Amt für Umwelt, Kanton Nidwalden
Amt für Landwirtschaft und Umwelt, Kanton Obwalden

Fassung Obermatt, Engelberger Aa
15.05.2008

Fassung Eugenisee, Engelberger Aa
21.05.2008

Sanierungsbericht Wasserentnahmen Engelbergertal

Kanton Nidwalden und Gemeinde Engelberg, Kanton Obwalden

Allgemeiner Teil

Zug, Januar 2011

AquaPlus
Elber Hürlimann Niederberger
Bundesstrasse 6 · CH-6300 Zug
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01
admin@aquaplus.ch

Impressum

Autoren: Lukas Boller, AquaPlus, Bundesstrasse 6, 6300 Zug

Dr. Fredy Elber, AquaPlus, Bundesstrasse 6, 6300 Zug

Auftraggeber: Amt für Umwelt, Abteilung Gewässer, Kanton Nidwalden und

Amt für Landwirtschaft und Umwelt, Dienststelle Gewässer und Fischerei, Kanton Obwalden

Autragserteilung: 17.04.2008

Inhaltsverzeichnis

ALLGEMEINER TEIL

	Zusammenfassung		**1**
	Übersicht der Sanierungsmassnahmen		**4**
1	**Einleitung**		**8**
	1.1	Ausgangslage	8
	1.2	Restwassersanierung gemäss Gewässerschutzgesetz	8
	1.3	Sanierungsbericht Engelbergertal	9
2	**Rechtliche Grundlagen**		**10**
3	**Vorgehen zur Evaluation von Sanierungsmassnahmen**		**11**
	3.1	Grundlagen	11
	3.2	Generelles Vorgehen	11
	3.3	Ökologische Grobbeurteilung	11
	3.4	Ausarbeitung von Sanierungsvarianten	15
	3.5	Wirtschaftliche Beurteilung der Sanierungsvarianten	15
	3.6	Evaluation des Sanierungsumfanges *ohne* Entschädigung	16
	3.7	Evaluation des Sanierungsumfanges *mit* Entschädigung	16
4	**Sanierungsmassnahmen**		**17**
	4.1	Sanierungsvarianten auf Stufe Fassung	17
	4.2	Sanierungsvarianten auf Stufe Kraftwerkbetreiber	17
	4.3	Fassung Nr. 3.1 Engelberger Aa, Eugenisee	19
	4.4	Fassung Nr. 3.4 Arnibach, Arnibach unten	22
	4.5	Fassung Nr. 3.5 Trüebenbach, Trüebenbach unten	22
	4.6	Fassung Nr. 5.1 Engelberger Aa, Obermatt	23
	4.7	Fassung Nr. 5.3 Luterseebach	25
	4.8	Fassung Nr. 8.1 Engelberger Aa, Hostetten	26
5	**Literaturverzeichnis**		**27**
	Anhang		**29**
	A	Relevante Gesetzesauszüge	
	B	Nicht weiter behandelte Sanierungsvorschläge	
	C	Dotierversuch Engelberger Aa, Fassung Eugenisee	
	D	Dotierversuch Engelberger Aa, Fassung Obermatt	

Inhaltsverzeichnis

DOSSIERS DER WASSERENTNAHMEN (separater Ordner)

Genereller Aufbau
Kurzbeschrieb der Fassung
Geografische Lage mit allgemeinen Angaben zur Fassung
Angaben zum Betrieb
Hydrologische Grundlagen
Gewässerökologische Charakterisierungen
Nutzungen im Bereich der Restwasserstrecken
Schutz
Gewässerrelevante Defizite
Sanierungsziele
Massnahmenliste
Empfohlene Massnahmen
Ökologische Grobbeurteilung
Fotodokumentation

Überblick der behandelten Wasserentnahmen

Nr.	Entnahmestelle	Gewässser	Betreiber	Registerblatt
2.1	Arnibach oben	Arnibach	ewl	**1**
2.2	Wangbach	Wangbach	ewl	**2**
2.3	Trüebenbach oben	Trüebenbach	ewl	**3**
3.1	Eugenisee	Engelberger Aa	ewl	**4**
3.4	Arnibach unten	Arnibach	ewl	**5**
3.5	Trüebenbach unten	Trüebenbach	ewl	**6**
3.6	Schuemettlenbach	Schuemettlenbach	ewl	**7**
3.7	Eugenibach oben	Eugenibach	ewl	**8**
5.1	Obermatt	Engelberger Aa	KWE	**9**
5.3	Mettlen	Luterseebach	KWE	**10**
5.4	Mettlen	Gerbibach	KWE	**11**
5.5	Mettlen	Grüeblenbach	KWE	**12**
5.6	Gerli	Gerlibach, Rotihaltengraben	KWE	**13**
5.7	Fallenbach	Fallenbach	KWE	**14**
5.8	Eugenibach unten	Eugenibach	KWE	**15**
6.1	Bannalpsee	Bannalperbach	EWN	**16**
7.1	Chäppelistutz	Secklisbach	EWN	**17**
8.1	Hostetten	Engelberger Aa	STEINAG-Rozloch	**18**

Zusammenfassung

Das Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20) sieht in Artikel 80 vor, dass ein durch Wasserentnahme wesentlich beeinflusstes Fliessgewässer unterhalb der Entnahmestelle nach den Anordnungen der Behörde so weit saniert werden muss, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist. Weitergehende Sanierungsmassnahmen, d.h. entschädigungsbebegründete Eingriffe in wohlerworbene Rechte, ordnet die Behörde an, wenn es sich um Fliessgewässer in Landschaften oder Lebensräumen handelt, die in nationalen oder kantonalen Inventaren aufgeführt sind, oder, wenn dies andere überwiegend öffentliche Interessen fordern. Die Sanierungsfrist läuft bis Ende 2012.

Wasserrechtskonzessionen, welche vor Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes am 1. November 1992, erteilt wurden, erfolgten in der Regel ohne Auflagen bezüglich Restwasser, so auch bei den hier behandelten Wasserentnahmen im Engelbergertal. Folgen fehlender Restwasserdotierung sind das Trockenfallen von Gewässerabschnitten sowie unzureichender Abfluss über allenfalls längere Restwasserstrecken verbunden mit z.B. Verlust an Strömungsvielfalt, Vertümpelung, Temperaturveränderung. Schliesslich verändern sich auch die Lebensgemeinschaften sowohl qualitativ als auch quantitativ und einzelne Populationen werden ganz ausgelöscht.

Mit der Restwassersanierung wollte der Gesetzgeber verhindern, dass die negativen Auswirkungen von Wasserentnahmen erst mit Ablauf der Konzession oder bei einer wesentlichen Konzessionsänderung vermindert werden. Die vollständige Anwendung der Restwasser bestimmenden Artikel 31ff GSchG kann bei bestehenden Wasserentnahmen mit wohlerworbenen Wassernutzungsrechten jedoch nicht verlangt werden.

Die Erarbeitung des Berichtes zur Restwassersanierung im Engelbergertal wurde der Firma AquaPlus, Zug, übertragen. Eine *kantonsübergreifende Arbeitsgruppe* bestehend aus Behördenvertretern und Kraftwerksbetreibern und unter dem Vorsitz der Landwirtschafts- und Umweltdirektion des Kantons Nidwalden begleitete die Arbeiten.

Der vorliegende Sanierungsbericht schlägt, basierend auf ökologischen und wirtschaftlichen Beurteilungen, Massnahmen zur Verbesserung der ökologischen Situation der von Wasserentnahmen mit wesentlichen Beeinflussungen beeinträchtigten Fliessgewässern vor. Er gliedert sich in einen allgemeinen Berichtteil und einen Teil mit den Dossiers zu den behandelten Wasserentnahmen (vgl. Inhaltsverzeichnis).

Die vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen fokussieren auf einzelne Anlagen bzw. ökologisch besonders wertvolle Gewässerabschnitte, um bei diesen im Rahmen der wirtschaftlichen Tragbarkeit ökologisch sinnvolle Verhältnisse zu schaffen. Damit verbunden ist jedoch der Verzicht auf die Sanierung der übrigen Wasserfassungen bzw. Restwasserstrecken.
Entschädigungsbebegründete Eingriffe in wohlerworbene Rechte sind nicht vorgesehen.

In den nachfolgenden Tabellen (S. 3 ff.) sind die behandelten Wasserentnahmen sowie die für diese vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen, gegliedert in hydrologische, bauliche, betriebliche und weitere Massnahmen, zusammenfassend aufgelistet. Es wird zudem aufgezeigt, mit welchen Produktionseinbussen die betroffenen Betreiber zu rechen haben. Kosten für bauliche Anpassungen der Fassungen (z. B. Einbau Dotiervorrichtung), sofern sie bekannt sind, sind ebenfalls aufgeführt.

Alle vorgeschlagenen Massnahmen zielen auf eine Verbesserung der Abflussverhältnisse in Form von Dotierungen bzw. der Aufhebung einer Wasserfassung (Abb. 4.2). In erster Linie stehen dabei die Herstellung der Durchgängigkeit für Fische und die Aufwertung des Lebensraumangebotes für die aquatische Fauna in den Restwasserstrecken im Vordergrund. Zudem soll eine Aufwertung des Landschaftbildes erfolgen.
Der Fokus liegt auf der Verbesserung der Restwasserverhältnisse in der Engelberger Aa, welche im Vergleich mit den anderen Fliessgewässern im Untersuchungsperimeter das deutlich höchste ökologische Potenzial für eine Aufwertung beinhaltet. Im Zentrum stehen dabei die Dotierungen der von den drei Fassungen Eugenisee (ewl), Obermatt (KWE) und Hostetten (STEINAG-Rozloch) erzeugten Restwasserstrecken. Durch eine ökologisch sinnvolle und wirtschaftlich vertretbare Restwassermenge soll die Engelbergeraa zwischen dem Eugenisee bei Engelberg und der Wasserrückgabe des KW Dallenwil auf einer nahezu 12 km langen Strecke sowie bei Hostetten, Oberdorf, auf einem ca. 1 km langen Abschnitt als Lebensraum für Fische und andere aquatische Organismen aufwerten. Gleichzeititg würde damit die Fischgängigkeit insbesondere für die stark gefährdete Seeforelle bis zum Wehr in Obermatt gewährleistet. Zusätzlich zur Sanierung der Restwasserstrecken in der Engelberger Aa wird empfohlen, die beiden ökomophologisch intakten Restwasserstrecken des Arni- und des Trüebenbachs, beides Zuflüsse der Engelberger Aa, durch eine entsprechende Dotierung aufzuwerten (Länge ingesamt 1.5 km). Darüberhinaus ist im Rahmen der Restwassersanierung des KWE/ EWN vorgesehen, die Fassung am Luterseebach ganz aufzuheben und die natürliche hydrologische Situation wieder herzustellen.

Ingesamt werden von den total rund 29 km bestehender Restwasserstrecken etwas mehr als 15 km zur Sanierung empfohlen, was ca. 52 % der Gesamtlänge entspricht.

Fazit

Für die Restwassersanierung, welche gemäss Gewässerschutzgesetz bis Ende 2012 vollzogen sein muss, werden im Engelbergertal aufgrund der vorliegenden Abklärungen bei den Fassungen Eugenisee (ewl), Obermatt (KWE), Hostetten (STEINAG-Rozloch), Arnibach unten (ewl) und Trüebenbach unten (ewl) Dotierungen empfohlen. Damit wird auf jene Restwasserstrecken fokussiert, die das höchste ökologische Potential aufweisen. Die Fassung Luterseebach soll zudem aufgehoben wer den. Dadurch wird einerseits ein hydrologisch intaktes Seitengewässer geschaffen. Andererseits erfolgt eine zusätzliche Alimentierung der Engelberger Aa in einem Versickerungsabschnitt. Bei den übrigen Fassungen soll zu Gunsten einer ökolgisch sinnvollen Dotierwassermenge bei den für die Sanierung vorgesehenen Fassungen auf eine Sanierung verzichtet werden.

Sanierungsmassnahmen für Wasserentnahmen im Kanton Nidwalden und in der Gemeinde Engelberg, Kanton Obwalden

			Sanierungsmassnahmen								
Nr.	**Fassung Gewässer Nutzerin**	**Sanierungsziele**	**keine**	**hydrologisch**	**baulich**	**betrieblich**	**Frist**	**Produktionsminderung (PM)[1]**	**Baukosten[2] (SFr.)**	**Bemerkungen[3]**	**Betroffenes Inventar**
	ewl										
2.1	Arnibach Arnibach oben ewl	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb ewl nicht prioritär	
2.2	Wangbach Wangbach ewl	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb ewl nicht prioritär	
2.3	Trüebenbach Trüebenbach oben ewl	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb ewl nicht prioritär	
3.1	Engerlberger Aa Eugenisee ewl	Durchgängikeit für Fische verbessern, Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen, Verdünnung des Abwassers der ARA Engelberg, Aufwertung des Landschaftbildes		Saisonale Dotierung: Dez - März: 120 l/s Apr: 155 l/s Mai - Okt: 190 l/s Nov: 155 l/s	Einbau Dotiereinrichtung		Ende 2012	3.4 %	100'000.- (für Einbau Dotiervorrichtung)	Auf der unteren Hälfte der Restwasserstrecke wird die ökohydrologische Situation durch die Dotierung der Fassungen Arnibach unten 3.4 und Trüebenbach unten 3.5 (vgl. unten) zusätzlich verbessert.	
3.2	Erlenbach Engelberg ewl	*Der Erlenbach wird direkt in den Eugenisee geleitet. Eine Restwasserstrecke wird nicht erzeugt. In der Abflussberechnung der Engelberger Aa ist der Abfluss des Erlenbachs berücksichtigt. Eine Sanierung der Fassung Erlenbach ist nicht notwendig.*									
3.3	Grundwasserfassung Engelberg ewl	*Das Grundwasser wird direkt in den Eugenisee geleitet Eine Restwasserstrecke wird nicht erzeugt. In der Abflussberechnung der Engelberger Aa ist der Grundwasserabfluss berücksichtigt. Eine Sanierung der Grundwasserfassung ist nicht notwendig.*									
3.4	Arnibach Arnibach unten ewl	Erhalt der Fischpopulation, Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes		Ganzjährige Dotierung: 25 l/s	Einbau Dotiereinrichtung		Ende 2012	8.7 %	100'000.- (für Einbau Dotiervorrichtung)		
3.5	Trüebenbach Trüebenbach unten ewl	Erhalt der Fischpopulation, Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes		Ganzjährige Dotierung: 20 l/s	Einbau Dotiereinrichtung		Ende 2012	9.5 %	100'000.- (für Einbau Dotiervorrichtung)		
3.6	Schuemettlenbach Schuemettlenbach ewl	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb ewl nicht prioritär	

Sanierungsmassnahmen für Wasserentnahmen im Kanton Nidwalden und in der Gemeinde Engelberg, Kanton Obwalden

			Sanierungsmassnahmen								
Nr.	**Fassung Gewässer Nutzerin**	**Sanierungsziele**	**keine**	**hydrologisch**	**baulich**	**betrieblich**	**Frist**	**Produktionsminderung (PM)[1]**	**Baukosten[2] (SFr.)**	**Bemerkungen[3]**	**Betroffenes Inventar**
3.7	Eugenibach Eugenibach oben ewl	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb ewl nicht prioritär	
Gesamtbetrachtung ewl							**Ende 2012**	**2.4 %**	300'000.-		
KWN/EWN											
1.1	Trüebenseebach Trüebsee KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	
5.1	Engerlbergeraa Obermatt KWE	Durchgängikeit für Fische (insbesondere Seeforelle) verbessern bzw. ermöglichen, Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen, Aufwertung des Landschaftbildes		Saisonale Dotierung: Dez - März: 220 l/s Apr: 250 l/s Mai - Okt: 300 l/s Nov: 250 l/s	Einbau Dotiereinrichtung		Ende 2012	2.6 %	keine Angaben	Erhöhte Dotierung zugunsten der stark gefährdeten Seeforelle. Auf der unteren Hälfte der Restwasserstrecke wird die ökohydrologische Situation durch die Aufhebung der Fassung Luterseebach 5.3 (vgl. unten) zusätzlich verbessert.	
5.2	Chaltibach Obermatt KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	
5.3	Luterseebach Mettlen KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen, Erhalt der Fischpopulationen, Aufwertung des Landschaftbildes			Fassung aufheben		Ende 2012	0.9 %	keine Angaben	Erhöhung der Dotierung der Engelberger Aa in dem durch Versickerung betroffenen Abschnitt	
5.4	Gerbibach Mettlen KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	

Sanierungsmassnahmen für Wasserentnahmen im Kanton Nidwalden und in der Gemeinde Engelberg, Kanton Obwalden

			Sanierungsmassnahmen								
Nr.	**Fassung Gewässer Nutzerin**	**Sanierungsziele**	**keine**	**hydrologisch**	**baulich**	**betrieblich**	**Frist**	**Produktionsminderung (PM)[1]**	**Baukosten[2] (SFr.)**	**Bemerkungen[3]**	**Betroffenes Inventar**
5.5	Grüeblenbach Mettlen KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	
5.6	Gerlibach (Rotihaltengraben) Gerli KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	
5.7	Fallenbach Fallenbach KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	
5.8	Eugenibach Eugenibach unten KWE	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär Diese Fassung fehlt im Inventar der Wasserentnahmen (Bernath + Partner 1994)	
6.1	Bannalperbach Bannalpsee EWN	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	
7.1	Secklisbach Chäppelistutz EWN	Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen und Aufwertung des Landschaftbildes	X							Sanierung innerhalb KWE/EWN nicht prioritär	
Gesamtbetrachtung KWE/EWN							**Ende 2012**	**2.7 %**	keine Angaben		

Sanierungsmassnahmen für Wasserentnahmen im Kanton Nidwalden und in der Gemeinde Engelberg, Kanton Obwalden

			Sanierungsmassnahmen								
Nr.	**Fassung Gewässer Nutzerin**	**Sanierungsziele**	**keine**	**hydrologisch**	**baulich**	**betrieblich**	**Frist**	**Produktionsminderung (PM)[1]**	**Baukosten[2] (SFr.)**	**Bemerkungen[3]**	**Betroffenes Inventar**
8.1	Engelberger Aa Hostetten Steinag-Rozloch	Durchgängikeit für Fische (insbesondere Seeforelle) verbessern, Lebensraumaufwertung für aquatische Organismen, Aufwertung des Landschaftbildes		Ganzjährige Dotierung: 800 l/s	Einbau Dotiereinrichtung		**Ende 2012**	keine Angaben	keine Angaben	*Zum Umfang der maximalen Nutzwassermenge laufen zur Zeit wasserrechtliche Abklärungen. Die vorgeschlagene Sanierungsmassnahme gilt daher unter Vorbehalt.*	

Bemerkungen:

1) Unter Produktionsminderung (kWh) wird die durch die Abgabe von Dotierwasser verursachte reduzierte Energieerzeugung verstanden.
Die in der Tabelle aufgeführten prozentualen Werte sind zum einen auf die Produktion der einzelnen Fassung bezogen, zum anderen auf den Betreiber ingesamt.

2) Die in der Tabelle aufgeführten Kosten zum Einbau einer Dotiervorrichtung basieren auf Angaben (Schätzungen) der ewl.

3) Unter «nicht prioritär» wird ein Sanierungsverzicht zugunsten von ökologisch wertvolleren Strecken verstanden.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Wasserrechtskonzessionen, welche vor Inkrafttreten des Bundesgesetzes vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20), welches am 1. November 1992 in Kraft getreten ist, erteilt wurden, erfolgten in der Regel ohne Auflagen bezüglich Restwasser oder nur mit aus ökologischer Sicht unzureichenden Dotierwassermengen. D.h. oft wurden und werden die Gewässer unterhalb der Wasserentnahmen mindestens zeitweise (bei fehlendem Überfall) trocken gelegt oder die Gewässer weisen ohne bedeutendere Zuflüsse über weite Strecken einen ungenügenden Abfluss auf. Bei trocken fallenden Gewässern oder Gewässerabschnitten geht der aquatische Lebensraum gänzlich verloren. Unzureichender Abfluss führt zu einem Verlust der Strömungvielfalt, zur Vertümpelung innerhalb des Gerinnes und zur Kolmation. Im Sommer ist mit übermässiger Temperaturerhöhung, im Winter mit rascherem Gefrieren der Gewässersohle zu rechnen. Bei Abwassereinleitungen (ARA, Entlastungen) kann es zur Beeinträchtigung der Wasserqualität und insbesondere der Sauerstoffverhältnisse führen. All diese Einflüsse auf die abiotischen Verhältnisse verändern schliesslich die Lebensgemeinschaften. Generell wird der Gewässerlebensraum verkleinert aber auch qualitativ verändert. An stärkere Strömung angepasste Organismen werden beispielsweise von solchen verdrängt, die typisch für geringere Strömung sind. Die natürliche Artenzusammensetzung wird beeinträchtigt. Fische verlieren ihre Laichgebiete oder können aufgrund ungenügender Abflusstiefe nicht mehr wandern. Es kann zur Veralgung von Gewässerläufen kommen, und der Grundwasserspiegel kann abgesenkt werden.
Im Engelbergertal werden die meisten Gewässer zur Stromerzeugung ausgeleitet und genutzt. So auch die Engelberger Aa mit den beiden Fassungen Eugenisee und Obermatt sowie nahezu alle Seitengewässer. Da bis anhin bei keiner Fassung eine Restwasserdotierung vorhanden ist, sind im heutigen Zustand alle Gewässer von den oben aufgeführten Auswirkungen betroffen.

1.2 Restwassersanierung gemäss Gewässerschutzgesetz

Um die negativen ökologischen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung nicht erst beim Ablauf der Konzession oder einer wesentlichen Konzessionsänderung zu beheben bzw. zu vermindern (hier dienen die Restwasserbestimmungen gemäss Artikel 29 - 33 GSchG), weist das Gewässerschutzgesetz verschiedene Vorgaben zur Sanierung von durch Wasserentnahmen wesentlich beeinflussten Fliessgewässern auf. Gemäss Artikel 80 Abs. 1 GSchG muss ein wesentlich beeinflusstes Fliessgewässer unterhalb der Entnahmestelle nach den Anordnungen der Behörde so weit saniert werden, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich

ist (BUWAL 1991).
Die Frist für Restwassersanierungsmassnahmen gemäss Art. 80 GSchG wurde in Artikel 81 auf spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten des GSchG auf das Jahr 2007 gelegt. Am 19. Dezember 2003 hat die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft das Bundesgesetz über das Entlastungsprogramm 2003 verabschiedet. Damit wurde auch die Frist für die Sanierungsmassnahmen von 2007 bis ins Jahr 2012 erstreckt. Artikel 81 Absatz 2 GSchG lautet demnach neu: «*Sie (die Behörde) sorgt dafür, dass die Sanierungen bis spätestens Ende 2012 abgeschlossen sind.*»

1.3 Sanierungsbericht Engelbergertal

Im vorliegenden Bericht zur Sanierung von Wasserentnahmen werden die Wasserkraftanlagen des Engelbergertals sowohl im Kanton Nidwalden als auch in der Gemeinde Engelberg, Kanton Obwalden, behandelt. Eine entsprechende Zusammenstellung findet sich in der Übersicht auf den Seiten 3 ff.

Die Erarbeitung des Berichtes zur Restwassersanierung im Engelbergertal wurde der Firma AquaPlus, Zug, übertragen. Eine *kantonsübergreifende Begleitgruppe* bestehend aus Behördenvertretern (Fachbereiche Gewässerschutz, Fischerei, ...) und Kraftwerksbetreibern und unter dem Vorsitz der Landwirtschafts- und Umweltdirektion des Kantons Nidwalden wurde eingerichtet. Eine *Kerngruppe* mit Behördenvertretern der beiden Kantone Nid- und Obwalden, Kraftwerkbetreibern sowie der Firma AquaPlus unter Federführung des Amtes für Umwelt NW war für die Festlegung der Vorgehensweise sowie die Konkretisierung möglicher Sanierungsmassnahmen zuständig. Auf diese Weise konnten die betroffenen Kraftwerkbetreiber frühzeitig über den Sanierungsprozess informiert und in diesen miteinbezogen werden, mit dem Ziel, schliesslich sowohl ökologisch sinnvolle als auch wirtschaftlich tragbare Lösungen umsetzen zu können.

Der vorliegende Sanierungsbericht schlägt, basierend auf ökologischen und wirtschaftlichen Beurteilungen, Massnahmen zur Verbesserung der ökologischen Situation der von Wasserentnahmen mit wesentlichen Beeinflussungen beeinträchtigten Fliessgewässern vor. Er gliedert sich in einen allgemeinen Berichtteil und einen Teil mit den Dossiers zu den behandelten Wasserentnahmen (vgl. Inhaltsverzeichnis).

Die vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen (siehe Kapitel «Zusammenfassung» und «Dossiers der Wasserentnahmen», separater Ordner) fokussieren auf einzelne Anlagen bzw. ökologisch besonders wertvolle Gewässerabschnitte, um bei diesen im Rahmen der wirtschaftlichen Tragbarkeit ökologisch sinnvolle Verhältnisse zu schaffen.

2 Rechtliche Grundlagen

Nachfolgend sind die rechtlichen Regelungen hinsichtlich des Restwassers bei Wasserentnahmen sowie bezüglich der Erstellung der Sanierungsberichte im GSchG und in der Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) aufgeführt. Für den Sanierungsbericht sind die Artikel 80, 81 und 82 GSchG vom 24. Januar 1991 massgebend. Präzisierungen dazu finden sich in Art. 38 der GSchV. Die relevanten Gesetzesauszüge sind im Anhang A zusammengestellt.

Die Frage der Sanierung stellt sich lediglich für Anlagen mit wohlerworbenen Rechten, d.h. für welche Konzessionen oder sogenannte ehehafte Rechte vorliegen. Bei neuen Konzessionen oder Konzessionserneuerungen sind die Restwassermengen gemäss Artikel 31 GSchG uneingeschränkt einzuhalten. ***Im Rahmen der Sanierungspflicht*** bei bestehenden Anlagen ***geht es*** daher ***nicht um die Durchsetzung der Restwassermengen gemäss Art. 31 GSchG***. Eine Sanierung gmäss Art. 80 ff. GSchG geht in der Regel deutlich weniger weit.

Voraussetzung für eine Sanierungspflicht ist eine wesentliche Beeinflussung des Gewässers durch eine Wasserentnahme. Gemäss der Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 25 (Broder & Fahrländer 1997) kann in Anlehnung an Art. 30 GSchG davon ausgegangen werden, dass bei Wasserentnahmen an einem Gewässer von zusammen höchstens 20% der Abflussmenge Q_{347} (Abfluss, welcher an 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird), keine wesentliche Beeinflussung des Gewässers stattfindet. Oder anders ausgedrückt, kann bei einer grösseren Entnahmemenge eine negative Beeinflussung des Gewässers nicht ausgeschlossen werden, und die Wasserentnahme muss hinsichtlich des Sanierungsbedarfs überprüft werden.

Eine Sanierung hat im Normalfall so weit zu erfolgen, als dies *ohne entschädigungsbegründenden* Eingriff in die wohlerworbenen Rechte möglich ist. Die Grenze der Sanierung lässt sich aufgrund des vom Bundesgericht entwickelten Kriteriums der wirtschaftlichen Tragbarkeit immer nur im *konkreten Einzelfall* bestimmen (BUWAL, BWW, Regierungskonferenz der Gebirgskantone 1998; Eckert & Hunger 1998). Die Massnahmen erscheinen dann als wirtschaftlich tragbar, wenn sie «*vom technischen, wirtschaftlichen und finanziellen Standpunkt aus für den Werkeigentümer zumutbar*» sind und der Umwelt «*in materieller und ideeller Hinsicht nachweisbar einen entsprechenden Gewinn bringen*» (Eckert & Hunger 1998).

Weitergehende Sanierungsmassnahmen, d.h. *entschädigungsbebegründende* Eingriffe in wohlerworbene Rechte, ordnet die Behörde an, wenn es sich um Fliessgewässer in Landschaften oder Lebensräumen handelt, die in nationalen oder kantonalen Inventaren aufgeführt sind, oder wenn dies andere überwiegend öffentliche Interessen fordern.

3 Vorgehen zur Evaluation von Sanierungsmassnahmen

3.1 Grundlagen

Als Grundlagen für die Erarbeitung von Sanierungsvorschlägen dienten die Inventare der bestehenden Wasserentnahmen der Kantone Ob- und Nidwalden mit Angaben zu den entnommenen Wassermengen, der Restwassermengen, der Dotierwassermengen und zu den rechtlichen Verhältnissen (Kanton Obwalden 1996, Bernath+Partner 1994, Bernath+Partner 1995 und Bernath+Paulus AG 1998).
Bei allen im Engelbergertal betrachteten Wasserentnahmen handelt es sich um sogenannte «wohlerworbene Rechte». Einige der betroffenen Gewässer und Restwasserstrecken sind kantonsübergreifend. Die Kantone Nidwalden und Obwalden gingen deshalb die Sanierung der Wasserentnahmen im Engelbergertal gemeinsam an.

3.2 Generelles Vorgehen

Das methodische Vorgehen zur Erstellung des Sanierungsberichts erfolgte in Anlehnung an die Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 25 (Broder & Fahrländer 1997). Erläuterungen zum in Abbildung 3.1 dargestellten generellen Vorgehen finden sich in der erwährten Publikation. Nebst dem Inventar der Wasserentnahmen gemäss Art. 82 GSchG (Bernath & Partner 1994) lagen auch Aussagen zur wesentlichen Beeinflussung der betroffenen Gewässer und des wohlerworbenen Rechts bereits vor (Bernath & Paulus AG 1998). Demnach steigt der vorliegende Sanierungsbericht auf Stufe der ökologischen Grobbeurteilung ein.

3.3 Ökologische Grobbeurteilung

Die ökologische Grobbeurteilung (Tab. 3.1) basiert auf Daten und Angaben von kantonalen Amtstellen, hydrologischen Abklärungen, Begehungen der Fassungen, Restwasserstrecken und der Ausleitungs- bzw. der Wasserrückgabestellen sowie auf Dotierversuchen.

Daten und Angaben der kantonalen Amtsstellen:
Amt für Umweltschutz, Abt. Gewässer, Kt. NW und Dienststelle Gewässer und Fischerei, Kt. OW:
Hydrologische und abwasserspezifische Angaben.
Fachstelle Jagd und Fischerei, Kt. NW und Dienststelle Gewässer und Fischerei, Kt. OW:
Fischereiliche Angaben.
Amt für Raumentwicklung, Kt. NW und Amt für Raumentwicklung und Verkehr. Kt. OW:
Angaben zu betroffenen Inventaren.

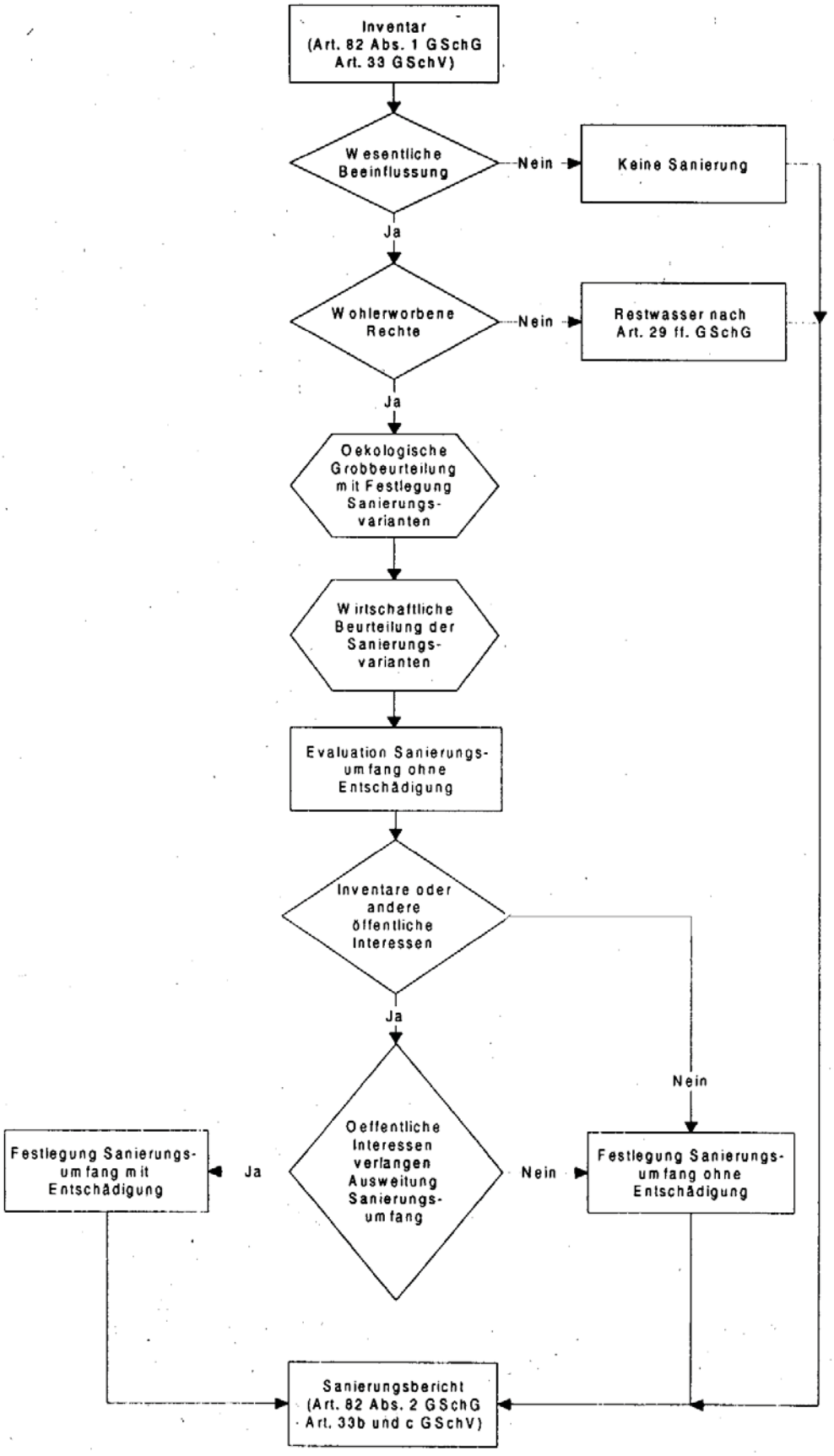


Abb. 3.1. Ablaufschema für die Erstellung des Sanierungsberichts der Wasserentnahmen (aus Broder und Fahrländer 1997).

Tab. 3.1: Ökologische Beurteilung

Kraftwerk:		Restwasserstrecke:	

Schritt 1: Bestimmung der Ausgangswassermenge

Berechnungswassermenge	Ausgangswassermenge Art. 32 Bst. a GSchG AWM1 (l/s)	Ausgangswassermenge Gewässererscheinungsbild AWM2 (l/s)	Massgebende Ausgangswassermenge AWM (l/s)
Mindestrestwassermenge nach modifizierter Formel Matthey	Mindestrestwassermenge auf einer Strecke von 1000 m unterhalb der Wasserentnahme aus Gewässer höher als 1700 m.ü.M. mit Q347 < 50 l/s	Mindestrestwassermenge bei Nichtfischgewässern	Rechengrösse bei Sanierungen zur Bestimmung der einzuhaltenden Restwassermeng

Schritt 2: Bestimmung der Dotierwassermengen unter Berücksichtigung allfälliger baulicher Massnahmen

DWRM	FG	V1	**DWMG**	GEB	WQV	WHM	NLR	FW	FLA	ZW1	V2	**DWM1**	GBW	LAS	NS	WQW	WHW	BEW	ASZ	ZW2	V3	**DWM2**
=AWM, Dotierwassermenge Referenzvariante	Fischgewässer-Wassermenge =(DWRM +FW)/2	=Versickerungbei FG	Dotierwassermenge Grundvariante =FG+V1	Gewässererscheinungsbild =AWM2	Wasserqualitätsvorschriften	Wasserhaushaltsminimum (Speisung Grundwasser)	Naturschutz Lebensräume	Fischwanderungstiefe	Fischlaich-Aufzuchtgewässer	Zwischenwert1 = Max. (GEB, WQV, WHM, NLR, FW, FLA)	=Versickerung bei ZW1	=Dotierwassermenge Ökologievariante 1 = ZW1 + V2	Gew-Erscheinungsbild mit weitergehenden Anford. abhängig von Q-347, Tab 1 Mit. GSch 25	Landschaftsschutz	Naturschutz	Wasserqualität mit weitergehenden Anforderungen	Wasserhaushalt mit weitergehenden Anforderungen	Bewässerung von Landwirtschaftsböden	Andere Schutzziele	Zwischenwert2= Max. (GBW, LAS, NS, WQW, WHW, BEW, ASZ)	=Versickerung bei ZW2	=Dotierwassermenge Ökologievariante 2 = ZW2 + V3

Schritt 3: Grundlagen für die wirtschaftliche Beurteilung

	Bestehendes Nutzungsrecht	Referenzvariante; DWRM	Grundvariante, DWMG	Ökologievariante 1, DWM1	Ökologievariante 2, DWM2
Dotierwassermenge					
Andere Massnahmen					
Wirtschaftliche Beurteilung nötig? (Nein, falls Dotierwassermenge nach bestehendem Nutzungsrecht < als Dotiervariante)					
Bemerkungen					

Hydrologische Abklärungen

Erste hydrologische Abklärungen wurden durch Bernath & Paulus AG (1998) vorgenommen. Es ging dabei insbesondere um die für die Bestimmung der Restwassermenge wichtige Abflussgrösse Q_{347}, welche den Abfluss angibt, der an 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird. Für die Fassungen an den hier in der Mehrzahl kleineren Gewässern, wurde im Rahmen der Erarbeitung des Sanierungsberichtes mit Hilfe von Produktionszahlen der Kraftwerkbetreiber (über 10 Jahre gemittelt) das Q_{347} ermittelt. Schliesslich konnte daraus auch abgeleitet werden, ob es sich um ein permanentes oder temporäres Gewässer handelt ($Q_{347} > 0$ l/s) und bei Letzterm gemäss Art. 29 GSchG keine Sanierungspflicht bestehen würde.

Aus den Produktionszahlen liess sich auch die Abflussganglinie rekonstruieren. Die schwankenden Abflüsse im Jahresverlauf wurden für die entsprechenden Fassungen zusätzlich über den hydrologischen Atlas (BWG 2001) anhand von Abflussregimetyp, Referenzgewässern und den zugehörigen Pardé- Koeffizienten verifiziert.

Details der Hydrologie zu den einzelnen Fassungen sind den «Dossiers der Wasserentnahmen» (separater Ordner) zu entnehmen.

Feldbegehungen

Die Begehungen der Fassungen und Restwasserstrecken sowie die Beurteilung der Ausleitungs- und Rückgabestellen des Wassers erfolgten unter Beachtung folgender ökologisch relevanter Punkte:

a) Vernetzung von Lebensräumen
b) Durchgängigkeit für Wasserorganismen
c) Fischökologische Aspekte
d) Naturkundliche Bedeutung / Biotopschutz
e) Landschaftliche Bedeutung
f) Wasserqualität / Wasserhygiene.

Die Begehungen wurden mit Vertretern der jeweiligen Kraftwerke durchgeführt, wofür ihnen an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Basierend auf den Angaben der kantonalen Behörden sowie den Erkenntnissen aus den Feldbegehungen wurde das ökologische Potential der Restwasserstrecken beurteilt.

Dotierversuche

In der Engelberger Aa wurden innerhalb von zwei Restwasserstrecken grössere Versickerungenstellen vermutet (EAWAG 1991). Um genauere Angaben über den Umfang der Versickerungen in der Engelberger Aa unterhalb der Fassungen Eugenisee und Obermatt zu erlangen und als Entscheidungshilfe für die Bestimmung minimaler Restwassermengen wurden bei beiden Fassungen Dotierversuche durchgeführt. Die Berichte und die dazugehörigen Fotodokumentationen finden sich in den Anhängen C und D.

3.4 Ausarbeitung von Sanierungsvarianten

Sanierungsvarianten auf Stufe Fassung

Die ökologische Grobbeurteilung erfolgte in einem ersten Schritt für alle Fassungen durch die Abstufung von Dotierwassermengen entsprechend dem Vorgehen in den Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 25 (Broder & Fahrländer 1997). Es resultierten vier verschiedene Varianten (siehe Tab. 3.1):

- Referenzvariante
- Grundvariante
- Ökologievariante 1
- Ökologievariante 2

Die Varianten stellen ein grobes Gerüst für allfällige Dotierwassermengen dar. Für die einzelnen Fassungen bzw. Restwassertrecken wurden deshalb in einem zweiten Schritt zusätzlich die spezifischen ökologischen und hydrologischen Verhältnisse soweit als möglich miteinbezogen. Die in diesem Bericht vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen weichen deshalb von den starren Varianten gemäss Broder & Fahrländer (1997) ab. Die vorgeschlagenen Massnahmen lassen sich in die Rubriken hydrologische und bauliche Massnahmen gliedern (Details sind in den Dossiers der Wasserentnahmen, separater Ordner, zu finden). Betriebliche Massnahmen wurden keine definiert.

Sanierungsvarianten auf Stufe Kraftwerksbetreiber

Im Engelbergertal betreiben zwei Kraftwerkbetreiber mehrere Kraftwerke bzw. Fassungen. Bei der Analyse möglicher Massnahmen zeigte sich, dass eine Sanierung aller Wasserentnahmen weder ökologisch noch ökonomisch die sinnvollste Lösung darstellt. Der Fokus für Sanierungsmassnahmen wurde daher auf ökologisch besonders wertvolle Strecken gelegt. Bei den übrigen Fassungen wird auf eine Sanierung verzichtet.

3.5 Wirtschaftliche Beurteilung der Sanierungsvarianten

Die Abschätzung der wirtschaftlichen Tragbarkeit der Sanierungsvarianten wurde durch die Kraftwerkbetreiber durchgeführt. In einer ersten Phase hatten diese für die aufgrund der ökologischen Grobbeurteilung erarbeiteten Sanierungsmassnahmen (Kap. 3.3) bzw. Dotierwasservarianten die entsprechenden wirtschaftlichen Auswirkungen hinsichtlich der Produktionsminderung und der Erhöhung der Gestehungskosten zu prüfen und darzulegen. Nachdem sich gezeigt hatte, dass Einzellösungen kaum zu ökologisch und ökonomisch sinnvollen Resultaten führen, wurde die Wirtschaftlichkeit spezifischer «Paketlösungen» auf Stufe Kraftwerksbetreiber beurteilt. Als Beurteilungskriterum diente die prozentuale Verminderung der Energieproduktion. Die Angabe der prozentualen Erhöhung der Gestehungskosten (auf Kostenbasis 2010) waren zwischen den Kraftwerksbetreiber nicht vergleichbar, so dass auf die Berücksichtigung dieses Parameters bei der Beurteilung der wirtschaftlichen Auswirkungen der Sanierungsmassnahmen verzichtet wurde.

3.6 Evaluation des Sanierungsumfanges *ohne* Entschädigung

Der Umfang der Sanierung ohne Entschädigungspflicht wurde auf der Grundlage der ökologischen Grobbeurteilung und der wirtschaftlichen Beurteilung festgelegt. Die Interessenabwägung wurde unter folgenden Gesichtspunkten vorgenommen:

Interessen für eine Sanierung:

- Öffentliche ökologische Interessen
- Öffentliche Interessen an gesicherter Versorgung/Entsorgung (Trinkwasser/Abwasser)
- Fischereiwirtschaftliche Interessen
- Touristische und landschaftsästethische Interessen

Interessen gegen eine Sanierung:

- Öffentliches Interesse an der Energieversorgung
- Öffentliches Interesse an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen
- Öffentliche wirtschaftspolitische Interessen (Erhalt der Standortgunst)
- Private wirtschaftliche Interessen

Details zu den empfohlenen Massnahmen ohne Entschädigungspflicht für die einzelnen Fassungen sind im Kapitel 4 und in den entsprechenden Faktenblätter in den Dossiers der Wasserentnahmen (separater Ordner) zu finden.

3.7 Evaluation des Sanierungsumfanges *mit* Entschädigung

Für die durch Wasserentnahmen wesentlich beeinträchtigten Restwasserstrecken wurde geprüft, ob sie innerhalb von Inventaren des Bundes oder der Kantone Nid- und Obwalden gelegen sind bzw. allfällige Schutzziele die genutzten Gewässer betreffen. Dies war bei keiner Fassung bzw. Restwasserstrecke der Fall, so dass keine Sanierungsmassnahmen mit Entschädigungspflicht gegenüber den Betreibern vorgesehen sind.

4 Sanierungsmassnahmen

4.1 Sanierungsvarianten auf Stufe Fassung

Insgesamt werden 22 Wasserfassungen im vorliegenden Bericht behandelt (Abb. 4.1). Für 18 Wasserentnahmen wurden verschiedene Sanierungsvarianten auf ihren ökologischen Nutzen und ihre Wirtschaftlichkeit hin geprüft. Diese Dotiervarianten sind im Detail in den Dossiers der Wasserentnahmen (separater Ordner) aufgeführt. Die Fassungen 3.2 Erlenbach und 3.3 Grundwasser, Engelberg sind in den Abflussberechnungen der Engelberger Aa (Fassung 3.1 beim Eugenisee) berücksichtigt. Für die beiden Fassungen 1.1 Trüebsee sowie 5.2 Chaltibach liegen keine detaillierten Erhebungen vor, sie sind von untergeordneter Sanierungspriorität.

4.2 Sanierungsvarianten auf Stufe Kraftwerkbetreiber

Aufgrund ihres grossen ökologischen Potentials der Restwasserstrecken wurden für 6 Fassungen - drei an der Engelberger Aa (Eugenisee, Obermatt und Hostetten) und je eine beim Arnibach (unten), beim Trüebenbach (unten) und beim Luterseebach - Sanierungsmassnahmen fomuliert (Tab. 4.1 und Abb. 4.2).

Tab. 4.1 Übersicht über die im Rahmen der Restwassersanierung zur Sanierung empfohlenen Wasserentnahmen (grün) und die damit verbundenen wirtschaftlichen Veränderungen auf Stufe Betreiber. (Unter «nicht prioritär» wird ein Sanierungsverzicht zugunsten von ökologisch wertvolleren Strecken verstanden.)

Betreiber	Kraftwerk	Fassung	betroffenes Gewässer	ökol. Potential Sanierungsbedarf RW-Strecke	Sanierung	Δ Produktion
ewl	Arni	2.1 Arnibach oben	Arnibach	mittel	nicht proritär	-2.4%
		2.2 Wangbach	Wangbach	gering	nicht proritär	
		2.3 Trüebenbach oben	Trüebenbach	mittel	nicht proritär	
	Obermatt	3.1 Eugenisee	Engelberger Aa	gross	Dotierung	
		3.4 Arnibach unten	Arnibach	gross	Dotierung	
		3.5 Trüebenbach	Trüebenbach	gross	Dotierung	
		3.6 Schuemettlenbach	Schuemettlenbach	gering	nicht proritär	
		3.7 Eugenibach oben	Eugenibach	gering	nicht proritär	
KWE/EWN	Trüebsee	1.1 Trüebsee	Trüebseebach	gering	nicht proritär	-
	Dallenwil	5.1 Obermatt	Engelberger Aa	oben: gross unten: gering-mittel	Dotierung	-2.7 %
		5.3 Luterseebach	Luterseebach	oben gering unten: mittel	Aufhebung	
		5.4 Gerbibach	Gerbibach	mittel	nicht proritär	
		5.5 Grüeblenbach	Grüeblenbach	mittel	nicht proritär	
		5.6 Gerlibach	Gerlibach	gering	nicht proritär	
		5.7 Fallenbach	Fallenbach	gering	nicht proritär	
		5.8 Eugenibach unten	Eugenibach	mittel	nicht proritär	
	Oberrik-kenbach	6.1 Bannalpsee	Bannalperbach	mittel	nicht proritär	
	Wolfen-schiessen	7.1 Chäppelistutz	Secklisbach	mittel	nicht proritär	
STEINAG-Rozloch	Hostetten	8.1 Hostetten	Engelberger Aa	mittel-gross	Dotierung	nicht berechnet

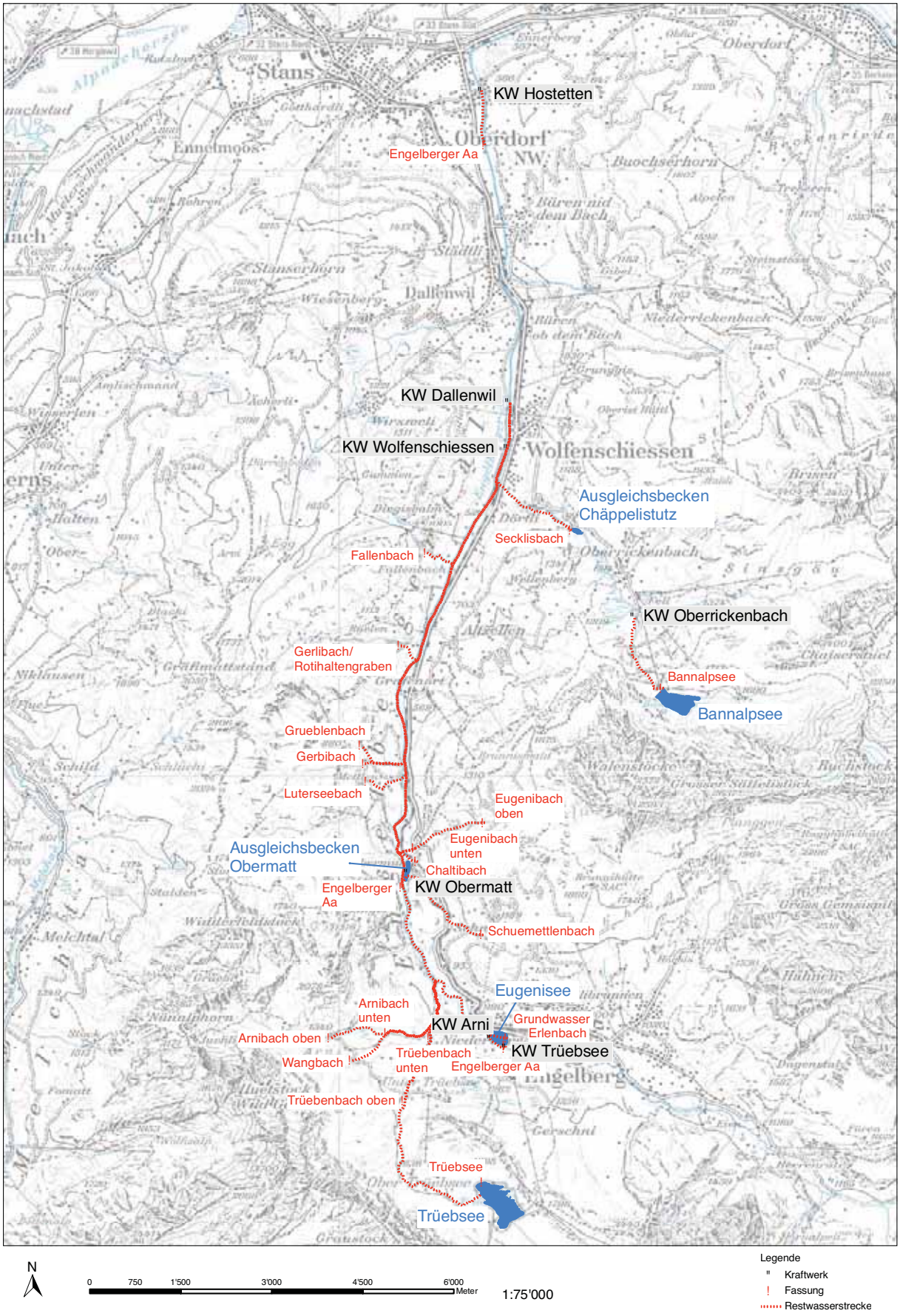


Abb. 4.1. Übersicht der behandelten Wasserentnahmen und die zugehörigen Restwasserstrecken

Die Engelberger Aa stellt den Hauptfluss des Tales dar und bildet das prägende Landschaftselement. Ausserdem ist die Engelberger Aa nach der Sanierung des Ambauenwehrs in Buochs bei ausreichender Restwassermenge bis Obermatt für Fische - und hier insbesondere für die stark gefährdete Seeforelle - durchgängig. Nicht zuletzt werden die morphologischen Gegebenheiten in der Engelberger Aa in Zusammenhang mit dem Hochwasserschutzprojekt, Etappen 5 und 6, Aufwertungen erfahren, so dass eine Restwassersanierung zusätzlichen Nutzen zeigen wird.
Der Trüeben- und der Arnibach bilden im Unterlauf ein ökomorphologisch intaktes Gewässersystem. Die Sanierung dieser beiden Zuflüsse der Engelberger Aa wirkt sich positiv sowohl durch verbesserte Abflussverhältnisse in den jeweiligen Restwasserstrecken selbst als auch indirekt auf den Abfluss in der Restwasserstrecke der Engelberger Aa aus.
Die Aufhebung der Fassung Luterseebach führt einerseits zur Wiederherstellung eines ständig wasserführenden Seitengewässers, andererseits erfolgt eine zusätzliche Dotierung der Engelberger Aa in einem Versickerungsabschnitt. Aus ökonomischer Sicht eignet sich diese Massnahme, da der Unterhalt der Fassung sehr kostspielig ist.
Die restlichen Fassungen wurden als nicht proritär eingestuft, bzw. wird ein Sanierungsverzicht zu Gunsten der Sanierung der oben erwähnten Restwasserstrecken empfohlen.

4.3 Fassung Nr. 3.1 Engelberger Aa, Eugenisee

a) Beschrieb Ist-Zustand

Strukturell beinhaltet die Restwasserstrecke der Engelberger Aa zwischen Eugenisee und Obermatt die Voraussetzungen für ein grosses ökologisches Aufwertungspotenzial. Das Kraftwerk Obermatt der Energie Wasser Luzern (ewl) entnimmt unter anderem der Engelberger Aa beim Eugenisee Wasser zwecks Stromerzeugung. Durch die Wasserentnahme wird eine Restwasserstrecke von insgesamt 3.5 km erzeugt (Abb. 4.1, 4.2). Derzeit wird in diese Restwasserstrecke kein Dotierwasser abgegeben und sie fällt während eines grossen Teils des Jahres trocken, zumindest bis zur Einleitung der ARA Engelberg nach rund 1.2 km. Anschliessend wird von einer permanenten Benetzung der Engelberger Aa ausgegangen. Die Restwasserstrecke zwischen Eugenisee und Obermatt bildet gemäss Aussagen der Fischerreiverwaltung Obwalden und Bratrich (1994) einen fischereilich sehr wertvollen Abschnitt in der Engelberger Aa. Weitere Details zu dieser Fassung und ihrer Restwasserstrecke sind dem Dossier der Wasserentnahmen (separater Ordner) und dem Bericht über den Dotierversuch Engelberger Aa, Fassung Eugenisee (Anhang C) zu entnehmen.

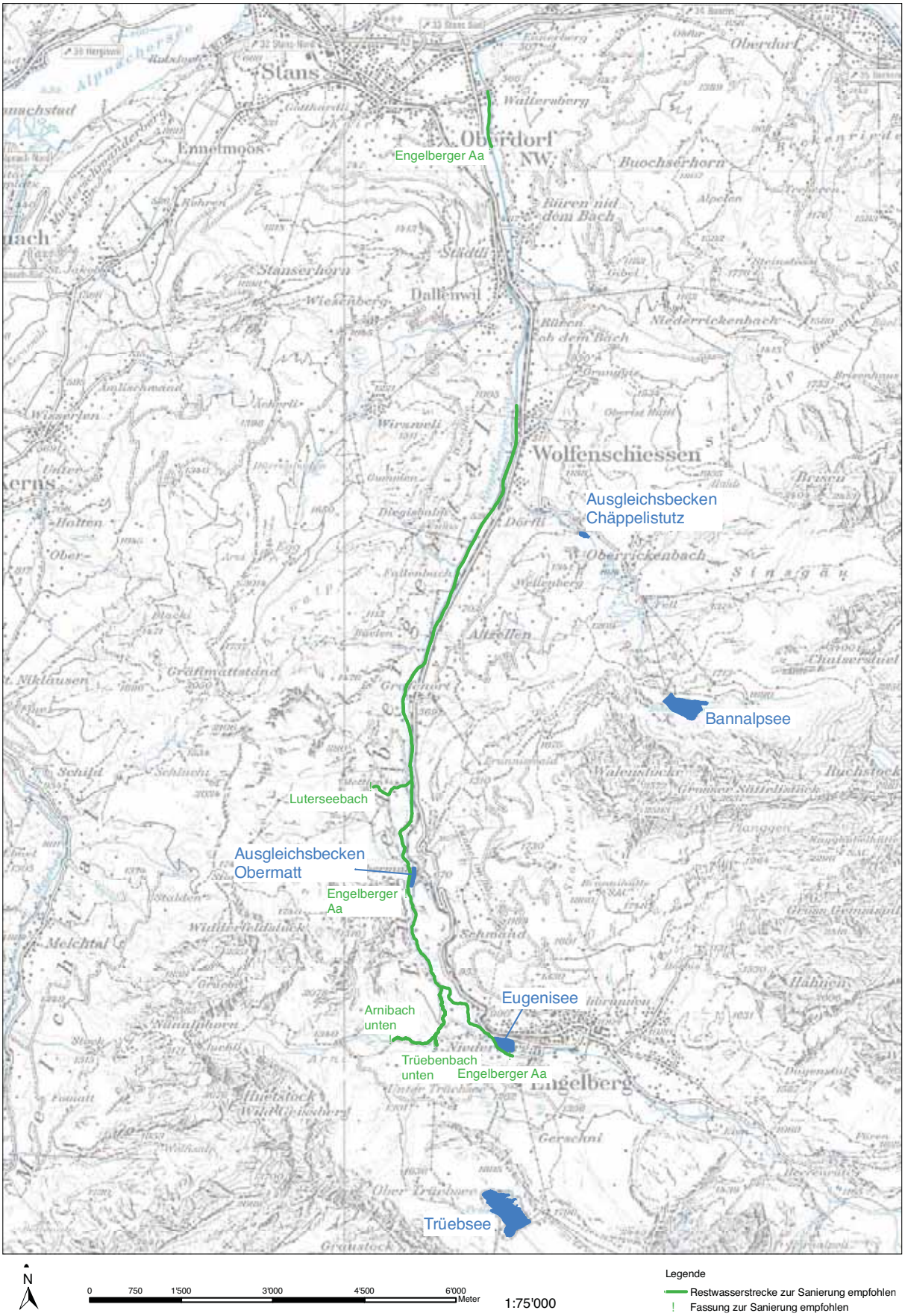


Abb. 4.2 Übersicht der zur Sanierung empfohlenen Wasserentnahmen und die zugehörigen Restwasserstrecken

b) Sanierungsziele

Durchgängigkeit für Fische verbessern,

Lebensraum für aquatische Organismen aufwerten,

Verdünnung des Abwassers der ARA Engelberg erzielen,

Landschaftbild aufwerten.

c) Sanierungsmassnahmen

Zur Sanierung der Wasserentnahme Nr. 3.1 Eugenisee, Engelberger Aa, wird die folgende saisonal abgestufte Dotierung empfohlen:

Dezember - März:	120 l/s
April:	155 l/s
Mai - Oktober:	190 l/s
November:	155 l/s.

d) Potentielle Auswirkungen der Restwassersanierung

Durch die Abgabe von Dotierwasser können verschiedene gewässerökologische und landschaftliche Verbesserungen in der Restwasserstrecke erzielt werden:

- Neuschaffung eines permanenten benetzten Fliessgewässerstücks von 1.2 km Länge und ca. 1 ha Fläche.
- Verbesserung der Fischdurchgängigkeit in der gesamten Restwasserstrecke.
- Neuschaffung von potenziellem Jungfisch- und Laichhabitat für die Bachforelle v.a. im Flachstück beim Eugenisee und von Adulthabitat in der Schluchtstrecke.
- Neuschaffung von Habtitaten für aquatische Wirbellose.
- Aufwertung des Landschaftsbilds durch optische und akustische Wahrnehmung der Engelberger Aa, v.a. in der Schluchtstrecke.
- Verdünnung des Abwassers aus der ARA Engelberg.

Durch die empfohlene Dotierung der Fassungen Nr. 3.4 Arnibach unten und Nr. 3.5 Trüebenbach unten werden nach 1.8 km zusätzlich ganzjährig 45 l/s in die Restwasserstrecke der Engelberger Aa abgegeben (Kap. 4.2.2 und 4.2.3).

4.4 Fassung Nr. 3.4 Arnibach, Arnibach unten

a) Beschrieb Ist-Zustand

Der Arnibach bildet den wichtigsten Zufluss des Trüebenbachs. Der Arnibach und sein Einzugsgebiet werden mehrfach zur Stromerzeugung durch die ewl genutzt. (Abb. 4.1, 4.2). Durch die Fassung Nr. 3.4 Arnibach unten wird eine 750 m lange Restwasserstrecke erzeugt, in die derzeit kein Restwasser abgegeben wird. Die gesamte Restwasserstrecke bis zur Mündung in den Trüebenbach befindet sich ökomorphologisch in einem natürlichen Zustand. Eine Vernetzung mit dem Trüebenbach ist vorhanden und birgt ein entsprechend hohes gewässerökologisches Potenzial.

b) Sanierungsziele

Erhalt der Fischpopulation,
Lebensraum für aquatische Organismen aufwerten,
Aufwertung des Landschaftbildes.

c) Sanierungsmassnahmen

Zur Sanierung der Wasserentnahme 3.4 Arnibach unten wird die folgende ganzjährige Dotierung empfohlen:

ganzjährig: 25 l/s.

d) Potentielle Auswirkungen der Restwassersanierung

Durch die Abgabe von Dotierwasser können verschiedene gewässerökologische und landschaftliche Verbesserungen in der Restwasserstrecke erzielt werden:

- Verbesserung der Fischdurchgängigkeit in der gesamten Restwasserstrecke.
- Verbesserung von potenziellem Lebensraum für die Bachforelle.
- Verbesserung von Habtitaten für aquatische Wirbellose.
- Aufwertung des Landschaftsbilds durch optische und akustische Wahrnehmung des Arnibachs.
- Erhöhung des Abflusses in der Restwasserstrecke des Trüebenbachs bis zur Mündung in die Engelberger Aa auf 1 km Länge.
- Erhöhung des Abflusses in der Restwasserstrecke der Engelberger Aa bis Obermatt auf 1.7 km Länge.

4.5 Fassung Nr. 3.5 Trüebenbach, Trüebenbach unten

a) Beschrieb Ist-Zustand

Der Trüebenbach bildet den wichtigsten Zufluss in die Restwasserstrecke der Engelberger Aa zwischen Eugenisee und Obermatt. Der Trüebenbach und sein Einzugsgebiet werden mehrfach zur Stromerzeugung durch KWE (Trüebsee) und ewl genutzt (Abb. 4.1, 4.2). Durch die Fassung Nr. 3.5 Trüebenbach unten wird eine 1 km lange Restwasserstrecke erzeugt, in die derzeit kein Restwasser

abgegeben wird. Die gesamte Restwasserstrecke bis zur Mündung in die Engelberger Aa befindet sich ökomorphologisch in einem natürlichen Zustand. Eine Vernetzung mit dem Arnibach und der Engelberger Aa ist vorhanden und beinhaltet ein entsprechend hohes gewässerökologisches Potenzial.

b) Sanierungsziele

Erhalt der Fischpopulation,
Lebensraum für aquatische Organismen aufwerten,
Aufwertung des Landschaftbildes.

c) Sanierungsmassnahmen

Zur Sanierung der Wasserentnahme 3.5 Trüebenbach unten wird die folgende ganzjährige Dotierung empfohlen:

ganzjährig: 20 l/s.

d) Potentielle Auswirkungen der Restwassersanierung

Durch die Abgabe von Dotierwasser können verschiedene gewässerökologische und landschaftliche Verbesserungen in der Restwasserstrecke erzielt werden:

- Verbesserung der Fischdurchgängigkeit in der gesamten Restwasserstrecke.
- Verbesserung von potenziellem Lebensraum für die Bachforelle.
- Verbesserung von Habtitaten für aquatische Wirbellose.
- Aufwertung des Landschaftsbilds durch optische und akustische Wahrnehmung des Trüebenbachs.
- Erhöhung des Abflusses in der Restwasserstrecke der Engelberger Aa bis Obermatt auf 1.7 km Länge.

Der Arnibach mündet kurz unterhalb der Fassung Nr. 3.5 Trüebenbach unten in die Restwasserstrecke des Trüebenbachs. Durch die empfohlene Dotierung der Fassungen Nr. 3.4 Arnibach unten werden zusätzlich ganzjährig 25 l/s in praktisch der gesamten Restwasserstrecke des Trüebenbachs fliessen (Kap. 4.5).

4.6 Fassung Nr. 5.1 Engelberger Aa, Obermatt

a) Beschrieb Ist-Zustand

Das Kraftwerk Dallenwil der Kraftwerke Engelbergeraa AG (KWE) entnimmt unter anderem der Engelberger Aa bei Obermatt Wasser zwecks Stromerzeugung. Durch die Wasserentnahme wird eine Restwasserstrecke von insgesamt 8.3 km erzeugt (Abb. 4.1, 4.2). Derzeit wird in diese Restwasserstrecke kein Dotierwasser abgegeben und sie fällt während eines grossen Teils des Jahres über weite Strecken bis zum Grundwasseraufstoss zwischen der Mündung des Gerlibachs bzw. Rotihaldengraben (Kantonsgrenze Nidwalden/Obwalden) und der Mündung des Chaltibachs bei Grafenort nach rund 4 km trocken. Durch die geringe ökomorphologische Beeinträchtigung zwischen Obermatt und

der Kantonsgrenze weist die Engelberger Aa ein hohes ökologisches Potenzial auf. Die untere Hälfte der Restwasserstrecke zwischen der Kantonsgrenze und Wolfenschiessen ist aufgrund der teilweise starken Verbauung und der Begradigung ökomorphologisch oft stark beeinträchtigt. Das ökologische Potenzial ist hier derzeit als gering bis mittel einzustufen. Im Rahmen des Hochwasserschutzprojektes Engelberger Aa wird diese Strecke ökomorphologisch aufgewertet, das ökologische Potential wird damit deutlich erhöht. Als wichtiger Wanderkorridor für die aus dem Vierwaldstättersee aufsteigende stark gefährdete Seeforelle kommt diesem Abschnitt überdies eine zusätzliche grosse Bedeutung zu, da mit ausreichender Restwasserführung ein Aufstieg der Seeforelle (und weiteren Fischarten) bis Obermatt möglich wird. Deshalb wird diese Restwasserstrecke ebenfalls als prioritär für eine Sanierung behandelt. Weitere Details zu dieser Fassung und ihrer Restwasserstrecke sind dem Dossier der Wasserentnahmen (separater Ordner) und dem Dotierversuch Engelberger Aa, Fassung Obermatt (Anhang D) zu entnehmen.

b) Sanierungsziele

Durchgängigkeit für Fische verbessern bzw. ermöglichen,
Lebensraum für aquatische Organismen aufwerten,
Landschaftbild aufwerten.

c) Sanierungsmassnahmen

Zur Sanierung der Wasserentnahme Nr. 5.1 Obermatt in der Engelberger Aa wird die folgende saisonal abgestuften Dotierung empfohlen:

Dezember - März:	220 l/s
April:	250 l/s
Mai - Oktober:	300 l/s
November:	250 l/s.

d) Potentielle Auswirkungen der Restwassersanierung

Durch die Abgabe von Dotierwasser können verschiedene gewässerökologische und landschaftliche Verbesserungen in der Restwasserstrecke erzielt werden:

- Neuschaffung eines permanenten benetzten Fliessgewässerstücks von 1.6 km Länge und ca. 4.5 ha Fläche.
- Verbesserung der Fischdurchgängigkeit inbesondere auch für die stark gefährdete Seeforelle in der gesamten Restwasserstrecke.
- Neuschaffung von potenziellem Jungfisch- und Laichhabitat für die stark gefährdete Seeforelle.
- Neuschaffung von potenziellem Habitat für alle Altersstadien der Bachforelle und der Groppe.
- Neuschaffung von Habtitaten für aquatische Wirbellose.
- Aufwertung des Landschaftsbilds durch optische und akustische Wahrnehmung der Engelberger Aa.

- Leichte Dämpfung des Schwall-/Sunk-Regimes in der Engelberger Aa unterhalb der Wasserrückgabe der Kraftwerke Wolfenschiessen und Dallenwil.

Durch die empfohlene Aufhebung der Fassungen Nr. 5.3 Luterseebach werden nach rund 2.5 km zusätzlich ganzjährig mindestens 20 l/s (Q_{347}) in die restliche Restwasserstrecke der Engelberger Aa eingespiesen (Kap. 4.7).

4.7 Fassung Nr. 5.3 Luterseebach

a) Beschrieb Ist-Zustand

Der Luterseebach bildet einen linksseitigen Zufluss der Engelberger Aa bei Mettlen oberhalb Grafenort. Er wird zur Stromerzeugung durch die KWE genutzt (Abb. 4.1). Durch die Fassung Nr. 5.3 Luterseebach wird eine 750 m lange Restwasserstrecke erzeugt, in die derzeit kein Restwasser abgegeben wird. Der obere Abschnitt der Restwasserstrecke weist trotz natürlichen Verhältnissen aufgrund seiner Steilheit nur ein kleines ökologisches Potenzial auf. Im unteren Bereich ist die Restwasserstrecke ökomorphologisch leicht bis stark beeinträchtigt. Die Durchgängigkeit in der Restwasserstrecke ist von der Engelberger Aa bis zur Talflanke grundsätzlich gewährleistet, sofern das dazunotwendige Wasser vorhanden ist. Das ökologische Potenzial im Unterlauf ist als mittel einzustufen.
Durch die zusätzliche Alimentierung der Engelberger Aa im Bereich der Versickerungsstrecke, wird der ökologische Nutzen stark gewichtet.

b) Sanierungsziele

Durchgängigkeit für Fische verbessern,
Lebensraum für aquatische Organismen aufwerten,
Aufwertung des Landschaftsbildes.

c) Sanierungsmassnahmen

Zur Sanierung der Wasserentnahme 5.3 Luerseebach wird die Aufhebung und der vollständige Rückbau der Fassung empfohlen. Dadurch lässt sich der natürliche hydrologische Zustand des Luterseebachs wieder herrichten, verbunden mit verschiedenen gewässerökologischen und landschaftlichen Verbesserungen:

- Aufhebung der bestehenden Restwasserstrecke von 750 m Länge und Wiederinstandstellung der natürlichen Abflussverhältnisse.
- Verbesserung der Fischdurchgängigkeit im Unterlauf des Luterseebachs.
- Verbesserung von potenziellem Lebensraum für die Bachforelle und die Groppe.
- Verbesserung von Habtitaten für aquatische Wirbellose.
- Aufwertung des Landschaftsbilds durch optische und akustische Wahrnehmung des Luterseebachs.

- Erhöhung des Abflusses in der Restwasserstrecke der Engelberger Aa bis zur Wasserrückgabe des Kraftwerks Dallenwil auf 5.8 km Länge.

4.8 Fassung Nr. 8.1 Engelberger Aa, Hostetten

a) Beschrieb Ist-Zustand

Die Fassung Hostetten der STEINAG-Rozloch liegt an der Engelberger Aa bei Hostetten (Abb. 4.1). Durch die Fassung Nr. 8.1 Hostetten wird eine 1 km lange Restwasserstrecke erzeugt, in die derzeit kein Restwasser abgegeben wird. Je nach Wasserführung fliesst bei Überlauf meist ein variabler Anteil des Abflusses über die Fischaufstiegshilfe ab. Die oberen 0.9 km der Restwasserstrecke befinden sich in einem leicht beeinträchtigen Zustand. Dieser Abschnitt der Engelberger Aa weist ein hohes ökologisches Potenzial auf. Das unterste Stück oberhalb der Wasserrückgabe ist ökomorphologisch stark beeinträchtigt, begradigt und die Ufer sind verbaut. Die Durchgängigkeit der Restwasserstrecke ist durch die Wasserentnahme vor allem im Winterhalbjahr beeinträchtig. Die Fassung Hostetten bildet vermutlich für Groppen und Jungfische ein Wanderhindernis. Zusätzlich liegen starke Abflussschwankungen (Schwall/Sunk) infolge der oberhalb liegenden Wasserkraftnutzungen in der Engelberger Aa sowie des Secklisbaches vor. Das ökologische Potenzial im Unterlauf ist als mittel einzustufen.

b) Sanierungsziele

Durchgängigkeit für Fische verbessern,
Lebensraum für aquatische Organismen aufwerten,
Aufwertung des Landschaftsbildes.

c) Sanierungsmassnahmen

Zur Sanierung der Wasserentnahme Nr. 8.1 Hostetten in der Engelberger Aa wird die folgende Dotierung empfohlen:

ganzjährig 800 l/s.

d) Potentielle Auswirkungen der Restwassersanierung

Durch die Abgabe von Dotierwasser können verschiedene gewässerökologische und landschaftliche Verbesserungen in der Restwasserstrecke erzielt werden:

- Neuschaffung eines permanenten benetzten Fliessgewässerstücks
- Verbesserung der Fischdurchgängigkeit inbesondere für die stark gefährdete Seeforelle.
- Neuschaffung von potenziellem Jungfisch- und Laichhabitat für die stark gefährdete Seeforelle.
- Neuschaffung von potenziellem Habitat für alle Altersstadien der Bachforelle und der Groppe.
- Neuschaffung von Habtitaten für aquatische Wirbellose.
- Leichte Dämpfung des Schwall-/Sunk-Regimes in der Engelberger Aa in der Restwasserstrecke.

5 Literaturverzeichnis

Ammann M. (1993) Das durch Wasserkraftnutzung veränderte Abflussregime eines alpinen Fliessgewässers und seine Auswirkung auf das Makrozoobenthos, Zürich, Dissertation ETH Nr. 10107.

AquaPlus (2006) Koordinierte Dauerüberwachung der Fliessgewässer in den Urkantonen (UR, SZ, OW, NW) und den angrenzend Gebieten des Kantons LU.

AquaPlus (2008) Koordinierte Dauerüberwachung der Fliessgewässer in den Urkantonen (UR, SZ, OW, NW) und den angrenzend Gebieten des Kantons LU.

AquaPlus (2009) Koordinierte Dauerüberwachung der Fliessgewässer in den Urkantonen (UR, SZ, OW, NW) und den angrenzend Gebieten des Kantons LU.

Aquarius (2000) Beurteilungshilfe zur Klassierung von Fliessgewässern als Nichtfischgewässer nach Art. 32 Bst. b GSchG. Amt für Umwelt und Amt für Jagd und Fischerei Kanton St. Gallen.

Aquarius (2000) Beurteilungshilfe für die Erhöhung der Restwassermenge nach Art. 31 Abs. 1 GSchG aufgrund fischereilicher Aspekte nach Art. 32 Abs. 2 GSchS. Amt für Umwelt und Amt für Jagd und Fischerei Kanton St. Gallen.

Baumann P., Klaus I. (2003) Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebes - Ergebnisse einer Literaturstudie. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 75. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

Bernath + Partner, Niederer & Pozzi (1994) Inventar der Wasserentnahmen nach Art. 82 GSchG im Kanton Nidwalden und in der Gemeinde Engelberg (OW).

Bernath + Partner, Niederer & Pozzi (1995) Bericht zum Inventar der Wasserentnahmen nach Art. 82 GSchG im Kanton Nidwalden und in der Gemeinde Engelberg (OW).

Bernath + Paulus AG (1998) Restwassersituation Kanton Nidwalden, Restwassermengen, Restwasserstrecken, Grundlage für den Sanierungsbericht nach Art. 80 ff. GSchG.

Botschaft zur Revision des Gewässerschutzgesetzes BBl (1987) Bern. S. 1133.

Bratrich C. (1994) Ökomorphologie und Biologie der Engelberger Aa. Diplomarbeit EAWAG.

Broder B., Fahrländer K.L. (1997) Sanierungsbericht Wasserentnahmen - Sanierung nach Art. 80 Abs. 1 GSchS. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 25. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

Broder B., Sansoni M., Kasper H., Fahrländer K.L. (2000) Vorgehen bei der Sanierung - Sanierung nach Art. 80 Abs. 2 GSchG. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 39. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, GSchG vom 24. Januar 1991, SR 814.20 (Stand 1. August 2008).

Bundesgesetz über die Fischerei, BGF vom 21. Juni 1991, SR 923.0 (Stand 1. August 2008).

Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte, WRG vom 22. Dezember 1916, SR 721.80 (Stand 1. Januar 2008).

BUWAL (1991): Die Sanierung nach Art. 80 ff. Gewässerschutzgesetz vom 24.1.1991 bei der Wasserkraftnutzung; rechtliche Probleme. Schriftenreihe Umwelt (Recht) 163: 1 - 58.

BUWAL, BWW, Regierungskonferenz der Gebirgskantone (1998): Schreiben an die kantonalen Gewässerschutzfachstellen, kantonalen Fischereifachstellen, kantonalen Wassernutzungsfachstellen, interessierten Stellen «Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 25» und «Sanierungsbericht Wasserentnahmen, Sanierung nach Art. 80 Abs. 1 Gewässerschutzgesetz» Ergänzende Klarstellungen.

BWG, Bundesamt für Wasser und Geologie (2001) Hydrologische Atlas der Schweiz.

Dehus, P. (2005) Anforderungsprofile von Indikator-Fischarten. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 97, 125-153.

EAWAG (1991) Studie Gewässerschutz im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees - Abflussmodell. Dübendorf.

EAWAG (1994a) Studie Gewässerschutz im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees - Schlussbericht. Dübendorf.

EAWAG (1994b) Studie Gewässerschutz im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees - Auswirkungen technischer Eingriffe auf die Invertebraten- und Fischfauna der Fliessgewässer. Dübendorf.

Eckert, M. & Hunger B. (1998): Die Bedeutung des Falls Ilanz für die Anwendung von Art. 80 Abs. 1 GSchG. Umweltrecht in der Praxis/Le Droit de l'environnement dans la pratique 3: 258 - 272.

Estoppey R., Kiefer B., Kummer M., Lagger S., Aschwanden H. (2000) Angemessene Restwassermengen - Wie können sie bestimmt werden? Wegleitung. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

Gewässerschutzverordnung, GSchV vom 28. Oktober 1998, SR 814.201 (Stand 1. Juli 2008)

Illies J. (1961) Versuch einer allgemein biozönotischen Gliederung der Fliessgewässer. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 46, 205.

Kanton Obwalden (1996) Inventar der Wasserentnahmen nach Art. 82 Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Stand August 2003)

Künzli F. (2005) Fischökologische Untersuchung in vier schwallbeeinflussten Schweizer Fliessgewässern. EAWAG Kastanienbaum. Diplomarbeit ETH.

Müller R., Huggenberger P. (1992) Verlandungsräumung Eugenisee 1990. EAWAG. Kastanienbaum

Peter A. (2007) Fische in Seen. In Stadelmann P. Vierwaldstättersee: Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen. Brunner Verlag, Kriens 204 - 213.

Schneider, J. (2009) Ökologische Vorgaben für Sohlgleiten. In Naturnahe Sohlgleiten. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).

Topografischer Atlas der Schweiz (1873).

Vogel U., Kirchofer A., Breitenstein M. (2004) Restwassermengen - Was nützen sie dem Fliessgewässer? Schriftenreihe Umwelt Nr. 358. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

Anhang

A **Relevante Gesetzesauszüge**

B **Nicht weiter behandelte Sanierungsmassnahmen**

C **Dotierversuch Engelbergeraa, Fassung Eugenisee**

D **Dotierversuch Engelbergeraa, Fassung Obermatt**

Anhang A

Relevante Gesetzesauszüge

Anhang A Relevante Gesetzesauszüge

AUSZUG AUS:

814.20

Bundesgesetz
über den Schutz der Gewässer
(Gewässerschutzgesetz, GSchG)

vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. August 2008)

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft,
gestützt auf Artikel 24bis der Bundesverfassung[1,2]
nach Einsicht in eine Botschaft des Bundesrates vom 29. April 1987[3],
beschliesst:

2. Titel: Verhinderung und Behebung nachteiliger Einwirkungen

2. Kapitel: Sicherung angemessener Restwassermengen

Art. 29 Bewilligung

Eine Bewilligung braucht, wer über den Gemeingebrauch hinaus:

a. einem Fliessgewässer mit ständiger Wasserführung Wasser entnimmt;

b. aus Seen oder Grundwasservorkommen, welche die Wasserführung eines Fliessgewässers mit ständiger Wasserführung wesentlich beeinflussen, Wasser entnimmt.

Art. 30 Voraussetzungen für die Bewilligung

Die Entnahme kann bewilligt werden, wenn:

a. die Anforderungen nach den Artikeln 31–35 erfüllt sind;

b. zusammen mit andern Entnahmen einem Fliessgewässer höchstens 20 Prozent der Abflussmenge Q_{347} und nicht mehr als 10001/s entnommen werden oder

c. für die Trinkwasserversorgung im Jahresmittel einer Quelle höchstens 80 l/s, dem Grundwasser höchstens 100 l/s entnommen werden.

Art. 31 Mindestrestwassermenge

[1] Bei Wasserentnahmen aus Fliessgewässern mit ständiger Wasserführung muss die Restwassermenge mindestens betragen:

bis 60 l/s Abflussmenge Q_{347}	50 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q_{347}	8 l/s
für 160 l/s Abflussmenge Q_{347}	130 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q_{347}	4,4 l/s mehr,
für 500 l/s Abflussmenge Q_{347}	280 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q_{347}	31 l/s mehr,
für 2500 l/s Abflussmenge Q_{347}	900 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q_{347}	21,3 l/s mehr,
für 10 000 l/s Abflussmenge Q_{347}	2 500 l/s
und für je weitere 1000 l/s Abflussmenge Q_{347}	150 l/s mehr,
ab 60 000 l/s Abflussmenge Q_{347}	10 000 l/s.

[2] Die nach Absatz 1 berechnete Restwassermenge muss erhöht werden, wenn folgende Anforderungen nicht erfüllt sind und nicht durch andere Massnahmen erfüllt werden können:

a. Die vorgeschriebene Wasserqualität der Oberflächengewässer muss trotz der Wasserentnahme und bestehender Abwassereinleitungen eingehalten werden.

b. Grundwasservorkommen müssen weiterhin so gespiesen werden, dass die davon abhängige Trinkwassergewinnung im erforderlichen Ausmass möglich ist und der Wasserhaushalt landwirtschaftlich genutzter Böden nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

c. Seltene Lebensräume und -gemeinschaften, die direkt oder indirekt von der Art und Grösse des Gewässers abhängen, müssen erhalten oder, wenn nicht zwingende Gründe entgegenstehen, nach Möglichkeit durch gleichwertige ersetzt werden.

d. Die für die freie Fischwanderung erforderliche Wassertiefe muss gewährleistet sein.

e. Bei Fliessgewässern bis 40 l/s Abflussmenge Q_{347} unterhalb von 800 m ü. M., die als Laichstätten oder als Aufzuchtgebiete von Fischen dienen, müssen diese Funktionen weiterhin gewährleistet sein.

Art. 32 Ausnahmen

Die Kantone können in folgenden Fällen die Mindestrestwassermengen tiefer ansetzen:

a. auf einer Strecke von 1000 m unterhalb einer Wasserentnahme aus einem Gewässer, das höher als 1700 m ü. M. liegt und dessen Abflussmenge Q_{347} kleiner als 50 l/s ist;

b. bei Wasserentnahmen aus Nichtfischgewässern bis zu einer Restwasserführung von 35 Prozent der Abflussmenge Q_{347};

c. im Rahmen einer Schutz- und Nutzungsplanung für ein begrenztes, topographisch zusammenhängendes Gebiet, sofern ein entsprechender Ausgleich durch geeignete Massnahmen, wie Verzicht auf andere Wasserentnahmen, im gleichen Gebiet stattfindet; die Schutz- und Nutzungsplanung bedarf der Genehmigung des Bundesrates;

d. in Notsituationen für befristete Entnahmen, insbesondere zur Trinkwasserversorgung, für Löschzwecke oder zur landwirtschaftlichen Bewässerung.

Art. 33 Erhöhung der Mindestrestwassermenge

[1] Die Behörde erhöht die Mindestrestwassermenge in dem Ausmass, als es sich aufgrund einer Abwägung der Interessen für und gegen die vorgesehene Wasserentnahme ergibt.

[2] Interessen für die Wasserentnahme sind namentlich:

a. öffentliche Interessen, denen die Wasserentnahme dienen soll;

b. die wirtschaftlichen Interessen des Wasserherkunftsgebiets;

c. die wirtschaftlichen Interessen desjenigen, der Wasser entnehmen will;

d. die Energieversorgung, wenn ihr die Wasserentnahme dienen soll.

[3] Interessen gegen die Wasserentnahme sind namentlich:

a. die Bedeutung der Gewässer als Landschaftselement;

b. die Bedeutung der Gewässer als Lebensraum für die davon abhängige Tier- und Pflanzenwelt, samt deren Artenreichtum, namentlich auch für die Fischfauna, deren Ertragsreichtum und natürliche Fortpflanzung;

c. die Erhaltung einer Wasserführung, die ausreicht, um die Anforderungen an die Wasserqualität der Gewässer langfristig zu erfüllen;

d. die Erhaltung eines ausgeglichenen Grundwasserhaushalts, der die künftige Trinkwassergewinnung, die ortsübliche Bodennutzung und eine standortgerechte Vegetation gewährleistet;

e. die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Bewässerung.

[4] Wer einem Gewässer Wasser entnehmen will, unterbreitet der Behörde einen Bericht über:

a. die Auswirkungen unterschiedlich grosser Wasserentnahmen auf die Interessen an der Wasserentnahme, insbesondere auf die Herstellung von elektrischer Energie und deren Kosten;

b. die voraussichtlichen Beeinträchtigungen der Interessen gegen eine Wasserentnahme und über mögliche Massnahmen zu deren Verhinderung.

Art. 34 Wasserentnahmen aus Seen und Grundwasservorkommen

Wird einem See oder einem Grundwasservorkommen Wasser entnommen und dadurch die Wasserführung eines Fliessgewässers wesentlich beeinflusst, so ist das Fliessgewässer sinngemäss nach den Artikeln 31–33 zu schützen.

Art. 35 Entscheid der Behörde

[1] Die Behörde bestimmt im Einzelfall die Dotierwassermenge und die anderen Massnahmen, die zum Schutz der Gewässer unterhalb der Entnahmestelle notwendig sind.

[2] Sie kann die Dotierwassermenge zeitlich unterschiedlich festlegen. Die Wassermenge nach den Artikeln 31 und 32 darf nicht unterschritten werden.

[3] Die Behörde hört vor ihrem Entscheid die interessierten Fachstellen und, bei Entnahmen für Anlagen zur Wasserkraftnutzung mit einer Bruttoleistung über 300 kW, den Bund an.

Art. 36 Kontrolle der Dotierwassermenge

[1] Wer einem Gewässer Wasser entnimmt, muss der Behörde durch Messungen nachweisen, dass er die Dotierwassermenge einhält. Ist der Aufwand nicht zumutbar, so kann er den Nachweis durch Berechnung der Wasserbilanz erbringen.

[2] Weist er nach, dass die zufliessende Wassermenge zeitweise geringer ist als die festgelegte Dotierwassermenge, so muss er während dieser Zeit nur so viel Dotierwasser abgeben, wie Wasser zufliesst.

6. Titel: Schlussbestimmungen

2. Kapitel: Übergangsbestimmungen

2. Abschnitt: Wasserentnahmen

Art. 80 Sanierung

1 Wird ein Fliessgewässer durch Wasserentnahmen wesentlich beeinflusst, so muss es unterhalb der Entnahmestellen nach den Anordnungen der Behörde so weit saniert werden, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist.

2 Die Behörde ordnet weitergehende Sanierungsmassnahmen an, wenn es sich um Fliessgewässer in Landschaften oder Lebensräumen handelt, die in nationalen oder kantonalen Inventaren aufgeführt sind, oder wenn dies andere überwiegende öffentliche Interessen fordern. Das Verfahren für die Feststellung der Entschädigungspflicht und die Festsetzung der Entschädigung richtet sich nach dem Enteignungsgesetz vom 20. Juni 1930[65].

Art. 81 Sanierungsfristen

1 Die Behörde legt die Fristen für die Sanierungsmassnahmen nach der Dringlichkeit des Einzelfalls fest.

2 Sie sorgt dafür, dass die Sanierungen bis spätestens Ende 2012 abgeschlossen sind.[66]

Art. 82 Grundlagen für die Sanierung

1 Die Kantone erstellen ein Inventar der bestehenden Wasserentnahmen nach Artikel 29, das Angaben enthält über:

a. die entnommene Wassermenge;

b. die Restwassermenge;

c. die Dotierwassermenge;

d. die rechtlichen Verhältnisse.

2 Sie beurteilen die im Inventar aufgeführten Wasserentnahmen und entscheiden, ob und in welchem Ausmass eine Sanierung notwendig ist. Sie halten die Ergebnisse in einem Bericht fest. Dieser soll nach Möglichkeit die zeitliche Abfolge der zu treffenden Massnahmen aufzeigen.

3 Sie reichen die Inventare innert zweier Jahre und den Bericht innert fünf Jahren nach Inkrafttreten dieses Gesetzes dem Bund ein.

Art. 83 Wasserentnahmen bei bereits erteilter Konzession

1 Bei geplanten Wasserentnahmen, für welche die Konzession vor Inkrafttreten dieses Gesetzes erteilt worden ist, muss der Schutz des Gewässers unterhalb der Entnahmestelle durch Massnahmen nach diesem Gesetz so weit gewährleistet werden, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist. Keine Entschädigungspflicht begründen Massnahmen nach Artikel 31 des Gesetzes, sofern die Konzession nach dem 1. Juni 1987 erteilt worden ist.

2 Fordern überwiegende öffentliche Interessen einen weitergehenden Schutz, so ordnet die Behörde die notwendigen Massnahmen nach diesem Gesetz an. Das Verfahren für die Feststellung der Entschädigungspflicht und die Festsetzung der Entschädigung richtet sich nach dem Enteignungsgesetz vom 20. Juni 1930[67].

3 Die Behörde ordnet die Massnahmen spätestens vor dem Beginn der Bauarbeiten für die Anlagen zur Wasserentnahme an.

AUSZUG AUS:

814.201

Gewässerschutzverordnung
(GSchV)

vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Juli 2008)

Der Schweizerische Bundesrat,

gestützt auf die Artikel 9, 14 Absatz 7, 16, 19 Absatz 1, 27 Absatz 2, 46 Absatz 2, 47 Absatz 1, 57 Absatz 4 und 62 Absatz 4 des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991[1] (GSchG),

verordnet:

6. Kapitel: Sicherung angemessener Restwassermengen

Art. 33 Wasserentnahmen aus Fliessgewässern

[1] Für Wasserentnahmen aus Fliessgewässern (Art. 29 GSchG), die Abschnitte mit ständiger und Abschnitte ohne ständige Wasserführung aufweisen, ist eine Bewilligung erforderlich, wenn das Fliessgewässer am Ort der Wasserentnahme eine ständige Wasserführung aufweist. Die Voraussetzungen für die Erteilung der Bewilligung (Art. 30 GSchG) müssen nur in den Abschnitten mit ständiger Wasserführung erfüllt sein.

[2] Wenn das Gewässer am Ort der Wasserentnahme keine ständige Wasserführung aufweist, sorgt die Behörde dafür, dass die nach den Bundesgesetzen vom 1. Juli 1966[26] über den Natur- und Heimatschutz und vom 21. Juli 1991[27] über die Fischerei erforderlichen Massnahmen getroffen werden.

Art. 34 Schutz- und Nutzungsplanung

[1] Die Behörde reicht das Gesuch um Genehmigung einer Schutz- und Nutzungsplanung (Art. 32 Bst. c GSchG) beim BAFU ein.

[2] Das Gesuch enthält:

a. die beschlossene Schutz- und Nutzungsplanung;

b. die Begründung, weshalb die vorgesehenen Massnahmen einen genügenden Ausgleich für die tieferen Mindestrestwassermengen darstellen;

c. die Angaben, wie die vorgesehenen Massnahmen während der Dauer der Konzession für alle verbindlich festgelegt werden sollen.

[3] Ausgleichsmassnahmen im Rahmen einer Schutz- und Nutzungsplanung gelten als geeignet, wenn sie dem Schutz der Gewässer oder der von ihnen abhängigen Lebensräume dienen. Massnahmen, die nach den Vorschriften des Bundes über den Schutz der Umwelt ohnehin erforderlich sind, werden nicht berücksichtigt.

Art. 35 Restwasserbericht

[1] Bei Wasserentnahmen für Anlagen, die der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) unterliegen, ist der Restwasserbericht (Art. 33 Abs. 4 GSchG) Teil des Umweltverträglichkeitsberichts.

[2] Bei Wasserentnahmen, für die der Bund anzuhören ist und die nicht der UVP unterliegen, sorgt die Behörde dafür, dass das BAFU über die Stellungnahme der kantonalen Fachstelle zum Restwasserbericht oder über einen bereinigten Entwurf dieser Stellungnahme verfügt.

Art. 36 Inventar der bestehenden Wasserentnahmen

[1] Für Wasserentnahmen, die der Wasserkraftnutzung dienen, nennt das Inventar (Art. 82 Abs. 1 GSchG) mindestens:

a. die Bezeichnung der Wasserentnahme und -rückgabe (Namen, Koordinaten, Höhen ü.M., Namen der allfälligen Zentrale und Stauhaltung);

b. den Beginn und die Dauer des verliehenen Nutzungsrechts, dessen Umfang, insbesondere die nutzbare Wassermenge in m^3/s, sowie den Namen des Nutzungsberechtigten;

c. die Ausbauwassermenge in m^3/s;

d. die bisher einzuhaltende Restwassermenge mit Ortsangabe oder die Dotierwassermenge in l/s;

e. andere dem Nutzungsberechtigten auferlegte Pflichten zur Abgabe von Wasser;

f. die Beteiligung des Nutzungsberechtigten an der Korrektion und am Unterhalt des Gewässers;

g. weitere Auflagen oder Einrichtungen im Interesse des Gewässerschutzes und der Fischerei;

h. soweit die entsprechenden Daten bereits vorliegen, Angaben über die Abflussmenge Q_{347}, das Abflussregime des Fliessgewässers oberhalb der Wasserentnahme und die dem Gewässer in jedem Monat entnommene Wassermenge in m^3/s, gemittelt über mehrere Jahre;

i. Angaben darüber, ob das Wasser aus einem Fliessgewässer entnommen wird, das sich in Landschaften oder Lebensräumen befindet, die in nationalen oder kantonalen Inventaren aufgeführt sind.

[2] Für Entnahmen mit festen Einrichtungen, die nach Artikel 30 Buchstabe a GSchG bewilligt werden können und die nicht der Wasserkraftnutzung dienen, nennt das Inventar mindestens den Zweck der Entnahme und die Angaben nach Absatz 1 Buchstaben a, b, d, h und i.

[3] Für Entnahmen mit festen Einrichtungen, die nach Artikel 30 Buchstabe b oder c GSchG bewilligt werden können und die nicht der Wasserkraftnutzung dienen, enthält das Inventar die Angaben nach Absatz 1 Buchstaben a und b.

Art. 37 Liste der im Inventar nicht aufgeführten Wasserentnahmen

Die Kantone erstellen eine Liste der Entnahmen für die Wasserkraftnutzung aus Fliessgewässern ohne ständige Wasserführung.

Art. 38 Sanierungsbericht

[1] Der Sanierungsbericht (Art. 82 Abs. 2 GSchG) hält für jede im Inventar nach Artikel 36 Absätze 1 und 2 aufgeführte Wasserentnahme fest, ob und gegebenenfalls in welchem Ausmass, aus welchen Gründen und bis wann voraussichtlich die Sanierung des Fliessgewässers durchgeführt werden muss.

2 Der Bericht enthält für jede Wasserentnahme insbesondere:

a. die Bezeichnung der Wasserentnahme und -rückgabe (Namen, Koordinaten, Höhen ü.M., Namen der allfälligen Zentrale und Stauhaltung);

b. die Abflussmenge Q_{347};

c. Angaben über das Abflussregime des Fliessgewässers oberhalb der Wasserentnahme und in der Restwasserstrecke;

d. die dem Gewässer in jedem Monat entnommene Wassermenge in m^3/s, gemittelt über mehrere Jahre.

3 Für Wasserentnahmen, bei denen eine Sanierung notwendig ist, enthält der Bericht ausserdem Angaben über:

a. die Sanierungsmassnahmen, die ohne entschädigungsbegründenden Eingriff in das Wassernutzungsrecht angeordnet werden können (Art. 80 Abs. 1 GSchG);

b. die weitergehenden Sanierungsmassnahmen, die wegen überwiegenden öffentlichen Interessen notwendig sind (Art. 80 Abs. 2 GSchG); bei Fliessgewässern in Landschaften oder Lebensräumen, die in nationalen oder kantonalen Inventaren aufgeführt sind, nennt der Bericht die speziellen Anforderungen an das Gewässer, die sich aus der Beschreibung des Schutzziels des Inventars ergeben;

c. die Art der Sanierungsmassnahmen (höhere Dotierwassermengen, bauliche, betriebliche und weitere Massnahmen);

d. die voraussichtlichen Termine für die Durchführung der Sanierung.

Art. 39 Auskunftspflicht

1 Der Nutzungsberechtigte muss der Behörde die Auskünfte erteilen, die für die Erstellung des Inventars und des Sanierungsberichts notwendig sind.

2 Die Behörde kann vom Nutzungsberechtigten die Durchführung von Abflussmessungen verlangen.

Art. 40 Einreichen, Nachführen und Zugänglichkeit der Inventare, Listen und Sanierungsberichte

1 Die Kantone reichen die Inventare, Listen und Sanierungsberichte dem BAFU ein.

2 Sie führen die Inventare und Listen nach.

3 Sie sorgen dafür, dass die Inventare, Listen und Sanierungsberichte nach Anhören der Betroffenen öffentlich zugänglich sind. Das Geschäftsgeheimnis bleibt gewahrt.

Art. 41 Wasserentnahmen bei bereits erteilter Konzession

Die Artikel 36–40 gelten sinngemäss für geplante Wasserentnahmen, für welche die Konzession vor Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes erteilt worden ist (Art. 83 GSchG).

AUSZUG AUS:

923.0

Bundesgesetz über die Fischerei (BGF)[1]

vom 21. Juni 1991 (Stand am 1. August 2008)

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft,
gestützt auf die Artikel 24sexies und 25 der Bundesverfassung[2,3]
nach Einsicht in eine Botschaft des Bundesrates vom 25. Mai 1988[4],
beschliesst:

3. Abschnitt: Schutz der Lebensräume

Art. 9 Massnahmen für Neuanlagen

[1] Die zur Erteilung der fischereirechtlichen Bewilligung zuständigen Behörden haben unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten und allfälliger anderer Interessen alle Massnahmen vorzuschreiben, die geeignet sind:

a. günstige Lebensbedingungen für die Wassertiere zu schaffen hinsichtlich:
   1. der Mindestabflussmengen bei Wasserentnahmen,
   2. der Ausbildung des Durchflussprofils,
   3. der Beschaffenheit der Sohle und der Böschungen,
   4. der Zahl und Gestaltung der Fischunterschlupfe,
   5. der Wassertiefe und -temperatur,
   6. der Fliessgeschwindigkeit;
b. die freie Fischwanderung sicherzustellen;
c. die natürliche Fortpflanzung zu ermöglichen;
d. zu verhindern, dass Fische und Krebse durch bauliche Anlagen oder Maschinen getötet oder verletzt werden.

[2] Lassen sich bei den vorgesehenen Eingriffen in die Gewässer, ihren Wasserhaushalt oder ihren Verlauf sowie bei Eingriffen in die Ufer und den Grund von Gewässern keine Massnahmen finden, die schwerwiegende Beeinträchtigungen von Interessen der Fischerei im Sinne von Artikel 1 verhindern können, so muss nach der Abwägung der Gesamtinteressenlage entschieden werden.

[3] Massnahmen nach Absatz 1 müssen bereits bei der Projektierung der technischen Eingriffe vorgesehen werden.

Art. 10 Massnahmen für bestehende Anlagen

Die Kantone sorgen dafür, dass bei bestehenden Anlagen Massnahmen nach Artikel 9 Absatz 1 getroffen werden, soweit sie wirtschaftlich tragbar sind.

Anhang B

Nicht weiter behandelte Sanierungsmassnahmen

Anhang B Nicht weiter behandelte Sanierungsmassnahmen

Nr.	Entnahmestelle Gewässer Nutzerin	Geprüfte Massnahmen, welche nicht in die geforderten Sanierungsmassnahmen Aufnahme fanden	Grund der Verwerfung
1.1	Trüebseebach Trüebsee KWE	Für die Fassung Trüebsee wurden keine Sanierungsmassnahmen geprüft.	Ökologische Potenzial gering, Nichtfischgewässer, Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)
2.1	Arnibach oben Arnibach EWL	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Arnibach und Trüebenbach)
2.2	Wangbach Wangbach EWL	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Ökologisches Potenzial gering, Nichtfischgewässer, Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Arnibach und Trüebenbach)
2.3	Trüebenbach oben Trüebenbach EWL	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Arnibach und Trüebenbach)
3.6	Schuemettlenbach Schuemettlenbach EWL	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Ökologisches Potenzial gering, Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Arnibach und Trüebenbach)
3.7	Eugenibach oben Eugenibach EWL	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Ökologisches Potenzial gering, Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Arnibach und Trüebenbach)
5.4	Mettlen Gerbibach KWE	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)
5.5	Mettlen Grüeblenbach KWE	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)
5.6	Gerli Gerlibach, Rotihaltenbach KWE	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Ökologisches Potenzial gering, Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)
5.7	Fallenbach Fallenbach KWE	Dotierwassermenge (diverse Varianten) Anschluss an Engelbergeraa durch bauliche Massnahmen	Ökologisches Potenzial gering, Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)
5.8	Eugenibach unten Eugenibach KWE	Dotierwassermenge (diverse Varianten)	Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)
6.1	Bannalperbach Bannalpsee EWN	Dotierwassermenge (diverse Varianten) Schwall-/Sunk-dämpfende Massnahmen	Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)
7.1	Chäppelistutz Secklisbach EWN	Dotierwassermenge (diverse Varianten) Schwall-/Sunk-dämpfende Massnahmen Trübungsreduzierende Massnahmen bei der Rückgabe	Sanierungsverzicht zugungsten von ökologisch wertvolleren Strecken (Engelberger Aa, Luterseebach)

Anhang C

Dotierversuch Engelberger Aa, Fassung Eugenisee

Amt für Umwelt, Kanton Nidwalden
Amt für Landwirtschaft und Umwelt, Kanton Obwalden

Fassung Eugenisee, Engelberger Aa
21.05.2008

Restwasserstrecke der Engelbergeraa beim Überlaufbauwerk des Eugenisees 21.05.2008

Restwassersanierung gemäss Art. 80 ff GSchG

Kraftwerk Obermatt, Fassung Engelbergeraa, Eugenisee

Dotierversuch

Abklärungen zur Versickerung auf der Restwasserstrecke der Engelbergeraa und Untersuchung der ökologischen und landschaftlichen Auswirkungen einer Dotierung

Zug, 2. Dezember 2009

AquaPlus
Elber Hürlimann Niederberger
Bundesstrasse 6 · CH-6300 Zug
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01
admin@aquaplus.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Ausgangslage **1**
2. Untersuchungsstrecken und Methodik **2**
3. Hydrologische Verhältnisse **3**
4. Wassertiefe und Durchgängigkeit **4**
5. Lebensraum und Lebensgemeinschaften **8**
6. Landschaft **9**
7. Fazit und Empfehlung **10**
8. Literatur **12**

Anhang
Fotodokumentation

1. Einleitung und Ausgangslage

Im Rahmen der Restwassersanierung nach Art. 80 ff. Gewässerschutzgesetz (GSchG) wurden Dotierversuche durchgeführt, um genauere Angaben und Entscheidungshilfen für eine minimale Restwassermenge zu beschaffen. Die Versuche erfolgten an der Engelbergeraa, dem Vorranggewässer mit der höchsten Priorität bei der Restwassersanierung. Im Vordergrund standen dabei die Fragen nach der Versickerungmenge innerhalb der Restwasserstrecke und der ökologischen und landschaftlichen Auswirkungen einer bestimmten Dotierwassermenge.

Das Kraftwerk Obermatt der Energie Wasser Luzern (ewl) entnimmt unter anderem der Engelbergeraa beim Eugenisee Wasser zwecks Stromerzeugung. Durch die Wasserentnahme wird eine Restwasserstrecke von insgesamt 3.5 km erzeugt (vgl. Abb. 1). Derzeit wird in diese Restwasserstrecke kein Dotierwasser abgegeben und sie fällt während eines grossen Teiles des Jahres zumindest bis zur Einleitung der ARA Engelberg trocken. Ab dort wird von einer permanenten Benetzung der Engelbergeraa ausgegangen. Unterhalb der Fassung Eugenisee, auf dem flachen Abschnitt entlang dem Eugenisee wird eine Versickerungsstrecke vermutet.

Der vorliegende Bericht behandelt den Dotierversuch vom 12.11.2009 auf der Restwasserstrecke der Engelbergeraa zwischen der Fassung Eugenisee und der ARA Engelberg. Dotiert wurde mit 100 l/s bzw. 200 l/s.

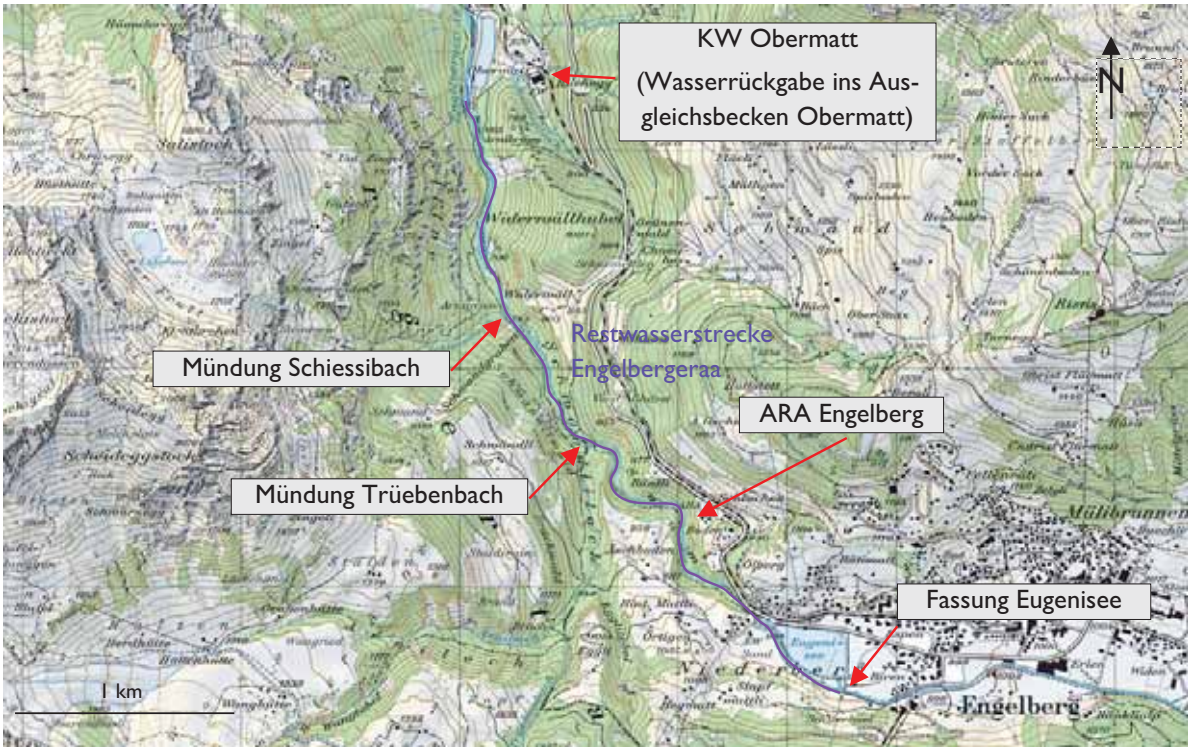


Abb. 1: Übersicht der von der Fassung Eugenisee erzeugten Restwasserstrecke in der Engelbergeraa. Strecke Eugenisee bis Kraftwerk Obermatt mit den wichtigsten Zuflüsssen.

2. Untersuchungsstrecken und Methodik

Der Untersuchungsperimeter des Dotierversuchs umfasste die Restwasserstrecke der Engelbergeraa zwischen der Fassung Eugenisee und der ARA Engelberg. Zur Untersuchung der Versickerung innerhalb der Restwasserstrecke wurde an zwei Stellen der Engelbergeraa der Abfluss gemessen. (Abb. 2). Die Abflussmessungen wurden mittels Salzverdünnung (4-Sonden-Messgerät) durchgeführt. Zur Überprüfung der Durchwanderbarkeit der Restwasserstrecke für Fische wurde in zwei Strecken von jeweils rund 60 m Länge ein Längsprofil entlang dem Talweg (tiefste Stelle im Querschnitt) erhoben (Abb. 2). Bei der Streckenwahl wurde ein spezielles Augenmerk darauf gelegt, kritische Stellen bezüglich Wassertiefe zu berücksichtigen. Die Strecke 1 befindet sich ca. 50 m unterhalb der Fassung Eugenisee, Strecke 2 liegt rund 50 m oberhalb der Schluchtstrecke am Ende des Flachstücks der Engelbergeraa. Um repräsentative Verhältnisse zu erzeugen und um den Grundwasserkörper vorgängig genügend zu alimentieren, wurde die Restwasserstrecke bereits 12 Stunden vor Beginn der Dotierversuche mit 200 l/s beschickt.

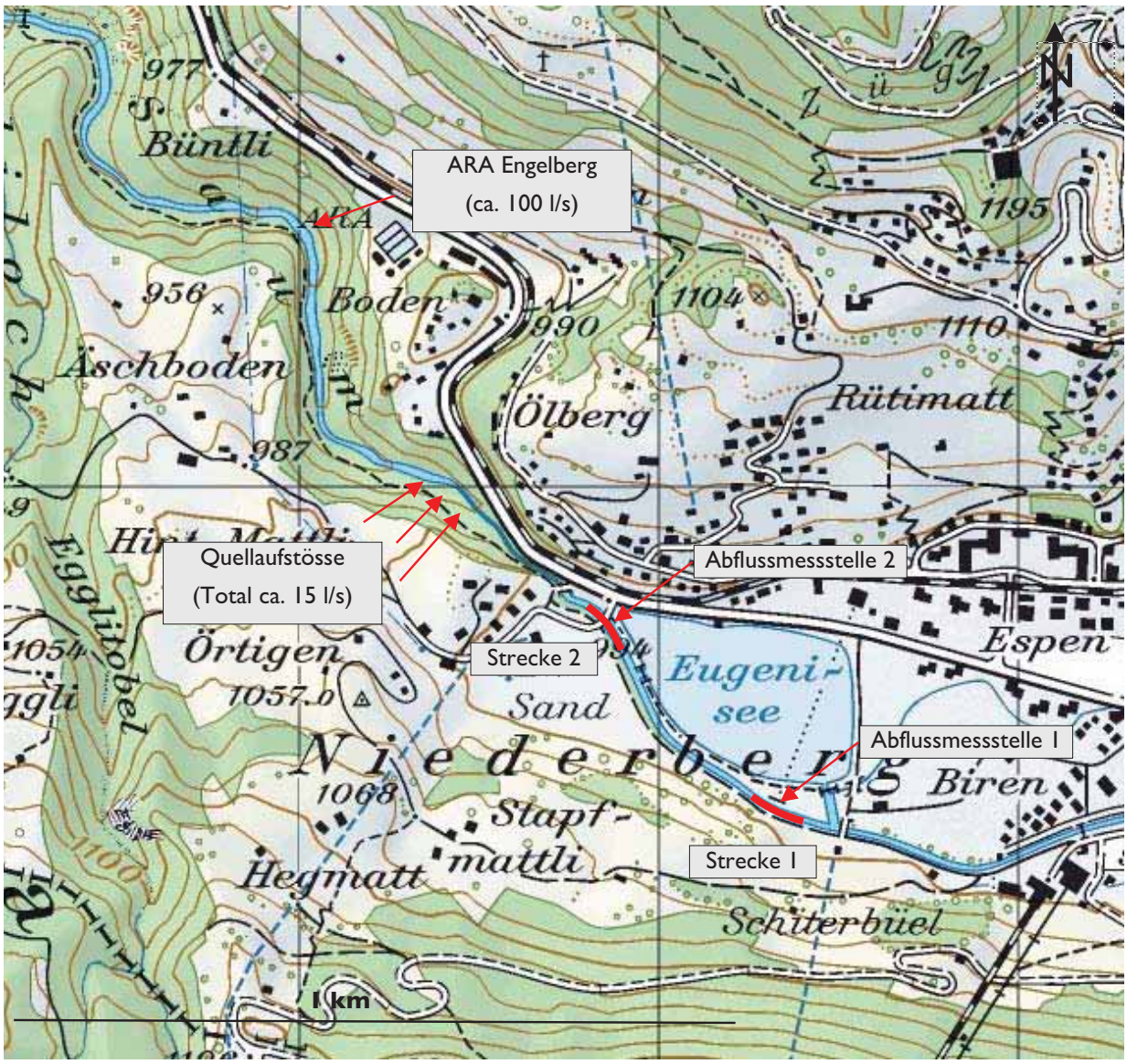


Abb. 2: Übersicht der Abflussmessstellen und Untersuchungstrecken für die Durchgängigkeit.

Die Restwasserstrecke wurde von der Fassung Eugenisee bis kurz oberhalb der ARA Engelberg bei beiden Dotierungen abgeschritten. Dabei wurde eine Grobcharakterisierung des Gewässers vorgenommen (Durchgängigkeit, Habitatstruktur, Landschaftliche Aspekte). Um Veränderungen des Wasserpegels und der seitlichen Ausdehnung der benetzten Fläche zu erfassen, wurden an ausgewählten Stellen Pegel geschlagen, die mittlere benetze Breite gemessen, die Wasserlinie am Ufer und an herausragenden Steinen markiert und die Veränderungen aufgezeichnet. Zusätzlich wurde eine ausführliche Fotodokumentation entlang der untersuchten Restwasserstrecke erstellt (vgl. Anhang).

3. Hydrologische Verhältnisse

Die Abflussmessungen zeigten auf, dass auf der Strecke zwischen der Fassung Eugenisee bis zum Beginn der Schluchtstrecke höchstens eine **geringfügige Versickerung** in der Grössenordnung **von 5 l/s** stattfindet und somit praktisch die gesamte Wassermenge unabhängig von der Dotierwassermenge oberflächlich abfliesst[1]. Tabelle 1 verschafft einen Überblick über die gemessen Abflusswerte und die Versickerungsmengen[2].

In der Schluchtstrecke ca. 250 m unterhalb des Eugenisees entwässern mehrere kleine Quellaufstösse von links in die Engelbergeraa. Gesamthaft brachten diese Zuflüsse am Tag des Dotierversuchs geschätze 15 l/s. Weitere Zuflüsse waren bis zur Rückgabe der ARA Engelberg nicht zu vermerken. Es ist davon auszugehen, dass von der ARA Engelberg (1.2 km unterhalb der Fassung Eugenisee) durchschnittlich rund 100 l/s in die Restwasserstrecke abgegeben werden und unterhalb davon eine permanente Benetzung der Engelbergeraa gewährleistet ist. Zusätzlich verbessern die Seitenbäche Trüebenbach (nach 1.8 km) und Schiessibach (nach 2.5 km) die ökohydrolgische Situtation in der anschliessenden Restwasserstrecke. Diese Zuflüsse wurden während der Dotierversuche nicht beuteilt. Über den Schiessibach liegen keine hydrologischen Daten vor. Beim ebenfalls gefassten Trüebenbach ist zumindest während der Schneeschmelze und in den Sommermonaten von einem permanenten Zufluss auszugehen.

Tab. 1: Übersicht der gemessenen Abflüsse und Versickerungsmengen.

Dotierung	Strecke	Abfluss (l/s) gemessen	Versickerung zwischen Strecke 1 und 2 (l/s)	Bemerkungen
100 l/s	1	97		Vermischungsstrecke 30 m
100 l/s	2	90		Vermischungsstrecke 30 m
100 l/s			**7**	
200 l/s	1	190		Vermischungsstrecke 30 m
200 l/s	2	186		Vermischungsstrecke 30 m
200 l/s			**4**	
200 l/s	1	185		Vermischungsstrecke 50 m
200 l/s	2	178		Vermischungsstrecke 50 m
200 l/s			**7**	

[1] Bei der Abflussmessung durch Salzverdünnung ist von einem Messfehler von ca. 3 - 5 % auszugehen. Dieser liegt bei den vorliegenden Messungen in derselben Grössenordnung wie die festgestellten Versickerungsmengen.

[2] Die Abflussmessungen zeigten darüber hinaus, dass die beabsichtigten Dotierwassermengen von 100 bzw. 200 l/s nicht genau eingestellt werden konnten. Effektiv waren die Abflüsse etwas kleiner, jedoch in der richtigen Grössenordnung, um die zu klärenden Fragen beantworten zu können.

4. Wassertiefe und Durchgängigkeit

Obwohl es sich bei der Sanierung der Fassung Eugenisee nicht um eine Neukonzessionierung, sondern um eine Sanierung gemäss Art. 80 ff. GSchG handelt, wurden zu Vergleichszwecken dennoch dieselben Kritieren angewandt. Gemäss Art. 31 muss die freie Fischwanderung gewährleitet sein. Dazu sollte in der Engelbergeraa bei Restwassserabfluss eine durchgehende Rinne von mindestens 20 cm Tiefe vorhanden sein. Untersucht wurden die folgenden zwei Dotierungen:

- 97 l/s (90 l/s)[3]
- 188 l/s (181 l/s).

Fische benötigen für ihre Wanderungen in der Regel ganzjährig eine durchgehende Rinne von mindestens 20 cm Tiefe (Botschaft zur Revision des Gewässerschutzgesetzes, BBI 1987 II, S. 1133). Gemäss einer Wegleitung des Bundes sind aber nicht diese 20 cm sondern die ökologischen Ansprüche der - vorhandenen Fischarten[4] entscheidend (Estoppey et al. 2000). Generell sind für Bachforellen Wassertiefen von 20 - 30 cm notwendig (Dehus 2005). Auf kürzere Distanzen können auch geringere Wassertiefen überwunden werden. Bei einer Wassertiefe in Körperhöhe kann eine Distanz von max. 2 m bewältiget werden[5]. Längere Strecken mit dieser oder geringerer Wassertiefe gelten als Wanderhindernis.

4.1. Strecke Fassung Eugenisee bis Beginn Schluchtstrecke

Das rund 500 m lange Stück der Restwasserstrecke der Engelbergeraa von der Fassung Eugenisee bis zum Beginn der Schluchtstrecke weist ein geringes Gefälle auf (~ 1.4 %). Wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, wird bei einem Abfluss von 97 l/s (Strecke 1) bzw. 90 l/s (Strecke 2) die kritische Wassertiefe von 20 cm grösstenteils unterschritten. Auch bei einem Abfluss von 188 l/s (Strecke 1) bzw. 181 l/s (Strecke 2) ist die Wassertiefe an sehr vielen Stellen immer noch ungenügend, wenn auch etwas weniger kritisch. Verdeutlicht werden diese Ergebnisse in den kumulativen Verteilungskurven der Wassertiefe (Abb. 4). Hier zeigt sich, dass bei einem Abfluss von 97 l/s (Strecke 1) bzw. 90 l/s (Strecke 2) in beiden Strecken rund 80 % der Wassertiefen geringer sind als 20 cm. Bei einem Abfluss von 188 l/s (Strecke 1) bzw. 181 l/s (Strecke 2) war der Schwellenwert immer noch zu 60 % unterschritten. Abbildung 5 zeigt wie häufig und über welche Distanz kritische Wassertiefen bei den zwei Dotierungen unterschritten werden. Betrachtet man nur die absolut minimale Tiefe von 12 cm, ergeben sich bei der kleineren Dotierwassermenge in beiden Untersuchungstrecken mehr als 2 m lange Abschnitte mit einer Wassertiefe < 12 cm, die als Wanderhindernisse gelten. Bei der höheren Dotierwassermenge sind diese Engpässe zwar aufgehoben, allerdings bestehen weiterhin einige längere, kritische Bereiche mit Wassertiefen < 20 cm.

Ein Vergleich der Pegelmessungen und der Stand der Uferlinie zeigten 2 - 4 cm erhöhte Wassertiefen bei der höheren Dotierung von 200 l/s gegenüber jener mit 100 l/s.

[3] Der genannte Abfluss bezieht sich auf die Strecke 1. Der Wert in Klammern entspricht dem Abfluss der Strecke 2 (Mittelwert der zwei Abflussmessungen bei der höheren Dotierung) zum gleichen Zeitpunkt.

[4] Zwischen Eugenisee und Obermatt sind in der Engelbergeraa nur Bachforellen nachgewiesen.

[5] Es wird von einer maximalen Körperhöhe für adulte Bachforellen der oberen Forellenregion von 12 cm ausgegangen (Schneider 2009).

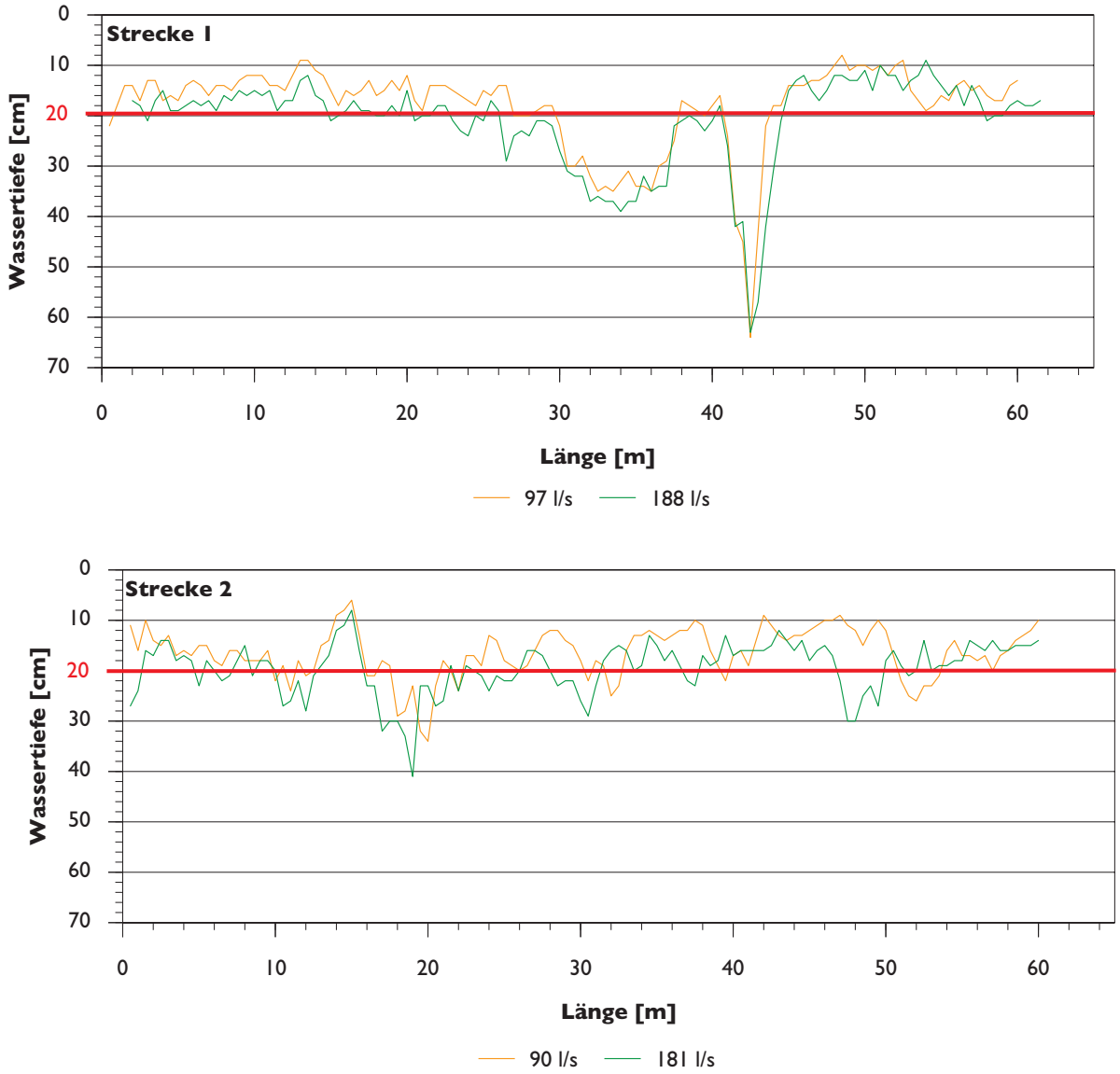
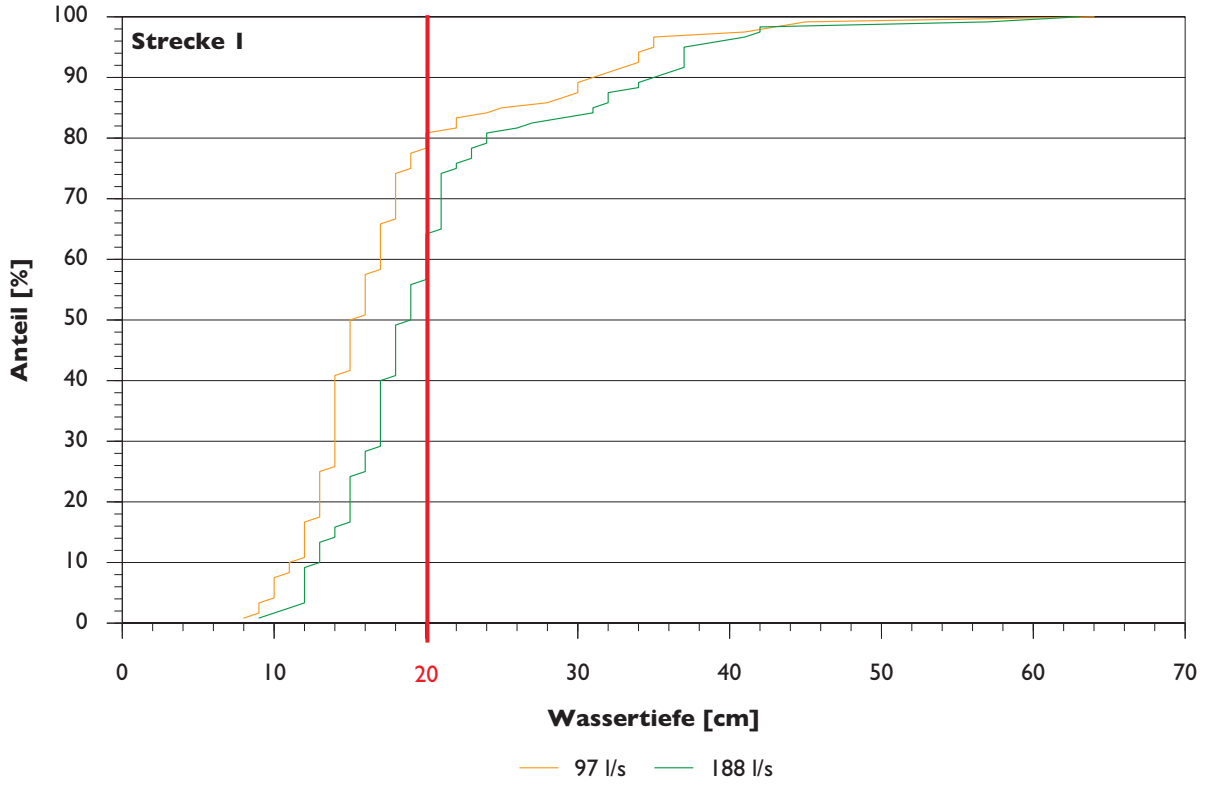


Abb. 3: Messwerte der Abflusstiefen entlang des Talwegs (tiefste Stelle im Querschnitt) in zwei Abschnitten der Engelbergeraa, aufgetragen in der Fliessrichtung. Bezeichnung der kritischen Wassertiefen für die Bachforelle (20 cm gemäss Estoppey et al. 2000) in rot.



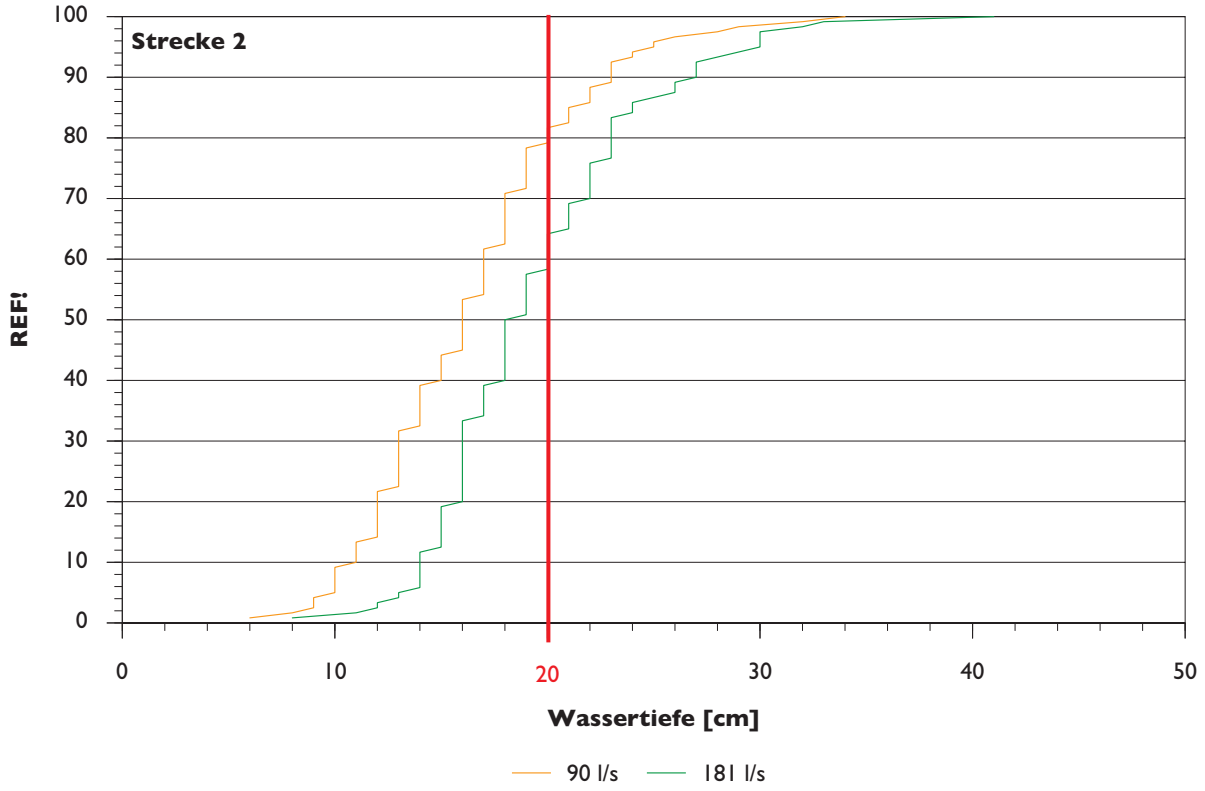


Abb. 4: Kummulative Verteilungskurven der Wassertiefen entlang des Talwegs in den Strecken 1 und 2. Messwerte für die untersuchten Dotiermengen. Bezeichnung der kritischen Wassertiefen für die Bachforelle (20 cm gemäss Estoppey et al. 2000) in rot.

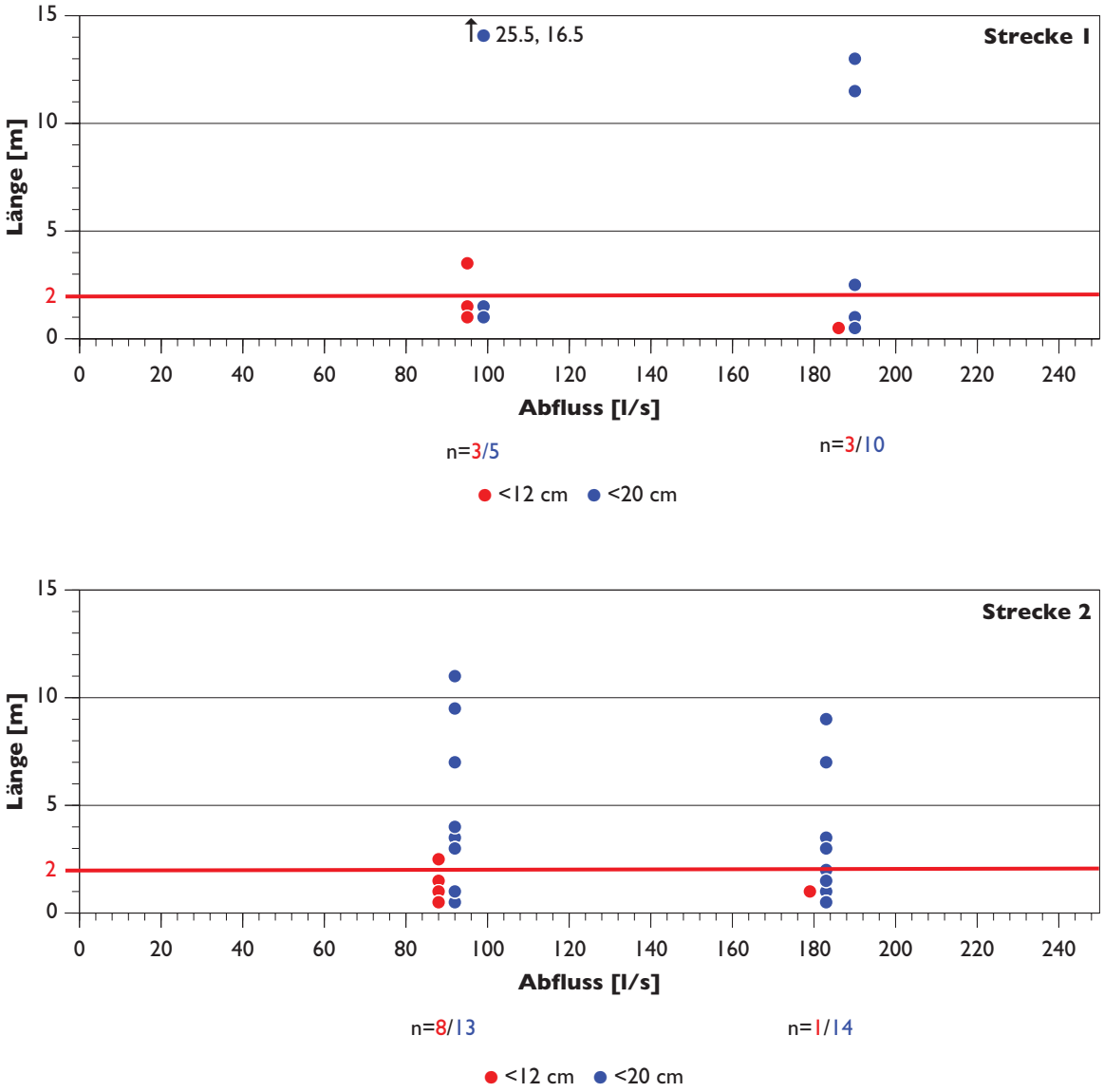


Abb. 5: Häufigkeit und Länge der Unterschreitungen von Wassertiefen <12 cm und <20 cm in den beiden Abschnitten des Restwasserstrecke für die untersuchten Dotierungen. Bezeichnung der von Bachforellen max. passierbaren Gewässerlänge bei einer Wassertiefe von 12 cm (gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009) in rot.

4.2. Schluchtstrecke

Das anschliessende Stück der Restwasserstrecke von ca. 3 km Länge bis Obermatt bildet eine wilde Schlucht mit einem hohen Gefälle von durschnittlich ~ 11 %. Stellenweise ist das Gefälle sogar noch um einiges höher. Diese Strecke ist von vielen natürlichen Abstürzen geprägt. Dementsprechend ist die Durchgängigkeit für Fische stark eingeschränkt. Einzelne grössere Abstürze können nur in Ausnahmefällen von adulten Bachforellen überwunden werden. Hinsichtlich der Durchwanderbarkeit der Schluchtstrecke für Fische waren bei den zwei Dotierungen kaum Unterschiede zu verzeichnen. Nur bei sehr hohen Abflüssen, die 200 l/s deutlich übersteigen, sind viele Abstürze überhaupt erst überwindbar.

Die Schluchtstrecke wird mehrheitlich durch eine Absturz-Kolk-Abfolge sequenziert. Die Erhöhung der Dotierung um rund 100 l/s äusserte sich in erster Linie durch erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten beim Überlauf der Kolke, ohne die Wassertiefe wesentlich zu erhöhen. In flacheren Abschnitten war hingegen eine grössere Wassertiefe von ca. 2 cm feststellbar. Bachabwärts reduziert sich der relative Anteil der dotierten Wassermenge am Gesamtabfluss immer mehr. Unterhalb der Mündungen des Trüben- und Schiessibachs wird daher vermutlich nur noch eine geringfügige Wassertiefenänderung feststellbar sein.

5. Lebensraum und Lebensgemeinschaften

Besonders schützenswerte Lebensgemeinschaften sind für die untersuchte Strecke der Engelbergeraa nicht zu verzeichen. In Betracht gezogen werden können aquatische Wirbellose und die potenziell gefährdete Bachforelle. Hierzu wurde eine Grobcharakterisierung der Habitatstruktur und eine Abschätzung der benetzten Fläche vorgenommen.

5.1. Strecke Fassung Eugenisee bis Beginn Schluchtstrecke

Bei der Dotierung von rund 100 l/s war die Engelbergeraa der Restwasserstrecke entlang dem Eugenisee auf 60 - 80 % der Gerinnebreite benetzt. Bei 200 l/s vergrösserte sich die benetzte Breite durchnittlich um 5 - 10 %. An einer Stelle beim Überlauf aus dem Eugenisee weitete sich die Wasserspiegelbreite um bis zu 60 cm aus. Bei 100 l/s waren an einigen Stellen Flachwasserzonen nur noch durch einen Wasserfilm mit dem Hauptgerinne verbunden, während sie bei 200 l/s noch mit dem Talweg vernetzt waren.

Die mittlere benetzte Breite im Flachstück betrug bei einem Abfluss von 200 l/s ~ 6.5 m. Für die Schluchtstrecke wurde aufgrund der Heterogenität und der schlechten Zugänglichkeit nur eine Schätzung vorgenommen. Im Mittel ist die mittlere benetze Breite hier 1 - 1.5 m grösser. Grob abgeschätzt entsteht durch die Dotierung der Engelbergeraa mit 200 l/s eine zusätzliche permanent benetzte Fläche von rund 1 ha zwischen der Fassung Eugenisee und Obermatt. Bei 100 l/s werden es schätzungweise 5 - 10 % weniger sein.

Strukturell ist dieser Abschnitt von Riffeln, Gleiten und seichten Flachwasserzonen geprägt, die sich potenziell als Jungfisch- und Laichhabitat für Bachforellen eignen würden. Tiefere Stellen, Kolke und Deckungsstrukturen sind kaum vorhanden, dementsprechend sind Habitate für adulte Bachforellen Mangelware. Die geringen Abflüsse der Dotierungen führen in Kombination mit dem geringen Gefälle mehrheitlich zu geringen Strömungsgeschwindigkeiten und kaum zu Turbulenzen. Bei 200 l/s waren höhere Fliessgeschwindigkeiten und stellenweise Weisswasser feststellbar. Für aquatische Wirbellose wird sich neuer geeigneter Lebensraum erschliessen, obwohl nicht das gesamte natürlicherweise vorhandene Artenspektrum erwartet werden kann. Vorwiegend auf hohe Fliessgeschwindigkeiten angewiesene Arten werden fehlen, bei 200 l/s dürften aufgrund höherer Strömungen mehr Arten zu erwarten sein. Die kiesig-steinige Sohle lässt eine hohe Individuendichte erwarten, was wiederum einen positiven Effekt auf das Nahrungsangebot für Bachforellen haben wird.

5.2. Schluchtstrecke

In der Schluchstrecke war das Gerinne der Engelbergeraa ebenfalls fast auf der gesamten Breite benetzt. Hier hat die Engelbergeraa im steilen Gelände einen engen Talweg mit steilen Ufer eingefressen. Wesentliche Unterschiede in der benetzten Breite zwischen den Dotierungen konnten in der Schluchtstrecke vor allem bei flacheren Stellen festgestellt werden. Dort war eine Ausweitung der benetzen Breite bis 20 cm zu verzeichnen.

Die Schluchtstrecke weist einen sehr heterogen Charakter mit teilweise grossen Felsblöcken und viel Totholz auf. Ein grosses Deckungsangebot und viele Kolke bilden ideale Habitate für adulte Bachforellen. Potenzielles Laich- und Jungfischhabitat ist nur vereinzelt vorhanden. Unterschiede zwischen den beiden Dotierungen waren bei den Strömungsgeschwindigkeiten und bei der Weisswasserfläche[6] auszumachen. Bei 200 l/s waren beide Parameter erhöht. Flächen mit potenziellem Laichhabitat wurden bei 200 l/s stärker überströmt und deren Qualität dadurch gesteigert[7]. Bedingt durch das hohe Gefälle mit Abstürzen waren auch hohe Fliessgeschwindigkeiten vorhanden, welche von auf hohe Strömungen spezialisierte Wirbellosen besiedelt werden können. Diese waren bei 100 l/s aber reduziert anzutreffen. Demnach wird durch eine Dotierung von 200 l/s für eine grösseres Artenspektrum an aquatischen Wirbellosen neuer permanenter Lebensraum geschaffen, als bei 100 l/s. Mit positiven Auswirkungen auf das Nährtiervorkommen für Bachforellen ist in der Schluchstrecke ebenfalls zu rechnen.

6. Landschaft

Entlang der gesamten Restwasserstrecke bis Obermatt verlaufen Wanderwege, so dass die Engelbergeraa praktisch überall einsehbar und landschaftlich von grosser Bedeutung ist. Durch eine Dotierung der zurzeit mehrheitlich trockenen Restwasserstrecke mit 100 l/s und noch markanter mit 200 l/s, kann ein optisch und akustisch wahrnehmbares Fliessgewässer geschaffen werden, mit dem eine deutliche Aufwertung des Landschaftsbildes einher geht.

6.1. Strecke Fassung Eugenisee bis Beginn Schluchtstrecke

Schon bei einer Dotierung von 100 l/s war die Engelbergeraa optisch als fliessendes Gewässer wahrnehmbar, bei 200 l/s wurde dieser Eindruck durch eine breitere Benetzung und grössere Weisswasserbereiche aber nochmals um einiges verstärkt. Dabei zeigte sich auch eine besser wahrnehmbare Verteilung der Strömungsmuster, als bei 100 l/s, wo monotone Strömungen vorherrschten. Akustisch war nur bei 200 l/s eine bescheidenes Rauschen zu hören. Dies ist auf das geringe Gefälle ohne Schnellen und Abstürze zurückzuführen.

6.2. Schluchtstrecke

In der Schluchtstrecke war die optische und vor allem die akustische Wahrnehmbarkeit viel ausgeprägter als im flachen Abschnitt. Kleine Wasserfälle, viele Abstürze und gefüllte Wasserbecken vermittelten das Gefühl von mehr Wasser, als tatsächlich abfloss. Rauschen und plätschernde Geräusche dominierten die Szenerie. Der Charakter eines natürlichen Wildbachs wurde gewahrt. Unterschiede zwischen 100 und 200 l/s äusserten sich optisch vorwiegend durch mehr Weisswasser. Akustisch vermochten die durch 200 l/s erzeugten Geräusche der Engelbergeraa den Strassenverkehrslärm der nahe gelegenen Hauptstrasse nach Engelberg zu überdecken, was bei 100 l/s nicht ganz der Fall war.

[6] Turbulente Bereiche mit Weisswasser bilden wichtige Deckungsstrukuren für Bachforellen.

[7] Eine ausreichende Sauerstoffversorgung der im Kieslückensystem abgelegten Bachforelleneier ist eine wesentliche Voraussetzung für deren erfolgreiche Entwicklung. Dazu ist eine genügende Frischwasserversorgung notwendig, die durch starke Überströmung des Laichplatzes gewährleistet wird.

7. Fazit und Empfehlung

Zusammenfassend lassen sich verschiedene gewässerökologische und landschaftliche Verbesserungen bei einer Dotierung der Engelbergeraa an der Fassung Eugenisee erzielen. Strukturell beinhaltet die Restwasserstrecke der Engelbergeraa die Voraussetzungen für ein grosses Aufwertungspotenzial. Nicht nur die untersuchte Strecke bis zur ARA Engelberg würde von einer Dotierung profitieren, auch die restliche Strecke bis Obermatt würde eine entscheidende gewässerökologische und landschaftliche Aufwertung erfahren. Als positiv muss auch die Verdünnung des Abwassers der Kläranlage Engelberg erwähnt werden. Obwohl Untersuchungen oberhalb Obermatt auf sehr gute Verhältnisse der Wasserqualität hinweisen (AquaPlus 2008), sind Veralgungen im unteren Abschnitt der Restwasserstercke auffällig (vgl. Anhang). Zurzeit besteht der Abfluss der Engelbergeraa zwischen der ARA Engelberg und der Mündung des Trüebenbachs praktisch vollständig aus geklärtem Abwasser, eine Verdünnung wäre deshalb begrüssenswert. Mit 200 l/s wäre der Verdünnungseffekt nochmals deutlich grösser als bei 100 l/s.

In Tabelle 2 sind die Auswirkungen auf die einzelnen relevanten Aspekte bei den zwei untersuchten Dotierungen aufgelistet. Daneben wird aufgezeigt, ob und inwiefern ein naturnaher Zustand erreicht werden kann.

Tab. 2: Auswirkungen der zwei untersuchten Dotierungen auf gewässerökologische und landschaftliche Aspekte und die Erreichbarkeit eines naturnahen Zustands.

Dotierung	Gewässerökologische Aspekte						Landschaftliche Aspekte			
	Durchgängigkeit		Fischabitate		Wirbellosenhabitate		Opt. Wahrnehmung		Akus. Wahrnehmung	
	Flachstk.	Schlucht	Flachstk.	Schlucht	Flachstk.	Schlucht	Flachstk.	Schlucht	Flachstk.	Schlucht
100 l/s		1)								
200 l/s		1)								

Sehr starke Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Starke Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Mässige Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Leichte Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Naturnaher Zustand
Aspekt von anderen Faktoren dominiert

1) Durchgängigkeit wird hauptsächlich durch die Morphologie (viele Abstürze) beinsträchtigt

Folgende Verbesserung würden bei einer Dotierung von 100 l/s - 200 l/s erreicht:

- **Neuschaffung** eines permanenten benetzten **Fliessgewässerstücks** von mindestens **1200 m Länge** und ca. **1 ha Fläche**
- **Neuschaffung** von potenziellem **Jungfisch- und Laichhabitat für Bachforellen** v.a. im Flachstücke **beim Eugenisee** und von **Adulthabitat in der Schluchtstrecke**
- **Neuschaffung** von **Habtitaten für aquatische Wirbellose**
- **Aufwertung des Landschaftsbilds** durch optische und akustische Wahrnehmung der Engelbergeraa, v.a. in der Schluchstrecke.
- **Verdünnung des ARA-Abwassers.**

Vorteile von 200 l/s gegenüber 100 l/s:

- **5 -10 % mehr benetze Fläche**
- **Durchgängigkeit für Fische im Flachstück verbessert**
- **Erhöhung der Quantität und der Qualität von Bachforellenhabitat**
- **Verbessertes Lebensraumangebot für ein grösseres Artenspektrum von aquatischen Wirbellosen**
- **Deutlichere Aufwertung des Landschaftsbilds**
- **Stärkere Verdünnung des ARA-Abwassers.**

Für die Dotierung der Engelbergeraa bei der Fassung Eugenisee **werden 200 l/s als Minimum empfohlen**. Ein naturnaher Zustand kann dadurch nicht erreicht werden, einige gewässerökologische Aspekte (Freie Fischwanderung, Habitatqualität für Fische und aquatische Wirbellose) weichen sogar immer noch mässig bis stark von einem solchen Zielzustand ab, sehr starke Abweichungen werden aber ausgeschlossen. Die landschaftlichen Zielvorstellungen können ebenfalls annähernd erfüllt werden. Um einen naturnahen Zustand zu erreichen, wäre ein deutlich höherer Abfluss notwendig.

100 l/s sind klar **ungenügend** und weichen teilweise stark bis sehr stark von einem naturnahen Zustand ab. In erster Linie ist die freie Fischwanderung im Flachstück massiv eingeschränkt, aber auch das quantitative und vor allem das qualitative Habitatangebot für Fische und aquatische Wirbellose ist gegenüber einem naturnahen Zielzustand deutlich herabgesetzt.

8. Literatur

AquaPlus (2008) Koordinierte Dauerüberwachung der Fliessgewässer in den Urkantonen (UR, SZ, OW, NW) und den angrenzend Gebieten des Kantons LU. Im Auftrag der kantonalen Gewässerschutzfachstellen.

Botschaft zur Revision des Gewässerschutzgesetzes BBI (1987) Bern. S. 1133.

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. August 2008).

Dehus, P. (2005) Anforderungsprofile von Indikator-Fischarten. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 97, 125-153.

Estoppey, R., Kiefer, B., Kummer, M., Lagger, S., Aschwanden, H. (2000) Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden? Wegleitung BUWAL. Bern

Schneider, J. (2009) Ökologische Vorgaben für Sohlgleiten. In Naturnahe Sohlgleiten. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).

Restwassersanierung gemäss Art. 80ff GSchG

Abklärungen zur Versickerung auf der Restwasserstrecke der Engelberger Aa zwischen Eugenisee/Fassung Engelberger Aa und ARA Engelberg

Anhang 1

Fotodokumentation zum Dotierversuch am 12.11.2009

Vergleich ausgewählter Standorte entlang der Versuchsstrecke (Dotierung mit 100 l/s, Dotierung mit 200 l/s

Fotos: Eva Schager, Amt für Umwelt Nidwalden, Engelbergstrasse 34, 6371 Stans
Lukas Boller, AquaPlus, Bundesstrasse 6, 6300 Zug

26. November 2009

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

12.11.2009 100 l/s

12.11.2009 200 l/s

oberhalb Fassung

oberhalb Wehr Obermatt

oberhalb Fassung

oberhalb Wehr Obermatt

Anhang D

Dotierversuch Engelberger Aa, Fassung Obermatt

Amt für Umwelt, Kanton Nidwalden
Amt für Landwirtschaft und Umwelt, Kanton Obwalden

Fassung Obermatt, Engelberger Aa
15.05.2008

Trockene Restwasserstrecke der Engelbergeraa
beim Ausgleichsbecken Obermatt 15.05.2008

Restwassersanierung gemäss Art. 80 ff GSchG

Kraftwerk Dallenwil, Fassung Engelbergeraa, Obermatt

Dotierversuch

Abklärungen zur Versickerung auf der Restwasserstrecke der Engelbergeraa und Untersuchung der ökologischen und landschaftlichen Auswirkungen einer Dotierung

Zug, 7. Dezember 2009

AquaPlus
Elber Hürlimann Niederberger
Bundesstrasse 6 · CH-6300 Zug
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01
admin@aquaplus.ch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Ausgangslage **1**
2. Untersuchungsstrecken und Methodik **2**
3. Hydrologische Verhältnisse **3**
4. Wassertiefe und Durchgängigkeit **4**
5. Lebensraum und Lebensgemeinschaften **13**
6. Landschaft **14**
7. Fazit und Empfehlung **14**
8. Literatur **17**

Anhang
Fotodokumentation

1. Einleitung und Ausgangslage

Im Rahmen der Restwassersanierung nach Art. 80 ff. Gewässerschutzgesetz (GSchG) wurden Dotierversuche durchgeführt, um genauere Angaben und Entscheidungshilfen für eine minimale Restwassermenge zu beschaffen. Die Versuche erfolgten an der Engelbergeraa, dem Vorranggewässer mit der höchsten Priorität bei der Restwassersanierung. Im Vordergrund standen dabei die Fragen nach der Versickerungmenge innerhalb der Restwasserstrecke und der ökologischen und landschaftlichen Auswirkungen einer bestimmten Dotierwassermenge.

Das Kraftwerk Dallenwil der Engelbergeraa Kraftwerke AG (KWE) entnimmt unter anderem der Engelbergeraa bei Obermatt Wasser zur Stromerzeugung. Durch die Wasserentnahme wird eine Restwasserstrecke von insgesamt 8.3 km erzeugt (vgl. Abb. 1). Derzeit wird in diese Restwasserstrecke kein Dotierwasser abgegeben, weshalb sie während eines grossen Teils des Jahres zumindest bis zur Einleitung des Tunnelwassers bei Mettlen trocken fällt. Allerdings bildet die Engelbergeraa bis zur Mündung des Gerlibachs bei der Kantonsgrenze Nidwalden/Obwalden meistens nur ein kleines Rinnsal (vgl. Anhang). Ein Grundwasseraufstoss an dieser Stelle gewährleistet eine permanente Wasserführung der anschliessenden Restwasserstrecke. Verschiedene Quellen (EAWAG 1991 und mündliche Mitteilungen) wiesen darauf hin, dass sich innerhalb der Restwasserstrecke zwei Strecken mit erhöhter Versickerung befinden. Eine Quantifizierung erfolgte bisher noch nicht. Unmittelbar unterhalb der Fassung Obermatt wird eine erste Versickerungsstrecke vermutet. Ein zweiter Abschnitt mit Infiltration ins Grundwasser liegt gemäss EAWAG-Studie (1991) bei Mettlen-Hütismatt, oberhalb von Grafenort.

Der vorliegende Bericht behandelt den Dotierversuch vom 21.11.2009 auf der Restwassertrecke der Engelbergeraa zwischen Obermatt und der Mündung des Gerlibachs. Dotiert wurde mit 200 l/s bzw. 400 l/s.

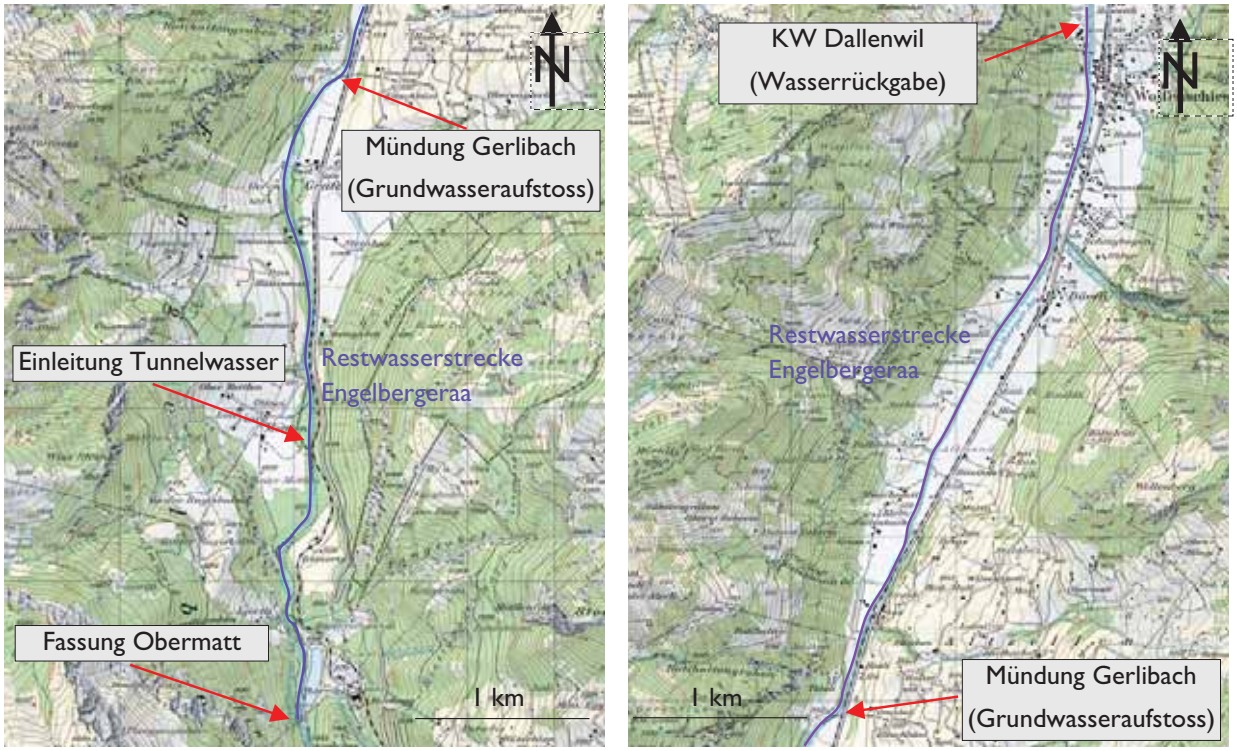


Abb. 1: Übersicht der von der Fassung Obermatt erzeugten Restwasserstrecke in der Engelbergeraa. Links Strecke Obermatt bis Mündung Gerlibach, rechts Gerlibach bis Kraftwerk Dallenwil.

2. Untersuchungsstrecken und Methodik

Der Untersuchungsperimeter des Dotierversuchs umfasste die Restwasserstrecke der Engelbergeraa zwischen der Fassung Obermatt und der Mündung des Gerlibachs unterhalb Grafenort. Zur Untersuchung der Versickerung innerhalb der Restwasserstrecke wurde an fünf Stellen der Engelbergeraa der Abfluss gemessen. (Abb. 2). Die Abflussmessungen wurden mittels Salzverdünnung (4-Sonden-Messgerät) durchgeführt. Zur Überprüfung der Durchwanderbarkeit der Restwasserstrecke für Fische wurde in fünf Strecken von jeweils rund 60 m Länge ein Längsprofil entlang dem Talweg (tiefste Stelle im Querschnitt) erhoben (Abb. 2). Bei der Streckenwahl wurde ein spezielles Augenmerk darauf gelegt, kritische Stellen bezüglich Wassertiefe zu berücksichtigen. Die Strecke 1 befindet sich unmittelbar unterhalb des Wehrkolks der Fassung Obermatt, Strecke 2 liegt rund 250 m weiter unterhalb, am unteren Ende des Ausgleichsbeckens Obermatt. Rund 200 m oberhalb der Einleitung des Tunnelwassers liegt die Strecke 3. Bei Grafenort, 100 m oberhalb der Chaltibachmündung, befindet sich Strecke 4. Strecke 5 liegt kurz unterhalb der Gerlibachmündung an der Kantonsgrenze.

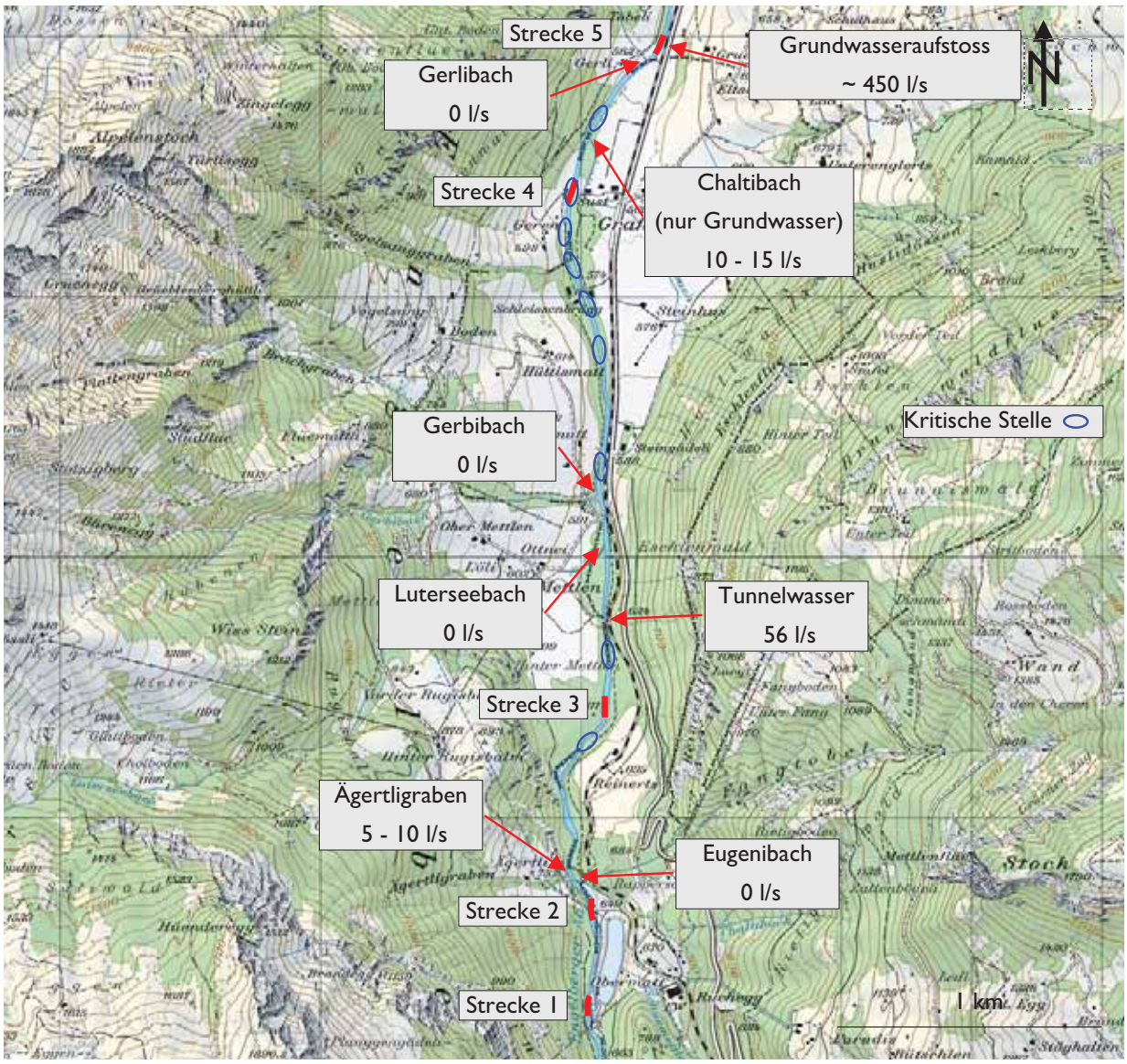


Abb. 2: Übersicht der Untersuchungstrecken für die Durchgängigkeit und der wichtigsten Zuflüsse. Zusätzlich sind kritische Stellen bezüglich Wassertiefen mit einem wenig ausgeprägten Talweg eingezeichnet.

Um repräsentative Verhältnisse zu erzeugen und um den Grundwasserkörper vorgängig genügend zu alimentieren, wurde die Restwasserstrecke bereits 18 Stunden vor Beginn der Dotierversuche mit 200 l/s beschickt.

Die Restwasserstrecke wurde von der Fassung Obermatt bis kurz unterhalb der Mündung des Gerlibachs bei beiden Dotierungen abgeschritten. Dabei wurde eine Grobcharakterisierung des Gewässers vorgenommen (Durchgängigkeit, Habitatstruktur, Landschaftliche Aspekte). Um Veränderungen des Wasserpegels und der seitlichen Ausdehnung der benetzten Fläche zu erfassen, wurden an ausgewählten Stellen Pegel geschlagen, die mittlere benetzte Breite gemessen, die Wasserlinie am Ufer und an herausragenden Steinen markiert und die Veränderungen aufgezeichnet. Zusätzlich wurde eine ausführliche Fotodokumentation entlang der untersuchten Restwasserstrecke erstellt (vgl. Anhang).

Bei der Dotierung mit 400 l/s wurde auf eine erneute Abfluss- und Längsprofilmessung in der Strecke 1 verzichtet. Grund dafür war, dass bei der ersten Dotierung von 200 l/s keine wesentliche Versickerung zwischen der Strecke 1 und der Strecke 2 festzustellen war.

3. Hydrologische Verhältnisse

Die Abflussmessungen zeigten, dass auf der Strecke zwischen der Fassung Obermatt bis zum Grundwasseraufstoss bei der Mündung des Gerlibachs eine **Versickerung** in der Grössenordnung **von 90 l/s** stattfindet. Auf die Gesamtstrecke von 4 km hochgerechnet entspricht dies einer Versickerungleistung von etwas mehr als 2 Litern pro Sekunde und pro 100 Fliessstrecke. Bei 200 l/s fliessen rund 55 % oberflächlich ab, bei 400 l/s sind es hingegen bereits gegen 80 % des abgegebnen Wassers, das bis zum Grundwasseraufstoss in der Engelbergeraa verbleibt. Klar Abgrenzbare Versickerungsstrecken waren nicht auszumachen, es ist eher davon auszugehen, dass auf der gesamten Strecke eine mehr oder weniger gleichmässige Versickerung stattfindet. Tabelle 1 verschafft einen Überblick über die gemessen Abflusswerte, die Versickerungsmengen und die Zuflusssituation am Untersuchungstag.

Zwischen der Dotierung bei der Fassung Obermatt und dem unteren Ende des Ausgleichsbeckens Obermatt konnte zeitweise ein diffuser Zufluss von ca. 5 l/s festgestellt werden. Jegliche gefasste Bäche innerhalb des Untersuchsperimeters (Eugenibach, Luterseebach, Gerbibach, Gerlibach) waren am Tag des Dotierversuchs trocken (vgl. Abb. 2). Der Ägertligraben unterhalb Obermatt brachte geschätze 5 - 10 l/s. Als einziger wesentlicher Zufluss ist das Tunnelwasser bei Mettlen zu nennen, welches gemessene 56 l/s der Engelbergeraa zuführte[1]. Zusätzlich wurden über den Chaltibach bei Grafenort noch weitere 10 - 15 l/s eingetragen. Allerdings war dies in Form von aufstossendem Grundwasser, der Bach selbst war kurz oberhalb der Mündung schon trocken. Bei der Mündung des Gerlibachs befindet sich ein auffälliger Grundwasseraufstoss, mit einer Exfiltration von 450 - 470 l/s bis zur Abflussmesstelle der Strecke 5. Als Grundwasseraufstoss war keine Punktquelle auszumachen. Viel eher handelt es sich um ein Gebiet, indem überall kleinere und grössere Aufstösse sichtbar sind. Über die Gesamtdimension liegen uns keine Angaben vor. Unklar ist auch, wieviel Wasser allenfalls unterhalb der Abflussmessstelle noch zusätzlich exfiltriert.

Als einziger gesicherter ganzjähriger Zufluss innerhalb des Untersuchungsperimeters kann das Tunnelwasser mit durchschnittlich ungefähr 30 l/s genannt werden. Jegliche weitere Zuflüsse bringen höchstens während der Schneeschmelze und ausgeprägten Regenperioden relevante Wassermengen.

[1] Diese Zuflussmenge entspricht vermutlich einem Wert, der nur bei nasser Witterung erreicht wird. Im Durchschnitt liegt der Abfluss des Tunnelwassers bei ungefähr 30 l/s.

Tab. 1: Übersicht der gemessenen Abflüsse, Versickerungsmengen und Zuflüsse.

Dotierung	Strecke oder Zufluss	Abfluss (l/s) gemessen	Zufluss (l/s) geschätzt	Abflussbilanz zwischen Strecke x und Strecke x+1 (l/s)
200 l/s	Strecke 1	197		
200 l/s	undichte Stelle unterhalb Dotierung		0	
200 l/s	diffuser Zufluss beim Ausgleichsbecken		0	
200 l/s	Strecke 2	192		
200 l/s				**-5**
200 l/s	Ägertligraben		8	
200 l/s	Strecke 3	156		
200 l/s				**-44**
200 l/s	Tunnelwasser	56		
200 l/s	Strecke 4	167		
200 l/s				**-45**
200 l/s	Chaltibach		13	
200 l/s	Strecke 5	652		
200 l/s				**472**
Total Versickerung: 94 l/s				
400 l/s	Strecke 1	*nicht gemessen*		
400 l/s	undichte Stelle unterhalb Dotierung		3	
400 l/s	diffuser Zufluss beim Ausgleichsbecken		2	
400 l/s	Strecke 2	370		
400 l/s	Ägertligraben		8	
400 l/s	Strecke 3	352		
400 l/s				**-26**
400 l/s	Tunnelwasser	56		
400 l/s	Strecke 4	356		
400 l/s				**-52**
400 l/s	Chaltibach		13	
400 l/s	Strecke 5	819		
400 l/s				**450**
Total Versickerung: 88 l/s				

4. Wassertiefe und Durchgängigkeit

Obwohl es sich bei der Sanierung der Fassung Obermatt nicht um eine Neukonzessionierung, sondern um eine Sanierung gemäss Art. 80 ff. GSchG handelt, wurden zu Vergleichszwecken dennoch dieselben Kriterien angewandt. Gemäss Art. 31 muss die freie Fischwanderung gewährleitet sein. Dazu sollte in der Engelbergeraa bei Restwassserabfluss eine durchgehende Rinne von mindestens 20 cm Tiefe vorhanden sein. Untersucht wurden die folgenden zwei Dotierungen:

- 192 l/s[2]
- 370 l/s

Fische benötigen für ihre Wanderungen in der Regel ganzjährig eine durchgehende Rinne von mindestens 20 cm Tiefe (Botschaft zur Revision des Gewässerschutzgesetzes, BBI 1987 II, S. 1133). Gemäss einer Wegleitung des Bundes sind aber nicht diese 20 cm sondern die ökologischen Ansprüche der

[2] Der genannte Abfluss bezieht jeweils sich auf die Strecke 2.

vorhandenen Fischarten[3] entscheidend (Estoppey et al. 2000). Generell sind für Bachforellen Wassertiefen von 20 - 30 cm notwendig (Dehus 2005). Für die grössere Seeforelle sind 30 cm (Dehus 2005, Schneider 2009) massgebend. Auf kürzere Distanzen können auch geringere Wassertiefen überwunden werden. Bei einer Wassertiefe in Körperhöhe kann eine Distanz von max. 2 m bewältiget werden[4]. Längere Strecken mit dieser oder geringerer Wassertiefe gelten als Wanderhindernisse.

Das rund 4 km lange Stück der Restwasserstrecke der Engelbergeraa von der Fassung Obermatt bis zur Mündung des Gerlibachs weist ein mittleres Gefälle von ungefähr 2.5 % auf. Wie den Abbildungen 3 und 4 zu entnehmen ist, wird bei einer Dotierung von 200 l/s die kritische Wassertiefe von 20 cm in den Strecken 1, 3 und 5 nur selten unterschritten, bei Strecke 2 kann der Schwellenwert gelegentlich und bei Strecke 4 grösstenteils nicht eingehalten werden. Strecke 4 kann als Referenz für Stellen mit wenig ausgeprägtem Talweg herangezogen werden. Solche Stellen sind innerhalb des Untersuchungsperimeters an 9 Orten zu finden (vgl. Abb. 2) Bei der Dotierung mit 400 l/s werden kritische Wassertiefennur noch an wenigen Stellen unterschritten. Verdeutlicht werden diese Ergebnisse in den kumulativen Verteilungskurven der Wassertiefe (Abb. 5 - 7). Hier zeigt sich, dass bei einem Abfluss von 200 l/s die Stecken 1 und 5 als vollständig durchwanderbar eingestuft werden können, die Strecken 2 und 3 als beeinträchtigt, Strecke 4 hingegen mit rund 65 % Wassertiefen <20 cm als klar ungenügend. Durch die Erhöhung der Dotierung auf 400 l/s waren alle Strecken mit Ausnahme der Strecke 4 durchwanderbar. Aber auch bei der Strecke 4 kann nur noch von einer leichten Beeinträchtigung der Fischwanderung gesprochen werden. Die Abbildungen 8 und 9 zeigen wie häufig und über welche Distanz kritische Wassertiefen bei den zwei Dotierungen unterschritten werden. Betrachtet man nur die absolut minimale Tiefe von 12 cm (Bachforelle) bzw. 18 cm (Seeforelle), ergeben sich bei der kleineren Dotierwassermenge in zwei Untersuchungsstrecken (Strecken 2 und 4) mindestens 2 m lange Abschnitte mit einer Wassertiefe < 18 cm, die als Wanderhindernisse für die Seeforelle gelten. Kritische Tiefen <12 cm sind nur in der Strecke 4 vorhanden. Bei der höheren Dotierwassermenge sind diese Engpässe aufgehoben, allerdings bestehen in Abschnitten wie der Strecke 4 weiterhin einige, kritische Bereiche mit Wassertiefen < 20 cm.

Seeforellen können bedeutend grösser werden als Bachforellen und steigen vom Vierwaldstättersee her in Zuflüsse auf, um dort ihr Laichgeschäft zu erledigen. Diese Fischart ist zwingend auf die Erreichbarkeit und Funktionalität vorhandener Laichplätze angewiesen, so auch in der Engelbergeraa. Damit von einer guten Durchwanderbarkeit für adulte Seeforellen gesprochen werden kann, sollte eine Wasserrinne von mindestens 30 cm Tiefe vorhanden sein. Wird dieser Massstab angesetzt, ergibt sich auch bei einer Dotierung von 400 l/s eine sehr starke bis mässige Einschränkung der Fischwanderung. Bei 200 l/s ist die Durchwanderbarkeit für Seeforellen praktisch innerhalb des gesamten Untersuchungsperimeters sehr stark bis stark eingeschränkt.

Ein Vergleich der Pegelmessungen und der Stand der Uferlinie zeigten in den Strecken 2 und 3 erhöhte Wassertiefen von 4 - 7 cm bei der höheren Dotierung von 400 l/s gegenüber jener mit 200 l/s. In der Strecke 4 (3 - 5 cm) und vor allem in der Strecke 5 (1 - 3 cm) waren die Differenzen der Wassertiefe weniger ausgeprägt. Dies ist auf die Abnahme des relativen Anteils des dotierten Wassers am Gesamtabfluss zurückzuführen. Dieser liegt bei der Strecke 5 im Bereich von 15 % (200 l/s) respektive 35 % (400 l/s). In der anschliessenden Restwasserstrecke (4.5 km) bis zur Wasserrückgabe in Dallenwil wird der Einfluss der Dotierung auf die Wasserführung ebenfalls zur Verbesserung der ökohydraulischen Situation beitragen.

---

3 Für die Restwasserstrecke sind Bach- und Seeforellen- sowie Groppennachweise bekannt.

4 Es wird von einer maximalen Körperhöhe für adulte Bachforellen der oberen Forellenregion von 12 cm ausgegangen, für Seeforellen bilden 18 cm den Schwellenwert (Schneider 2009).

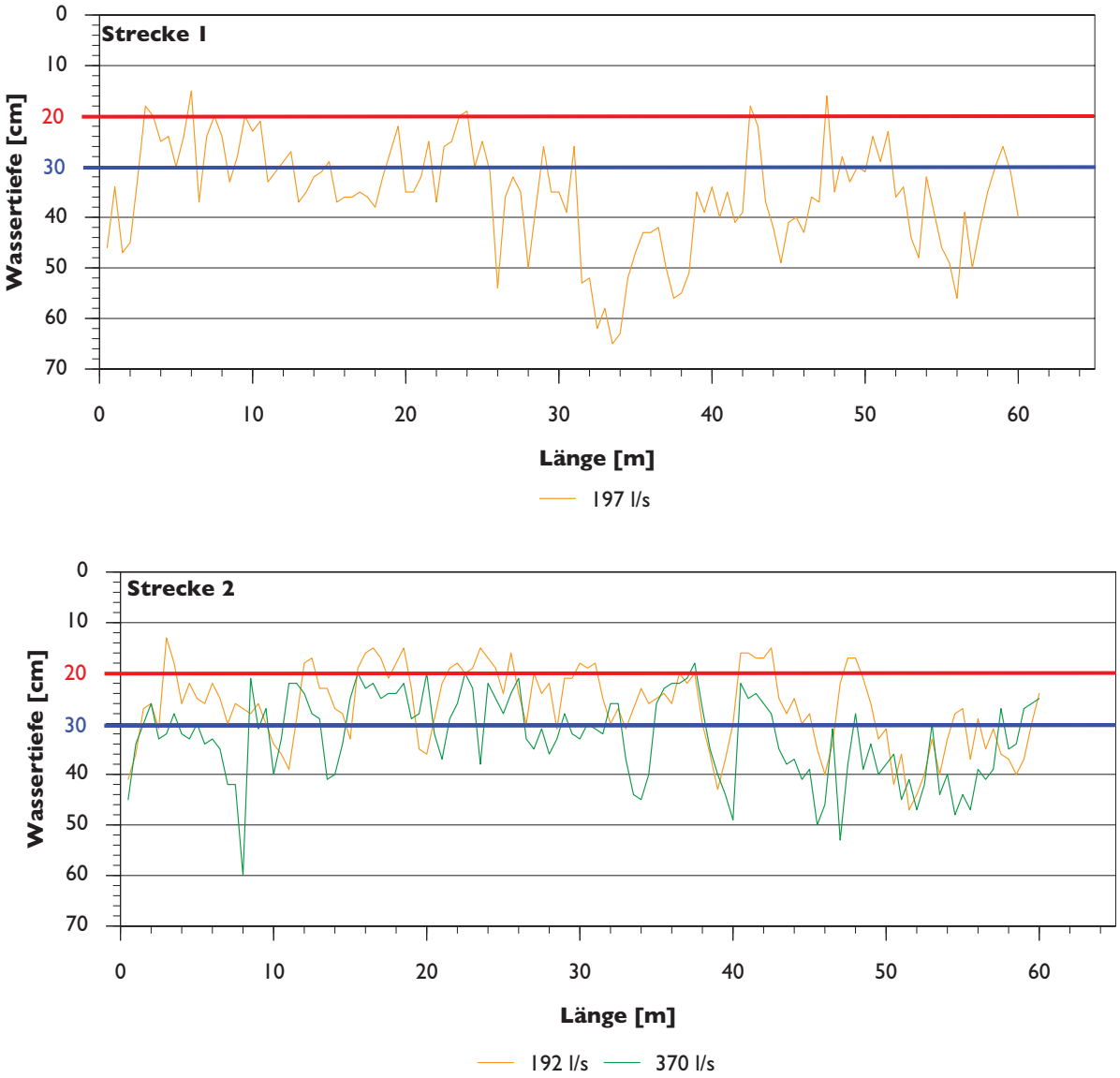


Abb. 3: Messwerte der Abflusstiefen entlang des Talwegs (tiefste Stelle im Querschnitt) in den Strecken 1 und 2, aufgetragen in der Fliessrichtung. Bezeichnung der kritischen Wassertiefen für die Fischwanderung allgemein (20 cm gemäss Estoppey et al. 2000) in rot und speziell für die Seeforelle (30 cm gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009) in blau.

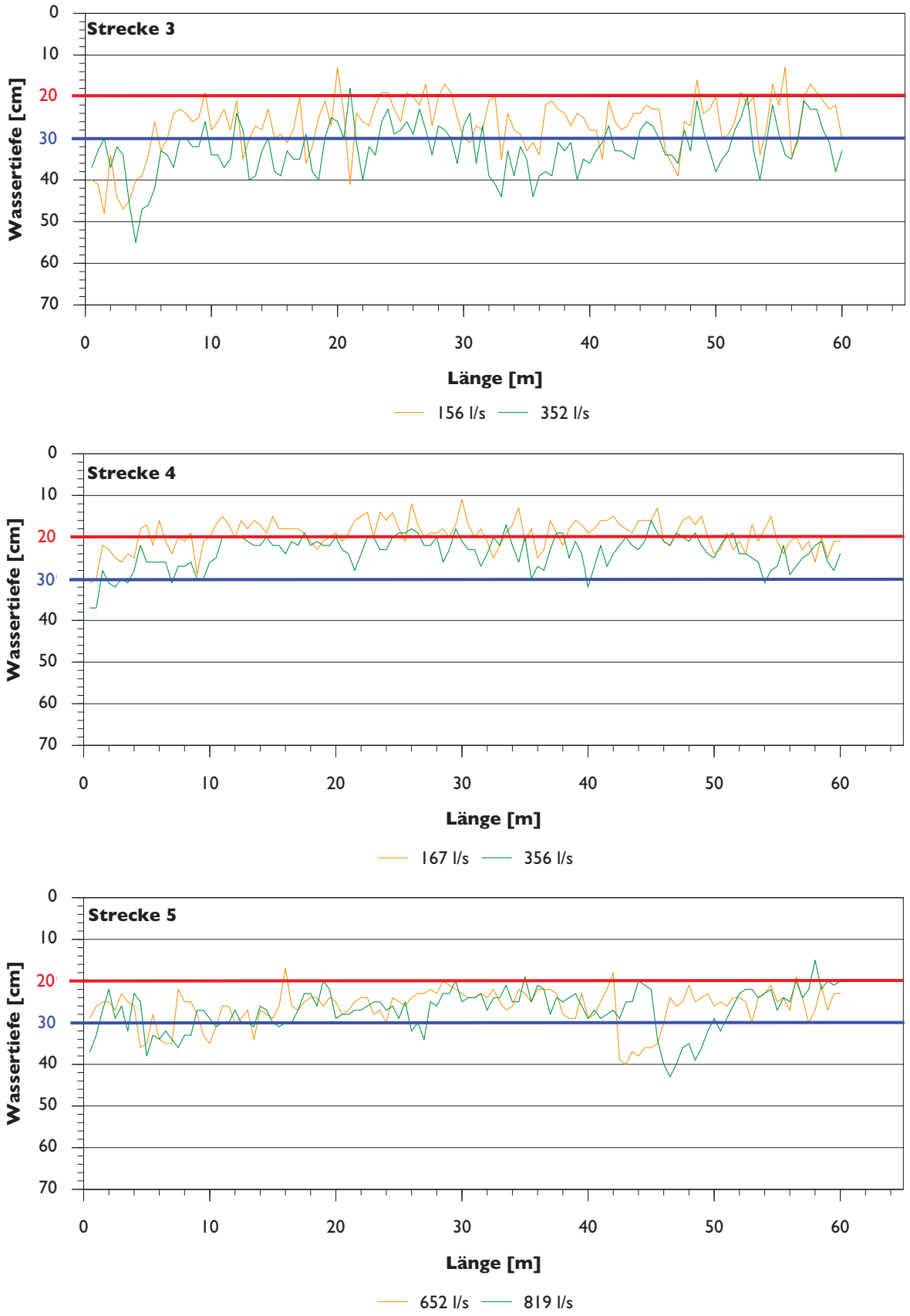


Abb. 4: Messwerte der Abflusstiefen entlang des Talwegs (tiefste Stelle im Querschnitt) in den Strecken 3, 4 und 5, aufgetragen in der Fliessrichtung. Bezeichnung der kritischen Wassertiefen für die Fischwanderung allgemein (20 cm gemäss Estoppey et al. 2000) in rot und speziell für die Seeforelle (30 cm gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009) in blau.

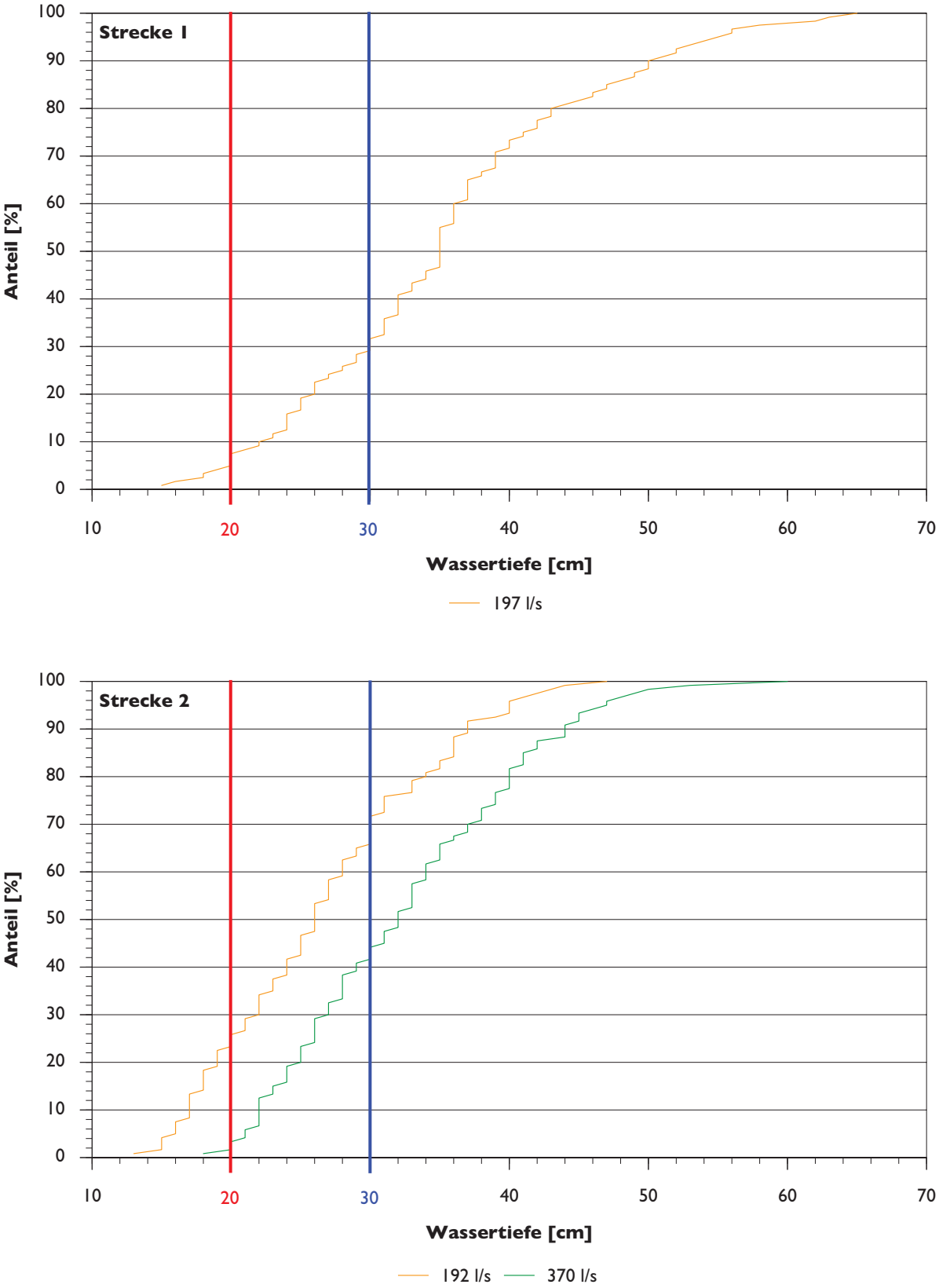
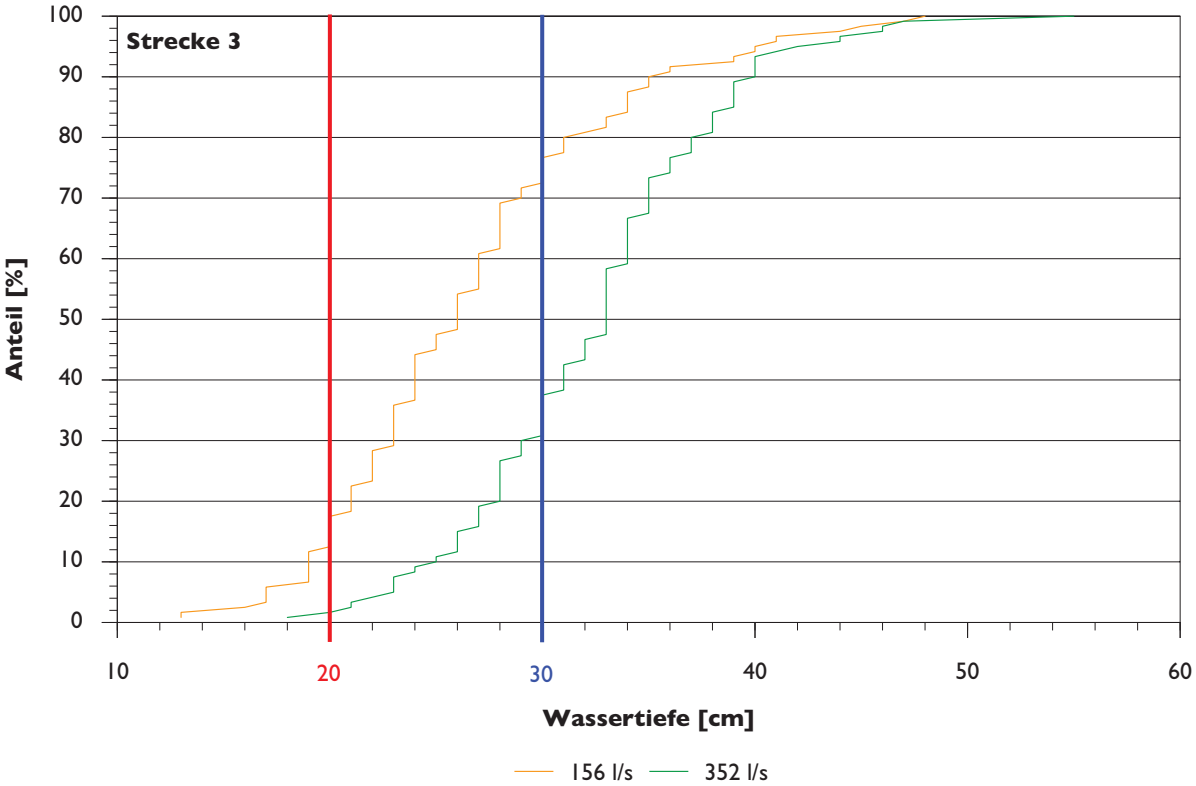


Abb. 5: Kummulative Verteilungskurven der Wassertiefen entlang des Talwegs in den Strecken 1 und 2. Messwerte für die untersuchten Dotiermengen. Bezeichnung der kritischen Wassertiefen für die Fischwanderung allgemein (20 cm gemäss Estoppey et al. 2000) in rot und speziell für die Seeforelle (30 cm gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009) in blau.



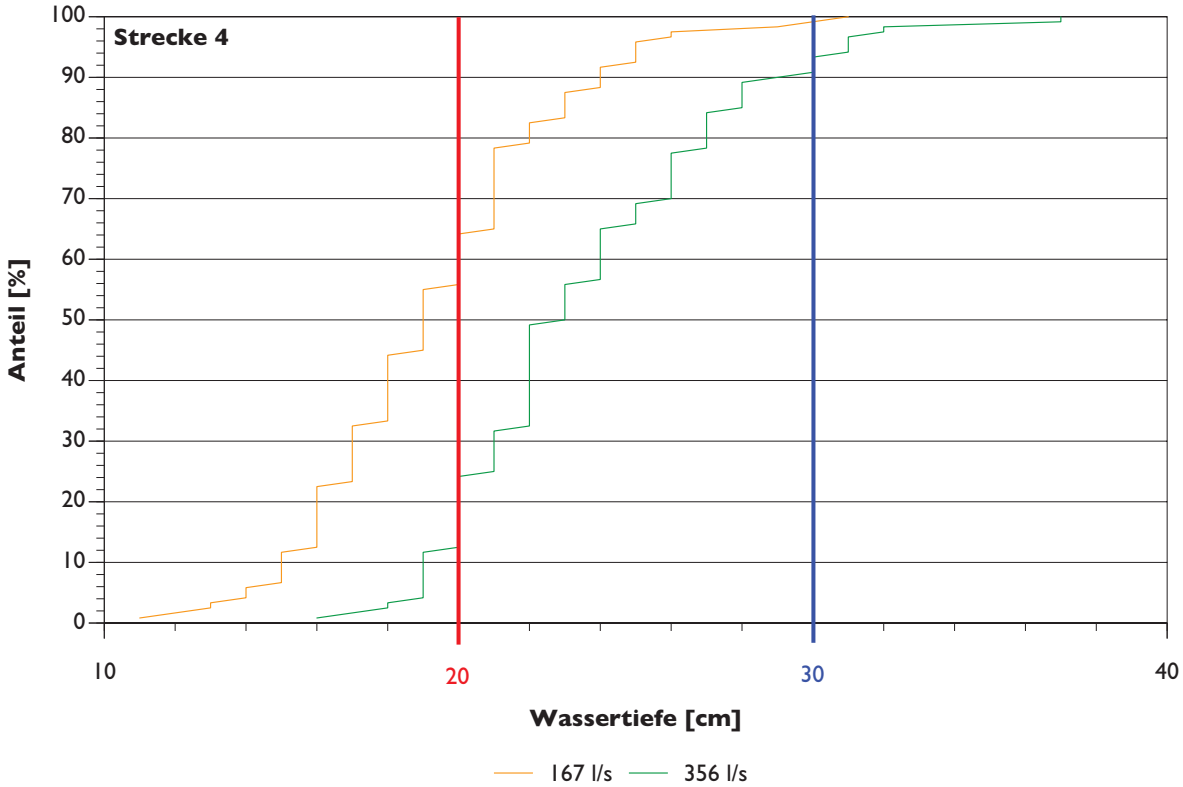


Abb. 6: Kummulative Verteilungskurven der Wassertiefen entlang des Talwegs in den Strecken 3 und 4. Messwerte für die untersuchten Dotiermengen. Bezeichnung der kritischen Wassertiefen für die Fischwanderung allgemein (20 cm gemäss Estoppey et al. 2000) in rot und speziell für die Seeforelle (30 cm gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009) in blau.

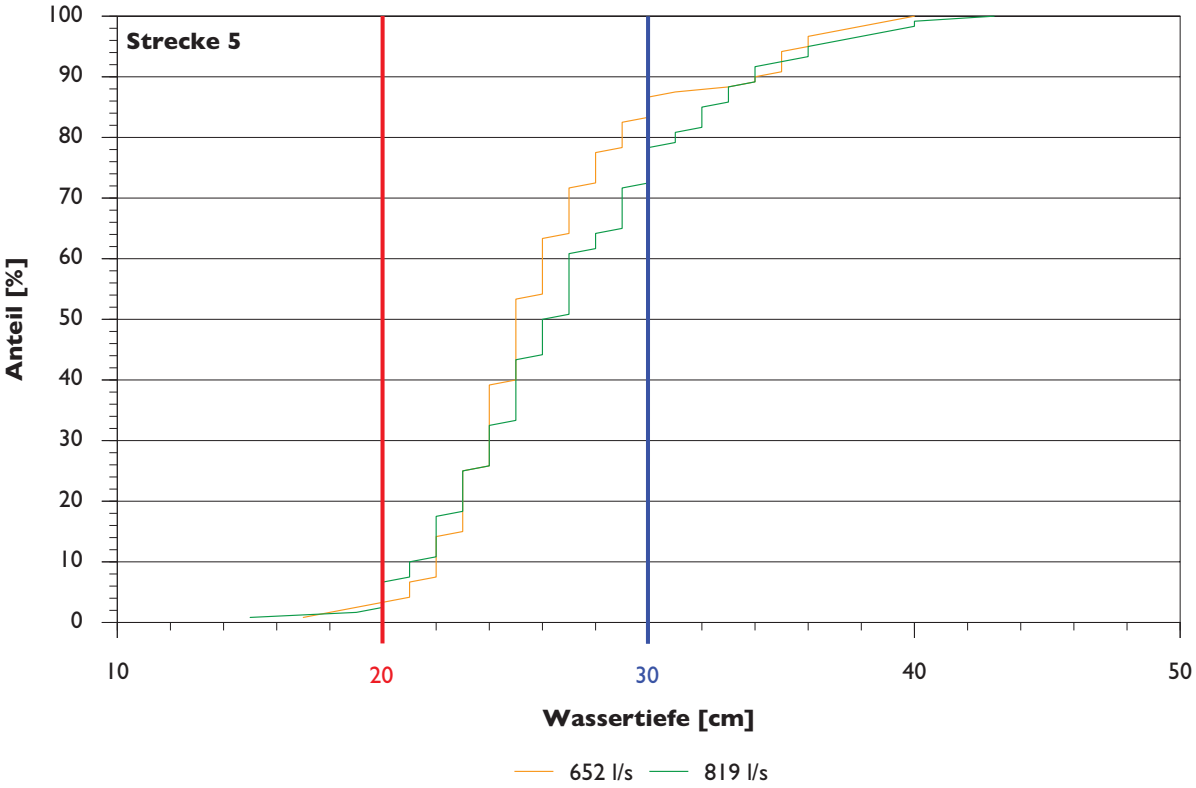


Abb. 7: Kummulative Verteilungskurven der Wassertiefen entlang des Talwegs in der Strecke 5. Messwerte für die untersuchten Dotiermengen. Bezeichnung der kritischen Wassertiefen für die Fischwanderung allgemein (20 cm gemäss Estoppey et al. 2000) in rot und speziell für die Seeforelle (30 cm gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009) in blau.

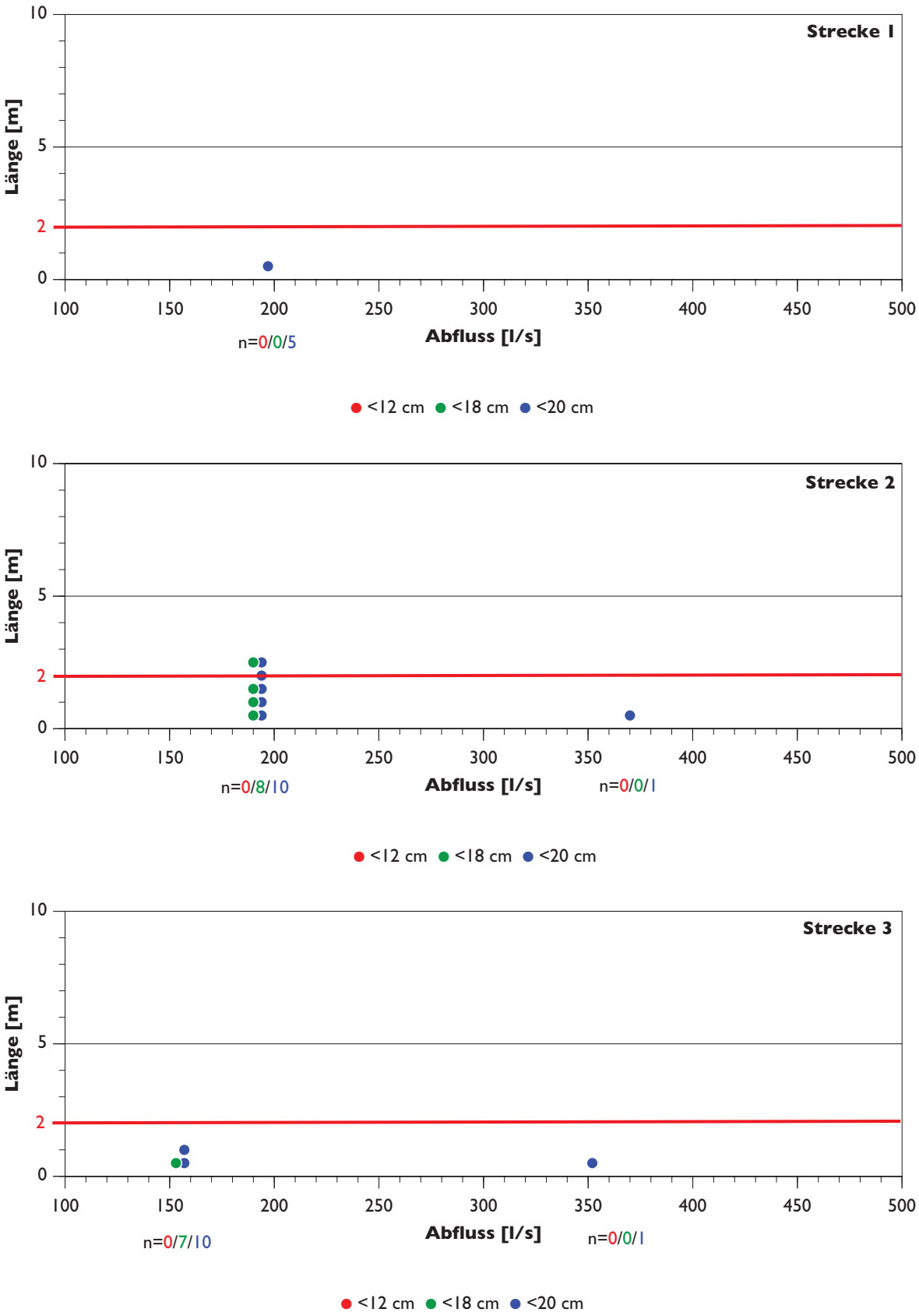


Abb. 8: Häufigkeit und Länge der Unterschreitungen von Wassertiefen <12 cm, <18 cm und <20 cm in den Strecken 1-3 für die untersuchten Dotierungen. Bezeichnung der von Bach- und Seeforellen max. passierbaren Gewässerlänge bei einer Wassertiefe von 12 cm bzw. 18 cm (gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009)

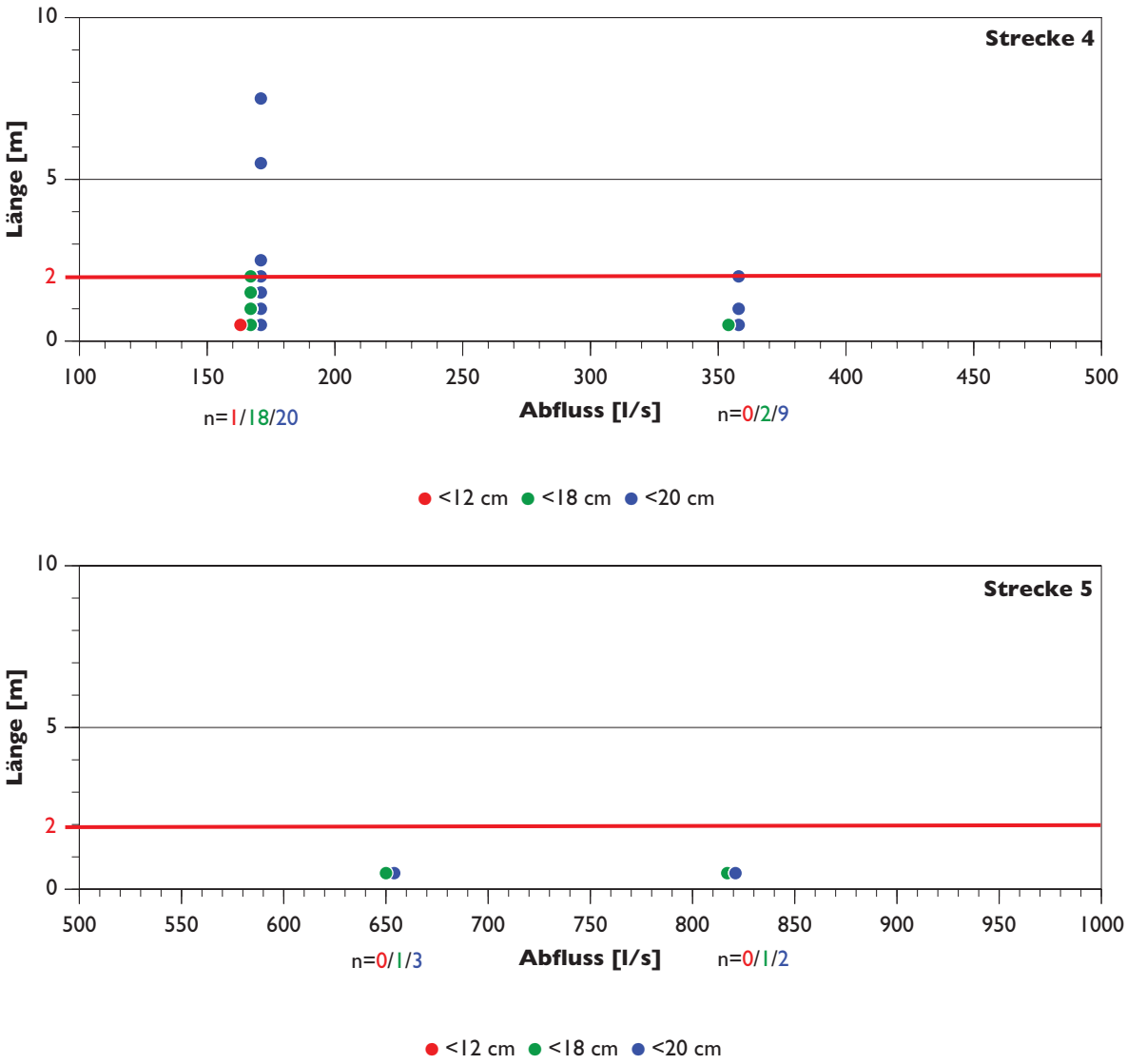


Abb. 9: Häufigkeit und Länge der Unterschreitungen von Wassertiefen <12 cm, <18 cm und <20 cm in den Strecken 4 und 5 für die untersuchten Dotierungen. Bezeichnung der von Bach- und Seeforellen max. passierbaren Gewässerlänge bei einer Wassertiefe von 12 cm bzw. 18 cm (gemäss Dehus 2005 und Schneider 2009)

5. Lebensraum und Lebensgemeinschaften

Als besonders schützenswert für die Restwasserstrecke ist die stark gefährdete Seeforelle von Bedeutung. Aber auch die beiden potenziell gefährdeten Fischarten Bachforelle und Groppe sowie aquatische Wirbellose müssen berücksichtigt werden. Hierzu wurde eine Grobcharakterisierung der Habitatstruktur und eine Abschätzung der benetzten Fläche vorgenommen.

Bei der Dotierung von 200 l/s war die Engelbergeraa innerhalb des Untersuchungsperimeters zwischen 50 - 80 % der Gerinnebreite benetzt. Bei 400 l/s vergrösserte sich die benetzte Breite durchnittlich um ~ 5 %. Die Ausdehnung der Wasserspiegelbreite lag durch die erhöhte Dotierung im Bereich von 20 - 40 cm. In breiteren Gerninneabschnitten waren bei 200 l/s stehende Flachwasserzonen nur wenig mit dem Hauptgerinne verbunden, während sie bei 400 l/s teilweise bereits schwach durchströmt waren.

Die mittleren benetzten Breiten der einzelnen Untersuchungsstrecken bei einer Dotierung von 200 l/s lag zwischen 7 m (Strecke 1) und 13.5 m (Strecke 5). Über den gesamten Untersuchungsperimeter gemittelt kann von einer benetzen Breite von rund 10 m ausgegangen werden. Grob abgeschätzt entsteht durch die Dotierung der Engelbergeraa mit 200 l/s im Vergleich zu einer Niederwasserperiode eine zusätzliche permanent benetzte Fläche von rund 4.5 ha zwischen der Fassung Obermatt und der Wasserrückgabe beim KW Dallenwil. Bei 400 l/s werden es schätzungweise 5 % mehr sein.

Strukturell ist der Abschnitt von der Fassung Obermatt bis zur Strecke 3 sehr vielfältig mit einer engen Verzahnung schnell und langsam fliessender Bereiche mit unterschiedlichen Tiefen. Häufig hat sich ein deutlicher Talweg ausgebildet. Das potenzielle Habitatangebot für alle Altersstadien der drei vorkommenden Fischarten (Bach- und Seeforelle, Groppe) kann als hoch eingestuft werden. Tiefere Stellen, Kolke und Weisswasserflächen bieten immer wieder Deckungsstrukturen für adulte Forellen. Vielfältiges Substrat bietet stellenweise potenzielles Laichhabitat für Forellen. Grosse Steine und Blöcke bieten ideale Laichplätze und Unterschlupf für die Groppe. Moderat durchströmte, seichtere Bereiche und Flachwasserzonen stellen Lebensraum für Jungfische zur Verfügung. Bei 400 l/s waren höhere Fliessgeschwindigkeiten und mehr Weisswasser feststellbar, aber auch potenzielle Laichplätze wurden stärker überströmt[5].

Der Abschnitt von Strecke 3 bis zum Grundwasseraufstoss hat ein etwas geringeres Gefälle und das Substrat weist weniger Felsblöcke und grosse Steine auf. Der Talweg ist stellenweise weniger ausgeprägt und die Strukturvielfalt ebenfalls etwas geringer als weiter oben. Kolke und tiefere Bereiche waren hier weniger häufig anzutreffen, Weisswasserflächen und unterspülte Steinblöcke nur vereinzelt vorhanden. Dieser Abschnitt birgt in erster Linie potenzielles Laich- und Jungfischhabitat für Forellen und Lebensraum für die Groppe. Bei 400 l/s verbesserte sich die Qualität der Fischhabitate, vor allem für adulte Forellen. Ebenso wurden die potenziellen Laichplätze durch grössere Strömungen in ihrer Qualität aufgewertet.

Für aquatische Wirbellose wird sich auf der gesamten Strecke neuer geeigneter Lebensraum erschliessen, obwohl nicht das gesamte natürlicherweise vorhandene Artenspektrum erwartet werden kann. Vorwiegend auf hohe Fliessgeschwindigkeiten angewiesene Arten werden fehlen, bei 400 l/s dürften aufgrund wesentlich höherer Strömungen aber mehr Arten zu erwarten sein. Die kiesig-steinige Sohle

[5] Eine ausreichende Sauerstoffversorgung der im Kieslückensystem abgelegten Bachforelleneier ist eine wesentliche Voraussetzung für deren erfolgreiche Entwicklung. Dazu ist eine genügende Frischwasserversorgung notwendig, die durch starke Überströmung des Laichplatzes gewährleistet wird.

lässt eine hohe Individuendichte erwarten, was wiederum einen positiven Effekt auf das Nahrungsangebot für Fische haben wird.

6. Landschaft

Entlang der gesamten Restwasserstrecke bis zum Kraftwerk Dallenwil verlaufen viele Wanderwege. Im unteren Streckenabschnitt führt die Kantonsstrasse Stans-Engelberg sowie das Trasse der Zentralbahn entlang der Engelbergeraa. Die Restwasserstrecke ist von Obermatt bis Wasserrückgabe in Dallenwil überall gut einsehbar und landschaftlich von grosser Bedeutung. Durch eine Dotierung der zurzeit mehrheitlich trockenen Restwasserstrecke mit 200 l/s und noch deutlicher mit 400 l/s, kann ein optisch und akustisch wahrnehmbares Fliessgewässer geschaffen werden, mit dem eine markante Aufwertung des Landschaftsbildes einher geht. Seit dem Hochwasser 2005 frei gelegte Kies- und Schotterflächen anerbieten sich als wertvoller Erholungsraum. Die Zugänglichkeit ist merhheitlich gewährleistet.

Schon bei einer Dotierung von 200 l/s war die Engelbergeraa optisch als fliessendes Gewässer wahrnehmbar, bei 400 l/s wurde dieser Eindruck durch eine breitere Benetzung und grössere Weisswasserbereiche aber nochmals um einiges verstärkt. Dabei zeigte sich auch eine besser wahrnehmbare Verteilung der Strömungsmuster und eine auffälligere Durchströmung in flacheren Abschnitten, als dies bei 200 l/s der Fall war. Akustisch war bei 200 l/s in steileren Abschniten mit Schnellen und kleineren Abstürzen ein Rauschen und Plätschern zu hören, welches bei 400 l/s verstärkt zu vernehmen war. In flacheren Strecken mit Flachwasserzonen und geringeren Strömungen war die Engelbergeraa praktisch nur bei 400 l/s zu hören. Bei 200 l/s wurde ihre Geräuschkulisse von anderen Geräuschen (Verkehr etc.) vielfach überdeckt.

7. Fazit und Empfehlung

Zusammenfassend lassen sich verschiedene gewässerökologische und landschaftliche Verbesserungen durch eine Dotierung der Engelbergeraa an der Fassung Obermatt erzielen. Strukturell beinhaltet die Restwasserstrecke der Engelbergeraa die Voraussetzungen für ein grosses Aufwertungspotenzial. Nicht nur die untersuchte Strecke bis zur Mündung des Gerlibachs würde von einer Dotierung profitieren, auch die restliche Strecke bis zur Wasserrückgabe in Dallenwil würde eine entscheidende gewässerökologische und landschaftliche Aufwertung erfahren. Als positiv muss auch ein grösserer Sockelabfluss in der Engelbergeraa gewertet werden, der die durch Schwall-Sunk verursachten gewässerökologischen Defizite nach der Wasserrückgabe des KW Wolfenschiessen und des KW Dallenwil mindert.

In Tabelle 2 sind die Auswirkungen auf die einzelnen relevanten Aspekte bei den zwei untersuchten Dotierungen aufgelistet. Daneben wird aufgezeigt, ob und inwiefern ein naturnaher Zustand erreicht werden kann.

Tab. 2: Auswirkungen der zwei untersuchten Dotierungen auf gewässerökologische und landschaftliche Aspekte und die Erreichbarkeit eines naturnahen Zustands.

Dotierung	Gewässerökologische Aspekte			Landschaftliche Aspekte	
	Durchgängigkeit	Fischabitate	Wirbellosenhabitate	Opt. Wahrnehmung	Akus. Wahrnehmung
200 l/s					
400 l/s					

Sehr starke Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Starke Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Mässige Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Leichte Abweichung gegenüber naturnahem Zustand
Naturnaher Zustand

Folgende Verbesserung würden bei einer Dotierung von 200 l/s - 400 l/s erreicht:

- **Neuschaffung** eines permanenten benetzten **Fliessgewässerstücks** von mindestens **1600 m Länge** und ca. **4.5 ha Fläche**
- **Neuschaffung** von potenziellem **Laich- und Jungfischhabitat für die stark gefährdete Seeforelle**
- **Neuschaffung** von potenziellem **Habitat für alle Altersstadien der Bachforelle und der Groppe**
- **Neuschaffung** von **Habtitat für aquatische Wirbellose**
- **Aufwertung des Landschaftsbilds** durch optische und akustische Wahrnehmung der Engelbergeraa
- **Dämpfung der Schwall-Sunk-Problematik der Kraftwerke Wolfenschiessen und Dallenwil**

Vorteile von 400 l/s gegenüber 200 l/s:

- **~ 5 % mehr benetze Fläche**
- **Durchgängigkeit für Fische in kritischen Abschnitten verbessert**
- **Erhöhung der Quantität und der Qualität von Fischhabitaten**
- **Verbessertes Lebensraumangebot für ein grösseres Artenspektrum von aquatischen Wirbellosen**
- **Deutlichere Aufwertung des Landschaftsbilds**
- **Stärkere Dämpfung der Schwall-Sunk-Problematik der Kraftwerke Wolfenschiessen und Dallenwil**

Für die Dotierung der Engelbergeraa bei der Fassung Obermatt **werden 400 l/s empfohlen**. Ein naturnaher Zustand kann dadurch nicht erreicht werden, die relevanten gewässerökologischen Aspekte weichen immer noch leicht von einem solchen Zielzustand ab, starke Abweichungen werden aber ausgeschlossen. Die landschaftlichen Zielvorstellungen können ebenfalls annähernd erfüllt werden. Um einen naturnahen Zustand zu erreichen, wäre ein höherer Abfluss notwendig.

200 l/s sind ungenügend und weichen teilweise mässig bis stark von einem naturnahen Zustand ab. In erster Linie ist die freie Fischwanderung in flacheren Abschnitten vor allem für adulte Seeforellen eingeschränkt, aber auch das quantitative und vor allem das qualitative Habitatangebot für Fische und aquatische Wirbellose ist gegenüber einem naturnahen Zielzustand deutlich herabgesetzt.

8. Literatur

Botschaft zur Revision des Gewässerschutzgesetzes BBI (1987) Bern. S. 1133.

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. August 2008).

Dehus, P. (2005) Anforderungsprofile von Indikator-Fischarten. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 97, 125-153.

EAWAG (1991) Studie Gewässerschutz im Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees - Abflussmodell. Dübendorf.

Estoppey, R., Kiefer, B., Kummer, M., Lagger, S., Aschwanden, H. (2000) Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden? Wegleitung BUWAL. Bern

Schneider, J. (2009) Ökologische Vorgaben für Sohlgleiten. In Naturnahe Sohlgleiten. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).

Restwassersanierung gemäss Art. 80ff GSchG

Abklärungen zur Versickerung auf der Restwasserstrecke der Engelberger Aa zwischen Obermatt und Grafenort

Anhang 1

Fotodokumentation zum Dotierversuch am 21.11.2009

Vergleich ausgewählter Standorte entlang der Versuchsstrecke ohne Dotierung, Dotierung mit 200 l/s, Dotierung mit 400 l/s

Fotos: Eva Schager, Amt für Umwelt Nidwalden, Engelbergstrasse 34, 6371 Stans

26. November 2009

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s

17.11.2009 keine Dotierung

21.11.2009 200 Liter/s

21.11.2009 400 Liter/s