

# Kraftwerk Melchsee-Frutt

## Restwasser-Sanierungsbericht

Im Sinne des Gewässerschutzgesetzes des Bundes, Art. 80 ff  
sowie der Gewässerschutzverordnung Art. 38.

Giswil, 15. April 2013

---

UTAS AG  
Büro für Landschaft, Natur und Siedlung  
Brünigstr. 64, 6074 Giswil



Tel. 041/675 26 60  
Fax 041/675 26 26  
E-Mail: [info@utas.ch](mailto:info@utas.ch)  
Beat von Wyl, dipl. Biologe SVU

---

**Auftraggeber:**

**Kanton Obwalden**

Amt für Landwirtschaft und Umwelt  
Dr. Alain Schmutz  
St. Antonistrasse 4  
6061 Sarnen

Tel. 041 666 63 83

**Konzessionär:**

**Elektrizitätswerk Obwalden**

John Sieber  
Stanserstrasse 8  
6064 Kerns

Tel. 041 666 51 82

**Auftragnehmer:**

**UTAS AG**

Büro für Landschaft, Natur und Siedlung  
Beat von Wyl  
Brünigstrasse 64  
6074 Giswil

Tel. 041 675 26 60

---

## INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	1
1 EINLEITUNG	3
1.1 Ausgangslage und Übersicht	3
1.2 Gesetzliche Grundlagen	3
2 PROJEKT BESCHRIEB	5
2.1 Lage und Ausdehnung	5
2.2 Wasserfassungen und Zentrale	5
2.3 Einzugsgebiete	12
2.4 Zusammenfassung	12
3 WIRTSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN	13
3.1 Wassermengen und Stromproduktion	13
Finanzielle Grundlagen	13
4 UMWELTWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN	14
4.1 Fließgewässer	14
4.2 Seen	21
4.3 Gesamtbewertung	22
4.4 Ökologische Wirkung von Restwassergaben auf die Bäche des Fruttkraftwerks	24
5 EINHALTUNG DER RESTWASSERBESTIMMUNGEN	26
5.1 Gewässerschutzgesetz (GSchG)	26
5.2 Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG)	26
5.3 Bundesgesetz über die Fischerei (BGF)	26
6 BIBLIOGRAFIE	27
Anhang 1	
Anhang 2	
Anhang 3	

## ZUSAMMENFASSUNG

Kraftwerk	<p>Die Wasserkraftnutzung auf der Melchsee-Frutt begann im Jahr 1905 mit dem Stäubilochkraftwerk. Seit 1957 wird im heutigen Kraftwerk mit der Zentrale Hugschwendi Strom produziert. Das Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 11.37 km<sup>2</sup>. Jährlich werden rund 35 Mio. kWh Strom produziert. Der Melchsee und der Tannensee werden zur saisonalen Speicherung genutzt. Bisher werden alle Gewässer ohne Restwasservorgaben genutzt. Der Henglibach wird von Mitte Mai bis Ende Juli zugeleitet.</p>
Hydrologie und Geologie	<p>Das Wasserkraftwerk Melchsee-Frutt wird von aussergewöhnlichen hydrologischen Verhältnissen bestimmt. Das gesamte turbinierte Wasser wird im Gebiet der Hochebene Melchsee-Frutt gefasst, deren Bäche von einem alpin-nivalen Regime bestimmt werden. Die Hauptmenge des Wassers fliesst in den Monaten Mai - Juni ab, bestimmt durch die Schneeschmelze und die dadurch vorhandenen unterirdischen Wasserreserven. Der natürliche Abfluss des Henglibachs und der Tannalpbäche führt ins Gental, jener der übrigen Bäche Richtung Gr. Melchtal. Alle Bäche fliessen nur temporär und versiegen meist schon im Herbst. Eine natürliche Fischfauna kann deshalb für die Bäche der Melchsee-Frutt nicht dokumentiert werden.</p> <p>Die Wasserläufe von der Frutt ins Melchtal sind einerseits vom grossflächigen Karstgebiet Bonistock - Cheselen geprägt, die den Abfluss des Melchsee - Ausflusses unterirdisch ins Gebiet Stöckalp - Turrenbach führen. Andererseits liegt von der Alp Aa Ziflucht bis ins Gebiet Turrenbach viel grobblockiges Bergsturz- und Moränenmaterial, das in den Bächen zu sehr starken Versickerungen führt. Nach Ende der Schneeschmelze zeigen deshalb die Bäche dieses Gebiets mehrheitlich trockene Gerinne.</p>
Untersuchungsarbeiten	<p>Neben der präzisen Darstellung der generellen Kraftwerksdaten wurden die weiteren Untersuchungen auf die spezifischen Merkmale des Kraftwerks abgestimmt. Der Bereich Fischerei konnte relativ knapp gehalten werden. Hingegen wurden alle Bachabschnitte unterhalb der Fassungen detailliert bewertet. Auch das Umfeld wurde eingehend beschrieben, insbesondere weitere Feuchtlebensräume. Die Amphibienvorkommen wurden auf ihren Bezug zu den Wasserfassungen untersucht.</p>
Resultate	<p>Die untersuchten Bäche weisen einen weitgehend natürlichen Charakter auf. Die Bachfassungen führen meist auf einer Strecke von wenigen hundert Metern unterhalb der Fassungen zu einer Beeinträchtigung des Lebensraums, insbesondere bei den Wasser bewohnenden Insektenlarven. Die Ufervegetation wird durch die Fassungen nur wenig beeinflusst. Die bedeutendste Schädigung eines Bachlaufs kann heute nur mehr andeutungsweise bewertet werden. Der frühere Ausfluss des Melchsees von 140 m Länge wurde bereits 1904 durch das Stäubilochwerk verändert und 1957 vollständig eliminiert. Der stärkste Schaden an Lebensräumen, der durch das Fruttkraftwerk entstanden war, bezieht sich nicht auf Fliessgewässer, sondern auf die Moore und Flachseen, die im Bereich der aufgestauten Seen lagen.</p> <p>Die landschaftliche Beeinträchtigung durch die Fassungen wird als unbedeutend bis gering bewertet.</p>

Restwasser-  
empfehlung

Die untersuchten Bachläufe führen nur temporär Wasser und erfordern gemäss Gewässerschutzgesetz keine Restwasserdotierung. Einzig der Ausfluss des Melchsees wies ursprünglich auch im Winter eine geringe Wasserführung auf, doch reichte dies kaum für ein natürliches Fischvorkommen.

Durch die Bachfassungen werden verschiedene wertvolle Lebensräume über insgesamt einige hundert Meter Bachstrecke tangiert, insbesondere die Wasserlebensräume in der Bachsohle. Die Beeinträchtigung im Kontext des gesamten Gebiets wird als relativ gering bewertet. Die Ufervegetation der Bachläufe wird nur wenig geschädigt. Die bedeutenden Amphibienvorkommen der Melchsee-Frutt werden von den Fassungen kaum beeinflusst.

Landschaftlich ergeben sich örtlich sichtbare Beeinträchtigungen, die im gesamten Umfeld aber wenig auffallen.

Aus den dargelegten Gründen wird auf eine Empfehlung zu Restwasservorgaben verzichtet.

Kompensationen

Die örtliche Beeinträchtigung wertvoller Lebensräume und der Landschaft kann mit Restwassergaben nicht wirkungsvoll behoben werden. Auf diesen Gründen empfehlen wir anstelle von Restwasservorschriften gezielte Kompensationsmassnahmen durch die Aufwertung von Feuchtlebensräumen im Gebiet der Melchsee-Frutt.

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Ausgangslage und Übersicht

Nutzungsvertrag und Konzession	Eine erste Konzession für die Wasserkraftnutzung auf Melchsee-Frutt erhielt Albert Reinhard für die Dauer von 50 Jahren. Von 1905 – 1954 wurde im Stäubiloch, nahe dem Auslauf des Melchsees, ein kleines Wasserkraftwerk betrieben. Mitte der 50-er Jahre wurde das Kraftwerk Melchsee-Frutt gebaut. Für die Nutzung von Melchsee und Tannensee sowie des Blauseeausflusses ist keine Konzession notwendig, da es sich um private Gewässer handelt. Die Nutzung ist in einem Vertrag vom 19./22. April 1955 zwischen dem Kanton Obwalden und der Korporation Kerns, sowie den Alpengenossenschaften geregelt [6]. Hingegen besteht für die Nutzung der Tannalpbäche und des Henglibachs, die ins bernische Gental entwässern, eine Konzession des Regierungsrats des Kantons Bern. Diese gilt für die Zeitspanne vom 1. Januar 1958 – 31. Dezember 2037 (Anhang 3.8).
Geschichte des Kraftwerks	Der Entscheid für den Bau des Kraftwerks Melchsee-Frutt wurde an der Landsgemeinde 1955 gefällt. Der Melchsee wurde um 6 Meter aufgestaut. Ab 1957 wird in der Zentrale Hugschwendi Energie produziert. 1960 wurde der Tannensee erstmals voll aufgestaut, um total 15 Meter.
Restwasser heute	Bis heute werden alle Fassungen ohne Restwassergabe betrieben. In der Fassung Henglibach wird die Wasserfassung auf die Zeit vom 16. Mai – 31. Juli beschränkt, gemäss der Konzession des Kantons Bern. In der übrigen Zeit fliesst die gesamte Wassermenge durch die Fassung hindurch.
Verknüpfung mit KW Lungeresee	Der Restwasserentscheid zum Kraftwerk Melchsee-Frutt wurde vom Kanton mit jenem des Lungeresewerks verknüpft. Gemäss den bisherigen Erkenntnissen aus diesem Kraftwerk kann es sinnvoll sein, über die beiden Kraftwerke einen Gesamtentscheid zu fällen. Die Abklärungen zum Kraftwerk Melchsee-Frutt sollen auch für diese Option die nötigen Grundlagen liefern.

## 1.2 Gesetzliche Grundlagen

GSchG	<p>Die Verpflichtung zur Sanierung von Wasserentnahmen in Wasserkraftwerken ist im Gewässerschutzgesetz GSchG, Art. 80ff umschrieben. Gewässer, die durch Wasserentnahmen wesentlich beeinflusst werden, müssen unterhalb der Entnahmestelle soweit saniert werden, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist (Art.80. Abs. 1). In besonderen Fällen kann die Behörde weitergehende Massnahmen anordnen. Die Sanierungen müssen bis Ende 2012 abgeschlossen sein (Art. 81, Abs. 2).</p> <p>Im Kanton Obwalden ist der Regierungsrat für die Genehmigung der Sanierungen und für die Festlegung der Sanierungsfristen zuständig. Der vorliegende Sanierungsbericht liefert die fachlichen Grundlagen für die Sanierungsverfügung durch den Regierungsrat.</p> <p>Die materiellen Vorgaben zu den Restwassermengen sind im GSchG in Art. 31 und 32 umschrieben. Für Wasserfassungen oberhalb 1700 m.ü.M. sieht der</p>
-------	---

Gesetzgeber bestimmte Ausnahmemöglichkeiten vor. Da beim KW Melchsee-Frutt keine natürlichen Fischgewässer festgestellt wurden, erübrigt sich die vertiefte Begründung über deren Anwendbarkeit.

Neben dem GSchG spielen für das Kraftwerk Melchsee-Frutt das Natur- und Heimatschutzgesetz NHG und das Fischereigesetz BFG eine bedeutende Rolle.

Umsetzung im  
Kraftwerk  
Melchsee-Frutt

Die Anwendung der klaren gesetzlichen Vorgaben erweist sich im konkreten Fall des Kraftwerks Melchsee-Frutt als recht komplex. Dafür sind mehrere Gründe verantwortlich:

- Beim Aufstau des **Tannensees** wurden bedeutende Flächen an wertvollen Stillgewässern und Mooren überstaut, deren damaliger Wert nicht näher dokumentiert ist. Ähnliches gilt für den Aufstau des **Melchsees**.
- Der **Tannenbach**, also die Verbindung zwischen dem Tannensee und dem Melchsee, ist keine eigentliche Restwasserstrecke, da heute wie vor der Wasserkraftnutzung die gesamte Wassermenge des Gebiets durch den Bach abfließt. Hingegen wird die jahreszeitliche Verteilung durch den Kraftwerksbetrieb stark beeinflusst.
- Der **Ausfluss des Melchsees**, der über eine kurze Distanz ins Stäubiloch floss, wurde 1904 für das Stäubilochkraftwerk in einen Holzkanal gelegt, ohne aber die Wassermenge zu vermindern. Ab 1957 ist die Bachstrecke trocken. Es handelt sich demnach um eine kurze Restwasserstrecke. Der weitere Abfluss erfolgt unterirdisch durch das Karstgebiet. Über temporäre Quellen erscheint der Melchseeabfluss wieder an der Oberfläche. Aber erst im Gebiet Lus südlich Melchtal dürfte wieder die gesamte Wassermenge oberflächlich fließen. Es ist fraglich, ob in diesem Bereich eine Restwasserstrecke bezeichnet werden kann.
- Der **Ausfluss des Blausees** wird ebenfalls vollständig gefasst. Dadurch ergibt sich theoretisch eine lange Restwasserstrecke bis ins Gebiet Stöckalp. Trotz des Zusammenflusses mit weiteren Bächen findet jedoch eine sehr starke Versickerung statt, so dass der Bach talwärts nur temporär Wasser führt.
- Die **Gr. Melchaa** weist ebenfalls starke Versickerungen auf und floss schon vor 1957 stellenweise nur temporär.

Diese spezielle Situation in verschiedenen Gebieten des Kraftwerks erfordert eine präzise Analyse, welche gesetzliche Vorgaben auf den einzelnen Gewässerabschnitten eingehalten werden müssen.

## 2 PROJEKTBEREICH

### 2.1 Lage und Ausdehnung

Alle Anlagenteile des Kraftwerks Melchsee-Frutt liegen in der Gemeinde Kerns im Kanton Obwalden. Dies gilt ebenso für die gesamten Einzugsgebiete. Durch die Wasserentnahmen des Henglibachs sowie der Tannalpbäche ist auch der Kanton Bern tangiert, da diese Fließgewässer ins Gental entwässern, das im Kanton Bern liegt. Hier findet zudem eine Wasserkraftnutzung durch die Kraftwerke Oberhasli (KWO) statt.

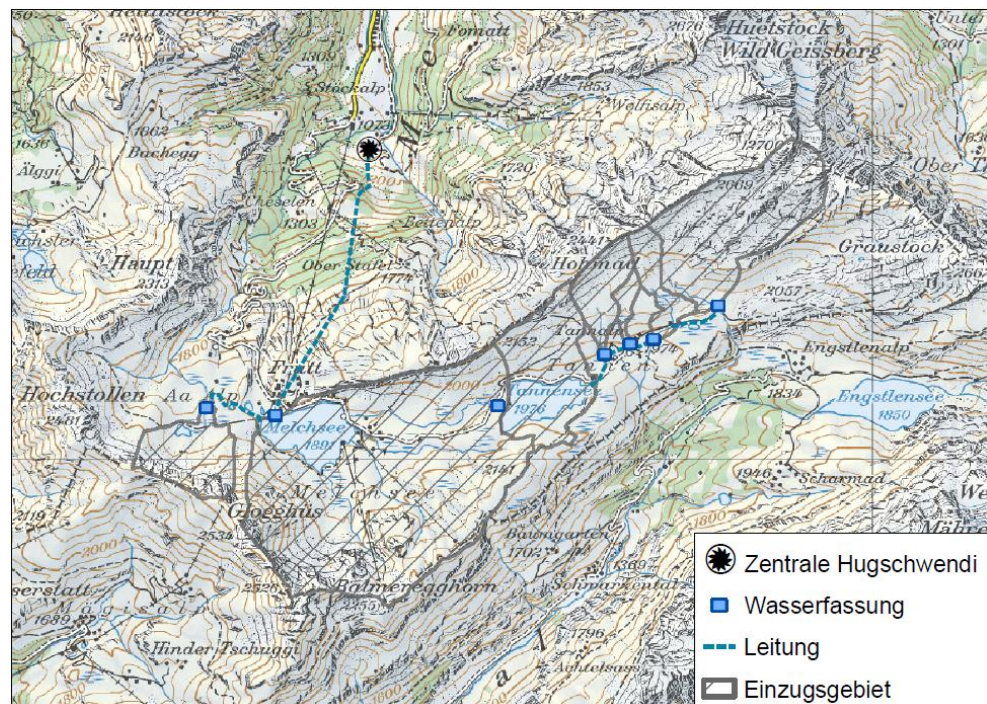


Abb. 1: Übersicht KW Melchsee-Frutt, Massstab 1:100'000

### 2.2 Wasserfassungen und Zentrale

Alle Fassungen des Kraftwerks liegen im Bereich der Hochebene der Melchsee-Frutt. Die Bachfassungen wurden als Wehr mit seitlicher Entnahme gebaut.

Die Fassung **Henglibach** kann gemäss Konzession des Kantons Bern nur von 16. Mai – 31. Juli genutzt werden. In der übrigen Zeit fliesst das Wasser vollständig ins Gental ab. Die Ableitung dieser Fassung wird in den Oberlauf des **Tannalpbachs 1** geleitet, kurz bevor dieser ebenfalls gefasst wird. Richtung Westen liegen die weiteren Fassungen von **Tannalpbach 2 und 3**. In einer gemeinsamen Leitung ergiesst sich das gesamte Wasser aus dem Raum Tannalp in den Tannensee. Die Wassermenge wird durch einen Limnigraphen erhoben.

Der Ausfluss des **Tannensees** entspricht ebenfalls einer Wasserfassung. Hier wird zusätzlich die Wassermenge aus dem direkten Einzugsgebiet des Sees gefasst. Hingegen wird hier das Wasser nicht abgeleitet, sondern über den Tannenbach in einer geänderten Dynamik zum Melchsee geleitet (gemäss den Anforderungen des Kraftwerksbetriebs).



Der **Blauseebach** wird rund 400 m unterhalb seines Ausflusses aus dem See gefasst und von dort in den Melchsee geführt, wo ebenfalls ein Limnigraph installiert ist.

Die Hauptfassung des Werkes liegt im Damm des **Melchsees**, auf der Meereshöhe von 1891 m. Von hier aus wird das Wasser über einen Druckstollen zur Zentrale Hugschwendi geleitet.

Die **Zentrale Hugschwendi** liegt in der Stöckalp auf 1060 m.ü.M. Sie umfasst zwei Turbinen von je 7 MW Leistung. Die Wasserabgabe erfolgt an den bestehenden Hugschwendibach, der bei der temporär aktiven Hugschwendiquelle beginnt.

### 2.2.1 Hauptfassung Melchsee

In der wichtigsten Fassung des Kraftwerks Melchsee-Frutt wird das gesamte turbinierte Wasser gefasst. Gleichzeitig ist diese Fassung der Ausgangspunkt zum hydrologisch komplexesten Teil des Kraftwerks.

KW Stäubiloch

In den Jahren 1905-1954 wurde der Ausfluss des Melchsees, der sich in das Stäubiloch ergoss, in einen Holzkanal gefasst, um das dortige Kleinkraftwerk zu betreiben. Dadurch ergab sich keine Restwasserstrecke, doch der ökologische Wert des kurzen Bachlaufs wurde stark vermindert. Seit 1957 wird das gesamte Wasser des Melchsee gefasst und turbiniert. Der kurze Bachlauf zum Stäubiloch wurde dadurch zur eigentlichen Restwasserstrecke.

Gutachten Arbenz und Meyer

In umfangreichen Untersuchungen wurde vor dem Bau des KW Melchsee-Frutt untersucht, auf welchem Weg vom Stäubiloch aus das Wasser unterirdisch talwärts floss (Hauptaussagen siehe ARBENZ [3] und MEYER, [5]). Das gesamte Wasser oder zumindest der überwiegende Teil fliesst durch die Karstformationen nordwärts. Bei starker Wasserführung sprangen drei grössere Quellen an, die wohl mehrheitlich durch den Ausfluss des Melchsees gespeisen wurden. Es handelt sich um die Cheselenquelle, die Hugschwendiquelle sowie die Stöckalpquelle. Doch die Gutachter sind überzeugt, dass ein bedeutender Teil des Wassers im durchlässigen Bergsturzmaterial weiter nordwärts fliesst und erst im Gebiet Turrenbach vollständig wieder an die Oberfläche tritt. Durch die Fassung Melchsee wird bewirkt, dass die drei genannten temporären Quellen nur mehr sehr kurzzeitig Wasser führen und der Grundwasserstrom abgeschwächt wird. Auf der andern Seite wird die Bachstrecke ab der Rückgabe der Zentrale Hugschwendi mit einer wesentlich grösseren Wassermenge versorgt als bisher und dies in gleichmässigerer Verteilung im Jahresverlauf. Alle Bachläufe vom Stäubiloch bis zum Abschnitt Turrenbach der Gr. Melchaa bildeten jedoch schon vor dem Bau des Kraftwerks lediglich temporäre Fliessgewässer, da sie sehr wirksame Versickerungstrecken aufweisen.

Temporäre Bäche

Durch den temporären Charakter können all diese Bachläufe nicht als Restwasserstrecken im Sinne des GSchG betrachtet werden. Hingegen werden die fliessenden Wassermengen über grössere Abschnitte bzw. über längere Zeit vermindert. Ob dadurch die Lebensräume und die Landschaft des Gebiets tangiert werden, ist Bestandteil der Untersuchung.

a) Allgemeine Angaben

<b>Rechtstitel</b>	Vertrag zwischen dem Kanton OW und der Korporation Kerns, sowie den Alpgenossenschaften.			
<b>Beginn</b>	19./22. April 1955			
<b>Ablauf</b>	Zeitlich nicht limitiert			
<b>Länge der Restwasserstrecke</b>	Auslauf Melchsee: 140 m Hugschwendibach / Gr. Melchaa: 2848 m			
<b>Ausbauwassermenge</b>	2 m <sup>3</sup> /s			
		<b>x-Koord</b>	<b>y-Koord</b>	<b>m.ü.M.</b>
<b>Fassung</b>	Unterwasser	663'284	180'671	1891
<b>Ausgleichsbecken</b>	---			
<b>Stauhaltung</b>	Melchsee			
<b>Wasserrückgabe Zentrale</b>	Hugschwendi	664'365	183'490	1060

b) Betrieb

<b>Dotierwassermenge</b>	0 l/s
<b>Schwall-/Sunkbetrieb</b>	Nein
<b>Spülungen Fassung</b>	Nein
<b>Entleerungen Fassung</b>	Nein
<b>Besonderes</b>	---

c) Hydrologische Grundlagen

<b>Hydrologisches Regime</b>	Nival alpin (Zuflüsse)
<b>Fliessgewässertyp</b>	Gebirgsbach / Karstversickerung
<b>Einzugsgebiet, alle Fassungen</b>	11.37 km <sup>2</sup>
<b>Q<sub>347</sub></b> (ursprünglicher Auslauf Melchsee)	Nicht ermittelt; Schätzung: 50-100 l/s
<b>Q<sub>min</sub> **</b>	50 l/s
<b>Exfiltration in Restwasserstrecke</b>	Unbedeutend
<b>Versickerung in Restwasserstrecke</b>	Unbedeutend
<b>Zuflüsse Zwischeneinzugsgebiet</b>	Keine
<b>Dotierversuche in Restwasserstrecke</b>	Keine
<b>Besonderes / Bemerkungen</b>	Karstversickerung ab Stäubiloch

\*\*Angabe in MEYER, 1952 [5]

**d) Weitere Umschreibungen**

Angesichts der konkreten Situation (Auslauf Melchsee nicht mehr vorhanden, bzw. nur mehr als befestigter Kanal für den Überlastfall) können weitere Beschreibungen, die üblicherweise in Sanierungsberichten aufgeführt sind, keine nutzbaren Zusatzinformationen liefern.

**2.2.2 Fassungen Henglibach, Tannalpbäche 1 – 3, Blauseebach**

Diese Fassungen beziehen sich auf mehrere vergleichbare Bäche, die gefasst und in den Tannen- bzw. Melchsee geleitet werden. Für eine optimale Übersichtlichkeit werden sie gemeinsam umschrieben. Nötige Einzelinformationen werden entsprechend gekennzeichnet.

Da es sich bei allen Bächen um temporäre Fliessgewässer handelt, für die keine Restwasservorgaben gelten, werden wertvolle Lebensräume gemäss NHG speziell beachtet.

**a) Allgemeine Angaben**

<b>Rechtstitel</b>	Henglibach und Tannalpbäche: Konzession des Kantons Bern an den Kanton OW Blauseebach: in Gesamtvertrag KW Melchsee-Frutt			
<b>Beginn</b>	Konzession: 1. Jan. 1958 Vertrag KW Melchsee-Frutt: 19./22. April 1955			
<b>Ablauf</b>	Konzession: 31. Dezember 2037 Vertrag: Zeitlich nicht limitiert			
<b>Länge der Restwasserstrecke **</b>	Henglibach: 360 m Tannalpbach 1: 640 m Tannalpbach 2: 500 m Tannalpbach 3: 760 m Blauseebach: 770 m Aabach: 1830 m Cheselenbach (Teilstrecke): 850 m			
<b>Ausbauwassermenge</b>	ca. 1 m <sup>3</sup> /s (Einleitung Tannensee) ca. 0.5 m <sup>3</sup> /s (Blauseebach) Die Kapazität wird in der Regel nicht erreicht.			
		<b>x-Koord</b>	<b>y-Koord</b>	<b>m.ü.M.</b>
<b>Fassung</b>				
<b>Henglibach</b>	Wehr;	668'262	181'740	2020
<b>Tannalpbach 1</b>	seitl. Ableitung	667'534	181'359	1987
<b>Tannalpbach 2</b>		667'267	181'300	1987
<b>Tannalpbach 3</b>		666'983	181'184	1987
<b>Blauseebach</b>		662'494	180'583	1914
<b>Ausgleichsbecken</b>	---			
<b>Stauhaltung</b>	Tannensee Melchsee			

<b>Wasserrückgabe</b>	Henglibach / Tannalpbäche: keine Blauseebach: ab Zentrale Hugschwendi	---	---	---
-----------------------	--	-----	-----	-----

*\*\* Die Definition der Restwasserstrecke wird in Kap. 4 ausführlich erläutert.*

**b) Betrieb**

<b>Dotierwassermenge</b>	0 l/s
<b>Schwall-/Sunkbetrieb</b>	Nein
<b>Spülungen Fassung</b>	Nein
<b>Entleerungen Fassung</b>	Nach Bedarf, unregelmässig
<b>Besonderes</b>	---

**c) Hydrologische Grundlagen**

<b>Hydrologisches Regime</b>	Nival alpin
<b>Fliessgewässertyp</b>	Gebirgsbach
<b>Einzugsgebiet oberhalb Fassung</b> (s. Kap. 2.3)	Henglibach: 1.98 km <sup>2</sup> Tannalpbach 1: 0.39 km <sup>2</sup> Tannalpbach 2: 0.12 km <sup>2</sup> Tannalpbach 3: 0.48 km <sup>2</sup> Blauseebach: 0.77 km <sup>2</sup>
<b>Q<sub>347</sub></b>	Alle Bäche: 0 l/sec
<b>Q<sub>min</sub></b>	Alle Bäche: 0 l/sec
<b>Exfiltration in Restwasserstrecke</b>	Unbedeutend
<b>Versickerung in Restwasserstrecke</b>	Unbedeutend
<b>Zuflüsse Zwischeneinzugsgebiet</b>	Henglibach: unbedeutend, div. kleine Tannalpbach 1: v. links (450m) Tannalpbach 2: div. kleine Tannalpbach 3: Tannalpbach 2 (500m) Tannalpbach 1 (600m) div. kleine Blauseebach: Aabach (800m v. links)
<b>Dotierversuche in Restwasserstrecke</b>	Keine
<b>Besonderes / Bemerkungen</b>	Nutzung Henglibach: 16.5. – 31.7.

**d) Nutzungen**

<b>Tourismus</b>	Alle Bäche liegen im Bereich von stark genutzten Wanderwegen. Beim Blauseebach ist der Einblick in die Restwasserstrecke gering.
<b>Alpwirtschaft</b>	Alle Bäche liegen im Bereich von Alpweiden; mehrheitlich extensiv.

**e) Schutz**

<b>Nationaler, regionaler und kommunaler Schutz</b>	Flachmoor Trockenwiesen und -weiden TWW Jagdbanngebiet Wildruhezone Landschaften regionaler Bedeutung Amphibienlaichgebiet (prov.)
---	---

**f) Gewässerrelevante Defizite**

<b>Hydrologie</b>	Keine Dotierwassermenge
-------------------	-------------------------

**2.2.3 Fassung Tannensee**

**a) Allgemeine Angaben**

<b>Rechtstitel</b>	Vertrag zwischen dem Kanton OW und der Korporation Kerns, sowie den Alpengenossenschaften.			
<b>Beginn</b>	19./22. April 1955			
<b>Ablauf</b>	Zeitlich nicht limitiert			
<b>Länge der Restwasserstrecke **</b>	Sekundäre Restwasserstrecke; ca. 1800 m			
<b>Ausbauwassermenge</b>	2.5 m <sup>3</sup> /s (ordentlicher Betrieb) 40 m <sup>3</sup> /s (Überlastfall)			
		<b>x-Koord</b>	<b>y-Koord</b>	<b>müM</b>
<b>Fassung</b>	Unterwasser	665'781	180'607	1950
<b>Ausgleichsbecken</b>	---			
<b>Stauhaltung</b>	Tannensee			
<b>Wasserrückgabe</b>	---			

*\*\* Die Definition der Restwasserstrecke wird in Kap. 4 ausführlich erläutert.*

**b) Betrieb**

<b>Dotierwassermenge</b>	---
<b>Schwall- /Sunkbetrieb</b>	Nein
<b>Spülungen Fassung</b>	Nein
<b>Entleerungen Fassung</b>	Nach Bedarf, unregelmässig
<b>Besonderes</b>	---

**c) Hydrologische Grundlagen**

<b>Hydrologisches Regime (Zuflüsse)</b>	Nival alpin
<b>Fließgewässertyp</b>	Gebirgsbach
<b>Teil-Einzugsgebiet Tannensee</b>	1.34 km <sup>2</sup>
<b>Q<sub>347</sub></b>	0 l/sec
<b>Q<sub>min</sub></b>	0 l/sec
<b>Exfiltration in Restwasserstrecke</b>	Unbedeutend
<b>Versickerung in Restwasserstrecke</b>	Unbedeutend
<b>Zuflüsse Zwischeneinzugsgebiet</b>	Diverse links- und rechtsufrig
<b>Dotierversuche in Restwasserstrecke</b>	Keine
<b>Besonderes / Bemerkungen</b>	---

**d) Nutzungen**

<b>Tourismus</b>	Zahlreiche Wanderwege, Fruttlizug, Fischerei
<b>Alpwirtschaft</b>	Alpweiden; mehrheitlich extensiv

**e) Schutz**

<b>Nationaler, regionaler und kommunaler Schutz</b>	Flachmoor Trockenwiesen und -weiden TWW Landschaften regionaler Bedeutung Amphibienlaichgebiet (prov.)
---	---

**f) Gewässerrelevante Defizite**

<b>Hydrologie</b>	---
-------------------	-----

## 2.3 Einzugsgebiete

Die Einzugsgebiete der gefassten Gewässer sind auf einer undatierten Karte des EWO dargestellt. Eine Übersichtsdarstellung findet sich in der Publikation von ARBENZ, 1937 [3]. Beide Darstellungen sind entweder nur summarisch oder weisen klare Fehler auf. Auf der Basis der topografischen Karte wurden die Einzugsgebiete im GIS detaillierter bearbeitet. Für das Karstgebiet Fikenstock wurden fachliche Ergänzungen des Höhlenforschers Martin Trüssel eingeholt. Auf dieser Basis konnte die Ausdehnung der Einzugsgebiete präzisiert werden.

Einzugsgebiete

Teilgebiet	Fläche (km <sup>2</sup> )	Fläche (%)
Henglibach	1.98	17.4
Tannalpbach 1	0.39	3.4
Tannalpbach 2	0.12	1.1
Tannalpbach 3	0.48	4.2
Tannensee	1.34	11.8
<i>Teilsomme Auslauf Tannensee</i>	<i>4.31</i>	<i>37.9</i>
Blausee	0.77	6.8
Melchsee	6.29	55.3
<i>Teilsomme Melchsee-Blausee</i>	<i>7.06</i>	<i>62.1</i>
<b>TOTAL</b>	<b>11.37</b>	<b>100.0</b>

## 2.4 Zusammenfassung

Kompressorstationen  
Speicherbecken

Das KW Melchsee-Frutt erweist sich in hydrologischer Sicht als ausserordentlich vielschichtig. Die massgeblichen Gründe dafür:

- Die meisten gefassten Bäche sind ohne permanente Wasserführung.
- Tannenbach und Gr. Melchaa: werden durch Kraftwerksbetrieb beeinflusst, führen aber insgesamt grössere Wassermenge.
- Auslauf Melchsee war ursprünglich nur kurzer offener Bach (140 m), der ins Stäubiloch einführte und von dort unterirdisch ins Melchtal abfloss; von 1905-1954 wurde der Bach in Holzkanal geführt, um das KW Stäubiloch zu speisen.
- Vor dem Kraftwerksbau floss das Wasser vom Stäubiloch Richtung Stöckalp, trat dort teilweise über temporäre Quellen an die Oberfläche, zum anderen Teil jedoch erst weiter talauswärts.
- Ein grosser Teil des Gerinnes des Cheselenbachs ist vom Hochsommer bis im Frühjahr meist trocken.

Im Kapitel 4 werden die relevanten Folgerungen daraus eingehend diskutiert.

### 3 WIRTSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN

#### 3.1 Wassermengen und Stromproduktion

Das Kraftwerk Hugschwendi wurde 1957 in Betrieb genommen. Das im Tannensee und Melchsee gespeicherte Wasser fliesst durch eine Druckleitung in das 830 m tiefergelegene Kraftwerk Hugschwendi und treibt dort zur Stromerzeugung zwei Peltonturbinen von je 7 MW Abgabeleistung an. Beide Maschinen zusammen turbinieren 2.1 m<sup>3</sup> Wasser pro Sekunde und produzieren pro Jahr durchschnittlich ca. 35 Mio. kWh Energie. Dies entspricht dem durchschnittlichen jährlichen Strombedarf von rund 7800 Haushalten.

Stromproduktion;  
Jahresmenge  
aufgeteilt nach  
Einzugsgebieten

Für die einzelnen Fassungen kann die Stromproduktion anhand der Einzugsgebiete grob abgeschätzt werden. Die Fassung Henglibach wird nur vom 16. Mai - 31. Juli genutzt. In dieser Zeit werden rund 83 % der Jahresmenge des Baches genutzt.

Teilgebiet	Fläche (km <sup>2</sup> )	Fläche (%)	Wassermenge (%) *	Produktion gerechnet (kWh)
Henglibach <small>genutzt 16.05. – 31.07.</small>	1.98	17.6	13.7	4'779'973
Tannalpbach 1	0.39	3.4	2.7	934'610
Tannalpbach 2	0.12	1.2	0.9	302'374
Tannalpbach 3	0.48	4.2	3.3	1'154'518
Tannensee	1.34	11.4	12.7	4'443'526
Blausee	0.77	6.8	7.3	2'560'676
Melchsee	6.29	55.4	59.5	20'824'322
<b>TOTAL</b>	<b>11.37</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>35'000'000</b>

\* Bei der Berechnung der Wassermenge wurde berücksichtigt, dass der Henglibach nur von 16.05. – 31.07. genutzt wird.

#### Finanzielle Grundlagen

Monetäre  
Bewertung

Wird durch Restwasserauflagen die Stromproduktion vermindert, so bleibt der Aufwand des Kraftwerks identisch. Der Ertrag hingegen vermindert sich. Somit werden durch Restwasserauflagen die Erlöseinbussen direkt wirksam.

Gemäss allgemeiner Praxis werden für derartige Berechnungen die Gesteungskosten in einem Kraftwerk zugrunde gelegt. Ohne auf die spezifischen Kosten des KW Melchsee-Frutt einzugehen, kann man für ein Kraftwerk dieses Alters und Typs von Gesteungskosten zwischen 5 und 7 Rp. / kWh ausgehen. Bei einer jährlichen Stromproduktion von 35 Mio. kWh würde dies einen Gesamterlös von ca. 2.1 Mio. Fr. ergeben. Restwasserauflagen von 1% der Gesamtmenge würden den Jahreserlös um 1 %, resp. 21'000 Fr. vermindern.



## 4 UMWELTWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN

### 4.1 Fliessgewässer

#### 4.1.1 Bezeichnung der Restwasserstrecken

Wie in Kap. 2.4 bereits ausgeführt, herrschen im Bereich des KW Melchsee-Frutt sehr komplexe hydrologische Verhältnisse. Entsprechend anspruchsvoll gestaltet sich die Frage, welche Gewässerabschnitte als Restwasserstrecken zu betrachten sind. Gemäss GSchG gilt folgende Definition (Art. 80):

*Die Restwasserstrecke ist diejenige Strecke, welche durch eine Wasserentnahme wesentlich beeinflusst wird.*

Für das Projekt ergeben sich zwei unterschiedliche Typen:

- a) **Primäre Restwasserstrecke:** Die Wassermenge eines Baches wird durch eine Fassung massgeblich vermindert.
- b) **Sekundäre Restwasserstrecke:** Die Wassermenge über das ganze Jahr wird nicht vermindert, teilweise gar erhöht; die Dynamik des Wasserflusses wird jedoch wesentlich beeinflusst, insbesondere durch Schwall und Sunk.

Es erschien angezeigt, alle Bachabschnitte, die unterhalb einer Fassung liegen, eingehend zu bewerten. Als Vergleich wurden die jeweiligen Bachabschnitte oberhalb der Fassungen beschrieben, wie auch die Gesamtsituation der Fliessgewässer im Untersuchungsgebiet. Im Vordergrund stand die Bedeutung der Lebensräume für Wasser gebundene Tiere und Pflanzen wie auch der landschaftliche Wert der Bäche. Als wichtige Tiergruppen wurden die Fische, ausgewählte Gruppen von Insektenlarven sowie Amphibien speziell beachtet. Zudem wurde die Wasserführung in jedem Bach anlässlich von 2 – 3 Feldbegehungen beurteilt und mit den vorhandenen Literaturangaben verglichen.

Auf der Basis dieser Erhebungen erfolgte die Bezeichnung der Restwasserstrecken. Die Angaben zur ursprünglichen Wasserführung beziehen sich auf ein Durchschnittsjahr.

Bezeichnung der Restwasserstrecken

Bach	Länge RWS	Wasserführung ursprünglich	Festlegung RWS
Henglibach	360 m	Frühjahr-Herbst	primär
Tannalpbach 1	640 m	Frühjahr-Sommer (Herbst)	primär
Tannalpbach 2	500 m	Frühjahr-Sommer (Herbst)	primär
Tannalpbach 3	760 m	Frühjahr-Sommer (Herbst)	primär
Tannenbach	1890 m	Frühjahr-Herbst	sekundär
Ausfluss Melchsee	140 m	Ganzjährig **	primär
Blauseebach	770 m	Frühjahr-Herbst	primär
Aabach	850 m	Frühjahr-Herbst	primär

Cheselenbach	1830 m	Frühjahr-Sommer; starke Versickerungsstrecke	primär
Hugschwendibach	440 m	Frühjahr-Sommer	sekundär
Gr. Melchaa (Teilstrecke)	2400 m	Frühjahr-Sommer, starke Versickerungsstrecke	sekundär

*\*\* Vor dem Bau des Holzkanals zum Stäubiloch-Kraftwerk 1904.*

Die Gr. Melchaa wurde bis ins Gebiet Turren untersucht. Ab dieser Stelle ist die Wasserführung ganzjährig. Sie wird nicht wesentlich vom KW beeinflusst (etwas Schwall und Sunk bis Zufluss Tummlibach).

#### Ohne Untersuchung

Nicht näher untersucht wurden folgende Bachabschnitte nach der Überquerung der Grenze zum Kanton Bern:

- Henglibach; 460 m bis zur Einmündung in den „Bach von Engstlenalp“.
- Tannalpbäche 1-3 (vereinigter Wasserlauf); 600 m bis Einmündung ins Gentalwasser.

Begründung:

- 1) Ökologisch: Die Bäche fließen bzw. fallen über mehrheitlich steile felsige Abschnitte bis in das nächste grosse Fließgewässer. Derartige Bäche weisen anerkannterweise nur eine sehr reduzierte Lebensraumqualität auf. Landschaftlich kommt den vereinigten Tannalpbächen nur eine untergeordnete Rolle zu, der Fall des Henglibaches unmittelbar nach der Kantongrenze hingegen hat eine mittlere Bedeutung. Allerdings dauert die Fassung dieses Baches nur vom 16. Mai – 31. Juli.
- 2) Formal: Das Einzugsgebiet des Gentalwassers wurde bereits im Rahmen des Restwasserberichts des Kraftwerks Oberhasli beurteilt. Restwassermengen für den Hauptbach wurden keine postuliert, so dass es schwer zu begründen wäre, hier nun für einzelne Nebenbäche dies zu fordern. Es gibt keine Anhaltspunkte, die Restwassermengen für die Abschnitte auf Berner Boden begründen könnten.

### 4.1.2 Gewässerökologische Charakterisierung

Für einige Bachabschnitte stand die Bewertung der Ökomorphologie der Fließgewässer zur Verfügung. Die Details dazu werden im Anhang 3.7 dargestellt. Die übrigen Inhalte wurden im Rahmen des Projekts erhoben.

#### Methodische Bemerkungen

<b>Ökomorphologie Restwasserstrecke</b>	<i>Darstellung der Resultate aus der Untersuchung von AquaPlus und Aquarius; siehe Anhang 3.7</i>
<b>Fischgewässer</b>	<i>In keinem der Bäche wurde ein natürliches Fischvorkommen festgestellt; vereinzelt kleine Bestände durch Besatz; Bestätigung durch den Fischereiaufseher.</i>
<b>Zoobenthos</b>	<i>Punktuell qualitative Untersuchung auf Larven von Eintages-, Stein- und Köcherfliegen.</i>
<b>Kieselalgen</b>	<i>Indirekte Beurteilung der Wasserqualität bezüglich Trübungen und Algenbewuchs.</i>

<b>Wasserqualität Restwasserstrecke</b>	<i>Ausgesprochen natürliche Umgebung der Bäche: anstelle von chemischen Analysen gutachtliche Prüfung auf mögliche Verunreinigungen.</i>
<b>Belastungen Restwasserstrecke</b>	<i>Direkte Beobachtung entlang der Bachläufe.</i>
<b>Landschaftsbild Restwasserstrecke</b>	<i>Beurteilung der landschaftlichen Wirkung sowie der Einsehbarkeit.</i>

#### a) Ausfluss Melchsee

Restwasserstrecke = früherer Auslauf aus dem Melchsee; hypothetische Beurteilung aus Analogieschlüssen

<b>Ökomorphologie Restwasserstrecke</b>	Nicht ermittelbar (vor 1905); aus Analogie zu ähnlichen Bächen des Gebiets: naturnah, Sohle natürlich, keine Abstürze > 70cm
<b>Fischgewässer</b>	Keine Daten zur Situation vor 1904; Wahrscheinlichkeit für Fische minim
<b>Zoobenthos</b>	Grosse Wahrscheinlichkeit für Larven von Zuckmücken, Eintages-, Stein- und Köcherfliegen.
<b>Kieselalgen</b>	Zweifellos unbelasteter Standort

b) Henglibach, Tannalpbäche, Blauseebach

<b>Ökomorphologie Restwasserstrecke</b>	Siehe Anhang 3.7
<b>Fischgewässer</b>	Henglibach und Tannalpbäche: keine Fische Blauseebach: Geringe Einwanderung vom Blausee bis zur Wasserentnahme
<b>Zoobenthos</b>	Grosse Wahrscheinlichkeit für Larven von Zuckmücken, Eintages-, Stein- und Köcherfliegen.
<b>Kieselalgen</b>	Zweifellos unbelasteter Standort

<b>Wasserqualität Restwasserstrecke</b>	<p>Generell: Das weidende Vieh lässt örtlich Kuhfladen liegen; die Belastung daraus scheint gering.</p> <p>Henglibach: Minime Beeinträchtigung; geringe Algenbildung.</p> <p>Tannalpbach 1: Einwandfrei bis zum Einfluss des Abwassers aus der Käserei Tannalp (240 m unterhalb Fassung); hier geringer Eintrag von Nährstoffen (Schaumbildung; wenig Algen).</p> <p>Tannalpbach 2: Minime Beeinträchtigung.</p> <p>Tannalpbach 3: Geringe Beeinträchtigung bis zur Einleitung des Auslaufs der ARA Tannalp (215 m unterhalb Fassung); zeitweilig Bildung von Trübstoffen; starke Algenbildung.</p> <p>Blauseebach: Minime Beeinträchtigung</p>
<b>Belastungen Restwasserstrecke</b>	<p>Generell: Geringer Eintrag von Nährstoffen aus der Beweidung, örtlich deutliche Trittschäden.</p> <p>Tannalpbach 1: Käsereiabwässer</p> <p>Tannalpbach 3: Auslauf ARA Tannalp</p>
<b>Landschaftsbild Restwasserstrecke</b>	<p>Mehrheitlich naturnah; Umgebung der Tannalpbäche: zahlreiche Alphütten.</p> <p>Durchschnittliche bis attraktive Abschnitte, mit Abstürzen oder kleinen Wasserfällen (Tannalpbach 3)</p>

c) Tannenbach

<b>Ökomorphologie Restwasserstrecke</b>	Siehe Anhang 3.7
<b>Fischgewässer</b>	Wohl kein natürliches Vorkommen; einzelne Aufstiege vom Melchsee her; schwacher künstlicher Besatz.
<b>Zoobenthos</b>	Grosse Wahrscheinlichkeit für Larven von Zuckmücken, Eintages-, Stein- und Köcherfliegen (vereinzelt belegt).
<b>Kieselalgen</b>	Zweifellos unbelasteter Standort

<b>Wasserqualität Restwasserstrecke</b>	Keine Hinweise auf relevante Einträge.
<b>Belastungen Restwasserstrecke</b>	Minim.
<b>Landschaftsbild Restwasserstrecke</b>	Mehrheitlich naturnah; eine Strassenquerung. Durchschnittliche bis attraktive Abschnitte, mit Abstürzen und Mäandern.

 d) Aabach-Cheselenbach

<b>Ökomorphologie Restwasserstrecke</b>	Siehe Anhang 3.7
<b>Fischgewässer</b>	Keine Fische
<b>Zoobenthos</b>	Aabach: Guter Lebensraum für Larven von Zuckmücken, Eintages-, Stein- und Köcherfliegen. Cheselenbach: Nur punktuell geeignete Lebensräume für Larven, da Benetzungsdauer zu kurz und Substrat zu grobkörnig.
<b>Kieselalgen</b>	Zweifellos unbelasteter Standort

<b>Wasserqualität Restwasserstrecke</b>	Es gibt keine Hinweise auf massgebende Beeinträchtigungen; die starke Wasserführung im Frühjahr eliminiert vereinzelte Belastungen, falls diese auftreten sollten.
<b>Belastungen Restwasserstrecke</b>	Keine Belastungen erkennbar.
<b>Landschaftsbild Restwasserstrecke</b>	Weitgehend naturnah; Unterlauf mit einigen Brücken. <b>Aabach</b> mit durchschnittlicher Qualität. <b>Cheselenbach</b> stellenweise attraktiv; Gerinne oft in grobblockigem Gerinne; viele Abstürze; nur teilweise einsehbar. Ca. ab Juli grösstenteils trocken.

 e) Hugschwendibach, Gr. Melchaa

<b>Ökomorphologie Restwasserstrecke</b>	Siehe Anhang 3.7
<b>Fischgewässer</b>	Keine Fische; kurzzeitige Einwanderung vom Unterlauf her möglich
<b>Zoobenthos</b>	Hugschwendibach: unbedeutend, da nur kurzzeitig benetzt. Gr. Melchaa: Örtlich geeignete Lebensräume für Larven. Dominanter Einfluss des Kraftwerksbetriebs; täglich kurzzeitiger Triebwasserdurchfluss von 2 m <sup>3</sup> /s; 5 bedeutende Zuflüsse, die im Sommer je einen kurzen Bachabschnitt benetzen.

<b>Kieselalgen</b>	Zweifellos unbelasteter Standort
--------------------	----------------------------------

<b>Wasserqualität Restwasserstrecke</b>	Es gibt keine Hinweise auf massgebende Beeinträchtigungen; die täglich starke Wasserführung eliminiert vereinzelte Belastungen, falls diese auftreten sollten.
<b>Belastungen Restwasserstrecke</b>	Schwall und Sunk durch den Kraftwerksbetrieb bestimmen die Standortmerkmale. Keine weiteren Belastungen erkennbar.
<b>Landschaftsbild Restwasserstrecke</b>	Weitgehend naturnah; einige Brücken sowie seitliche Verbauungen mit Wührsteinen. Generell durchschnittliche Qualität; örtlich attraktiv.

### 4.1.3 Ausgangszustand

Für die korrekte Umschreibung des Ausgangszustandes ist für die meisten Bäche der Zustand vor 1957 (Inbetriebnahme KW Melchsee-Frutt) massgebend, für den Ausfluss des Melchsees jener vor 1904.

#### Ausfluss Melchsee

Die kurze, bloss 140 m lange Strecke, die vor 1904 vom Melchsee zum Stäubloch führte, ist für die Restwasserfrage wohl der wichtigste Gewässerabschnitt. Denn hier ist (gemäss ARBENZ, [3]) der einzige Bachlauf, der ursprünglich eine permanente Wasserführung aufwies (50 l/s im Winter). Aus Analogieschlüssen kann man annehmen, dass er ziemlich flache Ufer mit einer sehr guten Lebensraumqualität aufwies. Fische hingegen fehlten mit grosser Wahrscheinlichkeit auf dieser Höhe. Falls wider Erwarten ein kleiner Bestand der Bachforelle vorhanden war, so war das Laichsubstrat an der Bachsohle wenig geeignet. Die Bachforelle braucht sandig-kiesigen Grund, was bei einem geschiebefreien Bach am Seeauslauf unwahrscheinlich ist.

Wir nehmen an, dass der ursprüngliche Bachlauf sehr wertvolle Lebensräume aufwies, jedoch frei von Fischen war. Ab 1904 war dieser Lebensraum durch den Bau des Holzkanals verschwunden oder stark beeinträchtigt.

#### Henglibach, Tannalpbäche, Blauseebach

Der **Henglibach** fliesst mehrheitlich in einem felsigen Bachbett. Bis zur Fassung im Jahr 1957 rauschte er als bedeutender Gebirgsbach zu Tale. Aufgrund des mehrheitlich felsigen Substrats unterhalb der Fassung bot der Bach als Lebensraum nur geringe Qualitäten. Der Bach war im Winter und teils auch im Herbst trocken.

Die **Tannalpbäche** fliessen über wenige hundert Meter auf der Tannalpterrasse, bevor sie über den steilen Hang Richtung Gental stürzen. Vor der Fassung im Jahr 1957 wiesen alle flachen Abschnitte wohl eine bedeutende Lebensraumqualität auf, die vor allem von Insektenlarven stark genutzt wurde. Stellenweise stellte sich eine interessante Ufervegetation ein. Im Herbst und im Winter waren die Bäche mehrheitlich trocken.

Der **Blauseebach** überwindet ober- und unterhalb des nördlichen ‚Teufibodens‘ zwei Stufen in felsigem Gelände, mit wenig bedeutenden Lebensräumen. Im Bereich der ausgedehnten vermoorten Terrasse bildete sich eine wertvolle Bachlandschaft aus, die stellenweise von Mäandern gebildet wird. Zahlreiche Nebenbächlein speisen das Hauptgerinne. Bevor im Jahr 1957 der Bach gefasst wurde, wurde der Abschnitt von einem stark rauschenden Bach mit eher ausgeglichener Wasserführung geprägt. Die Periode des Austrocknens war eher kurz, wohl nur einige Monate.

#### Tannenbach

Der Tannenbach war vor 1957 dem heutigen Zustand recht ähnlich. Durch die zusätzliche Einleitung des Tannensees nahm das Einzugsgebiet um ein Mehrfaches zu. Ursprünglich war deshalb die Wassermenge deutlich geringer. Durch die gesteuerte Fassung liegt heute der Abfluss des Tannensees zwischen 0 und 2.5 m<sup>3</sup>/s. Die natürlichen Extremwerte von trocken bis Hochwasser werden dadurch leicht verstärkt. Die Lebensraumqualität des Bachs hat sich durch das Kraftwerk nur wenig geändert.

#### Aabach-Cheselenbach

Der **Aabach** erscheint heute in ähnlicher Form in Erscheinung wie vor der Blauseebachfassung im Jahr 1957. Die aktuell permanente Wasserführung bis in den Herbst hinein war vor dem Kraftwerksbetrieb etwa doppelt so gross, mit zeitlicher Verlängerung bis in den Spätherbst hinein.

Der **Cheselenbach** mit seinen starken Versickerungstrecken blieb schon vor 1957 auch im Sommer über längere Zeit trocken. Im Frühjahr wurde er kurzzeitig auch durch die Cheselenquellen gespiesen, die einen Teil des Wassers aus dem Melchsee wieder an die Oberfläche brachten. Das Wasser des Blauseebachs ergab auch im Cheselenbach eine zeitliche und räumliche Ausdehnung der wasserführenden Strecke, vermochte aber die Austrocknung im Sommer nicht zu verhindern. Die Lebensraumqualität war schon damals gering, da der Bach durch grobblockiges Geschiebe geprägt wird.

#### Hugschwendibach, Gr. Melchaa

Der kurze Abschnitt des **Hugschwendibachs** bis zur Einmündung des Bettenalpbachs führte im Frühjahr über längere Zeit Wasser. Das schmale und vor allem durch Steinblöcke geprägte Gerinne vermochte aber keine bedeutenden Lebensräume zu schaffen.

Die **Gr. Melchaa** wird auf dem gesamten betrachteten Abschnitt durch stark wechselnde Verhältnisse geprägt. Einerseits wird sie von 5 grösseren Zuflüssen gespiesen, 4 davon rechtsufrig. Der unterste, linksufrige kommt aus dem Innenbach. Andererseits bewirkt der stark durchlässige Untergrund für alle Zuflüsse, dass sie bei durchschnittlicher Witterung nach meist weniger als 100 Metern wieder versickern. So können sich nur örtlich wertvolle Lebensräume ausbilden. Allerdings sind die Voraussetzungen genügend gut, dass sich zumindest einige Insektenlarven ansiedeln können.

#### 4.1.4 Beeinträchtigungen durch den Kraftwerksbetrieb

Gegenüber dem Ausgangszustand ergeben sich gemäss den beschriebenen Beobachtungen und Wertungen für die einzelnen Bäche folgende Auswirkungen auf die Restwasserstrecke im Vergleich zum Ausgangszustand.

Massgebliche  
Beeinträchtigungen

Bach	Länge	Lebensraum	Landschaft
Henglibach	360 m	unbedeutend	erheblich
Tannalpbach 1	640 m	gering	gering
Tannalpbach 2	500 m	unbedeutend	gering
Tannalpbach 3	760 m	gering **	gering
Tannenbach	1890 m	unbedeutend	gering
Ausfluss Melchsee	140 m	stark	erheblich
Blauseebach	770 m	gering	erheblich
Aabach	1830 m	gering	gering
Cheselenbach	2530 m	unbedeutend	erheblich
Hugschwendibach	440 m	gering	gering
Gr. Melchaa	6840 m	gering	gering

*\*\* Die temporäre Trübung mit Algenbildung geht auf die Einleitung der ARA Tannalp zurück.*

## 4.2 Seen

Gewässerschutzrechtlich unterliegt der Bau von Stauseen nicht den Bestimmungen über das Restwasser. Um trotzdem das Gesamtbild der Gewässer im Projektgebiet abzurunden, werden die tangierten Seen in Kürze behandelt.

### 4.2.1 Ausgangszustand

Für das Kraftwerk Melchsee-Frutt haben der Tannensee, der Melchsee und der Blausee eine relevante Bedeutung. Die Siegfriedkarte aus dem Jahr 1923 (letzte Nachführung) zeigt die Ausdehnung der Seen vor dem Bau des Kraftwerks [1, 2].

Im Bereich des **Tannensees** lagen vor 1960 drei Seelein, zwei davon wiesen ungefähr die Grösse des Blausees auf. Aufgrund eines Quervergleichs mit den Lebensräumen am Blausee, am Jäntisee (östlich Tannalp) sowie der Moore südlich des Tannensees kann man davon ausgehen, dass die damaligen Seelein wie auch deren vermoorte Ufer sehr wertvolle Lebensräume mit interessanten Verlandungszonen bildeten.

Der frühere **Melchsee** umfasste knapp die Hälfte der heutigen Fläche. Im Bereich der Dammschüttung wie auch im südwestlichen Teil lagen wertvolle Ried- und Bachflächen.



Der **Blausee** weist heute eine Lebensraumqualität auf, die mit dem Ausgangszustand vergleichbar ist.

#### 4.2.2 Beeinträchtigungen durch den Kraftwerksbetrieb

Durch den Bau des Damms des **Tannensees** sowie durch die Überflutungen wurde eine Fläche von ca. 36 ha überdeckt. Der grössere Teil davon dürfte aus wertvollen Lebensräumen bestanden haben, vor allem Moorflächen und flachufrigen Seen. Der heutige Tannensee weist als Lebensraum nur geringe Qualitäten auf, da er kaum Flachufer aufweist und der Pegel zeitweise schwankt. Die landschaftliche Wirkung wurde verändert und kann insgesamt als vergleichbar mit früher eingestuft werden.

Beim **Melchsee** wurde ebenfalls durch die Dammschüttung eine bedeutende Fläche überdeckt. Im südöstlich Teil lagen interessante Riedwiesen von schätzungsweise 15 ha Fläche, die überflutet wurden. Heute weist der Melchsee nur örtlich eine wertvolle Ufervegetation auf. Der landschaftliche Wert kann durch die grössere Ausdehnung und die erhöhte Lage als etwas grösser als früher bezeichnet werden.

Beim **Blausee** ergaben sich durch den Kraftwerksbau keine nennenswerten Veränderungen. Die Ableitung des Wassers aus dem Blauseebach erfolgt unterhalb des Sees.

### 4.3 Gesamtbewertung

#### 4.3.1 Gebiet Melchsee-Frutt

Die Restwasserbestimmungen des Bundes orientieren sich stark an den Bedürfnissen der Fischfauna. Die relevanten Restwasserstrecken des Kraftwerks Melchsee-Frutt wiesen ursprünglich keine oder höchstens minime Vorkommen von Fischen auf, weshalb die übliche Restwasserbetrachtung untergeordnet ist.

Hingegen wurden und werden durch das Kraftwerk zahlreiche wertvolle Lebensräume wie auch die Landschaft tangiert, die gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz geschützt sind. Die sehr unterschiedlichen Typen von Fliessgewässern erfordern eine differenzierte Bewertung.

Der **Henglibach**, die **Tannalpbäche 1-3** sowie der **Blauseebach** werden durch Quellen gespiesen, jedoch auch stark von der Schneeschmelze und Gewittern beeinflusst. Bereits im Herbst oder spätestens im Winter (Henglibach, Blauseebach) fallen sie trocken. Sie werden zwar vollständig gefasst, erleiden dadurch jedoch nur eine begrenzte Abwertung. Sie werden aufgrund der moorigen Umgebung wenig unterhalb der Fassungen wieder von kleinen Seitenbächlein gespiesen, so dass im Sommerhalbjahr nur kurze Strecken ganz trocken fallen. Für die Ufervegetation sowie für viele massgebende Insektenlarven ergeben sich nur geringe Beeinträchtigungen. Dies zeigt die Beobachtung vor Ort sowie punktuelle qualitative Erhebungen.

Der **Tannenbach** wird insgesamt von einer grösseren Wassermenge gespiesen als früher, da die Tannalpbäche und der Henglibach zusätzlich in den Tannensee geleitet werden. Zudem änderte sich die Dynamik erheblich. Im Frühjahr wird die

Wassermenge durch die Zuflüsse unterhalb des Tannensees bestimmt, da der Aufstau des Tannensees Priorität hat. Über den Sommer bis in den Herbst hinein ist der Zufluss mehrheitlich vom Überlauf des Tannensees bestimmt, was gegenüber früher eine deutlich erhöhte Wassermenge ergibt. Im Winterhalbjahr bei geringem natürlichem Zufluss wirkt der Kraftwerksbetrieb dominant. Gegenüber früher ergeben sich je nach Witterung und Bedarf wesentlich grössere oder gar geringere Abflüsse. Für die Lebensräume ist diese Zeit wenig bedeutend.

Für die Beurteilung, in welchem Masse das Fruttkraftwerk die Bäche beeinflusst, ist es angezeigt, die gesamte Lebensraumsituation des Gebiets zu betrachten. Im Rahmen der Bearbeitung wurden Wasser geprägte Lebensräume ausserhalb der eigentlichen Restwasserstrecken betrachtet, insbesondere weitere (unbeeinflusste) Bäche, Moore, Quellbereiche und Amphibienlebensräume. Diese Gesamtbetrachtung zeigt: Die verschiedenen Bachabschnitte, die durch die Wasserfassungen tangiert sind, weisen örtlich deutliche Beeinträchtigungen der Lebensräume auf. Verglichen mit den gesamten wertvollen Nasslebensräumen machen sie aber nur einen geringen Anteil aus. Bei einer präzisen quantitativen Erhebung würde der Verlust durch das Kraftwerk höchstens im tiefen Prozentbereich zu stehen kommen.

Eine Sonderstellung nimmt der ursprüngliche **Ausfluss des Melchsees** ein, der bis zum Stäubiloche führte. Obwohl er nur eine kurze Strecke umfasste, muss er als der ursprünglich wertvollste Abschnitt bewertet werden. Nicht nur führte er als einziger Bach ganzjährig Wasser, sondern wies wohl eine sehr gute Lebensraumqualität auf. Diesen Verlust bewerten wir als bedeutend.

Noch deutlich höher, sowohl quantitativ wie auch qualitativ, stufen wir den Lebensraumverlust ein, der durch den Auf- bzw. Höherstau von Tannensee und Melchsee resultierte.

#### 4.3.2 Gebiet Cheselen-Stöckalp

Im Überblick gesehen wurden die Fliessgewässer des Gebiets schon vor dem Kraftwerksbetrieb von zwei Versickerungsphänomenen geprägt. Das ausgedehnte Karstgebiet zwischen der Frutt und der Cheselenalp lässt den gesamten Ausfluss des Melchsees im Untergrund abfliessen. Zwischen Cheselenstrüpf und Turrenbach besteht der Untergrund aus Bergsturzmaterial und grobkörniger Moräne, was einen sehr durchlässigen Untergrund ergibt. Dieser führt bei Fliessgewässern zu einer starken Versickerung.

Diese Verhältnisse führen dazu, dass schon früher der **Ausfluss des Melchsees** im Gebiet Stöckalp nur periodisch in der Form temporärer Quellen sichtbar wurde. Heute springen diese Quellen nur mehr sehr kurzzeitig an. Der **Aabach**, dem das Wasser des Blauseebachs heute fehlt, bleibt bis in den Herbst hinein Wasser führend. Dessen Fortsetzung, der ab Aa Ziflucht als **Cheselenbach** benannt wird, wies bereits früher starke Versickerungen auf, die ab der Alp Cheselen im Sommer einen trockenen Bachlauf bewirkten. Unter dem Regime des Kraftwerksbetriebs wird die benetzte Strecke zeitlich und örtlich etwas verkürzt. Da der groblockige Untergrund ohnehin keine Ausbildung reichhaltiger Wasserlebensräume erlaubt, erübrigt sich eine präzise Quantifizierung dieser Verkürzung. Der unterste Abschnitt des Cheselenbachs blieb seit jeher über viele Monate trocken.

Die **Grosse Melchaa** wird ähnlich wie der Cheselenbach von grobem Geröll geprägt, das Richtung Nord allmählich feinkörniger wird. Bei näherer Betrachtung zeigen sich aber erhebliche Unterschiede. Morphologisch fliesst die Melchaa über einige hundert Meter (Abschnitt 59) in einem felsigen Bett. Durch die starke Überdeckung mit Bachschotter erfolgt aber auch hier eine deutliche Versickerung. Hydrologisch wird die Melchaa von mehreren bedeutenden Zuflüssen gespiesen, deren Wasserführung deutlich länger anhält als jene des Cheselenbachs. Die starke Versickerung bewirkt jedoch, dass dadurch jeweils nur kurze Bachabschnitte über längere Zeit Wasser führen. Örtlich können sich dadurch Wasserlebensräume von einem beschränkten Wert ausbilden, die vereinzelt auch von Wasserinsekten genutzt werden. Die gesamte untersuchte Teilstrecke der Melchaa wird am stärksten vom turbinieren Wasser geprägt, mit der üblichen Schwall- und Sunkdynamik. Fast täglich wird zumindest eine der beiden Turbinen während einiger Stunden betrieben. Dies ergibt einen Wasserstrom von ca.  $1\text{m}^3/\text{s}$ , der sich längs der Versickerungsstrecke etwas abschwächt. Ausnahmsweise wird auch die 2. Turbine von identischer Grösse betrieben, an einzelnen Tagen stehen die Turbinen still. Somit kann die Gr. Melchaa nur örtlich Wasserlebensräume ausbilden, deren Wert aber beschränkt bleibt.

#### 4.4 Ökologische Wirkung von Restwassergaben auf die Bäche des Fruttkraftwerks

Die Vorgaben des Gewässerschutzgesetzes verlangen für keinen der untersuchten Bäche Restwassergaben. Hingegen können aus Sicht des Natur- und Heimatschutzgesetzes Vorgaben formuliert werden, wenn schützenswerte Lebensräume tangiert werden.

Um den möglichen Nutzen von Restwassergaben zu umschreiben, treffen wir für jedes Gewässer eine Annahme und beurteilen in gutachtlicher Sicht den möglichen Nutzen für das Gewässer. Diese Aussagen beziehen sich auf jene Bachabschnitte, die als ‚primäre Restwasserstrecken‘ bezeichnet wurden.

Wirkung von Restwassergaben

<b>Name</b> Annahme Restwasser	<b>Wirkung auf Lebensräume</b>	<b>Wirkung auf die Landschaft</b>
<i>Henglibach</i> 10 l/s (Mi Mai – Ende Juli)	Fauna: Insektenlarven etwas zahlreicher Flora: nicht messbar	Kaum wahrnehmbar
<i>Tannalpbach 1</i> 10 l/s	Fauna: Insektenlarven etwas zahlreicher Flora: nicht messbar	Restwasserstrecke (RWS): kleiner Bach statt trockenes Bett
<i>Tannalpbach 2</i> 10 l/s	Fauna: Insektenlarven etwas zahlreicher Flora: nicht messbar	RWS: kleiner Bach statt trockenes Bett
<i>Tannalpbach 1</i> 10 l/s	Fauna: Insektenlarven etwas zahlreicher Flora: nicht messbar	RWS: kleiner Bach statt trockenes Bett; bei Fassung auffällig bez. Wanderweg
<i>Ausfluss Melchsee</i> 50l/s	Im heutigen Gerinne minimal	Im heutigen Gerinne unbedeutend

<i>Blauseebach</i> 10 l/s	Fauna: Insektenlarven etwas zahlreicher Flora: punktuell wertvoller (ca. 300 m, Abschnitte 35 und 36)	Kaum wahrnehmbar, v.a., da abseits von Wanderwegen liegend
<i>Aabach / Cheselenbach</i>	Zusatzmenge durch Zufluss Blauseebach im Aabach kaum spürbar, im Cheselenbach gar nicht, deshalb Wirkung unbedeutend.	Kaum wahrnehmbar

Zusammenfassung

In keinem der untersuchten Bäche kann mit einer Restwasserdotierung gemäss Annahme ökologisch oder landschaftlich eine bedeutende Wirkung erzielt werden. Die beste Wirkung könnte theoretisch beim Ausfluss des Melchsees erreicht werden, doch würde dies eine aufwändige Neugestaltung des Ausflusses erfordern. Deshalb werden zur Behebung der örtlichen Beeinträchtigungen der Bäche nicht Restwassergaben, sondern die Aufwertung von Nasslebensräumen empfohlen. Gemäss ersten Überlegungen könnten diese am Ufer des Melchsees, bei ausgewählten Tümpeln oder bei einzelnen Bachläufen realisiert werden.

## 5 EINHALTUNG DER RESTWASSERBESTIMMUNGEN

### 5.1 Gewässerschutzgesetz (GSchG)

Die meisten der untersuchten Bäche sind lediglich temporäre Gewässer und erfordern deshalb keine Restwasserdotierungen (Art. 31, GSchG). Der einzige Bach, der ursprünglich ganzjährig Wasser führte, war der kurze Ausfluss des Melchsees bis zum Stäubiloch. Ohne massive Anpassung des Gerinnes kann aus einer Restwassergabe kein bedeutender ökologischer Nutzen erzielt werden.

***Empfehlung 1: Für alle Bäche, die durch das Fruttkraftwerk genutzt werden, soll keine Restwassermenge verfügt werden.***

### 5.2 Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG)

Verschiedene wertvolle Lebensräume werden durch die Bachfassungen des Fruttkraftwerks tangiert. Die stärksten Beeinträchtigungen betreffen kurze Bachstrecken unterhalb der Fassungen, wo v.a. die Invertebratenfauna, insbesondere verschiedene Wasser bewohnende Insektenlarven, beeinträchtigt werden. Der ökologische Mehrwert, der durch Restwassergaben von beispielsweise 10 l/s erzielt werden könnte, stufen wir als gering ein.

Die landschaftliche Beeinträchtigung betrifft kurze Bachstrecken einzelner Fassungen, die im Gesamtkontext der Melchsee-Frutt aber wenig auffallen.

***Empfehlung 2: Aus Sicht des NHG bringen Restwassermengen nur einen geringen ökologischen Mehrwert. Zur Kompensation der festgestellten Beeinträchtigungen von Landschaft und Lebensräumen werden deshalb ökologische Aufwertungen von Wasserlebensräumen empfohlen.***

### 5.3 Bundesgesetz über die Fischerei (BGF)

Obwohl die Fischerei gegenwärtig auf der Melchsee-Frutt eine erhebliche Bedeutung hat, gab es ursprünglich wohl keine natürlichen Fischvorkommen im Bereich des Fruttkraftwerks. Sanierungsmassnahmen auf der Basis des Fischereigesetzes sind deshalb nicht angezeigt.

## 6 BIBLIOGRAFIE

### Literaturangaben

- [1] Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas), Nachtrag 1903: Blatt Nr. 389 Sachseln 1:50000. Eidg. Landestopographie Bern.
- [2] Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas), Nachtrag 1923: Blatt Nr. 393 Meiringen 1:50000. Eidg. Landestopographie Bern.
- [3] Arbenz P. 1937: Färbung und Salzung Melchsee-Abluss 1936.
- [4] Eidg. Amt für Wasserwirtschaft (Hrsg.) 1951: Speichermöglichkeiten des Melchsees zur Wasserkraftnutzung im Kanton Obwalden.
- [5] Meyer H. 1952: Geologische Betrachtungen zum Bericht des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft über die Speichermöglichkeiten des Melchsees.
- [6] Vertrag zwischen dem Kanton Unterwalden ob dem Wald, vertreten durch den Regierungsrat und der Korporation Kerns, der Alpgenossenschaft ausserhalb der steinernen Brücke, Kerns, der Alpgenossenschaft Melchsee, Kerns vom 19. / 22. April 1955
- [7] IM Ingenieurbüro Maggia AG 1996: Dauerkurve der Abflussmengen für das Jahr 1995 und die Messperiode 1984 – 1985. Messstation Grosse Melchaa.
- [8] Elektrizitätswerk Obwalden (EWO) 1997: Kraftwerk Melchsee-Frutt Abflussregime 1966 – 1977.
- [9] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) 1998: Ökomorphologie Stufe F.
- [10] Estoppey R. et al. 2000: Wegleitung. Allgemeine Restwassermengen. Wie können sie bestimmt werden? Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- [11] AquaPlus, Aquatica 2004: Ökomorphologie-Daten.
- [12] Schweizer F. et al. 2008: Ein intelligent gesteuertes Beruhigungsbecken zur Reduktion von künstlichen Pegelschwankungen in der Hasliaare. Wasser Energie Luft 100: S. 209 – 215.
- [13] Schmidli I. 2010: Schlussbericht Restwassersanierung Kraftwerke Oberhasli. Amt für Wasser und Abfall.
- [14] Amt für Landwirtschaft und Umwelt (Hrsg.) 2011. Bericht zur Sanierung der Wasserentnahmen der Kraftwerkanlagen Lungernersee.

### Internetquellen

- [15] Melchsee-Frutt im Laufe der Jahrhunderte, abgerufen am 16.08.2012:  
<http://www.melchseefrutt.ch/mf035.htm>
- [16] Inventare GIS Obwalden, abgerufen am 16.8.2012  
<https://www.gis-ow.ch/>

### Briefe / Protokolle

- [17] UTAS AG, 23.06.2012: Aktennotiz 1, Situation der Fische im Raum Melchsee-Frutt.

## Gesetzessammlung

### Bundesgesetze und Verordnungen

SR 814.01	Bundesgesetz über den Umweltschutz (1983)	USG
SR 814.20	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (1991)	GSchG
SR 814.201	Gewässerschutzverordnung (1998)	GSchV
SR 451	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (1966)	NHG
SR 451.1	Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (1991)	NHV
SR 451.33	Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (1994)	FMV
SR 451.34	Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (2001)	AlgV
SR 923.01	Bundesgesetz über die Fischerei (1991)	BGF

### Kantonale Gesetze und Verordnungen

651.2	Fischereigesetz vom (1997)
651.21	Fischereiverordnung vom (1997)
740.1	Gesetz über den Wasserbau und die Wassernutzung (Wasserbaugesetz) (2001)
786.11	Verordnung über den Natur- und Landschaftsschutz (Naturschutzverordnung) (1990)
783.11	Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (kantonale Gewässerschutzverordnung) (2006)

## Anhang 1: Pläne

1.1	Plan Nr. 1 – 308	Restwasserstrecken	1:20'000
1.2	Plan Nr. 2 – 308	Schutzzonen und –objekte	1:20'000
1.3	Plan Nr. 3 – 308	Detailplan / Tannalp	1:10'000
1.4	Plan Nr. 4 – 308	Detailplan / Tannenbach	1:10'000
1.5	Plan Nr. 5 – 308	Detailplan / Blausee	1:10'000
1.6	Plan Nr. 6 – 308	Detailplan / Hugschwendi	1:10'000



## Anhang 2: Fotos

2.1 Übersicht Melchsee-Frutt

2.2 Bäche:

Henglibach

TAB 1

TAB 2

TAB 3

Tannenbach

Auslauf Melchsee heute

Blauseebach

Aabach

Cheselenbach

Hugschwendibach

Gr. Melchaa

2.3 Seen:

Tannensee

Melchsee

Blausee

2.4 Übrige Feucht – Lebensräume:

Ufervegetation

Amphibienlaichgebiete

Flachmoore

## Anhang 3: Übriges

- 3.1 Bewertung der Bachabschnitte
- 3.2 Bachufer - Vegetation
- 3.3 Frutt - Chronik
- 3.4 Resultate Limnigraf Tannensee
- 3.5 Dynamik Zuflüsse / Stromproduktion
- 3.6 Amphibien und Reptilien Melchsee-Frutt
- 3.7 Ökomorphologie Restwasserstrecken (AquaPlus)
- 3.8 Konzessions – Urkunde Kanton Bern (1. November 1957)