

Gewässerökologische Aufwertungen im Rahmen der Restwassersanierung und der Ausbauvorhaben an der Grimsel

Schweizer Steffen, Matthias Meyer, Thomas Wagner, Heiko Zeh Weissmann

Zusammenfassung

Im Rahmen der Restwassersanierung und der drei Hauptprojekte des aktuellen Investitionsprogramms KWO plus werden verschiedene gewässerökologische Aufwertungen im Oberhasli realisiert. Insgesamt sind Restwasserdotierungen an zwölf Fassungen geplant, acht Auen- und Flussrevitalisierungen, vier Massnahmen zur Verbesserung der Längsvernetzung für Fische, eine Massnahme zur Verbesserung des Geschiebehaushalts, zwei Fassungsarbeiten, drei Verzicht auf künftige Nutzungen und eine landschaftliche Aufwertung. Das Gesamtkonzept stützt sich auf zahlreiche gewässerökologische Untersuchungen und einer gemeinsam mit den kantonalen Fachstellen, den beteiligten Umweltschutzorganisationen, dem Büro Sigmaphan und der KWO entwickelten ökologischen Bewertungsmethode ab. Das Massnahmenpaket zur Restwassersanierung und zu zwei Hauptprojekten von KWO plus («Tandem» und «Grimsel 3») wurde in Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen, den Umweltschutzorganisationen und der KWO erarbeitet. Die Ausgleichsmassnahmen im Rahmen der «Vergrösserung des Grimselsees» wurden von den kantonalen Fachstellen und der KWO festgelegt. Alle hier beschriebenen Massnahmen beziehen sich auf den Stand vom Sommer 2010, als sich Umweltschutzorganisationen, Fachstellen und die KWO auf Ausgleichsmassnahmen im Rahmen von Restwassersanierung, «Tandem» und «Grimsel 3» offiziell geeinigt haben.

Die einzelnen Aufwertungsmassnahmen wurden so aufeinander abgestimmt, dass künftig möglichst viele Synergien genutzt werden können und ein möglichst grosser ökologischer Gewinn resultiert. Gleichzeitig wurden aber auch die betrieblichen, wirtschaftlichen sowie klima- und energiepolitischen Rahmenbedingungen mitberücksichtigt, so dass mit vertretbaren Produktionseinbussen eine ganzheitliche und sinnvolle Aufwertung der gewässerökologischen Situation im Oberhasli erreicht wird.

gonnen (Schweizer et al. 2012a), um eine einvernehmliche Lösung zu diesem Investitionsprogramm zu finden. Unter der Leitung des Kantons Bern (Regierungsrätin Barbara Egger-Jenzer) nahmen daran Vertreter

- der kantonalen Ämter,
- der Umweltschutzorganisationen,
- des lokalen Fischereivereins und des kantonalen Fischereiverbands (BKFV),
- der Region,
- der politischen Parteien und
- der KWO

teil. Bereits zu Beginn des Begleitgruppenprozesses wurde festgelegt, dass mit den Umweltschutzorganisationen nur über die beiden Ausbauvorhaben «Tandem» und «Grimsel 3» verhandelt wird. Die Vergrösserung des Grimselsees wurde ausgeklammert, da dieses Ausbauprojekt für die Umweltschutzorganisationen aufgrund einer offenen Moorschutzfrage nicht konsensfähig war bzw. ist. Dafür wurde im Verlauf der Verhandlungen zusätzlich die bis 2012 umzusetzende Restwassersanierung (Art. 80 Gewässerschutzgesetz) in den partizipativen Prozess integriert (Schweizer & Zeh Weissmann 2011, Schweizer et al. 2012a).

1. Ausgangslage

Die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) ist Inhaberin einer Konzession für die Nutzbarmachung der Wasserkraft im Oberhasli (oberhalb von Innertkirchen). Die Konzession datiert vom 12. Januar 1962 und wurde für eine Dauer von 80 Jahren verliehen. Gestützt auf das entsprechende Wasserkraftrecht betreibt die KWO im 450 km² grossen Einzugsgebiet insgesamt 27 Wasserfassungen und produziert in neun Kraftwerken mit total 1125 MW Leistung durchschnittlich 2300 GWh Energie pro Jahr (inklusive rund 700 GWh/a Pumpspeicherung).

Anfang des neuen Jahrtausends begann die KWO mit der Planung von diversen Ausbauvorhaben, die unter dem Namen «KWO plus» zusammengefasst werden. Hauptprojekte des entspre-

chenden Investitionsprogramms sind das Ausbauvorhaben «Tandem» (Aufwertung der Kraftwerke Handeck 2 und Innertkirchen 1 durch Steigerung der in diesen beiden Zentralen installierten Turbinenleistung um insgesamt 280 MW sowie der Vergrösserung der Jahresproduktion um 70 GWh, ohne zusätzliches Wasser zu nutzen), das Pumpspeicherwerk «Grimsel 3» (Bau eines neuen unterirdischen Umwälzwerks zwischen dem Oberaar- und dem Räterichsbodensee mit einer Gesamtleistung von 660 MW) sowie die Vergrösserung Grimselsee (Steigerung der heutigen Speicherkapazität von 95 Mio. m³ auf 170 Mio. m³ durch Erhöhung der beiden Talsperren Spitellamm und Seeuferegg um je 23 m).

Im Sommer 2009 wurde ein breit abgestützter Begleitgruppenprozess be-

2. Die gewässerökologischen Massnahmen im Überblick

Die zahlreichen im Auftrag der KWO durchgeführten gewässerökologischen Untersuchungen (Schweizer et al. 2010 und z.B. Emch + Berger 1997, Limnex 2008, Haas & Peter 2009, Sigmaphan 2010a und 2010b) boten eine solide Basis, um die heute bestehenden ökologischen Defizite aufzuzeigen und daraus den Handlungsbedarf abzuleiten. Zusätzlich förderten gezielte Begleitungen des Oberhasler Einzugsgebiets und die enge Zusammenarbeit mit lokalen Fischern, Umweltschützern, Fachstellen und Umweltbüros (z.B. Sigmaphan AG) die lokale Kenntnis über die Oberhasler Gewässer. Auf diese Weise wurden wertvolle und effiziente Aufwertungsmöglichkeiten

gefunden und entwickelt (Sigmoplan 2010c und 2010d).

Für eine möglichst objektive Bewertung der gewässerökologischen Wirkung der verschiedenen Aufwertungsmassnahmen

wurden im Begleitgruppenprozess mit den kantonalen Fachstellen und den Umweltschutzorganisationen insgesamt sechs dafür relevante Aspekte (Bewertungskriterien) festgelegt (Schweizer et al.

2012b). Diese Bewertungsmethode wurde für jedes Massnahmenpaket (Restwassersanierung, «Tandem», «Grimsel 3» und Vergrösserung Grimselsee) und für den Ist-Zustand (ohne Aufwertungsmassnahmen) angewendet. Im Folgenden werden die im Sommer 2010 gemeinsam mit den eingebundenen Fachstellen und Umweltschutzorganisationen festgelegten Aufwertungsmassnahmen beschrieben.

Bild 1 gibt einen Überblick über die geographische Lage der ökologischen Aufwertungen im Rahmen der Restwassersanierung und des Investitionsprogramms KWO plus.

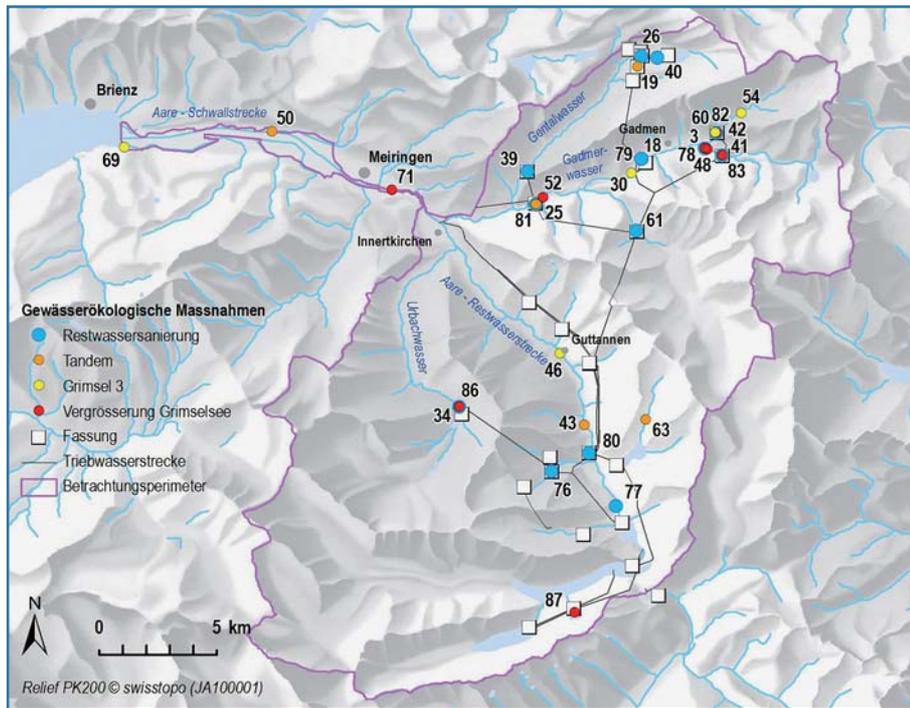


Bild 1. Die gewässerökologischen Aufwertungsmassnahmen im Rahmen der Restwassersanierung und des Investitionsprogramms KWO plus. Jede Nummer entspricht einer Massnahme (vgl. Tabelle 1).

2.1 Restwassersanierung

Das eidgenössische Gewässerschutzgesetz (GSchG) schreibt in den Artikeln 80 ff. die Sanierung der Restwasserstrecken bei bestehenden Wasserkraftkonzessionen bis Ende 2012 vor. Ziel dieser Vorschrift ist primär, dass angemessene Restwassermengen in den schweizerischen Gewässern fließen. Im Rahmen des Begleitgruppenprozesses (Kap. 1) wurden die in Tabelle 2 zusammengefassten Massnahmen gemeinsam mit den kantonalen Fachstellen und den Umweltschutzorganisationen festgelegt. Ausserdem wurde für jede Restwasserstrecke ein ökologisches

Nummer	Massnahme	Zuordnung
3	Auen- und Flussrevitalisierung Obermad	Vergrösserung Grimselsee
18	Dotierung Fuhren	Restwassersanierung
19	Rückbau Fassungen Moosbach und -quellen	Tandem
25	Dotierung Hopflauen	Restwassersanierung
26	Dotierung Engstlenbach	Restwassersanierung
30	Auen- und Flussrevitalisierung Fuhren-Süd	Grimsel 3
34	Dotierung Mattenalp	Restwassersanierung
39	Dotierung Leimboden	Restwassersanierung
40	Dotierung Ausfluss Engstlensee	Restwassersanierung
41	Dotierung Steinwasser	Restwassersanierung
42	Dotierung Wendenwasser	Restwassersanierung
43	Sanierung der künstlichen Schwelle an der Schwarzbrunnenbrigg	Tandem
46	Längsvernetzung Giessenbach	Grimsel 3
48	Renaturierung Schwarzbrunnengraben	Vergrösserung Grimselsee
50	Aufwertung Aue Sytenwald	Tandem
52	Auenrevitalisierung Hopflauen	Vergrösserung Grimselsee
54	Aufwertung Schwemmebene Wendenalp	Grimsel 3
60	Nutzungsverzicht Treichigraben	Grimsel 3
61	Nutzungsverzicht Tobigerbach	Restwassersanierung
63	Nutzungsverzicht Diechterbach	Tandem
69	Renaturierung Brunnenquellen	Grimsel 3
71	Flussrevitalisierung Aare Meiringen	Vergrösserung Grimselsee
76	Dotierung Grubenbach	Restwassersanierung
77	Dotierung Räterichsbodensee	Restwassersanierung
78	Geschiebedotierung Gadmerwasser	Restwassersanierung
79	Fischlift Fuhren	Restwassersanierung
80	Dotierung Handeck	Restwassersanierung
81	Erhöhung Dotierung Hopflauen	Tandem
82	Erhöhung Dotierung Wendenwasser	Vergrösserung Grimselsee
83	Erhöhung Dotierung Steinwasser	Vergrösserung Grimselsee
86	Aufgabe der Sekundärfassung Mattenalp	Vergrösserung Grimselsee
87	Dotierung Trübtenbach	Vergrösserung Grimselsee

Tabelle 1. Offizielle Nummerierung (vgl. Bild 1) der ökologischen Ausgleichsmassnahmen.

Qualitätsniveau vereinbart. Je Gewässerabschnitt muss künftig eine ausreichende Restwassermenge vorhanden sein, um entweder eine ganzjährige Benetzung, eine naturnahe Besiedlung von Wirbellosen und Fischen zu gewährleisten oder um die Wahrnehmung eines Gewässers als landschaftlich prägendes Element zu garantieren (Schweizer & Zeh Weissmann 2011). Das Erreichen dieser ökologischen Zielniveaus wird in einem zehnjährigen Monitoring überprüft. Auch das detaillierte Monitoring-Konzept wurde gemeinsam mit den kantonalen

Fachstellen, den Umweltschutzorganisationen und dem Umweltbüro SigmaPlan AG ausgearbeitet. Eine wichtige Basis für die Festlegung der Restwasserabgaben und für die Definition der Zielniveaus bildeten die 1994 und 2008 durchgeführten Dotierversuche (SigmaPlan 2010a und 2010b, B+S 2009, Emch + Berger 1997), verschiedene Abflussmesskampagnen (BWU Mathez 2009 und 2010) sowie weitere gewässerökologische Untersuchungen, die im Auftrag der KWO durchgeführt wurden (z.B. Limnex 2008, Schweizer et al. 2010). Ein ausführlicher Beschrieb der Massnahmen, ihrer ökologischen Wirkung und der festgesetzten Qualitätsniveaus findet sich in Schweizer & Zeh Weissmann (2011).

Folgende Massnahmen werden im Rahmen der Restwassersanierung umgesetzt:

- **Restwasserabgaben.** Elf Restwasserabgaben werden die grossen gewässerökologischen Defizite im Oberhasli beheben und sind auf die weiteren Aufwertungen im Rahmen der KWO plus Projekte abgestimmt. Damit wird neben einer landschaftlichen Aufwertung der Gewässer auch eine deutliche Verbesserung der Lebensraumbedingungen für Wasserpflanzen und -tiere erzielt. Die höheren Restwassermengen werden künftig zu grösseren Wassertiefen, erhöhten Fliessgeschwindigkeiten und grösseren benetzten Flächen sowie zu einer Verbesserung der Längs- und Quervernetzung führen.
- **Geschiebedotierung Gadmerwasser.** Verschiedene Geschiebesammler halten im Gadmertal Flusssedimente zurück und führen so zu einem Geschiebedefizit, vor allem im Oberlauf des Talgewässers. Dadurch tritt auch ein Mangel an jenen Korngrössen auf, die als Laichsubstrat für die heimische Bachforelle benötigt werden. Bereits seit 2008 wird in Vorleistung die Geschiebedotierung im oberen Gadmerwasser durchgeführt. Dadurch konnten sowohl das vorherrschende Geschiebedefizit wirksam reduziert als auch die Laichbedingungen deutlich verbessert werden (aktuelles Monitoring und Beobachtungen von S. Schweizer, M. Meyer (beide KWO) und Fischereiverein Oberhasli, Oktober 2010).
- **Fischlift Führen.** An der Fassung Führen wird ein Fischlift (inkl. Fischabstiegsanlage) künftig zwei Fließstrecken von je rund 2 km Länge für Fische wieder vernetzen. Diese Massnahme

Massnahme	Restwasser	Dynamik	Ökomorphologie	Auen	Habitat	Landschaft
Restwasserabgaben an insgesamt elf Fassungen	++	0	0	+	++	++
Geschiebedotierung Gadmerwasser	0	++	+	0	+	+
Fischlift Führen	++	0	0	0	+	0
Verzicht auf künftige Nutzung des Tobigerbachs*	+	++	0	0	+	+

Tabelle 2. Gewässerökologische Wirkung der Aufwertungsmassnahmen im Rahmen der Gewässersanierung. ++ = grosse Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, + = mittlere Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, 0 = keine Veränderung von heutigem Zustand. * = bei dieser Massnahme wird die Veränderung ausgehend vom Zustand künftige Nutzung mit entsprechender Restwasserabgabe des Tobigerbachs mit dem heutigem Zustand keine Nutzung des Tobigerbachs verglichen.



Bild 2. Reaktivierung des Ausflusses vom Engstlensee als landschaftliche Aufwertung.

ist auf die Dotierungen an den Fassungen Wenden, Stein und Führen abgestimmt, wodurch der Oberlauf des Gadmerwassers künftig wieder als zusammenhängender Lebensraum für Bachforellen zur Verfügung steht. Der Fischabstieg wird in die Massnahme integriert.

- **Dotierung Ausfluss Engstlensee.** Der Engstlensee wird als Saisonspeicher verwendet. Mit einer Änderung der künftigen Bewirtschaftung des Sees wird gewährleistet, dass der Seeausfluss zwischen Juni und Oktober permanent Wasser führen wird (Bild 2), ohne dass künftig standortfremde Fische aus dem Engstlensee entweichen und abdriften. Dadurch wird dieser von zahlreichen Wanderern, Fischern und Touristen besuchte Ort landschaftlich stark aufgewertet.

- **Nutzungsverzicht Tobigerbach.** Mit einem Verzicht auf eine künftige Nutzung des Tobigerbachs wird garantiert, dass vor allem die Abfluss- und Geschiebedynamik im unteren Triftwasser erhalten bleibt. Das Triftwasser ist einer der wichtigsten Zuflüsse ins Gadmerwasser.

2.2 Gewässerökologische Massnahmen im Rahmen von «Tandem» und «Grimsel 3»

Der Umfang und die Auswahl der gewässerökologischen Aufwertungsmassnahmen für die beiden Ausbauprojekte «Tandem» und «Grimsel 3» wurden gemeinsam mit den kantonalen Fachstellen und den Umweltschutzorganisationen festgelegt. Diese Massnahmen sind ausführlich in SigmaPlan (2010c und 2011) beschrieben und ihre Wirkungen auf ausgewählte ge-

Massnahme	Restwasser	Dynamik	Ökomorphologie	Auen	Habitats	Landschaft
Erhöhung der Restwasserabgabe an der Fassung Hopflauenen	+	0	0	0	++	0
Aufgabe der Fassung Moosbach	++	++	0	+	++	+
Verzicht auf künftige Nutzung des Diechterbachs*	++	++	0	0	++	++
Sanierung der künstlichen Schwelle Schwarzbrunnenbrigg	0	0	0	0	+	0
Beteiligung an der Auen- und Flussrevitalisierung Sytenwald	0	++	++	++	++	+
Beruhigungsbecken Innertkirchen und Verlegung der Wasserrückgabe**	0	0	0	0	++	0

Tabelle 3a. Gewässerökologische Wirkung der Aufwertungsmassnahmen im Rahmen des Ausbauprojekts «Tandem». ++ = grosse Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, + = mittlere Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, 0 = keine Veränderung von heutigem Zustand. * = bei dieser Massnahme wird die Veränderung ausgehend vom Zustand künftige Nutzung mit entsprechender Restwasserabgabe des Diechterbachs mit dem heutigen Zustand keine Nutzung des Diechterbachs verglichen. ** = diese Massnahme wurde in der ökologischen Bilanzierung (Schweizer et al. 2012a und 2012b) aufgrund der Revision des Gewässerschutzgesetzes bzgl. Schwall/Sunk nicht berücksichtigt.



Bild 3. Unteres Gadmerwasser bei der Wasserrückgabe vom Kraftwerk Innertkirchen 1. Mit der künftigen Verlegung der Wasserrückgabe (unter dem Gadmerwasser hindurch) und einer weiteren Erhöhung der Restwassermenge steht dieser Gewässerabschnitt (links im Bild) künftig als Laichstrecke für die Seeforelle wieder zur Verfügung.

wässerökologische Aspekte in *Tabelle 3a* und *3b* dargestellt.

Im Rahmen des Ausbauprojekts «Tandem» sind die folgenden Massnahmen vorgesehen:

- **Erhöhung der Restwasserabgabe an der Fassung Hopflauenen.** Mit Dotierversuchen wurde die notwendige Wasserabgabe in Hopflauenen bestimmt, die für eine erfolgreiche Verlaichung

der Seeforellen im Unterlauf des Gadmerwassers nötig ist (Sigmaplan 2010a). Die Erhöhung der Restwasserabgabe (von 250 l/s, Restwasseranlieferung, auf 300 l/s) steht in direktem Zusammenhang mit dem geplanten Beruhigungsbecken in Innertkirchen.

- **Beruhigungsbecken Innertkirchen.** Mit diesem Becken werden künftig die künstlichen Pegelschwankungen in der

Schwallstrecke der Hasliaare abgedämpft (Schweizer et al. 2008). Ausserdem soll mit einer damit verbundenen Verlegung der Wasserrückgabe der Unterlauf des Gadmerwassers wieder für Seeforellen zugänglich werden. Heute wird das Triebwasser vom Kraftwerk Innertkirchen 1 in den Unterlauf des Gadmerwassers geleitet und so das Einsteigen der Seeforellen in diesen Gewässerabschnitt verhindert (*Bild 3*). Künftig wird das Triebwasser unter dem Gadmerwasser in das Beruhigungsbecken geleitet, so dass der Unterlauf des Gadmerwassers für die vom Brienersee kommenden Seeforellen wieder erreichbar ist und so wertvolle Laichhabitats von der bedrohten Fischart wieder genutzt werden können.

- **Aufgabe der Fassungen Moosbach und Moosbachquellen.** Mit dieser Massnahme wird die natürliche Abflussdynamik in diesem Gewässer wieder hergestellt. Ausserdem verbessert sich damit auch unterhalb der Mündung des Moosbachs die gewässerökologische Situation im Engstlenbach (Hauptfluss des Gentsals).
- **Verzicht auf eine künftige Nutzung des Diechterbachs.** Dieser Nutzungsverzicht garantiert, dass sowohl die landschaftliche Wirkung als auch die gewässerökologische natürliche Situation des grössten Zuflusses in den Gelmersee ungeschmälert erhalten bleiben.
- **Sanierung der künstlichen Schwelle an der Schwarzbrunnenbrigg.** Dadurch wird der durchgehende Lebensraum der Bachforelle im Oberlauf der Aare deutlich vergrössert. Da die Aare in diesem Gebiet fast unverbaut ist, weist sie hier ein sehr hohes fischökologisches Potenzial auf. Die Restwasserabgabe an der Fassung Handeck ergänzt diese Massnahme.
- **Finanzielle Beteiligung an der Aufwertung der Aue Sytenwald.** Diese Aue von nationaler Bedeutung befindet sich im Aareboden zwischen Meiringen und Brienz und wird vom Hüsenbach (wichtigster Zufluss in die Schwallstrecke der Aare) durchflossen. Mit einem vollkommen neuen Verlauf und einer Verlängerung des Hüsenbachs um über 1 km werden die dynamischen Prozesse in diesem Gewässer und in der Aue selbst gefördert. Aufgrund seiner grossen Bedeutung als Seitengewässer der Aare wird mit dieser Revitalisierung eine grosse ökologische Aufwertung, insbeson-

Massnahme	Restwasser	Dynamik	Ökomorphologie	Auen	Habitats	Landschaft
Auen- und Flussrevitalisierungen						
• Fuhren-Süd (Bild 4)	0	++	++	++	++	+
• Wendenalp						
• Brunnenquellen						
Verzicht auf künftige Nutzung des Treichigrabens*	++	++	0	0	+	+
Verbesserung der Durchgängigkeit Giessenbach	0	0	0	0	+	0

Tabelle 3b. Gewässerökologische Wirkung der Aufwertungsmassnahmen im Rahmen des Ausbauprojekts «Grimsel 3», ++ = grosse Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, + = mittlere Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, 0 = keine Veränderung von heutigem Zustand. * = bei dieser Massnahme wird die Veränderung ausgehend vom Zustand künftige Nutzung mit entsprechender Restwasserabgabe des Treichigrabens mit dem heutigem Zustand keine Nutzung des Treichigrabens verglichen.



Bild 4. Ansicht auf den unteren Abschnitt der künftigen Flussrevitalisierung Fuhren-Süd. Das Hochwasser vom 10.10.2011 hat bereits erste ökologische Arbeiten in diesem Abschnitt vorweggenommen.

dere für Seeforellen, Groppen und Bachforellen, erwartet. Zusätzlich werden bei der Planung die Lebensraumansprüche von Eisvogel, Amphibien und Reptilien berücksichtigt.

Im Rahmen des Ausbauprojekts «Grimsel 3» sind folgende gewässerökologische Aufwertungsmassnahmen vorgesehen:

- **Auen- und Flussrevitalisierung Fuhren-Süd.** Die Massnahme befindet sich im Gadmertal etwa 400 m unterhalb der Fassung Fuhren (Bild 4). Auf einem rund 300 m langen Abschnitt finden künftig wieder dynamische Prozesse statt, die den Geschiebehalt im Gadmerwasser weiter verbessern (vgl. Kap. 2.1 Geschiebedotierung Gadmerwasser), die laterale Vernetzung mit dem Umland und das Angebot an Lebensräumen im und am Gewässer

fördern sowie das Gebiet im Raum Fuhren landschaftlich deutlich aufwerten. Diese Massnahme steht in Zusammenhang mit der Erhöhung der Restwassermengen im Rahmen der Restwassersanierung und dem Fischlift an der Fassung Fuhren (vgl. Kap. 2.1).

- **Aufwertung Schwemmebene Wendenalp.** Diese Schwemmebene liegt im oberen Gadmertal. Aufgrund seitlicher Dämme ist die Dynamik im oberen Drittel dieser Aue stark eingeschränkt. Neben der Dynamisierung des oberen Bereichs ist im unteren Abschnitt zusätzlich eine Erweiterung des Auenperimeters zur Förderung der lateralen Vernetzung vorgesehen.
- **Finanzielle Beteiligung an der Renaturierung Brunnenquellen.** Heute ist der Ausfluss der Brunnenquellen in den

Brienzersee eingedolt und verläuft unterirdisch. Auf einer Länge von rund 70 m wird dieses Gewässer wieder freigelegt und sein Verlauf natürlich gestaltet. Dadurch werden Laichplätze für Seeforellen geschaffen, Lebensräume für aquatische Pflanzen und Tiere wiederhergestellt, die Längsvernetzung mit dem Naturschutzgebiet Brunnen verbessert und der Uferbereich am Brienzersee landschaftlich aufgewertet.

- **Nutzungsverzicht Treichigraben.** Der Verzicht auf eine künftige Nutzung des Treichigrabens im oberen Gadmertal garantiert, dass sowohl die ökologische Situation im Gewässer selbst als auch die Abfluss- und Geschiebedynamik im Wendenwasser, im Oberlauf des Gadmerwassers und in der Aue Obermad (vgl. Kap. 2.3) ungeschmälert erhalten bleibt.
- **Längsvernetzung Giessenbach.** Der Giessenbach fliesst in Guttannen über eine künstliche Schwelle in die Aare. Mit der Sanierung dieser Schwelle können die Bachforellen den Giessenbach wieder als Lebensraum und bei Hochwasser als Rückzugsraum nutzen.

2.3 Gewässerökologische Massnahmen im Rahmen der Vergrösserung des Grimselsees

Aufgrund einer offenen Frage zum Moorschutz wurde bereits zu Beginn des Begleitgruppenprozesses das Ausbauprojekt Vergrösserung Grimselsee aus den Verhandlungen ausgeklammert (Kap. 1). Deshalb wurden der Umfang und die Auswahl der gewässerökologischen Ausgleichsmassnahmen ausschliesslich mit den kantonalen Fachstellen besprochen. Die ökologischen Wirkungen dieser Massnahmen sind in Tabelle 4 dargestellt.

Im Einzelnen handelt es sich bei den Massnahmen im Rahmen dieses Ausbauprojekts um:

- **Auen- und Flussrevitalisierung «Obermad» (Bild 5a–5c).** Diese Massnahme befindet sich im oberen Gadmertal beim Zusammenfluss von Wenden- und Steinwasser. Auf einer Fläche von rund 12 ha finden künftig wieder dynamische Prozesse statt (Entfernung bestehender Dämme), die eine grossflächige Entwicklung einer natürlichen Aue ermöglichen, die Diversität an Lebensräumen im und am Gewässer in grossem Mass fördern, einen positiven Einfluss auf die longitudinale und die laterale Vernetzung haben, sowie das Gebiet im Raum Obermad

Massnahme	Restwasser	Dynamik	Ökomorphologie	Auen	Habitat	Landschaft
Auen- und Flussrevitalisierungen						
• Obermad	0	++	++	++	++	++
• Schwarzbrunnengraben						
• Hopflauen						
• Aare Meiringen						
Erhöhung der Restwasserabgabe an den Fassungen Wenden und Stein	++	0	0	0	+	+
Nutzungsverzicht Sekundärfassung Mattenalp	++	++	0	0	0	+
Sanierung der künstlichen Schwellen im Steinwasser	0	0	0	0	+	0
Dotierung Fassung Trübtenbach	+	0	0	0	+	+

Tabelle 4. Gewässerökologische Wirkung der Aufwertungsmassnahmen im Rahmen des Ausbauprojekts Vergrösserung Grimsensee, ++ = grosse Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, + = mittlere Verbesserung gegenüber heutigem Zustand, 0 = keine Veränderung von heutigem Zustand.

landschaftlich sehr stark aufwerten (Service Conseil Zones Alluviales 2010). Mit den verschiedenen ökologischen Verbesserungen wird angestrebt, dass die Aue Obermad künftig in das Inventar Auen von nationaler Bedeutung (Thielen et al. 2002, Paccaud et al. 2009) aufgenommen werden kann. Diese Massnahme steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Erhöhung der Restwasserabgaben an den Fassungen Wenden, Stein (s.u.) und Führen (im Rahmen der Restwasser-sanierung), dem künftigen Nutzungsverzicht des Treichigrabens (Kap. 2.2), der Aufwertung der Schwemmebene Wendenalp (Kap. 2.2), den Revitalisierungen des Schwarzbrunnengrabens (s.u.) und der Aue Führen-Süd (Kap. 2.2, Bild 4), der Sanierung von künstlichen Schwellen im Steinwasser (s.u.), der ökologischen Geschiebedotierung (Kap. 2.1), dem Fischlift an der Fassung Führen (Kap. 2.1) und

der Reservemassnahme Führen-Nord (Kap. 2.5).

- **Renaturierung Schwarzbrunnengraben.** Der Unterlauf des Schwarzbrunnengrabens ist heute eingedolt und für Fische durch eine künstliche Schwelle vom Steinwasser abgetrennt. Mit der Revitalisierung dieses Fischgewässers wird die Verbauung aufgehoben, die Habitatvielfalt stark erhöht und der bestehende Wald wieder an das Gewässer angeschlossen.
- **Auenrevitalisierung Hopflauen.** Im Gebiet Hopflauen ist der bestehende Eschenwald durch einen Damm vom Gadmerwasser getrennt und wird nur bei aussergewöhnlichen Hochwasserereignissen (alle 5–10 Jahre) überflutet. Mit dem Entfernen des Damms und der Reaktivierung eines Altarms wird der bestehende Auenwald wieder an das Gewässer angeschlossen und so eine natürliche Dynamik im gesamten Gewässerraum sichergestellt.

Dadurch bilden sich die verschiedenen Zonen einer natürlichen Aue wieder aus und die laterale Vernetzung mit dem Gewässer ist wieder naturnah. Diese Auenaufwertung ist auf die Restwasserabgabe an der Fassung Führen und auf den Verzicht der künftigen Nutzung des Tobigerbachs (Kap. 2.1) abgestimmt.

- **Flussrevitalisierung Aare Meiringen.** Unterhalb der Aareschlucht bildet die Aare in ihrem Lauf alternierende Kiesbänke aus. Der in diesem Abschnitt durch Schwall/Sunk geprägte Fluss ist von seinem Umland durch Dämme und Verbauungen abgetrennt. Die KWO beteiligt sich im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts Aare Meiringen bis Brienzensee an einer geplanten Aufwertung in diesem Abschnitt. Die positiven Auswirkungen des geplanten Beruhigungsbeckens (Kap. 2.2) können bei der Planung dieser Massnahme mitberücksichtigt werden.
- **Erhöhung der Dotierwassermenge an den Fassungen Wenden und Stein.** Die Erhöhung der Restwasserabgaben an den Fassungen Wenden und Stein führen zu einer starken Aufwertung der Aue Obermad und des oberen Gadmerwassers. Insbesondere werden ausreichende Wassermengen für eine hohe aquatische Habitatvielfalt gewährleistet. Da die Fassungen bei Hochwasser geöffnet werden, unterliegen die Restwasserstrecken bereits heute einer natürlichen Dynamik.
- **Aufgabe der Sekundärfassung Mattenalp.** Unterhalb des Mattenalpsees fasst die Sekundärfassung Mattenalp sowohl Sickerwasser aus dem Speichersee als auch aus dem Zwischeneinzugsgebiet zufließendes Wasser. Mit dem Nutzungsverzicht auf diese Fassung wird der Oberlauf des Urbachwassers hinsichtlich Restwassermenge, Abflusssdynamik und Le-



Bilder 5a bis 5c (vlnr). Illustration von dynamischen Prozessen in der Aue Obermad mit Fotos vor (Bild 5a; 05.06.2009), während (Bild 5b; 18.06.2009) und nach einem Hochwasser (Bild 5c; 25.06.2009). Mit der Auen- und Flussrevitalisierung Obermad werden diese dynamischen Prozesse grossflächig in dieser künftigen Auenlandschaft angestrebt.

bensraum für Wirbellose deutlich aufgewertet.

- **Sanierung der künstlichen Schwellen im Steinwasser.** Mit der Sanierung der künstlichen Schwellen im Unterlauf des Steinwassers wird der durchgehende Lebensraum der Bachforelle im Oberlauf des Gadmerwassers, des unteren Wendenwassers und des unteren Steinwassers deutlich vergrössert. Mit der Restwasserabgabe an der Fassung Stein (s.o.) wird die Wirksamkeit dieser Massnahme sichergestellt.
- **Dotierung Trübtenbach.** Die Dotierung Trübtenbach hat vor allem eine landschaftliche Aufwertung des Gebiets zwischen Trübtenbach und Grimselsee zur Folge. Zusätzlich sollen die Feuchtgebiete in dieser Region von der Restwasserabgabe profitieren.

2.4 Gesamtüberblick, Massnahmenswerpunkte und Synergien

Die in den Kap. 2.1 bis 2.3 beschriebenen Massnahmen bauen grundsätzlich in folgender Art aufeinander auf:

- (1) Die Massnahmen der Restwasseranierung fokussieren hauptsächlich auf die Restwasserproblematik im gesamten Einzugsgebiet der KWO und beheben die bestehenden Defizite grösstenteils.

- (2) Im Rahmen der KWO plus Projekte werden vorwiegend Massnahmen umgesetzt, die die aquatischen Lebensräume, die Vernetzungen der Gewässer, die ökologische Dynamik und die Auenlebensräume effizient verbessern sowie das Landschaftsbild deutlich aufwerten. In den Bereichen, wo aufgrund einer künftigen Vergrösserung des Flussraums höhere Restwassermengen angezeigt sind, werden die Dotierungen an den jeweiligen Fassungen angepasst.

Mit diesem Ansatz können einerseits die durch die Wasserkraft verursachten grossen gewässerökologischen Defizite behoben und andererseits die Artenvielfalt im Oberhasli optimal gefördert werden. Dieser ökologische Ansatz war möglich, da im Begleitgruppenprozess die gewässerökologischen Massnahmen für die Restwasseranierung und die KWO plus Ausbauprojekte synchron entwickelt und so gut auf einander abgestimmt wurden.

Im Bild 6 wird die gewässerökologische Verbesserung ausgehend vom heutigen Zustand (ohne Umsetzung von gewässerökologischen Massnahmen) für den künftigen Zustand (nach Realisierung der gewässerökologischen Massnahmen im Rahmen der Restwasseranierung und der drei KWO plus Projekte) illustriert. Die Beurteilung der gewässerökologischen

Aufwertung basiert dabei auf der gemeinsam mit den kantonalen Fachstellen und den Umweltschutzorganisationen entwickelten Bewertungsmethode (Kap. 2, Schweizer et al. 2012b). Die in den Kapiteln 2.1 bis 2.3 beschriebenen Massnahmen verteilen sich grösstenteils auf fünf geographische Schwerpunkte (Bild 6):

- (1) Im oberen Gadmertal führen die Erhöhungen von Restwasserabgaben, Verzichte auf künftige Nutzungen, Auen- und Flussrevitalisierungen, die Geschiebedotierung sowie Massnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit im Raum zwischen Fuhren und Obermad zu sehr grossen ökologischen Aufwertungen. Insgesamt werden damit rund 2 km lange Gewässerabschnitte in einem hohen Mass aufgewertet, da diese künftig permanent durchflutet werden. Zusätzlich werden mehrere Kilometer an Fliessgewässern wieder miteinander vernetzt und 12 ha Raum für eine freie Entfaltung von natürlichen Auenprozessen zur Verfügung gestellt. Davon werden insbesondere Bachforellen, Wirbellose und alle Organismen, die vom Lebensraum Flussaue abhängen, profitieren. Ausserdem wird das Geschiebedefizit im Gadmerwasser behoben.
- (2) Beim Massnahmenswerpunkt im unteren Gadmertal werden eine Erhöhung der Restwasserabgabe, ein Verzicht auf eine künftige Nutzung, eine Auenrevitalisierung sowie eine Verbesserung der Fischdurchgängigkeit (im Rahmen des Beruhigungsbeckens, vgl. Kap. 2.2) umgesetzt. Diese Massnahmen zielen vor allem auf eine Förderung der Seeforellen und erhöhen die Artenvielfalt in der Aue Hopflauen.
- (3) Der Rückbau der Fassungen Moosbach und Mossbachquellen, die Erhöhung der Dotierung Engstlenbach sowie die Reaktivierung des Ausflusses des Engstlensees führen zu einer landschaftlichen und gewässerökologischen Aufwertung des oberen Gentials. Neben Erholungssuchenden werden vor allem auch die dort ansässigen Bachforellen und die Wirbellosenfauna von diesen Aufwertungen profitieren.
- (4) Die Fluss- und Auenrevitalisierungen im Aareboden werten die Aare und ihre Seitenflüsse hinsichtlich Ökomorphologie, Dynamik, Geschiebehaushalt, Vernetzung und Habitatvielfalt auf. Insbesondere können damit

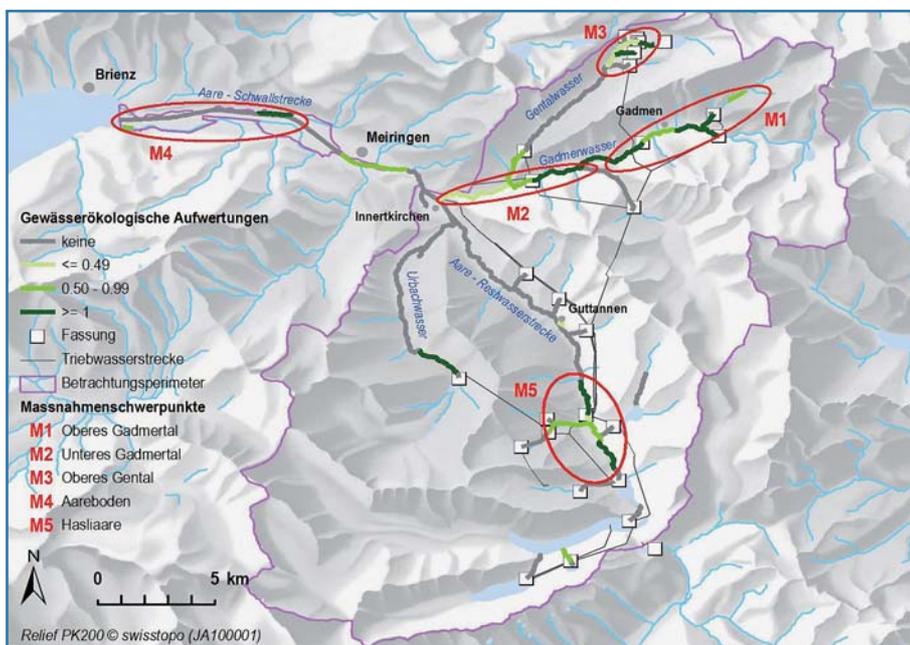


Bild 6. Darstellung der ökologischen Verbesserung im Rahmen der Restwasseranierung und der KWO plus Ausbauprojekte «Tandem», «Grimsel 3» und Vergrösserung Grimselsee. Ausgangspunkt ist der heutige Zustand ohne Umsetzung von gewässerökologischen Massnahmen. In allen grün dargestellten Abschnitten werden künftig ökologische Massnahmen erfolgen. Die verschiedenen Grüntöne geben dabei den Grad der Aufwertung an. Dies wird in einer Klassenverbesserung dargestellt analog der gemeinsam mit den Fachstellen und den Umweltschutzorganisationen entwickelten ökologischen Bewertungsmethode (Schweizer et al. 2012b).

wertvolle Laichgebiete sowie Lebensräume für die juvenilen Seeforellen geschaffen werden. Unter Umständen können sich diese Massnahmen auch auf den Bestand der Äschen und Gropen positiv auswirken.

- (5) Beim fünften Massnahmen-schwerpunkt werden die Restwassermengen in der Hasliaare und in ihren Zuflüssen Gruben- und Ärlenbach erhöht. Zusätzlich werden die Restwasserabgaben durch Massnahmen zur Verbesserung der Längs- und Quervernetzung in der Aare flankiert.

2.5 Reservepool für weitere Massnahmen

Bei der Eingabe der Konzessionsunterlagen für die Ausbauprojekte von KWO plus war die Umsetzbarkeit einiger weniger der in Kap. 2.2 und 2.3 beschriebenen gewässerökologischen Massnahmen noch nicht abschliessend gesichert. Aus diesem Grund wurde im Begleitgruppenprozess vereinbart, weitere ökologische Aufwertungen in einem sog. Massnahmenpool zu erfassen und gleichzeitig mit den anderen Massnahmen weiter auszuarbeiten. Es handelt sich hierbei um mehrere Auen- und Flussrevitalisierungen im Gadmer-, Urbach- und Gental sowie im Aareboden zwischen Meiringen und Brienzensee und um Verbesserungsmassnahmen zur Längsvernetzung im Urbachtal. Die Bereitstellung eines entsprechenden Reserve- oder Massnahmenpools wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) sowohl bei Schutz- und Nutzungsplanungen als auch bei anderen Wiederherstellungen und Ersatzmassnahmen im Natur- und Landschaftsschutz empfohlen (Bolliger et al. 2009, Kägi et al. 2002).

2.6 Umsetzung der Massnahmen

Die Restwassersanierung für die von der KWO genutzten Gewässer wurde Ende 2010 vom Amt für Wasser und Abfall (AWA) verfügt. Sofern es zu keinen Verzögerungen aufgrund von Bewilligungsverfahren oder aufgrund aussergewöhnlich lang anhaltender Schlechtwetterbedingungen kommt (der technische Bau bei einigen Dotiervorrichtungen ist wegen der Zugänglichkeit und des Abflussregimes nur in einem engen Zeitfenster im Spätjahr möglich), werden die Massnahmen fristgerecht bis Ende 2012 umgesetzt. Zusätzlich wird die ökologische Wirkung mit einem detaillierten Monitoring (Dauer 10 Jahre) überprüft (Kap. 2.1, Schweizer & Zeh Weissmann 2011).

Der Planungsstand für die gewässerökologischen Aufwertungsmassnahmen

im Rahmen der KWO plus Ausbauprojekte ist bereits sehr weit fortgeschritten. Mit der Umsetzung dieser Massnahmen wird jeweils nach Erhalt der Baubewilligung für das entsprechende Projekt begonnen. Dies dürfte bei den Ausbauprojekten «Tandem» und «Grimsel 3» in absehbarer Zeit der Fall sein. Aufgrund von Einsprachen und drohenden Beschwerden ist beim Projekt Vergrösserung Grimselsee mit Verzögerungen zu rechnen.

2.7 Grössenordnung der ökologischen Aufwertungen

Bisher wurden in der Schweiz elf Schutz- und Nutzungsplanungen für die Bewilligung von Wasserentnahmen erstellt (Bolliger et al. 2009). *Tabelle 5* stellt die Anzahl der gewässerökologischen Massnahmen, die im Oberhasli im Rahmen der Restwassersanierung und der KWO plus Projekte geplant sind (Spalte 3), der Summe der Massnahmen aus diesen elf Schutz- und Nutzungsplanungen (Spalte 2) gegenüber. Auch wenn die in *Tabelle 5* aufgeführten Massnahmen und deren Anzahl nicht direkt miteinander vergleichbar sind, zeigt diese Gegenüberstellung trotzdem sehr deutlich auf in welcher Grössenordnung sich die ökologischen Aufwertungen im Oberhasli bewegen.

3. Diskussion

3.1 Bezug zum revidierten Gewässerschutzgesetz

Die im vorliegenden Artikel beschriebenen Massnahmen gehen in die gleiche Richtung, wie dies der Gesetzgeber mit der Revision des Gewässerschutzgesetzes vorsieht.

An erster Stelle sind die vorgesehnen Fluss- und Auenrevitalisierungen zu nennen, welche die Lebensräume am und im Gewässer aufwerten, die Vernetzung mit dem Umland verbessern und die Landschaft im Oberhasli verschönern.

Aufgrund der hohen Geschiebeeinträge von seitlichen Zuflüssen und Gräben, ist der Geschiebehaushalt im Oberhasli grösstenteils natürlich. Mit der Geschiebedotierung des Gadmerwassers (im Rahmen der Restwassersanierung, vgl. Kap. 2.1) wird das einzig nennenswerte Geschiebedefizit im Einzugsbereich der KWO behoben.

Die steile Topographie bedingt sehr viele natürliche Abstürze. Deshalb sind die natürlichen Längsvernetzungen durch die bestehenden Wasserfassungen der KWO bis auf die Fassung Führen nicht wesentlich beeinträchtigt. Hier wird im Rahmen der Restwassersanierung mit einem Fischlift die Längsvernetzung wieder hergestellt.

Bezüglich der künstlichen Pegelschwankungen (Schwall/Sunk) in der Hasliaare hat die KWO bereits die wichtigsten ökologischen Untersuchungen durchführen lassen (Schweizer et al. 2010). Darüber hinaus laufen noch weitere Abklärungen und Forschungsarbeiten. Die bisherigen Untersuchungen (z.B. Limnex 2009 und 2010, Haas & Peter 2009, Technische Universität München 2007, Herzog 2007) haben für die Schwallstrecke unterhalb der Wasserrückgabe in Innertkirchen einen bereits heute ökologisch akzeptablen Zustand bezüglich folgender Aspekte ergeben:

- die Sohle bleibt bei Schwall stabil,
- aufgrund der Morphologie findet so gut

Massnahmentyp	Alle elf zw. 1994 u. 2009 genehmigten SNPs	Alle Massnahmen KWO plus und Restwassersanierung	Restwassersanierung	Tandem + Grimsel 3	Vergrösserung Grimselsee
Mehrdotierung als Art. 31ff Gewässerschutzgesetz	3	2	1	0	1
Nutzungsverzicht oder Fassungsauflage	5	5	1	3	1
Umgehungsgewässer	3	0	0	0	0
Fluss- und Auenrevitalisierungen	8	8	0	4	4
Landschaftliche Aufwertungen	2	1	1	0	0
Verbesserung Durchgängigkeit	6	4	1	2	1
Verbesserung des Geschiebehaushalts	0	1	1	0	0

Tabelle 5. Anzahl gewässerökologischer Massnahmen der elf zwischen 1994 und 2009 in der Schweiz durchgeführten Schutz- und Nutzungsplanungen (Bolliger et al. 2009) und der Aufwertungen im Rahmen der Restwassersanierung und der KWO plus Ausbauprojekte.

- wie kein Stranden von Fischen statt (bisher ist nur ein Fall bekannt),
- die Schwallstrecke ist für die Seeforelle beim Aufstieg zu ihren Laichplätzen passierbar,
- die natürliche Verlaichung der Seeforelle in der Schwallstrecke wird vermutet,
- die Artenvielfalt der Fischfauna ist für diese Gewässer natürlich und
- die Artenvielfalt der aquatischen Insekten ist trotz Schwall/Sunk und seitlicher Beschränkungen und Verbauungen überraschenderweise hoch.

Erwartungsgemäss konnten auch deutliche ökologische Defizite nachgewiesen werden:

- die Abundanz und die Biomassen der Fischfauna und der aquatischen Insekten sind deutlich reduziert,
- bei Schwall kommt es zu einer signifikanten Verdriftung der Benthosgemeinschaft (aquatische Insekten) und
- kurzfristige Änderungen in der Wassertemperatur und -trübung treten regelmässig auf.

Welchen Anteil der Schwallbetrieb und welchen Anteil der grösstenteils kanalisierte Gewässerlauf an diesen ökologischen Defiziten haben, wird aktuell detaillierter untersucht.

Mit dem Bau des Beruhigungsbeckens (Kap. 2.2) wird vor allem hinsichtlich der Verdriftung von aquatischen Insekten infolge von Schwall eine deutliche Verbesserung erzielt. Ob der Betrieb des Beruhigungsbeckens künftig die ökologischen Beeinträchtigungen in dem Mass beseitigen kann, wie dies vom Gesetz vorgeschrieben wird, kann aus heutiger Sicht noch nicht abschliessend beurteilt werden.

3.2 Entwicklung des Gesamtkonzepts

Insgesamt sind für eine Verbesserung der gewässerökologischen Situation neben der Anzahl an Aufwertungen vor allem das Abstimmen der einzelnen Massnahmen aufeinander und deren Qualität entscheidend. Bei der Entwicklung des Gesamtkonzepts wurde dies berücksichtigt. Dabei gaben die zahlreichen gewässerökologischen Untersuchungen im Oberhasli (Schweizer et al. 2010) wichtige Hinweise auf qualitativ hochstehende Aufwertungsmassnahmen. Da ein Grossteil der Arbeiten von der Abteilung Gewässerökologie (KWO) durchgeführt und begleitet wurde, konnte zusätzlich auf die lokalen Besonderheiten optimal eingegangen und so möglichst viele Synergien ausgearbeitet

werden. Gleichzeitig wurden bei der Entwicklung des Gesamtkonzepts aber auch die betrieblichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt und das Konzept mit Vertretern von kantonalen Ämtern, Umweltschutzorganisationen und externen Experten (z.B. SigmaPlan AG) regelmässig besprochen. Daraus resultierte ein breit abgestütztes und insgesamt gut durchdachtes Gesamtkonzept, das mit einem vertretbaren Aufwand (Kosten und Energieverluste) eine ganzheitliche und sinnvolle Aufwertung der gewässerökologischen Situation im Oberhasli zur Folge hat.

Zudem liefern die KWO plus Projekte auch einen wichtigen Beitrag für den von der Gesellschaft geplanten Wechsel zu regenerativen Energiequellen, indem sie die Netzstabilität «Tandem» und die Speicherkapazität an überschüssigem Strom «Grimsel 3» und Vergrösserung Grimselsee markant erhöhen. Die Reduktion der Reibungsverluste in den Stollen im Aaretal «Tandem» bewirkt eine deutliche Erhöhung der Energieausbeute. Trotz künftig höherer Restwasserabgaben kann so mit der gleichen Menge an genutztem Wasser insgesamt deutlich mehr Strom erzeugt werden als heute. Aus ökologischer Sicht profitiert die Gesellschaft damit doppelt: Klima- und Gewässerschutz gehen Hand in Hand.

Danksagung

Ein grosser Dank gebührt Dr. L. Vetterli (Pro Natura), Dr. M. Meyer (BKFV), U. Eichenberger (Grimselverein), H. Zybach, K. Zumbunn (beide Fischereiverein Oberhasli), W. Brog (Gemeinde Innertkirchen), H. Habegger (Amt für Wasser und Abfall), Dr. M. Graf (Abteilung für Naturförderung), Dr. M. Zeh (Gewässer- und Bodenschutzlabor), W. Müller (Fischereinspektorat), N. Hählen (Tiefbauamt), F. Weber (Amt für Gemeinden und Raumordnung), I. Schmidli (vorher Amt für Wasser und Abfall, jetzt Bundesamt für Umwelt) und B. Opieliger (Amt für Wasser und Abfall) für die fachlichen Diskussionen und die damit verbundenen Qualitätssteigerungen bei den ökologischen Aufwertungen. Für die wertvollen Anmerkungen und für das kritische Durchlesen möchten sich die Autoren zudem bei M. Kummer (Bundesamt für Umwelt), A. Keiser (SigmaPlan), K. Jucker (SigmaPlan), C. Mathez (BWU), S. Jenni (Advokatur Jost Stämpfli Messerli Streit Jaun) sowie Dr. H.P. Tscholl, D. Fischlin, R. Borrmann und S. Schläppi (alle KWO) sowie für die Kartenerstellung bei A. Bertiller (SigmaPlan) in aller Form bedanken.

Literatur

Bolliger R., Zysset A., Winiker M. (2009): Schutz-

und Nutzungsplanung nach Gewässerschutzgesetz. Erfahrungen, Beurteilungskriterien und Erfolgsfaktoren. Umwelt-Wissen Nr. 0931. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

B+S (2009): Dotierversuche im Einzugsgebiet der KWO. Ermittlung und Beurteilung der landschaftsästhetischen Auswirkungen. Bericht im Auftrag der KWO (Autor Bayer R).

BWU Mathez (2009): Abflussüberwachung bei verschiedenen KWO-Fassungen im Winterhalbjahr 2008/2009. Bericht im Auftrag der KWO (Autorin Mathez C.).

BWU Mathez (2010): Abflussüberwachung bei verschiedenen KWO-Fassungen im Winterhalbjahr 2009/2010. Bericht im Auftrag der KWO (Autorin Mathez C.).

Emch + Berger (1997): Grimsel-West – UVP 1. Stufe – Projektoptimierung. «Dotierversuche 1994». Bericht im Auftrag der KWO.

Haas R. & Peter A. (2009): Lebensraum Hasliaare 2009 – eine fischökologische Zustandserhebung zwischen Innertkirchen und Brienzsee. Eawag Kastanienbaum. KTI-Projekt: Nachhaltige Nutzung der Wasserkraft – Innovative Massnahmen zur Reduzierung der Schwall-Sunk-Problematik.

Herzog (2007): Umweltverträglichkeitsbericht Aufwertung KW Innertkirchen 1, 2. Etappe. Fachbereich Hydraulik der Oberflächengewässer. Bericht im Auftrag der KWO.

Kägi, B.; Stalder, A., Thommen M. (2002): Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Leitfaden Umwelt Nr. 11, Bern.

Limnex (2008): Restwasserführung in der Hasliaare. Gewässerökologische Untersuchungen von Hasliaare und Weisser Lutschine. Beurteilung einer zukünftigen Dotierung. Bericht im Auftrag der KWO (Autor Baumann P.).

Limnex (2009): Schwall/Sunk in der Hasliaare. Gewässerökologische Untersuchung von Hasliaare und Lutschine. Beurteilung der Schwall-Auswirkungen in je zwei Strecken und Szenarien. Bericht im Auftrag der KWO (Autor Baumann P.).

Limnex (2010): Schwall/Sunk in der Hasliaare – Anhang. Resultate von zusätzlichen Felddaten und Auswertungen sowie Zusammenstellung von Rohdaten als Ergänzung zum Bericht von Limnex (2009). Bericht im Auftrag der KWO (Autor Baumann P.).

Paccard G., Bonnard L., Gsteiger P. und Roulier C. (2009): Inclusion des Zones Alluviales Reconstituées dans l'inventaire fédéral – Einschliessung der neu entstandenen Auen im Bundes-Inventar – Rapport (Bericht der Auenberatungsstelle). Yverdon-les-Bains.

Service Conseil Zones Alluviales (2010): Aue Obermad. Managementkonzept. Bericht im Auftrag der KWO (Autoren Roulier C. und Paccard G.).

Schweizer S., Neuner J., Ursin M., Tscholl H. und Meyer M. (2008): Ein intelligent gesteuertes Beruhigungsbecken zur Reduktion von künstlichen Pegelschwankungen in der Hasliaare. «Wasser Energie Luft» 2008 (3): 209–215.

Schweizer S., Meyer M., Heuberger N., Brechbühl S. und Ursin M. (2010): Zahlreiche gewässerökologische Untersuchungen im Oberhasli. Wichtige Unterstützung des partizipativen Begleitprozesses von KWO plus. «Wasser Energie Luft» 2010 (4): 289–300.

Schweizer S. & Zeh Weissmann H. (2011): Restwassersanierung der genutzten Gewässer im Oberhasli. «Wasser Energie Luft» 2011 (1): 25–30.

Schweizer S., Zeh Weissmann H. und Ursin H. (2012a): Der Begleitgruppenprozess zu den Ausbauprojekten und zur Restwassersanierung im Oberhasli. «Wasser Energie Luft» in dieser Ausgabe.

Schweizer S., Zeh Weissmann H., Wagner T. und Brechbühl S. (2012b): Ökologische Bilanzierungsmethode für die Schutz- und Nutzungsplanung im Oberhasli. «Wasser Energie Luft» in dieser Ausgabe.

Sigmaplan (2010a): Dotierversuche KWO 2008. Dokumentation und Ergebnisse. Bericht im Auftrag der KWO (Autoren Wagner T. & Zeh Weissmann H.).

Sigmaplan (2010b): Dotierversuche KWO 2008. Fotodokumentation. Bericht im Auftrag der KWO (Autoren Dolder M., Wagner T. & Zeh Weissmann H.).

Sigmaplan (2010c): Gewässerökologische Massnahmen im Rahmen des Investitionsprogramms KWO plus und der Restwassersanierung nach Art. 80ff GSchG. (Autoren Zeh Weissmann H. & Wagner T.).

Sigmaplan (2010d): Kraftwerke Oberhasli. Restwasserbericht mit Schutz- und Nutzungsplanung Vergrösserung Grimsensee. Mit einer Gesamtübersicht über sämtliche im Rahmen der Restwassersanierung nach Art. 80 GSchG sowie des Investitionsprogramms KWO plus vorgesehenen gewässerökologischen Massnahmen und einer gewässerökologischen Gesamtbilanz im Anhang. Bericht im Auftrag der KWO (Autoren Zeh Weissmann H. & Wagner T.).

Sigmaplan (2011): KWO plus Aufwertung Kraftwerke Handeck 2 und Innertkirchen 1 (Tandem).

Gewässerökologische Massnahmen. Bericht im Auftrag der KWO (Autoren Zeh Weissmann H. & Keiser A.).

Thielen R., Tognola M., Roulier C. und Teuscher F. (2002): 2. Ergänzung des Bundesinventars der Auengebiete von nationaler Bedeutung. Technischer Bericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. 341. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

Technische Universität München (2007): Beruhigungsbecken Innertkirchen. Versuchsbericht des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft Oberrhein im Auftrag der KWO (Autoren Hartlieb A., Sperer A. und Rutschmann P.).

Anschrift der Verfasser
 Steffen Schweizer, Matthias Meyer, Thomas Wagner, Heiko Zeh Weissmann
 Kraftwerke Oberhasli AG, Postfach 63
 CH-3862 Innertkirchen
 sste@kwo.ch, www.grimselstrom



Die nächste Ausgabe von
 «Wasser Energie Luft»
 erscheint am Donnerstag,
 14. Juni 2012

Foto: M.Mi