KANTON NIDWALDEN
LANDWIRTSCHAFTS- UND UMWELTDIREKTION
AMT FÜR UMWELT
Stansstaderstrasse 59, 6371 Stans, 041 618 75 04, www.nw.ch

Sanierung Schwall-Sunk

Strategische Planung
Schlussbericht

Titel:	Sanierung Schwall-Sunk, Strategische Planung	Typ:	Bericht	Version:	02
Thema:	Strategische Planung Schlussbericht	Klasse:		FreigabeDatum:	
Autor:	Eva Schager	Status:	Schlussbericht	DruckDatum:	27.11.2014
Ablage/Name	sanierung_ss_schlussbericht_02_nw_2014_11_27.docx			Registratur:	

STANS, 27. November 2014

Inhalt

1 Ausgangslage ... 3

1.1 Sanierungspflicht und Sanierungsmassnahmen ... 3

1.2 Vorgaben zur strategischen Planung und Planungsschritte ... 3

1.3 Finanzierung der Planungen bzw. Sanierungsmassnahmen ... 4

1.4 Zuständigkeiten, Situation und Vorgehensweise im Kanton Nidwalden ... 4

2 Datengrundlagen ... 5

3 Übersicht Schwall-Sunk-Strecken ... 6

4 Beurteilung der Sanierungspflicht ... 8

4.1 Schwall-Sunk-Verhältnisse ... 8

4.2 Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung mittels Schnelltest (gemäss Vollzugshilfe BAFU, 2012) ... 9

4.3 Grad der Beeinträchtigung ... 11

4.4 Ökologisches Potenzial ... 11

5 Minimaler Sunk, maximaler Schwall und Schwallrückgangsraten ... 13

6 Mögliche Sanierungsmassnahmen ... 14

7 Beurteilung der Sanierungsmassnahmen ... 15

7.1 Sanierungsgrundsätze ... 15

7.2 Engelberger Aa ... 16

7.3 Secklisbach ... 18

8 Fazit Sanierungspflicht und weiteres Vorgehen ... 20

9 Festlegung der Umsetzungsfristen und Koordination der Massnahmen ... 20

10 Anhang ... 23

A Variantenvorschläge EWN ... 23

B Übersichtstabelle Koordination der Massnahmen und Umsetzungsfristen ... 24

Beilagen (auf CD) ... 28

1 Ausgangslage

1.1 Sanierungspflicht und Sanierungsmassnahmen

Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG; SR 814.20) verpflichtet die Inhaber von Wasserkraftwerken in Art. 39a dazu, kurzfristige künstliche Änderungen des Wasserabflusses (Schwall und Sunk), welche die einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume wesentlich beeinträchtigen, mit baulichen Massnahmen zu verhindern oder zu beseitigen. Auf Antrag eines Inhabers kann dies auch mit betrieblichen Massnahmen geschehen.

Eine wesentliche Beeinträchtigung liegt gemäss Art. 41e der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201) dann vor, wenn die Abflussmenge bei Schwall mindestens 1.5 mal grösser ist als bei Sunk und gleichzeitig die standortgerechte Menge, Zusammensetzung und Vielfalt der pflanzlichen und tierischen Lebensgemeinschaften nachteilig verändert werden.

Innert 20 Jahren nach Inkrafttreten sind geeignete Sanierungsmassnahmen nach den Vorgaben von Art. 39a GSchG zu treffen (Art. 83a GSchG). Die Kantone haben die notwendigen Sanierungsmassnahmen gemäss Art. 83b GSchG strategisch zu planen und legen die Fristen zu deren Umsetzung fest. Sie reichen ihre Planung bis Ende 2014 dem Bund ein und erstatten ihm alle vier Jahre Bericht über die durchgeführten Massnahmen.

Gemäss Art. 41g GSchV ordnet die kantonale Behörde gestützt auf die strategische Planung die Sanierungen zur Beseitigung der wesentlichen Beeinträchtigung durch Schwall und Sunk an, Sie verpflichtet die Inhaber von Wasserkraftwerken im Weiteren, zur Umsetzung der Planung verschiedene Varianten von Sanierungsmassnahmen zu prüfen. Bevor sie über das Sanierungsprojekt entscheidet, hört sie das Bundesamt für Umwelt (BAFU) an. Das BAFU prüft in Hinblick auf das Gesuch nach Art. 17d Abs. 1 der Energieverordnung (EnV; SR 730.01), ob die Anforderungen nach Anhang 1.7 Ziff. 2 EnV erfüllt sind. Die Inhaber von Wasserkraftwerken prüfen nach Anordnung der kantonalen Behörde die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen.

Art. 46 Abs. 1 GSchV verlangt, dass die Massnahmen aus den verschiedenen strategischen Planungen (Revitalisierung, Sanierungen Fischdurchgängigkeit, Schwall und Sunk, Geschiebehaushalt) soweit erforderlich aufeinander und mit Massnahmen aus anderen Bereichen abgestimmt werden. Die Kantone haben ausserdem für eine Koordination der Massnahmen mit den Nachbarkantonen zu sorgen.

1.2 Vorgaben zur strategischen Planung und Planungsschritte

Die Kantone sind verpflichtet, dem BAFU eine Planung der Massnahmen zur Sanierung von Wasserkraftwerken, die Schwall und Sunk verursachen, nach den in Anhang 4a Ziff. 2 GSchV beschriebenen Schritten einzureichen (Art. 41f GSchV). In einem ersten Schritt war dem Bund bis zum 30. Juni 2013 ein Zwischenbericht abzugeben, in dem insbesondere festgelegt wird, welche Wasserkraftwerke sanierungspflichtig sind sowie welche Massnahmen voraussichtlich zu treffen sind. Im Detail sind gemäss Anhang 4a Abs. 1 GSchV folgenden Angaben zu machen:

a. pro Einzugsgebiet eine Liste der bestehenden Wasserkraftwerke, die Abflussschwankungen verursachen können;

b. Angaben darüber, welche Wasserkraftwerke in welchen Gewässerabschnitten die einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume durch Schwall und Sunk wesentlich beeinträchtigen;

c. eine Beurteilung des ökologischen Potenzials der wesentlich beeinträchtigten Gewässerabschnitte und des Grads der Beeinträchtigung;

d. für jedes Wasserkraftwerk, bei dem die einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume durch Schwall und Sunk wesentlich beeinträchtigt werden: mögliche Sanierungsmassnahmen, deren Beurteilung und die Festlegung der

voraussichtlich zu treffenden Massnahmen sowie Angaben über die Abstimmung dieser Massnahmen im Einzugsgebiet;

e. für Wasserkraftwerke, bei denen die voraussichtlich zu treffenden Sanierungsmassnahmen nach Buchstabe d aufgrund von besonderen Verhältnissen noch nicht festgelegt werden können: eine Frist, innert welcher die Angaben nach Buchstabe d beim BAFU eingereicht werden.

Der Zwischenbericht wurde dem BAFU Mitte Juli 2013 eingereicht. Anlässlich einer Besprechung zwischen Vertretern des BAFU und dem Amt für Umwelt wurden offene Fragen sowie das weitere Vorgehen geklärt. Der vorliegende Schlussbericht wurde basierend auf den Anträgen sowie Hinweisen des BAFU gemäss schriftlicher Stellungnahme vom 12. November 2013 soweit als möglich ergänzt.

Gemäss Anhang 4a Abs. 2 GSchV ist die beschlossene Planung dem BAFU bis 31. Dezember 2014 einzureichen und hat folgende Punkte zu beinhalten:

a. eine Liste der Wasserkraftwerke, deren Inhaber Massnahmen zur Beseitigung von wesentlichen Beeinträchtigungen der einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräumen durch Schwall und Sunk treffen müssen, mit Angabe der zu treffenden Sanierungsmassnahmen sowie der Fristen, innert welcher diese geplant und umgesetzt werden müssen. Die Fristen richten sich nach der Dringlichkeit der Sanierung;

b. Angaben darüber, wie die Sanierung im Einzugsgebiet des betroffenen Gewässers mit anderen Massnahmen zum Schutz der natürlichen Lebensräume und zum Schutz vor Hochwasser abgestimmt wurden;

c. für Wasserkraftanlagen, bei denen die zu treffenden Sanierungsmassnahmen aufgrund von besonderen Verhältnissen noch nicht festgelegt werden können: eine Frist, innert welcher der Kanton festlegt, ob und gegebenenfalls welche Sanierungsmassnahmen bis wann geplant und umgesetzt werden müssen.

1.3 Finanzierung der Planungen bzw. Sanierungsmassnahmen

Für die strategische Planung zur Sanierung von Schwall und Sunk gemäss Art. 83b GSchG gewährt der Bund den Kantonen im Rahmen der bewilligten Kredite Abgeltungen, sofern diese bis zum 31. Dezember 2014 beim Bund eingereicht wird (Art. 62c Abs. 1 GSchG). Die Abgeltungen betragen 35 Prozent der anrechenbaren Kosten (Art. 62c Abs. 2 GSchG).

Die Entschädigung der Kraftwerksbetreiber ist in Art. 15a^{bis} Energiegesetz (EnG; SR 730.0) geregelt. Demnach erstattet die nationale Netzgesellschaft ihnen nach deren Anhörung sowie im Einvernehmen mit dem BAFU und dem betroffenen Kanton die vollständigen Planungs- und Massnahmenkosten nach Art. 83a GSchG oder nach Art. 10 des Bundesgesetzes über die Fischerei (BGF; SR 923.0).

Das Verfahren zur Entschädigung für Sanierungsmassnahmen bei Wasserkraftwerken, u.a. die Anforderungen an die Gesuche, ist detailliert in Art. 17d EnV geregelt.

1.4 Zuständigkeiten, Situation und Vorgehensweise im Kanton Nidwalden

Im Kanton Nidwalden ist die Landwirtschafts- und Umweltdirektion für die Erarbeitung der strategischen Planung Schwall und Sunk zuständig. Die fachliche Bearbeitung erfolgt dabei durch das Amt für Umwelt. Die Verabschiedung der strategischen Planung und der Erlass der Sanierungsverfügungen obliegen dem Regierungsrat.

Die Koordination der verschiedenen Planungen gemäss Art. 46 Abs. 1 GSchV untereinander bzw. mit anderen relevanten Planungen erfolgt im Rahmen einer Arbeitsgruppe, welche sich aus Vertretern der für die verschiedenen strategischen Planungen sowie für den Wasserbau zuständigen Amtsstellen konstituiert (Tiefbauamt, Amt für Justiz/Fachstelle für Jagd und Fischerei, Amt für Raumentwicklung/Fachstelle für Natur- und Landschaftsschutz).

Im Kanton sind zwei Gewässer von Schwall und Sunk beeinflusst, nämlich die Engelberger Aa und der Secklisbach (Abb. 2). Für Aussagen, ob eine wesentliche Beeinträchtigung der Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume vorliegt, wurden für beide Gewässer Indikatoren des Schnelltests gemäss Vollzugshilfe „Sanierung Schwall-Sunk – Strategische Planung„ (BAFU 2012) erhoben und beurteilt. An der Engelberger Aa fanden 2012 koordinierte Erhebungen mit dem Hochwasserschutzprojekt statt. Im Secklisbach wurde im Rahmen der Dauerüberwachung Fliessgewässer der Urkantone (DÜFUR) die kantonale Monitoringstrecke ebenfalls 2012 beprobt. Zusätzlich wurden die fischökologischen Verhältnisse durch den Kanton selbst erhoben. Die daraus resultierenden Berichte (Aquaplus, 2013 und 2013a) bilden die wesentlichen Grundlagen für die nachfolgenden Aussagen (siehe Beilagen).

Der Kraftwerksbetreiber – das Kantonale Elektrizitätswerk Nidwalden (EWN) bzw. dessen Tochtergesellschaft Kraftwerke Engelberger Aa AG (KWE) – wurden anfangs der Planungen über die Vorgehensweise an der Engelberger Aa orientiert. Dem EWN wurde zudem Mitte Juli 2013 der Inhalt des Zwischenberichts und das weitere Vorgehen dargelegt. Im Zuge der Erarbeitung des Schlussberichtes erfolgte der Einbezug des EWN im Rahmen einer Arbeitssitzung, bei welcher einerseits nochmals die Sanierungsvorschläge gemäss der kantonalen Planung aufgezeigt wurden. Andererseits wurde dem Kraftwerksbetreiber die Gelegenheit gegeben, eigene Sanierungsvorschläge bzw. Einschätzungen zu Machbarkeit und Kosten zu den Massnahmenvorschlägen einzubringen.

Der Planungsbericht wurde den betroffenen Gemeinden und Kraftwerksbetreibern sowie den bislang nicht in die Planungsarbeiten einbezogenen kantonalen Ämter und Fachstellen (Amt für Raumentwicklung, Amt für Wald und Energie, Amt für Landwirtschaft) zur Stellungnahme unterbreitet. Beide Schwallstrecken liegen vollumfänglich im Kanton Nidwalden, eine Koordination mit Nachbarkantonen erübrigt sich daher. Die Ergebnisse der Vernehmlassung sind in einem separaten Bericht zusammengestellt (siehe Beilage).

2 Datengrundlagen

- Messdaten (Stützpunkte) der Landeshydrologie Messstation Engelberger Aa; Flugplatz Buochs (BAFU)
- Produktionsdaten Kraftwerk Dallenwil (2006-2010), KWE
- Produktionsdaten Kraftwerk Oberrickenbach (2006-2010), EWN
- Produktionsdaten Kraftwerk Wolfenschiessen (2006-2010), EWN
- Untersuchungsdaten „Dauerüberwachung Fliessgewässer der Urkantone (DÜFUR)“ (2012), Stelle Secklisbach (Makrozoobenthos, Kolmation, Wasserqualität)
- Sanierung Schwall/Sunk Secklisbach. Abklärungen Wasserwirbellose (Aquaplus, 2013)
- Sanierung Schwall-Sunk Engelberger Aa (Aquaplus, 2013a)
- Erhebung der Fischfauna im Secklisbach im Rahmen der Abklärungen zu Schwall-Sunk (Kanton NW, 2012)
- Massnahmen zur Dämpfung von Schwall und Sunk in der Engelberger Aa; Masterarbeit ETH Zürich (Hürlimann, 2011)
- Inventar der Wasserentnahmen im Kanton Nidwalden (Bernath & Partner; Niederer +Pozzi, 1994)
- Restwassersituation Kanton Nidwalden. Restwassermengen, Restwasserstrecken. Grundlage für den Sanierungsbericht nach Art. 80 ff. Gewässerschutzgesetz (Bernath+Paulus A, 1998)

- Sanierungsbericht Wasserentnahmen Engelbergertal (Aquaplus, 2011)
- Die Fischfauna der Fliessgewässer; Gewässerschutz im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees (Eawag,1993)
- Abschätzung Q_{347} mit GIS-Applikation BAFU für Sinsgäubach und Haldibach (BAFU, 2013)

3 Übersicht Schwall-Sunk-Strecken

Im Kanton Nidwalden befinden sich drei Kraftwerkszentralen, die aufgrund ihrer Produktionsweise Schwall und Sunk erzeugen:

- KW Oberrickenbach unter Ausnutzung des Speichers Bannalpsee;
- KW Wolfenschiessen unter Ausnutzung des Speicherbeckens Chäppelistutz;
- KW Dallenwil unter Ausnutzung des Speicherbeckens Obermatt.

Die Wasserrückgabe des KW Oberrickenbach erfolgt in den Secklisbach, die Rückgaben der beiden anderen Kraftwerke erfolgen in die Engelberger Aa.

Abb. 1: Schwallrückgaben KW Dallenwil und KW Wolfenschiessen (beide in die Engelberger Aa) sowie KW Oberrickenbach (in den Secklisbach)

Abb. 2: Bezeichnung der Schwall-Sunk-Strecken in Engelberger Aa und Secklisbach sowie Lage der Untersuchungsstrecken

4 Beurteilung der Sanierungspflicht

Zur Beurteilung, ob die drei Kraftwerke sanierungspflichtig im Sinne von Art. 39 GSchG sind, wurden in Anlehnung an die Wegleitung „Sanierung Schwall-Sunk – Strategische Planung“ (BAFU 2012) Erhebungen und entsprechende Auswertungen durchgeführt. Mit Ausnahme des Indikators F4 (Reproduktion der Fische) wurden die Indikatoren des sogenannten Schnelltests verwendet, für den Secklisbach wurde zusätzlich der Indikator B3 der Grundbewertung ausgewertet. Der Indikator A1 (Mindestabfluss) wurde annäherungsweise nur in der Engelberger Aa ermittelt, basierend auf der Durchwanderbarkeit des Gewässers für die Seeforelle. Diesbezüglich sind genauere Analysen im Zuge der weiteren Abklärungen durch die Kraftwerkbetreiber nötig.

In der rund 10 km langen Schwallstrecke in der Engelberger Aa zwischen Vierwaldstättersee und den Rückgaben der Kraftwerke wurden insgesamt sieben Strecken beprobt und bewertet. Die Strecken befinden sich einerseits direkt unmittelbar nach den Wasserrückgaben (KW Dallenwil oben, KW Dallenwil unten), in einem Abschnitt mit relativ guter Morphologie (Ännerberg) sowie weiteren repräsentativen Strecken im Gewässerverlauf.

Die 2 km lange Schwallstrecke des Secklisbaches wurde mittels einer Beprobungsstelle beurteilt. Sie repräsentiert einen bezüglich Morphologie wenig beeinträchtigten Abschnitt.

In beiden Gewässern sind keine hydrologisch unbeeinflussten Referenzstrecken vorhanden. Aufgrund fehlender Vergleichbarkeit werden auch keine Referenzstrecken in anderen Gewässern für die Beurteilungen herangezogen.

4.1 Schwall-Sunk-Verhältnisse

Engelberger Aa

In der Engelberger Aa liegt eine starke bis sehr starke Veränderung der Hydrologie vor (Aquaplus, 2013). Das massgebende Schwall-Sunk-Verhältnis gemäss GSchG von 1.5 : 1 ist in allen Strecken deutlich überschritten (Tab. 1).

Tab. 1: Schwall-Sunk-Verhältnisse und hydrologische Beurteilung in den einzelnen Untersuchungsstrecken im Längsverlauf; Bewertung nach Pfaundler et al. 2011 (aus Aquaplus, 2013)

	KW Dallenwil oben	KW Dallenwil unten	Feld	Dallenwil	KW Hofstetten oben	Ennerberg	Buochs
Q_{347} [l/s]	1915 [1]	1915 [1]	1915 [1]	2200 [2]	2500 [2]	2500 [2]	2500 [2]
Q_{min} [l/s] GSchG Art. 31 Abs. 1	714	714	714	807	900	900	900
Schwall-Sunk Verhältnis[3]	15.3	7.7	7.7	7.1	6.3	6.3	6.3

[1] Interpolation der Berechnungen von Estopey et al. 2000 unter Abzug des Q347 von Buoholz-, Lochrüti- und Steinibach (100 l/s, 100 l/s, 85 l/s) sowie der Annahme, dass sich der Abfluss zw. Steinibach und der Rückgabe des KWD bei Niedrigwasserabfluss kaum ändert.

[2] Estopey et al. 2000 sowie der Annahme, dass sich der Abfluss zw. Den Strecken KW Hostetten oben und Buochs bei Niedrigwasser kaum ändert.

[3] Hürlimann 2011

Legende:	
nicht verändert	
wenig verändert	
wesentlich verändert	
stark verändert	
sehr stark verändert	

Die Schwall-Sunk-Verhältnisse wurden anhand der Abflussdaten der Messstation Engelberger Aa/Flugplatz Buochs (Landeshydrologie 2481) bzw. der Produktionsdaten der Kraftwerke ermittelt (Hürlimann, 2011).

Secklisbach

Für den Secklisbach liegen keine Abflussmessdaten vor. Die Abschätzung der Schwall-Sunk-Verhältnisse im Längsverlauf des Baches erfolgte daher gemäss dem Modul „Hydrologie – Abflussregime Stufe F“ (BAFU 2011). Demgemäss wird das Verhältnis aus den Parametern Schluckvermögen der Turbinen und Restwassermenge oberhalb der Wasserrückgabe ermittelt. Die Restwasserstrecke zwischen der Fassung Bannalpsee und der Wasserrückgabe des KW Oberrickenbach wird nicht dotiert, der Abfluss aus dem Zwischeneinzugsgebiet ist nicht bekannt, die Strecke liegt aber ausgenommen bei Schneeschmelze und Niederschlägen mehrheitlich trocken. Das Schluckvermögen der zwei installierten Turbinen beträgt 1.2 m^3/s, das Schwall-Sunk-Verhältnis direkt unterhalb der Wasserrückgabe ist auch bei einem gegebenenfalls geringen Abfluss aus dem Zwischeneinzugsgebiet um ein vielfaches höher als 1.5 : 1. Da auch für die Seitengewässer des Secklisbaches keine Abflussdaten vorliegen, können für das Schwall-Sunk-Verhältnis im Fliessverlauf nur grobe Abschätzungen gemacht werden (Tab. 2). Der Abfluss Q_{347} für die beiden grösseren Seitengewässer des Secklisbaches (Sinsgäubach und Haldibach) belaufen sich bei deren Mündung auf 55 l/s bzw. 32 l/s (BAFU, 2012).

Tab. 2: Schwall-Sunk-Verhältnisse im Längsverlauf des Secklisbaches

	Schwallrückgabe	Mündung Sinsgäubach	Mündung Haldibach
Q_{347} [l/s] Secklisbach	10*	55	87
Schluckvermögen Turbine [l/s]	1'200	1'200	1'200
Schwall Sunk Verhältnis	1'200	22	14

Legende:	
nicht verändert	
wenig verändert	
wesentlich verändert	
stark verändert	
sehr stark verändert	

* Bernath+Paulus 1998

Fazit:

Sowohl in der Engelberger Aa, als auch im Secklisbach liegen Schwall-Sunk-Verhältnisse deutlich über 1.5 : 1 vor. Es ist daher zu überprüfen, ob eine wesentliche Beeinträchtigung der einheimischen Pflanzen und Tiere sowie deren Lebensräume vorhanden sind.

4.2 Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung mittels Schnelltest (gemäss Vollzugshilfe BAFU, 2012)

Der Schnelltest stützt sich auf mehrere Indikatoren ab, die eine breite Palette von Merkmalen abdecken, welche in schwallbeeinflussten Gewässern beeinträchtigt sein können. Ziel ist, die sicher sanierungspflichtigen Anlagen auf möglichst einfache Weise frühzeitig zu bestimmen. Die Voraussetzungen für die Anwendung des Schnelltest sind für beide betroffenen Gewässer erfüllt. Die Wasserqualität wird im Rahmen der Dauerüberwachung Fliessgewässer der Urkantone (DÜFUR) periodisch überprüft und entspricht den Anforderungen der GSchV. Bezüglich Morphologie liegt in der Engelberger Aa im Bereich der Strecke Ännerberg ein morphologisch wenig beeinträchtigter Gewässerabschnitt vor, der Secklisbach weist nahezu über seine gesamte Länge einen morphologisch wenig beeinträchtigten bzw. naturnahen Zustand auf.

Eine wesentliche Beeinträchtigung liegt gemäss Vollzugshilfe BAFU (2012) vor, wenn:

- mindestens ein Indikator einen schlechten Zustand anzeigt (rot), oder
- mindestens zwei Indikatoren einen unbefriedigenden Zustand anzeigen (orange), oder
- mindestens drei Indikatoren einen mässigen Zustand anzeigen (gelb), oder
- ein Indikator einen unbefriedigenden Zustand und zwei weitere Indikatoren einen mässigen Zustand anzeigen.

Engelberger Aa

Eine ausführliche Beschreibung der Schwall-Sunk-Abklärungen für die Engelberger Aa sowie der daraus resultierenden Beurteilung ist im entsprechenden Bericht (Aquaplus, 2013) zu finden. Tab. 3 zeigt die zusammenfassende Beurteilung, aus welcher eine wesentliche Beeinträchtigung in allen untersuchten Gewässerabschnitten hervorgeht. Die beiden Untersuchungsstrecken Ännerberg bzw. KW Hostetten oben sind morphologisch als wenig beeinträchtigt eingestuft (Ökomorphologie Stufe F, Erhebung 2012). Im Sinne der Schwall-Sunk-Beurteilung liegt im Bereich dieser Streckenabschnitte die empfindlichste Morphologie vor und kann für eine Gesamtbeurteilung der Schwall-Sunk-Strecke herangezogen werden. Vier der untersuchten Indikatoren weisen in beiden Strecken eine schlechte, zwei eine mässige bzw. unbefriedigende Bewertung auf. Nur der Indikator H1 (Kolmation) ist mit gut (Strecke KW Hostetten oben) bzw. sehr gut (Strecke Ännerberg) eingestuft. Daraus kann abgeleitet werden, dass die gesamte Schwall-Sunk-Strecke von der Wasserrückgabe bis zur Mündung in den Vierwaldstättersee wesentlich beeinträchtigt ist.

Tab. 3: Beurteilung der einzelnen Indikatoren in den jeweiligen Untersuchungsstrecken der Engelberger Aa sowie Fazit für das Vorliegen einer wesentlichen Beeinträchtigung (Aquaplus, 2013)

Indikator	KW Dallenwil oben	KW Dallenwil unten	Feld	Dallenwil	KW Hostetten oben	Ennerberg	Buochs
F1 [1] (Fische Modul Stufen Konzept)							
F5 (Fische Produktivität)							
B1 (Wirbellose Biomasse)							
B2 (Wirbellose Modul Stufen Konzept)							
B4 (Wirbellose EPT-Familien)							
H1 (Kolmation)							
A1 (Mindestabfluss)							
Wesentliche Beeinträchtigung [2]	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

[1] Experteneinschätzung

[2] Bewertung gemäss Wegleitung Baumann et al. 2012

Legende:

sehr gut	
gut	
mässig	
unbefriedigend	
schlecht	
nicht beurteilt	

Secklisbach

Die Grundlagen für die Beurteilung der Beeinträchtigung im Secklisbach umfassen einerseits Abklärungen zu den Wasserwirbellosen sowie Angaben zur Kolmation der Gewässersohle basierend auf den Erhebungen DÜFUR 2012 (Aquaplus, 2013b). Die fischökologischen Verhältnisse können aufgrund von kantonalen Befischungsdaten (Herbst 2012) ermittelt werden. Weiter liegen bestehende Grundlagen zur Interpretation der Daten vor (Aquaplus, 2004, 2008; Künzli 2005; Eawag 1993; Amman 1993). Eine Übersicht der Resultate ist in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Beurteilung der einzelnen Indikatoren in der Untersuchungsstrecke im Secklisbach sowie Fazit für das Vorliegen einer wesentlichen Beeinträchtigung

	Brücke uh Haldibachmündung		
Indikator	2012 Frühjahr	2012 Herbst	2012 gesamt
F1 [1] (Fische Modul Stufen Konzept)			
B1 (Wirbellose Biomasse)			
B2 (Wirbellose Modul Stufen Konzept)			
B3 (Wirbellose Längenzonation)			
B4 (Wirbellose EPT-Familien)			
H1 (Kolmation)			
A1 (Mindestabfluss)			
Wesentliche Beeinträchtigung [2]	ja	ja	ja

[2] Bewertung gemäss Wegleitung Baumann et al. 2012

Legende:

sehr gut	
gut	
mässig	
unbefriedigend	
schlecht	
nicht beurteilt	

Fazit:

Sowohl für die Engelberger Aa als auch für den Secklisbach liegt basierend auf den Abklärungen zum Schwall und Sunk eindeutig eine wesentliche Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften von Tieren und Pflanzen sowie deren Lebensräumen vor.

4.3 Grad der Beeinträchtigung

Der Grad der Beeinträchtigung ergibt sich direkt aus der Anzahl der Indikatoren, die beim Schnelltest einen unbefriedigenden, mässigen oder schlechten Gewässerzustand anzeigen.

In der Engelberger Aa muss aufgrund der Anzahl der schlecht, unbefriedigend bzw. mässig eingestuften Indikatoren der Grad der wesentlichen Beeinträchtigung in allen Strecken als sehr stark bezeichnet werden.

Mit drei als schlecht und zwei als mässig eingestuften Indikatoren liegt auch im Secklisbach ein sehr starker Beeinträchtigungsgrad vor.

4.4 Ökologisches Potenzial

Die Engelberger Aa weist gesamthaft betrachtet ein grosses ökologisches Potenzial auf. Je nach betrachtetem Gewässerabschnitt kann dieses zwischen mittel bis gross eingestuft werden. Tab. 5 zeigt eine grobe Zusammenstellung ausgewählter Aspekte, die zu dieser Einschätzung führen.

Tab. 5: Ausgewählte Aspekte zur Bestimmung der ökologischen Bedeutung (IST-Zustand) sowie des ökologischen Potenzials im absehbaren Zustand sowie längerfristig – Engelberger Aa

Engelberger Aa	IST-Zustand	Absehbarer Zustand (2030)	Entwicklungsziel
Morphologie	mässig bis stark beeinträchtigt; wenige Abschnitte wenig beeinträchtigt	deutliche Aufwertung im Zuge der laufenden Hochwasserschutzmassnahmen bzw. im Zuge von Revitalisierungen	Reduzierung der stark beeinträchtigten Abschnitte; Revitalisierung und Reaktivierung des Mündungsbereiches; Reaktivierung der Auenlandschaft bei Grafenort; entlang des Längsverlaufs befinden sich längere wenig beeinträchtigte Gewässerabschnitte, die miteinander vernetzt sind;
Hydrologie Restwasser	minimaler Restwasserabfluss umgesetzt im Zuge der Restwassersanierung	Erhöhung Restwasserabfluss ab Einmündung Secklisbach durch Umsetzung Restwasserbestimmungen KW Wolfenschiessen ab 2025 (Betriebsdauer 80 Jahre erreicht)	Die im Rahmen der Neukonzessionierung 2041 umgesetzten Restwasserbestimmungen in der Engelberger Aa sowie in den Seitengewässern führen zu Lebensraumbedingungen, die eine naturnahe Entwicklung der Tiere und Pflanzen im und am Gewässer ermöglichen.
Vernetzung Längsverlauf	grösstenteils bestehende Verbindung zwischen See bis zum Wehr Obermatt; Passierbarkeit Hostettenwehr nicht immer gewährleistet; Funktionalität Fischaufstieg Ambauenwehr bei Einstau durch Unterwasser fraglich	Umsetzung gegebenenfalls notwendiger Anpassungen des Fischaufstiegs Ambauenwehr; Erstellung eines funktionsfähigen Fischaufstiegs beim Hostettenwehr im Zuge der Neukonzessionierung; gegebenenfalls Erstellung eines Fischaufstiegs beim Wehr Obermatt im Rahmen der Sanierung Fischdurchgängigkeit	durchgehend bei allen Abflussverhältnissen funktionierende Passierbarkeit für Fische zwischen See und Engelberg
Vernetzung mit Umland	aufgrund von durchgehenden Längsverbauungen nicht oder nur eingeschränkt gegeben	teilweise Herstellung der lateralen Vernetzung im Zuge der Aufwertungsmassnahmen Hochwasserschutz und Revitalisierung	
Fischereiliche Bewirtschaftung	Besatzmassnahmen unter anderem mit gebietsfremden Massfischen	Umsetzung einer ökologisch orientierten Bewirtschaftung	Besatzmassnahmen werden nur noch sehr eingeschränkt vorgenommen
Fischökologie	extrem geringer Fischbestand; im Unterlauf fehlen bestimmte Arten, die aufgrund der Seenähe erwartet werden können; der Einstieg der Seeforelle aus dem Vierwaldstättersee bis zum Fischaufstieg Ambauenwehr ist nachgewiesen	Artenspektrum und Fischdichte sprechen auf die umgesetzten Massnahmen in den Bereichen Morphologie, Hydrologie und Bewirtschaftung an; die Seeforelle wandert in die Engelberger Aa und die geeigneten Seitengewässer ein und pflanzt sich hier erfolgreich fort	Artenspektrum, Fischdichten und -biomassen entsprechen naturnahen Verhältnissen; die Bestände können sich selbständig erhalten und rekrutieren; die Seeforelle findet geeignete Laich- und Aufzuchtsbedingungen vor

Die Engelberger Aa wirkt zudem als prägendes Element der Landschaft im gesamten Engelbergertal. Ihre Funktion als Naherholungsziel sowie ihre Lage in der auch touristisch sehr interessanten und bedeutenden Landschaft unterstreichen die ökologische Bedeutung des Gewässers.

Das ökologische Potenzial des Secklisbachs kann generell als gross bezeichnet werden (Tab. 6). Auch hier unterstreicht die Bedeutung des Baches als Landschaftselement und -gestalter in einer touristisch genutzten Umgebung die ökologische Bedeutung bzw. Entwicklungsmöglichkeit.

Tab. 6: Ausgewählte Aspekte zur Bestimmung der ökologischen Bedeutung (IST-Zustand) sowie des ökologischen Potenzials im absehbaren Zustand sowie längerfristig – Secklisbach

Secklisbach	**IST-Zustand**	**Absehbarer Zustand (2030)**	**Entwicklungsziel**
Morphologie	grösstenteils naturnahe Morphologie; im Unterlauf unterhalb der Schlucht stark beeinträchtigt bis naturfern	Erhalten der naturnahen Morphologie oberhalb und in der Schlucht; Aufwertung des Mündungsabschnittes unterhalb des Sammlers im Zuge des Hochwasserschutzprojektes Engelberger Aa Etappen 5&6	entlang des Längsverlaufs grösstenteils naturnahe Verhältnisse
Hydrologie Restwasser	keine Restwasserdotierung	Umsetzung Restwasserbestimmung KW Oberrickenbach ab 2017 (80 Jahre Betriebsdauer erreicht)	Der Restwasserabfluss führt zu Lebensraumbedingungen, die eine naturnahe Entwicklung der Tiere und Pflanzen im und am Gewässer ermöglichen
Vernetzung Längsverlauf	natürliche Wanderungsbarriere bachabwärts für Fische im Bereich der Schlucht; Talsperre am oberen Ende der Schlucht; fehlende oder nur sehr eingeschränkte Vernetzung bei Sunk	Schaffung von aquatischem Lebensraum und Verbesserung der natürlichen Vernetzung	siehe absehbarer Zustand
Vernetzung mit Umland	grösstenteils gewährleistet; z.T. Angrenzung an Moorbiotope; z.T. fehlende Uferbestockungen; im Unterlauf aufgrund der Uferverbauungen eingeschränkt	teilweise Herstellung bzw. Verbesserung der lateralen Vernetzung im Zuge der Aufwertungsmassnahmen Hochwasserschutz und Revitalisierung	gute Verzahnung zwischen Wasser- und Landlebensräumen ist auf dem Grossteil des Gewässerlaufes gegeben
Fischereiliche Bewirtschaftung	keine	keine	keine
Fischökologie	extrem geringer Fischbestand, praktisch fehlend; ausschliesslich nicht einheimische Arten	natürliches Artenspektrum, Erholung des Fischbestandes aufgrund umgesetzter Massnahmen Hydrologie	Artenspektrum, Fischdichten und -biomassen entsprechen naturnahen Verhältnissen; die Bestände können sich selbständig erhalten und rekrutieren

5 Minimaler Sunk, maximaler Schwall und Schwallrückgangsraten

Engelberger Aa

Die Anforderungen an den minimalen Sunk richten sich nach den Restwasserbestimmungen gemäss Art. 31 - 33 GSchG. In der Engelberger Aa wurden diesbezügliche Abschätzungen anhand der erforderlichen Wassertiefe zur Gewährleistung der freien Fischwanderung, insbesondere der Seeforelle, durchgeführt (Aquaplus, 2013). Für die Berücksichtigung der weiteren Anforderungen gemäss Art. 31 Abs. 2 GSchG muss bei weiterführenden Abklärungen durch die Kraftwerksbetreiber eine vollständige Beurteilung der Restwasseranforderungen durchgeführt werden.

Unterhalb des KW Wolfenschiessen ist allein aufgrund der Wassertiefen ganzjährig ein Abfluss von mindestens ca. 1‘700 l/s notwendig, unterhalb KW Dallenwil ca. 2‘200 l/s. Letzterer ergibt sich aus den bereits abgeklärten Restwassermengen unter-

halb des Kraftwerks „Ambauenwehr“ bei Buochs von 2‘500 l/s (abzüglich der zu berücksichtigenden Zuflüsse Lochrütibach, Steinibach und Buoholzbach).

Der maximal zulässige Schwall bzw. das zulässige Schwall-Sunk-Verhältnis, die zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung der Tiere und Pflanzen führen, lassen sich aus den vorliegenden Daten nicht ableiten. Unter der Annahme, dass keine wesentlichen Beeinträchtigungen bei einem Verhältnis von 1.5:1 vorliegen, ist unter Einhaltung des minimalen Sunks, ein maximaler Schwall von mindestens 2‘600 l/s beim KW Wolfenschiessen sowie 3‘300 l/s beim KW Dallenwil zulässig. Für die Festlegung des ökologisch vertretbaren maximalen Schwalls bzw. des Schwall-Sunk-Verhältnisses und der Schwallrückgangsrate sind detaillierte Abklärungen notwendig (siehe auch Vollzugshilfe des BAFU). Diese werden im Rahmen der 2. Phase der Planung durch die Kraftwerksbetreiber vorgenommen werden.

Secklisbach

Für den Secklisbach liegen keine Restwasserabklärungen bzw. Abschätzungen zu minimalen Sunk, maximalen Schwall bzw. Schwallrückgangsrate vor. Diese Grössen müssen bei den weiterführenden Untersuchungen in der 2. Planungsphase durch die Kraftwerksbetreiber abgeklärt werden.

6 Mögliche Sanierungsmassnahmen

Die Ermittlung der Sanierungspflicht für die Anlagen KW Dallenwil, KW Wolfenschiessen sowie KW Oberrickenbach erfolgte anhand der Indikatoren des Schnelltests. Demzufolge können ausdrücklich nur Angaben über die voraussichtliche Art der Sanierungsmassnahmen gemacht werden.

Auch betriebliche Massnahmen zur Sanierung von negativen Auswirkungen durch Schwall-Sunk sind möglich, müssen aber grundsätzlich von den Kraftwerksbetreibern beantragt werden.

Engelberger Aa

Für die Engelberger Aa sind in Tab. 7 mögliche Sanierungsmassnahmen angeführt (Aquaplus, 2013). Zusätzlich werden die wichtigsten gewässerökologischen Vor- und Nachteile sowie der weitere ökologische Abklärungsbedarf, der sich über die Festlegung des zulässigen Schwall-Sunk-Verhältnisses und der erträglichen Pegelschwankungsraten hinausgeht, ergänzt.

Tab. 7: Übersicht der möglichen Schwall-Sunk-Sanierungsmassenahmen in der Engelberger Aa (Aquaplus, 2013)

	Massnahme	Ökologische Vorteile	Ökologische Nachteile	Gewässerökologischer Abklärungsbedarf
Bauliche Massnahmen	Speichervolumen	Teilweise oder Vollständige Schwall/ Sunk-Dämpfung möglich	Evtl. Verlängerung der RW-Strecke in der Engelberger Aa	Standortwahl und Ausgestaltung der Wasserrückgabe
	Ableitung in den Vierwaldstättersee	Vollständige Schwall/Sunk-Dämpfung möglich	Verlängerung der RW-Strecke in der Engelberger Aa	Auswirkungen auf den See im Rückgabebereich
	Morphologische Anpassungen	Punktuelle Verbes- serungen des Le- bensraumangebots	Keine vollständige Schwall/Sunk- Dämpfung möglich	Gestaltung der Massnahmen
Betriebliche Massnahmen	Reduktion der Abfluss-extreme (min. Sunk und max. Schwall)	Vollständige Schwall/Sunk-Dämpfung möglich	keine	
	Reduktion der Pegelschwankungsraten	Vollständige Schwall/Sunk- Dämpfung möglich	keine	
	Bildung eines Vorschwalls	Teilweise Schwall/ Sunk-Dämpfung möglich	Keine vollständige Schwall/Sunk- Dämpfung möglich	
	Antizyklisches turbi- nieren von KWW und KWD	Teilweise Schwall/ Sunk-Dämpfung möglich	Kaum vollständige Schwall/Sunk- Dämpfung möglich	

Die Schaffung eines **Speichervolumens** ist für beide Kraftwerke separat oder zusammen denkbar. Dadurch könnte einerseits stetig ein minimaler Abfluss in die Engelberger Aa abgegeben werden, andererseits der maximale Schwall ausgeglichen, Pegeländerungsraten verringert sowie ein allfälliger Vorschwall abgegeben werden. Wird das Speichervolumen für eine weitere Energieerzeugung verwendet, z.B. durch Ableitung in eine neue Zentrale sind die neu entstehenden ökologischen Beeinträchtigungen genau abzuklären (Schaffung einer neuen bzw. längeren Restwasserstrecke usw.). Volumen und entsprechende Grösse des notwendigen Speichervolumens und damit auch dessen Machbarkeit sind im Rahmen der weiteren Abklärungen durch die Kraftwerksbetreiber zu ermitteln.

Die **direkte Ableitung in den Vierwaldstättersee** via Rotzschlucht oder Buochs könnte die Schwall-Sunk-Verhältnisse in der Engelberger Aa entschärfen, würde aber zu einer massiven Verlängerung der Restwasserstrecke um ca. 12 km sowie ungeklärten Auswirkungen auf die Seeökologie im Bereich der Einleitung führen. Die Attraktivität des Tales als Erholungsraum sowie die Funktion des Gewässers als Landschaftselement würden dadurch ebenfalls stark beeinträchtigt.

Morphologische Anpassungen können zu lokalen Verbesserungen der gewässerökologischen Verhältnisse führen, die generelle Beeinflussung des Schwallbetriebes aber nicht ausgleichen. Es bleiben weiterhin massive Beeinträchtigungen bestehen.

Betriebliche Massnahmen können von den Kraftwerksbetreibern beantragt werden. Die in Aquaplus (2013) angeführten Möglichkeiten reichen von der Reduktion der Abflussextreme bzw. Pegelschwankungsraten über die Bildung eines Vorschwalls hin zu antizyklischem Turbinieren der beiden Kraftwerke Wolfenschiessen und Dallenwil.

Secklisbach

Bauliche Sanierungsmassnahmen beim Secklisbach bestehen vorwiegend in Form der Schaffung eines Ausgleichs- oder Speichervolumens. Eine **direkte Ableitung des Schwalls** in das Staubecken Chäppelistutz mit einer weiteren Zentrale stellt grundsätzlich auch eine Möglichkeit dar. Aufgrund der damit einhergehenden Verlängerung der Restwasserstrecke müssten die Restwasserbedingungen entsprechend abgeklärt und umgesetzt werden. **Morphologische Anpassungen** können aufgrund der vorwiegend naturnahen Morphologie des Gewässers nicht im Vordergrund stehen. Die Nutzung eines Ausgleichsbeckens für einen Pumpspeicherbetrieb mit dem Bannalpsee stellt ebenfalls eine Sanierungsmöglichkeit dar.

Betriebliche Massnahmen mit geringem Wirkungsausmass (z.B. Vorschwall) können aufgrund des sehr hohen Schwall-Sunk-Verhältnisses wahrscheinlich nur unwesentlich zu einer Verbesserung der aquatischen Lebensraumbedingungen beitragen.

7 Beurteilung der Sanierungsmassnahmen

Eine abschliessende Beurteilung der möglichen Sanierungsmassnahmen sowie die Festlegung der voraussichtlich zu treffenden Massnahmen sind mit den vorliegenden Resultaten aus der Bewertung mittels Schnelltest nicht vollumfänglich möglich. Es können jedoch einerseits die allgemeinen Sanierungsgrundsätze definiert und andererseits einige grundlegende Aussagen zu den in Kapitel 6 angeführten möglichen Massnahmen gemacht werden. Zur Abschätzung des ökologischen Nutzens sind weiterführende Abklärungen durch die Kraftwerksbetreiber notwendig, in deren Rahmen auch das aus Sicht Ökologie vertretbare Schwall-Sunk-Verhältnis abgeleitet wird. Erst dann können Aussagen zum notwendigen Umfang der Massnahme und dementsprechend zu Machbarkeit, Kosten und Verhältnismässigkeit gemacht werden.

7.1 Sanierungsgrundsätze

⇒ Ziel der Schwall-Sunk-Sanierung ist, dass alle drei Anlagen soweit saniert sind, dass in keiner Schwallstrecke wesentliche Beeinträchtigungen der Lebensraumbedingungen für Tiere und Pflanzen mehr bestehen. Dabei muss auch berücksich-

tigt werden, dass durch die Sanierungsmassnahmen keine neuen wesentlichen Beeinträchtigungen geschaffen werden.

⇒ Die Sanierungsmassnahmen müssen sich an definierten Zielen orientieren, auf deren Erfüllung sich die schlussendlich umgesetzten Massnahmen beziehen müssen. Die Zielerfüllung ist mittels einer langfristigen Erfolgskontrolle zu überprüfen.

⇒ Die Kombination der Sanierungsmassnahmen mit neuen Energieerzeugungen ist möglich und begrüssenswert, jedoch nur sofern sie ökologisch vertretbar und wirtschaftlich sinnvoll ist. Deren Wirtschaftlichkeit und Zweckmässigkeit müssen detailliert aufgezeigt werden.

⇒ Werden von den Kraftwerksbetreibern betriebliche Massnahmen beantragt, z.B. in Form der Erstellung eines Pumpspeicherbetriebes, müssen ebenfalls deren Wirtschaftlichkeit und Zweckmässigkeit detailliert aufgezeigt werden.

Aus Sicht des Gewässer- und Umweltschutzes sowie des Natur- und Landschaftsschutzes sind aufgrund der gegenwärtig vorliegenden Grundlagen die in Kapitel 7.2 und 7.3 angeführten Sanierungsmassnahmen weiterzuverfolgen.

7.2 Engelberger Aa

Massnahmenvorschlag:

Schaffung eines Speichervolumens kombiniert mit morphologischen Massnahmen, die im Zuge des Hochwasserschutzprojektes Engelberger Aa Etappen 5&6 umgesetzt werden können.

Prüfung Kombination mit betrieblichen Massnahmen

In Hürlimann (2011) wurden Volumenabschätzungen bei verschiedenen Schwall-Sunk-Verhältnissen vorgenommen. Basierend auf diesen Angaben wurde der Flächenbedarf für die Schaffung verschiedener Ausgleichs- bzw. Speichervolumen abgeschätzt. Aufgrund des vorherrschenden hohen Grundwasserspiegels im relevanten Gebiet wird eine Beckentiefe von max. 2 m angenommen. Abb. 3 zeigt exemplarisch zwei mögliche Varianten eines Ausgleichsbeckens auf. Auf dem Grundstück des Kraftwerksbetreibers könnte mit einer Fläche von rund 6‘000 m^2 ein Tagesausgleich für das KW Dallenwil bei einem Schwall-Sunk-Verhältnis von rund 5 : 1 umgesetzt werden. Bei der entsprechenden Vergrösserung der Fläche auf rund 19‘000 m^2 könnte ein Tagesausgleich für die beiden KW Dallenwil plus Wolfenschiessen bei einem Schwall-Sunk-Verhältnis von ca. 3 : 1 erreicht werden. In Abb. 4 sind zwei schematische Darstellungen von Ausgleichsbecken für die Schwalldämpfung des KW Wolfenschiessen abgebildet.

Eine Überprüfung der benötigten Volumina für die verschiedenen Schwall-Sunk-Verhältnisse bzw. detailliertere Abklärungen bezüglich Lage und Machbarkeit von Ausgleichsbecken wurden für diese Abschätzungen nicht durchgeführt und sind Gegenstand der weiteren Bearbeitungen durch die Kraftwerksbetreiber. Dabei ist auch die Sohlenhöhe der Engelberger Aa im betroffenen Abschnitt zu berücksichtigen. Die Möglichkeit von ergänzenden morphologischen Massnahmen im Rahmen des Hochwasserschutzprojektes der Etappen 5&6 an der Engelberger Aa ist in die Massnahmenplanung einzubeziehen.

Da beide Schwalleinleitungen die Engelberger Aa betreffen, sind diese gemäss Stellungnahme des BAFU zum Zwischenbericht gemeinsam zu sanieren. Dies wird auch von Seite der kantonalen Behörden sowie auch vom Kraftwerksbetreiber angestrebt. Die Verkürzung des Kraftwerkskanals KW Wolfenschiessen mit einer Unterstossung der Engelberger Aa könnte dabei geprüft werden. Im direkten Zentralenbereich KW Wolfenschiessen bestehen gemäss Aussage des Kraftwerksbetreibers aufgrund der hohen Grundwasserstände und des geringen Gefälles schon heute Rückstauprobleme mit dem turbinierten Wasser. Ein Ausgleichsbecken direkt bei der Zentrale ist demnach schwierig umzusetzen. Die Sanierungsüberlegungen des Kraftwerksbetreibers beziehen sich auf Varianten mit neuen Wasserausleitungen. Bei fünf Varianten wirkt ein

Ausgleichsbecken auf dem betriebseigenen Areal als Wasserschloss mit verschiedenen möglichen Rückgabestandorten entlang der Engelberger Aa (Bürer Brücke, Hostetten, Ännerberg, Buochs) bzw. in den Alpnachersee (Anhang A). Eine Variante mit der Rückgabe im Bereich des Steinibaches/Dallenwil würde ein grösseres Ausgleichsbecken benötigen. Die Kombination der baulichen mit betrieblichen Massnahmen stellt für den Kraftwerksbetreiber grundsätzlich eine Option dar, um eine möglichst umfassende Sanierung zu erreichen.

Abb. 3 Schematische Darstellung von Ausgleichsbecken zur Schwalldämpfung des KW Dallenwil bzw. in Kombination mit KW Wolfenschiessen (schematische Darstellung ohne Eigentümerverbindlichkeit)

Aus ökologischer und landschaftlicher Sicht wird die direkte Ableitung des Schwalls mit einer Rückgabe in den Vierwaldstättersee bzw. an verschiedenen möglichen Standorten entlang der Engelberger Aa nicht favorisiert. Damit würde eine je nach Rückgabestandort um bis zu 12 km verlängerte Restwassersituation mit entsprechenden Folgen für die Gewässerökologie entstehen und das Flusserlebnis in einem beliebten Naherholungsgebiet sowie die landschaftliche Wirkung und Funktion der Engelberger Aa eingeschränkt werden. Bei der Variante der Rückgabe in den Alpnachersee würde zudem die Seeökologie des Alpnacherbeckens beeinflusst.

Abb. 4: Schematische Darstellung von Ausgleichsbecken für die Schwalldämpfung des KW Wolfenschiessen (schematische Darstellung ohne Eigentümerverbindlichkeit)

7.3 Secklisbach

Massnahmenvorschlag:

Schaffung eines Speichervolumens

Prüfung Kombination mit betrieblichen Massnahmen

Auch für das KW Oberrickenbach liegen keine detaillierten Abklärungen zu einem ökologisch vertretbaren Schwall-Sunk-Verhältnis vor. Demzufolge sind im Rahmen der strategischen Planung keine Aussagen zu den benötigten Ausgleichsvolumen inklusive Machbarkeit, Kosten und Nutzen möglich. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse sollte bei einem entsprechend prognostizierten Nutzen, ein Ausgleichsbecken (allenfalls auch unterirdisch) Becken direkt oberhalb der heutigen Wasserrückgabe geprüft werden.

Als weitere Rahmenbedingungen sind die Restwasserabklärungen im Zuge der Umsetzung der Restwasservorschriften ab Mitte 2017 vom Kraftwerksbetreiber zu berücksichtigen.

Abb. 5: Schematische Darstellung eines unterirdischen Ausgleichsbeckens für die Schwalldämpfung des KW Oberrickenbach (schematische Darstellung ohne Eigentümerverbindlichkeit)

Die Ableitung des Schwalls über eine neue Zentrale in das Staubecken Chäppelistutz stellt grundsätzlich auch eine mögliche Massnahme dar. Voraussetzung dafür ist, dass gesamthaft eine verbesserte gewässerökologische Situation mit der Sicherung einer ausreichenden Restwassermenge und Schwall-Sunk-Verhältnisse ohne wesentliche Beeinträchtigung der Gewässerlebensräume und -lebewesen geschaffen werden. Aus Sicht des Kraftwerksbetreibers ist ein Ausgleichsbecken unterhalb der Zentrale machbar, aber nur in Kombination mit einer erweiterten Nutzung des Wasserdargebotes des Sinsgäubaches sinnvoll.

Aus ökologischer und landschaftlicher Sicht ist einerseits die Umsetzung der Restwasserbestimmungen von zentraler Bedeutung. Andererseits wird die Nutzung des Sinsgäubaches nicht favorisiert, da dies zu einer Verlängerung der Restwasserstrecke und damit Verschärfung der Restwassersituation im Secklisbach führt. Eine Beurteilung bezüglich der Auswirkungen auf den Mündungsabschnitt des Sinsgäubaches selbst bzw. die Wasserführung im Secklisbach ist erst basierend auf umfassenden Abklärungen möglich.

Die Kombination der baulichen mit betrieblichen Massnahmen stellt für den Kraftwerksbetreiber grundsätzlich eine Option dar, um eine möglichst umfassende Sanierung zu erreichen.

8 Fazit Sanierungspflicht und weiteres Vorgehen

Alle drei Schwall-Sunk erzeugenden Kraftwerksanlagen im Kanton Nidwalden weisen ein Schwall-Sunk-Verhältnis von >1.5:1 auf und führen zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume. Es liegen bei beiden Gewässern ein sehr starker Beeinträchtigungsgrad sowie ein grosses ökologisches Potenzial vor. Der Umfang der notwendigen Sanierungsmassnahmen wird daher ein grösseres Ausmass einnehmen müssen.

Der Raum für die Erstellung von Ausgleichsbecken ist im Bereich der Kraftwerke Dallenwil bzw. Wolfenschiessen grundsätzlich vorhanden. Bei der Kraftwerkszentrale Dallenwil könnte eine bauliche Massnahme sogar teilweise auf dem Grundstück des Kraftwerksbetreibers umgesetzt werden. Als Rahmenbedingungen müssen vor allem der hohe Grundwasserstand und die Sohlenhöhe der Engelberger Aa berücksichtigt werden. Bei einem Flächenbedarf, der über die verfügbaren Landreserven des Kraftwerksbetreibers hinausgeht, sind Konflikte mit der Landwirtschaft zu erwarten.

Beim Kraftwerk Oberrickenbach liegen eingeschränkte Platzverhältnisse vor. Grundsätzlich ist ein Ausgleichsbecken unterhalb der Zentrale bis zum Sinsgäubach denkbar. Die Sohlenkote des Secklisbaches ist für die Tiefe eines allfällig auch unterirdisch ausgeführten Beckens von zentraler Bedeutung.

Erst die weiterführenden Abklärungen, v.a. zu einem ökologisch vertretbaren Schwall-Sunk-Verhältnis, lassen Aussagen zu den benötigten Ausgleichsvolumina bei allen drei Anlagen zu. Demzufolge sind auch Angaben zur Machbarkeit, Kostenschätzungen, Verhältnismässigkeit, Nutzen usw. erst im Rahmen der weiterführenden Abklärungen durch die Kraftwerksbetreiber möglich.

Um eine möglichst umfassende Sanierung der negativen Beeinträchtigungen durch Schwall und Sunk auf die Gewässerlebensräume und -lebewesen zu erreichen, sind neben den baulichen auch betriebliche Massnahmen zu prüfen. Der Kraftwerksbetreiber wird entsprechende Massnahmen im Zuge der weiterführenden Planungsschritte abklären.

Das weitere Vorgehen im Rahmen der Strategischen Planung Schwall und Sunk ist im folgenden Ablaufschema in Tab. 8 dargestellt (BAFU, 2012).

9 Festlegung der Umsetzungsfristen und Koordination der Massnahmen

Gemäss Vollzugshilfe (BAFU, 2012) legt der Kanton die Reihenfolge, in der die einzelnen Anlagen zu sanieren sind, sowie die Planungs- und Umsetzungsfristen fest. Dabei hat er sich hauptsächlich an der ökologischen Bedeutung der betroffenen Gewässer zu orientieren. Im Kanton Nidwalden sind zwei Gewässer, die Engelberger Aa und der Secklisbach durch Schwall-Sunk betroffen. Beide Gewässer weisen gesamthaft betrachtet ein grosses ökologisches Potenzial auf. Der Engelberger Aa, ist als Hauptgewässer im Kanton und der Eigenschaften gemäss Tab. 5, höhere Priorität bei der Sanierung beizumessen, falls dies aufgrund der untereinander zu koordinierenden Planungen sinnvoll ist.

Die Koordination der einzelnen strategischen Planungen zur Sanierung der negativen Auswirkungen der Wasserkraft mit der strategischen Revitalisierungsplanung sowie weiteren relevanten Planungen wie z.B. dem Hochwasserschutz ist gesamthaft in einer Übersichtstabelle (Anhang B) aufgezeigt.

Für die Sanierung der negativen Auswirkungen durch Schwall und Sunk ergibt sich an der Engelberger Aa vor allem ein Koordinationsbedarf mit den laufenden Planungen im Zuge des Hochwasserschutzprojektes Engelberger Aa Etappen 5 & 6/Teilabschnitt Oberau. Dies betrifft einerseits die durchzuführende Planung sowie die zeitliche Abstimmung der baulichen Massnahmen. Gemäss heutigem Wissensstand ist die Umsetzung der Hochwasserschutzmassnahmen im Abschnitt Oberau unterhalb der Zentrale KW Dallenwil zwischen 2026-2028 vorgesehen. Zur Aus-

nutzung der Synergien zwischen den Planungen Schwall-Sunk und Hochwasserschutz sind die Vorabklärungen bezüglich dem anzustrebenden Schwall-Sunk-Verhältnisses und den ökologischen Anforderungen bzw. zu möglichen morphologischen Massnahmen im Gewässerbett der Engelberger Aa notwendig. Nur so ist es möglich, Anforderungen aus dem Bereich Schwall-Sunk in die bereits angelaufenen Umweltabklärungen im Bereich Hochwasserschutz einfliessen zu lassen. Aus diesem Grund sind die weiterführenden Abklärungen durch die Kraftwerksbetreiber möglichst rasch in Angriff zu nehmen. Die konkrete Massnahmenplanung ist so zu terminieren, dass Synergien mit der Umsetzung der Hochwasserschutzmassnahmen optimal genutzt werden können.

Frist für die Abklärung der ökologischen Anforderungen:	**2016**
Frist für das genehmigte Bauprojekt:	**2025**
Frist für die Umsetzung der Massnahme:	**2026-2028 (bzw. bis spätestens 2030)***

*... Aufgrund des langen Zeithorizonts können Terminverschiebungen im Bereich der Hochwasserschutzmassnahmen nicht ausgeschlossen werden. Sollten die Hochwasserschutzmassnahmen erst später realisiert werden, ist die gesetzlich festgelegte Umsetzungsfrist für die Sanierungsmassnahmen Schwall-Sunk einzuhalten.

Hinweis: Der Genehmigungsablauf ist grob in Tab. 8 dargestellt. Das BAFU erarbeitet weiter gegenwärtig eine Wegleitung für die Phase 2 „Massnahmen“, in welcher die weiteren Planungsschritte detailliert beschrieben werden.

Am Secklisbach sind für das KW Oberrickenbach ab Mitte 2017 die Restwasserbestimmungen gemäss Art. 31ff GSchG umzusetzen. Das KW Oberrickenbach (Bannalpwerk) hat zu diesem Zeitpunkt eine Betriebsdauer von 80 Jahren erreicht. Im Sinne des Gleichbehandlungsgebotes sind für Nutzungsrechte, die einem Gemeinwesen ohne Befristung erteilt wurden, nach Ablauf der maximalen Konzessionsdauer von 80 Jahren gemäss Wasserrechtsgesetzgebung, die heute geltenden rechtlichen Bestimmungen anzuwenden. Die vom Kraftwerksbetreiber noch durchzuführenden Restwasserabklärungen sind mit den entsprechenden Erfordernissen der Planung zur Sanierung Schwall und Sunk zu koordinieren. Die Umsetzung allfälliger betrieblicher Massnahmen ist im Zuge der Umsetzung der Restwassersanierung vom Kraftwerksbetreiber zu prüfen. Der Secklisbach stellt mit seiner grösstenteils natürlichen Morphologie ein prägendes Element in der touristisch wertvollen Landschaft von Oberrickenbach dar. Aufgrund des grossen ökologischen Potenzials, das mit der absehbaren Umsetzung der Restwasserbestimmungen noch unterstrichen wird, sollte die Umsetzung der baulichen Massnahmen möglichst rasch umgesetzt werden. Prioritär sind die Sanierungsmassnahmen an der Engelberger Aa. Diese sind jedoch aufgrund der zeitlichen Abstimmung mit den Hochwasserschutzmassnahmen erst gegen Ende der gesetzlich festgelegten Umsetzungsfrist für die Schwall-Sunk-Massnahmen vorgesehen. Damit die gesetzlich festgelegt Sanierungsfrist eingehalten werden kann, sollen die Sanierungsmassnahmen Schwall-Sunk am Secklisbach, trotz der geringeren Priorität, vorgezogen werden.

Frist für die Abklärung der ökologischen Anforderungen:	**2016**
Frist für das genehmigte Bauprojekt:	**2024**
Frist für die Umsetzung der Massnahme:	**spätestens 2025**

Tab. 8: Ablauf der Planung für die Sanierung im Bereich Schwall und Sunk

10 Anhang

A Variantenvorschläge EWN

B Übersichtstabelle Koordination der Massnahmen und Umsetzungsfristen

Einzugsgebiet Engelberger Aa Engelberger Aa	*Bemerkung: die Koordination auslösenden Projekte sind blau markiert!*	*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässerabschnitt	*wasserwirtschaftliches Vorhaben*	*Planung*	*Massnahmen*	*inhaltlich*	*zeitlich*	*OW/LU*	*Synergien/Konflikte*
Mündungsabschnitt (bis Ambauenwehr)	Revitalisierung Delta		2028-2031			-	ökologischer Ausgleich Flugplatz Buochs
	Hochwasserschutz		2028-2031	sehr gross	sehr gross		Kiesentnahme
	Sanierung Fischdurchgängigkeit Ambauenwehr	2015	2015	-	-		Verbesserung Wassequalität/Nitrit
	Auswirkungen Sanierung Schwall-Sunk			gross	-		ARA-Leitung
							Erholungsnutzung
uh Kurve Ännerberg	Revitalisierung		2012-2015			-	Hochwasserschutz
	Auswirkungen Sanierung Schwall-Sunk			gross	-		Erholungsnutzung
Restwasserstrecke KW Hostetten	Umsetzung Restwasserbestimmungen Art. 31ff	2015/2016	2019			-	Wasserkraftnutzung
	Hochwasserschutz bei Wasserentnahme KW Hostetten	2015/2016	2019	-	sehr gross		Erholungsnutzung
	Sanierung Fischdurchgängigkeit KW Hostetten	2015/2016	2019	sehr gross	gross		
	Auswirkungen Sanierung Schwall-Sunk			gross	gering		
	Auswirkungen Umsetzung Restwasserbestimmungen Art. 31ff KW Wo	2020	2025	-	-		
Dallenwil Dorf	Hochwasserschutz		2020-2021			-	Wasserkraftnutzung
	Auswirkung Sanierung Schwall-Sunk KW Dallenwil			gross	gering		Landwirtschaft
	Sanierung Schwall-Sunk KW Wolfenschiessen			gross	gering		Infrastruktur
	Restwassersanierung Engelbergertal/Monitoring	2018	2018	gering	-		Erholungsnutzung
	Umsetzung Restwasserbestimmungen Art. 31ff KW Wo	2020	2025	gering	-		
Oberau	Hochwasserschutz		2026-2028			-	Wasserkraftnutzung
	Revitalisierung abschnittweise innerhalb Perimeter Hochwasserschutz			sehr gross	sehr gross		Landwirtschaft
	Sanierung Schwall-Sunk KW Dallenwil	2015-2017	2026-2028	gross	gross		Infrastruktur
	Sanierung Schwall-Sunk KW Wolfenschiessen	2015-2017	2026-2028	gross	gross		Erholungsnutzung
	Revitalisierung Lochrütibach Mündungsbereich		2024-2027	sehr gross	sehr gross		
Wolfenschiessen	Hochwasserschutz		2016-2020			-	Landwirtschaft
	Revitalisierung Humligenbach Mündungsabschnitt		2016-2020	sehr gross	sehr gross		Infrastruktur
	Sanierung Schwall-Sunk KW Wolfenschiessen			gering	-		Erholungsnutzung
	Restwassersanierung Engelbergertal/Monitoring	2018	2018	gering	-		Wasserkraftnutzung
	Revitalisierung Secklisbach Mündungsabschnitt		2020-2023	sehr gross	sehr gross		
	Umsetzung Restwasserbestimmungen Art. 31ff KW Wo	2020	2025	gering	-		
Wolfenschiessen bis Bannerle	Hochwasserschutz		2031-2035			-	Landwirtschaft
	Revitalisierung abschnittweise innerhalb Perimeter Hochwasserschutz			sehr gross	sehr gross		Wasserkraftnutzung
	Umsetzung Restwasserbestimmungen Art. 31ff KW Wolfenschiessen	2020	2025	gering	-		Erholungsnutzung
	Restwassersanierung Engelbergertal/Monitoring	2018	2018	gering	-		Infrastruktur
	Revitalisierung Giessen Dörfli		2031-2032	sehr gross	gross		
	Revitalisierung Nechimattbach		2016-2019	sehr gross	gross		
Bannerle bis Grafenort	Hochwasserschutz		2030-2032			-	Landwirtschaft
	Restwassersanierung Engelbergertal/Monitoring	2018	2018	gering	-		
Grafenort bis Hintermettlen	Hochwasserschutz		2018-2031			OW	Landwirtschaft
	Revitalisierung (u.a. auch Auenrevitalisierung)			sehr gross	sehr gross		Wasserkraftnutzung
	Restwassersanierung Engelbergertal/Monitoring	2018	2018	gering	-		Erholungsnutzung
	Revitalisierung Lutherseebach Mündung		2020-2023	sehr gross	sehr gross		Infrastruktur
							Natur- und Landschaftsschutz
							Industrie/Gewerbe
							Kiesabbau/Deponie Mettlen
Hintermettlen bis KW Obermatt	Sanierung Fischdurchgängigkeit Wehr Obermatt	2018-2022	2022			OW	Wasserkraftnutzung
	Restwassersanierung Engelbergertal/Monitoring	2018	2018	sehr gross	sehr gross		Tourismus
	Hochwasserschutz (Entfernung Schwelle uh Wehr)			sehr gross	sehr gross		Erholungsnutzung
	Hochwasserschutz (Sicherung Ausgleichsbecken)			gering	sehr gross		
KW Obermatt bis Engelberg	Restwassersanierung Engelbergertal/Monitoring	2018	2018	-		OW	Wasserkraftnutzung
							Erholungsnutzung
							Tourismus

Seitengewässer Engelberger Aa/Perimeter Hochwasserschutz Engelberger Aa Etappe 5&6		*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässer/abschnitt	***wasserwirtschaftliches Vorhaben***	***Planung***	***Massnahmen***	***inhaltlich***	***zeitlich***	***OW/LU***	***Synergien/Konflikte***
Lutherseebach							
Mündungsabschnitt	Hochwasserschutz Engelberger Aa		2020-2023			OW	Landwirtschaft
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		Erholungsnutzung
oberhalb Perimeter Hochwasserschutz Engelberger Aa bis Steilstufe	Revitalisierung		2020-2023	-	-	-	Landwirtschaft
Nechimattbach	Hochwasserschutz Engelberger Aa		2016-2019			-	Landwirtschaft pro und contra
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		
Giessen Dörfli	Hochwasserschutz Engelberger Aa		2031-2032			-	Landwirtschaft
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		Grundwasserregulierung
							Erholungsnutzung
Secklisbach - siehe EZG Secklisbach							
Humligenbach Mündungsabschnitt	Hochwasserschutz Engelberger Aa		2016-2020			-	Landwirtschaft
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		Infrastruktur
							Erholungsnutzung
Lochrütibach							
Mündungsabschnitt	Hochwasserschutz Engelberger Aa		2024-2027			-	Landwirtschaft
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		Erholungsnutzung
oh Mündungsabschnitt	Revitalisierung		2024-2027	-	-	-	Landwirtschaft
							Erholungsnutzung
Buoholzbach Mündungsabschnitt	Hochwasserschutz		2016-2019			-	Industrie/Gewerbe
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		Erholungsnutzung
							Naturschutz
Dorfbach Dallenwil	Hochwasserschutz		2016-2019			-	Siedlungsaufwertung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		Erholungsnutzung
Chrottenbach	Hochwasserschutz		2016-2019			-	Erholungsnutzung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		
Mühlebach Oberdorf oben	Hochwasserschutz		2016-2019			-	Erholungsnutzung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		
Mühlebach Oberdorf "alter Mühlebach"	Hochwasserschutz		2020-2023			-	Erholungsnutzung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		

Einzugsgebiet Secklisbach							
Secklisbach		*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässerabschnitt	***wasserwirtschaftliches Vorhaben***	***Planung***	***Massnahmen***	***inhaltlich***	***zeitlich***	***OW/LU***	***Synergien/Konflikte***
Mündung bis Talsperre Chäppelistutz	Hochwasserschutz Engelberger Aa		2016-2020			-	Infrastruktur
	Revitalisierung Mündungsabschnitt bis Geschiebesammler		2020-2023	sehr gross	sehr gross		Wasserkraftnutzung
	Umsetzung Restwasserbestimmungen Art. 31ff KW Wolfenschiessen	2020	2025	sehr gross	gross		Erholungsnutzung
							Landwirtschaft
							Infrastruktur
Chäppelistutz bis Stausee Bannalp	Umsetzung Restwasserbestimmungen Art. 31ff KW Oberrickenbach	2015	2017			-	Wasserkraftnutzung
	Sanierung Schwall-Sunk KW Oberrickenbach	2015-2017	2025	sehr gross	mittel		Erholungsnutzung
							Flächenbedarf

Stanser Talbäche		*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässerabschnitt	***wasserwirtschaftliches Vorhaben***	***Planung***	***Massnahmen***	***inhaltlich***	***zeitlich***	***OW/LU***	***Synergien/Konflikte***
Dorfbach Stans							
Länderpark bis Spichermatt (ASTRA)	Hochwasserschutz		2012-2015				Grundwasserregulierung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Siedlungsentwässerung
							Aufwertung Siedlungsgebiet
							Erholungsnutzung
Autobahn/obere Spichermatt bis Zentralbahn	Hochwasserschutz		2024-2027				Grundwasserregulierung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Siedlungsentwässerung
							Aufwertung Siedlungsgebiet
							Erholungsnutzung
Schlüsselmattli bis Winkelriedhostatt	Hochwasserschutz		2024-2027				Grundwasserregulierung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Siedlungsentwässerung
							Aufwertung Siedlungsgebiet
							Erholungsnutzung
							Tourismus
Dorfbach Oberdorf							
Gdegrenze Stans bis Staldifeld Ursprung	Hochwasserschutz		2024-2027				Erholungsnutzung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Tourismus
Baumgartenbach	Hochwasserschutz		2020-2023				Erholungsnutzung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	
A2-Kanal/Rosstränkekanal							
Mündung bis Länderpark	Hochwasserschutz		2020-2023				Grundwasserregulierung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Siedlungsentwässerung
							Verbesserung Wasserqualiät
							Erholungsnutzung
Galgenriedgraben	Hochwasserschutz		2020-2023				Grundwasserregulierung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Siedlungsentwässerung
							Verbesserung Wasserqualiät
							Erholungsnutzung
Mühlebach Stans und Bürgenberggraben							
Gdegrenze Stansstad bis Bürgenbergraben inkl. dessen Mündungsabschnitt	Hochwasserschutz		2020-2023				Grundwasserregulierung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Siedlungsentwässerung
							Aufwertung Siedlungsgebiet
							Erholungsnutzung
							Verbesserung Wasserqualität
Mühlebach Stansstad							
Bereich ehemalige Fischzucht Zugweid	Hochwasserschutz		2020-2023				Rückbau Fischzucht
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Siedlungsentwässerung
							Verbesserung Wasserqualiät

Gewässer Gemeinde Hergiswil		*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässerabschnitt	***wasserwirtschaftliches Vorhaben***	***Planung***	***Massnahmen***	***inhaltlich***	***zeitlich***	***OW/LU***	***Synergien/Konflikte***
Steinibach Hergiswil							
Mündung bis Kantonsstrasse	Hochwasserschutz		2020-2023				Aufwertung Siedlungsgebeit
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Erholungsnutzung
							Verbesserung Wasserqualität
Kantonsstrasse bis Autobahn	Hochwasserschutz		2016-2019				Aufwertung Siedlungsgebeit
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Erholungsnutzung
							Verbesserung Wasserqualität
Dorfbach Hergiswil	Hochwasserschutz		2024-2027				Aufwertung Siedlungsgebeit
Rösslipark	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Erholungsnutzung
							Tourismus
Feldbach	Hochwasserschutz		2024-2027				Aufwertung Siedlungsgebeit
Mündung bis Sonnenbergstrasse	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	
Mühlebach Hergiswil	Hochwasserschutz		2028-2031				Aufwertung Siedlungsgebeit
Mündung bis Kantonsstrasse	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	

Gewässer Gemeinde Buochs/Ennetbürgen		*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässerabschnitt	***wasserwirtschaftliches Vorhaben***	***Planung***	***Massnahmen***	***inhaltlich***	***zeitlich***	***OW/LU***	***Synergien/Konflikte***
Rotigraben							
Mündungsbereich bis Gdegrenze Stans	Hochwasserschutz		2020-2023				Siedlungsentwässerung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Aufwertung Siedlungsgebiet
							Erholungsnutzung
Dorfbach Ennetbürgen u. Vorderbodenbach							
Mündung bis und mit Langacher Ost, inkl. Seitengewässer	Hochwasserschutz		2016-2019				Siedlungsentwässerung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Aufwertung Siedlungsgebiet
							Erholungsnutzung
Vorderboden	Hochwasserschutz		2016-2019				Siedlungsentwässerung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Aufwertung Siedlungsgebiet
							Erholungsnutzung
Dorfbach Buochs							
Fischmattstrasse bis ca. Dorfplatz	Hochwasserschutz		2016-2019				Aufwertung Siedlungsgebeit
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	
Mühlebach Buochs							
Mündungsabschnitt	Hochwasserschutz		2016-2019				Aufwertung Siedlungsgebeit
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	
Schüpfgraben/Giessen							
Mündung bis ausserhalb Siedlungsgebiet	Hochwasserschutz		2016-2019				Aufwertung Siedlungsgebeit
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross		Erholungsnutzung
							Verbesserung Wasserqualität

Gewässer Gemeinde Emmetten		*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässerabschnitt	***wasserwirtschaftliches Vorhaben***	***Planung***	***Massnahmen***	***inhaltlich***	***zeitlich***	***OW/LU***	***Synergien/Konflikte***
Dorfbach Emmetten Dorf	Hochwasserschutz		2016-2019				Siedlungsentwässerung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Aufwertung Siedlungsgebeit
							Erholungsnutzung

Gewässer Gemeinde Ennetmoos							
Einzugsgebiet Melbach		*Umsetzung*		*Koordinationsbedarf*			
Gewässerabschnitt	***wasserwirtschaftliches Vorhaben***	***Planung***	***Massnahmen***	***inhaltlich***	***zeitlich***	***OW/LU***	***Synergien/Konflikte***
Melbach St. Jakob	Hochwasserschutz		2020-2023				Siedlungsentwässerung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Aufwertung Siedlungsgebeit
							Erholungsnutzung
Bruderhausbach	Hochwasserschutz		2020-2023				Siedlungsentwässerung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Aufwertung Siedlungsgebeit
							Erholungsnutzung
Luterbach/Sagenbachkanal	Hochwasserschutz		2024-2027				Erholungsnutzung
	Revitalisierung			sehr gross	sehr gross	-	Rückbau Fischzucht

Beilagen (auf CD)

- Sanierung Schwall-Sunk Engelberger Aa (Aquaplus, 2013)
- Sanierung Schwall/Sunk Secklisbach. Abklärungen Wasserwirbellose (Aquaplus, 2013a)
- Abschätzung Q_{347} mit GIS-Applikation BAFU für Sinsgäubach und Haldibach (BAFU, 2013)
- Erhebung der Fischfauna im Secklisbach im Rahmen der Abklärungen zu Schwall und Sunk (Amt für Umwelt Nidwalden, 2012)
- Massnahmen zur Dämpfung von Schwall und Sunk in der Engelberger Aa, Masterarbeit ETH Zürich (Hürlimann, 2011)
- Übersichtstabelle mit den relevanten Wasserkraftwerken inkl. Informationen in Anlehnung an das Geodatenmodell ID 191
- Sanierung Schwall-Sunk, Strategische Planung, Zwischenbericht. Version 01 vom 30.06.2014 (Amt für Umwelt Nidwalden, 2013)
- Sanierung Schwall-Sunk, Strategische Planung, Schlussbericht. Version 02 vom 27.11.2014 (Amt für Umwelt Nidwalden, 2014)
- Kantonale strategische Planungen zur Sanierung der negativen Auswirkungen der Wasserkraft. Planungsberichte Schwall und Sunk, Fischdurchgängigkeit sowie Geschiebehaushalt zuhanden der kantonalen Fachstellen, Gemeinden und betroffenen Kraftwerksbetreiber. Ergebnis der Vernehmlassung. Version 01 vom 27.11.2014