auch zukünftig eine glaubwürdige Qualitätssicherung zu gewährleisten.



Literatur und
Untersuchungsmethoden
zum Bereich

Restwasserregelungen

14.1 Literatur und Untersuchungsmethoden zum Bereich Restwasserregelungen

Hintergrundliteratur und Grundlagen

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Schweizerische Wegleitung zur Ermittlung angemessener Restwassermengen</i>	Übersichtliche Darstellung und Zusammenfassung aller wichtigen Aspekte der Restwasserbemessung entsprechend dem revidierten Schweizerischen Gewässerschutzgesetz. Geht u.a. auf gesetzlich relevante Hintergründe der Verfahrensabläufe bei der Bewilligung der Wasserentnahme sowie auf die wichtigsten Grundlagen zur Mindestwasserabgabe nach Art. 31ff ein. Enthält exemplarische Ausführungen für unterschiedliche Kraftwerktypen in unterschiedlichen Einzugsgebieten. Die individuelle Mindestwasserregelung wird über lokale Interessensabwägung realisiert.	BUWAL (2000): Angemessene Restwassermengen - Wie können sie bestimmt werden? Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, (<i>Entwurf vom Mai 2000</i>); S. 1-140.
<i>Restwasserbemessung: Anforderungen und Verfahren</i>	Grundsätzliche Anforderungen und gesetzliche (EU-) Rahmenbedingungen, die bei der Festlegung von Restwasserregelungen unter Berücksichtigung des neuesten Wissensstandes (insbesondere auch Modellansätze) einzuhalten sind. Sehr kompakte Zusammenstellung mit Kontaktadressen. „Grazer Erklärung“ (Positionspapier) auf den Seiten 7-9; Rahmenkonzept zur Erstellung eines Leitfadens zur Pflichtwasserabgabe auf den Seiten 165-192.	EURONATUR (2000): Problemkreis Pflichtwasserabgabe „Ökologisch begründete Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftwerken“; natur+wissenschaft. Schriftenreihe der Stiftung Europäisches Naturerbe (Euronatur): Nr. 1/2000; ISSN 1439-6793.
<i>Ökologische Funktionsfähigkeit</i>	Europäische Wasserrahmenrichtlinie, nach der für alle Gewässer ein „guter ökologischer Zustand“ anzustreben ist.	Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Massnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Europäische Union, PE-CONS 3639/1/00 REV 1, Luxemburg, 62 S. + Anhänge.
<i>Auswirkungen der Wasserentnahme und herkömmliche Methoden</i>	Zusammenstellung von Ansätzen, die während der letzten 10 Jahre in D, A und CH gebräuchlich waren. Zum Teil nicht mehr dem Stand der Technik entsprechend, zum Teil jedoch immer noch in Verwendung. Guter Überblick zur Unterscheidung zwischen aktuellem Stand der Technik und traditionellen Ansätzen.	DVWK (1996): Gesichtspunkte zum Abfluss in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftanlagen, Schrift Nr. 114, Bonn.
<i>Ökologisch orientierte Wasserkraftnutzung</i>	Verbindung der ingenieurtechnischen und naturwissenschaftlichen Aspekte der Wasserkraftnutzung einschliesslich Restwasserfragen. Gute und objektiv-sachliche Einführung in transdisziplinäres Denken und Verständnis im Bereich Wasserkraft und Fließgewässerökologie.	Hütte, M. (2000): Ökologie und Wasserbau – Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung. Parey Verlag, Berlin.
<i>Wasserkraftnutzung und ihre Umweltauswirkungen</i>	Die Kapitel 19 und 20 enthalten rund 50 Seiten Überblick zum Thema „Wasserkraft und Umwelt“ und „Mindestwasser und Gewässerstruktur“. Weitergehende Behandlung der Fragen speziell zur Restwasserfestlegung.	Giesecke, J. & E. Mosonyi (1998): Wasserkraftanlagen – Planung, Bau und Betrieb, Springer Verlag.

Aktueller Stand der Technik (Restwasser)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Aktuell verfügbare Ansätze zur Restwasserbemessung</i>	Tagungsband der Grazer Tagung zum Problemkreis Pflichtwasserabgabe von 1999. Kurze Beiträge nahezu aller Arbeitsgruppen, die sich in D, A und CH auf wissenschaftlich fundiertem Niveau mit der Mindestwasserproblematik befassen. Repräsentiert den aktuellsten Stand der Praxis sowie der Technik bei der Bemessung individuell festgelegter und habitatsbezogener Verfahren zur Restwasserbemessung. Enthält Kurzbeschreibungen unterschiedlicher Bemessungs- und Modellansätze sowie weiterführende Literaturhinweise. Gute tabellarische Übersicht über die verfügbaren Methoden einschliesslich Kontaktadressen.	EURONATUR (2000): Problemkreis Pflichtwasserabgabe „Ökologisch begründete Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftwerken“; natur+wissenschaft. Schriftenreihe der Stiftung Europäisches Naturerbe (Euronatur): Nr. 1/2000, ISSN 1439-6793.
<i>AQUASIM: Temperaturhaushalt, chem. Gewässergüte</i>	AQUASIM: 1-dimensionales Fliessgewässermodell zur Untersuchung des Temperatur- und Stoffhaushalts in Gewässerabschnitten. Liefert Prognosen zur Temperaturveränderung bei unterschiedlichen Abflussszenarien und kann die Temperatursituationen vor Bau des Kraftwerks mit aktueller Situation vergleichen. Dotationsversuche und Tracermessung zur Eichung und Validierung erforderlich. Abflussganglinien sowie Messungen der Wassertemperatur und meteorologischer Bedingungen sind als Inputwerte nötig. Wurde im Rahmen des EAWAG Projekts Ökostrom in einem alpinen Fallbeispiel erfolgreich angewandt.	Homepage: www.aquasim.eawag.ch Reichert, P. (1994): "AQUASIM - A tool for simulation and data analysis of aquatic systems", <i>Wat. Sci. Tech.</i> 30(2), 21-30. Reichert, P. (1998): AQUASIM 2.0 - User Manual, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), CH-8600 Dübendorf, Switzerland. Reichert, P. (1998): AQUASIM 2.0 - Tutorial, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), CH-8600 Dübendorf, Switzerland.
<i>CASIMIR: Modular aufgebautes Simulationsmodell zur Untersuchung von Mindestwasserfragen</i>	Modular aufgebautes Modell zur Abschätzung der ökologischen und betriebswirtschaftlichen Auswirkungen von Mindestwasserregelungen. Kann in individuell angepasstem Umfang die Lebensraumbedingungen der Fische, des Makrozoobenthos, der Algen und der Makrophyten einer Restwassersituation prognostizieren. Berücksichtigt Morphologie, Substrat, Unterstände und Abflussdynamik (Ganglinien). Wurde mehrfach und erfolgreich zur Ermittlung von Restwasserregelungen bei unterschiedlichen Gewässertypen und unterschiedlichen Kraftwerkstypen (Lauf- und Speicheranlagen mit einer Leistung zwischen 120KW bis 390MW) in Deutschland, der Schweiz und Norwegen erprobt. Dotationsversuche sind nicht zwingend notwendig aber sinnvoll. (Weiterführende Beschreibung der Vorgehensweise bei der Modellierung von Fisch- ^{II} und Benthoshabitaten ^{III} mit dem Simulationsmodell CASIMIR).	Jorde, K. (2000): Das Simulationsmodell CASIMIR als Hilfsmittel zur Festlegung ökologisch begründeter Mindestwasserregelungen. In EURONATUR (vollständig. Zitat siehe oben): S. 69-74. II Jorde, K., M. Schneider & F. Zoellner (2000): Ökologisch begründete Mindestwasserregelungen, Wasserbewirtschaftung an Bundeswasserstrassen – Probleme, Methoden, Lösungen, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Berlin, S. 203- 224. III Jorde, K. & C. Bratrich (1998): Influence of River Bed Morphology and Flow Regulations in Diverted Streams on Bottom Shear Stress Pattern and Hydraulic Habitat. In: Bretschko G. & Helesic J. (Eds.), <i>Advances in River Bottom Ecology IV</i> , Backhuys Publishers, S. 47-63.
<i>MADER: Methode zur Festlegung von Mindestwasserregelungen</i>	Vereinfachtes Modell zur Abschätzung der abiotischen Effekte einer Mindestwasserregelung: Erfasst Morphologie in Form von Messungen der Tiefen, Breiten, benetzte Oberfläche, sohnnahe Strömungskräfte, Dotationsversuche sind erforderlich, direkte Schnittstellen zur Biologie fehlen jedoch. Mehrere Projekte an österreichischen Ausleitungsstrecken wurden realisiert. Eine Kurzbeschreibung und weitere Hinweise finden sich in der angegebene Literaturstelle.	Mader, H. (2000): Dotierwasserfestlegung auf Basis hydraulischer und flussmorphologischer Kenngrössen. EURONATUR (2000) S. 63-68

Aktueller Stand der Technik (Restwasser, Fortsetzung)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>HARPHA: Methode zur Festlegung von Mindestwasserregelungen</i>	Modell zur Beurteilung der Fischhabitate bei unterschiedlichen Restwasserabflüssen: Beurteilung anhand von Messungen der mittleren und sohnlahen Geschwindigkeiten, Tiefen und Breiten, Wasserspiegellagen und der Verknüpfung mit multivariaten Präferenzfunktionen. Dotationsversuche sind erforderlich. Zur Auswertung werden verschiedene kommerzielle Softwareprogramme angewendet (GIS u.a.). Verschiedene Fallstudien, in denen das Verfahren in Österreich eingesetzt wurde, finden sich in der angegebenen Publikation sowie auch in EURONATUR (2000).	Parasiewicz, P. & S. Schmutz (1999): A hybrid-model-assessment of physical habitat conditions combining various modelling tools. Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA (Bezug über EAWAG).
<i>River-System-Simulator: Eine Toolbox zur Beurteilung physikalischer und hydraulischer Parameter</i>	Der River System Simulator Toolbox zur Anwendung an Flüssen enthält neben Simulationsmodellen für die Wasserkraftnutzung auch Module für die Eisbildung, ein Temperaturmodell, ein eindimensionales Gewässergütemodell und zur Habitatmodellierung für Fische einen modifizierten PHABSIM-Ansatz. Wird in Norwegen regelmässig und erfolgreich zur Bemessung von Mindestwasserregelungen angewandt.	Harby, A. et al. (1999): Methods and Applications of Fish Habitat Modelling in Norway. Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA (Bezug über EAWAG). Siehe auch: www.sintef.no/units/civil/water
<i>MEFI: Methode zur Festlegung eines Mindestabflusses</i>	Modell zur Beurteilung einer Restwassersituation anhand benthischer Habitate aufgrund von Dotationsversuchen unter Berücksichtigung gemessener sohnlaher Geschwindigkeiten und der Sonneneinstrahlung. Dotationsversuche sind erforderlich. Einige Bayerische Ausleitungsstrecken wurden mit Hilfe des Verfahrens untersucht.	Strobl, T. & S. Nothhaft (2000): Ermittlung ökologisch begründeter Mindestabflüsse mit dem MEFI-Modell. EURONATUR (2000): S. 75-79.
<i>FST-Halbkugel-Habitat-Modell</i>	Modell zur Festlegung einer Restwasserregelung, welches aufgrund berechneter FST-Halbkugel Verteilungen (aufgrund von Talweg und Substratgrösse) benthische Habitatqualität simuliert. Das Verfahren ist in der Praxis bisher wenig erprobt.	DVWK (1999): Schrift 123, Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung mittels Halbkugelmethode und Habitat-Prognose Modell, Bonn.
<i>EVAH/PHABSIM</i>	PHABSIM ist das vermutlich älteste Simulationsmodell für Fischhabitate und basiert auf Präferenzen bezüglich Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Substrat. Eine Vielzahl von Untersuchungen wurden seit den früheren 80er Jahren in Nordamerika damit realisiert. EVAH ist eine benutzerfreundlichere, unter Windows laufende Version des klassischen PHABSIM-Simulationsmodells zur Abschätzung der Restwassersituation anhand von Fischhabitaten.	Ginot, V. (1995): EVAH, Un logiciel d'évaluation d'habitat sous Windows.- Bull. Fr. Pech. Piscic. 337/338/339, S. 303-308. Jorde, K. & Schneider, M. (1998): Einsatz des Simulationsmodells PHABSIM zur Festlegung von Mindestwasserregelungen, Wasser + Boden 50, Heft 4, S. 45- 49.
<i>Restwasserbemessung für Gebirgsbäche</i>	Bei dieser Methode werden insbesondere Strömungsbilder sowie optische und akustische Merkmale des Gewässers erfasst. Ein quantitativer Bezug zur Biologie fehlt. Das Verfahren wurde bei der UVP der Kraftwerke Brusio AG angewandt.	Schälchli U. (1991): Morphologie und Strömungsverhältnisse in Gebirgsbächen: Ein Verfahren zu Festlegung von Restwasserabflüssen. Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH, 113, Zürich, 112 S.

Methodenauswahl zur Qualitätssicherung der individuellen Ökostrom-Grundanforderungen (Restwasser)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
(R1)	Auswertung Parde-Koeffizienten, Gegenüberstellung Ganglinien, Vergleich mittlerer jahreszeitlich bezogener Abflüsse, abflussreichste Monate etc..	Die einzelnen Grundanforderungen werden in unterschiedlicher Kombination in den oben genannten Literaturstudien bzw. Untersuchungsberichten aufgegriffen. Feste Vorgaben zur Methodenauswahl und zur Qualitätssicherung können verallgemeinert nicht gemacht werden, sie sollen jedoch im Qualitätsniveau dem Stand der Technik entsprechen.
(R2)	Nachweis über die Ergebnisse einer habitatbezogenen Mindestwasseruntersuchung (vgl. Stand der Technik).	
(R3)	Nachweis wie R2 an repräsentativen Untersuchungsstrecken und Konzept bezüglich der Übertragung auf nicht untersuchte Strecken in komplexen Einzugsgebieten.	
(R4)	Fallspezifische Auswertung, z.B. über Länge der Wasseranschlagslinien (Uferlinien), Formvielfalt der Wasseroberfläche.	
(R5)	Begehung mit (Foto)dokumentation oder Auswertung über Wasserspiegellagen.	
(R6)	Ergibt sich automatisch aus Habitatmodellierung, sonst durch Begehung und Dokumentation bei relevanten Abflüssen.	
(R7)	Auswertung der Austauschzeiten und mindestens Auswertung der querschnittsgemittelten, besser jedoch der sohnahen Fließgeschwindigkeiten.	
(R8)	Eine individuelle Stellungnahme über den Schutzstatus und die daraus abzuleitenden Anforderungen an eine gesonderte Restwasserbemessung der Untersuchungsgebiete ist bei Bedarf erforderlich.	
(R9)	Vgl. (R8).	
(R10)	Auswertung der Ergebnisse einer Habitatmodellierung, bzw. habitatbezogener Restwasseruntersuchung mit biologischer Verifikation. An kleinen Gewässern zumindest durch Begehung (vgl. Stand der Technik).	
(R11)	Rechnerischer Nachweis oder Auswertung längerfristiger Messungen.	

Ausgewählte Referenzobjekte, Projektberichte oder praktische Fallbeispiele (Restwasser)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
Gewässerentwicklung	Studie zur Renaturierung und ökologischen Aufwertung einschliesslich Mindestwasserregelung an der Traisen. Kontakt über schmutz@mail.boku.ac.at.	Schmutz, S. & P. Parasiewicz (1999): Biotische Habitatmodellierung, Gewässerbetreuungskonzept Traisen. HFA-BOKU & Donau Consult. Im Auftrag des BMLF, Wien.
Ermittlung von Mindestwasserregelungen in komplexen Einzugsgebieten, Pilotstudie	Das Projektgebiet für die Ökostrom Pilotstudie ist das Val Blenio mit 3 Speicherbecken, einem Lauf- und 2 Speicherkraftwerken sowie insgesamt 22 Wasserfassungen und Überleitungen. Aus Untersuchungen (u.a. Temperatur, Hydraulik, Morphologie, Biologie, Habitatmodellierung) an ausgewählten Strecken wurde eine Restwassersynthese für das Gesamteinzugsgebiet erarbeitet. Kontakt über EAWAG.	EAWAG (2000): Endbericht zur Restwassersynthese im Rahmen des Ökostrom Projektes. EAWAG Bericht.
Ermittlung einer zeitlich gestaffelten Mindestwasserregelung	In der Ausleitungsstrecke einer Wasserkraftanlage der Äschenregion wurden Fisch- und Benthoshabitate untersucht und das Algenwachstum prognostiziert und daraus eine jahreszeitlich gestaffelte Mindestwasserregelung abgeleitet, die speziell auf die Reproduktionshabitate abgestimmt ist. Zusätzlich sollen dynamische Spülungen das Algenwachstum und die Kolmatierung eindämmen. Weiterhin wurden veränderte Stauspiegellagen untersucht. Kontakt über Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart: casimir@iws.uni-stuttgart.de.	Umweltverträglichkeitsstudie zur Wasserkraftanlage Werdohl-Schlacht an der Lenne (2000): Technischer Bericht TB 2000/5, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 80 S.
Fischhabitatuntersuchungen in grossen Flüssen und dynamische Mindestwasserregelung anhand sohnnaher Strömung	Anwendung des Simulationsmodells CASIMIR: Für Fischhabitatuntersuchungen und für Untersuchung benthischer Habitate zur Festlegung von Mindestwasserregelungen in grossen Flüssen (Pilotstudie am bayerischen Inn) und zur Festlegung dynamischer Mindestwasserregelungen anhand der sohnnahen Strömung in mehreren Versuchsstrecken in einer Ausleitungsstrecke am Kocher/ D. Kontakt über Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart: casimir@iws.uni-stuttgart.de.	Dürr, A (2000): Auswirkungen von Abflussvariationen auf das aquatische Habitatangebot in der Teststrecke Kraiburg/Inn, Diplomarbeit, Universität Stuttgart, 80 S. JORDE, K. (1997): Ökologisch begründete, dynamische Mindestwasserregelungen bei Ausleitungskraftwerken, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 90, Universität Stuttgart, 158 S.
UVP der Kraftwerke Brusio AG; Graubünden/CH	Individuelle Restwasserbemessung, die im wesentlichen auf optischen und akustischen Kriterien beruht und auf der oben zitierten Arbeit von U. Schälchli (1991) basiert. Die Methode ist nur für Gebirgsbäche angewandt worden. Es liegt bislang keine wissenschaftliche Auswertung vor. Kontakt über Kiefer & Parners: info@kieferpartners.ch	Kraftwerke Brusio AG (1992): UVP-Bericht Konzessionsprojekt 1991, Teilbericht Restwasserbemessung. Kraftwerke Brusio AG (1996): Restwasserbericht „Weiterbetrieb der bestehenden Anlagen im oberen Puschlav nach Ablauf der Konzession Ende 1997.

Weiterführende wissenschaftliche Literatur (Restwasser)

<i>Thema</i>	<i>KOMMENTAR</i>	<i>ZITAT</i>
<p>Mindestwasserregelungen, Wechselwirkungen zwischen Wasserkraftnutzung und Gewässerökologie sowie zur Habitatmodellierung</p>	<p>In den Tagungsbänden der ECOHYDRAULICS Konferenzen der Jahre 1994, 1996 und 1999 finden sich zahlreiche Publikationen zu allen angesprochenen Themen sowie weiterführende Literaturangaben.</p>	<p>ECOHYDRAULICS (1994): Proceedings of the 1st Conference on Ecohydraulics, SINTEF, Trondheim, Norway.</p> <p>ECOHYDRAULICS (1996): Proceedings of the 2nd Conference on Ecohydraulics, ECOHYDRAULICS 2000, Quebec City, Canada.</p> <p>ECOHYDRAULICS (1999): Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-ROM, Utah State University, USA (Bezug über EAWAG).</p>

■ Literatur und
■ Untersuchungsmethoden
■ zum Bereich

■ Schwall-/ Sunkregelungen



14.2 Literatur und Untersuchungsmethoden zum Bereich Schwall-/ Sunkregelungen

Hintergrundliteratur und Grundlagen

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Review zu Schwall-/ Sunk bis 1985</i>	Fasst aufgrund amerikanischer Arbeiten den Kenntnisstand zusammen über (i) Schwallauswirkungen (Hydraulik, Trockenfallen, Drift, Temperatur u.a.) (ii) Zu erhebende Grundlagen für die Beurteilung des Schwallbetriebs (iii) Mögliche schwalldämpfende Massnahmen.	Cushman, R. M. (1985): Review of Ecological Effects of Rapidly Varying Flows Downstream from Hydroelectric Facilities: North Am. J. Fish. Man. 5, 330-339.
<i>Review zu Schwall-/ Sunk ab 1985</i>	Bringt aufgrund europäischer und amerikanischer Arbeiten Beispiele für die Auswirkungen des Schwallbetriebs auf Fische (Trockenfallen, Strömung, Tiefe, Habitate, Temperatur u.a.).	Schöb, P. (1998): Untersuchung des Fischbestandes in der vom Schwellbetrieb des Kraftwerks Kubel beeinflussten Sitter: EAWAG-Praktikumsarbeit, 19 S. + Anhang. Interner Bericht, auf Anfrage bei EAWAG erhältlich. Ist auch enthalten in: Limnex & EAWAG (2000): Auswirkungen des Schwallbetriebes des Kraftwerks Kubel auf die Wassertiere der Sitter: Auftragsbericht, 57 S. + Anhang. Archiviert bei Limnex AG, Zürich.
<i>Kurzübersicht</i>	Listet wesentliche gewässerökologische Effekte von Schwallanstieg bzw. -rückgang sowie mögliche schwalldämpfende Massnahmen auf.	Moog, O. (1993): Quantification of daily peak hydropower effects on aquatic fauna and management to minimize environmental impacts: Regulated Rivers: Res. & Man. (8) 5-14.
<i>Einfluss von Schwell-/Sunk auf unterschiedliche Aspekte der Gewässerökologie</i>	Die SINTEF (staatliches norwegisches Gewässerforschungsinstitut) arbeitet auf vielen gewässerökologischen Ebenen im Bereich Schwall-/Sunk-regelungen. Auf der Homepage sind u.a. Labor- und Freilanduntersuchungen zu Fischökologie (Verhalten, Energiebedarf, Populationsstruktur usw.), zur Vegetation, zur Habitatstruktur sowie zur Modellierung der Einflüsse von Schwall und Sunk dargestellt.	Environmental Effects of Hydropeaking (2000): A research program on environmental effects of rapid and frequent changes in water flow and water level in regulated rivers: http://www.sintef.no/units/civil/water/effekt/hydpeak.htm Harby A., K. Alfredsen, J. V. Arnekleiv, J. H. H. Halleraker, S. Johansen, S. J. Saltveit (1999): Impacts from hydropeaking on Norwegian riverine ecosystems. Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA (Bezug über SINTEF oder EAWAG).
<i>Mindestwasserführung</i>	Neben den spezifisch schwallbezogenen Kriterien stehen für die Beurteilung der Mindestwasserführung (Sunkphase) zusätzliche Grundlagen zur Verfügung (vgl. Literatur zum Managementbereich Restwasser).	Siehe Kap. 14.1

Aktueller Stand der Technik (Schwall-/Sunk)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
Gesamt- untersuchung A	Die für den Alpenraum wohl umfassendste Bearbeitung eines stark schwallbeeinflussten Gewässers (inkl. echte Referenzstrecke) vor und nach der Realisierung von schwalldämpfenden Massnahmen. Langfristige Untersuchung (über insgesamt 10 Jahre) mit einer für angewandte Projekte maximalen Bearbeitungstiefe in den Bereichen Habitate, Morphometrie/ Hydraulik, Phytobenthos, Wassertemperatur, Makrozoobenthos (ohne Drift) und Fischökologie.	Jungwirth, M., O. Moog, S. Schmutz, U. Grasser, P. Parasiewicz, G.A. Parthl (1998): Limnologische Gesamtbeurteilung des Kraftwerks Alberschwende: Auftragsstudie der BOKU Wien, 540 S. Archiviert bei der Universität für Bodenkultur, Abteilung Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft & Aquakultur, Wien.
Modellierung Fischhabitate	Modifikation und Anwendung der INSTREAM FLOW INCREMENTAL METHODOLOGY (IFIM) auf Schwallstrecken in Frankreich. Modellierung der verfügbaren Habitatflächen (WUA) für Forellen.	Valentin, S., F. Lauters, C. Sabaton, P. Breil, Y. Souchon (1996): Modelling temporal variations of physical habitat for brown trout (<i>Salmo trutta</i>) in hydropeaking conditions. Regulated Rivers Res. & Man. 12, 317 - 330.
Modellierung Fischhabitate	Modellierung mit SSIIM einem dreidimensionalen Modell. Wurde zur Simulation der physikalischen Bedingungen unter Schwell-/ Sunk für unterschiedliche Abflüsse in Norwegen angewandt.	Alfredsen K., J. V. Arnekleiv, J. H. H. Halleraker, A. Harby, S. Johansen, S. J. Saltveit, P. Borsanyi (1999): Physical habitat modelling in a Norwegian hydro-peaking river. Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA (Bezug über SINTEF oder EAWAG).
Sohlnahe Strömung — Makrozoobenthos	Mittels Halbkugelmethode sohlennah erfasste Strömungspräferenzen einer Vielzahl von Makroinvertebraten-Taxa zur Ermittlung von Mindestabflüssen. Auf Schwallstrecken bislang erst vereinzelt angewendet (vgl. Gesamtuntersuchung A).	Schmedtje, U. (1995): Ökologische Grundlagen für die Beurteilung von Ausleitungsstrecken. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 25, 156 S.
Invertebraten- und Algendrift	Aktuelle Zwischenberichterstattung über umfangreiche, noch laufende Versuche zur Abhängigkeit verschiedener Driftparameter (Dichte, Rate, Fracht, Proportion) von Art und Ausmass des Schwallbetriebs.	Marrer, H. (2000): Gewässerökologisch verträgliche Ausgestaltung des Schwellregimes. Auftragsbericht, 45 S. + Beilage. Archiviert bei Büro für Gewässer- und Fischereifragen AG, Solothurn.

Methodenauswahl zur Qualitätssicherung der individuellen Ökostrom-Grundanforderungen (Schwall- /Sunk)


Thema	KOMMENTAR	ZITAT
(SS1)	Die Auswirkungen einer bestimmten Schwall/Sunk-Amplitude müssen im individuellen Gewässer beurteilt werden (vgl. Gesamtuntersuchung A und Fallbeispiele). Anhaltspunkte für eine erste orientierende Einstufung des Schwallbetriebs bezüglich Menge bzw. Frequenz geben Jungwirth (1992) und Marrer (2000), vgl. Stand der Technik.	Jungwirth, M. (1992): Fließgewässer: limnologische und fischökologische Probleme. Landschaftswasserbau (13) S. 15 - 28.
(SS2)	—	—
(SS3)	Literaturübersicht zur Temperaturabhängigkeit der physikalisch-chemischen Verhältnisse in Gewässern sowie zu Temperaturansprüchen und –toleranzen aquatischer Organismen (Bakterien, Algen, Makrophyten, Zooplankton, Makroinvertebraten, Fische).	Humpesch, U.H., M. Dokulil, J.M. Elliott, A. Herzig, A. (1981): Ökologische Auswirkungen der thermischen Gewässerbeeinflussung. Erschienen in der Reihe Forschungsarbeiten Wasserwirtschaft Wasserversorge. Herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Sektion IV), Wien, 257 S.
(SS4)	Die Auswirkungen einer bestimmten Wasserstandsänderung müssen im individuellen Gewässer beurteilt werden (vgl. Fallbeispiele). Anhaltspunkte für eine erste orientierende Einstufung des Schwallbetriebs bezüglich Schwall/Sunk-Übergang gibt Schöb (1992), vgl. Hintergrundliteratur. Eingehendere Untersuchungen dazu fehlen nach Moog et al. (1993) noch.	Moog, O., M. Jungwirth, S. Muhar, B. Schoenbauer (1993): Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte bei der Wasserkraftnutzung durch Ausleitungskraftwerke. Österreichische Wasserwirtschaft 45, 197 - 210.
(SS5)	Ansprüche der Auevegetation sind v.a. bezüglich Niederwasser (Sunkphase) und Jahresverlauf untersucht. Spezifische Auswirkungen des Schwallbetriebs (insbesondere bezüglich Schwallphase) sind jedoch unklar.	BUWAL (1987): Wasserentnahme aus Fließgewässern: Auswirkungen verminderter Abflussmengen auf die Pflanzenwelt. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 72, 103 S.
(SS6)	Die Auswirkungen des Schwallbetriebs auf die Reproduktion von Fischen müssen im individuellen Gewässer beurteilt werden (vgl. Gesamtuntersuchung A, Fallbeispiele). Liebig et al. (1999) untersuchen speziell die Jungforellen.	Liebig, H., R. Céréghino, P. Lim, A. Belaud, S. Lek (1999): Impact of hydropeaking on the abundance of juvenile brown trout in a Pyrenean stream. Arch. Hydrobiol. (144) 439 - 454.
(SS7)	Aufnahme der Habitatvielfalt über Breiten-, Tiefen- und Strömungsverhältnisse (vgl. Fallbeispiele), Übertragung auf unterschiedliche Abflussszenarien mittels Modellierung (vgl. Stand der Technik, weiterführende Literatur).	—

Ausgewählte Referenzobjekte, Projektberichte oder praktische Fallbeispiele (Schwall-/Sunk)

<i>Thema</i>	<i>KOMMENTAR</i>	<i>ZITAT</i>
<i>Gesamt- untersuchung B</i>	Gewässer- und fischökologische Beurteilung der Schwallstrecke in der Sitter SG (Kraftwerk Kubel). Angewandte Untersuchung über ein bis zwei Jahre mit einer für Ökostrom-Abklärungen geeigneten Bearbeitungstiefe in den Bereichen Habitate (ohne Modellierung), chemisch-physikalische Verhältnisse (inkl. Temperatur), Makrozoobenthos, Drift und Fische. Beurteilung mangels geeigneter Referenzstrecke nur aufgrund von Erfahrungswerten bzw. von relativen Veränderungen zwischen Sunk- und Schwallphase.	Limnex & EAWAG (2000): Auswirkungen des Schwallbetriebs des Kraftwerks Kubel auf die Wassertiere der Sitter. Auftragsbericht, 57 S. + Anhang Archiviert bei Limnex AG, Zürich.
<i>Gesamt- untersuchung C</i>	Gewässer- und fischökologische Beurteilung der Schwallstrecke im Ticino TI im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung zum Kraftwerk Ritom. Angewandte Untersuchung über zwei Jahre in den Bereichen Habitate, Temperatur, Wasserqualität, Phyto- und Makrozoobenthos, Drift, Fische. Beurteilung mangels geeigneter Referenzstrecke nur aufgrund von Erfahrungswerten und von Vergleich mit flussaufwärts gelegener Restwasserstrecke. Diskussion der gewässerökologischen Anforderungen an die Schwall/Sunkdämpfung.	Marrer, H. (1996): Erneuerung Kraftwerk Ritom. Kapitel 5.3 und Anhang 5.3-6 des Umweltverträglichkeitsberichtes (Hauptuntersuchung). Auftragsbericht, 77 + 34 S.. Archiviert bei Büro für Gewässer- und Fischereifragen AG, Solothurn.
<i>Einfacher hydraulischer Ansatz</i>	Gewässer- und fischökologische Beurteilung der Schwallstrecke im Inn GR. Angewandte Untersuchung in verschiedenen Bereichen mit vergleichsweise starkem Gewicht auf den morphologisch-hydraulischen Verhältnissen. Einfache Modellierung der Abflusstiefen, Breiten und mittleren Fließgeschwindigkeiten sowie einiger Indikatoren der sohnahen Strömung mittels Staukurvenrechnung. Schwierige Übertragung der Resultate auf die benthische Besiedlung infolge fehlender Präferenzkurven für einzelne Taxa (vgl. Stand der Technik).	Limnex & Schälchli & Abegg (1994): Untersuchung am Inn bei Celerina im Zusammenhang mit der Konzessionserneuerung des Elektrizitätswerkes St. Moritz. Hauptbericht und Anhang 3. Auftragsbericht, 36 + 17 S.. Archiviert bei Limnex AG, Zürich.

Weiterführende wissenschaftliche Literatur (Schwall- /Sunk)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Habitatmodellierung</i>	Grundlagen für die Berechnung und Modellierung von sohnlicher Hydraulik und die daraus abgeleiteten Folgerungen für die Ausdehnung und Verteilung der besiedelbaren Gewässerflächen für unterschiedliche Organismen in Abhängigkeit der Wasserführung. Für die Restwasserbemessung entwickeltes Modell (CASIMIR), welches in Norwegen in Pilotstudien auch auf Schwall-Sunkproblematik angewandt wurde.	Jorde, K. (1997): Ökologisch begründete, dynamische Mindestwasserregelungen bei Ausleitungskraftwerken: Mitteilungen Institut für Wasserbau Universität Stuttgart Heft 90, 158 S.
<i>Reaktion des Benthos auf Störungen</i>	Grundlagen für das Makrozoobenthos zur Anfälligkeit gegenüber Störungen (i.B. Hochwasser) und zur Wiederbesiedlung gestörter Gewässerstellen durch unterschiedliche Mechanismen (z.B. Drift).	Matthäi, C. D. (1996): Disturbance and invertebrate patch dynamics in a prealpine river: Diss. ETH Nr. 11765, 169 S.
<i>Reaktion auf Temperaturänderung</i>	Untersuchungen über den Temperatureinfluss von Schwell-/Sunkeffekten auf das Verhalten junger Bachforellen im Unterschied zwischen Sommer- und Wintermonaten.	Vehanen T., P. L. Bjerke, J. Heggenes, A. Huusko, and A. Mäki-Petäys (2000): Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial flumes. Journal of Fish Biology, Vol. 55 (4) 923-937. oder: http://www.sintef.no/units/civil/water/effekt/publication.htm
<i>Weiterführende wissenschaftliche Grundlagenarbeit zum Thema Schwall-/Sunk Regelung</i>	Alle Literatur beschäftigt sich mit dem mit den Effekten der Schwall- / Sunkproblematik oder beschreibt ihren Einfluss neben anderen Nutzungsformen auf die Gewässerstrecken. Sie dienen daher v.a. der Bereitstellung weiterführender Literatur.	Morrison, H.A., K. E. Smokorowski (2000): The applicability of various frameworks and models for assessing the effects of hydropeaking on the productivity of aquatic ecosystems: Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic-Sciences (in print). Muhar, S., M. Schwarz, S. Schmutz & M. Jungwirth (2000): Identification of rivers with high and good habitat quality: Methodological approach and applications in Austria: Hydrobiologia: (422/423) 343-358. Liebig, H., R. Cereghino, P. Lim, A. Belaud & S. Lek (1999): Impact of hydropeaking on the abundance of juvenile brown trout in a Pyrenean stream. Arch. F. Hydrobiol. 144 (4): 439-454.



■ Literatur und
■ Untersuchungsmethoden
■ zum Bereich

■ **Stauraummanagement**



14.3 Literatur und Untersuchungsmethoden zum Bereich Stauraummanagement

Hintergrundliteratur und Grundlagen

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
Flussstauhaltungen		
<i>Bewirtschaftung</i>	Kurzer Abriss über mögliche ökologische Auswirkungen durch den Aufstau im Staubereich: z.B. auf den Feststoffhaushalt, die Wasserfauna, die Wasserqualität und das Grundwasser. Ferner erwähnt sind die Auswirkungen auf Auen, die sich im Unterwasser oder im Staubereich befinden. Die Schrift enthält ausserdem ergänzende Massnahmen zum Schutz der Umwelt z.B. durch Wehrregulierung und Böschungsabtrag.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 36-41.
<i>Planung von Spülungen</i>	Hinweise zu den notwendigen Kenntnissen über Stauraumsedimente und Abflussverhältnisse bei der Abschätzung ökologischer Auswirkungen einer Stauraumspülung (Schwerpunkt: Trübe und Wasserchemie im Unterwasser).	ÖWAV (2000): Feststoffmanagement in Kraftwerksketten. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 137, S. 43-44.
<i>Spülungen</i>	Ökologische Auswirkungen von Stauraumspülungen auf das Unterwasser und den Stauraum.	ÖWAV (2000): Feststoffmanagement in Kraftwerksketten. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 137, S. 61-65.
<i>Gestaltung von Stauraum und Unterwasser</i>	Das Dokument enthält Gestaltungsmassnahmen für den Stauraum und das Unterwasser zur Schaffung und zum Schutz von Lebensräumen.	Binder, W. (1986): Beispiele zur Stauraumgestaltung aus Bayern. In Landschaftswasserbau: Naturnahe Gestaltung von Stauhaltungen, Hrsg. Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau Technische Uni Wien, Band 7, S. 307-339
Grosse bzw. alpine Speicher		
<i>Bewirtschaftung und Spülungen</i>	Kurzer Abriss über mögliche ökologische Auswirkungen im Stauraum und im Unterwasser (durch Aufstau und Spülungen) z.B. auf den Feststoffhaushalt, die Wasserqualität, auf Auen und Wasserfauna. Das Dokument enthält ferner mögliche Massnahmen zum Schutz der Umwelt.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 43-48.
<i>Spülungen</i>	Hydrologische, morphologische und chemische Veränderungen während und nach einer Spülung und deren schädigende Folgen für die Biozönosen im Unterwasser.	Gerster, S. & P. Rey, (1994): Ökologische Folgen von Stauraumspülungen. BUWAL, Bern, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 219, S. 20-26.
Entsander		
<i>Spülungen</i>	Zusammenfassung der Auswirkungen von Entsanderspülungen auf den Feststofftransport, die Temperatur und die Wasserchemie sowie allgemeine Anforderungen an die Abflussverhältnisse während einer Entsanderspülung.	Forstenlechner, E., M.Hütte, U. Bundi, E. Eichenberger, A. Peter, & J. Zobrist (1997): Ökologische Aspekte der Wasserkraftnutzung im alpinen Raum. Vdf, Hochschul.-Verl. an der ETH, Zürich, S. 44-46 und S. 91-92.

Aktueller Stand der Technik (Stauraummanagement)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
Flussstauhaltungen <i>Bewirtschaftung</i>	Zusammenstellung unterschiedlicher Massnahmen anhand von UVB-Fallbeispielen. Hinweise zum ökologischen Management des Stauraumes (z.B. durch Wehrregulierung), bzw. Hinweise bei Einschränkung oder Verlust von Landschaftselementen.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 111-134.
<i>Stauraum- und Stauraumvorlandgestaltung</i>	Fallbeispiele zur Schaffung neuer Biotope in Flachwasserzonen am Ufer und teilverlandeten Vorländern durch Sedimentaufbringung.	Riegler, J. (1996): Sedimentmanagement an der österreichischen Donau. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen. Teil 2, Hrsg. Vischer, S. 131-144. Steiner, H.A. (1996): Ökologische Aspekte und Sukzessionsentwicklung spülgerecht gestalteter Stauraumvorländer an den Flusskraftwerken der Drau. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen. Teil 2, Hrsg. Vischer, S. 177-191.
<i>Stauraumspülung</i>	Vortrag über die Grenzwertproblematik, die Beweissicherungsfragen und die Schadensbilanzen bei Stauraumspülungen.	Seifert (2000): Tagungsband der Fachvortrag bei 15. SVK-Fischereitagung. 19-20/02/2000.
Grosse bzw. alpine Speicher <i>Speicherverlandung</i>	Dokument enthält sowohl grundsätzliche als auch fallspezifische Hinweise (Stausee Mauvoisin, CH) zur Verhinderung oder Reduktion von Verlandungsproblemen im Bereich des Stauraums und der Triebwasserfassung.	Schleiss, A., B. Feuz, M. Aemmer, & B. Zünd (1996): Verlandungsprobleme im Stausee Mauvoisin. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 37-58.
<i>Konzipierung und Durchführung von Spülungen</i>	Dokument enthält konzeptionelle und methodische Empfehlungen zur Durchführung von Spülungen, d.h. es enthält Hinweise zu relevanten Erhebungsparametern und präventiven Massnahmen vor der Durchführung von Spülungen sowie Untersuchungsparameter und technische Massnahmen während, bzw. nach der Spülung.	Gerster, S. & Rey, P. (1994): Ökologische Folgen von Stauraumspülungen. BUWAL, Bern, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 219, S. 40-44.
<i>Kurzspülungen bei stark geschiebeführenden Fliessgewässern</i>	Dokument enthält allgemeine Vorschläge zu Kurzspülungen sowie ein fallspezifisches Spülprogramm (für den Angerbach, A). Konkret erwähnt sind das zeitrichtige Öffnen und Schliessen der Spülschütze sowie der Beginn und das Beenden des Triebwassereinzuges, um den natürlichen Weitertransport des Geschiebes mit der Hochwasserwelle zu gewährleisten.	Mader, H. (1993): Ausgewählte Probleme zur Dotierwasserabgabe. Wiener Mitteilungen – Wasser Abwasser Gewässer, Band 113, S. 99-116.
<i>Ökologische Auswirkungen von Spülungen auf Makroinvertebraten</i>	Im Dokument erwähnt sind allgemeine und speziell an den Stausee Luzzzone (CH) angepasste Empfehlungen für Kurzspülungen (Grundablassspülungen). Ziel sind möglichst geringe ökologische Auswirkungen auf die Makroinvertebraten. Ferner erwähnt sind Angaben zur Vorgehensweise bei Beprobung und Auswertung der Makroinvertebratenpopulation.	Ammann, M. & M. Kast (1996): 10 Jahre ökologische Spülbegleitung am Luzzzone-Stausee (Bleniotal/TI). In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 198-203.

Aktueller Stand der Technik (Stauraummanagement, Fortsetzung)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<p>Entsander <i>Auswirkungen der Bewirtschaftung auf Schwebstoffe und Invertebraten</i></p>	<p>Anhand einer Entsanderkammer (Wasserfassung Klammbach, A) sind abgelagerte Sedimente sowie Ein- und Ausdrift und Besiedlung von Invertebraten dargestellt und diskutiert.</p>	<p>Hütte, M. (1994): Die Bedeutung einer Wasserfassung für die Ökologie eines alpinen Baches. Diss., S. 35-44.</p>
<p><i>Auswirkungen von Spülungen auf Invertebraten</i></p>	<p>Anhand von zwei Spülungen einer Entsanderkammer (Wasserfassung Klammbach, A) sind die Beeinflussungen auf die Invertebraten durch den spülungsbedingten Wasserschwall dargestellt und diskutiert.</p>	<p>Hütte, M. (1994). Die Bedeutung einer Wasserfassung für die Ökologie eines alpinen Baches. Diss., S. 55-95.</p>
<p><i>Vorteil kontinuierlich gespülter Entsander</i></p>	<p>Für eine geplante Wasserfassung (in der Saltina, CH) werden ökologische Beeinträchtigungen der Morphologie und Fauna im Unterwasser durch die Konzeption eines Permanententsanders ausgeschlossen.</p>	<p>Zurwerra, A. (1993): Wasserfassung und Entsander Grund. PRONAT AG, Winkelgasse 4, Brig. Im Auftrag: EBG AG PF 204, Brig, S. 14-31 (Bezug über EAWAG).</p>

Methodenauswahl zur Qualitätssicherung der individuellen Ökostrom-Grundanforderungen (Stauraummanagement)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
Flusstauhaltungen (S2), (S5), (S10)	Für das Kraftwerk Ruppoldingen (CH) wird ein ökologisches Wehrregime zur Annäherung an die natürlichen Wasserspiegelschwankungen vorgeschlagen. Die Massnahme dient der Vernetzung des Gewässers mit seinen angrenzenden Lebensräumen.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 111.
(S6)	Das Dokument enthält Gestaltungsmassnahmen für den Stauraum und das Unterwasser zur Schaffung und zum Schutz von Lebensräumen.	Binder, W. (1986): Beispiele zur Stauraumgestaltung aus Bayern. In Landschaftswasserbau: Naturnahe Gestaltung von Stauhaltungen, Hrsg. Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau Technische Uni Wien, Band 7, S. 307-339.
(S8)	Für das Kraftwerk Rosegg-St. Jakob (A) wurde der Stauraum derart umgestaltet, dass ein spülwirksames Hochwasserabflussprofil entstand. Dazu erfolgten z.B. Baggerungen, Verkippungen und Ausformungen.	Steiner, H.A. (1996): Ökologische Aspekte und Sukzessionsentwicklung spülgerecht gestalteter Stauraumvorländer an den Flusskraftwerken der Drau. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 2, S. 178-186.
(S9)	Am Kraftwerk Kappelerhof (CH) werden durch Wehrregulierung Rastplätze für Zugvögel geschaffen.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 113.
(S9)	Am Kraftwerk Kappelerhof (CH) sollen durch die Wehrregulierung natürliche Kiesinseln als stauraumabhängige Landschaftselemente erhalten werden. Dies soll durch die Überflutung und der daraus resultierenden Verzögerung der Verwaldung erreicht werden.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 115.
(S10)	Am Kraftwerk Ruppoldingen (CH) wird eine Erweiterung der Weichholzaue im Unterwasser durch das Abtragen der Böschung gewährleistet.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 121. ATEL – Aare-Tessin AG für Elektrizität (1995): Neubau Kraftwerk Ruppoldingen – Bericht zur Umweltverträglichkeit 2. Stufe – Fachgutachten C.7 – Natur, Landschaft, Erholung. Olten, S. 5-40.
(S13, S14)	Angepasstes Feststoffmanagement in Bezug auf die unterschiedlichen Fischregionen, v.a. in Bezug auf die für die Fische typischen Laichbedingungen (Laichzeit, Laichhabitate, und Temperatur).	ÖWAV (2000): Feststoffmanagement in Kraftwerksketten. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 137, S. 54-58.
Grosse bzw. alpine Speicher (S1)	Für die Spülung der Stauhaltung Morobbia (CH) konnten durch ein verändertes Spülkonzept (z.B. durch die Festlegung eines natürlichen Mindestabflusses und durch die zusätzliche Erhöhung dieses Abflusses) wesentlich geringere Feststoffkonzentrationen im Unterwasser erreicht werden.	Bremen, R. & P. F. Bertola (1996): Praxisgerechte Lösungen zur Optimierung von Stauspülungen. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 111-122.
(S1), (S7), (S11), (S13), (S12)	Hinweise auf generelle Massnahmen zur Kontrolle und Steuerung von Spülungen durch Schwebstoffmessungen und Zustandsaufnahmen.	ÖWAV (1998): Entleerung, Spülung und Räumung von Speichern und Becken. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 117, S. 15-26.

Methodenauswahl zur Qualitätssicherung der individuellen Ökostrom-Grundanforderungen (Stauraummanagement, Fortsetzung)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
(S7)	Für die Kraftwerke Oberhasli (CH) wird die Durchführung periodischer Spülungen mit Sauberwasser zur Verhinderung von grösseren Feststoffablagerungen vorgeschlagen.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. BUWAL, Bern, Nr. 8, S. 139.
(S7), (S11), (S12), (S13)	Das Dokument enthält spülungsbegleitende Massnahmen zur Vermeidung und Erfassung ökologischer Schäden. Dazu gehören z.B. Sedimentuntersuchungen, Bestandsbergungen und technische Massnahmen.	Gerster, S. & P. Rey (1994): Ökologische Folgen von Stauraumspülungen.- BUWAL, Bern, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 219, S. 40-44.
Entsander (S3), (S7)	Im Dokument werden Hinweise zur Konzipierung und Durchführung von Entsanderspülungen gegeben.	Forstenlechner, E., M. Hütte, U. Bundi, E. Eichenberger, A. Peter & J. Zobrist (1997): Ökologische Aspekte der Wasserkraftnutzung im alpinen Raum. Vdf, Hochschul.-Verl. an der ETH, Zürich, S. 91-92.

Ausgewählte Referenzobjekte, Projektberichte oder praktische Fallbeispiele (Stauraummanagement)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<p>Flusstauhaltungen Ökologische Auswirkungen sowie Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmass- nahmen im Stauraum</p>	<p>Objekt: Neubau Kraftwerk Ruppoldingen: Auswirkungen: verringerte Fließgeschwindigkeiten; veränderte Fischregionen; Zerstörung von Uferbestockung und Nistplätzen; Verlust von Auenflächen; ungünstige Fließgeschwindigkeiten in Mündungsbereichen für rheophile Arten. Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen: Kiesvorschüttungen und Bühnen als Uferstrukturmassnahmen sowie Anpassung und Renaturierung der Mündungsabschnitte der Nebengewässer für rheophile Arten; Schaffung von Flachwasserzonen für limnophile Arten, Wasservögel etc.; Wiederherstellung und Erweiterung bestehenden Auenswalds und Ufergehölzsaumes für natürliche gewässerbegleitende Flora und Fauna durch Aufschüttungen.</p>	<p>ATEL – Aare-Tessin AG für Elektrizität (1995): Neubau Kraftwerk Ruppoldingen – Bericht zur Umweltverträglichkeit 2. Stufe – Hauptbericht. Olten, 8-3 bis 8-42 .</p>
<p>Lebensräume und Lebensgemein- schaften der Stauseen an der Kraftwerkskette am Unteren Inn</p>	<p>Objekt: Kraftwerke Ering-Frauenstein, Eggfling-Obernberg, Schärding-Neuhaus (Unterer Inn). Auswirkungen auf Lebensräume und Lebensgemeinschaften: Die eingetragenen Feststoffe bestehen ausschliesslich aus Schwebstoffen daher fortschreitende Verlandung, die zur Artenverschiebung bei den Vögeln führt. Ferner kommt es zur Überflutung der Auen durch den Aufstau, zur Sukzession auf den Anlandungen bis zur Silberweidenau, zur Unterbrechung der Auendynamik ausserhalb der errichteten Dämme. Aufgrund verringerter Fließgeschwindigkeiten und fehlender Kiesbänke tritt eine Verschiebung von der oberen Barbenregion hin zur Brachsenregion ein und ebenso eine Artenverschiebung bei Fischnährtieren. Massnahmen: Schaffung von Anlandungs- und Gleichgewichtszone durch Leitwerke.</p>	<p>Ohnmacht, A.M. (1994): Ramsar-Bericht 2 – Stauseen am Unteren Inn. Im Auftrag: Umweltbundesamt, Wien, S. 3-19, 27-45 und 47-56.</p>
<p>Schaffung neuer Lebensräume im Stauraum</p>	<p>Objekt: Stützkraftstufe Landau (Isar, D) Massnahmen zur Schaffung neuer Lebensräume: Vorschüttungen v.a. im Stauwurzelbereich zur Schaffung unterschiedlicher Habitate von den Tiefwasserzonen bis hin zu ausgedehnten Flachwasserzonen. Anlegung von Kleingewässern mit unterschiedlichen Substraten (kiesig-sandig bis lehmig-tonig) der Gewässersohle. Flache Uferneigungen als Verlandungszonen, steilere Ufer mit Buchten oder wannenartigen Vertiefungen, die flach auslaufen. Deiche und Dämme aus kiesigem Material als Trockenwuchsstandorte. Lehmige Ufer als Steilwände für Lebensräume von Vögeln und Insekten.</p>	<p>Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1991): Stützkraftstufe Landau a.d. Isar – Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt in den ersten 5 Jahren. Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, München, Heft 24, 12-17.</p>

Ausgewählte Referenzobjekte, Projektberichte oder praktische Fallbeispiele (Stauraummanagement, Fortsetzung)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<p>Grosse bzw. alpine Speicher</p> <p><i>Spülung eines Ausgleichsbeckens (Konzeptionelles Vorgehen)</i></p>	<p>Objekt: Ausgleichsbecken des Speicherkraftwerks Ova Spin am Spöl (CH). Dokument liefert umfangreiches Untersuchungsprogramm, das zur allgemein Orientierung geeignet ist. <i>Voruntersuchung:</i> Makrozoobenthos und Fische, Habitate und Auevegetation. <i>Hauptuntersuchung:</i> Feststoffgehalt, Temperatur, Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung, Nitrat, Nitrit, Ammoniak und Phosphat. <i>Nachuntersuchung:</i> Makrozoobenthos und Fische, Auevegetation.</p>	<p>Hälg, R. (1996): Spülung des Stausees Ova Spin. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S.171-187.</p> <p>Rey, P. & J. Ortlepp (1995): Spülung des Staubeckens Ova Spin – Begleitende Untersuchung und Abschätzung der ökologischen Folgen. Im Auftrag: Amt für Umweltschutz, Kanton Graubünden.</p> <p>Ackermann, G., J. Ortlepp, P. Pitsch, P. Rey, & K. Robin (1996): Entleerung des Ausgleichsbeckens Ova Spin 1995. CRATSCHLA, 4/2/1996, S. 37-45.</p>
<p><i>Spülung eines stark verlandeten alpinen Wochenspeichers</i></p>	<p>Anhand einer Spülung der Speichers Margaritze (CH) ist der Verlauf des Schwebstoffgehaltes beim Entlandungsablauf mit verlandetem Grundab-lasseinlauf dargestellt; wesentliche Vorkehrungen waren Bereitstellung von Reinstwasser und Hydrojeteinrichtung vor dem Grundablass zu dessen Freilegung.</p>	<p>Wagner, E.K., N. Karlsböck & H. Niedermühlbichler (1996): Spülung des Speichers Margaritze. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 123-136.</p>
<p><i>Spülungen alpiner Speicher</i></p>	<p>Objekte: Luzzzone, Carassina und Malvaglia (alle CH). Im Dokument sind die Auswirkungen auf die Makroinvertebraten nach Spülungen im Brenno festgehalten. Ebenso stehen Empfehlungen für zukünftige Spülungsabläufe bereit.</p>	<p>Holinger AG (1995): Zusammenfassender Bericht über die Entwicklung der Makroinvertebratenfauna des Brenno in den Jahren 1985-1994. Auftraggeber: Officine Idreletriche di Blenio SA. (Bezug über EAWAG).</p>
<p><i>Fischökologie eines alpinen Gewässers</i></p>	<p>Objekt: Melezza (CH). Das Dokument enthält eine ausführliche logitudinale Substratbeschreibung sowie Empfehlungen zur Bewirtschaftung des Gewässers.</p>	<p>Hydra (1995): Fischökologische Untersuchungen an der Melezza. Schlussbericht zuhanden Dipartimento del Territorio del Cantone TI, Ufficio Caccia e Pesca. (Bezug über EAWAG).</p>
<p><i>Spülung eines Speichers mit tiefliegendem Grundablass</i></p>	<p>Objekt: Speicher Bolgenach. Bei zwei Entleerungsversuchen kam es zur Verlegung des Grundablasses und zu erheblichen Belastungen im Unterwasser. Daher wurde im Anschluss folgendes Feststoffbewirtschaftungskonzept umgesetzt: Höherlegung von Grundablass- und Triebwassereinlauf, jährliche Ausbaggerung der Feinstoffe im geschaffenen Absetzraum und Weiterleitung über Triebwasser ins Unterwasser bei hoher Wasserführung; laufende Geschiebeentnahme und fallweise Feinsandentnahme im Bereich des Feststoffeintrages.</p>	<p>Vigl, L. & E. Pürer (1996): Speicher Bolgenach – Feststoffbewirtschaftungskonzept und erforderliche Massnahmen. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 223-229.</p> <p>ÖWAV (1998): Entleerung, Spülung und Räumung von Speichern und Becken. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 117, S. 33-34.</p>

Weiterführende wissenschaftliche Literatur (Stauraummanagement)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Spülung von Flusstauhaltungen und deren Auswirkungen auf die Gewässerfauna</i>	Im Dokument sind Erkenntnisse über Auswirkungen auf die Gewässerfauna durch erhöhte Trübe (z.B. Veränderung der Schwebstoffkonzentration, der Ammoniumkonzentration, der Sauerstoffkonzentration) zusammengetragen. Dies sind vor allem Ergebnisse aus Laboruntersuchungen.	ÖWAV (2000): Feststoffmanagement in Kraftwerksketten. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 137, S. 58-6.
<i>Auswirkungen von Entsanderspülungen auf Invertebraten</i>	Anhand von zwei Spülungen einer Entsanderkammer (Wasserfassung Klamm Bach, A) sind die Beeinflussungen auf die Invertebraten durch den spülungsbedingten Wasserschwall dargestellt und diskutiert.	Hütte, M. (1994). Die Bedeutung einer Wasserfassung für die Ökologie eines alpinen Baches. Diss., S. 55-95.
<i>Auswirkungen von Spülungen eines Entsanders auf das Zoobenthos</i>	Eine Wasserfassung am Klamm Bach (Kühtal Tirol) wurde in Bezug auf die Sohlenbesiedlung, Driftintensität und Driftdichte des Zoobenthos untersucht. Die Auswirkungen der Spülungen zeigten starke Verdriftung des Zoobenthos insbesondere der Tiere der Spritzwasserzone. Es konnte ein über 90 %iger Rückgang der Sohlenbesiedlung im Bereich von 10 bis 50 m hinter Wasserfassung bei erster Spülung.	Hütte, M. (1994): Die Bedeutung einer Wasserfassung für die Ökologie eines alpinen Baches. Diss., 55-95.
<i>Speicherspülung</i>	Forschungsergebnisse zu den Auswirkungen aufgeschwemmter Sedimente bei der Spülung von Wasserspeichern.	Petz-Glechner (2000): Fachvortrag bei 15. SVK-Fischereitagung. 19-20/02/2000.

■ Literatur und
■ Untersuchungsmethoden
■ zum Bereich

■ **Geschiebemanagement**



14.4 Literatur und Untersuchungsmethoden zum Bereich Geschiebemanagement

Hintergrundliteratur und Grundlagen

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
Flussmorphologie	Definition von Sohlenformen (Riffle, Dünen, Step-pools, etc.)	ASCE Task Force on Bed Forms in Alluvial Channels (1966): Nomenclature for Bed Forms in Alluvial Channel. <i>ASCE, J. of the Hydr. Division</i> , 92(HY3), 51-64.
Flussmorphologie	Standardwerk zur Definition von Gerinneformen (Gerades Gerinne, Mäander, Verzweigung).	Leopold L.B. & M.G. Wolman (1957): River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight. <i>Geological Survey Professional Paper</i> 282-B.
Flussmorphologie, Geomorphologie	Deutschsprachiges Standardwerk über die Entstehung von Gerinneformen.	Mangelsdorf J. & K. Scheuermann (1980): Flussmorphologie – Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. <i>Oldenbourg Verlag</i> , München Wien, 262 S.
Flussmorphologie, Geomorphologie	Ausführliche Abhandlung über die Geomorphologie von Fließgewässern mit qualitativer Beschreibung von Gewässertypen in Mitteleuropa.	Kern K. (1994): Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung. Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern. <i>Springer-Verlag</i> , Berlin Heidelberg New York, 256 S.
Flussmorphologie	Beschreibt Zusammenhänge zwischen Hydrologie, Geschiebetransport und Morphologie in einem alpinen verzweigten Fluss. (Gewässer: Melezza, Kanton Tessin/CH).	Roth M. und B. Zarn (1998): Eintiefung am Wildfluss Melezza – Voraussagen 1983, Messungen und Berechnungen 1997. <i>Wasserbau-Symposium: Planung und Realisierung im Wasserbau</i> , Garmisch-Partenkirchen, 15.-17. Oktober. <i>Bericht der Versuchsanstalt Obernach und Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München</i> , 84, S. 187-199.
Geschiebetransport	Beschreibt die grossräumige und langandauernde Auswirkung von Gewässerkorrekturen auf die Sohlenveränderung und den Geschiebetransport. (Gewässer: Thur, Emme, Alpenrhein jeweils CH).	Schilling M., R. Hunziker & L. Hunzinger (1996): Die Auswirkungen von Korrektionsmassnahmen auf den Geschiebehalt. <i>Interpraevent</i> , Garmisch-Partenkirchen, Band 4, 209-220.
Flussmorphologie, Hochwasserschutz	Diskussionsbeitrag über morphologische Dynamik und Revitalisierungen bei Hochwasserschutzprojekten (erweitertes Schutzkonzept im alpinen Flussbau).	Schöberl F. (1991): Morphologische Dynamik – Gewässerregulierung: Spannungsfeld alpiner Flussbau. <i>Österr. Wasserwirtschaft</i> , 43(F7/8), S. 171-178.
Flussmorphologie, Renaturierung	Systematische Zusammenstellung der Auswirkungen von Wasserkraftwerken auf Gebirgsbäche, deren Bewertung sowie mögliche Massnahmen zur Verminderung der Auswirkungen.	Schälchli U. (1995): Wasserkraftnutzung an Gebirgsbächen. Morphologie als Grundlage zur Beurteilung und Verminderung der morphologischen Auswirkungen von Wasserkraftnutzungen auf Gebirgsbäche. <i>Regio Basiliensis, Basler Zeitschrift für Geographie</i> , Nr. 36/2, 141-152.

Hintergrundliteratur und Grundlagen (Geschiebemanagement, Fortsetzung)

<i>Thema</i>	<i>KOMMENTAR</i>	<i>ZITAT</i>
<i>Flussmorphologie</i>	Beschreibt das Renautierungspotenzial einer verzweigten Flusslandschaft, deren hydrologisches Regime durch die Wasserkraftnutzung verändert ist. (Gewässer: Rhone/CH).	Bezzola G.R. (1989): Rhone und Pfywald - Renaturierung einer Flusslandschaft. <i>Bull. Murithienne</i> , 107, S. 11.
<i>Schwebstofftransport</i>	Gibt einen Überblick über die Ablagerungs- und Erosionsprozesse von Schwebstoffen in Flusstauhaltungen sowie über die Auswirkungen auf den Sickerwasserabfluss.	Schälchli U. (1992): Kolmations- und Spülprozesse in Flusstauhaltungen. Berichte der Versuchsanstalt Oberrach und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München. Band 73/1992, ISSN 0939-0308.

Aktueller Stand der Technik (Geschiebemanagement)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
Geschiebeaufkommen in Wildbächen	Zusammenstellung verschiedener Verfahren zur Abschätzung von Geschiebefrachten in Einzugsgebieten von Wildbächen.	Zimmermann M. & C. Lehmann (1999): Geschiebefracht in Wildbächen: Grundlagen und Schätzverfahren. <i>wasser energie luft</i> , 91(7/8), S. 189-194.
Geschiebeaufkommen der Südalpen	Methode zur Abschätzung des Geschiebeaufkommens bei grossen Hochwasserereignissen. (Methode wurde in den südlichen Alpen entwickelt).	D'Agostino V., M. Cerato & R. Coali (1996): Il trasporto solido di eventi estremi nei torrenti del Trentino orientale. <i>Interpraevent</i> , Garmisch-Partenkirchen, 1, S. 377-386.
Geschiebeaufkommen	Methode zur Abschätzung des Geschiebeaufkommens bei grossen Hochwasserereignissen. (In den österreichischen Kalkalpen entwickelt).	Kronfellner-Kraus G. (1984): Extreme Feststofffrachten und Grabenbildungen von Wildbächen. <i>Interpraevent</i> , Band 2, S. 109-118.
Geschiebeaufkommen	Abschätzung von mittleren und maximalen Abtragsraten in einem Wildbach-Einzugsgebiet. Wurde in Zusammenhang mit Hochwasserschutzprojekten Erarbeitet. (Gewässer: Riale di Prugiasco, Valle di Blenio, Kanton Tessin/CH).	Kant. Forstinspektion Tessin (1988): Riale di Prugiasco. Veränderungen entlang des Baches und Abtragskubaturen von 1946 bis 1985. <i>Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen</i> , Birmensdorf, 30. Juni 1999.
Analyse Geschiebe	Standardmethode zur Erfassung der Korngrössenverteilung in kiesführenden Flüssen als Grundlage für eine Geschiebetransportrechnung.	Fehr R. (1987): Einfache Bestimmung der Korngrössenverteilung von Geschiebematerial mit Hilfe der Linienzahlanalyse. <i>Schweiz. Ingenieur u. Architekt(38)</i> , S. 1104-1109.
Geschiebetransport	Standardmethode zur Berechnung der Geschiebetransportkapazität. Anwendung auf kiesführende Flüsse mit einem Gefälle unter 2 %.	Meyer-Peter E. und Müller R. (1949): Eine Formel zur Berechnung des Geschiebetriebs. <i>Schweiz. Bauzeitung</i> , 67(3).
Geschiebetransport	Standardmethode zur Berechnung der Geschiebetransportkapazität. Anwendung auf kiesführende Flüsse mit einem Gefälle über 0.5 %.	Smart G.M. und Jäggi M.N.R. (1983): Sedimenttransport in steilen Gerinnen. <i>Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH</i> , 64, Zürich.
Geschiebetransport	Programm zur Berechnung des Geschiebetransports und der Sohlenveränderung in Flusssystemen (1-Dimensional).	Schilling M. & R. Hunziker (1996): Programm MORMO (MORphologisches MOdell). <i>Mathematische Modelle offener Gerinne, ÖWAV-Seminar</i> , Wien, 21. Nov., S. 91-104.
Geschiebetransport	Programm zur Berechnung des Geschiebetransports und der Sohlenveränderung in Sperrentreppen (1-Dimensional).	Roth M. & G.R. Bezzola (1999): Geschiebetransport in Wildbächen mit Sperrentreppen. <i>wasser, energie, luft - eau, energie, air</i> , 91(11/12), S.1.

Aktueller Stand der Technik (Geschiebemanagement, Fortsetzung)

<i>Thema</i>	<i>KOMMENTAR</i>	<i>ZITAT</i>
<i>Deckschichtstabilität</i>	Zusammenstellung verschiedener Ansätze zur Ermittlung der Vergrößerung und Stabilität von Deckschichten.	Schöberl F. (1996): Grundlagen der Deckschichtbildung. Schriftenreihe des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftverbandes, Heft 105, S.23-41.
<i>Fließwiderstand</i>	Vergleicht verschiedene Berechnungsansätze zum Bestimmen des Einflusses des Bewuchses auf die Abflusskapazität eines Gerinnes anhand der Hochwasser von 1987.	Jäggi M. und P. Kuster (1991): Einfluss der Vegetation im Gerinne bei extremen Abflussmengen. Ursachenanalyse der Hochwasser 1987, Ergebnisse der Untersuchungen. Mitteilung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Nr. 4.
<i>Schwebstofftransport und Kolmation</i>	Methodik und Grundlagen zur Berechnung der Durchlässigkeitsabnahme und des Sickerwasservolumens mit der Zeit.	Schälchli U. (1995): Basic equations for siltation of riverbeds. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 121, No. 3, pp. 274-287.

Methodenauswahl zur Qualitätssicherung der individuellen Ökostrom-Grundanforderungen (Geschiebemanagement)

Auswahl entsprechend dem Stand der Technik und erläutert anhand von ausgewählten Referenzobjekten, Projektberichten oder praktische Fallbeispiele

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Geschiebetransport Restwasserstrecke (G1)</i>	Untersuchung über die Auswirkungen des Krafwerkbetriebs auf den Geschiebetransport in der Restwasserstrecke sowie auf die Morphologie im Unterwasser infolge Schwallbetrieb.	SigmaPlan (1995): Ökologische Begleituntersuchungen zur Erneuerung des Kraftwerks Amsteg. Schlussbericht Sachbereich Geschiebe und Hydraulik. Archiviert bei: <i>Schälchli & Abegg</i> , Zürich, April 1995, Technischer Bericht.
<i>Reaktivierung Geschiebetrieb (G2, G3, G6)</i>	Zeigt Möglichkeiten auf, wie der Geschiebetransport über ein längeres Flusssystem mit mehreren Stauhaltungen wieder aktiviert werden kann. Gewässer: Aare.	Baudepartement des Kantons Solothurn, Bau- Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement des Kantons Bern und Baudepartement des Kantons Aargau: (1996): Hydraulische, geschiebe-mechanische und flussmorphologische Machbarkeitsstudie zur Reaktivierung des Geschiebehaushaltes der Aare zwischen der Emme und dem Rhein. Archiviert bei <i>Schälchli & Abegg</i> , Zürich, Technischer Bericht. (1999): Monitoring und Erfolgskontrolle, Referenzzustand 1998. Archiviert bei <i>Schälchli, Abegg + Hunzinger</i> , Zürich, Dr. A. <i>Kirchhofer, Gümnenen, Linnex AG</i> , Zürich.
<i>Geschiebetransport Restwasserstrecke und Unterwasser (G2, G3, G6)</i>	Zeigt Möglichkeiten auf, wie der Geschiebetransport über ein längeres Flusssystem mit mehreren Stauhaltungen wieder aktiviert werden kann. Gewässer: Hochrhein.	Bundesamt für Wasser und Geologie und Regierungspräsidium Freiburg i. Br. (2000): Geschiebehaushalt Hochrhein. Archiviert bei <i>Schälchli, Abegg + Hunzinger</i> , Zürich, Technischer Bericht.
<i>Geschiebetransport durch den Stauraum (G3)</i>	Veränderung des Wehrreglements, damit Geschiebe durch den Stauraum transportiert und Sohlenerosion im Unterwasser vermieden wird. Die Problematik wird mit Hilfe eines numerischen Sedimenttransport-Modells behandelt. Gewässer: Alpenrhein.	Kanton Graubünden (1998): Prüfung des Wehrreglementes des Kraftwerkes Reichenau. Studie über den Einfluss von Kraftwerkbetrieb und Kiesentnahmen auf den Geschiebehaushalt und die Sohlenveränderungen im Alpenrhein zwischen Reichenau und der Maschänsen Rüfi. <i>Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH</i> , 4119, Zürich, 3. Dezember 1998, Technischer Bericht.

Methodenauswahl zur Qualitätssicherung der individuellen Ökostrom-Grundanforderungen (Geschiebemanagement, Fortsetzung)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Geschiebetransport durch den Stauraum (G3)</i>	Veränderung des Wehrreglements, damit Geschiebe durch den Stauraum transportiert wird. Die Problematik wird mit Hilfe eines numerischen Sedimenttransport-Modells behandelt. Gewässer: Hochrhein.	Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich und Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (1997): Geschiebetransport Stauhaltung KW Eglisau. Hydraulische und Geschiebemechanische Machbarkeitsstudie betreffend den Geschiebetransport durch das Stauwehr Eglisau bei Hochwasserabfluss durch periodische Staupegelabsekungen. <i>Schälchli & Abegg</i> , Zürich, 16. Dezember 1997, Technischer Bericht.
<i>Morphologie Restwasserstrecke (G3, G5, G7)</i>	Projektierung und flussbauliche Nachweise zur Aufweitung und Renaturierung der Aare bei Rapperswil. Gewässer: Aare	Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer (2000): Auenschutzpark Rohr – Rapperswil, Vorprojekt Rapperswil, Dynamische Flussaue. Archiviert bei <i>Schälchli, Abegg + Hunzinger</i> , Zürich, Technischer Bericht.
<i>Morphologie Restwasserstrecke (G3, G5, G7)</i>	Umweltverträglichkeitsberichte zum Neubau eines Ausleitkraftwerks. Renaturierung der Restwasserstrecke. Gewässer: Aare.	ATEL (1991): Neubau KW Ruppoldingen. Bericht zur Umweltverträglichkeit, Hauptbericht. Archiviert bei <i>Hollinger AG</i> , Baden, August 1991. ATEL (1991): Neubau KW Ruppoldingen. Bericht zur Umweltverträglichkeit 2. Stufe, Hauptbericht. Archiviert bei <i>Arbeitsgemeinschaft Rus AG – Hollinger AG</i> , Baden, Juli 1995.
<i>Morphologie Restwasserstrecke, Stauraumverlandung mit Schwebstoffen</i>	Umweltverträglichkeitsbericht der 1. Stufe. Behandelt verschiedene Aspekte u.a. der Renaturierung von Restwasserstrecke und Stauraum sowie ein neues Verfahren zur Abschätzung der zukünftigen Verlandung des Stauraumes. Gewässer: Limmat.	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich und Ingenieurbüro für bauliche Anlagen (1998): Erneuerung Limmatwerk Wettingen. Konzessionsprojekt und Umweltverträglichkeitsbericht. Archiviert bei <i>creato - Netzwerk für kreative Umweltplanung</i> , September 1998.

Weiterführende wissenschaftliche Literatur (Geschiebemanagement)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Geschiebeaufkommen</i>	Methode zur Abschätzung des Geschiebeaufkommens bei kleineren und grösseren Hochwassereignissen. Im schweizerischen Mittelland entwickelt.	Zimmermann M. (1989): Geschiebeaufkommen und Geschiebemanagement. Grundlagen zur Abschätzung des Geschiebehaushaltes im Emmental. <i>Geographica Bernensia, Geographisches Institut der Universität, G34, Bern, 97 S.</i>
<i>Flussmorphologie, Geschiebetransport</i>	Zeigt Zusammenhänge zwischen Gerinnebreite, Abfluss, Geschiebetransport und Flussmorphologie sowie die Auswirkung von Korrektionsbauten (Verengungen, Erweiterungen) auf die Morphologie.	Hunzinger L. (1998): Flussaufweitungen – Morphologie, Geschiebehaushalt und Grundsätze zur Bemessung. <i>Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH, 159, Zürich, 206 S.</i>
<i>Flussmorphologie, Geschiebetransport</i>	Neue Ansätze zur Berechnung des Geschiebetransports in verzweigten Gerinnen und des Einflusses der Breite auf die Gerinneform.	Zarn B. (1997): Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. <i>Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH, 154, Zürich, 242 S.</i>
<i>Geschiebetransport</i>	Geschiebetransportformel für verzweigte Gerinne.	Young W.J. und Davies T.R.H. (1991): Bedload transport processes in a braided gravel-bed river model. <i>Earth surface processes and landforms, 16, p.12.</i>
<i>Flussmorphologie</i>	Paper über die Morphologie von verzweigten Gerinnen, enthält Parameter zur quantitativen Beschreibung der Strukturen (Bänke, Gerinne, Sinuosität).	Hong L.B. und Davies T.R.H. (1979): A study of stream braiding. <i>Bulletin Geological Society of America, 90(Part II), 1839-1859.</i>
<i>Geschiebetransport, Sohlenerosion in Gebirgsflüssen</i>	Neue Ansätze zur Berechnung von Fließwiderstand und Deckschichtstabilität in Gebirgsflüssen.	Bezzola G.R. (in Vorb.): Strömungswiderstand und Stabilität von Gebirgsflüssen unter besonderer Berücksichtigung von Makrorauigkeiten. <i>Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH, Zürich.</i>
<i>Schwebstofftransport</i>	Standardwerk über Kolmation von Fließgewässersohlen. Prozesse, Berechnungsmethoden.	Schälchli U. (1993): Die Kolmation von Fließgewässersohlen: Prozesse und Berechnungsgrundlage. <i>Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH, 124, Zürich, 273 S.</i>

■ Literatur und
■ Untersuchungsmethoden
■ zum Bereich

■ Anlagengestaltung



14.5 Literatur und Untersuchungsmethoden zum Bereich Anlagegestaltung

Hintergrundliteratur und Grundlagen

<i>Thema</i>	<i>KOMMENTAR</i>	<i>ZITAT</i>
<i>Wasserkraftanlagen allgemein</i>	Eines der umfassendsten neueren Werke zum Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen, enthält zusätzlich umfangreiche Literaturangaben zu allen relevanten Themenbereichen, z.B. Wasserfassungen, Triebwasserleitungen, Turbinen, Wehranlagen, Umweltauswirkungen der Wasserkraftnutzung usw..	Giesecke und Mosonyi (1998): Wasserkraftanlagen, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin.
<i>Erneuerbare Energien allgemein mit Teil Wasserkraft</i>	Für alle regenerativen Energien einschliesslich Wasserkraft werden die generellen Funktionsweisen beschrieben sowie die wichtigsten rechnerischen Grundlagen bereitgestellt. Enthält Ansätze für Ökobilanzen, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte.	Kaltschmitt & Wiese (1997): Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin.
<i>Ökologische Funktionsfähigkeit</i>	Enthält in konzentrierter Form Aussagen zur ökologischen Funktionsfähigkeit und wie diese beurteilt werden kann. Enge Verknüpfung mit wasserbaulichen Anlagen, wie z.B. Wasserkraftanlagen.	ÖNORM M6232 (1995): Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern, Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Aktueller Stand der Technik (Anlagengestaltung)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Wasserfassungen</i>	Gestaltung von Wasserfassungen derart, dass die Makroinvertebratendrift nicht vollständig in die Wasserfassung sondern auch teilweise in die Ausleitungsstrecke stattfindet.	BUWAL (1997): Gestaltungsgrundsätze zur Gewässerökologischen Optimierung von Wasserfassungen, Umwelt-Materialien Nr. 74.
<i>Wasserfassungen</i>	Technische Aspekte der Wasserentnahme, insbesondere aus geschiebeführenden Flüssen und Bächen.	Scheuerlein, H. (1984): Die Wasserentnahme aus geschiebeführenden Flüssen, Ernst & Sohn, Berlin.
<i>Kleine Wasserkraftanlagen</i>	Praktische Anleitung zum Bau kleiner Wasserkraftanlagen < 1 MW.	Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg (1994): Leitfaden für den Bau von Kleinwasserkraftwerken, 2. Auflage, Kosmos, Stuttgart.
<i>Fischaufstiege</i>	Leitfaden für die hydraulische Berechnung und den Bau von Fischtrepfen.	DVWK (1996): Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle, Heft 232, Bonn.
<i>Fischaufstiege</i>	Beispiele für kostengünstige Bauweisen bei kleinen Kraftwerke.	Publikationen DIANE Kleinwasserkraftwerke: Fische und Kleinwasserkraftwerke, Bezug EDMZ, Nr. 805635 d+f .
<i>Fischabstieg</i>	Literaturübersicht zum Thema Fischabstiege.	DVWK (1997): Fischabstieg – Literaturdokumentation, DVWK-Materialien 4/1997, Bonn, 229 S.
<i>Fischaufstieg und Fischabstieg</i>	Umfassendes Buch zur Fischwanderung (Auf- und Abstieg), zahlreiche Artikel zum aktuellen Stand der Technik und Hintergrundinformation.	Jungwirth M., S. Schmutz & S. Weiss (1998): Fisch migration and Fish Bypasses. Fishing News Books, Oxford.
<i>Natürliche Umgehungsgerinne</i>	Artikel geht auf die konzeptionelle Gestaltung naturnaher Umgehungsgerinne ein (Planungsstrategien und Umsetzung). Er basiert auf umfassenden Erfahrungen aus Österreich.	Parasiewicz P., J. Eberstaller, S. Weiss & S. Schmutz (1998): Conceptual Guidelines for Nature-like Bypass Channels. In <i>Fisch migration and Fish Bypasses</i> (ed. M. Jungwirth, S. Schmutz, and S. Weiss), 348-362. Fishing News Books.
<i>Gestaltung von Gewässern und deren Ufer</i>	Umfangreiche Hinweise zu Gestaltungsmöglichkeiten und ökologisch orientierter Bauweise.	Patt, H. , Jürging, P. & W. Kraus (1998): Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern, Springer, Berlin.
<i>Laufstau, Speicherseen</i>	Hinweise zur Gestaltung von Stauräumen und deren Ufer, aber auch zu vielen anderen Fragen im Zusammenhang mit Wasserkraft und Ökologie.	Hütte, M. (2000): Ökologie und Wasserbau – Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung, Parey, Berlin.

Methodenauswahl zur Qualitätssicherung der individuellen Ökostrom-Grundanforderungen (Anlagengestaltung)

<i>Thema</i>	<i>KOMMENTAR</i>	<i>ZITAT</i>
(A1)	Nachweis der Betriebsweise der Wehranlage bzw. Hochwasserentlastung durch den Betreiber.	Die einzelnen Grundanforderungen werden in unterschiedlicher Kombination in den oben genannten Literaturstudien bzw. Untersuchungsberichten aufgegriffen. Feste Vorgaben für die Methodenauswahl und zur Qualitätssicherung können verallgemeinernd nicht gemacht werden, sie sollen jedoch im Qualitätsniveau dem Stand der Technik entsprechen.
(A2)	Rechnerischer hydraulischer Nachweis und technischer Ablauf bei normalen und besonderen Betriebsfällen, beispielsweise bei Blitzeinschlag und Netzausfall.	
(A3)	Begutachtung bzw. Befischung durch Fischsachverständige.	
(A4)	Plan über Geschiebemanagement muss vom Betreiber vorgelegt werden. Rechnerischer Nachweis über Geschiebetrieb und Geschiebebilanzen (gilt nur für geschiebeführende Flüsse) unter Einschluss des Betriebsplanes für die Wehranlage.	
(A5)	Gilt für Umgehungsgewässer bei langen Laufstauen bzw. sog. Vorlandgräben, ggf. Habitatuntersuchungen erforderlich.	
(A6)	Nachweis durch den Betreiber zu erbringen, grosse Defizite beim Fischabstieg sind entsprechend neuerer Entwicklungen nachzubessern.	

Ausgewählte Referenzobjekte, Projektberichte oder praktische Fallbeispiele (Anlagengestaltung)

Thema	KOMMENTAR	ZITAT
<i>Naturnahe Umgehungsgerinne in Tieflandgewässern</i>	Untersuchungen zu zwei naturnahem Umgehungsgerinnen am Marchfeldkanal in Österreich. Im Zeitraum von zwei Jahren wurden mehr als 150 000 Fische und mehr als 40 Arten im Gerinne gezählt. Darunter waren v.a. auch Kleinfische und Jungfische. Die Anlagen wurden als Erfolg gewertet.	Mader H., G. Unfer & S. Schmutz (1998): The Effectiveness of Nature-like Bypass Channels in a Lowland River, the Marchfeldkanal. In <i>Fisch migration and Fish Bypasses</i> (ed. M. Jungwirth, S. Schmutz, and S. Weiss), 384-402. Fishing News Books.
<i>Naturnahe Umgehungsgerinne im Oberlauf der Gewässer</i>	Untersuchungen zu zwei naturnahem Umgehungsgerinnen an der Mur in Österreich. Mit Ausnahme des Huchen (<i>Hucho hucho</i>) konnten alle vorhandenen Fischarten in allen Stadien des Lebenszyklusses in den Umgehungsgerinnen nachgewiesen werden. Die Gerinne wird durchwandert und zeigt in seiner Besiedlung die gleiche Charakteristik wie die natürlichen Seitengewässer der Mur. Die Anlage wird v.a. unter diesen Aspekten als Erfolg gewertet. Bei der Fischabwanderung effektiv, bzw. sehr effektiv.	Eberstaller J., M. Hinterhofer & P. Parasiewicz (1998): The Effectiveness of Two Nature-like Bypass Channels in an Upland Austrian River. In <i>Fisch migration and Fish Bypasses</i> (ed. M. Jungwirth, S. Schmutz, and S. Weiss), 363-383. Fishing News Books.
<i>Aa-Umgehungspass, Aalleiter</i>	Mit dem Umgehungspass sollen abwandernde Aale davon abgehalten werden, in die Turbinen zu schwimmen. In der UVB zum Neubau des Kraftwerks Ruppoldingen der ATEL erwähnt. Zusätzlich werden zum Aalaufstieg Aalleitern empfohlen, die in die Wehre eingebaut werden. Umsetzungserfolg nicht bekannt.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. In <i>Mitteilungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) Nr. 8, S. 127</i> ; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
<i>Rechen, Fischabstiege, Rollrechen, wed-gewire-Rechen</i>	Homepage einer Firma mit Hinweisen auf verschiedene innovative Bau- und Konstruktionsweisen für Rechen, welche Fische von den Turbinen fernhalten, Hinweise auf die praktische Anwendbarkeit, Bauweisen, Kosten etc. (Informationen stammen alle aus nordamerikanischen Gewässern und Anlagen).	www.aldenlab.com/scope-fisheries.htm
<i>Wasserfassungen</i>	Anstatt eines Tiroler Wehrs mit fester Schwelle wurden Wasserfassung mit seitlicher Entnahme empfohlen. In UVB der IBI (industrielle Betriebe Interlaken) und UVB der KWO Oberhasli AG erwähnt. Umsetzungserfolg nicht bekannt.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. In <i>Mitteilungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) Nr. 8, Seite 135</i> ; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
<i>Regelung der Wehranlagen</i>	Die Gestaltung der Wehranlagen ermöglicht ein zufluss- und saisonabhängiges Stauziel. Eine solche Regelung wurde in der UVB zum Neubau des Kraftwerks Ruppoldingen der ATEL erwähnt. Umsetzungserfolg nicht bekannt.	BUWAL (1997): UVP von Wasserkraftanlagen. In <i>Mitteilungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) Nr. 8, S. 111</i> ; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.

- **A1**
- Systemüberblick
-
-
-
-
-
-
-
-

A1 SYSTEMÜBERBLICK

A1.1 Inhalt und Untersuchungsniveau

Bewertungsblätter Der Systemüberblick wird im Rahmen der Vorstudie zur Zertifizierung der Ökostrom-Kraftwerke durchgeführt (vgl. Kap. 3). Liegen noch keine vergleichbaren Daten zum Systemüberblick vor, so sollte dieser mit Hilfe von vier Bewertungsblättern erarbeitet werden. Die Erhebungen sind so gestaltet, dass sie für Schweizerische Kraftwerke mit relativ wenig Aufwand zu bestimmen sind, da auf eine grosse Konformität mit kantonalen Untersuchungsmethoden oder UVP Verfahren geachtet wurde. Besondere Rücksicht wurde daher auf die Übereinstimmung mit dem Stufen-Modul-Konzept (BUWAL 1998) genommen, um die derzeit Schweiz weit erhobenen Daten möglichst umfassend nutzen zu können. Zur Erfassung des Systemüberblicks sind jedoch auch andere Erhebungsmethoden akzeptiert, sofern diese ein vergleichbares Untersuchungsniveau zeigen. Damit ist insbesondere eine Anwendung in Ländern ausserhalb der Schweiz möglich. Sofern im individuellen Fall noch keine entsprechende Datengrundlage vorliegt, sollten im Rahmen des Systemüberblicks folgende Umweltaspekte erfasst werden:

- 1 der Grad der Gewässervernetzung
 - 2 die Vielfalt (Heterogenität) der Gewässerabschnitte
 - 3 die Natürlichkeit des Abflusscharakters
 - 4 der örtliche Zustand der Fischpopulationen.
- Der "Grad der Gewässervernetzung" sowie die "Vielfalt der Gewässerabschnitte" sind mittels einer Feldbegehung im genutzten Gewässergebiet zu erheben. Liegen bereits morphologische Daten vor, so sind diese zu gebrauchen.
 - Die Daten zur Ermittlung des "Abflusscharakters" sind aus vorhandener Literatur sowie durch die Information der Kraftwerke (Dotationsverhältnisse der Wasserfassungen) zu bestimmen.
 - Der "Zustand der örtlichen Fischpopulation" wird im Rahmen des Systemüberblicks einmalig an ausgewählten Stellen untersucht. Die Auswahl dieser Stellen erfolgt nach Absprache mit lokalen Fachpersonen sowie aufgrund vorhandener Umweltberichte.

A.1.2 Gesamtbeurteilung des Systemüberblicks

Die Ergebnisse des Systemüberblicks sind in einem kurzen Fachbericht zusammenzufassen, der vor allem die Abklärung der relevanten Untersuchungsabschnitte (vgl. Kap. 5.3) unterstützen sollte. Der Bericht soll insbesondere die folgenden Fragen klären:

- An welchen Stellen des Einzugsgebiets gibt es intakte und schützenswerte Gewässerabschnitte?
- Welche Strecken weisen ein grosses gewässerökologisches Defizit auf?
- Welche dieser Strecken sind von zusätzlicher Nutzung betroffen (Hochwasserschutz, Siedlungswasserwirtschaft, Landwirtschaft)?

- Welche Strecken sind hauptsächlich durch die Kraftwerksnutzung (Bewertungsblatt zum Abfluss- und Temperaturcharakter) beeinflusst?

- An welchen Gewässerabschnitten würde eine strukturelle Veränderung zur deutlichen Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit führen?
- Gibt es Gewässerabschnitte, in denen Einzelaspekte oder Einzelparameter sehr deutliche bis extreme Auffälligkeiten zeigen, so dass eine genauere Abklärung notwendig ist?

A1.3 Erhebungsparameter

Teil 1 Gewässervernetzung

Der Grad der Gewässervernetzung wird durch die Parameter in Tab. A-1 erfasst. Aus gewässerökologischer Sicht sind bei der Wasserkraftnutzung v.a. die Wechselbeziehungen zwischen Morphologie und Abfluss bedeutend. Daher werden mit diesem und dem nachfolgenden Bewertungsblatt Parameter erfasst, die primär den Einfluss der allgemeinen Gewässerverbauung dokumentieren. Optimale ökologische Verbesserungsmassnahmen sollten an Orten durchgeführt werden, an denen Synergien zwischen unterschiedlichen Einflussbereichen möglich sind.

Tab. A-1:
Erfassung des Vernetzungsgrads
in Fliessgewässern

Parameter zur Charakterisierung der Gewässervernetzung (dick) und die ökologische Bedeutung der Parameter (dünn)

Gewässernahe Landnutzung und Bewuchs der Uferbereiche

- Natürliche Verbindungsglieder der Landschaft
- Ein- und Austrag von Nährstoffen, organischem Material, Streu, Holz und Totholz
- Strukturierung der Ufer
- Beschattung

Mittlere Breite des Uferbereichs

- Dynamisch veränderte Uferbereiche sind Grundlage für eine natürliche Artenvielfalt
- Pufferzonen
- Temporäre Gewässerhabitate

Verbauung des Böschungsfusses (Ausmass/ Material)

- Erosions- und Auflandungszonen
- Fischunterstände
- Amphibischer Lebensraum
- Verbindung zu lateralen Habitaten und zur Aue

Verbauung der Sohle (Ausmass/ Material)

- Lebensraum benthischer Organismen
- Wasseraustausch: Grund- und Oberflächenwasser
- Verbindung zum hyporheischen Interstitial und Grundwasser

Eindolungen

- Unterbindung des lateralen und vertikalen Austausches von Stoffflüssen und Organismen, der zur weitläufigen Zerstörung der natürlichen Ökosystemfunktion führt.

Abstürze, Querwerke, natürliche Barrieren und Durchlässe

- Unterbrechung des Gewässerkoninuums, v.a. für wandernde Organismen

Teil 2 Vielfalt und Heterogenität der Gewässerabschnitte

Die strukturelle Vielfalt der Gewässerabschnitte ist durch die Parameter in Tab. A-2 zu erfassen.

Tab. A-2:
Erfassung der Vielfalt
und Heterogenität der
Gewässerabschnitte

Parameter zur Charakterisierung der Gewässerheterogenität (dick)
und die ökologische Bedeutung der Parameter (dünn)

Breitenvariabilität des Wasserspiegels

- Mass für die Verzahnung mit dem Umland
- Mass für die Strukturvielfalt
- Mass für Strömungsvielfalt

Tiefenvariabilität

- Mass für die Vielzahl der Teillebensräume (Pools, Riffle, Kehrwasserbereiche)
- Mass für Dynamik der Gewässersohle
- Mass für die Verfügbarkeit von Fischunterständen
- in Kombination mit Breitenvariabilität: Indikator für die Lebensraumqualität

Totholzvorkommen

- Eigenständiger Teillebensraum
- hydraulische und morphologische Diversifizierung
- Fischunterstände
- Nahrungsgrundlage

Algenbewuchs

- Mass für die Wasserqualität
- Mass für die Hochwasser- und Geschiebedynamik

Teil 3 Abflusscharakter (Grobcharakterisierung)

Der Abflusscharakter ist durch die Parameter aus Tab. A-3 zu erfassen. Dabei wurden bewusst sehr einfache und grobe Kriterien gewählt, um im Rahmen des Systemüberblicks eine erste schnelle Charakterisierung der Abflusssituation eines Gewässers zu ermöglichen. Die Parameter sind somit als erste Einschätzung gedacht, um ökologisch relevante Gewässerabschnitte zu ermitteln, an denen bei Bedarf ausführlichere Untersuchungen durchzuführen sind.

Tab. A-3: Bewertungsblatt zur
Erfassung des Abflusscharakters

Parameter zur Charakterisierung des Abflusscharakters (dick)
und die ökologische Bedeutung der Parameter (dünn)

Dotationsverhältnisse der Wasserfassungen

- Restwassermengen und Restwasserdynamik prägen die aquatischen Habitate einer Restwasserstrecke massgeblich.

Charakter der Restwasserstrecke

- Je nach strukturellen Gegebenheiten wird der Einfluss der Wasserreduktion zusätzlich beeinflusst, so dass sich die ökologischen Auswirkungen deutlich verändern können.

Versickerungsstrecken

- Natürliche Versickerungsstrecken können besonders innerhalb von Restwasserstrecken zu vollständigen Austrocknung führen.

Charakterisierung des Schwallbetriebs

- Mass für massive Beeinträchtigung der aquatischen und semiaquatischen Besiedlung

Teil 4 Aktuelle Situation der Fische (Grobcharakterisierung)

Der Systemüberblick will nur einen Eindruck über das vorhandene Fischarteninventar sowie über eine qualitative Charakterisierung der Populationsstrukturen liefern. Es sind daher nur stichprobenartige Untersuchungen vorgesehen. Sie sollen im Rahmen einer eintägigen Abfischung die in Tab. A-4 beschriebenen Parameter erfassen. Die Auswahl der Untersuchungsstellen erfolgt aufgrund der Information lokaler Fischereistellen oder aufgrund der Information aus Umweltberichten oder Inventaren. Die erhobenen Daten dienen als biologische Hintergrundinformation, um die abiotische Gewässerbewertung zu unterstützen. Eine fischökologische Bewertung in vier Klassen, wie sie für die oben erwähnten Bewertungsblätter vorgesehen ist, findet aufgrund der stichprobenartigen Untersuchung jedoch nicht statt.

Tab. A-4: Bewertungsblatt zur Groberfassung der Fischökologie in Fließgewässern

Parameter zur Charakterisierung der Fischpopulationen (dick)
und die ökologische Bedeutung der Parameter (dünn)

Arteninventar

- Mass für die natürliche Zusammensetzung der Fischpopulation

Exotische Arten

- Hinweis auf künstlich veränderte Biozönosen










Rote Liste Arten

- Hinweis auf besonders schützenswerte Gewässerstrecken
-

- **A2**
- Leitbild des BWG
- zum Hochwasserschutz
-
-
-
-
-
-
-
-

A2 LEITBILD DES BWG ZUM HOCHWASSERSCHUTZ

Grundsätze für den Hochwasserschutz

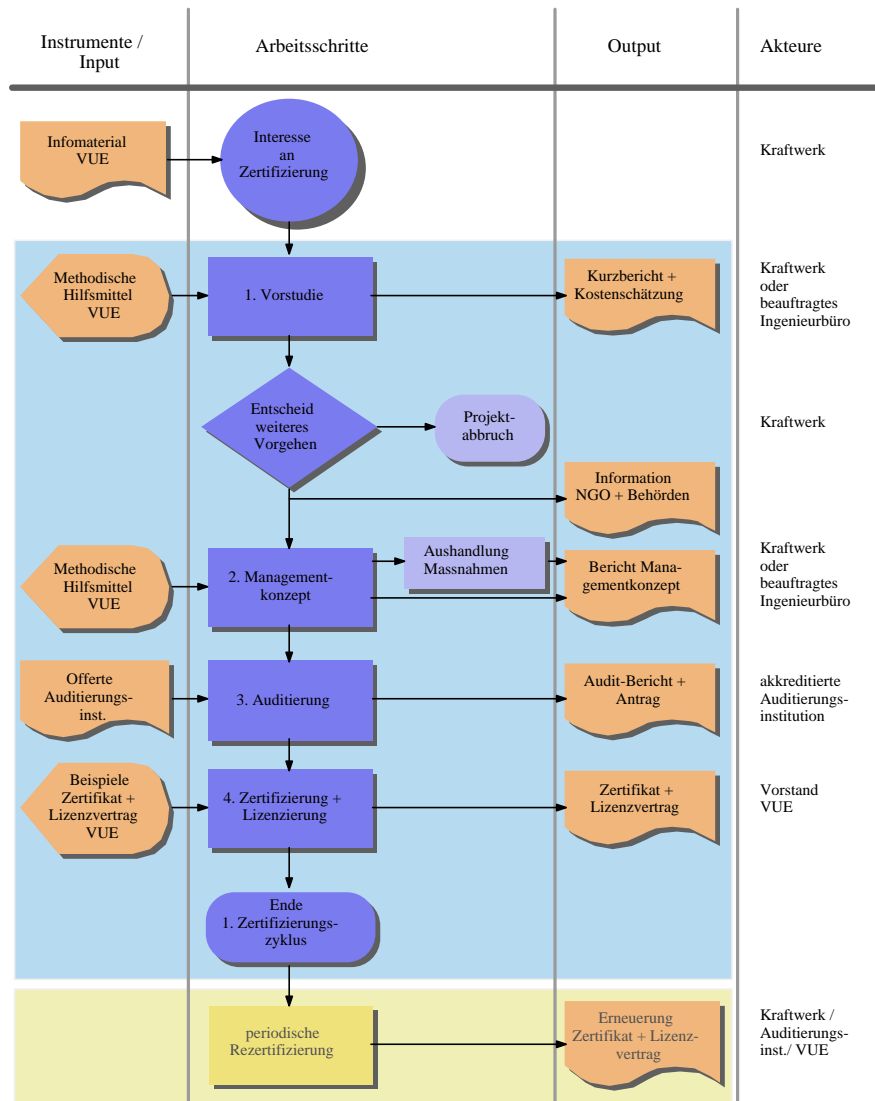
-  **Gefahrensituation klären.** Um Schutzbedürfnisse beurteilen zu können, sind umfassende Kenntnisse nötig über die hydrologischen Verhältnisse, die wasserbaulichen Voraussetzungen und die massgebenden Gefahrenarten des betreffenden Gewässers. Durch die Dokumentation von Hochwassern in Ereignisdokumentationen, Ereigniskatastern und Gefahrenhinweiskarten können die vorhandenen Konflikte und Gefahren erkannt werden. Die Gefahrensituation ist periodisch zu überprüfen. Die vorhandenen Gefahren sind bei der Richt- und Nutzungsplanung zu berücksichtigen.
-  **Ökologische Defizite ermitteln und beheben.** Ein nachhaltiger Hochwasserschutz sorgt für eine gedeihende Ufervegetation und lässt genügend Raum zur Ausbildung einer natürlichen Strukturvielfalt in den aquatischen, amphibischen und terrestrischen Lebensräumen. Er schafft damit vernetzte Lebensräume.
-  **Schutzziele differenzieren.** Hochwasserschutzkonzepte bauen auf einer Differenzierung der Schutzziele auf: Hohe Sachwerte sind besser zu schützen als niedrige. Nach diesem Prinzip benötigen Kulturland und Einzelgebäude meist weniger Schutz als Siedlungen, Industrieanlagen oder Infrastruktureinrichtungen, während bei extensiven Nutzflächen in der Regel kein besonderer Hochwasserschutz nötig ist. Allerdings kann die Abklärung des möglichen Schadens im Einzelfall eine andere Gewichtung ergeben, weshalb alle Massnahmen bewertet werden müssen und auf ihre Verhältnismässigkeit zu prüfen sind.
-  **Rückhalten wo möglich; durchleiten wo nötig.** Wo immer möglich soll der Hochwasserabfluss in Rückhalteräumen verzögert werden, um Abflussspitzen zu dämpfen. Deshalb sind natürliche Rückhalteräume nicht nur zu erhalten, sondern wo immer möglich wiederherzustellen. Hochwasser sollen nur dort durchgeleitet werden, wo dies unumgänglich ist, wie etwa in eingegengten Siedlungsräumen. Dort sollen Abflusskorridore geschaffen oder freigehalten werden, damit auch extremen Ereignissen genügend Raum zur Verfügung steht.
-  **Eingriffe minimieren.** Ausreichende Abflussquerschnitte sind eine Grundvoraussetzung, damit der Hochwasserschutz sichergestellt, der Geschiebehaushalt im Gleichgewicht gehalten und die Entwässerung gewährleistet werden kann. Der Hochwasserschutz soll dennoch mit minimalen Eingriffen in den Naturraum sichergestellt werden.
-  **Schwachstellen überprüfen.** Den naturgegebenen Unsicherheiten ist besser Rechnung zu tragen. Die konstruktive Sicherheit der Schutzbauten ist entsprechend zu optimieren. Die Schutzbauten sind zudem auf ihre Funktionsfähigkeit und konstruktive Sicherheit gegenüber Überlastungen bei extremen Ereignissen zu prüfen. Durch die periodische Überprüfung der Tauglichkeit bereits getroffener Schutzmassnahmen können mögliche Schwachstellen rechtzeitig erkannt und beseitigt werden.
-  **Unterhalt gewährleisten.** Der sachgerechte Unterhalt der Gewässer ist eine Daueraufgabe. Er stellt sicher, dass sowohl die Substanz der vorhandenen Schutzbauten als auch die jeweiligen Abflusskapazitäten erhalten bleiben.
-  **Raumbedarf sichern.** Ein Bach soll mehr als eine Abflussrinne, ein Fluss mehr als ein Kanal sein. Bodennutzungen haben deshalb einen ausreichenden Abstand zu den Fliessgewässern einzuhalten. Die Kantone sind verpflichtet, den Raumbedarf der Fliessgewässer festzulegen, in der Richt- und Nutzungsplanung zu verankern und bei allen übrigen raumwirksamen Tätigkeiten zu berücksichtigen.
-  **Bedürfnisse respektieren.** Zu berücksichtigen sind auch die Bedürfnisse derjenigen, die an Bächen und Flüssen Erholung suchen und dort ihre Freizeit verbringen. Andererseits soll die nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen, insbesondere der Wasserkraft, weiterhin möglich sein.

(Quelle: Bundesamt für Wasser und Geologie, BWG, 2001)

- **A3**
- Ablaufschema des VUE
- zur Zertifizierung von
- *naturemade star*
- Wasserkraftanlagen



A3 ABLAUFSHEMA DES VUE ZUR ZERTIFIZIERUNG VON *naturemade star* WASSERKRAFTANLAGEN



Details, vgl. Richtlinien des VUE; Kontakt über www.naturemade.org
 (Quelle: Richtlinien des VUE, Stand 2000)

A4 GLOSSAR

- Auditierung* / *Auditor/Auditorin* Unabhängige Prüfung, ob ein Stromprodukt oder eine Produktionsanlage alle Anforderungen erfüllt, die von der Vergabestelle des Ökolabels gestellt werden. Im allgemeinen wird die *Auditierung* durch eine unabhängige Kontrollinstanz (*Auditor/Auditorin*) durchgeführt. Bei erfolgreichem Ergebnis stellt die unabhängige Kontrollperson einen Antrag an die Vergabestelle zur Zertifizierung der entsprechenden Angebote oder Anlagen.
- BFG* Bundesgesetz über die Fischerei vom 21. Juli 1991.
- EAWAG* Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz mit Sitz in Dübendorf und Kastanienbaum. Die EAWAG ist eine Forschungsinstitution des ETH-Bereichs.
- Edaphisch* Bedeutet bodenabhängig und bezieht sich auf den Pflanzenwuchs. Beispiel: der Galeriewald einer Aue ist eine mehr *edaphische* und weniger klimatisch bedingte Vegetationsform.
- Einfaches Monitoring* Erfassung und Speicherung einfacher und ökologisch relevanter Messgrößen, die im Rahmen einer Ökostrom-Zertifizierung zur Qualitätssicherung dienen. Bezieht sich auf betriebliche Veränderungen, technische Betriebsabläufe und ökologische Schlüsselgrößen. Beim *einfachen Monitoring* werden u.a. Daueraufzeichnungen der Pegelstände in den Untersuchungsstrecken, Temperaturdaten in Referenzstrecken, normale Betriebszustände sowie besondere Vorkommnisse des Kraftwerks aufgezeichnet.
- Generator* Maschine zur Umwandlung von mechanischer Energie in elektrische Energie. Dazu wird die elektromagnetische Induktion einer im Magnetfeld bewegten Leiterschleife ausgenutzt.
- Generatorklemme* Stromabgabestelle am Generator. Bei grösseren Anlagen, v.a. wenn diese mehrere Turbinen betreiben, wird der Strom von dort aus zum *Transformator* geführt. Bei kleinen Anlagen wird der Strom in manchen Fällen auch direkt von der *Generatorklemme* ins allgemeine Netz eingespeist.
- Geschiebe* Feststoffe, die nur im Bereich der Sohle transportiert werden.
- Habitat* Standort, an dem eine Tier- oder Pflanzenart regelmässig vorkommt.
- Hyporheisches Interstitial* (kurz auch *Interstitial*) Kieslücken- oder Hohlraumssystem der lockeren Gesteinsschichten eines Fließgewässers. Es befindet sich unmittelbar unter sowie neben dem Gewässer und wird von dessen Abfluss beeinflusst. Ökologisch bedeutende Grenzzone zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser, das u.a. als Laichhabitat oder bei Hochwasserereignissen eine wichtige Funktion erfüllt.
- Kippbetrieb* Betriebsart bei Flusskraftwerken in Kettenanordnung, die zur Anpassung der Stromerzeugung an den Strombedarf dient (i.d.R. bei Spitzenstromproduktion). Beim *Kippbetrieb* werden alle Wasserkraftanlagen der Kette gleichzeitig mit dem selben Turbinendurchfluss in Betrieb genommen, der Wasserspiegel „kippt“ aus der Ruhelage in eine Schräglage, so dass augenblicklich die volle Leistung der gesamten Kette zur Verfügung steht.
- Kolmation* Schwebstoffablagerungen in und auf der Gewässersohle. Diese führen einerseits zu einer Reduktion der Sohdurchlässigkeit und bewirken andererseits eine Verringerung des Porenraums bei gleichzeitiger Verfestigung des Sohlsubstrats. Kolmatisierte Gewässersohlen können damit u.a. zur reduzierten Grundwasserbildung und zu einer Beeinträchtigung des Gewässerlebensraums und des *hyporheischen Interstitials* führen.

<i>Kontrollaudit</i>	Entsprechend den Grundsätzen des Ökolabels prüft eine akkreditierte <i>Auditierungsstelle</i> jährlich, ob die vom Kraftwerk gemachten Angaben mit den gestellten Anforderungen übereinstimmen. Das Prozedere überprüft v.a. den Ausgleich zwischen der verkauften und der produzierten und zertifizierten Strommenge eines Kraftwerks.
<i>kWh</i>	Arbeitseinheit: Kilowattstunde (3600 kJ).
<i>Leadauditorin/Leadauditor</i>	Auditorin oder Auditor, die für die korrekte Durchführung der gesamten <i>Auditierung</i> verantwortlich sind. Die <i>Leadauditorin</i> oder der <i>Leadauditor</i> können zur Beurteilung fachlicher Fragen die Hilfe einer Fachauditorin oder eines Fachauditors in Anspruch nehmen.
<i>Lizenzierung</i>	Das Verfassen und Unterzeichnen eines Lizenzvertrages, welcher die Rechte und Pflichten zwischen der Vergabestelle des Ökolabels und den Eigentümer des gelabelten Produktes regelt. Im Lizenzvertrag ist i.a. die Abgabe einer Lizenzgebühr vorgesehen.
<i>Lotische Gewässerbereiche Managementkonzept</i>	Rasch fliessende Gewässerbereiche, häufig mit starkem Gefälle. Dokumentation individueller Regelungen der ökologisch schonenden Betriebsweise und Anlagengestaltung eines Ökostrom-Kraftwerks. Das Managementkonzept bezieht sich auf die fünf Managementbereiche: Restwasserregelungen, Schwall-/Sunkregelungen, Geschiebemanagement, Stauraummanagement und Anlagengestaltung.
<i>Massnahmenplan</i>	Zusammenstellung aller ökologischen Verbesserungsmassnahmen, die im Rahmen einer Ökostrom-Zertifizierung umgesetzt werden sollen.
<i>MW</i>	Leistungseinheit: Megawatt (10^6 bzw. 1 Million Watt).
<i>Naturemade basic</i>	Schweizerisches Zeichen zur Kennzeichnung von Strom aus regenerativen Quellen. Schliesst ein Fördermodell zur Unterstützung der neuen erneuerbaren Energieträger ein und stellt an die Wasserkraftnutzung keine weitergehenden lokalen oder regionalen Ansprüche. Alle Produktionsanlagen mit einer Leistung grösser 10MW müssen zusätzlich ein <i>Umweltmanagementsystem</i> einführen. Das Zeichen wird durch den <i>VUE</i> vergeben.
<i>Naturemade star</i>	Schweizerisches Ökolabel zur Kennzeichnung von Ökostrom aus regenerativen Quellen. Das Label wird durch den <i>VUE</i> vergeben und stellt sehr hohe ökologische Qualitätsanforderungen. Bei der Zertifizierung der Wasserkraft werden strenge Ansprüche an die lokalen und regionalen Umweltauswirkungen gestellt. Als Zertifizierungsgrundlage dient das hier vorgestellte <i>greenhydro</i> Verfahren der EAWAG.
<i>Nettoproduktion</i>	Als Ökostrom zertifizierbare Energieproduktion, die sich nach Abzug der Energiemengen ergibt, die zum Unterhalt der Anlage notwendig sind. Besonders bei Pumpspeicheranlagen von Bedeutung.
<i>NHG</i>	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966.
<i>Ökomorphologie</i>	Gewässerstrukturgüte, die sich auf einfach erfassbare und ökologisch bedeutsame Strukturen im und am Gewässer bezieht (z.B. Gewässerverlauf, Uferstrukturen, Sohlcharakter, Verbauungen usw.). In der Schweiz wird die Gewässerstrukturgüte zur Zeit flächendeckend in allen Kantonen erfasst und kann als Bewertungsgrundlage einer Ökostrom-Zertifizierung dienen.

<i>Ökostrom-Förderbeiträge</i>	Fixer finanzieller Betrag pro verkaufter Kilowattstunde Ökostrom zur Durchführung lokal angepasster ökologischer Aufwertungsmassnahmen. Im Rahmen einer <i>naturemade star</i> Zertifizierung von Wasserkraftanlagen wurde dieser Betrag durch den <i>VUE</i> auf 1 Rp./kWh festgelegt und ist obligatorisch an jede Ökostrom-Zertifizierung gebunden.
<i>Ökostrom-Grundanforderungen</i>	Ökologische Anforderungen, die eine jede Wasserkraftanlage erfüllt, wenn sie mit dem Ökolabel <i>naturemade star</i> ausgezeichnet ist. Bei den <i>Grundanforderungen</i> handelt es sich um allgemeine ökologische Kriterien, die unabhängig vom ökologischen Ausgangszustand der Anlagen gültig sind. Somit ist garantiert, dass alle <i>naturemade star</i> Anlagen ein vergleichbares ökologisches Grundniveau aufweisen. Eine Zertifizierung erfolgt nur in Zusammenhang mit den sog. Ökostrom-Förderbeiträgen (s.o.).
<i>Pool</i>	Tiefer Gewässerabschnitt, in dem bei Trockenwetterabfluss nur sehr kleine bis nicht messbare Strömungen auftreten; häufig sind Kehrwasserströmungen vorhanden.
<i>Relevanzmatrix</i>	Matrix, die für jedes individuelle Kraftwerk aufzeigt, welche Untersuchungsbereiche im Rahmen der Ökostrom-Zertifizierung zu bearbeiten sind. Sie basiert auf der <i>Umweltmanagementmatrix</i> und ist das Ergebnis der <i>Vorstudie</i> .
<i>Revidiertes Gewässerschutzgesetz</i>	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand 21. Oktober 1997).
<i>Rezertifizierung</i>	Nach den Grundsätzen des <i>VUE</i> kann ein Kraftwerk nach Ablauf des Lizenzvertrages, das heisst nach einer Frist von 5 Jahren das Ökolabel <i>naturemade star</i> für eine weitere Laufzeit benutzen. Dazu wird geprüft, ob Mängel oder Verstösse gegen den Lizenzvertrag vorliegen und ob die getroffenen ökologischen Verbesserungsmassnahmen funktionsfähig umgesetzt wurden. Ebenso erfolgt eine Evaluation des Erfolges der <i>Ökostrom-Förderbeiträge</i> .
<i>Rheophile Lebewesen</i>	Strömungsliebende Organismen, das heisst Organismen, die Gewässerabschnitte mit grosser Strömung bevorzugen und hier signifikant häufiger vorkommen als in langsam durchströmten Abschnitten.
<i>Riffle</i>	Flacher und schnell fliessender Gewässerabschnitt, mit einer sichtbar aufgewühlten Gewässeroberfläche und ungebrochenen, stehenden Wellen; meist über kiesigem Substrat.
<i>RPG</i>	Bundesgesetz über die Raumplanung vom 22. Juni, 1979.
<i>Saisons- und Jahresspeicher</i>	Speicherbecken, mit einer Entleerungsdauer zwischen 25-500 Stunden (Saisonspeicher), bzw. mehr als 500 Stunden (Jahresspeicher). Im Rahmen einer Ökostrom-Zertifizierung handelt es sich dabei in der Regel um alpine Speicherbecken mit sehr grossen Wasserspiegelschwankungen. Allerdings sind z.B. auch grosse Trinkwasserspeicher eingeschlossen, die in der Nebennutzung Elektrizität erzeugen. Hier sind auch bei grossen Jahresspeichern keine grossen Wasserspiegelschwankungen zu erwarten. (Das Stauraummanagement der beiden Typen unterscheidet sich entsprechend der Kriterien in Kap 11).
<i>Schwallbetrieb</i>	Betriebsart, die zur Anpassung der Stromerzeugung an den Strombedarf dient (i.d.R. bei Spitzenstromproduktion). <i>Schwallbetrieb</i> kann bei Speicheranlagen sowie bei Flusskraftwerken in Kettenanordnung auftreten. Beim <i>Speicherbetrieb</i> werden die Turbinen schnell in Betrieb genommen, so dass es aufgrund der Durchflusserhöhung in den betroffenen Gewässern zu Schwallwellen kommt. Bei Flusskraftwerken in Kettenanordnung werden die Anlagen nacheinander entsprechend der durchlaufenden Wassermenge in Betrieb genommen, so dass über einen längeren Zeitraum eine erhöhte Leistung abgegeben werden kann.

<i>Systemüberblick</i>	Teil der Vorstudie zur Ökostrom-Zertifizierung. Basiert u.a. auf einer <i>ökomorphologischen</i> Erfassung der wichtigsten Gewässerstrecken. Der <i>Systemüberblick</i> soll ökologisch bedeutende Stellen und den Gesamtzustand der Gewässer im Untersuchungsperimeter erfassen, um die Kosten der Zertifizierung abschätzen zu können.
<i>Tages- und Wochenspeicher</i>	Speicherbecken, mit einer Entleerungsdauer von bis zu 6 Stunden (Tagesspeicher), bzw. von 6-25 Stunden (Wochenspeicher).
<i>Transformator</i>	Elektrisches Gerät zur Umsetzung einer Spannung auf andere Spannungswerte ohne nennenswerte Energieverluste. Der <i>Transformator</i> besteht aus zwei meist durch einen Eisenkern induktiv gekoppelter Spulen unterschiedlicher Windungszahl. Er wird u.a. dazu genutzt die <i>Generator</i> spannung auf die Hochspannung des Überlandnetzes zu transformieren.
<i>Transformatorklemme</i>	Stromabgabestelle am Transformator, entspricht der Übergabestelle ins allgemeine Netz. Bei grösseren Kraftwerken wird die gesamte erzeugte Strommenge der einzelnen Turbinen über eine Transformatorklemme ins Netz eingespeist. Die Zertifizierung eines Ökostrom-Kraftwerks erfolgt daher ab der Transformatorklemme. Einzelne Turbinen oder Turbinengruppen eines Kraftwerks können somit nicht einzeln zertifiziert werden. Davon ausgeschlossen sind entsprechen der Richtlinien des VUE Kleinwasserkraftanlagen, Dotierturbinen und Anlagenteile, sofern diese in einem hydrologisch sinnvoll abgrenzbaren Gebiet liegen.
<i>Umweltmanagementmatrix</i>	Grundlage des von der EAWAG entwickelten <i>greenhydro</i> Verfahrens zur Ökostrom Zertifizierung von Wasserkraftanlagen: Matrix mit 25 Feldern, die sich aus fünf Umweltbereichen und fünf Managementbereichen ergeben. Pro Feld stehen jeweils ökologische Zielvorgaben, Ökostrom-Grundanforderungen, sowie methodische Hinweise zur Verfügung.
<i>Umweltmanagementsystem</i>	Regelwerk zur Gestaltung des betrieblichen Umweltschutzes, i.d.R. an der Struktur der DIN EN ISO 14001ff. Verordnungen orientiert (internationale Verbreitung) oder auf das europäische Gemeinschaftssystem EMAS ausgerichtet.
<i>Vorstudie</i>	Erster Verfahrensschritt des <i>greenhydro</i> Verfahrens zur Ökostrom Zertifizierung von Wasserkraftanlagen: ermöglicht einen schnellen Überblick über die ökologischen Randbedingungen und die Kostenstruktur einer Ökostrom-Zertifizierung.
<i>VUE</i>	Verein für umweltgerechte Elektrizität: unabhängiger Trägerverein, der das Ökolabel „ <i>naturemade star</i> “ lanciert hat und dessen Vorstand sich paritätisch aus Vertreterinnen und Vertretern von Produzentenvereinigungen, Verteilwerken, Umwelt- und Konsumentenverbänden zusammensetzt.
<i>Zeitnaher Geschiebetransports</i>	Beim <i>zeitnahen Geschiebetransport</i> wird das Geschiebe, welches in einem bestimmten Zeitraum (maximal innerhalb von 1-2 Jahren) in einen Flussabschnitt eingetragen wird, auch innerhalb des gleichen Zeitraums (maximal 1-2 Jahre) wieder aus dem Abschnitte heraus transportiert. Im Rahmen des Geschiebemanagements bedeutet dies, dass Geschiebe nicht über einen langen Zeitraum auflanden darf (z.B. über 5 Jahre), um dann auf einmal gespült zu werden. Vielmehr sollten regelmässige Spülungen stattfinden.

A5 LITERATUR

A5.1 Literatur des Konzeptteils

- Bratrich C. (2000):* Das EAWAG Verfahren zur Ökostrom-Zertifizierung. In *Umweltmanagement und Ökolabeling für die Wasserkraft*, Ökostrom Publikationen Band 4 (Hrsg. J. Markard & B. Truffer), S. 63-71. EAWAG, Kastanienbaum.
- BUWAL (1998):* Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, S. 1-41.
- Markard J. & B. Truffer (1999):* Der lange Weg zu einem Euro-Label für Strom. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen. Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt:* 49/11, S. 724-729.
- Markard J. (1998):* Green-Pricing – Welchen Beitrag können freiwillige Zahlungen von Stromkunden zur Förderung regenerativer Energien leisten? Öko-Institut-Verlag, Freiburg.
- Ökostrom (2000):* www.oekostrom.eawag.ch
- Truffer B., B. Seiler, S. Vollenweider und R. Dettli (2000):* Umweltzertifizierung Kleinwasserkraftwerke. Projektbericht BfE, EAWAG, ISKB.
- Truffer B., C. Bratrich, J. Markard und B. Wehrli (2001):* Ökostrom: The Social Construction of Green Electricity Standards in Switzerland. In: Julie Thompson Klein et al. (eds.) *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology and Society. An Effective Way for Managing Complexity.* Birkhäuser, Basel, pp. 153-158.
- WCD (2000):* Dams and Development: A new Framework for Decision-Making: The Report of the World Commission on Dams, S. 75-77.
- Wüstenhagen R. (2000):* Ökostrom - von der Nische zum Massenmarkt. Entwicklungsperspektiven und Marketingstrategien für eine zukunftsfähige Elektrizitätsbranche. VdF Verlag, Zürich.

A5.2 Literatur der kommentierten Literaturliste

- Ackermann, G., J. Ortlepp, P. Pitsch, P. Rey, & K. Robin (1996):* Entleerung des Ausgleichsbeckens Ova Spin 1995. *CRATSCHLA*, 4/2/1996, S. 37-44.
- Ammann, M. & M. Kast (1996):* 10 Jahre ökologische Spülbegleitung am Luzzzone-Stausee (Blenio/TI). In *VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen*, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 195-202.
- ASCE Task Force on Bed Forms in Alluvial Channels (1966):* Nomenclature for Bed Forms in Alluvial Channel. *ASCE, J. of the Hydr. Division*, 92(HY3), 51-64.
- ATEL – Aare-Tessin AG für Elektrizität (1995):* Neubau Kraftwerk Ruppoldingen – Bericht zur Umweltverträglichkeit 2. Stufe – Hauptbericht. Olten, 8-3 bis 8-42 .
- ATEL– Aare-Tessin AG für Elektrizität (1991):* Neubau KW Ruppoldingen. Bericht zur Umweltverträglichkeit *Arbeitsgemeinschaft Rus AG – Hollinger AG*, Baden.

- Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer (2000):* Auenschutzpark Rohr – Rapperswil, Vorprojekt Rapperswil, Dynamische Flusssäue. *Schälchli, Abegg + Hunzinger*, Zürich, Technischer Bericht.
- Baudepartement des Kantons Solothurn, Bau- Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement des Kantons Bern und Baudepartement des Kantons Aargau: (1996):* Hydraulische, geschiebemechanische und flussmorphologische Machbarkeitsstudie zur Reaktivierung des Geschiebehaushaltes der Aare zwischen der Emme und dem Rhein. Technischer Bericht.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1991):* Stützkraftstufe Landau a.d. Isar – Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt in den ersten 5 Jahren. Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, München, Heft 24, 12-17.
- Bezzola, G.R. (1989):* Rhone und Pfynwald - Renaturierung einer Flusslandschaft. *Bull. Murithienne*, 107, S. 11.
- Binder, W. (1986):* Beispiele zur Stauraumgestaltung aus Bayern. In *Landschaftswasserbau: Naturnahe Gestaltung von Stauhaltungen*, Hrsg. Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau Technische Uni Wien, Band 7, S. 314-339.
- Bremen, R. & P. F. Bertola (1996):* Praxisgerechte Lösungen zur Optimierung von Stauspülungen. In *VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen*, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 115-118.
- Bundesamt für Wasser und Geologie und Regierungspräsidium Freiburg i. Br. (2000):* Geschiebehaushalt Hochrhein. *Schälchli, Abegg + Hunzinger*, Zürich, Technischer Bericht.
- BUWAL (1987):* Wasserentnahme aus Fließgewässern: Auswirkungen verminderter Abflussmengen auf die Pflanzenwelt. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 72, 103 S.
- BUWAL (1997):* Gestaltungsgrundsätze zur Gewässerökologischen Optimierung von Wasserfassungen, Umwelt-Materialien Nr. 74.
- BUWAL (1997):* UVP von Wasserkraftanlagen. In *Mitteilungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) Nr. 8*; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Cushman, R. M. (1985):* Review of Ecological Effects of Rapidly Varying Flows Downstream from Hydroelectric Facilities: *North Am. J. Fish. Man.* 5, 330-339.
- D'Agostino, V., M. Cerato & R. Coali (1996):* Il trasporto solido di eventi estremi nei torrenti del Trentino orientale. *Interpraevent*, Garmisch-Partenkirchen, 1, S. 377-386.
- DIANE (1997) Publikationen Kleinwasserkraftwerke:* Fische und Kleinwasserkraftwerke, Bezug EDMZ, Nr. 805635 d+f .
- Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich und Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (1997):* Geschiebetransport Stauhaltung KW Eglisau. Hydraulische und Geschiebe-mechanische Machbarkeitsstudie betreffend den Geschiebetransport durch das Stauwehr Eglisau bei Hochwasserabfluss durch periodische Staupegelabsekungen. *Schälchli & Abegg*, Zürich, 16. Dezember 1997, Technischer Bericht.
- Dürr, A (2000):* Auswirkungen von Abflussvariationen auf das aquatische Habitatangebot in der Teststrecke Kraiburg/Inn, Diplomarbeit, Universität Stuttgart, 80 S.
- DVWK (1996):* Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle, Heft 232, Bonn.
- DVWK (1997):* Fischabstieg –Literaturdokumentation, DVWK-Materialien 4/1997, Bonn, 229 S.
- DVWK (1999):* Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung mittels Halbkugelmethode und Habitat-Prognose Modell, Schrift 123, Bonn.
- EAWAG (2000):* Endbericht zur Restwassersynthese im Rahmen des Ökostrom Projektes. EAWAG Bericht.
- berstaller, J., M. Hinterhofer & P. Parasiewicz (1998):* The Effectiveness of Two Nature-like Bypass Channels in an Upland Austrian River. In *Fish migration and Fish Bypasses* (ed. M. Jungwirth, S. Schmutz, and S. Weiss), 363-383. Fishing News Books.

- ECOHYDRAULICS* (1994): Proceedings of the 1st Conference on Ecohydraulics, SINTEF, Trondheim, Norway.
- ECOHYDRAULICS* (1996): Proceedings of the 2nd Conference on Ecohydraulics, ECOHYDRAULICS 2000, Quebec City, Canada.
- ECOHYDRAULICS* (1999): Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA.
- Elektrizitätswerk der Stadt Zürich und Ingenieurbüro für bauliche Anlagen* (1998): Erneuerung Limmatwerk Wettingen. Konzessionsprojekt und Umweltverträglichkeitsbericht. Archiviert bei *creato - Netzwerk für kreative Umweltplanung*, September 1998.
- EURONATUR* (2000): Problemkreis Pflichtwasserabgabe „Ökologisch begründete Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftwerken“; natur+wissenschaft. Schriftenreihe der Stiftung Europäisches Naturerbe (Euronatur): Nr. 1/2000, ISSN 1439-6793.
- Fehr, R.* (1987): Einfache Bestimmung der Korngrößenverteilung von Geschiebematerial mit Hilfe der Linienzahlanalyse. *Schweiz. Ingenieur u. Architekt*(38), S. 1104-1109.
- Forstenlechner, E., M. Hütte, U. Bundi, E. Eichenberger, A. Peter & J. Zobrist* (1997): Ökologische Aspekte der Wasserkraftnutzung im alpinen Raum. Vdf, Hochschul.-Verl. an der ETH, Zürich.
- Gerster, S. & P. Rey,* (1994): Ökologische Folgen von Stauraumpülungen. BUWAL, Bern, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 219.
- Giesecke, J. und E. Mosonyi* (1998): Wasserkraftanlagen, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin.
- Ginot, V.* (1995): EVAH, Un logiciel d'évaluation d'habitat sous Windows.- Bull. Fr. Pech. Piscic. 337/338/339, S. 303-308.
- Hälg, R.* (1996): Spülung des Stausees Ova Spin. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S.171-187.
- Harby A., K. Alfredsen, J. V. Arnekleiv, J. H. H. Halleraker, S. Johansen, S. J. Saltveit* (1999): Impacts from hydropeaking on Norwegian riverine ecosystems. Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA.
- Harby, A.* (1999): Methods and Applications of Fish Habitat Modelling in Norway. Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA.
- Holinger AG* (1995): Zusammenfassender Bericht über die Entwicklung der Makroinvertebratenfauna des Brenno in den Jahren 1985-1994. Auftraggeber: Officine Idrelettriche di Blenio SA. (Bezug über EAWAG).
- Hong, L.B. und Davies T.R.H.* (1979): A study of stream braiding. *Bulletin Geological Society of America*, 90(Part II), 1839-1859.
- Humpesch, U.H., M. Dokulil, J.M. Elliott, A. Herzig* (1981): Ökologische Auswirkungen der thermischen Gewässerbeeinflussung. Erschienen in der Reihe Forschungsarbeiten Wasserwirtschaft Wasserversorgung. Herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Sektion IV), Wien, 257 S.
- Hunzinger, L.* (1998): Flussaufweitungen – Morphologie, Geschiebehauhalt und Grundsätze zur Bemessung. *Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH*, 159, Zürich, 206 S.
- Hütte, M.* (1994): Die Bedeutung einer Wasserfassung für die Ökologie eines alpinen Baches. Dissertation.
- Hütte, M.* (2000): Ökologie und Wasserbau – Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung, Parey, Berlin.
- Hydra* (1995): Fischökologische Untersuchungen an der Melezza. Schlussbericht zuhanden Dipartimento del Territorio del Cantone TI, Ufficio Caccia e Pesca. (Bezug über EAWAG).

- Jäggi, M. und P. Kuster (1991): Einfluss der Vegetation im Gerinne bei extremen Abflussmengen. Ursachenanalyse der Hochwasser 1987, Ergebnisse der Untersuchungen. Mitteilung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Nr. 4.
- Jorde, K. (1997): Ökologisch begründete, dynamische Mindestwasserregelungen bei Ausleitungskraftwerken, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 90, Universität Stuttgart, 158 S.
- Jorde, K. (2000): Das Simulationsmodell CASIMIR als Hilfsmittel zur Festlegung ökologisch begründeter Mindestwasserregelungen. In EURONATUR (vollständig. Zitat siehe oben): S. 69-74.
- Jorde, K. & C. Bratrich (1998): Influence of River Bed Morphology and Flow Regulations in Diverted Streams on Bottom Shear Stress Pattern and Hydraulic Habitat. In: Bretschko G. & Helesic J. (Eds.), *Advances in River Bottom Ecology IV*, Backhuys Publishers, S. 47-63.
- Jorde, K. & Schneider, M. (1998): Einsatz des Simulationsmodells PHABSIM zur Festlegung von Mindestwasserregelungen, *Wasser + Boden* 50, Heft 4, S. 45- 49.
- Jorde, K., M. Schneider & F. Zoellner (2000): Ökologisch begründete Mindestwasserregelungen, Wasserbewirtschaftung an Bundeswasserstrassen – Probleme, Methoden, Lösungen, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Berlin, S. 203- 224.
- Jungwirth, M. (1992): Fließgewässer: limnologische und fischökologische Probleme. *Landschaftswasserbau* (13) S. 15 – 28.
- Jungwirth, M., O. Moog, S. Schmutz, U. Grasser, P. Parasiewicz, G.A. Parthl (1998): Limnologische Gesamtbeurteilung des Kraftwerks Alberschwende: Auftragsstudie der BOKU Wien, 540 S. Archiviert bei der Universität für Bodenkultur, Abteilung Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft & Aquakultur, Wien.
- Jungwirth, M., S. Schmutz & S. Weiss (1998): *Fish migration and Fish Bypasses*. Fishing News Books, Oxford.
- K. Alfredsen, J. V. Arnekleiv, J. H. H. Halleraker, A. Harby, S. Johansen, S. J. Saltveit, P. Borsanyi (1999): Physical habitat modelling in a Norwegian hydro-peaking river. Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA.
- Kaltschmitt, M. & A. Wiese (1997): *Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin.
- Kant. Forstinspektion Tessin (1988): *Riale di Prugiasco. Veränderungen entlang des Baches und Abtragskubaturen von 1946 bis 1985. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.*
- Kanton Graubünden (1998): Prüfung des Wehrreglementes des Kraftwerkes Reichenau. Studie über den Einfluss von Kraftwerkbetrieb und Kiesentnahmen auf den Geschiebehaushalt und die Sohlenveränderungen im Alpenrhein zwischen Reichenau und der Maschänser Rüfi. *Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH*, 4119, Zürich, 3. Dezember 1998, Technischer Bericht.
- Kern, K. (1994): *Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung. Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 256 S.
- Kraftwerke Brusio AG (1992): UVP-Bericht Konzessionsprojekt 1991, Teilbericht Restwasserbemessung.
- Kraftwerke Brusio AG (1996): Restwasserbericht „Weiterbetrieb der bestehenden Anlagen im oberen Puschlav nach Ablauf der Konzession Ende 1997.
- Kronfellner-Kraus, G. (1984): Extreme Feststofffrachten und Grabenbildungen von Wildbächen. *Interpraevent*, Band 2, S. 109-118.
- Leopold, L.B. & M.G. Wolman (1957): *River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight*. *Geological Survey Professional Paper* 282-B.

- Liebig, H., R. Cereghino, P. Lim, A. Belaud & S. Lek (1999): Impact of hydropеaking on the abundance of juvenile brown trout in a Pyrenean stream. *Arch. F. Hydrobiol.* 144 (4): 439-454.
- Limnex & EAWAG (2000): Auswirkungen des Schwallbetriebes des Kraftwerks Kubel auf die Wassertiere der Sitter: Auftragsbericht, 57 S. + Anhang. Archiviert bei Limnex AG, Zürich.
- Limnex & Schälchli & Abegg (1994): Untersuchung am Inn bei Celerina im Zusammenhang mit der Konzessionserneuerung des Elektrizitätswerkes St. Moritz. Hauptbericht und Anhang 3. Auftragsbericht, 36 + 17 S.
- Mader, H. (1993): Ausgewählte Probleme zur Dotierwasserabgabe. *Wiener Mitteilungen – Wasser Abwasser Gewässer*, Band 113, S. 99-116.
- Mader, H. (2000): Dotierwasserfestlegung auf Basis hydraulischer und flussmorphologischer Kenngrößen. *EURONATUR* (2000) S. 63-68.
- Mader, H., G. Unfer & S. Schmutz (1998): The Effectiveness of Nature-like Bypass Channels in a Lowland River, the Marchfeldkanal. In *Fish migration and Fish Bypasses* (ed. M. Jungwirth, S. Schmutz, and S. Weiss), 384-402. Fishing News Books.
- Mangelsdorf, J. & K. Scheuermann (1980): *Flussmorphologie – Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. Oldenbourg Verlag*, München Wien, 262 S.
- Marrer, H. (1996): Erneuerung Kraftwerk Ritom. Kapitel 5.3 und Anhang 5.3-6 des Umweltverträglichkeitsberichtes (Hauptuntersuchung). Auftragsbericht, 77 + 34 S..
- Marrer, H. (2000): Gewässerökologisch verträgliche Ausgestaltung des Schwellregimes. Auftragsbericht, 45 S. + Beilage. Archiviert bei Büro für Gewässer- und Fischereifragen AG, Solothurn.
- Matthäi, C. D. (1996): Disturbance and invertebrate patch dynamics in a prealpine river: Diss.ETH Nr. 11765, 169 S.
- Meyer-Peter, E. und Müller R. (1949): Eine Formel zur Berechnung des Geschiebetriebes. *Schweiz. Bauzeitung*, 67(3).
- Moog, O. (1993): Quantification of daily peak hydropower effects on aquatic fauna and management to minimize environmental impacts: *Regulated Rivers: Res. & Man.* (8) 5-14.
- Moog, O., M. Jungwirth, S. Muhar, B. Schoenbauer (1993): Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte bei der Wasserkraftnutzung durch Ausleitungskraftwerke. *Österreichische Wasserwirtschaft* 45, 197 - 210.
- Morrison, H.A., K. E. Smokorowski (2000): The applicability of various frameworks and models for assessing the effects of hydropеaking on the productivity of aquatic ecosystems: Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic-Sciences (in print).
- Muhar, S., M. Schwarz, S. Schmutz & M. Jungwirth (2000): Identification of rivers with high and good habitat quality: Methodological approach and applications in Austria: *Hydrobiologia*: (422/423) 343-358.
- ÖNORM M6232 (1995): Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern, Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖWAV (1998): Entleerung, Spülung und Räumung von Speichern und Becken. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 117.
- ÖWAV (2000): Feststoffmanagement in Kraftwerksketten. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Heft 137.
- Parasiewicz, P. & S. Schmutz (1999): A hybrid-model-assessment of physical habitat conditions combining various modelling tools. *Proceedings 3rd Conference on Ecohydraulics*, Salt Lake City, June 1999, CD-Rom, Utah State University, USA.
- Parasiewicz, P., J. Eberstaller, S. Weiss & S. Schmutz (1998): Conceptual Guidelines for Nature-like Bypass Channels. In *Fish migration and Fish Bypasses* (ed. M. Jungwirth, S. Schmutz, and S. Weiss), 348-362. Fishing News Books.
- Patt, H., Jürging, P. & W. Kraus (1998): *Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern*, Springer, Berlin.

- Petz-Glechner (2000): Fachvortrag bei 15. SVK-Fischereitagung. 19-20/02/2000.
- Reichert, P. (1994): "AQUASIM - A tool for simulation and data analysis of aquatic systems", *Wat. Sci. Tech.* 30(2), 21-30.
- Reichert P. (1998): AQUASIM 2.0 - User Manual, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), CH-8600 Dübendorf, Switzerland.
- Reichert, P. (1998): AQUASIM 2.0 – Tutorial, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), CH-8600 Dübendorf, Switzerland.
- Rey, P. & J. Ortlepp (1995): Spülung des Staubeckens Ova Spin – Begleitende Untersuchung und Abschätzung der ökologischen Folgen.
- Riegler, J. (1996): Sedimentmanagement an der österreichischen Donau. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen. Teil 2, Hrsg. Vischer, S. 140-142.
- Roth, M. & G.R. Bezzola (1999): Geschiebetransport in Wildbächen mit Sperrentreppen. "*wasser, energie, luft - eau, énergie, air*", 91(11/12), S.1.
- Roth, M. und B. Zarn (1998): Eintiefung am Wildfluss Melezza – Voraussagen 1983, Messungen und Berechnungen 1997. *Wasserbau-Symposium: Planung und Realisierung im Wasserbau*, Garmisch-Partenkirchen, 15.-17. Oktober, *Bericht der Versuchsanstalt Oberrach und Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München*, 84, S. 187-199.
- Schälchli U. (1991): Morphologie und Strömungsverhältnisse in Gebirgsbächen: Ein Verfahren zu Festlegung von Restwasserabflüssen. *Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH*, 113, Zürich, 112 S.
- Schälchli U. (1993): Die Kolmation von Fließgewässersohlen: Prozesse und Berechnungsgrundlage. *Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH*, 124, Zürich, 273 S.
- Schälchli, U. (1992): Kolmations- und Spülprozesse in Flusstauhaltungen. *Berichte der Versuchsanstalt Oberrach und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München*. Band 73/1992, ISSN 0939-0308.
- Schälchli, U. (1995): Wasserkraftnutzung an Gebirgsbächen. Morphologie als Grundlage zur Beurteilung und Verminderung der morphologischen Auswirkungen von Wasserkraftnutzungen auf Gebirgsbäche. *Regio Basiliensis, Basler Zeitschrift für Geographie*, Nr. 36/2, 141-152.
- Schälchli, U. (1995): Basic equations for siltation of riverbeds. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 121, No. 3, pp. 274-287.
- Scheuerlein, H. (1984): Die Wasserentnahme aus geschiebeführenden Flüssen, Ernst & Sohn, Berlin.
- Schilling M. & R. Hunziker (1996): Programm MORMO (MORphologisches MOdell). *Mathematische Modelle offener Gerinne, ÖWAV-Seminar*, Wien, 21. Nov., S. 91-104.
- Schilling, M., R. Hunziker & L. Hunzinger (1996): Die Auswirkungen von Korrektionsmassnahmen auf den Geschiebehaushalt. *Interpraevent*, Garmisch-Partenkirchen, Band 4, 209-220.
- Schleiss, A., B. Feuz, M. Aemmer, & B. Zünd (1996): Verlandungsprobleme im Stausee Mauvoisin. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1.
- Schmedtje, U. (1995): Ökologische Grundlagen für die Beurteilung von Ausleitungsstrecken. *Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft* 25, 156 S.
- Schmutz, S. & P. Parasiewicz (1999): Biotische Habitatmodellierung, Gewässerbetreuungskonzept Traisen. HFA-BOKU & Donau Consult. Im Auftrag des BMLF, Wien.
- Schöb, P. (1998): Untersuchung des Fischbestandes in der vom Schwellbetrieb des Kraftwerks Kubel beeinflussten Sitter: EAWAG-Praktikumsarbeit, 19 S. + Anhang. Interner Bericht.

- Schöberl, F. (1991): Morphologische Dynamik – Gewässerregulierung: Spannungsfeld alpiner Flussbau. *Österr. Wasserwirtschaft*, 43(F7/8), S. 171-178.
- Schöberl, F. (1996): Grundlagen der Deckschichtbildung. Schriftenreihe des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftverbandes, Heft 105, S.23-41.
- Seifert (2000): Tagungsband der Fachvortrag bei 15. SVK-Fischereitagung. 19-20/02/2000.
- Sigmaplan (1995): Ökologische Begleituntersuchungen zur Erneuerung des Kraftwerks Amsteg. Schlussbericht Sachbereich Geschiebe und Hydraulik, Technischer Bericht.
- Smart, G.M. und Jäggi M.N.R. (1983): Sedimenttransport in steilen Gerinnen. *Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH*, 64, Zürich.
- Steiner, H.A. (1996): Ökologische Aspekte und Sukzessionsentwicklung spülgerecht gestalteter Stauraumvorländer an den Flusskraftwerken der Drau. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen. Teil 2, Hrsg. Vischer, S. 178-186.
- Strobl, T. & S. Nothhaft (2000): Ermittlung ökologisch begründeter Mindestabflüsse mit dem MEFI-Modell. EURONATUR (2000): S. 75-79.
- Umweltbundesamt (1994): Ramsar-Bericht 2 – Stauseen am Unteren Inn. Umweltbundesamt, Wien, 3-19/27-45/47-56.
- Universität Stuttgart (2000): Umweltverträglichkeitsstudie zur Wasserkraftanlage Werdohl-Schlacht an der Lenne: Technischer Bericht TB 2000/5, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 80 S.
- Valentin, S., F. Lauters, C. Sabaton, P. Breil, Y. Souchon (1996): Modelling temporal variations of physical habitat for brown trout (*Salmo trutta*) in hydropeaking conditions. *Regulated Rivers Res. & Man*. 12, 317 - 330.
- Vehanen T., P. L. Bjerke, J. Heggnes, A. Huusko, and A. Mäki-Petäys (2000): Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial flumes. *Journal of Fish Biology*, Vol. 55 (4) 923-937.
- Vigl, L. & E. Pürer (1996): Speicher Bolgenach – Feststoffbewirtschaftungskonzept und erforderliche Massnahmen. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 123-129.
- Wagner, E.K., N. Karlsböck & H. Niedermühlbichler (1996): Spülung des Speichers Margaritze. In VAW: Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen, Hrsg. Vischer, Teil 1, S. 123-136.
- Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg (1994): Leitfaden für den Bau von Kleinwasserkraftwerken, 2. Auflage, Kosmos, Stuttgart.
- Young, W.J. und Davies T.R.H. (1991): Bedload transport processes in a braided gravel-bed river model. *Earth surface processes and landforms*, 16, p.12.
- Zarn, B. (1997): Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. *Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH*, 154, Zürich, 242 S.
- Zimmermann, M. & C. Lehmann (1999): Geschiebefracht in Wildbächen: Grundlagen und Schätzverfahren. *wasser energie luft*, 91(7/8), S. 189-194.
- Zimmermann, M. (1989): Geschiebeaufkommen und Geschiebewirtschaftung. Grundlagen zur Abschätzung des Geschiebehaushaltes im Emmental. *Geographica Bernensia, Geographisches Institut der Universität*, G34, Bern, 97 S.
- Zurwerra, A. (1993): Wasserfassung und Entsander Grund. PRONAT AG, Winkelgasse 4, Brig. Im Auftrag: EBG AG PF 204, Brig, S. 14-18, S. 22-23 und S. 31.



EAWAG

Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung
Abwasserreinigung und Gewässerschutz

Projekt Ökostrom

Seestrasse 79, CH-6047 Kastanienbaum
Tel +41 / 349 – 21 11
Fax +41 / 41 / 349 – 21 68
email oekostrom@eawag.ch
internet www.oekostrom.eawag.ch