Hochwasserschutz Thunersee

Beilage 1.4a

Infraconsult

Kanton Bern
Amt für Wasser und Abfall, Gewässerregulierung,
Tiefbauamt, Oberingenieurkreis I

UVB Hauptuntersuchung

Umweltverträglichkeitsbericht zum Reglement für die Regulierung des Thunersees 2009 sowie zum Betriebsreglement für die Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen

Variante 2009

Bern, 30. Oktober 2009

IC Infraconsult AG
Bitziusstrasse 40
CH-3006 Bern
Telefon +41(0)31 359 24 24
Telefax +41(0)31 359 24 25
icag@infraconsult.ch
www.infraconsult.ch
ISO 9001 zertifiziert

Bearbeitende:

Hauptuntersuchung, Koordination:
Nicole Schiltknecht; IC Infraconsult
Dr. Bea Schwarzwälder; IC Infraconsult
Georg Roth, IC Infraconsult

Fachbericht Grundwasser und Wasserspiegelmessungen:
Dr. Jürg Wanner; Kellerhals und Haefeli

Fachbericht Flachmoore:
Dr. Ulrich Graf, Dr. Klaus Ecker, Dr. Meinrad Küchler; Eidg. Forschungsanstalt WSL

Moorhydrologisches Gutachten:
Roland Haab, Naturplan

Fachbericht Schilf:
Christoph Iseli; Iseli & Bösiger

Fachbericht Ufergehölz
Martin Staedeli; IMPULS

Fachbericht Wasserpflanzen:
Dr. Vinzenz Maurer; Hydra und Dr. Kathrin Guthruf; Aquatica

Fachliche Grundlagen Amphibien:
Beatrice Lüscher, Thomas Leu; KARCH

Fachbericht Fische:
Dr. Joachim Guthruf; Aquatica

Fachbericht Vögel:
Dr. Luc Schifferli, Hans Schmid, Dr. Verena Keller; Vogelwarte Sempach

Bezugsadresse:

IC Infraconsult AG
Bitziusstrasse 40
3006 Bern

\\Thur\c_proj\0884.12_Auflage_Betriebsreglement_2009\08_prod\UVB\UVB_Version_September\20091030_UVB_Betriebsreglement_def.doc
/Druckdat 21.10.09/Prüfkl A/Schi (F)/Ro,Sw

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **I - V**

1 Allgemeines **1**

1.1 Voruntersuchung - Pflichtenheft **2**
1.1.1 Relevante Umweltbereiche 2
1.1.2 Ergebnisse der Beurteilung durch Fachstellen 2
1.1.3 Ergänzungen und Präzisierungen Pflichtenheft 4

1.2 Durchführung Hauptuntersuchung **5**

2 Vorhaben **7**

3 Verfahren **8**

4 Standort **9**

5 Regulierung des Sees **10**

5.1 Bestehende Regulierung **10**
5.1.1 Linienreglement (Reglement 1998) 10
5.1.2 Reglementsänderung: Sofortmassnahmen März 2006 11

5.2 Regulierung mit Entlastungsstollen (Vorhaben: Variante 2009) **11**
5.2.1 Reglement 2009 11

5.3 Auswirkung der Variante 2009 **13**
5.3.1 Auswirkungen auf den Seestand 13
5.3.2 Betriebsdauer Entlastungsstollen 18
5.3.3 Auswirkungen auf den Abfluss der Aare 19

6 Auswirkungen auf die Umwelt **21**

6.1 Grundwasser **21**
6.1.1 Grundwasserträger um den Thunersee 21
6.1.2 Wasserhaushalt Feuchtgebiete 24

6.2 Oberflächengewässer **28**
6.2.1 Sohlenkolmatierung 28
6.2.2 Laichfischfang 30
6.2.3 Fischzucht Faulensee 30

6.3 Altlasten **31**

6.4 Schutz von Lebensräumen 32
6.4.1 Flachmoore und Orchideen 32
6.4.2 Ufervegetation 40
6.4.3 Krebse 47
6.4.4 Insekten 48
6.4.5 Fische 53
6.4.6 Amphibien 60
6.4.7 Wasservögel 70

6.5 Landschaftsschutz / Kulturgüterschutz 74

6.6 Aare Thun – Bern 77
6.6.1 Hydrologie 77
6.6.2 Geschiebetrieb Aare 77
6.6.3 Fischfauna 78
6.6.4 Lebensräume an der Aare unterhalb Thun 79

7 Gesamtbewertung 84

7.1 Beurteilung Umweltauswirkungen 84

7.2 Massnahmen zum Schutze der Umwelt 86

7.3 Verbleibende Belastung 86

7.4 Konfliktfelder 87

7.5 Schlussfolgerungen 88

8 Massnahmen 89

9 Verzeichnisse 93

9.1 Liste der Abkürzungen 93

9.2 Literaturverzeichnis 95

9.3 Gesetze und Verordnungen 99

9.4 Abbildungsverzeichnis 101

9.5 Tabellenverzeichnis 101

10 Anhänge 102

Zusammenfassung

Regulierung ist UVP-pflichtig

Das Betriebsreglement für den Entlastungsstollen Hochwasserschutz Thunersee ist UVP-pflichtig.

Im Frühling 2008 wurde bereits der UVB zum Betriebsreglement und zur generellen Tieferhaltung um 10cm während der Sommermonate (Variante "minus 10") aufgelegt. Unter anderem auf Grund der negativen Umweltauswirkungen wurde die Variante "minus 10" dem Regierungsrat nicht zur Genehmigung unterbreitet.

Es wurde eine neue Variante mit einem angepassten Linienreglement ausgearbeitet, die auf eine permanente Absenkung des Sees während der Sommermonate verzichtet. Der vorliegende UVB untersucht die Auswirkungen des Betriebsreglements für den Entlastungsstollen sowie des Reglements 2009 zur Regulierung des Thunersees (Variante 2009).

Vorhaben

Durch den Entlastungsstollen Schifffahrtskanal-Kraftwerk wird der Thunersee nach Variante 2009 reguliert: Regulierreglement von 2009 mit dem Betriebsreglement für die Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen. Bei dieser Variante liegt der mittlere Sommerwasserstand wie bis und mit 2005 auf 557.80 m ü.M.
Mit dem Entlastungsstollen kann künftig die Hochwassersituation am Thunersee entschärft werden.

Perimeter

Der Perimeter der Untersuchung umfasst den gesamten Grundwasser- und Uferbereich des Thunersees, insbesondere die Flachwasser- und Flachuferzonen mit den Feuchtgebieten. Zudem werden die Auswirkungen des Vorhabens in und an der Aare von Thun bis Bern betrachtet

Regulierung mit Variante 2009

Mit dem Reglement 2009 wird die Regulierung des Thunersees im Normalbetrieb festgelegt. Für das Regulierreglement von 2009 wurde das Reglement 1998 in folgenden Punkten korrigiert:

- Seestand-Abfluss-Beziehung 2009

- Der Abfluss aus dem Thunersee hat neu der Seestands-Abfluss-Beziehung vom 30. Oktober 2009 zu entsprechen

- Artikel 1 im Reglement für die Regulierung des Thunersees

- Abweichungen von dieser Seestands-Abfluss-Beziehung sind neu zulässig um die Einhaltung des mittleren Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. zu gewährleisten (Artikel 1)

- Betriebsreglement

Das Betriebsreglement definiert die Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen nach Inbetriebnahmen des Entlastungsstollens in Thun. Das Betriebsreglement wurde erarbeitet, um drohende Hochwasser möglichst früh und zuverlässig zu erkennen. Es legt die Kriterien und Grenzwerte fest, bei denen ein Hochwasserereignis erwartet werden muss und der Stollen in Betrieb genommen wird. In Risiko-Situationen wird der Thunersee vorsorglich auf 557.70 m ü.M., auf 557.60 oder 57.45 m ü.M. abgesenkt.

Auswirkungen auf den Pegelstand des Thunersees

Die Auswirkungen der Variante 2009 auf den Pegelstand des Thunersees wurde mit den Beispieljahren 1999 bis 2005 untersucht. Die neue Regelung führt zu folgenden Veränderungen:

Pro Jahr kommt es infolge des Betriebsreglements

- 0 bis 5 Mal während 0 bis 27 Tagen zu Pegeln zwischen 557.65 und 557.75 m ü.M.
- 0 bis 2 Mal während 0 bis 12 Tagen zu Pegeln zwischen 557.55 und 557.65 m ü.M.

Absenkungen unter 557.60 m ü.M. gibt es nur in seltenen Fällen (bei Auslösung der Gefahrenstufe Schnee ROT).

Der Stollen ist zwischen 0.3 und 41 Tagen in Betrieb, durchschnittlich 14 Tage pro Jahr.

Der Stollen wird 3 bis 6 Mal pro Jahr geöffnet, durchschnittlich 4 Mal.

In der Aare zwischen Thun und Bern kommt es häufiger zu Abflüssen zwischen 280 und 360 m^3/s.

Auswirkungen auf die Umwelt

Die Beurteilung der Auswirkungen der Variante 2009 zeigt die folgenden Beeinträchtigungen und Entlastungen:

- *Wasserhaushalt Flachmoorgebiete*

Mit der Variante 2009 bleiben der mittlere Seestand und damit das vom Seespiegel abhängige Grundwasser weitgehend unverändert. Bei denjenigen Flächen, deren Moorwasserhaushalt direkt vom Seepegel abhängt, kommt es bei Auslösung von Gefahrenstufen und der entsprechenden Regulierung zu einem kurzfristigen Absinken des Moorwassers.

Mit dem Einsatz des Entlastungsstollens und der damit verbesserten Hochwasserschutzwirkung kommt es seltener zu Hochwassern. Damit werden die Flachmoore weniger oft und weniger hoch überstaut.

- *Flachmoore*

Variante 2009 garantiert den für den Erhalt der Flachmoore in ihrem heutigen Zustand notwendigen mittleren Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. Durch die leichte Abnahme der Überflutungszustände in den Flachmooren während den Sommermonaten kann es möglicherweise zu einer leichten Versauerung kommen. Die leicht veränderten Wasserverhältnisse können allenfalls in lokal begrenzten Bereichen zu einer gewissen Veränderung der Standortbedingungen (wechselfeuchter und nährstoffreicher) und damit zu einer geringen Veränderung der vorkommenden Vegetationstypen führen; klare Aussagen sind aber kaum möglich.

- *Orchideen*

Mit der leichten Veränderung der Standortbedingungen ergeben sich für zwei (*Herminium monorichs, Liparis loeselii*) von 8 Arten allenfalls leicht erschwerte Bedingungen im zugehörigen Vegetationstyp.

- *Schilfbestände*

Variante 2009 führt zu keiner Veränderung der Schilfbestandesfläche.

- *Wasserpflanzen*

Die Wasserpflanzen werden durch Variante 2009 nicht zusätzlich beeinträchtigt. Im Aare-Altarm in der Weissenau kommt es allenfalls zu einer leichten Verschiebung der Vegetationszonen.

- *Krebse*	Die Krebsbestände in den Lütscheren-Weihern werden durch die Variante 2009 nicht beeinträchtigt.
- *Insekten*	Das Trockenfallen von Gewässern durch die vermehrten Absenkungen infolge Hochwasser-Risikosituationen wird die Libellenlarven beeinträchtigen (vgl. Amphibien). Für die Schmetterlinge und Heuschrecken führt die Reduktion der Überschwemmungen zu weniger Überflutungen der Larvenhabitate, was eine Verbesserung bedeutet. Für die an den Lebensraum der Flachmoore gebundenen Schmetterlinge und Heuschrecken sind die Änderungen abhängig von den Veränderungen der Flachmoorvegetation.
- *Fische*	Für die laichenden Äschen im Gebiet von Thun kommt es gesamthaft betrachtet zu einer verbesserten Situation. Hingegen wird der Laichfischfang leicht erschwert und die Abnahme der Pegel führt zu geringfügigen Verschlechterungen für Hechte während der Laich- und Eientwicklung. Ansonsten bleibt die Situation für Hechte (Larvalphase), Karpfenartige, Felchen und Seeforelle mit Variante 2009 unverändert, ebenso ist die Zugänglichkeit zu den Gräben in der Weissenau ungeschmälert möglich.
- *Amphibien*	Die Absenkungen in Hochwasser-Risikosituationen (z.B. bei REGEN ORANGE) können zu einer Reduktion von Fläche und Tiefe der Amphibienlaichgewässer und damit zum Austrocknen von Laich und Larven in den Flachwasserbereichen bzw. von ganzen Amphibienlaichgewässern führen.
- *Wasservögel*	Es wird nicht mit einer Veränderung der Brutvogelbestände durch Variante 2009 gerechnet.
- *Übrige Umweltbereiche*	Für die Umweltbereiche Grundwasserträger (Trinkwasserfassungen) und Oberflächengewässer (Sohlenkolmatierung und die Fischzucht Faulensee) ergeben sich keine Beeinträchtigungen durch die Variante 2009. Die Ufergehölze am Thunersee werden durch die Variante 2009 nicht in ihrem Bestand gefährdet.
Zusammenfassung der Beeinträchtigungen	Die Variante 2009 führt durch den garantierten Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M., durch häufigere Absenkungen und selteneren Überflutungen allenfalls zu geringfügigen Auswirkungen in gewissen Bereichen der Flachmoore. In den Flachmooren wird sich möglicherweise die Anzahl der Wechselfeuchtezeiger erhöhen. Klare Aussagen zur Entwicklung der verschiedenen Vegetationstypen sind kaum möglich. Diverse Amphibienlaichgewässer werden durch die häufigeren Absenkungen infolge ausgelöster Hochwassergefahrenstufen vermehrt trockenfallen. Dies hat Auswirkungen auf die Amphibien und Libellen.
Fazit	Aufgrund der heute vorliegenden Erkenntnisse wird davon ausgegangen, dass Variante 2009 nur zu geringfügigen Auswirkungen auf die Umwelt führt.
Massnahmen	Es sind Ersatzmassnahmen vorzusehen, um die allfälligen durch die Variante 2009 ausgelösten Beeinträchtigungen zu kompensieren:
- *Amphibien*	Es werden neue Amphibiengewässer in der Weissenau, im Lombachdelta sowie und im Kanderdelta geschaffen. Die entsprechenden Rahmenbedingungen sind mit den Fachstellen noch abzuklären.

Verbleibende Belastung Können die oben beschriebenen Massnahmen umgesetzt werden, ist mit keiner verbleibenden Belastung zu rechnen.

1 Allgemeines

Reglement für Betrieb Entlastungsstollen

Zur Erhöhung der Hochwassersicherheit am Thunersee wurde ein Entlastungsstollen gebaut. Dadurch wird die Abflusskapazität des Thunersees erhöht. Der Betrieb dieses Entlastungsstollens benötigt ein entsprechendes Betriebsreglement.

Die vorliegende Hauptuntersuchung UVB untersucht die Auswirkungen des Betriebsreglements sowie die Anpassung der Seestand-Abflussbeziehung auf die Umwelt. In diesem Bericht wird als Kurzform die Bezeichnung "Reglement 2009" (Reglement für die Regulierung des Thunersees vom 30. Oktober 2009 mit Anhang vom 30. Oktober 2009) verwendet.

Verzicht auf „minus 10“

Im März 2008 wurde bereits eine Auflage für das Betriebsreglement und eine generelle Tieferhaltung des Seepegels um rund 10cm während den Monaten April bis September durchgeführt. Unter anderem wurde auf Grund der negativen Beurteilung der Umweltverträglichkeit auf die Umsetzung der Variante "minus 10" verzichtet.

Neuauflage von ***Variante 2009***

- Seestand-Abfluss-Beziehung 2009

- Artikel 1 im Reglement für die Regulierung des Thunersees

- Betriebsreglement

Die Kombination des alten Linienreglements 1998 mit dem neuen Betriebsreglement ist jedoch technisch nicht möglich. Mit dem alten Linienreglement gäbe es eine „nervöse“ Regulierung mit dauerndem Öffnen und Schliessen der Tore bei der Mühle- und Scherzligschleuse. Anpassungen an der Seestand-Abfluss-Beziehung 1998 waren daher unumgänglich.

Die neue Seestand-Abfluss-Beziehung 2009 erlaubt ein sauberes Zusammenspiel der beiden Reglemente mit einer „stabileren“ Regulierung des Thunersees, so dass Abfluss- und Pegelschwankungen zu einem grossen Teil verhindert werden können und der mittlere Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. durch das Linienreglement und den Artikel 1 (siehe unten) erreicht werden.

Damit sicher gestellt ist, dass der geplante mittlere Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. auch mit der neuen „Seestand-Abfluss-Beziehung 2009“ tatsächlich erreicht wird, wurde im Reglement zur Regulierung des Thunersees unter Artikel 1.1 explizit geschrieben, dass der mittlere Sommerwasserstand 557.80 m ü.M. eingehalten werden soll. Infolge schwankender hydologischer Bedingungen sind Abweichungen vom Reglement erlaubt, damit der gewünschte Soll-Wasserstand im Sommer eingehalten werden kann (Art. 1.2).

Wegen den Änderungen im „Reglement für die Regulierung des Thunersees“ (Artikel 1) und in der Seestand-Abfluss-Beziehung und weil das „Betriebsreglement für die Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen“ noch nicht bewilligt ist, beschloss der Kanton Bern, alle drei Dokumente – vom „Reglement für die Regulierung des Thunersees“ nur Artikel 1 – zusammen mit dem UVB für diese Variante 2009 neu aufzulegen.

Gesuchsteller AWA

Der Gesuchsteller für die vorliegende Reguliervariante ist das Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA).

Beginn der Untersuchungen

Die Voruntersuchung zur UVP wurde im Februar 2007 abgeschlossen. Die Voruntersuchung wurde für die Variante 1998 und "minus 10" ausgerichtet. Die Messungen der Grundwasserstände sowie die Untersuchungen von Fauna und Flora starteten im Februar 2007.

Referenzhorizont

Als Referenzhorizont für die Beurteilung der Auswirkungen des Reglements 2009 und des Betriebsreglements wird die Regulierung des Thunersees mit dem Reglement vom 4. Dezember 1998 bestimmt. Die im März 2006 durch den Regierungsrat befristet in Kraft gesetzten Sofortmassnahmen (anzustrebende Normalkote im Sommer von 557.70 m ü.M) sind für die Untersuchung nicht massgebend.

In der vorliegenden Hauptuntersuchung werden somit die Auswirkungen des Reglements 2009 und des Betriebsreglements auf die verschiedenen Umweltbereiche gegenüber dem Zustand mit Reglement 1998 (ohne Entlastungsstollen) untersucht.

Realisierungshorizont

Der Entlastungsstollen Thunersee wurde im Jahr 2009 fertig gestellt und im Frühling 2009 erfolgreich getestet.

1.1 Voruntersuchung - Pflichtenheft

Zwei Voruntersuchungen

Es wurden im Februar 2007 durch die IC Infraconsult AG zwei Voruntersuchungen erstellt, für die Variante 1998 (aktuelles Reglement kombiniert mit dem Betriebsregelement) und für die Variante "minus 10".

Beide Berichte wurden den Amtsstellen zur Stellungnahme unterbreitet.

1.1.1 Relevante Umweltbereiche

Relevante Umweltbereiche

Im Rahmen der Voruntersuchung wurden die folgenden Umweltbereiche als relevant bezeichnet:

- Grundwasser
- Oberflächengewässer
- Schutz von Lebensräumen, insbesondere Flachmoore und Orchideen, Schilf, Fische und Krebse, Amphibien, Wasservögel sowie Insekten und die Lebensräume am Unterlauf der Aare
- Landschafts- und Ortsbildschutz

1.1.2 Ergebnisse der Beurteilung durch Fachstellen

Stellungnahme AUE

In der Stellungnahme zum “Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung“ des Amtes für Umweltkoordination und Energie (AUE) vom 28. März 2007 wur-

den die nachfolgenden Aussagen gemacht (vgl. auch Anhang 1).

- *Fischereiinspektorat* Das Fischereiinspektorat (FI) bevorzugte die Variante minus 10. Allerdings nur, wenn damit keine grossräumige Ausbaggerung der Schifffahrtsrinne nötig wird.

- *Naturschutzinspektorat* Sollten die Abklärungen ergeben, dass der Variante minus 10 relevante Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Flachmoore (Weissenau und Gwattlischenmoos) haben, könnte das Naturschutzinspektorat (NSI) der Erteilung der entsprechenden Ausnahmebewilligung nicht zustimmen.

1.1.3 Ergänzungen und Präzisierungen Pflichtenheft

Folgende Ergänzungen und Präzisierungen des Pflichtenhefts wurden von den Fachstellen vorgenommen:

Fischzucht Faulensee	Die Beschreibung der Auswirkungen auf den Betrieb der Fischzucht Faulensee hat im Sinn einer Quantifizierung (Modellierung, Test) in enger Zusammenarbeit mit dem Fischereiinspektorat zu erfolgen.
Golfplatz Unterseen	Das teilweise neu geschaffene Gewässernetz auf dem Gebiet des Golfplatzes Unterseen im rückwärtigen Raum der Weissenau ist in den Untersuchungsperimeter einzubeziehen. Das Gewässernetz dient als Lebensraum für Fische und hat zudem auch eine gewisse Wirkung auf die benachbarten Flachmoorgebiete.
Submerse Makrophyten	Die Auswirkungen auf die Bestände der submersen Makrophyten[1] sind auf der Grundlage der Arbeiten LACHAVANNE (1989) zu beurteilen.
Hydrologische Untersuchung	Die Grundwassermessungen sind bis Ende November 2007 weiter zu führen.
Botanisches Gutachten	Die botanische Beurteilung muss alle Zonen umfassen, die von den veränderten Wasserverhältnissen betroffen sind.
Amphibien	Die Beurteilung der Auswirkungen auf Kleingewässer ist neben Amphibien auf weitere Artengruppen auszudehnen.
Ufervegetation	Die Auswirkungen auf die Ufervegetation sind detailliert darzulegen.
Massnahmen	Die vorgeschlagenen Schutz-/ Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen sind zu lokalisieren und deren Machbarkeit ist nachzuweisen.

[1] Submerse Makrophyten sind Wasserpflanzen, die im Sediment wurzeln und mit dem grössten Teil des Pflanzenkörpers im Wasser treiben. Höchstens die obersten Blätter und Blüten ragen über die Wasseroberfläche hinaus

1.2 Durchführung Hauptuntersuchung

UVB für Variante "minus 10" und Variante 1998

Es wurde für die Varianten "minus 10" und die Variante 1998 eine Hauptuntersuchung durchgeführt.

Der UVB zum Betriebsreglement und zur generellen Tieferhaltung des mittleren Seepegels um rund 10cm während der Monate April bis September wurde im März 2008 den kantonalen Fachstellen unterbreitet.

Aufgrund negativer Fachberichte sowie einem negativen Gutachten der ENHK kommt das AUE im Juni 2008 "auf der Grundlage der eingereichten Beurteilungsunterlagen und der sich darauf abstützenden Amts- und Fachberichte der Fachstellen sowie des Gutachtens der ENHK zum Schluss, dass das Vorhaben «Neues Betriebsreglement zum Hochwasserschutz Thun» in der vorliegenden Form nicht umweltverträglich ist, weil es geltendes Naturschutzrecht nicht in allen Teilen einhält. Hauptgrund sind die Eingriffe in die naturnahen, teilweise bundesrechtlich geschützten Uferbereiche des Thunersees."

Weitere Abklärungen

Im Winter 2008 wurden weitere Abklärungen durchgeführt, unter anderem mit dem Ziel die betroffene Flachmoorfläche genauer zu quantifizieren. Dies ist jedoch nicht gelungen. Es zeigte sich zudem, dass im Raum Thunersee nicht genügend Flächen für Ersatzmassnahmen zur Verfügung stehen.

Verzicht auf „minus 10“

Aufgrund der Interessabwägung beschloss der Kanton Bern, auf die Variante minus 10 zu verzichten. Zur Auflage soll nun eine Variante mit gegenüber dem Reglement für die Regulierung des Thunersees (1998) unverändertem mittlerem Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. gelangen, wie sie mit Variante 2009 vorliegt.

Variante 2009

Die vorliegende Hauptuntersuchung beurteilt somit Variante 2009.

Bezogen auf das Reglement für die Regulierung des Thunersees (1998) wurde für die Variante 2009 folgendes geändert:

- Seestand-Abfluss-Beziehung
  Abflüsse von über 45 m^3/s von April bis September
  Abflüsse von über 70 m^3/s von Oktober bis Mitte November
  Abflüsse von über 100 m^3/s von Mitte November bis Ende März

- Artikel 1
  1. Der Abfluss aus dem Thunersee hat der Seestand-Abfluss-Beziehung vom 30. Oktober 2009 (vgl. Beilage) zu entsprechen. Diese Seestand-Abfluss-Beziehung führt zu einem durchschnittlichen Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M.

  2. Abweichungen von dieser Seestand-Abfluss-Beziehung sind zulässig um die Einhaltung des mittleren Sommerwasserstandes (je nach hydrologischer Situation) zu gewährleisten. Der Abfluss darf um maximal 15 % pro Stunde gegenüber dem gemessenen Abflusswert der Aare aus dem Thunersee verändert werden.

Die durch das neue Linienreglement resultierenden Seestände werden durch Artikel 1.2 wenn nötig korrigiert, so dass der Thunersee künftig auf einem mittleren Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. gehalten werden kann.

Die Anpassungen des Linienreglements von Dezember bis März führten in den Beispieljahren 1999 bis 2005 zu keinen Veränderungen, da die Abflüsse im Winter immer unter 100 m^3/s liegen.

Damit unterscheidet sich die Variante 2009 nur geringfügig von Variante 1998. Im vorliegenden UVB stützen wir uns daher auf die im Pflichtenheft zu Variante 1998 aufgeführten Umweltbereiche und die Aussagen der Fachexperten zur Variante 1998 ab. Es wurden mit Ausnahme des Fachbereichs Fische keine neuen Fachexpertenberichte eingeholt.

Die Fachberichte sind in einer separaten Beilage zusammengestellt.

- Grundwasserfassung: Dr. Jürg Wanner (Kellerhals+Haefeli)
- Wasserspiegelmessungen: Dr. Jürg Wanner (Kellerhals+Haefeli)
- Flachmoore / Orchideen: Dr. Ulrich Graf, Dr. Klaus Ecker, Dr. Meinrad Küchler; Eidg. Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
- Schilf: Christoph Iseli (Iseli & Bösiger)
- Ufergehölz: Martin Staedeli (IMPULS)
- Wasserpflanzen: Dr. Vinzenz Maurer (HYDRA), Dr. Kathrin Guthruf, (Aquatica)
- Amphibien: Beatrice Lüscher, Thomas Leu (KARCH)
- Fische: Dr. Joachim Guthruf (Aquatica)
- Wasservögel: Dr. L. Schifferli, H. Schmid, Dr. V. Keller (Vogelwarte Sempach)
- Moorhydrologisches Gutachten: R. Haab (Naturplan)

2 Vorhaben

Entlastungsstollen

Zur Reduktion der Überschwemmungsgefahr am Thunersee wurde der kantonale Wasserbauplan mit dem Entlastungsstollen Schifffahrtskanal – Kraftwerk durch die BVE erlassen. Der Entscheid für den Bau des Entlastungsstollens fiel nach einem objektiven Vergleich verschiedener Lösungsmöglichkeiten (Variantenvergleich). Die Variante Entlastungsstollen erlaubt die grösstmögliche Schonung der Äschenlaichgebiete in der Aare bei Thun. Die Umweltauswirkungen des Bauprojektes Entlastungsstollen wurden mit der Hauptuntersuchung im Juni 2005 nachgewiesen. Mit dem Bau des Entlastungsstollens wurde Ende 2006 begonnen. Der Entlastungsstollen wurde im Frühling 2009 nach umfangreichen Tests provisorisch in Betrieb genommen.

Regulierung

Der Thunersee wird heute mit der Mühle-, der Scherzligschleuse und mit dem Entlastungsstollen reguliert. Die Regulierung stützt sich dabei auf das Reglement 1998, den Sofortmassnahmen vom März 2006 sowie auf das provisorische Betriebsreglement

Zum Zeitpunkt des Erlasses des Wasserbauplans für den Bau des Entlastungsstollens war das Betriebsreglement für den Entlastungsstollen noch in Bearbeitung.

Für einen optimalen Betrieb des Entlastungsstollens braucht es neben dem Betriebsreglement für den Entlastungsstollen ein entsprechendes Regulierungsreglement für die Steuerung des Sees. Mit Variante 2009 liegt eine entsprechende optimierte Variante vor (vgl. dazu Kapitel 5.).

3 Verfahren

Verfahren	Gemäss der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) unterliegen Werke zur Regulierung des Wasserstandes oder des Abflusses von natürlichen Seen von mehr als 0.5 km^2 mittlerer Seeoberfläche einschliesslich Betriebsvorschriften der UVPV (Art. 1 und Anhang 30.1 UVPV). Die Kantone bestimmen das massgebliche Verfahren.
Leitbehörde: Regierungsrat	Nach Anhang I der kantonalen Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (KUVPV) wird die Umweltverträglichkeit von solchen Betriebsvorschriften im Rahmen der Genehmigung des Regulierreglements geprüft. Leitbehörde ist der Regierungsrat. Für den Regierungsrat führt die BVE, die in der Sache zuständige Direktion das Verfahren. Die BVE hat diese Aufgabe dem OIK I übertragen.
Gesuchsteller	Das AWA erarbeitete das Regulierreglement und das Betriebsreglement für die Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen, erstellte den Umweltverträglichkeitsbericht und ist somit Gesuchsteller. Der OIK I bereitet als Leitbehörde den Entscheid des Regierungsrates vor. Er holt die nötigen Amts- und Fachberichte ein, unter anderem auch die Gesamtbeurteilung der Umweltverträglichkeit des AUE (Art. 4 KUVPV). Über die Umweltverträglichkeit entscheidet der Regierungsrat mit der Genehmigung des Regulierreglements.
Voruntersuchung	Die Voruntersuchung wurde im Februar 2007 durch die IC Infraconsult erstellt und das Pflichtenheft den Amtsstellen zur Stellungnahme unterbreitet. Die Forderungen der Amtsstellen zum Pflichtenheft sind in Kap. 1 zu finden.
Hauptuntersuchung	Die Hauptuntersuchung zur Umweltverträglichkeitsprüfung wurde bereits für die Variante "minus 10" durchgeführt. Im vorliegenden Bericht wird nun die Variante 2009 beurteilt. Zur Auflage soll der vorliegende UV-Bericht zur Variante 2009 gelangen.
Antrag zur Umweltverträglichkeit	Das AUE beurteilt auf der Grundlage der Fach- und Amtsberichte der betroffenen Fachstellen die Umweltverträglichkeit des Vorhabens (Variante 2009) und stellt der Leitbehörde entsprechend Antrag.
ENHK	Die ENHK wird im Rahmen des Auflageverfahrens eine Stellungnahme zum Auflageprojekt erstellen.
Publikation Gesuch	Das Gesuch zur Genehmigung des Regulierreglements ist zu publizieren (Art. 21 VRPG). Der Entwurf des Regulierreglements und des UVB müssen öffentlich aufliegen, damit die Betroffenen diese einsehen können (Art. 15 Abs. 1 UVPV). Zudem ist eine amtliche Bekanntmachung im Amtsblatt und Amtsanzeiger (Art. 9 KUVPV) vorzusehen.
Beschwerdemöglichkeiten	Gegen die Genehmigung des Regulierreglements durch den Regierungsrat steht die Beschwerde an das Verwaltungsgericht des Kantons Bern und an das Bundesgericht offen (Art. 83 und 96 BGG).

4 Standort

Betrachtungsperimeter

Der Betrachtungsperimeter umfasst den gesamten Uferbereich des Thunersees, insbesondere die Flachwasserzonen sowie die Flachuferzonen und die angrenzenden Feuchtgebiete von nationaler, kantonaler und regionaler Bedeutung (Weissenau, Gwattlischenmoos, Längmad, Seeallmend, Schilfweg/Hechtweg) und reicht in der Weissenau bis auf das Gelände des Golfplatzes Interlaken-Unterseen (Gewässernetz beeinflusst durch See). Ebenfalls innerhalb des Betrachtungsperimeters liegen die direkt an den Thunersee angrenzenden Grundwasserträger.
In diesem Betrachtungsperimeter werden detaillierte Untersuchungen zu den relevanten Umweltbereichen durchgeführt.

Im Anhang 2 ist der gesamte Untersuchungsperimeter mit entsprechenden Ortsbezeichnungen dargestellt.

Unterlauf Aare

Zu den Projektauswirkungen in und an der Aare unterhalb von Thun bis Bern werden in Absprache mit dem NSI nur relativ grobe Aussagen zu relevanten Aspekten (Hydrologie, Geschiebetrieb, Fische und Lebensräume) gemacht. Die Auswirkungen werden in einem separaten Kapitel beschrieben (vgl. Kapitel 6.5).

5 Regulierung des Sees

Zusammenfassung des Erläuterungsberichts zum Betriebsreglement

Die nachfolgende Beschreibung ist eine Zusammenfassung des "Erläuterungsbericht zum Betriebsreglement und zum geänderten Regulierreglement des Thunersees, Oktober 2009“. Es werden die für die Umweltverträglichkeit relevanten Aspekte aufgeführt.

Grosses Einzugsgebiet, seichter Ausfluss, wenig Schwankungsspielraum

Der Thunersee hat im Verhältnis zu seinem Einzugsgebiet eine sehr kleine Fläche und nur wenig Spielraum zwischen der normalen Sommer-Seekote und der Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M. Zudem ist der Ausfluss sehr seicht. Bei vollständig geöffneten Schleusen bestimmt allein die Seekote, wie viel Wasser aus dem Thunersee abfliessen kann. Der Schwankungsbereich des Thunersees beschränkt sich im Normalfall auf den Seestand zwischen der Niedrigwassergrenze von 557.00 m ü.M. und der Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M.

Zusätzlich 100 m^3/s Abfluss durch Entlastungsstollen

Der Entlastungsstollen vom Schifffahrtskanal bis unterhalb des Kraftwerks Aare Thun erlaubt es jetzt, bereits bei tiefer Seekote bis zu 100 m^3/s Wasser zusätzlich abfliessen zu lassen. Er wird die Anwohnerschaft des Thunersees künftig bedeutend besser vor Hochwasser schützen.

Mit dem Entlastungsstollen hätten die Hochwasserereignisse von 2002, 2004 und 2007 vollständig verhindert werden können. Das Hochwasserereignis 1999 wäre deutlich weniger gravierend ausgefallen. Beim Hochwasser 2005 hätte die Anzahl Tage mit einer Überschreitung der Hochwassergrenze von 7 auf 5 Tage reduziert werden können.

5.1 Bestehende Regulierung

5.1.1 Linienreglement (Reglement 1998)

Mittlerer Sommerwasserstand: 557.80 m ü.M.

Die Mühle- und die Scherzligschleuse regulieren heute den Thunersee mit einem so genannten Linienreglement. Dieses ordnet – abhängig von der Jahreszeit – einem bestimmten Seestand einen definierten Abfluss aus dem See zu.

Das Reglement 1998 führt im Sommer zu einem mittleren Seestand von ungefähr 557.80 m ü.M.
Im Herbst werden die Abflüsse reduziert, damit im Winter – wenn die Niederschläge in Form von Schnee gebunden bleiben – ein bestimmter Minimalabfluss in der Aare gewährleistet werden kann und die Seekote dabei nicht unter die Niedrigwassergrenze fällt.

Ausnahmesituation

Von diesen Bestimmungen kann in ausserordentlichen Lagen gemäss Reglement für die Regulierung des Thunersees, Artikel 10 abgewichen werden. Allerdings waren bis zum jetzigen Zeitpunkt die Ausnahmesituationen nicht genau definiert. Die Definition der Ausnahmesituationen erfolgt nun im Rahmen des "Betriebsreglements für die Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen". Denn durch den Bau des Entlastungsstollens wird der Handlungsspielraum für die Seeregulierung am Thunersee erweitert.

5.1.2 Reglementsänderung: Sofortmassnahmen März 2006

Mittlerer Sommerwasserstand: 557.70 m ü.M.

Mit der im März 2006 durch den Regierungsrat genehmigten befristeten Änderung des Reglements vom 4. Dezember 1998 (Übergangsregelung) wurde Folgendes beschlossen:

- Die anzustrebende Normalkote des Seespiegels im Sommer beträgt neu ca. 557.70 m ü.M. Diese gilt je nach Witterungsverlauf zwischen April und Oktober.
- Auf den generellen Anstieg des Seepegels im Herbst wird verzichtet.
- Die Schleusen werden vollständig geöffnet, wenn die Summe der Zuflüsse aus Kander und Simme 200 m^3/s überschreitet oder wenn der Seespiegel die Kote von 557.85 m ü.M. erreicht.

Auch mit der Übergangsregelung wird der Sommerwasserstand mit einem – dem ursprünglichen Reglement nachgebildeten – Linienreglement gesteuert. Die Übergangsregelung gilt bis zur Genehmigung der Variante 2009 und hat für die Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit keine Bedeutung.

5.2 Regulierung mit Entlastungsstollen (Vorhaben: Variante 2009)

Die Wirkung des Betriebsreglementes Entlastungsstollen sowie des angepassten Linienreglementes sind für die Monate April – Oktober relevant. Von November bis März bleibt die Situation unverändert.

5.2.1 Reglement 2009

Das Reglement 2009 mit der Seestand-Abfluss-Beziehung vom 30. Oktober 2009 wurde auf Grund der Erfahrungen aus der Testphase des Entlastungsstollens entwickelt. In der Testphase zeigte sich, dass die Regulierung mit der bestehenden Seestand-Abfluss-Beziehung nicht sinnvoll ausgeführt werden konnte. Das alte Reglement würde zu einer nervösen Regulierung mit rasch wechselnden Abflüssen und zu einer sehr häufigen Bewegung der Absperrorgane der Scherzlig- und Mühleschleuse führen.

Die neue Seestand-Abfluss-Beziehung führt – gleich wie das Reglement von 1998 – zu einem mittleren Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. Abweichungen von dieser Seestands-Abfluss-Beziehung sind neu zulässig um die Einhaltung des mittleren Sommerwasserstandes zu gewährleisten.

Das Betriebsreglement Entlastungsstollen ergänzt das Reglement 2009 und beschränkt sich auf Hochwasser-Risikosituationen (Art. 10). Anhand von verschiedenen Kriterien soll die frühzeitige und sichere Erkennung von Hochwasser-Risikosituationen und damit eine vorausschauende Steuerung des Sees ermöglicht werden. Alarmierungen mit entsprechender Regulierung ohne nachfolgendes Hochwasser sollen auf ein Minimum beschränkt bleiben. Im Betriebsreglement wird die Regulierung in Gefahrenstufen so festgelegt, dass bei Hochwassergefahr durch Regen oder Schneeschmelze der Stollen in Betrieb genommen und der Seepegel abgesenkt resp. gehalten werden kann. Zudem wird festgelegt, in welchen Fällen der Abfluss aus dem Thunersee gedrosselt werden muss. Auch im Betriebsreglement enthalten ist ein Artikel zur Regulierung der Brienzersees, damit bei Risikosituationen mit einem erhöhten Abfluss der Aare in Interlaken das Retentionsvolumen des Brienzersees vergrössert werden kann.

Im Betriebsreglement werden die folgenden Gefahrenstufen festgelegt:

Gefahrenstufe	**Beschreibung**	**Regulierung**
GRÜN	Keine aktuelle Gefährdung	Nach Reglement
REGEN-ORANGE	Hochwassergefahr	Bereithaltekote Thunersee: 557.70 m ü.M.
REGEN-ROT	Akute Hochwassergefahr	Bereithaltekote Thunersee: 557.60 m ü.M.
SCHNEE-ORANGE	Disposition für Hochwasser durch Schneeschmelze	Bereithaltekote Thunersee: 557.60 m ü.M.
SCHNEE-ROT	Sehr ausgeprägte Disposition für Hochwasser durch Schneeschmelze	Bereithaltekote Thunersee: 557.45 m ü.M.

Tabelle 5-1 Gefahrenstufen Betriebsreglement

In den Hochwasser-Risikosituationen (Gefahrenstufen ORANGE und ROT) wird der Thunersee auf die oben stehenden Bereithaltekoten abgesenkt resp. gehalten. Damit kann das Retentionsvolumen des Thunersees besser genutzt werden.

Unter Berücksichtigung unterschiedliche Kriterien (Seestand, Meteowarnungen, Regenmenge, Wassermengen in den Zuflüssen, Schneemenge etc.) und je nach Saison und Kombination der Kriterien werden die Gefahrenstufen festgelegt.

Zum Schutz der Unterlieger ist festgelegt, unter welchen Bedingungen der Stollen gedrosselt werden muss.

Zur Vermeidung von Unfällen und aus ökologischen Überlegungen wird für den Abfluss in Thun die maximale Abflussänderung (Steigerung und Reduktion) pro Stunde festgelegt. Die gesamte Abflussmenge der Aare darf pro Stunde um nicht mehr als 15% bei Gefahrenstufe ORANGE resp. 20% bei Gefahrenstufe ROT erhöht resp. reduziert werden. Bei Stollenschliesssung und –öffnung gem. Art. 7 (Schutz der Unterlieger) darf der Abfluss pro Stunde um max. 30% verändert werden.

5.3 Auswirkung der Variante 2009

5.3.1 Auswirkungen auf den Seestand

Nach dem Reglement 2009 mit der Seestand-Abfluss-Beziehung 2009 wird der Thunersee auf einem mittleren Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. reguliert. Der Entlastungsstollen wird bei drohendem Hochwasser in Betrieb genommen, so dass bereits bei tiefem Seestand bis zu 100 m3/s mehr Wasser aus dem Thunersee abfliessen kann. Die Inbetriebnahme ist durch das Betriebsreglement Entlastungsstollen festgelegt. Die Auswirkungen der Variante 2009 wurden anhand der Beispieljahre 1999 bis 2005 überprüft.

5.3.1.1 Maximale Seestände

Das Ziel des Entlastungsstollens und der Anwendung der Variante 2009 ist die Vermeidung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden. Der See soll möglichst unter der Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M. gehalten werden. Die Simulationen der sieben Beispieljahre zeigt, dass mit dem Stollen und dem Betriebsreglement beim Extremhochwasserereignis von 1999 das Schutzziel von 558.80 m ü.M. nicht überschritten worden wäre. Beim August-Hochwasser 2005 wäre das Schutzziel von 558.80 m ü.M. auch mit dem Stollen noch knapp um 7cm überschritten worden. Alle anderen Hochwasser (2002/2004) hätten die Hochwassergrenze von 558.30 m ü.M. nicht überstiegen (siehe Tabelle 5-2).

	IST gemessen (Ohne Stollen) *Simulierter max. Seestand*	**Variante 2009** *Simulierter max. Seestand*	**Delta**
	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m]
1999	**559.17**	**558.76**	**-0.41**
2000	558.05	557.95	-0.10
2001	558.08	557.90	-0.18
2002	**558.37**	**558.12**	**-0.25**
2003	557.79	557.75	-0.04
2004	**558.47**	**558.20**	**-0.27**
2005	**559.25**	**558.87**	**-0.38**

Tabelle 5-2: Maximale Seestände der Beispieljahre 1999 bis 2005 (Delta: Differenz zw. gemessenem max. Seestand ohne Stollen und simulierten max. Seestand mit Variante 2009)

Verlauf Seestände innerhalb eines Jahres

Der Seestand des Thunersees wird seit 1941 permanent gemessen und u.a. in Dauerkurven[2] dargestellt. In Tabelle 5-3 werden diese historischen Daten analysiert und die an 1, 3, 9, 73 und 137 Tagen erreichten oder überschrittenen Seepegel dargestellt. Diese Daten werden den gemessenen Beispieljahren (1999 - 2005) gegenübergestellt.

	Höhe Seepegel überschritten an				
	1 Tag	3 Tage	9 Tage	73 Tage	137 Tage
Durchschnitt 1941 – 2005 [m ü.M.]	558.35	558.17	558.02	557.86	557.79
Gemessen*					
1999 [m ü.M.]	559.13	558.94	558.50	557.88	557.81
2000 [m ü.M.]	558.03	557.98	557.91	557.84	557.80
2001 [m ü.M.]	558.05	558.03	557.97	557.83	557.77
2002 [m ü.M.]	558.35	558.30	558.09	557.86	557.80
2003 [m ü.M.]	557.94	557.92	557.91	557.84	557.80
2004 [m ü.M.]	558.47	558.36	557.92	557.78	557.76
2005 [m ü.M.]	559.24	559.14	558.14	557.86	557.72
Variationen					
Alle 7 Jahre (1999 – 2005)	1 Tag	3 Tage	9 Tage	73 Tage	137 Tage
Maximum	559.24	559.14	558.50	557.88	557.81
Minimum	557.94	557.92	557.91	557.78	557.72
Max. Differenz [m]	**1.3**	**1.22**	**0.59**	**0.1**	**0.09**
"Normal" (ohne 1999 und 2005)	1 Tag	3 Tage	9 Tage	73 Tage	137 Tage
Maximum	558.47	558.36	558.09	557.86	557.80
Minimum	557.94	557.92	557.91	557.78	557.76
Max. Differenz [m]	**0.53**	**0.44**	**0.18**	**0.08**	**0.04**

Tabelle 5-3: Erreichte oder überschrittene Seepegel an 1, 3, 9, 73 und 137 Tagen pro Jahr für das langjährige Mittel (1941 bis 2005) sowie die gemessen Werte für die Jahre 1999 bis 2005; Maxima und Minima der erreichten oder überschrittenen Werte für die Jahre 1999 bis 2005 bzw. 2000 bis 2004 (ohne die Extremjahre 1999 und 2005).
**Die gemessenen Werte stimmen nicht mit den Werten der Simulation überein.*

[2] Die Dauerkurve stellt die täglich gemessenen maximalen Seepegel in m ü. M. absteigend dar. Daraus lässt sich ablesen, an wie vielen Tagen ein bestimmter Seepegel erreicht oder überschritten wurde.

Gemäss den Messungen in den Jahren 1999 bis 2005 liegen zwischen den Maximal- und Minimalwerten grosse Differenzen: 1.3 m (1 Tag) bis 0.09 m (137 Tage). Werden die Jahre mit den Extremhochwasserereignissen (1999 und 2005) nicht berücksichtigt, liegen die Differenzen zwischen Maximal- und Minimalwerten noch zwischen 0.41 m (1 Tag) und 0.03 m (137 Tage). Für das Ökosystem "Thunersee" können also folgende Schwankungen als "normal" betrachtet werden, d.h. an x Tagen erreicht oder überschritten:

langjähriges Mittel		**Schwankungen 2000-2004 bezogen auf langjähriges Mittel**
1 Tag	558.35 m ü.M.	+ 12 cm / - 41 cm
3 Tage	558.17 m ü.M.	+ 19 cm / - 25 cm
9 Tage	558.02 m ü.M.	+ 7 cm / - 11 cm
73 Tage	557.86 m ü.M.	+ 0 cm / - 8 cm
137 Tage	557.79 m ü.M.	+ 1 cm / - 3 cm

Während den restlichen 228 Tagen differiert ein "Normaljahr" also nur um wenige cm vom Durchschnitt der letzten 66 Jahre.

Mit der Regulierung nach der Variante 2009 wird der Thunersee bei Hochwasser an maximal um 49 cm tiefer reguliert (siehe Tabelle 5-4).

	Differenz Seepegel zwischen IST simuliert und Regulierung nach Variante 2009 [m]				
	1 Tag	6 Tage	9 Tage	73 Tage	137 Tage
1999	**0.49**	**0.12**	**0.11**	**-0.04**	**0.01**
2000	-0.41	-0.30	-0.16	-0.05	0
2001	-0.46	-0.32	-0.18	-0.05	0
2002	**-0.22**	**-0.15**	**-0.11**	**-0.02**	**0.03**
2003	-0.45	-0.31	-0.17	-0.06	-0.02
2004	**-0.08**	**-0.26**	**-0.16**	**-0.06**	**-0.02**
2005	**0.60**	**0.05**	**-0.15**	**-0.07**	**-0.04**

Tabelle 5-4: Differenz des Seepegels in Metern, der an 1, 6, 9, 73 und 137 Tagen pro Jahr erreicht oder über schritten wird, zwischen IST simuliert und der Regulierung nach der Variante 2009 für die Jahre 1999 bis 2005.

Im "Normalbetrieb" (73 und 137 Tage) sowie in den Jahren ohne Hochwasser (2000, 2001, 2003; ab 9 Tage) schwanken die Abweichungen vom simulierten IST von 0 cm (2000/2001, 137 Tage) bis -18 cm (2001, 9 Tage).

5.3.1.2 Auswirkungen auf den Uferbereich: Schwankungen des Seestandes

Die Simulationen mit den Beispieljahren 1999 bis 2005 zeigen, dass durch das Betriebsreglement der Thunersee von April bis September anders reguliert wird. Die Seestände von April bis September sind in Abbildung 5-1 dargestellt.

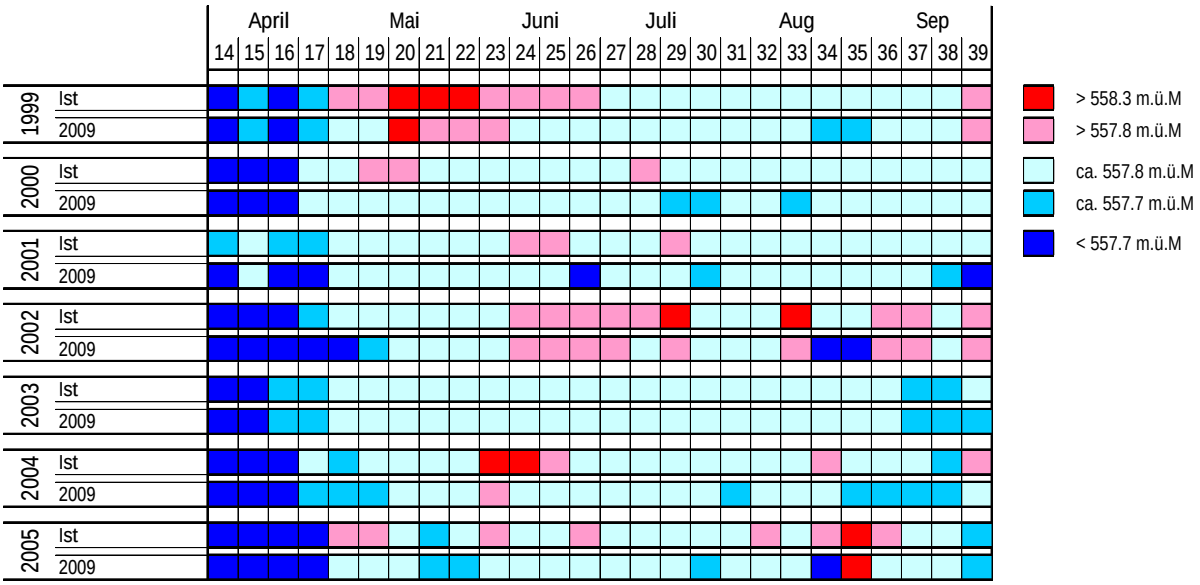

Abbildung 5-1: Simulierter Seestand des Thunersees für April bis September der Jahre 1999 bis 2005: IST simuliert und Variante 2009 in Klassen von < 557.7 m ü.M., ca. 557.7 m ü.M., ca. 557.8 m ü.M., >557.8 m ü.M., > 558.3 m ü.M.

In den Jahren 1999 bis 2005 wurde der See im Sommer auf ca. 557.80 m ü.M. gehalten. Bei Schneeschmelze oder starken Regenfällen kam es zu Anstiegen z.T. bis über die Hochwassergrenze. Die Kote von 557.70 m ü.M. wurde meist nur im Frühling (Wiederanstieg) unterschritten.

Mit der Variante 2009 wird der See im Sommer auf einem mittleren Wasserstand von 557.80 m ü.M. reguliert. Die Hochwasser fallen weniger gravierend aus: Ausser in den Jahren 1999 und 2005 wird die Hochwassergrenze nicht mehr überschritten. Der See steigt auch seltener über 557.80 m ü.M. an (Mai 1999, Juni, Juli und August 2002, Juni 2004). In Tabelle 5-5 ist dargestellt, wann und wie häufig es zu zusätzlichen Absenkungen unter 557.70 m ü.M. kommt.

Auswirkungen auf den Pegelstand des Thunersees

Die Auswirkungen der Variante 2009 auf den Pegelstand des Thunersees wurde mit den Beispieljahren 1999 bis 2005 untersucht. Die neue Regelung führt zu folgenden Veränderungen:

Pro Jahr kommt es infolge des Betriebsreglements

- 0 bis 5 Mal während 0 bis 27 Tagen zu Pegeln zwischen 557.65 und 557.75 m ü.M.
- 0 bis 2 Mal während 0 bis 12 Tagen zu Pegeln zwischen 557.55 und 557.65 m ü.M.

Absenkungen unter 557.60 m ü.M. gibt es nur in seltenen Fällen (bei Auslösung der Gefahrenstufe Schnee ROT).

Der Stollen ist zwischen 0.3 und 41 Tagen in Betrieb, durchschnittlich 14 Tage pro Jahr.

Der Stollen wird 3 bis 6 Mal pro Jahr geöffnet, durchschnittlich 4 Mal.

In der Aare zwischen Thun und Bern kommt es häufiger zu Abflüssen zwischen 280 und 360 m^3/s.

	Seekote 557.65 bis 557.75 [h/ Anz.]	Seekote 557.55 bis 557.65 [h/ Anz.]	Seekote unter 557.55 [h/ Anz.]
1999	654 / 1	10 / 1	*
2000	487 / 5	-	-
2001	427 / 3	292 / 2	-
2002	297 / 4	240 / 1	-
2003	-	-	-
3004	363 / 3	-	-
2005	190 / 2	45 / 1	-
Durchschnitt	354 / 2.5	84 / 0.7	*

Tabelle 5-5 *Anzahl Stunden und Ereignisse mit Seestand 557.65 bis 557.75 m ü.M, 557.55 bis 557.65 m ü.M. und unter 557.55 m ü.M. durch ausgelöste Gefahrenstufen von April bis Oktober*
(h: Stunden; Anz. Anzahl Ereignisse pro Jahr; Zahlen nicht bekannt))

Über 558.00 m ü.M.

Es interessiert auch, wie stark die Überflutungszustände in den Flachmooren durch den Einsatz des Entlastungsstollens reduziert werden. Es werden die Anzahl Ereignisse und Anzahl Tage, an denen der See den Wert von 558.00 erreicht oder überschreitet, betrachtet.

	Ohne Stollen simuliert	Mit Stollen, simuliert
1999	1 Ereignis, 38 Tage	1 Ereignis, 13 Tage
2000	2 Ereignisse, 2 Tage	0 Tage
2001	3 Ereignisse, 9 Tage	0 Tage
2002	4 Ereignisse, 15 Tage	2 Ereignisse, 5 Tage
2003	0 Tage	0 Tage
2004	2 Ereignisse, 8 Tage	1 Ereignis, 4 Tage
2005	1 Ereignis, 9 Tage	1 Ereignis, 6 Tage
Durchschnitt	11 Tage	4 Tage

Tabelle 5-6 *Anzahl Ereignisse und Tage mit Seestand grösser als 557.80 m ü.M.. ohne und mit Entlastungsstollen*

5.3.2 Betriebsdauer Entlastungsstollen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Einsatzdauer des Entlastungsstollens für die Variante 2009:

	Variante 2009	
	[Stunden]	**[Tage]**
1999	987	41.1
2000	114	4.7
2001	322	13.4
2002	413	17.2
2003	8	0.3
2004	251	10.5
2005	251	10.5
Durchschnitt	**335**	**13.9**

Tabelle 5-7: *Betriebsdauer des Entlastungsstollens für die Variante 2009*

Durch den Betrieb des Entlastungstollens mit der Variante 2009 ist der Entlastungsstollen im Durchschnitt 14 Tage in Betrieb. Für die Beispieljahre variiert die Betriebsdauer zwischen 0.3 und 41 Tagen.

Ein wichtiges Kriterium für den Betrieb des Entlastungsstollens ist die Anzahl Aufschaltungen, die nötig sind, um den Hochwasserschutz gewährleisten zu können. In Tabelle 5-7 wird die Anzahl Aufschaltungen des Entlastungsstollens ausgewiesen.

	Variante 2009
	Anzahl Aufschaltungen
1999	3
2000	4
2001	5
2002	6
2003	1
2004	5
2005	3
Durchschnitt	3.9

Tabelle 5-8: Anzahl Aufschaltungen des Entlastungsstollens für die Variante 2009

5.3.3 Auswirkungen auf den Abfluss der Aare

Wenn die Kriterien des Betriebsreglements ein drohendes Hochwasser ankünden und damit eine Gefahrenstufe ausgelöst wird, wird der Thunersee auf den entsprechenden Seestand reguliert. Dabei werden zuerst alle Schleusentore an der Mühle- und Scherzligschleuse geöffnet. Erst dann wird der Entlastungsstollen in Betrieb genommen, was frühestens bei einem Abfluss von 215 m^3/s und einem minimalen Seestand von 557.60 m ü.M. der Fall ist. Nur wenn der Regierungsrat dem Antrag der AG Naturgefahren (NAGEF) für eine Gefahrenstufe SCHNEE-ROT folgt, kann der Stollen zur Vorabsenkung bzw. zum Tieferhalten der Seekote von 557.45 m ü.M. bereits ab einem Abfluss von ca. 180 m^3/s zugeschaltet werden.

Die Regulierung des Thunersees mit dem Betriebsreglement verändert den Abfluss der Aare. In Abbildung 5-2 sind die Dauerkurven für den IST-Zustand sowie die Regulierungsvariante dargestellt.

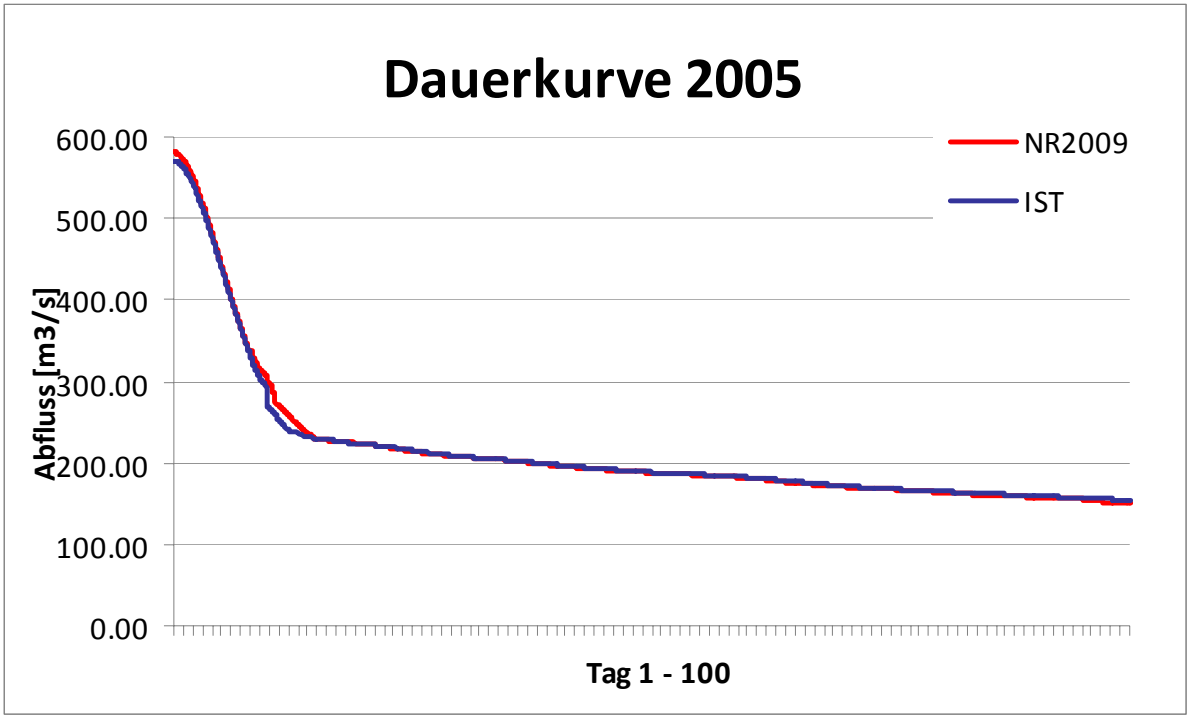

Abbildung 5-2: Dauerkurven der Abflüsse Aare ohne Stollen (IST) (blau), mit Variante2009 (rot).

Mit der Variante 2009 nehmen die Abflüsse von 280 bis 360 m^3/s bezogen auf den IST-Zustand leicht zu.

6 Auswirkungen auf die Umwelt

Nachfolgend werden die im Pflichtenheft zur Hauptuntersuchung als relevant bezeichneten Umweltbereiche dargestellt. Dabei werden die Ergebnisse der vertieften Untersuchung dieser Umweltbereiche zusammengefasst dargestellt. Die entsprechenden Fachberichte sind in einer separaten Beilage zusammengestellt.

Grundlage für die Beurteilung

Erläuterungsbericht zum Betriebsreglement und zum geänderten Regulierreglement des Thunersees, Variante 2009, Oktober 2009

6.1 Grundwasser

6.1.1 Grundwasserträger um den Thunersee

Vgl. Fachbericht Beeinflussung Grundwasserfassungen, J. Wanner, Kellerhals+Haefeli, Juli 2007 in separater Beilage Fachexpertenberichte.

Ausgangszustand

Lockergesteinsgrundwasserträger

Im Bereich des Thunersees existieren verschiedene Lockergesteinsgrundwasserträger. Dabei sind die folgenden Gebiete erwähnenswert:

- Grundwassergebiet Thun (Oberes Ende des grossen Grundwasserstromes Aaretal zwischen Thun und Bern)
- Kanderdelta
- Lombachdelta (Unterseen – Weissenau)
- Sundlauendelta (Sundlauenbach)
- Merligendelta (Grönbach)
- Guntendelta (Guntenbach)
- Hünibachdelta (Hünibach)

Hydraulische Beziehung

Alle diese Grundwassergebiete besitzen eine hydraulische Beziehung zum Thunersee. Das bedeutet, dass der Grundwasserspiegel der einzelnen Vorkommen direkt oder indirekt vom Seespiegel des Thunersees beeinflusst wird.

Bereich Thun: Infiltration

Im Bereich Thun infiltriert Seewasser in den Grundwasserstrom Thun-Bern. Je höher der Thunerseespiegel, umso grösser ist die Infiltrationsrate. Das heisst, die Grundwasserneubildung durch Seewasser ist direkt von der Lage des Seespiegels abhängig.

Übrige Gebiete: Exfiltration

Bei den übrigen Lockergesteinsgrundwasserträgern handelt es sich durchwegs um Deltaablagerungen, die noch heute durch einen Gebirgsbach durchflossen werden. Im Allgemeinen infiltrieren diese Bergbäche ins Grundwasservorkommen innerhalb des Deltas. Das führt dazu, dass der Grundwasserspiegel in diesen Bereichen fast durchwegs höher ist als der Thunerseespiegel. Das heisst, das Grundwasser strömt in den Thunersee; es herrschen Exfiltrationsbedingungen vor. Je grösser die Differenz Grundwasserspiegel / Seespiegel ist, umso grösser ist die Exfiltration, das heisst umso mehr Grundwasser fliesst in den Thunersee

Nutzung Grundwasserträger

Ein grosser Teil der Grundwasserträger werden genutzt. Neben Trinkwasserfassungen bestehen Anlagen für die Wärmenutzung bzw. zu Kühlzwecken, Fassungen für Bewässerungsanlagen oder Grundwasserbrunnen für Brauchwasser.

Öffentliche Trinkwasserfassungen: Seefeld Thun

Im Seefeld besitzt die Wasserversorgung Thun eine Grundwasserfassung mit einer konzessionierten Entnahmemenge von 2000l/min. Das vertikale Brunnenrohr reicht bis in eine Tiefe von 32.5 m. Das Pumpwerk liegt innerhalb des grossen Deltas, welches die Kander vor ihrer künstlichen Ableitung in den Thunersee von Süden nach Westen her in den See vorgetragen hat. Der Aufbau des Schuttkegels ist naturgemäss äusserst inhomogen. Entsprechend komplex sind die Grundwasserverhältnisse, da in einzelnen Kiespaketen weitgehend voneinander unabhängiger Grundwasservorkommen bestehen können. Flächenhaft ausgebildete Seebodenlehme oder Überschwemmungssedimente können als Trennhorizonte dienen. Zudem sind im Seefeld sehr mächtige Verlandungssedimente abgesetzt worden, die als Deckschichten funktionieren.

Die Alimentation des Grundwassers geschieht einerseits durch die Versickerung von Meteorwasser in der ausgedehnten Schotterebene, andererseits aber nachgewiesenermassen durch den See und die aufgestaute Aare. Diese doppelte Speisung manifestiert sich in den unterschiedlichen chemischen Verhältnissen des Grundwassers je nach Lage zum See und dann auch im Gang der Spiegelstände.

Es existieren im Seefeld zwei Grundwasserstockwerke, die voneinander unabhängig sind. Das Grundwasser im oberen Stockwerk in der ersten Kiesschicht unter den mächtigen Lehmen fliesst gegen Nordosten und wird nicht durch den See alimentiert. Das Grundwasser ist ein Auslauf eines Teiles des eingesickerten Meteorwassers im Schuttkegel der Kander.

Das untere Stockwerk, vom oberen durch einen Seebodenlehm abgetrennt, fliesst gegen Südwesten und wird vornehmlich durch den See und die Aare alimentiert und gesteuert. Beide Stockwerke weisen gespannte Spiegel auf.

Das Pumpwerk Seefeld nutzt ausschliesslich das untere Stockwerk.

Seegarten, Hünibach

Die Wasserversorgung Hilterfingen betreibt im Gebiet Seegarten eine Grundwasserfassung mit einer Konzession von 2000l/min. Der Vertikalfilterbrunnen ist total 20 m tief, wobei der untere Teil geschlitzt ist.

Die Grundwasserfassung liegt im Bereich des Schuttkegels des Hünibaches. Innerhalb des Schuttkegels zirkuliert ein zusammenhängender Grundwasserstrom. Im Ruhezustand besitzt der Grundwasserstrom eine südwestliche Fliessrichtung, d.h. es herrschen Exfiltrationsverhältnisse vor. Im Pumpbetrieb wird ein hydraulisches Gefälle vom See zur Fassung erzeugt. Es liegen Infiltrationsverhältnisse vor. Unter Berücksichtigung der chemischen Analysen, kann davon ausgegangen werden, dass bei einem Dauerpumpbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge bis zu 50 % Seewasser der Grundwasserfassung Seegarten zufliessen. Bei einem hohen Seewasserspiegel kann sich dieser Anteil vermutlich vorübergehend noch leicht erhöhen.

Gunten

Die Grundwasserfassung Gunten der Wasserversorgung Sigriswil-Gunten weist eine Konzession von 800l/min auf. Die Brunnentiefe entspricht 25 m. Sie liegt auf dem Bachschuttkegel des Guntenbaches und besteht vorwiegend aus sandigem Kies bis kiesigem Sand mit wechselndem Siltgehalt und einzelnen, lokal zahlreichen Steinen. Die Lockergesteine des Guntenbachdeltas sind teilweise grundwassergesättigt und bilden einen zusammenhängenden Grundwasserstrom. Der Grundwasserspiegel im Bachschuttkegel wird vom Seewasserspiegel beeinflusst. Jede Änderung des Pegelstandes im Thunersee manifestiert sich unmittelbar in einer entsprechenden Grundwasserspiegelschwankung. Im Ruhezustand (ohne Pumpbetrieb) liegt der Grundwasserspiegel durchwegs höher als der Seespiegel. Die Grundwasseranreicherung erfolgt durch infiltrierende Niederschläge und den Guntenbach. Das Grundwasser exfiltriert ausschliesslich in den See.

Kandergrien

Die Grundwasserfassung Kandergrien der Wasserversorgung Aeschi-Spiez besitzt eine Konzession von 5000l/min. Der Vertikalfilterbrunnen der WV Aeschi-Spiez liegt auf dem seit dem Kanderdurchstich von 1714 aufgeschütteten Delta der Kander. Das Fassungsrohr ist bis 5 m ab Oberkante Terrain als Vollwandrohr und bis 20.2 m ab Oberkannte Terrain als Filterrohr aufgebaut.
Die Alimentation des fraglichen Grundwasservorkommens erfolgt, neben der natürlichen Infiltration von Meteorwasser, vorwiegend durch die Kander, untergeordnet durch den Thunersee.

Auswirkungen des Vorhabens

Die Variante 2009 hat keine Auswirkungen auf die Trinkwasserfassungen rund um den Thunersee und die entsprechenden Grundwasserträger. Sowohl qualitativ als auch quantitativ kann eine Beeinträchtigung, aufgrund der geologischen Gegebenheiten als auch auf Grund der grossen Tiefe der Filterbrunnen ausgeschlossen werden.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Es besteht keine verbleibende Belastung für den Bereich Grundwasserträger.

6.1.2 Wasserhaushalt Feuchtgebiete

Grundlagen : Bericht Grundwasserspiegelmessungen, J. Wanner, Kellerhals+Haefeli, Februar 2008, Gutachten WSL (vgl. separate Beilage Fachexpertenberichte sowie Moorhydrologische Beurteilung R. Haab, Januar 2009

Entlang des Thunersees liegen die Flachmoorgebiete Weissenau, Gwattlischenmoos und Seeallmend (vgl. Anhang 2). Der Wasserhaushalt für die Beibehaltung ihrer ökologischen Funktion wird bereits heute durch die Seeregulierung beeinflusst. Dies wird auch in Zukunft mit der Variante 2009 der Fall sein.

Grundwassermessungen

Aufgrund fehlender Kenntnisse der genauen Abhängigkeiten Seespiegel – Grundwasserstand wurden umfassende Grundwassermessungen durchgeführt.
In den Gebieten Weissenau, Gwattlischenmoos und Seeallmend wurden die Wasserspiegel (Grundwasser und Oberflächengewässer) ab dem 9. Februar 2007 bis November 2007 an diversen Punkten gemessen (vgl. Karte im Anhang 3). Damit konnte die gesamte Vegetationsperiode 2007 abgedeckt werden. Die Beurteilung der WSL stützt sich auf Zwischenergebnisse der durchgeführten Messungen ab.

Weitere Abklärungen

Im Winter 2008/09 wurden weitere Abklärungen hinsichtlich der Auswirkungen der Variante Minus 10 auf den Wasserhaushalt der Flachmoore gemacht. Konkret ging es darum, diejenige Fläche zu bestimmen, die tatsächlich durch die geänderte Regulierung der Variante minus 10 beeinträchtigt würden sowie mögliche Schutz- und Ersatzmassnahmen zu definieren. Die Arbeiten wurden u.a. durch R. Haab durchgeführt.

Moorwasserhaushalt

Unter Moorwasserhaushalt ist der für die Flachmoorvegetation relevante Wasserhaushalt zu verstehen. Es geht dabei um einen Bereich in den oberen 50cm. Der Moorwassserhaushalt kann je nach Situation vom Grundwasser völlig unbeeinflusst sein.

Ausgangszustand

Wasserspiegelmessungen

Die Angaben zu den Wasserspiegelmessungen stammen aus dem Bericht vom 27. Februar 2008 von Kellerhals+Haefeli AG. Darin sind die Messergebnisse sowie eine Interpretation der Ergebnisse zu finden (vollständiger Bericht vgl. sep. Beilage Fachexpertenberichte).

Aufgrund der besonderen meteorologischen Verhältnisse in diesem Jahr (fast ausschliesslich starke und flächendeckende Niederschläge und damit Anstieg sowohl von Grundwasser als auch der Oberflächengewässer) sind die vorliegenden Messdaten und die entsprechenden Aussagen mit Vorbehalt zu interpretieren.

Zur Abhängigkeit des Grundwasserspiegels vom Wasserstand des Sees kann aufgrund der bis heute vorliegenden Messergebnisse Folgendes ausgesagt werden:

Weissenau

Das Gebiet der Weissenau besteht vorwiegend aus Deltamaterial des Lombaches und aus Verlandungssedimenten. Die obersten 15m sind meistens durch eine Wechsellagerung von siltig-tonigen, sandigen und kiesigen Ablagerungen gekennzeichnet, die ineinander verzahnt sind und stellenweise organische Einlagerungen (Torf) enthalten. Dieser heterogene Aufbau führt lokal zu mehreren Grundwasserstockwerken, die stellenweise hydraulisch verbunden sind. Die Grundwasserspiegel sind teilweise gespannt.

Im Bereich des Lombachschuttkegels fliesst das Grundwasser im Allgemeinen von NNE nach SSW, d.h. gegen den Thunersee. Der nicht gespannte Grundwasserspiegel liegt immer höher als der angrenzende Seespiegel, d.h. das Grundwasser weist fast durchwegs eine Exfiltrationstendenz auf. Die Speisung dieses Grundwasserstromes erfolgt einerseits durch infiltrierendes Meteorwasser und andererseits durch den Lombach.

Erkenntnisse Grundwassermessungen

In der Weissenau liegt der Grundwasserspiegel durchwegs höher als die Spiegel der Oberflächengewässer. Das heisst das Grundwasser fliesst in die Oberflächengewässer (Exfiltration).

Eine Ausnahme bildet Beobachtungspunkt P1. Dieser Punkt ist die Scharnierstelle bezüglich Infiltration und Exfiltration: Stromaufwärts speist die Aare das Grundwasser, stromabwärts ist es umgekehrt. Je nach Wasserspiegellage kann sich dieses hydraulische Scharnier um einige hundert Meter verschieben.

Die Grundwasserbeeinflussung durch den Thunersee ist bei den Oberflächengewässern – soweit sie nicht gestaut sind – und den oberflächengewässernahen Grundwassermessstellen klar erkennbar. Das heisst der Thunersee beeinflusst den Grundwasserstand. Einerseits direkt, andererseits über den Rückstau der Bäche. Das Ausmass dieser Beeinflussung ist vor allem von der Entfernung zu den Oberflächengewässern und dem Bodenaufbau abhängig.

In Gebieten mit hoher Durchlässigkeit muss mit einer guten hydraulischen Verbindung gerechnet werden, während bei den Seeablagerungen eine sehr schwerfällige Kommunikation besteht. Generell kann festgehalten werden, dass die beeinflusste Zone teilweise bis 40m landeinwärts reichen kann. Die dazwischen liegenden Gebiete werden durch den Thunerseespiegel nicht tangiert.

Die Stauung des Baches (A17-A19) hat zur Folge, dass der Einfluss des Thunerseespiegels stark abgeschwächt wird und nur bei mittleren und hohen Seespiegeln vorliegt.

Bei Hochwasser staut der Thunersee die Bäche zurück. Der Rückstau kann relativ weit landeinwärts reichen (bis 200 m). Dadurch wird die Exfiltrationstendenz zumindest im Uferbereich teilweise abgeschwächt. Infolge der schlechten Durchlässigkeit des Bodens dürfte diese durch einen hohen Seespiegel beeinflusste Zone im Bereich der Bäche lediglich einige Meter betragen. Das Gleiche gilt für Uferpartien, die direkt an den See grenzen.

Die Lage des Seespiegels hat nur einen marginalen Einfluss auf den Grundwasserspiegel im Bereich Weissenau. Ein schmaler Landstreifen entlang des Sees und der Bäche kann bei hohem Seespiegel leicht tangiert werden. Bei mittlerem Seespiegel (557.80 m ü.M.) besteht aus heutiger Sicht kein Einfluss des Seespiegels auf den Grundwasserstand. Die Lage des Grundwasserspiegels in der Weissenau ist fast ausschliesslich von den lokalen Witterungsverhältnissen abhängig.

Beurteilung Moorwasserhaushalt

Begehung 4.12.2008

An der Begehung zeigte sich, dass der Moorwasserhaushalt bis nahe ans Seeufer stark stauwassergeprägt ist; seitliche Wasserverlagerungen sind von untergeordneter Bedeutung. Bei den durchgeführten Bohrungen zeigten sich praktisch durchgehend gering durchlässige, tonig-lehmige Bodenschichten.

An der Begehung wurden in der Weissenau auf der Mooroberfläche oder unmittelbar darunter mancherorts Wasser gefunden, dies auch in ufer- und grabennahe Partien, obwohl hier zum Teil Wasserspiegelgefälle von bis zu 0.5m bestanden.
Dies ist ein deutlicher Hinweis, dass die obersten Bodenschichten im Gebiet nur eine stark beschränkte hydraulische Durchlässigkeit haben.

Gwattlischenmoos

Grundwasser

Das Gwattlischenmoos befindet sich zwischen dem Kanderdelta und der Talfüllung des Aaretales Thun – Bern. Entsprechend seiner geographischen Lage ist der Untergrund relativ heterogen aufgebaut.

Der südöstliche Teil besteht vorwiegend aus typischen Deltaablagerungen, verzahnt mit Verlandungsbildung, d.h. einer Wechsellagerung von siltig-tonigen, sandigen und kiesigen Ablagerungen, stellenweise mit Einlagerungen von organischen Bildungen.

Im nordwestlichen Abschnitt dominieren Aaretalschotter. Diese werden von sandigen Kiesen mit wechselndem Siltgehalt und einzelnen Steinen und Blöcken aufgebaut. Stellenweise finden sich Silt- und Sandlagen bzw. –linsen in cm bis dm-Bereich.

südlicher Bereich Gwattlischenmoos

Der südlich gelegene Kanal besitzt durchwegs den gleichen Wasserspiegel wie der Thunersee. Der Wasserspiegel in diesem Kanal ist mehrheitlich tiefer als die angrenzenden Grundwasserspiegel. Das bedeutet, dass das Grundwasser in den Kanal exfiltriert. Das Mass der Exfiltration ist abhängig vom Wasserstand im Kanal und der Entfernung und Durchlässigkeit des Untergrundes. Die beeinflusste Zone kann so mehrere zehn Meter betragen. Es besteht nur ein marginaler Einfluss des Seespiegels auf das Grundwasser.

Bach nördlich Kanal

Der Bach (Messpunkte A33 – A36) fliesst bei Niederwasser in den Thunersee und sein Spiegel ist tiefer als der angrenzende Grundwasserspiegel. In diesem Fall hat der Thunerseespiegel keinen Einfluss auf das Grundwasser. Ab einer Kote von 557.60 m ü.M. staut der See den Bach zurück. Die Wasserspiegel gleichen sich an. Die Exfiltration wird unterbunden und es findet eine Infiltration von Oberflächenwasser ins Grundwasser statt. Dadurch wird

das angrenzende Grundwasser durch den Seespiegel beeinflusst. Durch den ansteigenden Spiegel im Bach wird auch im oberen Abschnitt das Grundwasser zurückgestaut und der Grundwasserspiegel steigt überproportional an.

nördlicher Bereich Gwattlischenmoos

Der Bach mit den Abstichpunkten A39 und A42 fliesst ebenfalls bei Niederwasser in den Thunersee und wird ab Kote des Seespiegels von 570.40 zurück gestaut. Hier herrschen auch bei Niederwasser immer Infiltrationsverhältnisse vor. Durch den Rückstau werden die Infiltrationsverhältnisse noch verstärkt, was bei einem Seespiegel von ca. 557.70 zu überdurchschnittlichen Grundwasseranstiegen führt.

Moorwasserhaushalt

Begehung 4.12.2008

Die Moorflächen liegen deutlich tiefer als in der Weissenau. Die Vegetation des Moores deutet in ihrem Artenbestand und mit dem weit ins Moor hinein reichenden bultigen Wuchs darauf hin, dass der Wasserhaushalt des Moores auf wesentlichen Flächenanteilen von häufig bis gelegentlich erfolgenden Überstau mit Seewasser geprägt ist. Überwiegend oder dauernd vom Seewasserspiegel stärker abgekoppelte Moorflächen finden sich lediglich auf einem schmalen Streifen beim Übergang von der Moorebene zur Auffüllung.

Profilbohrungen zeigten unter einer geringmächtigen Torfauflage im obersten Meter vorwiegend tonige bis schluffige Schichten, teilweise auch Horizonte mit grösseren Sandteilen.

Seeallmend

Grundwasser

Der Untergrund des Naturschutzgebietes Allmend besteht vorwiegend aus Aareschottern, d.h. sandigen Kiesen mit wechselndem Siltgehalt und einzelnen Steinen und Blöcken. Die obersten 1-3 m können relativ feinkörnig aufgebaut sein. Innerhalb der Aareschotter exisitieren Sand- und Siltlagen in cm- bis dm-Bereich. Die Aareschotter sind im Allgemeinen gut durchlässig Das Naturschutzgebiet Seeallmend liegt am Anfang des grossen Grundwasserstromes des Aaretals zwischen Thun und Bern.

Der Spiegel des Thunersees ist immer höher als der Grundwasserspiegel. Es herrschen durchgehend Infiltrationsverhältnisse vor. Das Grundwasser fliesst im Allgemeinen in nordwestlicher Richtung ab. Je höher der Seespiegel ist, umso mehr Seewasser infiltriert ins Grundwasser und umso höher ist der Grundwasserspiegel. Das bedeutet, dass die Lage des Grundwasserspiegels immer von der Lage des Seespiegels abhängig ist.

Moorwasserhaushalt

Begehung 4.12.2008

Das Gebiet wurde nicht besucht. Das Terrainmodell der swisstopo zeigt jedoch, dass die Moorflächen in einem Höhenbereich liegen, in dem sie ab einem Seestand von 557.70 m ü.M. deutlich seltener mit Seewasser überstaut werden.

Auswirkungen des Vorhabens

Die Grundwassermessungen zeigen, dass es in den Feuchtgebieten am Thunersee Grundwasserbereiche gibt, die eine Abhängigkeit vom Seespiegel aufweisen. Aus diesem Grund wurden auf die Variante minus 10 verzichtet.

Mit der Variante 2009 bleiben der mittlere Seestand und damit das vom Seespiegel abhängige Grundwasser weitgehend unverändert. Bei denjenigen Flächen, deren Moorwasserhaushalt direkt vom Seepegel abhängt, kommt es bei Auslösung von Gefahrenstufen und der entsprechenden Regulierung zu einem kurzfristigen Absinken des Moorwassers.

Durch den Einsatz des Entlastungsstollens und der damit verbundenen Hochwasserschutzwirkung kommt es seltener zu Seeständen über 558.00 m ü.M. In den 7 Beispieljahren reduziert sich die Dauer im Durchschnitt von 11 auf 4 Tage. Auch mit Entlastungsstollen erreicht der See jedoch in 4 von 7 Jahren einen Seepegel über 558.00 m ü.M.

Die Auswirkungen auf die Feuchtgebiete werden in Kapitel 6.4.1 beschrieben.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen für den Bereich Grundwasser vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Durch die Anwendung der Variante 2009 verändert sich der mittlere Sommerwasserstand (April – September) nicht. Der Einfluss des Sees auf den Grundwasserhaushalt in den Feuchtgebieten ist sehr beschränkt.

6.2 Oberflächengewässer

6.2.1 Sohlenkolmatierung

Eine Kolmation der Sohle kann entstehen, wenn Feinpartikel, die üblicherweise als Schwebstoffe oder Geschiebe transportiert werden, in einem Bereich mit langsamer Strömung (z. B. Stauhaltung) abgelagert werden.

Ausgangszustand

Schwebstoffführung

Messungen zur Schwebstoffführung beim Seeausfluss sind uns nicht bekannt. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Schwebstoffführung der Aare sehr bescheiden ist. Auch bei Hochwasser ist keine Trübung des Wassers ersichtlich. Durch die Kander eingetragene Feinpartikel werden abgelagert, bevor sie den Seeausfluss erreichen. Lediglich ein nahe gelegenes, kleines Seitengewässer (Hünibach) kann bescheidene Mengen an Feinstoffen eintragen.

Sohlenstabilität

Die Aaresohle ist gemäss heutigem Kenntnisstand im Bereich der Inneren und Äusseren Aare sehr stabil. Auch mit den grossen Hochwassern der letzten Jahre sind keine relevanten Erosionen oder Auflandungen aufgetreten (Grundlage Längenprofil der Aare vom Jahr 2000 mit ergänzten Sohlenpunkten vom Jahr 1978 im Bereich der Bahnhofbrücke).
Dies bedeutet, dass keine Feinpartikel abgelagert wurden und dass die Deckschicht durch die grossen Hochwasser nicht aufgerissen wird. Das Aufreissen der Deckschicht ist der wichtigste Faktor, um eine allfällige Kolmation wieder zu zerstören und die Sohle wieder durchlässig zu machen.

Auswirkungen des Vorhabens

Kolmatierung

Infolge des Entlastungsstollens wird die Abflussmenge zwischen dem Schifffahrtskanal und dem Stollenauslauf (Innere und Äussere Aare) reduziert. Durch die kleinere Abflussmenge sinkt die Fliessgeschwindigkeit und dadurch das Transportvermögen für Geschiebe und Schwebstoffe.

Mit der Abwesenheit von Feinpartikeln ist die Frage der Kolmatierung praktisch hinfällig, da eben die dazu notwendigen Feinstoffe fehlen. Mit der Änderung der Wasserführung beim Seeausfluss kann daher kein relevanter Einfluss auf eine allfällige Kolmatierung der Sohle erwartet werden.

Durch das Umleiten des Wassers durch den Entlastungsstollen wird die Abflussmenge in der Innern und Äussern Aare wie erwähnt reduziert. Da schon im heutigen Zustand der Prozess des Aufreissens der Deckschicht nicht vorhanden ist, kann durch diese Abflussreduktion die Situation auch nicht verschlechtert werden.

Veränderung Sohlenstruktur Schifffahrtskanal

Während des Betriebs des Entlastungsstollens, nimmt die Strömungsgeschwindigkeit im Schifffahrtskanal deutlich zu. Dies führt zu Veränderungen der Sohlenstruktur. Die bestehenden Ablagerungen (Feinmaterial) werden stellenweise abgeschwemmt. Eine Geschiebedynamik wird im Schifffahrtskanal aber kaum entstehen.

Dieses Gebiet kann den Äschen aber trotz allfälliger Verbesserungen der Sohlenstruktur nicht als Laichgebiete dienen, da die notwendige dauernd Strömung (während der Laichzeit) nur bei Betrieb des Entlastungsstollens vorhanden sein wird.

Im Zusammenhang mit dem Testbetrieb des Entlastungsstollens wurde die Trübung in der Aare unterhalb des Entlastungsstollens überwacht und die Auflage aus dem UVB "Bau Entlastungsstollen" umgesetzt.

Im Schlussbericht zur Trübungsmessung Testbetrieb wird das verbleibende Trübungspotential abgeschätzt: In den untersten 200 m des Schifffahrtskanals kann etwa davon ausgegangen werden, dass ca. die Hälfte des mobilisierbaren Materials abgeschwemmt wurde. Über die ganze Länge des Kanals sind noch erhebliche Mengen an Feinmaterial vorhanden. Bei einem Durchfluss von mehr als 30 m^3/s wird Feinmaterial, das weiter als 70 m vom Einlauf entfernt ist, mobilisiert werden. Unterhalb des Stollens werden jedoch selbst bei vollständiger Stollenöffnung keine kritischen Trübungen mehr erreicht werden.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorgesehen. Gemäss Schlussbericht ist ein Weiterführen des Trübungsmonitorings während der Betriebsphase nicht nötig.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Durch die Variante 2009 ergibt sich keine verbleibende Belastung für die Umwelt.

6.2.2 Laichfischfang

Die Thematik Laichfischfang wird im Kapitel 6.3.5 behandelt.

6.2.3 Fischzucht Faulensee

Ausgangszustand

Die Fischzucht Faulensee bezieht über eine 170 m lange Seeleitung (DN 200 mm) Wasser aus dem Thunersee für die Versorgung der Fischzucht mit Frischwasser. Diese Leitung führt in einen Pumpenschacht aus dem das Wasser in die Anlage gepumpt wird. Das Wasser fliesst nur durch die Wasserspiegeldifferenz zwischen See und Pumpenschacht durch die Seeleitung.

Probleme im Winter

Im Winter tritt heute das Problem auf, dass nicht genügend Wasser durch die Seeleitung in den Schacht zufliesst und als Folge davon die Pumpen abgestellt werden müssen. Gemäss Auskunft von Herrn Lehmann der Fischzucht Faulensee treten diese Probleme ab einem Seepegel von ca. 557.3 m ü.M. auf. Eine hydraulische Nachrechnung bestätigte die Probleme der Seeleitung. Rein rechnerisch treten für den Nenndurchfluss von 45 l/s schon bei leicht höheren Seeständen Probleme auf. Die Leitung muss als unterdimensioniert bezeichnet werden.

Auswirkungen des Vorhabens

Das Betriebsreglement regelt den Betrieb des Entlastungsstollens bei Hochwasser oder bei einem drohenden Hochwasser. Die Auswirkungen begrenzen sich auf Seespiegel > 557.45 m ü.M. Da sich dieser Bereich über der Problemkote von 557.3 m ü.M. befindet hat das Betriebsregelement keinen negativen Einfluss auf die Fischzucht.

Die Variante 2009 sieht vor, den mittleren Sommerwasserspiegel wie bisher bei 557.80 m ü.M. zu halten. Dieser Sommerwasserspiegel hat keinen negativen Einfluss auf die Fischzucht.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Durch die Reguliervariante 2009 ergibt sich keine Belastung der Fischzucht.

6.3 Altlasten

Ausgangszustand

Es liegen verschiedene Ablagerungsstandorte in unmittelbarer Nähe des Thunersees:

- Hünegg (Gemeinde Hilterfingen, Bauschutt und Siedlungsabfälle)
- Gwatt (Gemeinde Spiez, Siedlungsabfälle)
- Stand (Gemeinde Unterseen, Bauschutt und Siedlungsabfälle)
- Lütscheren (Gemeinde Interlaken, Bauschutt und Siedlungsabfälle)
- Pfaffebüel (Gemeinde Thun, Siedlungsabfälle)
- Gwattlischenmoos (Gemeinde Spiez, Bauschutt und Siedlungsabfällen).

Bei Bauvorhaben oder Umnutzungen sind gemäss Kataster Untersuchungen für diese Ablagerungsstandorte anzustellen.

Auswirkungen des Vorhabens

Es wird davon ausgegangen, dass mit der vorgesehenen Regulierung des Sees die Grundwasserstände unverändert bleiben und damit auch eine Beeinflussung der Altlasten ausgeschlossen werden kann.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Durch die Variante 2009 ergibt sich keine Beeinträchtigung der bekannten Altlastenflächen

6.4 Schutz von Lebensräumen

Im Untersuchungsperimeter liegen die folgenden Gebiete unter besonderem Schutz:

Flachmoore von nationaler Bedeutung

Die **Weissenau** (Objektnummer 3671) und das **Gwattlischenmoos** (Objektnummer 331) sind Flachmoore von nationaler Bedeutung.

Auengebiet von nationaler Bedeutung

Die **Weissenau** (Objektnummer 79) ist zudem wie das **Untere Chandergrien** (Objektnummer 70) ein Auengebiet von nationaler Bedeutung.

Das Auengebiet unteres Chandergrien besteht vorwiegend aus einer Hartholzaue, die nur bei Hochwasser teilweise geflutet wird. Das Chandergrien gilt als dynamische Aue, deren Wasserhaushalt vorwiegend durch die Kander bestimmt ist und wird im vorliegenden UVB nicht näher betrachtet.

Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung

In der **Weissenau** (BE 556) liegt zudem auch ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung.

Feuchtgebiete

Die **Längmad** ist ein Feuchtgebiet von regionaler Bedeutung

Die **Seeallmend** ist ein kantonales Schutzgebiet (Nr. 161).

Kommunale Naturschutzgebiete

Als kommunales Naturschutzgebiet besteht das Objekt **Schilfweg / Hechtweg** (Stadt Thun, Schutzgebiet N V)

6.4.1 Flachmoore und Orchideen

Allgemeines zu Flachmooren

Ökologische Eigenschaften

Die folgenden Angaben zu den ökologischen Eigenschaften von Flachmooren stammen aus BUWAL (2002): Flachmoore werden durch Oberflächengewässer nass gehalten. Hangwasser, Grundwasser und temporäre Überflutungen bringen Nährstoffe ins System. Flachmoore gelten als nährstoffarme Lebensräume. Unter dem Einfluss mehr oder weniger ausgeprägter Bodenfeuchtigkeit und verschiedener Formen der Bewirtschaftung können sich sehr unterschiedliche Pflanzengemeinschaften ansiedeln. Die natürliche Moorentwicklung beginnt oft mit einem stehenden Gewässer, das sich mit unvollständig zersetztem Material aus Wasserpflanzen, Schilf und Seggen füllt. Der See verlandet damit zu einem Flachmoor (BUWAL, 2002).

„Das Artengefüge in Mooren hängt in erster Linie von den jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserstandes sowie den chemischen Eigenschaften des Wassers ab, das ihren verhältnismässig geringmächtigen Wurzelraum durchfeuchtet“ (aus ELLENBERG, 1986).

Als Flachmoore im Sinn der Moorinventare werden nur offene Grünlandflächen bezeichnet. Ein Grossteil der Flachmoore in der Schweiz sind denn auch Kulturbiotope, die sich auf gerodeten und nicht entwässerten Flächen entwickelten. Eine extensive Nutzung (Mahd oder Beweidung) ist fast immer notwendig, soll eine Wiederbewaldung verhindert werden (BUWAL, 2002).

Gutachten WSL

Für die Beurteilung der Auswirkungen des Einflusses des Thunerseespiegels auf die anliegenden Flachmoore Weissenau, Gwattlischenmoos und Seeallmend wurde durch die Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Forschungseinheit Ökologie der Lebensgemeinschaften, Forschungsgruppe Biotopbeurteilungen ein Kurzgutachten erstellt. Autoren dieses Kurzgutachtens sind Ulrich Graf, Klaus Ecker und Meinrad Küchler. Das Kurzgutachten ist in der separaten Beilage Fachexpertenberichte zu finden.

Ausgangszustand

Bundesinventar

Im Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung sind die im Untersuchungsperimeter liegenden Flachmoore der Weissenau und Gwattlischenmoos aufgeführt. (Flachmoorinventar Nr. 331 und 3671). Sie stehen somit unter unmittelbarem Schutz der Bundesverfassung (Art. 78, Abs. 5).

Kantonale Schutzgebiete

Ebenfalls im Untersuchungsperimeter liegt die Seeallmend, eine natürliche Verlandungszone, die von Schilfbestand bis zum Weiden-/Erlenbruch-Ufergebüsch reicht (Kantonales Schutzgebiet Nr. 161).

Die beiden Flachmoorgebiete Weissenau und Gwattlischenmoos wurden 1986 kartiert (Kartierungen sind in Anhang 4 zu finden).

Inhalt Verordnung

Die Flachmoorverordnung verlangt, dass

- in Flachmooren keine Bauten und Anlagen errichtet und keine Bodenveränderungen vorgenommen werden, insbesondere durch Entwässerung (Art. 5b Flachmoorverordnung)
- der Gebietswasserhaushalt erhalten und, soweit es der Moorregeneration dient, verbessert wird (Art. 5g Flachmoorverordnung)
- die Kantone sorgen insbesondere dafür, dass unmittelbar standortgebundene Massnahmen gegen Naturereignisse naturnah und nur zum Schutz des Menschen erfolgen; ausgeschlossen sind Massnahmen zum Schutz von Bauten und Anlagen, die nach dem 1. Juni 1983 in ausgeschiedenen Gefahrenzonen oder bekannten Gefahrengebieten erstellt wurden (Art. 5e Flachmoorverordnung)

Schutzziel

Das Schutzziel gemäss Art. 4 der Flachmoorverordnung ist die ungeschmälerte Erhaltung der Objekte. Dazu gehören die Erhaltung und Förderung der standortheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Grundlagen sowie die Erhaltung der geomorphologischen Eigenart.

Abhängigkeit Grundwasser von Seehöhe

Die WSL stellte einen Vergleich der Seepegelstände mit dem aktuellen Grundwasserstand an. Sie geht davon aus, dass die Grundwasserstände bei Seespiegeln von über 557.60 m ü.M. sehr stark vom See beeinflusst werden. Der Einfluss des Sees nimmt bei tiefer liegenden Seepegel eher ab. Mit einer Analyse der zur Verfügung stehenden Daten wurde die Hypothese bestätigt, dass der Grundwasserstand in allen drei Moorgebieten direkt vom aktuellen oder vom Seepegel des Vortags abhängt (vgl. Kurzgutachten WSL, S. 4).

Diese Aussage der WSL geht für den Raum Weissenau weiter als die in Kapitel 6.1.1 gemachte Aussage zur Abhängigkeit des Grundwassers vom Seespiegel.

Gemäss dem Moorhydrologischen Gutachten von R. Haab ist es unklar, in welchem Ausmass die durch Kellerhals+Haefeli erhobenen Grundwasserspiegel tatsächlich den für das Moor massgeblichen oberflächennahen Wasserspiegeln entsprechen. Die in 1 bis 3 m unter der Terrainoberfläche perforierten Piezorohre schliessen den Hauptwurzelraum der meisten Moorpflanzen aus.

R. Haab schätzt anhand der Ergebnisse der Begehung vom 4. Dezember 2008 die Bedingungen in der Weissenau folgendermassen ein: Aufgrund der praktisch durchgehenden gering durchlässigen, tonig-lehmigen Bodenschichten wird „die Wahrscheinlichkeit und das Ausmass von indirekten, über tiefer liegende, durchlässige Bodenschichten ins Moor hinein getragene hydrologische Auswirkungen für die Weissenau als gering eingeschätzt." D.h. der Moorwasserhaushalt in der Weissenau ist weitgehend unabhängig vom Grundwasser und vom Seepegel.

Für eine Klärung der Widersprüche der beiden Aussagen wären weitergehende Messungen des Moorwasserhaushaltes notwendig. Da für die Variante 2009 aber davon ausgegangen wird, dass der mittlere Sommerwasserstand unverändert bleibt und die kurzfristigen Absenkungen kaum Auswirkungen auf den Grundwasserstand haben, wird darauf verzichtet.

Fazit

Aufgrund des Gutachtens der WSL und der Einschätzung von R. Haab kann davon ausgegangen werden, dass zwei Wasserhaushalte in den Flachmoorgebieten existieren können. Der Grundwasserhaushalt, der eine Abhängigkeit zum See aufweist und im oberen Bereich der Moorwasserhaushalt, der relativ unabhängig vom See ist. Dies ist vor allem in den Gebieten der Fall, wo eine oberflächennahe Lehmschicht vorhanden ist und somit das Grundwasser für die Vegetation nicht massgebend ist. Dies ist nur in der Weissenau der Fall.

Überflutung Flachmoorgebiete

Überflutungen bringen Seewasser in die Gebiete und reduzieren so den Einfluss des eher sauren Regenwassers auf den Oberboden. Der Thunersee ist leicht kalkhaltig und stellt somit die Versorgung der Vegetation mit Kalk sicher. So wirkt das Seewasser der Auswaschung bzw. Versauerung des Oberbodens durch den Regen entgegen.

Die mögliche Überflutung der Flachmoore bei verschiedenen Pegelständen wurde durch die WSL anhand von Überlagerung des digitalen Höhenmodells mit den Vegetationskarten bzw. mit der Landeskarte grob abgeschätzt.

Weissenau

Bei Pegelständen über 558.30 m ü. M. ist etwa die Hälfte der Weissenau überflutet. Bei 558.00 m ü.M sind es bereits nur noch kleine Teile, bei 557.90 m ü. M. ist kaum noch etwas überflutet.

Gwattlischenmoos

Das Gwattlischenmoos dürfte bei einem Seepegel von 558.10 m ü.M. über weite Teile überflutet werden, bei 558.00 m ü.M ist es kaum noch überflutet.

Seeallmend

Bei der Seeallmend beginnt die Überflutung mit einem Seepegel von 558.10 m ü.M, bei 558.20 m ü.M sind bereits weite Teile überflutet.

Das langjährige Mittel (1941-2005) zeigt, dass der See während 9 Tagen die Kote von 558.00 m ü.M. erreicht oder überschritten hat (vgl. Kapitel 5.3.1.1). An drei Tagen werden 558.17 m ü.M. erreicht oder überschritten. Gemäss dem langjährigen Mittel werden somit die Flachmoorgebiete rund um den Thunersee jährlich während weniger Tagen zu weiten Teilen überflutet.

Orchideen

Nach KÄSERMANN (2006) kommen die folgenden Arten in der Weissenau vor: Dactylorhiza traunsteiner, Gymnadenia conopsea, Gymnadenia ororatissima, Herminium monorichs, Liparis loeselii, Ophrys insecrifera, Orchis militaris, Spiranthes aestivalis.

Die verfügbaren Angaben zeigen, dass die meisten Orchideen im Kleinseggenried (hauptsächlich Kopfbinsenried und im Knotenbinsenried) vorkommen, einzelne auch in den Grossseggenbeständen und in Hochstaudenfluren.

Auswirkungen des Vorhabens

Reduktion Überflutung

Anhand der Simulationen der 7 Beispieljahre konnte nachgewiesen werden, dass es durch die verbesserte Hochwasserprävention zu einer Reduktion der Überflutungszustände kommt: Der See erreicht oder überschreitet den Pegel von 558.00 mit Variante 2009 in 4 Jahren während durchschnittlich je 4 Tagen; im Ausgangszustand wurde dieser Wert in 6 Jahren an durchschnittlich je 11 Tagen erreicht.

Korrelation Grundwasser-Seespiegel

Um die Auswirkungen des Betriebsreglements auf die Schutzgebiete zu untersuchen, wurde die Abhängigkeit der Wasserversorgung der drei Flachmoore mit verschiedenen, untereinander unabhängigen Variablen durch die WSL verglichen.
Im Rahmen des Gutachtens der WSL wurde die grösste Korrelation für den aktuellen Seepegel bzw. den Seepegel des Vortags mit den Grundwasserspiegeln in den Mooren errechnet. Für diese Abhängigkeit konnte eine ausserordentlich hohe Korrelation nachgewiesen werden.

Die Wasserführung der Aare in Ringgenberg korreliert deutlich weniger stark mit den Grundwasserspiegeln in der Weissenau. Dasselbe gilt für die Wasserführung der Kander für die Seeallmend und das Gwattlischenmoos.

Moorwasserhaushalt

Die Moorhydrologische Beurteilung von R. Haab geht davon aus, dass in der Weissenau eine Beeinflussung der Flachmoore durch das neue Betriebsreglement vorwiegend entlang der Uferzone und entlang von Entwässerungsgräben, die bei hohen Seeständen vom See her überstaut oder zurück gestaut werden, besteht. Die kurzfristigen Vorabsenkungen der Variante 2009 haben somit kaum Einfluss auf die Weissenau.

Für das Gwattlischenmoos wird aufgrund der Begehung angenommen, dass der überwiegende Teil des Moores einen vorwiegend von direkten Einflüssen der Witterung sowie von periodischen bis gelegentlichen Überstauungen des Sees geprägten Wasserhaushalt aufweist.

Durch den Einsatz des Entlastungsstollens und dem dadurch verbesserten Hochwasserschutz werden die Überstauungen in allen Flachmooren seltener.

Veränderungen Seepegel

Die Variante 2009 sieht keine Absenkung des mittleren Sommerwasserstandes vor. Vermehrte kurzfristige Absenkungen des Seepegels unter die Kote von 557.80 m ü.M. sind jedoch vorgesehen. Dies ist durchschnittlich an 18 Tagen während den Monaten April – Oktober der Fall.

Die veränderten Seestände mit Variante 2009 beschränken sich meist auf kurze Zeitperioden (1-4 Tage; vgl. 5.3.1.2). Bei länger andauernden Ereignissen kann davon ausgegangen werden, dass diese meist mit intensiven Regenperioden zusammen fallen und der Seepegel somit ansteigen wird.

Für den vorliegenden UVB wird davon ausgegangen, dass die kurzfristigen Absenkungen nur geringfügige Auswirkungen auf die Flachmoore haben.

Veränderung Standortbedingungen

Die periodisch trockeneren Verhältnisse der Variante 2009 werden bei den Moorpflanzen kaum direkten Trockenstress auslösen. Die WSL nimmt gleichwohl an, dass die vermehrten Schwankungen des Moorwasserspiegels die Konkurrenzverhältnisse zugunsten von Wechselfeuchtezeigern und allenfalls an weniger feuchte Verhältnisse angepasste Pflanzen verändern könnten.

Aufgrund der leicht veränderten Standortbedingungen in den Flachmooren könnte es zu leichten Veränderungen der vorkommenden Pflanzengemeinschaften kommen.

Durch Variante 2009 wird sich die Vegetation in Richtung des nächst ähnlichen, etwa gleich feuchten Vegetationstyps mit einem erhöhten Anteil Wechselfeuchtezeigern verändern. Ein Wechsel der Vegetationstypen ist in den nächsten Jahren wahrscheinlich nicht zu erwarten. Anhand eines Sukzessionsmodells wird versucht, etwas über die mögliche Entwicklung der Vegetationstypen auszusagen. Aber längerfristig dürften sich die Bestände den nachgenannten Vegetationstypen floristisch annähern.

Entwicklung Vegetationstypen

Schilfröhricht: Entwicklung wahrscheinlich in Richtung Grossseggenried

Seebinsenbestände und Rohrkolbenbestände: Entwicklung unklar

Grossseggenried: Entwicklung unklar

Bultiges Grossseggenried: Entwicklung wahrscheinlich in Richtung *Caricetum paniculatae oder Caricetum gracilis*

Bultfreies Grossseggenried: Entwicklung wahrscheinlich in Richtung *Caricetum vesicariae* oder *Phalaridietum arundinaceae*.

Grosssegegenried mit Sumpfsegge (umfasst wahrscheinlich mehrere Assoziationen: *Caricetum paniculatae, Galio palustris-Caricetum ripariae, Caricetum gracilis, Phalaridetum arundinaceae*) wahrscheinliche Entwicklung:

Caricetum paniculatae in Richtung *Galio palustris-Caricetum ripariae;*
Galio palustris-Caricetum ripariae Entwicklung unklar*,*
Caricetum gracilis in Richtung *Ranunculo Caricetum hostianae oder Phalardietum arundinaceae,*
Phalaridetum arundinaceae in Richtung *Galio palustris-Caricetum ripariae*

Hochstaudenflur mit Spierstaude (vielfältige Einheit, umfasst alle Assoziationen des *Filipendulo-Petastion* als auch des *Calthion palustris*): Entwicklung wird sich innerhalb dieser beiden Verbände abspielen.

Hochstaudenflur mit Goldrute*:* Entwicklung unklar

Knotenbinsenried*:* Entwicklung wahrscheinlich in Richtung *Ranunculo-Caricetum hostianae.*

Kleinseggenried: Gemäss der Definition von LEUPI (1987) umfasst die Einheit das *Caricion davallianae*: Entwicklung wahrscheinlich in Richtung *Caricetum lasiocarpae*.

Davallseggenried: Entwicklung unsicher, möglicherweise in Richtung *Juncetum subnodulosi* oder *Pirmula farinosae-Schoenetum ferruginei* oder *Stachyo-Molinetum.*.

Kopfbinsenried (Einheit umfasst *Orchio-Schoenetum nigricantis* und das *Primula farinosae-Schoenetum ferruginei*): *Orchio-Schoenetum nigric* Entwicklung unklar*; Primula farinosae-Schoenetum ferruginei* wahrscheinlich in Richtung *Ranunculo-Caricetum histianae.*

Kleinseggenried mit Gelber Segge*:* Entwicklung unklar.

Zwischenmoor (Einheit umfasst die Tiefland-Assoziation des *Caricion fuscae*, das *Caricion lasiocarpae* und *Rhynchosporion albae*, sowie die Assoziation *Caricetum diandrae* und *Caricetum rostratae*): Die Untereinheiten wurden bei der Kartierung 1976 und 1986 nicht unterschieden: Aufgrund der ungenauen Angaben können keine Vermutungen über allfällige Entwicklungstendenzen gemacht werden.

Pfeifengraswiesen: Entwicklung nicht klar, Tendenzen zu allen Assoziationen innerhalb des *Molinion caeruleae* möglich.

Für den Erhalt der Flachmoore in ihrem heutigen Ausmass ist gemäss Aussage Kurzgutachten WSL ein möglichst hoch gehaltener mittlerer Sommerwasserstand notwendig. Dies wird durch die Variante 2009 auf 557.80 m ü.M. gewährleistet.

Fazit

Aufgrund der heutigen Kenntnisse kann davon ausgegangen werden, dass Variante 2009 im Normalbetrieb und im Bereich des mittleren Sommerwasserstandes von 557.80 m ü.M. kaum Einfluss auf den Moorwasserhaushalt haben wird. Überstauungen werden seltener.

Orchideen

Die Auswirkungen der Variante 2009 werden auch für die in der Weissenau vorkommenden Orchideen-Arten abgeschätzt. Es werden im Rahmen des Gutachtens Aussagen dazu gemacht, ob sich die Orchideen-Arten mit der abgeschätzten Veränderung der Vegetationstypen halten können.

Vorgehen Abschätzung

Die Frage ist, ob die zu erwartende Tendenz der Veränderung der bestehenden Vegetationstypen für die Orchideen-Arten eher förderlich oder hinderlich sein wird. Dafür wird abgeschätzt, ob die gefundenen Orchideen-Arten bei PANTKE (2003) als typisch für diesen Vegetationstypen genannt werden und ob sie typisch sind für jene Vegetationstypen, die tendenziell erwartet werden.

Dactylorhiza traunsteineri: Funde im bultfreien Grossseggenried, Hochstaudenflur mit Goldrute und Kleinseggenried.
Keine Aussage möglich, da diese Art weder in den Ausgangsassoziationen noch in den erwarteten Assoziationen als typisch genannt wird.

Gymnadenia conopsea: Funde im Kopfbinsenried; gilt als typisch für sehr unterschiedliche Vegetationstypen, auch für die Vegetationstypen, welchen sich das Kopfbinsenried annähern wird.
Kann sich wahrscheinlich halten.

Gymnadenia ororatissima: Funde im Kopfbinsenried; Gilt als typisch für die Vegetationstypen, welchen sich das Kopfbinsenries annähern wird.
Kann sich wahrscheinlich halten

Herminium monorichs: Funde im Grossseggenried, im Knotenbinsenried, in Hochstaudenfluren mit Goldrute sowie im Kopfbinsenried. Gilt nicht als typisch für einen der Vegetationstypen, welchen sich die Fundortstypen annähern werden.
Bekundet möglicherweise Mühe sich zu halten.

Liparis loeselii: Funde im Grossseggenried, im Knotenbinsenried und im Kopfbinsenried; gilt für keinen dieser Vegetationstypen nach PANTKE (2003) als typisch, da sie zu selten vorkommt. Nach KÄSERMANN (2006) leidet sie in der Weissenau unter Trockenheit; durch Variante 2009 allenfalls kleiner Einfluss möglich.

Ophrys insecrifera: Fund im Kopfbinsenried, gilt zwar nicht als typisch für Assoziation, welche sich dem Kopfbinsenried annähern wird, aber für andere eher trockene Pfeifengraswiesen-Assoziationen.
Kann sich möglicherweise halten.

Orchis militaris: Fund im Kopfbinsenried; gilt zwar nicht als typisch für Assoziation, welche sich dem Kopfbinsenried annähern wird, aber für andere eher trockene Pfeifengraswiesen-Assoziationen.
Kann sich möglicherweise halten.

Spiranthes aestivalis: Funde im Kopfbinsenried; nach PANTKE (2003) nur für das Orichio-Schoenetum nigicantis typisch.
Keine Aussage für diese Art möglich.

Fazit

Aussagen für die verschiedenen Arten sind relativ schwierig; die meisten Orchideen-Arten können sich mit Variante 2009 wahrscheinlich halten. Für *Herminium monorichs* und *Liparis loeselii* sind allenfalls leichte Beeinträchtigungen durch Variante 2009 möglich.

Vorgesehene Massnahmen

Gelegentliche Überflutung

In ihrem Gutachten empfiehlt die WSL, die Regulierung des Thunersees möglichst so einzurichten, dass gelegentliche Überflutungen der Schutzgebiete noch möglich sind. Die gelegentlichen Überflutungen der Flachmoore durch Seewasser wirken der Auswaschung bzw. der Versauerung des Oberbodens durch den Regen entgegen.
Das heisst, der Seepegel sollte jährlich während einiger Tage den Pegel von 558.00 m ü.M erreichen. Die Analyse des langjährigen Mittels (1941-2005) der Seepegelstände zeigt, dass der Seepegel während 9 Tagen pro Jahr 558.00 m ü.M. erreicht oder überschritten hat.

Wie die Analyse der 7 Beispieljahre zeigt, wird der Thunersee auch mit Variante 2009 künftig den Pegel von 558.00 m ü.M erreichen oder überschreiten. Dauer und Höhe der Überflutung werden sich verändern, aber ein vollständiges Wegfallen der Pegelstände über 558.00 m ü.M kann ausgeschlossen werden. Die Empfehlung der WSL wird somit in einem gewissen Sinn erfüllt.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Aufgrund

- der selten auftretenden und meist auf kurze Zeitperioden (1-4 Tage) beschränkten tieferen Seestände,
- der vermuteten geringen und lokal beschränkten Abhängigkeit des Moorwasserhaushaltes vom Seepegel
- und den nur leicht reduzierten Überflutungszustände der Flachmoore

werden die verbleibenden Belastungen der Flachmoore als geringfügig eingestuft.

Auf ein Monitoring der Flachmoore, wie dies für die Variante "minus 10" vorgeschlagen wurde, wird deshalb verzichtet.

6.4.2 Ufervegetation

Ufervegetation nach NHG Art. 21 Abs. 1 umfasst Schilf- und Binsenbestände, Auenvegetation sowie andere natürliche Pflanzengesellschaften im Uferbereich. Die Schilfgürtel, Ufergehölze sowie Wasserpflanzen (submerse und emerse Makrophyten) im Uferbereich des Thunersees sind gemäss Naturschutzgesetzgebung generell schutzwürdig. Die Ufervegetation darf weder gerodet, überschüttet noch auf andere Weise zum Absterben gebracht werden.

6.4.2.1 Schilfbestände

Vgl. Fachbericht Schilf, Christoph Iseli, Iseli & Bösiger, 18. Juni 2007 in der separaten Beilage Fachexpertenberichte.

Die nachfolgende Analyse des Einflusses der Reguliervariante auf die Schilfbestände stützt sich auf Erfahrungen, Beobachtungen und Untersuchungen zu einzelnen Prozessen. Da weder genaue Bestandesaufnahmen der heutigen Schilfbestände noch Vergleichswerte aus früheren Aufnahmen vorliegen, müssen die Aussagen qualitativ bleiben.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich ausschliesslich auf den Lebensraumtyp der aquatischen Röhrichte, also der Wasserschilfbestände. Die Landschilfbestände sind Gegenstand der Untersuchungen zu den Flachmooren und Orchideen (vgl. Kapitel 6.4.1).

Ausgangszustand

Die Vegetation des Wasserröhrichts steht ganzjährig in nährstoffreichem, eher sauerstoffarmem Wasser von 0 bis 80 cm Tiefe. Wasserröhricht ist ein idealer Lebensraum für Jungfische (u.a. Hecht) und Wasservögel. Das häufig daran anschliessende Landröhricht steht auf nur zeitweilig vernässten, sehr nährstoffreichen Böden.

Am Thunersee liegen grosse zusammenhängende Schilfbestände vor der Weissenau und dem Gwattlischenmoos. Kleinere Bestände finden sich in der Gemeinde Thun im Bereich Schilf-/Hechtweg und Seeallmend sowie in der Gemeinde Spiez im Gebiet Längmad.

Genaue Kartierungen der Schilfbestände liegen nicht vor. Im Anhang 2 sind die Schilfbestände grob lokalisiert. Als Vorbereitung für das für Variante "minus 10" vorgesehene Monitoring wurden gewisse Versuchsabschnitte vermessen und verpflockt. Eine Analyse vorhandener Luftbilder und eine Erhebungen der Schilfbestände wurde aber nicht durchgeführt.

Grenze Landschilf- und Wasserschilf

Die Grenze zwischen den beiden Lebensraumtypen Landschilf und Wasserschilf wird am Thunersee durch den mittleren Wasserstand während der Vegetationszeit bestimmt. Die hier normalerweise vorkommenden Pegelschwankungen während des Sommers sind so gering und zudem regelmässig über die Jahre verteilt, dass die Lage der Grenze zwischen Land- und Wasserschilf über lange Zeit sehr stabil ist.

Die seeseitige Bestandesgrenze des Wasserschilfs wird durch verschiedene Standortfaktoren bestimmt. Die maximale Ausbreitungstiefe des Schilfes (oder die Wassertiefe an der maximalen Bestandesausdehnung) ist abhängig von der Wellenexposition, der Beschaffenheit des Untergrunds, der Morphologie der Uferzone und der Trophie des Wassers. Diese Faktoren sind in der Regel an bestimmten Uferabschnitten relativ konstant. Weiter wird die Ausbreitungstiefe von Faktoren beeinflusst, welche grösseren Schwankungen unterworfen sind, wie z.B. die Belastung durch Schwemmgut, extreme Pegelstände, Frassdruck z.B. von Wasservögeln oder weitere biotische Faktoren wie Insektenbefall etc. Mit diesen von Jahr zu Jahr schwankenden Einflüssen ergibt sich eine seeseitige Bestandesgrenze, welche lokal unterschiedlich um den jeweils standortbedingten Wert herum pendelt. In der Weissenau dürfte die maximale seeseitige Ausbreitungstiefe bei 60 bis 80 cm bezüglich des mittleren Sommerwasserstandes liegen.

Kurzfristige Schwankungen

Gegenüber kurzfristigen Ereignissen und Schwankungen der Standortfaktoren reagiert das Schilf grundsätzlich tolerant. Flächenverluste z.B. aufgrund von extremen Hochwasserereignissen oder einmaligen und massiven, mechanischen Belastungen werden gewöhnlich nach einigen Jahren wieder kompensiert.

Langfristige und systematische Änderungen

Auf langfristige und systematische Änderungen im Standortklima reagiert das Schilf dagegen empfindlich. Während sich die negativen Einflüsse sehr rasch auf die Vitalität der Schilfbestände auswirken und eine Regression der Bestandesflächen bewirken, führen positive Veränderungen nur langsam zur Regeneration von Schilfbeständen.

Schilfschutzzäune

Vor der Weissenau sowie dem Gwattlischenmoos sind je auf einer Länge von rund 500 m Schilfschutzzäune installiert. Die Schutzzäune reichen gemäss Angaben von Herrn R. Wyss, Gebietsbetreuer des NSI bis ca. 20 cm über den Seegrund.

Auswirkungen des Vorhabens

Nachfolgend finden sich Erläuterungen zu den Seepegelschwankungen und ihren Auswirkungen auf die Morphologie der Flachwasserzone:

Erosionsprozess

Die Morphologie der Flachwasserzone ist das Resultat einerseits der topografischen Situation, des Wind- und Wellenklimas und der Bodenbeschaffenheit am jeweiligen Uferabschnitt sowie andererseits der mittleren Jahresganglinie des Seespiegels. Die Flachwasserzone wird geformt durch die erosive Kraft der Wellen, welche – in Abhängigkeit der Windstärke und der Exposition und damit der Wellenhöhe – bis in eine bestimmte Wassertiefe den Seegrund aufwirbeln und ihn so erodieren können.

Während das potenzielle Ausbreitungsgebiet des Schilfes durch die Pegelstände der Vegetationsperiode bestimmt wird, unterliegen die morphodynamischen Prozesse und damit die Form der Flachwasserzone dem Einfluss der Pegelschwankungen des ganzen Jahres.

Die seeseitige Grenze der Flachwasserzone wird meistens durch die so genannte Haldenkante gekennzeichnet. Diese wird definiert durch den markanten Neigungswechsel zwischen der flachen Uferzone und der steilen Halde, welche in die tieferen Seebereiche führt. Sie ist auf Luftbildern am Farbwechsel vom helleren Litoral zum dunkleren Pelagial erkennbar. Die Wassertiefe bei der Haldenkante ist das Resultat der oben erwähnten Standortfaktoren und des Seepegelregimes, insbesondere des Regimes der tieferen Wasserstände – am Thunersee also des Regimes der Wintermonate.

Demgegenüber wird die Morphologie des ufernahen Bereichs durch das Regime der mittleren und höheren Wasserstände geformt. Eine grosse Pegelschwankung führt langfristig zu flachen Uferbereichen. Eine Einengung der Schwankungsamplitude bewirkt dagegen eine Aufsteilung der Brandungszone im Bereich der mittleren Wasserlinie, da sich die Brandungsenergie auf einen schmaleren Uferbereich konzentriert. Dies gilt insbesondere für stark wellenexponierte Ufer, während windgeschützte Ufer oder tiefe Buchten von diesem Prozess weniger betroffen sind.

Morphologie Flachwasserzone unbeeinflusst

Daraus lässt sich folgern, dass die Morphologie der unteren Flachwasserzone nicht beeinflusst wird.

Durch das seltenere Auftreten von Hochwassern wird es zu einer geringfügigen Beeinflussung der Flachwasserzone im oberen Bereich der Brandungszone kommen. Häufigere und grössere Schwankungen im mittleren Bereich wirken dagegen tendenziell ausgleichend.

Keine Verschiebung landseitige Grenze

Auch wird es zu keiner Verschiebung der Grenze zwischen Land- und Wasserschilf seewärts kommen.

Die selteneren Anstiege / Überschreitungen der Hochwassergrenze und die temporären Absenkungen beeinträchtigen die Schilfbestände kaum.

Schilfschutzzäune

Die Schutzzäune reichen wie bisher ca. 50 cm ins Wasser und können den nötigen Schilfschutz gewährleisten. Durch die Variante 2009 kommt es zu keinen Beeinträchtigungen der Schutzwirkung der Schilfschutzzäune

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen notwendig.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Die Variante 2009 kann somit für den Fachbereich Schilf als umweltverträglich angesehen werden.

6.4.2.2 Ufergehölze

Vgl. Fachbericht Ufergehölze, Martin Staedeli, Impuls, August 2007 in der separaten Beilage Fachexpertenberichte.

Abgrenzung

Die Beurteilung beschränkt sich auf mögliche Auswirkungen der Regulierung auf die Ufergehölze. Als Ufergehölze bezeichnet werden Bäume und Sträucher, die in Ufernähe wachsen oder die in direktem Kontakt zum Grundwasser des Thunersees stehen. Die detaillierten ökologischen Auswirkungen auf die verschiedenen Vegetationseinheiten in Flachufern (Flachmoore / Schilfgürtel) werden in Kapitel 6.3.1 bzw. 6.3.2.1 behandelt.

Die Auswirkungen auf die Ufergehölze werden
- an Flachufern (Böschungsneigungswinkel > 5%),
- an mittelsteilen Ufern (Böschungsneigungswinkel 5-10%) und
- Steilufern (Böschungsneigungswinkel > 10%) beurteilt.

Ausgangszustand

Ufergehölz kommt rund um den Thunersee an verschiedenen Stellen vor. Es wurde keine Vegetationsaufnahmen vorgenommen. Die nachfolgende Analyse des Einflusses der Reguliervarianten ist eine rein qualitative, gutachtliche Beurteilung.

Auswirkungen des Vorhabens

Durch die Variante 2009 sind die Ufergehölze als solche nicht in ihrem Bestand gefährdet.

Die Wurzelwerke der heute vorhandenen Bäume und Sträucher, die auf einen Standort im Uferbereich spezialisiert sind, können in der Regel auf Seespiegelschwankungen im vorgesehenen Ausmass reagieren.

Kurzfristige Hochwasserspitzen

Kurzfristige Hochwasserspitzen von einigen Tagen sind für die Vorkommen der verschiedenen Ufergehölzarten weniger relevant, als das generelle Niveau des Wasserspiegels. Die Häufigkeit von Seespiegelschwankungen im vorgesehenen Ausmass ist dabei für das Vorkommen der Gehölze von kleinerer Bedeutung; entscheidend ist dagegen die totale, jährliche Überflutungsdauer. Gemäss STEIGER (1994) erträgt die Silberweide als nässetoleranteste Baumart eine jährliche Überflutung von insgesamt etwa 170 Tagen, die Stieleiche etwa 120 Tage und die Esche etwa 60 Tage.

Flachufer des Thunersees

Bei der Variante 2009 sind wahrscheinlich keine wesentlichen Änderungen von Ausdehnung und Artenzusammensetzung der heutigen Ufergehölze zu erwarten, da sich das generelle Niveau des Seespiegels kaum ändert.

Mittelsteile und steile Ufer des Thunersees

Je nach Kleinrelief und Höhe über dem Seegrundwasser kommen in mittelsteilen und steilen Ufern horizontal und vertikal auf kurzer Distanz unterschiedliche Standortbedingungen vor (Standortmosaik).

Durch das Reglement 2009 werden die jeweiligen Standortmosaike langfristig kaum beeinflusst. Es sind keine wesentlichen Änderungen der Ausdehnung und Artenzusammensetzung des Ufergehölzes zu erwarten.

Schlussfolgerungen

Die objektspezifischen, konkreten Auswirkungen auf die unterschiedlichen Ufergehölze sind im Voraus schwer abschätzbar. Die Ufergehölze – gemäss Naturschutzgesetzgebung geschützte Lebensräume – sind durch die Variante 2009 in ihrer Art und Ausdehnung jedoch nicht gefährdet. Das Reglement 2009 hat verglichen mit dem heutigen Zustand kaum Auswirkungen auf die Ufergehölze am Thunersee.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Für den Bereich Ufergehölz entsteht durch die Variante 2009 keine Belastung der Umwelt.

6.4.2.3 Wasserpflanzen

Vgl. Fachbericht Wasserpflanzen, Dr. Vinzenz Maurer (Hydra), Dr. Kathrin Guthruf (Aquatica) August 2007 in der separaten Beilage Fachexpertenberichte.

Begriffe

Submerse Makrophyten: Wasserpflanzen, die im Sediment wurzeln und mit dem grössten Teil des Pflanzenkörpers im Wasser treiben. Höchstens die obersten Blätter und Blüten ragen über die Wasseroberfläche hinaus

Emerse Makrophyten: wurzeln im wasserüberdeckten Untergrund, stehen aber nur zum Teil im Wasser (z.B. Rohrkolben oder Schilfröhricht)

Ausgangszustand

Untersuchung 1983

Aufgrund der einzigen früheren Untersuchung zu den Wasserpflanzen im Thunersee (JUGE et al. 1992) aus dem Jahr 1983 wurde die Wasserpflanzenvegetation des Thunersees als sehr artenreich, vielfältig und wertvoll eingestuft. Insbesondere die Strandlingsrasen (Litorella uniflora) waren fast einzigartig für die Schweiz. Zudem konnte das Laichkraut Potamogeton acutifolius in der Schweiz nur im Thunersee gefunden werden,

Erhebung 2007

2007 wurden punktuell die wichtigsten Wasserpflanzenbestände der inneren, flacheren Uferzone überprüft, um die Aktualität der Daten von 1983 festzustellen:
Die Strandlingsrasen sind in teilweise sehr schöner Ausprägung (Därligen) auch 2007 vorhanden. Sie liegen in einer Wassertiefe von 0.6 bis ca. 2.2 m (Seespiegel 557.70 m ü. M.).
Viele Submersenarten können als Artvorkommen bestätigt werden, neben den „gängigen“ Arten *Potamogeton pectinatus, P. lucens, P. perfoliatus, Myriophyllum spicatum, Elodea canadensis* auch *Potamogeton gramineus* und *Ranunculus trichophyllus*.
Nicht bestätigt werden können die Funde von *Potamogeton acutifolius, P. filiformis* und *P. pusillus* sowie der verschiedenen *Potamogeton*-Hybriden, da sie eher tiefere Uferzonenbereiche bevorzugen.
Die Armleuchteralgen (*Characeen*)-Bestände weisen sowohl 1983 als auch 2007 eine grosse Ausdehnung und Artenvielfalt auf (2007: 6 Arten).
Die 1983 in vielen Abschnitten vorhandene vielfältige Emersen-Vegetation sowie der Seerosenbestand (Hünibach) fehlen 2007 im seeseitigen Bereich. Dagegen konnte er im Raum Weissenau (Aare-Altarm) bestätigt werden.

Wertvolle Vegetation

Der Thunersee weist somit auch 2007 eine wertvolle Vegetation von submersen Makrophyten und Armleuchteralgen auf, während die Zonen der Emersen und Schwimmblattpflanzen (z.B. Seerose) ausserhalb der grossen Röhrichte verschwunden sind.

Auswirkungen des Vorhabens

Die Variante 2009 führt theoretisch zu keinen Flächenverlusten in der Uferzone. Allenfalls können die gegenüber dem Ausgangszustand häufigern Absenkungen zu einer Beeinflussung der flachen Uferbereichen führen.

Diese Zonen sind im Thunersee aber nicht mit submersen Makrophyten und *Characeen* bewachsen, da deren Bestände fast überall erst unterhalb von 0.5 m Wassertiefe beginnen. Als Ausnahme gelten hier die Flachufer-Bereiche des Aare-Altarmes in der Weissenau, wo neben submersen Wasserpflanzen auch emerse Pflanzen vorhanden sind. Hier können die häufigeren Absenkungen zu einer leichten Verschiebung der Vegetationszonen in Richtung der tieferen Gewässerbereiche führen.

In den verbauten Uferbereichen und den Steiluferbereichen werden keine Wasserflächenverluste entstehen, da die Ufersicherungen an allen untersuchten Stellen bis ca. 0.5 m unter der Wasseroberfläche liegen. Die submersen Wasserpflanzen und Characeen wachsen praktisch überall erst unterhalb von 0.5 bis 1 m Tiefe.

Schlussfolgerung

Durch die Variante 2009 werden die submersen Makrophyten nicht zusätzlich beeinträchtigt.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen zugunsten der submersen Wasserpflanzen und Characeen in der Thunersee-Uferzone notwendig.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Durch Variante 2009 werden im eigentlichen Seebecken kaum Verluste an Uferzonenflächen auftreten.
Allenfalls können kleine Verschiebungen in den Vegetationszonierungen in Flachuferbereichen auftreten.

6.4.3 Krebse

Vgl. Fachbericht Fischökologie, Joachim Guthruf, Aquatica, August 2007 in der separaten Beilage Fachexpertenberichte.

Ausgangszustand

Stark gefährdeter Edelkrebs

In den Lütscheren-Weihern wurde der stark gefährdete Edelkrebs erfolgreich angesiedelt. Der Edelkrebs kam zeitweise in allen drei Weihern vor, ist aber zwischen 2004 und 2007 aus dem östlichen Weiher verschwunden. Im Jahr 2007 wurde der Edelkrebs dort wieder angesiedelt.

Eine starke Bedrohung des Edelkrebses geht vom Kamberkrebs aus, der Träger der für europäische Arten absolut tödlichen Krebspest ist. Der Kamberkrebs kommt sowohl im Brienzer- als auch im Thunersee vor.

Die Weiher werden teilweise durch Meteorwasser von der Autobahn oder Wasser aus dem Rugentunnel gespiesen und haben einen Überlauf in den Schifffahrtskanal. Rückstau vom Aarekanal in die Weiher findet nur bei sehr hohen Seepegeln statt. Ansonsten verhindert eine Schwelle den Austausch zwischen Weiher und Aarekanal (pers. Mitteilung H. Roth, Fischereiaufseher). Der grösste der drei Weiher ist 4.5 m tief (GUTHRUF et al. 1999).

Auswirkungen des Vorhabens

Der Pegel in den Lütscheren-Weihern ist mit Ausnahme von Hochwassern durch die Kote des Überlaufes bestimmt. Somit sind keine Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand zu erwarten.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorzusehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Es ist mit keiner verbleibenden Belastung der Umwelt zu rechnen.

6.4.4 Insekten

Viele Lebensraumtypen von Insekten sind bundesrechtlich geschützt, namentlich "Uferbereiche, Riedgebiete und Moore, seltene Waldgesellschaften, Hecken, Feldgehölze, Trockenrasen" (Art. 18, Abs. 1bis NHG). Zudem sind alle Libellenarten und einzelne Schmetterlings- und Heuschreckenarten nach NHV (Art. 20) und NSchV (Art. 25-28) geschützt. Geschützt und im Untersuchungsperimeter nachgewiesen sind folgende Schmetterlingsarten: *Nymphalis antiopa*, Trauermantel und *Maculinea teleius*, Grosser Moorbläuling und die Heuschreckenart *Stethophyma grosseum*, Sumpfschrecke.

Im Rahmen der Begehung im Jahr 2007 für die Amphibien (vgl. Kap. 6.3.6) wurden auch Einzelfunde von Insekten festgehalten. Die dabei erstellten Artenlisten basieren nicht auf einer gezielten Erfassung der aufgelisteten Gruppen und sind nicht vollständig.

Für eine Beurteilung des Artenspektrums der Gebiete müssten pro Insektengruppe mehrere gezielte Erhebungen verteilt über die Saison bei idealem Wetter durchgeführt werden. Das Wetter war bei den meisten Begehungen nicht optimal. Im Allgemeinen kann nicht ausgesagt werden, ob die Arten zugeflogen oder bodenständig sind.

6.4.4.1 Libellen

Ausgangszustand

Die Libellen wurden im Rahmen des vorliegenden UVB nicht detailliert untersucht. Die Nachweise aus dem Libelleninventar (HOESS, 1994), der Datenbank des Centre Suisse de Cartographie de la faune (CSCF) und Beobachtungen während den Amphibienuntersuchungen 2007 sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Art	Gwattlischenmoos		Weissenau					Rote Liste Schweiz
	Libellen-inventar	CSCF-Datenbank	Libellen-inventar	CSCF-Datenbank	Natursch.-gebiet	Golfplatz	weitere Standorte	
Chalcolestes viridis, Weidenjungfer						2007		nicht gefährdet
Lestes sponsa , Gemeine Binsenjungfer	X		X	2003	2007	2007		Potenziell gefährdet
Lestes viridis, Weidenjungfer		1998		2003				nicht gefährdet
Platycnemis pennipes, Federlibelle				1982		2007		nicht gefährdet
Coenagrion puella , Hufeisenzahnjungfer		2006		2003	2007	2007		nicht gefährdet
Enallagma cyathigerum, Becherazurjungfer		2000		2003		2007		nicht gefährdet
Ischnura elegans, Grosse Pechlibelle		2006		2003		2007	Kander-delta 07	nicht gefährdet
Ischnura pumilio, Kleine Pechlibelle				2003				nicht gefährdet
Pyrrhosoma nymphula, Frühe Adonislibelle				2000				nicht gefährdet
Aeshna cyanea , Blaugrüne Mosaikjungfer		2000		2003	2007			nicht gefährdet
Aeshna grandis , Braune Mosaikjungfer		2000		2003	2007	2007		nicht gefährdet
Aeshna juncea, Torf-Mosaikjungfer		1998		2003				nicht gefährdet
Aeshna mixta, Herbst-Mosaikjungfer		2000		2003				nicht gefährdet
Aeshna isoceles, Keilfleck-Mosaikjungfer		2006		1989				nicht gefährdet
Anax imperator , Grosse Königslibelle		2006		2003	2007	2007		nicht gefährdet
Gomphus pulchellus, Westliche Keiljungfer		2006						Verletzlich
Onychogomphus forcipatus , Kleine Zangenlibelle	X	2006						Potenziell gefährdet
Cordulia aenea, Gemeine Smaragdlibelle				2000				nicht gefährdet
Somatochlora flavomaculata, Gefleckte Smaragdlibelle		2006		2000				nicht gefährdet
Somatochlora metallica, Glänzende Smaragdlibelle		1999		2003			Thun, s. Strandbad	nicht gefährdet
Crocothemis erythraea, Feuerlibelle						2007		nicht gefährdet
Libellula depressa, Plattbauch				2002		2007		nicht gefährdet
Libellula fulva, Spitzenfleck				2000				nicht gefährdet
Libellula quadrimaculata, Vierfleck				2000		2007		nicht gefährdet
Orthetrum albistylum, Oestlicher Blaupfeil				2000				stark gefährdet
Orthetrum cancellatum, Grosser Blaupfeil, inkl. Fortpflanzung				2000		2007	Kander-delta 07	nicht gefährdet
Orthetrum coerulescens , Kleiner Blaupfeil	X							Potenziell gefährdet
Sympetrum danae , Schwarze Heidelibelle	X	1998	X	2003				Potenziell gefährdet
Sympetrum depressisiusculum , Sumpf-Heidelibelle	X							Verletzlich
Sympetrum flaveolum, Gefleckte Heidelibelle				1997				stark gefährdet
Sympetrum pedemontanum , Gebänderte Heidelibelle	X							Vom Aussterben bedroht
Sympetrum sanguineum, Blutrote Heidelibelle		2006		1997		2007		nicht gefährdet
Sympetrum striolatum; Grosse Heidelibelle, inkl. Fortpflanzung		2000		2003		2007		nicht gefährdet
Sympetrum vulgatum, Gemeine Heidelibelle		1998		2003				nicht gefährdet

Tabelle 6-1: Libellennachweise im Gwattlischenmoos, in der Weissenau, am Kanderdelta und in der Seeallmend gem. Libellen-inventar (HOESS, 1994), CSCF-Datenbank (jeweils Jahreszahl des jüngsten Nachweises) und der Begehungen von 2007.

Auswirkungen des Vorhabens

Die Auswirkungen der Variante 2009 für die Libellenlarven sind analog zu den Auswirkungen für die Amphibien (vgl. Kap. 6.4.6).

Vorgesehene Massnahmen

Die vorgesehenen Massnahmen für die Amphibien (Schaffung von neuen Amphibienlaichgewässern) werden auch den Libellen zu Gute kommen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Mit den vorgesehenen Massnahmen ist mit keiner verbleibenden Belastung für die Libellen zu rechnen.

6.4.4.2 Schmetterlinge

Ausgangszustand

Gemäss Datenbank des Centre Suisse de la Cartographie de la Faune (CSCF) sind in den Feuchtgebieten Weissenau (W) und Gwattlischenmoos (G) folgende Schmetterlingsarten nachgewiesen:

Art	Standort	jüngster Nachweis	Gefährdungsstatus
Colias crocea, Postillion	W	2003	nicht gefährdet
Pieris rapae, Kleiner Kohlweissling	W	2003	nicht gefährdet
Pieris napi, Rapsweissling	W	2003	nicht gefährdet
***Nymphalis antiopa*, Trauermantel**	**W**	**2003**	**gefährdet**
Vanessa atalanta, Admiral	G, W	2007, 2003	nicht gefährdet
***Brenthis ino*, Violetter Silberfalter**	**W**	**2003**	**gefährdet**
***Coenonympha tullia*, Grosses Wiesenvögelchen**	**W**	**1991**	**stark gefährdet**
Pararge aegeria, Waldbrettspiel	W	2003	nicht gefährdet
Celastrina argiolus, Faulbaumbläuling	W	2003	nicht gefährdet
***Maculinea teleius*, Grosser Moorbläuling**	**W**	**1991**	**stark gefährdet**
Polyommatus icarus, Hauhechelbläuling	W	2003	nicht gefährdet
Macroglossum stellatarum, Taubenschwänzchen	W	2003	-

Tabelle 6-2: Schmetterlingnachweis in Weissenau und Gwattlischenmoss gem. CSCF-Datenbank

- *Beobachtete Arten*

Die folgenden Schmetterlingsarten wurden an den Begehungen für die Amphibien-Erhebung in der Weissenau beobachtet:

Leptidea sinapis, Senfweissling
Colias cf. Alfacariensis, Hufeisenkleeheufalter
Colias crocea, Postillon
Gonepteryx rhamni, Zitronenfalter
Pieris brassicae, Grosser Kohlweissling
Pieris rapae, Kleiner Kohlweissling
Pieris napi, Rapsweissling
Inachis io, Tagpfauenauge
Pararge aegeria, Waldbrettspiel
Polyommatus icarus, Hauhechelbläuling
Ochlodes venatus, Mattfleckiger Kommafalter
Zygaena filipendulae, Gewöhnliches Widderchen

Alle diese Arten erscheinen nicht in der Roten Liste der gefährdeten Tierarten in der Schweiz (BUWAL, 1994) und gelten daher als nicht gefährdet.

In den übrigen Gebieten (Gwattlischenmoos und Kanderdelta) wurden keine Schmetterlinge beobachtet.

Eine Moorart: Brenthis ino

Von der Moorart *Maculinea nausithous* gibt es keine Nachweise. Das Grosse Moorwiesenvögelchen (*Coenonympha tullia*) und der grosse Moorbläuling (*Maculinea teleius*) kamen bis in die 90er Jahre in der Weissenau vor. Seit dem Hochwasser 1999 konnten sie nicht mehr beobachtet werden. In der Weissenau ist der Skabiosenscheckenfalter (*Eurodryas aurinia*) bereits vor 1960 ausgestorben.

Mit der gefährdeten Art *Brenthis ino* (Nachweise 2002 und 2003) ist heute in den Feuchtgebieten noch eine spezialisierte Moorart vorhanden.

Ein gefährdete Art: Nymphalis antiopa

Nymphalis antiopa gilt als gefährdet, ist jedoch nicht an Feuchtstandorte, sondern an Waldränder und Hecken gebunden.

Das Gewöhnliche Widderchen (*Zygaena filipendula*) gilt insgesamt als nicht gefährdet. Habitatsveränderungen u.a. durch Entwässerung von Feuchtgebieten können einzelne Populationen jedoch gefährden. Die Art besiedelt jedoch auch Flussdämme, Strassen- und Bahnböschungen, Ruderalflächen, Mäh- und Magerwiesen. Im Mittelland wird sie zudem regelmässig in Parkanlagen im Siedlungsgebiet und auf begrünten Flachdächern beobachtet.

Ausser *Brenthis ino* sind die beobachteten Arten keine Feuchtgebiets-Spezialisten, d.h. sie sind nicht ausschliesslich an Flachmoore/ Feuchtstandorte als Lebensraum gebunden.

Auswirkungen des Vorhabens

Das Projekt beeinflusst die wassernahen Lebensräume der Schmetterlinge insofern positiv, als dass künftig Hochwasserereignisse vermieden resp. vermindert werden. Dadurch sinkt die Gefahr für die Larven – namentlich von *Brenthis ino* –, dass ihr Larvenhabitat überflutet wird.

Für Schmetterlingsarten, die an Flachmoore/Auengebiete als Lebensraum gebunden sind, werden sich durch Variante 2009 keine oder nur geringfügige Auswirkungen ergeben.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Es ist mit keinen verbleibenden Belastungen für die Schmetterlinge zu rechnen.

6.4.4.3 Heuschrecken

Ausgangszustand

Gemäss CSCF-Datenbank sind in der Weissenau folgende Heuschreckenarten nachgewiesen:

Art	jüngster Nachweis	Gefährdungsstatus
Conocephalus fuscus, Langflüglige Schwertschrecke	2002	nicht gefährdet
Metrioptera roeselii, Roesels Beisschrecke	2003	nicht gefährdet
Pholidoptera griseoaptera, Gewöhnliche Strauchschrecke	2002	nicht gefährdet
Tettigonia viridissima, Grünes Heupferd	2002	nicht gefährdet
***Pteronemobius heydeni*, Sumpfgrille**	**2003**	**stark gefährdet**
Chorthippus dorsatus, Wiesengrashüpfer	2002	nicht gefährdet
***Chorthippus montanus*, Sumpfgrashüpfer**	**2002**	**gefährdet**
Chorthippus parallelus, Gemeiner Grashüpfer	2002	nicht gefährdet
***Stethophyma grossum*, Sumpfschrecke**	**2002**	**gefährdet**

Tabelle 6-3: Heuschreckennachweis in der Weissenau gemäss CSCF-Datenbank

Beobachtete Arten

Die folgenden Heuschrecken-Arten wurden an den Begehungen für die Amphibien-Erhebung in der Weissenau beobachtet:

Sumpfschrecke *(Stethophyma grossum)*

Sumpfgrille *(Pteronemobius heydeni)*

In den übrigen Gebieten (Gwattlischenmoos, Kanderdelta) wurden keine Heuschrecken beobachtet.

Beide Arten werden in der Roten Liste der gefährdeten Tierarten in der Schweiz (BUWAL, 1994) als stark gefährdet eingestuft. Beide sind an Feuchtbiotope gebunden.

Auswirkungen des Vorhabens

Das Projekt beeinflusst die wassernahen Lebensräume der Heuschrecken insofern positiv, als dass künftig Hochwasserereignisse vermieden resp. vermindert werden. Dadurch sinkt die Gefahr für die Tiere – besonders die juvenilen –, dass ihr Habitat überflutet wird.

Für Heuschreckenarten, die an Flachmoore/Auen als Lebensraum gebunden sind, werden sich durch Variante 2009 nur geringfügige Auswirkungen ergeben.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Es ist mit keinen verbleibenden Belastungen für die Heuschrecken zu rechnen.

6.4.5 Fische

Vgl. Fachbericht Fischökologie, Joachim Guthruf, Aquatica, August 2007 und Arbeitsbericht September 2009 in der separaten Beilage.

Ausgangszustand

19 Fischarten

Im Thunersee kommen insgesamt 19 Fischarten vor, darunter eine vom Aussterben bedrohte (Nase), eine stark gefährdete (Seeforelle), 3 gefährdete (Äsche, Seesaibling, Karpfen) und 5 potenziell gefährdete Arten (Groppe, Barbe, Felchen, Bachforelle, Wels) (gemäss VBGF Art. 5 und Anhang 1).

Alle Arten pflanzen sich natürlich im See oder in seinen Zu- bzw. Abflüssen fort. Felchen, Hecht, Seesaibling, Bach- und Seeforelle und Äsche werden durch Besatz zusätzlich gestützt.

Äschenpopulation von nationaler Bedeutung

Im Thunersee lebt eine Äschenpopulation von nationaler Bedeutung. Äschen sind als Kieslaicher auf relativ rasch überströmte Kiesbänke angewiesen, welche sie in Zuflüssen und im Abfluss finden. Das grösste und wichtigste Laichgebiet befindet sich im Ausfluss des Thunersees in Thun. Weitere Laichgebiete befinden sich in der Aare bei Interlaken und in der Kander bei Einigen. (vgl. Anhang 5, Karte Äschenlaichgebiete)

Schaffung neuer Laichgebiete

Im Jahr 2005 wurden im Verlauf der Vorarbeiten für das Projekt Hochwasserschutz Thunersee neue Laichgebiete für Äschen geschaffen. Es wurden Kiesflächen geschüttet und Totholzstrukturen am Ufer auf beiden Seiten der Aare angebracht. Diese Massnahmen wurden durch den Renaturierungsfonds des Kantons Bern finanziert und haben zu einer Verbesserung der Situation für die Äschen geführt.

Es wurde mit dem Renaturierungsfonds vereinbart, dass diese Flächen im Rahmen des Projektes Hochwasserschutz Thunersee zu einem späteren Zeitpunkt allenfalls als Ersatzmassnahme für das Projekt deklariert werden können.

Abfluss und Pegelstand

Abfluss und Pegelstand während der Laichzeit (März und April) spielen insofern eine Rolle, indem sie die Fliessgeschwindigkeiten beeinflussen. Da der Abfluss in Thun reguliert ist, besteht keine feste Beziehung zwischen Pegelstand und Abfluss. Je nachdem, wie viele Schütze der Regulierwehre geöffnet sind, können alle beliebigen Kombinationen zwischen Abfluss und Pegel auftreten. Generell kann gesagt werden, dass die Kombination aus hohen Pegelständen und geringen Abflüssen für die laichenden Äschen ungünstig ist, da der Abflussquerschnitt gross und die Fliessgeschwindigkeiten nur gering sind.

Da die Fliessgeschwindigkeiten in Thun ohnehin an der unteren Grenze des von den Laich-Äschen bevorzugten Bereichs liegen, kann sich jede weitere Reduktion negativ auf den Laicherfolg dieser gefährdeten Art auswirken.

Häufige Absenkungen ungünstig

Auch häufige oder starke Absenkungen des Pegels während der Eientwicklung können sich negativ auswirken, da Laichplätze trocken fallen können (GUTHRUF et al. 2003) oder gründelnde Schwäne die Eier im seichteren Wasser erreichen können.

Äschenlaichfischfang

In Thun befindet sich eines von zwei grossen Gebieten in der Schweiz, in denen Äschenlaichfischfang betrieben wird. Das heisst Laichäschen werden für die Äschen-Aufzucht mit Kiemennetzen gewonnen. Die aus den Eiern aufgezogenen Äschen werden für die Stützung geschwächter Äschenbestände und für die Wiederansiedlung der Art in Gewässern verwendet, aus denen sie einmal verschwunden ist. Dieser Laichfischfang wird im März durchgeführt und ist nur bei Abflüssen unter 70 m^3/s erfolgreich. Bei höheren Abflüssen werden die Netze zu Boden gedrückt, worunter der Fangerfolg stark leidet. Ab 80 m^3/s ist ein Laichfischfang nicht mehr möglich.

Laichplätze von Hecht und karpfenartigen Fischen

Während grosse Teile des Thunersees von Fischen besiedelt sind, konzentriert sich die Fortpflanzung der meisten Arten auf die Uferzonen. Wasserschilfbestände sind sehr wichtig als Laichhabitat für den Hecht und zahlreiche karpfenartige Fischarten. Im Gwattlischenmoos bei Gwatt und in der Weissenau bei Unterseen befinden sich zwei grosse Wasserschilfbestände. Während der Laichzeiten dieser Arten und der Eientwicklung (Hecht: Anfang März bis Ende April; Karpfenartige: Anfang April bis Ende Juni) sollte die Fläche dieser Wasserschilfbestände gegenüber heute nicht abnehmen. Auch die Überflutungsdauer sollte gegenüber heute nicht reduziert werden. Sinkende Pegel während der Eientwicklung und der Haftphase des Hechts können dazu führen, dass die Eier und Larven trocken fallen und zu Grunde gehen. Aus diesem Grund darf der Pegel während der Eientwicklung und der Haftphase des Hechts nicht häufiger oder ausgeprägter als bisher abnehmen.

Seeforelle

Die Aare in Interlaken ist ein Laichgewässer für die stark gefährdete Seeforelle. Der Abfluss in der Aare ist nur gering (Restwasser). Es erfolgt ein Austausch der Seeforelle flussauf und -abwärts. Der Austausch muss bei jedem Wasserstand gewährleistet sein.

Jungfischhabitate in der Uferzone

Die Uferzone (Litoral) ist für die Entwicklung der Jungfische von zentraler Bedeutung. Drei Gründe können dafür aufgeführt werden:

Im Litoral erwärmt sich das Wasser stärker als in den übrigen Teilen des Sees, wodurch die Jungfische rascher wachsen können. Rasches Wachstum ist für junge Fische überlebenswichtig, da die rasch wachsenden Tiere schneller dem Spektrum des Haupt-Fressfeindes entwachsen. Neben der höheren Temperatur bieten Seichtwassergebiete den Jungfischen auch einen direkten Schutz vor Fressfeinden, da diese im seichten Wasser schlechter jagen können.

Die im Litoral wachsenden Wasserpflanzenbestände bieten den Jungfischen Versteckmöglichkeiten und Schutz vor Fressfeinden. Zudem bilden sie dank ihrer riesigen Oberfläche das Substrat für eine Vielzahl von Gewässerorganismen, welche wiederum als Nahrung für die Jungfische dienen. Fischökologische Untersuchungen im Litoral des Thunersees belegen hohe Jungfischdichten und eine grosse Artenvielfalt in diesen Flachwasserzonen (BÜSSER 1993a; BÜSSER 1993b). Aus diesem Grund ist das Litoral mit den Wasserpflanzenbeständen von zentraler Bedeutung für Jungfische diverser Arten.

Wasserschilf wichtiger Lebensraum

Innerhalb des Litorals sind Areale mit überfluteter Vegetation und Wasserschilf sehr wichtige Lebensräume für Jungfische (GUTHRUF 2001). Deswegen sollte die Wasserschilffläche auch während des Sommers nicht reduziert werden. Auch für die Jungfische spielen die grossflächigen Flachufer in Gwatt und vor der Weissenau eine sehr wichtige Rolle, sowohl hinsichtlich der Fläche mit untergetauchten Wasserpflanzen (JUGE et al. 1992) als auch hinsichtlich der Wasserschilfbestände (vgl. Kap. 6.3.2.1).

Beeinträchtigte Schilfbestände

Die Schilfbestände im Gwattlischenmoos und in der Weissenau sind heute durch einen Zaun grossräumig vor Schwemmholzeintrag und vor Störungen durch Freizeitaktivitäten geschützt. Trotz dieser Schutzmassnahmen gelangte – vermutlich während der Hochwasser 1999 und 2005 – in grossen Mengen Schwemmholz in die eingezäunten Flächen und führte in beiden Gebieten zu grossflächigen Verlusten bei den Wasserschilfbeständen.

Wassertiefe Wasserschilf

Die Wassertiefen in der Weissenau und dem Gwattlischenmoos wurden mit 39 Einzelmessungen erhoben. Dabei zeigte sich, dass die Wassertiefen vor dem Wasserschilf bei einem Seepegel von 557.68 m ü.M. an beiden Standorten sehr stark schwankten:

In der Weissenau war das Wasser bei den seeseitigsten Schilfhalmen durchschnittlich 58 cm, beim Gwattlischenmoos 49 cm tief. Auch an der Aussengrenze der geschlossenen Wasserschilfbestände war das Wasser in der Weissenau im Mittel tiefer als im Gwattlischenmoos (46 bzw. 31 cm).

Gräben Weissenau – Golfplatz

Die bestehenden Gräben zwischen dem Thunersee (Weissenau) und dem Golfplatz Interlaken-Unterseen sind teilweise wertvoll als Lebensraum für Fische. Die Passierbarkeit dieser Gräben für Fische wurde am 18. Oktober 2005 (Pegel Thunersee 557.68 m ü.M.) und am 8. August 2006 (Thunersee 557.72 m ü.M.) (KIRCHHOFER & BREITENSTEIN 2006) bestimmt.

Während die Durchgängigkeit im südöstlichen Bereich zum grossen Teil gewährleistet ist, verhindern im mittleren und im westlichen Bereich Auflandungen am Seeufer, Holzschwellen sowie zu geringe Wasserführung eine Fischwanderung.

Die Gräben im südöstlichen Teil müssen weiterhin durchwanderbar bleiben. Im mittleren und im westlichen Teil könnte die Durchwanderbarkeit für Fische durch Vertiefung der Gräben bzw. durch Erhöhung der Wasserführung verbessert werden. Die Verlandungen im Mündungsbereich müssen durch Materialentnahmen periodisch entfernt werden. Es bestehen somit bereits im Ausgangszustand Defizite bezüglich der Durchgängigkeit der Gräben für Fische

Hechtlaichplätze

Bei einem durchschnittlichen Pegel von 557.32 m ü.M. im ersten Laichmonat des Hechtes (März) und von 557.60 m ü.M. im zweiten Laichmonat April (BAFU, Periode 1941 – 2005) wird klar, dass je nach Zeitpunkt des Anstiegs des Seepegels nur geringe oder sehr grosse Wasserschilfflächen für die laichenden Hechte zur Verfügung stehen.

Betrachtet man die maximalen Wassertiefen im Bereich der Wasserschilfgrenze, so ist davon auszugehen, dass die Hechte auch bei sehr tiefem Seepegel im Wasserschilf laichen können. Die Wasserschilfbestände im Gwattlischenmoos und noch ausgeprägter diejenigen in der Weissenau sind deshalb heute sehr wichtig für die natürliche Fortpflanzung des Hechtes. Eine Absenkung des Wasserstandes während der Laichzeit würde kurzfristig zu grossflächigen Verlusten an Hecht-Laichplätzen führen.

Laichplätze karpfenartige Fischarten

Für die karpfenartigen Fischarten, welche später im Jahr laichen, sind die Pegel (557. 77 m ü.M. im Mai und 557.86 m ü.M. im Juni) höher und damit die verfügbaren Wasserschilfflächen bedeutend grösser. Die Bedeutung des Wasserschilfs ist für die Karpfenartigen ebenso gross wie für die Hechte.

Felchenlaichplätze im Uferbereich

Im Thunersee leben vier verschiedene Felchenrassen. Drei davon (Brienzlig, Albock, Kropfer) pflanzen sich in grösserer Tiefe fort. Der Balchen (auch uferlaichender Albock genannt) hingegen laicht in geringer Wassertiefe ab (0.1 bis 0.5 m, gelegentlich bis 1 m Tiefe), wobei kiesige Substrate (Korndurchmesser 1 bis 10 cm) mit grobporigem Lückenraum für die Eiablage aufgesucht werden. Flächen mit felsigem, blockigem, sandigem Untergrund werden ebenso gemieden wie Kiesflächen mit versandetem oder verschlammtem Lückensystem.

Die Tiere laichen in der zweiten Dezemberhälfte ab. Die Embryonen schlüpfen erst Mitte Februar (BÜSSER 1998). Die Art hat in den letzten Jahren stetig abgenommen. Als Ursache werden Veränderungen in der Wasserstandsregulierung vermutet, welche bewirkten, dass viele Flächen mit geeignetem Laichsubstrat bereits vor der Laichzeit trocken fallen oder während der Eientwicklung austrocknen (BÜSSER 1998). Jegliche Veränderung hin zu noch niedrigeren Pegelständen im Winter würde sich deshalb fatal auf die noch vorhandenen Bestände auswirken.

Auswirkungen des Vorhabens

Äschenlaichplätze in Thun

In den Jahren 1999 bis 2005 sank der Seepegel während der Äschenlaichzeit und während der Entwicklung der Äscheneier (Anfang März bis Ende April) minimal um 5 cm (2005) und maximal um 32 cm (2001). Der Durchschnitt lag bei 17.9 cm. Bei Umsetzung der Variante 2009 sinkt der Pegel im Durchschnitt etwas stärker als im Ist-Zustand, nämlich um 20.9 cm, wobei die Schwankungsbreite abnimmt. Auf diese Weise nimmt das Risiko geringfügig zu, dass Laichgruben trocken fallen, was zum Tod der Eier und Embryonen führen kann. Diese Differenz geht allerdings im Schwankungsbereich unter.

Kombination Abfluss und Seepegel

Bei einer Kombination aus niedrigem Abfluss und hohem Pegel sind die Fliessgeschwindigkeiten über den Laichplätzen besonders niedrig, so dass nur ein geringer Teil der Laichplatzfläche benutzt werden kann. Auch der Erfolg der Eientwicklung kann beeinträchtigt werden, wenn diese Kombination zu lange andauert. Zwischen 1999 und 2005 trat die geschilderte Kombination an durchschnittlich sieben Tagen auf bei einer Schwankungsbreite zwischen 0 und 19 Tagen.

Bei der Umsetzung der Variante 2009 tritt die ungünstige Kombination deutlich seltener auf, nämlich an 1.7 Tagen. Damit herrschen während eines sehr geringen Teils der 35-60 Tage dauernden Eientwicklung ungünstige Bedingungen. Dies ist im Wesentlichen auf eine den natürlichen Verhältnissen entsprechende Beziehung zwischen Abfluss und Pegel im April zurückzuführen. Im März weichen die Werte von Abfluss und Pegel nicht vom Ist-Zustand ab.

Aus Sicht des Äschenlaichgebiets in Thun ist die Variante 2009 hinsichtlich Kombination Abfluss und Seepegel deutlich besser zu bewerten als der Ist-Zustand.

Äschenlaichfischfang

Im grossen Äschenlaichgebiet in Thun wird während der Äschenlaichzeit Laichfischfang betrieben. Nach heute geltendem Abflussregime ist an durchschnittlich 31 Tagen ein Laichfischfang gut möglich, was 53% der Laichperiode entspricht. Die Werte schwankten je nach Jahr zwischen 11 (1999) und 44 Tagen (2003). An durchschnittlich 7 Tagen ist ein Laichfischfang erschwert und an 20 Tagen infolge zu hohen Abflusses gänzlich unmöglich.
Bei der Umsetzung der Variante 2009 kann durchschnittlich nur noch an 29.1 Tagen bzw. 50% der Laichperiode erfolgreich gefischt werden, da der Abfluss zu hoch ist. Das sind 1.6 Tage weniger als im heutigen Zustand.

Der wesentliche Teil des Laichfischfangs erfolgt jedoch im März mit einem gegenüber heute unveränderten Abflussregime der Aare. Die Bedingungen für den Laichfischfang werden sich bei Umsetzung der Variante 2009 geringfügig verschlechtern. Durch Rücksichtnahme auf die Laichfischerei bei der Wehrsteuerung sollten diese Nachteile aber aufgefangen werden können.

Äschenlarven in der Aare (Seeausfluss)

Die Äschenlarven reagieren sehr empfindlich auf hohe Abflüsse. Sowohl bezüglich des Mittelwerts (Variante 2009 identisch wie Ist-Zustand) wie auch der Häufigkeitsverteilung der Abflüsse unterscheiden sich die zwei Varianten nur sehr geringfügig.

Kombination Abfluss und Seepegel

Ein Zusammentreffen von hohen Abflüssen und hohen Pegeln wirkt sich negativ auf die Äschenlarven aus, da bei hohem Abfluss die Fliessgeschwindigkeit generell zunimmt und bei hohem Pegel die für die Äschenlarven wichtige Strukturen wie Kiesbänke, Totholz, und die zur Strömungsberuhigung eingebrachten "Besen" überflutet sind.

Diese ungünstige Kombination aus Abfluss und Pegel kam zwischen 1999 und 2005 in der betreffenden Periode im Durchschnitt an 2.6 Tagen im Jahr vor, wobei die Häufigkeit je nach Jahr zwischen 0 und 18 Tagen schwankten. Bei Umsetzung der Variante 2009 kann die Häufigkeit dieser ungünstigen Kombinationen geringfügig auf unter 1.8 Tage im Jahr gesenkt werden. Die Situation für die Äschenlarven im Laichgebiet in Thun ändert sich nur geringfügig, wobei ungünstige Kombinationen aus Abfluss und Pegel gegenüber heute tendenziell seltener auftreten.

Fortpflanzung von Hechten

mittlerer Pegelstand

Mit Röhricht oder Wasserpflanzen bewachsene Flachwasserzonen sind sehr wichtige Laichhabitate für den Hecht. Aus diesem Grund ist ein erhöhter Pegel während der Hechtlaichzeit (Anfang März bis Ende April) an sich sehr wünschenswert.

Im Vergleich der Variante mit dem Ist-Zustand unterscheidet sich der Pegelstand nur geringfügig: Im Durchschnitt ist der Pegel nach dem neuen Wehrreglement um 3cm tiefer, was im Schwankungsbereich untergeht. Für laichende Hechte hat das neue Wehrreglement weder negative noch positive Auswirkungen.

Pegelsenkung während Eientwicklung

Starke Pegelsenkungen während der Laichzeit und Eientwicklung können dazu führen, dass die Eier trocken fallen und zu Grunde gehen. Dieser Rückgang beträgt heute im Durchschnitt 18 cm, wobei die Werte je nach Jahr zwischen 5 (2005) und 32 cm (2001) schwankten.

Bei Anwendung der Variante 2009 sinkt der Pegel während der Eientwicklung des Hechtes im Durchschnitt um 20.9 cm, wobei der maximale Pegelrückgang (32 cm) unverändert bleibt. Somit nimmt das Risiko gegenüber dem heutigen Zustand geringfügig zu, dass Hechtplätze trocken fallen.

Seeforelle

Der Austausch der Seeforelle zwischen der Aare in Interlaken und Thunersee ist auch bei Variante 2009 (keine Veränderung des mittleren Sommerwasserstandes) möglich (pers. Mitteilung U. Lehmann, B. Rieder H. Roth , Fischereiaufseher).

Laichplätze und Jungfischhabitate in der Uferzone

Zahlreiche karpfenartige Fischarten laichen im Sommerhalbjahr in der Uferzone in Wasserschilf- und Wasserpflanzenbeständen. Auch die Jungfische dieser Arten und Junghechte sind sehr stark auf Wasserschilf- und Wasserpflanzenbestände angewiesen.

Durch den Verzicht einer dauernden Pegelabsenkung um 10 cm treten keine Verluste der Litoralfläche auf, wodurch keine negativen Auswirkungen auf die Fischfauna der Flachwasserzonen des Thunersees zu erwarten sind.

Gräben Weissenau – Golfplatz

Die Situation für die Gräben in der Weissenau entspricht weitgehend dem Ausgangszustand.

Felchenlaichplätze im Uferbereich

Höhe Seepegel und Rückgang Pegel

Gemäss Definition des neuen Wehrreglements weichen in den Winterrmonaten (November bis und mit März) weder Pegel noch Abfluss vom Ist-Zustand ab. Aus diesem Grund verändert sich weder der mittlere Pegel und die damit zusammenhängende Laichfläche, noch kommt es zu einem Pegelrückgang während der Eientwicklung.

Fazit

Für die laichenden Äschen im Gebiet von Thun kommt es gesamthaft betrachtet zu einer verbesserten Situation. Hingegen wird der Laichfischfang etwas erschwert und die Abnahme der Pegel führt zu geringfügigen Verschlechterungen für Hechte (Laich- und Eientwicklung).

Ansonsten bleibt die Situation für Hechte (Larvalphase), Karpfenartige, Felchen und Seeforelle mit Variante 2009 unverändert, ebenso ist die Zugänglichkeit zu den Gräben in der Weissenau ungeschmälert möglich.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen für die Fischfauna vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Es ist mit keiner verbleibenden Belastung der Umwelt zu rechnen.

6.4.6 Amphibien

Die nachfolgenden Angaben (Erhebung Wasserstände, Artenlisten und die entsprechenden Schlussfolgerungen) stammen von Beatrice Lüscher und Thomas Leu (beide KARCH), März bis August 2007 bzw. aus LÜSCHER (2006).

Schutzstatus Amphibien

Alle Amphibien und ihre Lebensräume sind bundesrechtlich geschützt (Art. 18 NHG; Art. 20 NHV). Der Kanton Bern hat diesen Schutz übernommen (Art. 25-28 NSchV). 14 der 20 schweizerischen Amphibienarten gehören bei Anwendung der strengen IUCN-Kriterien der neuen Roten Liste (SCHMIDT; ZUMBACH 2005) an. Kammmolch, Teichmolch, Geburtshelferkröte, Gelbbauchunke, Kreuzkröte und Laubfrosch sind stark gefährdet, Feuersalamander, Fadenmolch und Erdkröte verletzlich und die Wasserfrösche sind potentiell gefährdet.

Ausgangszustand

Im Projektperimeter liegt ein Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (BE 556 Weissenau). Der Schutz dieses Laichgebietes ist durch die Verordnung zum Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung, AlgV) vom 15.6.2001 sowie durch die dazugehörige Vollzugshilfe (RYSER, 2002) geregelt. Das Objekt ist in seiner Qualität und Eignung als Amphibienlaichgebiet sowie als Stützpunkt für das langfristige Überleben und die Wiederansiedlung weiterer Standorte durch gefährdete Amphibienarten ungeschmälert zu erhalten (AlgV Art. 6).

Artenvorkommen gemäss CSCF und KARCH

Ein Datenbankauszug des CSCF und der KARCH, unter Berücksichtigung aller Einträge ab 1980, zeigt in den Naturschutzgebieten Weissenau, Gwattlischenmoos und Seeallmend Meldungen für folgende Arten:

- Weissenau: Erdkröte, Fadenmolch, Bergmolch, Grasfrosch, Wasserfrösche und Gelbbauchunke
- Gwattlischenmoos: Gelbbauchunke
- Seeallmend: es sind keine Amphibienvorkommen gemeldet
- Kanderdelta: Wasserfrösche, Grasfrosch, Gelbbauchunke

In der Datenbank sind Einzelfunde verschiedener Arten (z. B. Erdkröte) an verschiedenen Orten enthalten.

Vorkommen Gelbbauchunken

Die Situation der Gelbbauchunken im Berner Oberland ist sehr besorgniserregend: Über die Hälfte der einst bekannten Populationen ist aus verschiedenen Gründen innerhalb der letzten Jahrzehnte ausgestorben. Um dieser Tendenz entgegenzuwirken, müssen wieder optimale Lebensbedingungen in verschiedenen, gut miteinander vernetzten Gebieten angeboten werden. Neben der offensichtlichen Zerstörung der Habitate oder der Fortpflanzungsgewässer, was den grössten Anteil der Aussterbeereignisse erklärt, sind Faktoren wie die Sukzession der Gewässer (Zuwachsen, Vertrocknen) wohl auch ein Grund für den Rückgang der Art (MÖHL u. LÜSCHER, 2005).

In der Weissenau und im Kanderdelta kommen aktuell die gemäss der Roten Liste stark gefährdeten Gelbbauchunken vor. Die Gelbbauchunken leben vor allem in Gebieten, die ihrem Herkunftshabitat Aue ähnlich sind. Sie pflanzen sich in kleineren, regelmässig austrocknenden, aber zwischen April und August wasserführenden Tümpeln fort. Um Unkenpopulationen zu erhalten, müssen solche Habitate erstellt und gefördert werden. Solche Pionierstandorte bedürfen einen relativ geringen Aufwand bei der Schaffung, müssen aber in regelmässigen Abständen gezielt gepflegt werden.

Begehungen 2007

Aufgrund unvollständiger Kenntnisse der durch Amphibien besiedelten Fortpflanzungsgewässer und ihrer Wasserstandsschwankungen im Untersuchungsperimeter wurden mehrere Begehungen durch die KARCH durchgeführt. Dabei wurden sowohl die beobachteten Arten sowie die Lage der Amphibiengewässer notiert und deren Abhängigkeit vom Seepegel erfasst. Neben der stark gefährdeten Gelbbauchunke wurden vor allem die Laichstandorte von Gras- und Wasserfrosch sowie deren Larvalentwicklung verfolgt, da in diesen Entwicklungsstadien die grössten Beeinträchtigungen durch Wasserstandsabsenkungen auftreten können. Molche sowie in den See wandernde Erdkröten wurden nicht gezielt erfasst.

Fortpflanzungsgewässer Amphibien

In den Gebieten Kanderdelta sowie Weissenau (Naturschutzgebiet und Golfplatz) wurden 21 Amphibienlaichgewässer auf insgesamt 9 Begehungen beobachtet (Zeitspanne März –Juli 2007). Wegen zu hoher Wasserführung der Kander musste auf zwei Begehungen des Kanderdeltas verzichtet werden.

Die Lage der Amphibiengewässer ist in 2 Karten im Anhang 6 dargestellt.

Aktuell keine Laichgewässer im Gwattlischenmoos und Seeallmend

Vom See getrennten Laichgewässer wurden im Gwattlischenmoos und der Seeallmend im Uferbereich nicht festgestellt. Diese Gebiete weisen aber ein hohes Potential für Amphibien aus, die bestehenden Lebensräume sind als Landlebensräume für Amphibien geeignet. Würden auf Amphibien ausgerichtete Tümpel oder Weiher im Gebiet erstellt, könnten sie einen hohen Wert als Fortpflanzungsgewässer für Amphibien erreichen. Das Sundlauendelta und das Lombachdelta weisen ebenfalls keine Laichgewässer auf. Bei ersterem ist dies auf die Steilheit des Gebietes zurückzuführen.

Beobachtete Arten Begehungen

An den Begehungen wurden im Gebiet folgende Froschlurche beobachtet: Gelbbauchunke (*Bombina variegata)*, Grasfrosch (*Rana temporaria)* und Wasserfrösche *(Rana esculenta und Rana lessonae*).
Die Artenliste mit der Anzahl beobachteter Individuen ist im Anhang 7 aufgeführt.

Zur Erfassung der Schwanzlurche hätten zusätzliche Begehungen in der Nacht gemacht werden müssen, was aber unterlassen wurde. Für eine Beurteilung der Wasserstandsschwankungen sind die Daten über Laich und Larven der Froschlurche auch aussagekräftiger, für Schwanzlurche sind die Auswirkungen sehr ähnlich.

Nach Gebieten aufgeteilt zeigt sich für die verschiedenen Arten und Entwicklungsstadien das folgende Bild:

Weissenau Naturschutzgebiet

Im seenahen Bereich der Weissenau (Naturschutzgebiet) wurden Wasserfrösche (Juvenile und Adulte) und Gelbbauchunke (Adulte, Juvenile und Larven) beobachtet.

Bedenklicherweise konnten in der Weissenau, wie schon bei Lüscher 2006, keine Erdkröten *Bufo bufo* nachgewiesen werden.

Der Bergmolch *Triturus alpestris* wurde 2006 in der Weissenau bestätigt (LÜSCHER 2006). Der Nachweis des Fadenmolches liegt etwas weiter zurück, es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Art immer noch vorkommt.

Weissenau Golfplatz

Im Bereich des Golfplatzes Interlaken wurden Grasfrosch (Laichballen, Larven und Adulte) und Wasserfrösche (Adulte, Juvenile und Larven) gefunden.

Kanderdelta

Gelbbauchunke (Larven), Grasfrosch (Laichballen, Larven und Juvenile) und Wasserfrösche (Adulte, Juvenile und Laichballen) wurden im Kanderdelta nachgewiesen.

Laichballen

In den beobachteten Laichgewässern lagen die Laichballen jeweils direkt am Boden. Die Position der Laichballen lag zwischen 1 bis 14 cm unterhalb der Wasseroberfläche. Bei einem Absinken des Wassers können also die Flachwasserzonen inklusiv Laich trockenfallen, ohne dass ein weiteres Absinken der Laichballen möglich ist und der Laich somit vertrocknet. Wasserfrosch, Gelbbauchunke und Erdkröte können ihren Laich auch an Vegetationsstrukturen nahe der Wasseroberfläche befestigen, was bei einem abgesenkten Wasserspiegel ebenfalls zum Vertrocknen führen würde.

Resultate Wasserstandsmessungen

An den Begehungen wurde der Wasserstand in den verschiedenen Amphibiengewässern festgehalten und dem Seepegelstand gegenübergestellt. Anhand dieser Daten wurde versucht, die Abhängigkeit der Laichgewässer vom See festzustellen. Nachfolgend werden diese Ergebnisse beschrieben. Die Grafiken für die einzelnen Gewässer sind im Anhang 8 zusammengestellt.

Naturschutzgebiet Weissenau

Die Zusammenhänge Seespiegel – Grundwasserspiegel sind im Naturschutzgebiet Weissenau lokal unterschiedlich und müssen darum von Standort zu Standort neu beschrieben werden. Auch die Auswirkungen des Seespiegelregimes werden gewässerspezifisch beschrieben.

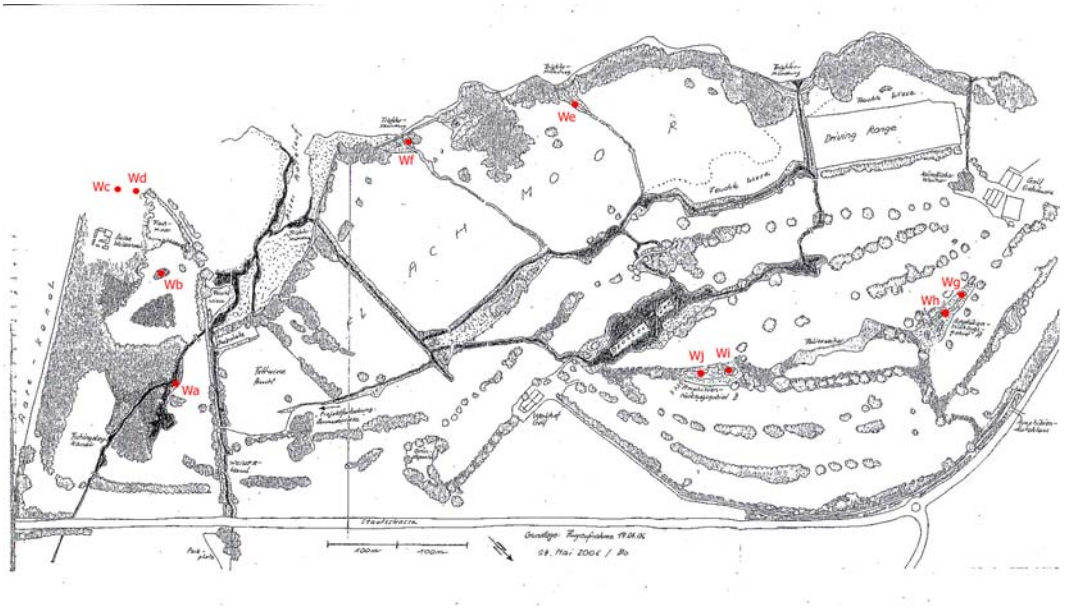

Abbildung 6-1 Lage Amphibiengewässer in der Weissenau

Gewässer c

Das Gewässer c ist ein Flachgewässer in unmittelbarer Umgebung von zwei weiteren gleichartigen Gewässern. Diese drei Tümpel sind aktuell die einzigen im Gebiet, die der Gelbbauchunke als Fortpflanzungsgewässer dienen. Es scheint als würden sie auf einer mindestens teilweise abdichtenden, oberflächennahen Schicht liegen. Aus diesem Grund werden die Einflüsse der Seespiegelschwankungen, die sich beim direkt angrenzenden Gewässer d bemerkbar machen, mindestens im Jahr 2007 von Schwankungen des Oberflächenwassers und von Niederschlägen überlagert. Es wird aber davon ausgegangen, dass in niederschlagsärmeren Jahren der Einfluss des Seespiegels dominanter ist. D.h. eine Absenkung des Seespiegels hat eine verzögerte Absenkung der Gewässertiefe zur Folge (Hinweis darauf ist die verzögerte Reduktion der Wassertiefe ab Mitte Juni 2007).

Weiher d

Weiher d ist tiefer als das direkt benachbarte Gewässer c. Die abdichtende Schicht, welche beim benachbarten Gewässer c zu einem verminderten Versickern des Wassers führt, scheint auf seinen Wasserhaushalt keinen Einfluss zu haben.

Der Wasserspiegel hängt vom Seespiegel ab, was man von März bis Mitte Mai gut sieht. Später scheinen die starken Regenfälle den Wasserspiegel zu erhöhen. Regenfälle können die Übereinstimmung des ersten Teils der beiden Kurven nicht erklären. Seespiegelabsenkungen (auch kurzfristige) senken somit den Wasserspiegel dieses Weihers ab, wenn sie vor und nicht gleichzeitig mit kräftigen Regenfällen erfolgen (bspw. Gefahrenstufe ORANGE). Durch diese Absenkung würden vor allem die randlichen, strukturreichen und wertvollen Flachuferzonen trocken fallen, was je nach Zeitpunkt zum Austrocknen von Laich (Grasfrösche laichen bevorzugt in randlichen Flachwasserzonen ab) oder von Larven führen kann.

Weiher e

Die Wasserstandsschwankungen von Weiher e scheinen nicht in direktem Zusammenhang mit den Seespiegelschwankungen zu stehen. Ebenfalls keinen direkten Zusammenhang zeigt das Profil A19 in KELLERHALS UND HAEFELI, 2007. Ein direkter negativer Einfluss von kurzfristigen Seespiegelabsenkungen auf das Gewässer kann also nicht vorausgesagt werden.

Weiher f

Die Wasserstandsschwankungen von Weiher f stehen in direktem Zusammenhang mit den Seespiegelschwankungen. Ab dem zweiten Messpunkt (03. April) bestand eine direkte Verbindung der beiden Gewässer, was dazu führte, dass die Schwankungen innerhalb des Weihers f nun denjenigen des Thunersees entsprachen. Absenkungen des Seewasserspiegels wirken sich daher unmittelbar auf potentielle Vorkommen von Amphibien aus (austrocknender Laich, Larven in Flachwasserzonen).

Golfplatz Weissenau

Weiher a

Der Weiher a war im März vom See getrennt, der Zufluss versiegt und bildete somit einen unabhängigen Weiher. Mit dem Anstieg des Thunersees entstand im April ein Zusammenschluss der beiden Gewässer, was dazu führte, dass die Schwankungen des Weihers a nun denjenigen des Thunersees entsprachen. Während grösserer Niederschläge führte der aus östlicher Richtung her kommende Tschingeleykanal zusätzlich Wasser in das Gewässer. Ein Einfluss des Kanals auf das Wasserregime im Weiher war aber wegen dem direkten Anschluss an den Thunersee in keiner Weise sichtbar. Absenkungen des Seewasserspiegels wirken sich wegen der Verbindung zum Thunersee unmittelbar auf potentielle Vorkommen von Amphibien aus (austrocknender Laich, Larven in Flachwasserzonen).

Gewässer b

Im Gegensatz zu Weiher a ist das Gewässer b frei von direkten Zu- und Abflüssen. Von März bis Mitte Mai stellt man deutliche Parallelen zwischen dem Wasserstand des Gewässers und dem Wasserstand des Thunersees fest, was auf eine direkte Beeinflussung des Gewässers durch den Thunersee hinweist. Die starken Regenfälle ab Mitte Mai überlagern die Beeinflussung durch den Thunersee. Das Profil P2 aus KELLERHALS UND HAEFELI, 2007, als nächstgelegenem Referenzpunkt, zeigt ebenfalls deutliche Parallelen zum Seewasserspiegel. Regenfälle können die Übereinstimmung des ersten Teils der beiden Kurven nicht erklären. Seespiegelabsenkungen senken somit den Wasserspiegel dieses Weihers unmittelbar ab, da sie vor und nicht gleichzeitig mit kräftigen Regenfällen erfolgen. Durch diese Absenkung werden vor allem die randlichen, strukturreichen und wertvollen Flachuferzonen trocken fallen, was je nach Zeitpunkt zum Austrocknen von Laich (Grasfrösche laichen bevorzugt in randlichen Flachwasserzonen ab) oder von Larven führen kann.

Gewässer g, h, i und j

Der Wasserhaushalt der Gewässer g – j scheint nicht durch die Wasserstandsschwankungen des Thunersees beeinflusst zu werden. Darauf verweist vor allem der sinkende Wasserstand in sämtlichen Gewässern in der Zeitspanne vom 19. März bis 14. Mai, während welcher der Wasserspiegel des Thunersees kontinuierlich anstieg.

Unsere Messungen decken sich mit den Messergebnissen der Studie von KELLERHALS UND HAEFELI, 2007. Gemäss diesen Unterlagen hat die Lage des Seespiegels nur einen marginalen Einfluss auf den Grundwasserspiegel im vom See entfernten Gebiet. Dementsprechend wird der Wasserstand der Amphibiengewässer g, h, i und j hauptsächlich durch die lokalen Witterungsverhältnisse bestimmt.

Lütscheren

Weiher l

Die Messungen an einem der beiden Weiher in der Lütscheren ergeben ein Wasserstandsprofil, das auf den ersten Blick demjenigen des Thunersees sehr gleicht. Aufgrund der Messungen kann aber nicht beurteilt werden, ob der Weiher l vom Thunersee oder von der Aare beeinflusst wird, oder gar ein unabhängiges Wasserregime führt.
Aufgrund fehlender Messungen im März ist nicht ersichtlich, ob in der Zeit von März bis Mitte Mai im Gewässer ein Anstieg des Wasserstandes stattfand. Ein solcher Anstieg parallel zu demjenigen des Thunersees hätte auf eine mögliche Beeinflussung des Wasserhaushaltes durch den Thunersee schliessen lassen.

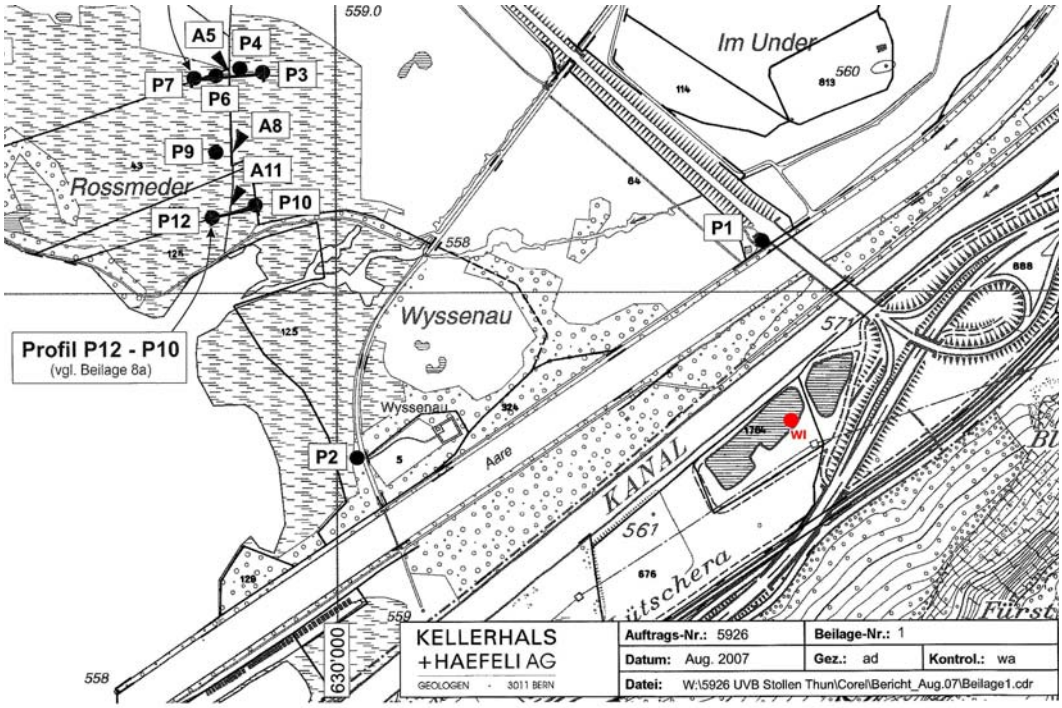

Abbildung 6-2 Lage Amphibiengewässer Lütscheren

Kanderdelta

Auf dem Kanderdelta wurden insgesamt 13 Laichgewässer auf deren Wasserspiegelschwankungen hin untersucht. Aufgrund hoher Wasserführung der Kander und der damit verhinderten Zugänglichkeit des Deltas, fehlen zwei Messpunkte am Ende der Aufnahmeperiode (02.06.2007, 18.07.2007). Anhand der Messungen wird ersichtlich, dass der Wasserhaushalt der Gewässer vom Wasserstand des Thunersees stark und unmittelbar beeinflusst wird. Ein zusätzlicher Einfluss der Kander auf die Gewässer kann aufgrund unserer Daten nicht ausgeschlossen werden. Gemäss CSD, 2006, S.3 wird im Kanderdelta der Grundwasserspiegel vom Seespiegel bestimmt.

Abbildung 6-3 Lage Amphibiengewässer Kanderdelta

Auswirkungen des Vorhabens

Aufgrund der festgestellten Abhängigkeiten der Wasserstände in den Amphibienlaichgewässern vom Seepegel, wird davon ausgegangen, dass die vorgesehenen Absenkungen durch das Betriebsreglement (z.B. REGEN ORANGE) Auswirkungen auf die Amphibien haben.

Verlust Amphibienlebensraum

Die mit dem Betriebsreglement vorgesehene Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen führt gegenüber dem Ausgangszustand zu vermehrten Wasserstandsabsenkungen im Thunersee und in den vom Thunersee beeinflussten Amphibiengewässern. Jede durch das Betriebsreglement ausgelöste Absenkung kann das Austrocknen von Laich und Larven in Flachwasserbereichen bzw. das Austrocknen ganzer Gewässer bedeuten.

REGEN ROT/SCHNEE ORANGE und SCHNEE ROT

Bereits eine ausgelöste Hochwassergefahrenstufe "REGEN ORANGE" kann je nach Situation Laich und Larven in Flachwasserbereichen zum Austrocknen bringen. Die anderen Hochwassergefahrenstufen „REGEN-ROT“, „SCHNEE-ORANGE“ und „SCHNEE-ROT“ wirken sich, wenn ausgelöst, noch negativer aus den Fortpflanzungserfolg von Amphibien aus, da weite Bereiche der Flachuferzonen trocken fallen, Gewässer in ihrer Ausdehnung und Tiefe deutlich abnehmen oder ganz austrocknen können. Dies kann zu Teil- oder Totalausfällen der Fortpflanzung von Grasfrosch, Grünfrosch und Gelbbauchunke führen, je nach Ausmass und Zeitpunkt der Absenkung.

Absenkungen ab Anfang April bis Mitte September können den Fortpflanzungserfolg von Grünfrosch, Molchen und der stark gefährdeten Gelbbauchunke stark negativ beeinflussen.

Weissenau

In vier Weihern in der Weissenau (Weiher a, b, d und f) können die kurzfristigen Absenkungen des Thunersees voraussichtlich zum kurzfristigen Austrocknen für Amphibien relevanter Flachwasserbereiche führen. Dies kann je nach Zeitpunkt zu grossen Verlusten des Nachwuchses von Grasfrosch und Wasserfrosch sowie eventuell Molchen führen.

Kanderdelta

Im Kanderdelta können durch vermehrte Absenkungen des Thunersees 13 Amphibienlaichgewässer zum Teil stark beeinträchtigt werden. Eine Fortpflanzung für Amphibien, insbesondere der gefährdeten Gelbbauchunke, wird voraussichtlich in einem Grossteil der Gewässer nicht mehr alljährlich bzw. nur noch in Einzelfällen möglich sein.

Gewässer W1 und W3

Die Profile der Gewässer W1 und W3 sind genügend tief damit diese in der Fortpflanzungszeit der Gelbbauchunken normalerweise nicht trocken fallen. Auch eine (kurzfristige) Absenkung auf 557.45 m ü.M, würde die Gewässer dieses Types nicht komplett austrocknen lassen.
Durch eine Absenkung auf 557.45 m ü.M. (SCHNEE-ROT) des Wasserspiegels fallen aber grosse Bereiche dieser Flachgewässer trocken. Gemäss unseren Beobachtungen befindet sich der Laich bevorzugt sehr oberflächennah am Rande der Gewässer. Laich und frisch geschlüpfte Larven in diesem Flachuferbereich würden durch eine künstliche Absenkung des Wasserspiegels zerstört. Mobile Larven könnten in tiefere Bereiche des Gewässers flüchten, sofern sie nicht in so genannten „Larvenfallen“ hängen bleiben.

Weiher W4 und W11

Die Weiher W4 und W11 sind Beispiele von sehr seichten, für Gelbbauchunken geeigneten Flachgewässern. Die durchschnittliche Wassertiefe beträgt hier 10-20 cm. Wird die Hochwassergefahrenstufe „SCHNEE-ROT“ ausgelöst und der Seespiegel auf 557.45 m ü.M. abgesenkt fallen diese Gewässer komplett trocken. Bereits eine Absenkung auf die Stufe „REGEN-ROT“ (557.60 m ü.M.) lassen diese Flachgewässer auf eine kleine Restfläche schrumpfen.

Dies hat somit zur Folge, dass Laich und Larven in diesen Gewässern ihre Entwicklung nur sporadisch abschliessen können.

Gelbbauchunke

Die Gelbbauchunke hat eine lange Fortpflanzungsperiode. Diese kann bis Ende Juli dauern. Die Larven steigen zum Teil (in späteren Jahren zum grossen Teil) erst im September aus dem Wasser. Daher können sich Absenkungen vor Mitte September negativ auf den Fortpflanzungserfolg der Gelbbauchunke auswirken.

Erdkröte

Da uns über die Seeuferlaichgebiete vor allem der Erdkröte im Thunersee wenig bekannt ist und uns Daten zu den genauen Laichplätzen fehlen, kann ein Einfluss der durch das Betriebsreglement verursachten Seespiegelabsenkung schlecht abgeschätzt werden. Er kann im Bereich von negativ bis zu irrelevant liegen. Liegen die Laichplätze oberflächennah wie in vielen bekannten Erdkrötengewässern, kann eine kurzfristige Absenkung zum Verlust des Nachwuchses (bzw. eines Grossteils davon) entlang aller besiedelten Ufer am Thunersee führen. Liegen die Laichplätze tiefer, wie zum Teil aus anderen Seen bekannt, ist der Einfluss eher klein.

Vorgesehene Massnahmen

Für die erwarteten Beeinträchtigungen der Amphibiengewässer durch das Betriebsreglement für die Regulierung des Thunersees in Hochwasser-Risikosituationen müssen Ersatzmassnahmen ergriffen werden.

Kanderdelta

Im Kanderdelta müssen diese vor Ort vor allem für die gefährdeten Gelbbauchunken umgesetzt werden. In direkter Umgebung der bestehenden Tümpel zwischen den Kanderläufen sollen mehrere etwas tiefer ausgehobene Tümpel erstellt werden. Um die Risikoverteilung zu optimieren, da je nach Jahr die Einflüsse auf die Gelbbauchunke unterschiedlich stark sein können, sollen südlich der Kanderläufe, seeseitig des Kieswerks, weitere Tümpel angelegt werden. Diese Tümpel werden voraussichtlich der Bevölkerung zugänglich sein, eine Absperrung ist kaum möglich. Wird die Zugänglichkeit eines Teils der Tümpel durch Kleinstrukturen erschwert, sollte ein Nebeneinander möglich sein. Eine Gesamtwasserfläche von mindestens 90 m^2 in Form von mindestens neun Unkentümpeln soll im Kanderdelta, verteilt auf die zwei Standorte, angelegt werden. Die genauen Standorte sind noch mit dem Kieswerk und dem Naturschutzinspektorat zu definieren.

Weissenau

Für die Beeinträchtigung einzelner Amphibienlaichgewässer in der Weissenau müssen Aufwertungsmassnahmen für Amphibien ergriffen werden. Für die zwei tieferen, beeinträchtigten Gewässer (Weiher b und d), welche dem Grasfrosch und dem Wasserfrosch als Lebensraum dienen, sowie die beiden potenziellen Amphibiengewässer (Weiher a und f) soll mindestens ein tieferer Weiher mit Flachwasserzonen erstellt werden (je nach Lage 40 bis 60 m^2 Wasserfläche).
Für die beeinträchtigten Gelbbauchunkentümpel (Gewässer c) sollen an geeigneter Stelle mindestens drei neue Tümpel mit einer Mindestwasserfläche von 30 m^2 erstellt werden.

Für die Umsetzungsstandorte dieser Ersatzmassnahmen gibt es zwei unabhängige Varianten. Die entsprechenden Rahmenbedingungen sind noch abzuklären:

Die Ersatzmassnahmen können zum einen direkt im betroffenen Gebiet (Naturschutzgebiet/Golfplatz) mit zwingender Rücksichtnahme auf bestehende Naturwerte (Flachmoore und Orchideen) vorgenommen werden. Dies hat in enger Zusammenarbeit mit dem NSI und botanischen Fachpersonen zu erfolgen. Zudem sind detaillierte Vorabklärungen nötig.

Eine andere Möglichkeit stellt die Umsetzung der Ersatzmassnahmen im nahe gelegenen Lombachdelta dar, wo ein Teil des Waldes ausgeholzt und das Gelände muldenartig soweit abgetieft werden könnte, dass die gewünschten Weiher und Tümpel entstehen. Auch hier sind noch Vorabklärungen notwendig.

Zeigt sich, dass die oben genannten Massnahmen nicht vollständig umgesetzt werden können, sind folgende weitere Massnahmen möglich:

Gwattlischenmoos

Um den potenziellen Amphibienlebensraum im Gebiet Gwattlischenmoos aufzuwerten, können allenfalls gemeinsam mit dem Naturschutzinspektorat und der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft neue Amphibiengewässer geschaffen werden.

Seeuferlaichgebiete Erdkröte

Für die schwer abzuschätzenden Einflüsse auf die Seeuferlaichgebiete vor allem der Erdkröte am Thunersee ist ein adäquater Ersatz eigentlich nicht machbar. Einem eventuellen Rückgang der Erdkröte kann aber mindestens stellenweise mit neuen, gut geeigneten Laichgewässern und einer verbesserten Durchgängigkeit von den bewaldeten Hängen in Richtung See / neu erstellte Weiher entgegengewirkt werden. Standorte für diese Massnahmen müssten noch festgelegt werden. Weiherstandorte sollten nicht durch Strassen oder Bahn von den Hangwäldern isoliert sein.

Verzögerter Anstieg Frühling

Aus Sicht der Amphibien könnte der See bis Mitte oder Ende Februar künstlich tief gehalten werden, was wetterbedingt schon jetzt Anfang Jahr (Januar-März) der Fall ist. Wenn damit einzelnen nachfolgenden Absenkungen entgegengewirkt werden kann, ist dies für Amphibien idealer. Längere Verzögerungen können aber auch wieder negative Einflüsse haben.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Unnatürliche Absenkungen des Seepegels werden in Zukunft immer wieder negative Einflüsse auf den Fortpflanzungserfolg der Amphibienbestände am Thunersee haben. Ersatzmassnahmen (Angebot an zusätzlichen Laichgewässern und tiefere Laichgewässern) können die negativen Einflüsse teilweise kompensieren und abschwächen. Die oben beschriebenen Auswirkungen können aber nicht vollständig aufgehoben werden. Das Risiko eines Fortpflanzungsausfalls wird durch die Ersatzmassnahmen verteilt und abgeschwächt, aber nicht aufgehoben.

Durch die erwartete natürliche Verlandung dieser Ausgleichsgewässer können die aufgeführten Massnahme aber mit den Jahren an Gehalt verlieren. Im Falle von Verlandungen sind in regelmässigen Abständen Aufwertungen in den für Amphibien relevanten Gebieten (Gwattlischenmoos, Seeallmend, Kanderdelta , Weissenau, weitere Standorte wie z.B. Lombachdelta) durchzuführen und die Amphibienlaichgewässer gezielt zu pflegen.

6.4.7 Wasservögel

Vgl. Fachbericht Wasservögel , Dr. Luc Schifferli, Hans Schmid, Dr. Verena Keller, Vogelwarte Sempach, Juli 2007 in der separaten Beilage Fachexpertenberichte.

Ausgangszustand

In der Schweiz wurden seit 1800 90 % der damals bestehenden Feuchtgebiete entwässert (IMBODEN 1976). Dies ist einer der Hauptgründe für den Rückgang vieler Vogelarten, die in diesem Lebensraum vorkommen. Von 195 regelmässig in der Schweiz brütenden Vogelarten lebten zur Jahrtausendwende 50 oder 25.6 % hauptsächlich in Feuchtgebieten. 37 % der 77 Brutvogelarten der Schweizer Roten Liste brüten hier (KELLER & ZBINDEN 2001). In keinem anderen Lebensraum der Schweiz ist daher die Avifauna derart stark gefährdet wie in Feuchtgebieten. Veränderungen in Feuchtgebieten betreffen also eine bereits jetzt stark gefährdete Vogelartengemeinschaft.

Die zu beurteilenden Massnahmen zur Regulierung des Wasserstandes beeinflussen die Ufervegetation, insbesondere das Wasserröhricht. Dieser Lebensraum ist an den meisten Seen der Schweiz sehr stark zurückgegangen, so dass Wasserröhricht generell nur noch sehr spärlich vorhanden ist.

Thunersee: Rückgang Schilffläche

Der Thunersee hat naturgemäss wenig für diese Vegetation geeignete Flachufer und ist deshalb arm an im Wasser stehendem Röhricht. Auch hier war schon in den 1970er Jahren ein merklicher Rückgang festgestellt worden (z. B. STÜSSI 1978). Ein weiterer Rückgang der Wasserschilffläche ist deshalb unbedingt zu vermeiden.

Geschützte Arten

Alle Vögel, die nicht zu einer jagdbaren Art gehören sind geschützt (JSG Art. 7 Abs. 1). Bei den Wildenten sind die folgenden Arten geschützt: Wildgänse, Halbgänsearten, Säger und Schwäne sowie Marmelenten, Scheckenten, Kragenenten, Runderenten, Spatelenten und Kolbenenten (JSG Art. 7 Abs. 2). Der Schutz der Lebensräume der Vögel wird im Rahmen des NHG festgehalten.

Wasser- und Zugvogelreservat

Im Untersuchungsperimeter liegt gemäss Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate (WZVV) Art. 2, Abs.1, Anhang 1 das Wasser- und Zugvogelreservat Kanderdelta bis Hilterfingen (Nr. 108) von nationaler Bedeutung.
Dieses Reservat dient vielen Wasservogelarten als Überwinterungsplatz und ist ein wichtiger Brutplatz für Kolben- und Reiherente sowie anderer Wasservögel.

Weissenau

Die Weissenau ist ein wichtiges Brutgebiet für Wasservögel, ein bedeutender Rastplatz für Zugvögel und ein Überwinterungsgebiet für nordische Wasservögel.

Brutvögel im Schilfgürtel des Thunersees

Die Dokumentation des Ausgangszustandes (Gefährdungsgrad, aktueller Brutbestand, vgl. Tabelle 6-4) stützt sich im Wesentlichen auf Bestandsangaben vom Reservat Weissenau (BOSSERT 1988, WEGGLER 2005), vom Naturschutzgebiet Gwattlischenmoos (BLASER & HAURI 1976, BAUMGARTNER & JORDI 1991) und von weiteren Seeteilen. Des Weiteren stützt sie sich auf publizierte Bestandsangaben von Höckerschwan (SALATHÉ 1983, SCHMID et al. 2001), Gänsesäger (KELLER & GREMAUD 2003), Haubentaucher (FUCHS 1978a), Reiherente (BIRRER 1991), Kolbenente (HAURI 2000), auf Verbreitungsatlanten der Brutvögel der Schweiz (SCHIFFERLI, GÉROUDET & WINKLER 1980; SCHMID et al. 1998) und wird ergänzt durch Beobachtungen in den Datenbanken der Schweizerischen Vogelwarte Sempach (H. Schmid). Der "aktuelle Status" beruht auf den lückenlosen Bestandserhebungen der Weissenau von 1976 bis 2003 (WEGGLER 2005). Der Bestand des Thunersees wird aufgrund der erwähnten Werte der Weissenau und anhand von Bestandsschätzungen vom Gwattlischenmoos (BAUMGARTNER & JORDI 1991) in Grössenklassen angegeben.

Der Thunersee zeichnet sich durch eine grosse Artenvielfalt an Schwimmvögeln auf. Er beherbergt alle drei bei uns vorkommenden Lappentaucherarten, wobei der Schwarzhalstaucher als Spezialität für den Thunersee gelten kann und hier erst in den letzten Jahren zu brüten begonnen hat. Unter den Entenarten sind aus nationaler Sicht insbesondere Reiherente, Kolbenente sowie der Gänsesäger zu erwähnen.

Da sich die zu prüfenden Auswirkungen in erster Linie auf den Schilfgürtel auswirken, konzentrieren wir uns auf Brutvogelarten, welche in diesem speziellen Lebensraum vorkommen. Höckerschwan und Stockente, welche auch ausserhalb des Schillfgürtels nisten, das Blässhuhn, das geringe Ansprüche an den Lebensraum stellt, die Zwergdommel, von der nach 1954 keine Brutnachweise vom Thunersee mehr vorliegen und der Gänsesäger, der nicht im Röhricht brütet, wurden nicht berücksichtigt.

Die Tabelle 6-4 zeigt die am Thunersee vorkommenden Brutvogelarten.

		Gefährdungsgrad Rote Liste Schweiz	Aktueller Brutbestand Thunersee
Brüten regelmässig			
Höckerschwan	*Cygnus olor*	nicht beurteilt	klein
Stockente	*Anas platyrhynchus*	nicht gefährdet LC	gross
Kolbenente	*Netta rufina*	stark gefährdet EN	klein
Reiherente	*Aythya fuligula*	potenziell gefährdet NT	mittel
Gänsesäger	*Mergus merganser*	verletzlich VU	mittel
Zwergtaucher	*Tachybaptus ruficollis*	nicht gefährdet LC	sehr klein
Haubentaucher	*Podiceps cristatus*	nicht gefährdet LC	gross
Teichhuhn	*Gallinula chloropus*	nicht gefährdet LC	sehr klein
Blässhuhn	*Fulica atra*	nicht gefährdet LC	gross
Flussregenpfeifer	*Charadrius dubius*	verletzlich VU	sehr klein
Teichrohrsänger	*Acrocephalus scirpaceus*	nicht gefährdet LC	mittel
Sumpfrohrsänger	*Acrocephalus palustris*	nicht gefährdet LC	klein
Rohrammer	*Emberiza schoeniclus*	nicht gefährdet LC	mittel
Brüten unregelmässig			
Schwarzhalstaucher	*Podiceps nigricollis*	verletzlich VU	sehr klein
Wasserralle	*Rallus aquaticus*	nicht gefährdet LC	sehr klein
Brüten ausnahmsweise			
Schnatterente	*Anas strepera*	stark gefährdet EN	sehr klein
Krickente	*Anas crecca*	verletzlich VU	sehr klein
Knäkente	*Anas querquedula*	stark gefährdet EN	sehr klein
Tafelente	*Aythya ferina*	verletzlich VU	sehr klein
Tüpfelsumpfhuhn	*Porzana porzana*	verletzlich VU	sehr klein
Feldschwirl	*Locustella naevia*	verletzlich VU	sehr klein
Rohrschwirl	*Locustella luscinioides*	potenziell gefährdet NT	sehr klein
Drosselrohrsänger	*Acrocephalus arundinaceus*	verletzlich VU	sehr klein

Tabelle 6-4: Brutvogelarten am Thunersee, die im Schilfgürtel und auf der offenen Wasserfläche leben. Gefährdungsgrad gemäss Status Rote Liste (KELLER et al. 2001).
Aktueller Brutbestand am Thunersee, basierend auf Bestandsangaben für die Weissenau (BOSSERT 1988, WEGGLER 2005) und das Gwattlischenmoos (BLASER & HAURIi 1976, BAUMGARTNER & JORDI 1991), ergänzt durch Angaben aus den Datenbanken der Schweizerischen Vogelwarte Sempach (H.Schmid) sowie Angaben zu anderen Gebieten des Thunersees. Grössenklassen des Brutbestands, Anzahl Brutpaare (BP): sehr klein = bis zu 5 Brutpaare, klein = 6 bis 20 BP, mittel = 21 bis 50 BP, gross = mehr als 50 BP.

Auswirkungen des Vorhabens

Wasser- und Zugvogelreservat

Die Variante 2009 hat für die hauptsächlich im Wasser- und Zugvogelreservat Kanderdelta bis Hilterfingen anzutreffenden Wintergäste keine Auswirkungen.

Weniger Hochwasserspitzen

Die Variante 2009 führt zu selteneren Anstiegen und Überschreitungen der Hochwassergrenze durch temporäre Absenkungen. Die Schilfbestände werden kaum beeinträchtigt (vgl. Kap. Schilf).

Von den in Tabelle 6-4 aufgeführten Vogelarten brüten die sechs Entenarten und die drei Rallenarten sowie Feldschwirl und Rohrammer auf leicht erhöhten Stelllen in der Ufervegetation im Bereich des Wasserspiegels; der Flussregenpfeifer nistet auf Kies- und Sandbänken im Kanderdelta (BLASER 1990). Viele Gelege dieser 12 Arten werden bei Hochwasser überflutet. Zu Beginn der Brutsaison werden Nestverluste durch Nachgelege ersetzt. Bei mehrmaligen Hochwassern zwischen Anfang Mai und Mitte Juli kann der Schlüpferfolg jedoch sehr stark beeinträchtigt werden.

Mit der Variante 2009 dürfte der Schlüpferfolg von Enten und Rallen möglicherweise steigern, da die Gefahr, dass Nester überschwemmt würden, sinkt.

Die betroffenen Arten scheinen allerdings auch mit den bestehenden Bedingungen einigermassen zu Recht zu kommen. Bei den Thuner Kolbenenten beispielsweise erscheinen nach Beobachtungen von HAURI (2000) "nur selten mehr als die Hälfte der Weibchen später mit Jungen. Diesen recht geringen Fortpflanzungserfolg kennt man keineswegs nur vom Thunersee, er findet sich an den meisten Brutstellen".

Kolbenenten nisten allerdings zum Teil deutlich über dem Wasserspiegel in Gärten, Mauern etc. Andere Arten wie die Reiherente dürften von Hochwasser viel stärker betroffen sein.

Die kurzfristigen Absenkungen, die während der Brutzeit nur selten nötig sein sollten, dürften das Brutgeschäft der Vögel kaum beeinträchtigen.

Schlussfolgerung

Da sich die Regulierungsvariante 2009 und das Betriebsreglement nicht auf die Ausdehnung der Schilfflächen auswirken dürfte, die für den Bestand von Brutvögeln wichtig sind, sind dadurch kaum negative Auswirkungen auf die Avifauna des Thunersees zu erwarten.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen zum Schutz der Wasservögel vorgesehen.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Die Variante 2009 kann somit für den Fachbereich Wasservögel als umweltverträglich angesehen werden.

6.5 Landschaftsschutz / Kulturgüterschutz

Ausgangszustand

Landschaftsschutz: BLN-Objekt

Die Weissenau ist ein Objekt des Bundesinventars der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) (Objektnummer 1508). Die Bedeutung der Weissenau wird wie folgt umschrieben: Natürliches Seeufer mit artenreicher Pflanzenwelt (Verlandungsbestände, vielseitige Sumpfvegetation). Wichtiges Brutgebiet, Mausergewässer sowie artenreiches Durchzugs- und Überwinterungsgebiet für Vögel. Burgruine Weissenau.

Die Aufnahme eines Objekts ins BLN besagt, dass es in besonderem Masse die ungeschmälerte Erhaltung oder jedenfalls die grösstmögliche Schonung verdient. Das BLN stellt für die Bundesstellen mit landschaftsbezogener Tätigkeit eine verbindliche Richtlinie dar. Das BLN entfaltet hingegen keine weiterreichende Rechtswirkung, insbesondere nicht auf das Grundeigentum.

Kulturgüterschutz

Entsprechend dem kantonalen Denkmalpflegegesetz (DPG) werden Objekte auf Grund ihrer Schönheit als schützenswert bzw. erhaltenswert bezeichnet.

Im Inventar der Kantonalen Denkmalpflege sind die entsprechenden Objekte eingetragen. Entlang des Thunersees befinden sich diverse schützenswerte und erhaltenswerte Objekte in direkter Ufernähe:

Schützenswerte Objekte

Leissigen:

- Badhaus (vor Kirche)

Därligen

- Wohnhaus

Sigriswil

- Mühle
- Wohnhaus
- Parkhotel
- Bootshaus
- Wohnhaus zu Hotel Hirschen
- Villa Flora

Oberhofen

- Schloss Oberhofen
- Schloss Oberhofen Bootshaus
- Gartenpavillon zu Villa
- Villa
- Turmhaus
- Rest. Ländte
- Kleinbauernhaus

Thun

- Bootshaus vor Werft
- Schloss Schadau
- Schadau Eckhaus
- Scherzligkirche
- Dampfschiff
- Thunerhof

erhaltenswerte Objekte

Leissigen:

- Badehaus

Därligen

- Gemeindewaschhaus

Beatenberg

- Bootshaus zur Villa

Sigriswil

- Garage
- Diverse Wohnhäuser
- Diverse Bootshäuser
- Hotel Hirschen
- Bootshaus zum Hotel Hirschen
- Badhaus
- Villa Oertli

Oberhofen

- Bootshaus Seeörtli
- Schiffländte Wartehaus

Thun

- Bootshaus beim Strandbad
- Strandbadehaus

Neben diesen schützenswerten und erhaltenswerten Objekten in unmittelbarer Ufernähe gibt es weitere Objekte von denkmalpflegerischer Bedeutung entlang des Thunersees. Diese wurden jedoch bei in der vorliegenden Beurteilung nicht miteinbezogen, weil sie durch eine Strasse, eine Bahnlinie oder einen Parkplatz vom See getrennt werden oder weil die Distanz zum See hin zu gross ist.

Auswirkungen des Vorhabens

BLN-Gebiet

Die Auswirkungen für das BLN-Gebiet Weissenau hängen in erster Linie davon ab, wie sich die Variante 2009 auf die Flachmoore und Schilfbestände in der Weissenau auswirkt. Die entsprechenden Ausführungen zu diesen beiden Themenbereichen sind in Kapitel 6.3.1 und 6.3.2.1 aufgeführt.

Schützenswerte und erhaltenswerte Objekte

Für die schützenswerten und erhaltenswerten Objekte ergeben sich durch die Variante 2009 keine Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand.

Die Fotos der entsprechenden Objekte (siehe Anhang 9) wurden am 24. März 2007 bei einem Seepegel von 557.57 m ü.M gemacht. Dieser Seepegel liegt ca. 20 cm tiefer als der mittlere Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. für die Variante 2009.

Vorgesehene Massnahmen

Es sind keine Massnahmen für den Bereich Kulturgüterschutz vorgesehen. Massnahmen für das BLN-Gebiet Weissenau sind in Kapitel 6.3.1 und 6.3.2.1 aufgeführt.

Verbleibende Belastung der Umwelt

Es ist mit keiner verbleibenden Belastung für den Bereich Kulturgüterschutz zu rechnen.

6.6 Aare Thun – Bern

In diesem Kapitel werden nur Aussagen zu den Projektauswirkungen auf die Aare im Bereich unterhalb Thun gemacht, für die allenfalls Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

6.6.1 Hydrologie

Im Technischen Bericht zum Projekt Aarewasser finden sich zur Thematik Hydrologie die folgenden Angaben.

Ausgangszustand Grundwasser

"Der Untergrund des Projektgebietes besteht vorwiegend aus postglazialen Aareschottern, die von einer Deckschicht von variabler Mächtigkeit überlagert sind. Im Liegenden der Aareschotter sind Seetone zu finden. Die Staueroberfläche befindet sich im Süden mehr als 20 m und im Norden rund 5-10 m unter Terrain. Innerhalb der Aareschotter zirkuliert ein zusammenhängender Grundwasserstrom, der sich mehr oder weniger von Thun bis nach Muri erstreckt. Das Grundwasser fliesst generell in Richtung NNW bis NW, mit einem mittleren Gradienten von 0.2 – 0.4%. Zwischen der Aare und dem Grundwasserstrom findet infolge der hydraulischen Verbindung ein ständiger Druckausgleich statt. Jede Niveauänderung des Aarespiegels bewirkt eine Veränderung der Grundwasserverhältnisse im angrenzenden Grundwasserstrom. Je nach Aarestand sind In- oder Exfiltrationsvorgänge massgebend.
Das ganze Gebiet zwischen Thun und Bern beidseits der Aare liegt fast vollständig im Gewässerschutzbereich Au und stellt eines der grössten Grundwasservorkommen des Kantons dar. Das Grundwasser wird intensiv genutzt. Einige der bedeutendsten Grundwasserfassungen des Kantons befinden sich in unmittelbarer Nähe der Aare oder aber im Einflussbereich derselben." (BVE, 2007)

Auswirkungen Grundwasser

Die Veränderung der Abflussmengen hat nur einen marginalen Einfluss auf die Grundwasservorkommen entlang der Aare. Es sind somit keine Auswirkungen zu erwarten.

6.6.2 Geschiebetrieb Aare

Der Geschiebetrieb in der Aare führt zu einer fortgesetzten Eintiefung. Die mittlere Eintiefungsrate am Unterlauf der Aare liegt im Bereich von 1 cm/Jahr. Der Geschiebetrieb setzt bei Abflussmengen von 180 – 250 m^3/s ein.

Ziel des Projektes Aarewasser ist die Reduktion der Erosionstendenz durch eine Verbreiterung des Flusslaufes, die eine Verlangsamung der Fliessgeschwindigkeit bewirkt.

Verstärkte Erosion

Die Variante 2009 führt zu einer leichten Zunahme der Sohlenerosion bedingt durch eine längere Dauer der Abflüsse im Bereich von 300 m^3/s oder mehr (Zunahme der Geschiebefracht im Bereich von 10 bis 20%).
Diese Zunahme wird zum Teil durch die Abnahme der Dauer von Abflüssen um 220m^3/s kompensiert und sollte zudem durch das oben erwähnte Projekt Aarewasser ausgeglichen werden.

6.6.3 Fischfauna

Einfluss auf Fischfauna Aare unterhalb Thun

In der Aare in Thun und zwischen Thun und Bern lebt eine Fischfauna, welche insgesamt 30 Arten umfasst. Bei zwei Arten (Wels und Aal) ist der Nachweis nicht gesichert. 28 Arten kommen natürlicherweise in der Aare vor, zwei Arten stammen ursprünglich aus Nordamerika (Bachsaibling und Regenbogenforelle). Die Nase kommt in der Aare zwischen Thun und Bern nur noch als Einzelexemplare vor und ist in der Schweiz vom Aussterben bedroht. Mit der Seeforelle und dem Bachneunauge leben zwei weitere stark gefährdete Arten im beschriebenen Aareabschnitt. Sechs in der Aare vorkommende Arten sind gefährdet (Seesaibling, Äsche, Strömer, Schneider, Karpfen, Aal) und weitere sechs Arten sind potenziell gefährdet.

Neben der Artenvielfalt ist auch die hohe Zahl der Rote-Liste-Arten bemerkenswert, was nicht erstaunt, da es sich um eine der wenigen ungestauten Fliessstrecken unter den Schweizer Flüssen handelt. Der Schutz des Fischbestandes in der Aare zwischen Thun und Bern hat deshalb einen sehr hohen Stellenwert. Besonders wichtig ist die Äschenpopulation, welche wie diejenige im Ausfluss des Thunersees zu den Populationen von nationaler Bedeutung gehört.

Der Fortpflanzungserfolg der in der Aare lebenden Arten darf nicht durch das neue Wehrreglement beeinträchtigt werden. Da Äsche und Bachforelle durch relativ grosse Populationen vertreten sind, werden diese beiden Arten speziell geprüft. Folgende Änderungen können sich negativ auf den Fortpflanzungserfolg auswirken:

Geschiebeführende Hochwasser während der Eientwicklung können dazu führen, dass die Eier aus den Laichgruben im Kies ausgeschwemmt werden und zu Grunde gehen.

Die Jungfische sind während der frühen Entwicklung (larvale Phase) sehr empfindlich auf hohe Abflüsse, insbesondere die der Äsche. In der Semois, einem kleinen Fluss in Belgien war die Dichte junger Äschen in Jahren mit geringem Abfluss während dieser kritischen Phase 80-mal grösser als in Jahren mit einem Hochwasser (PHILIPPART 1989). Aus diesem Grund sollten Ausmass und Häufigkeit von Abflussspitzen während dieser kritischen Phase (November bis Mai) in der Aare nicht zunehmen.

6.6.4 Lebensräume an der Aare unterhalb Thun

Die Lebensräume an der Aare unterhalb von Thun werden in Absprache mit dem NSI nicht detaillierten Untersuchungen unterzogen. Die Abklärungen stützen sich hauptsächlich auf Grundlagen aus dem Projekt Aarewasser (BVE 2007)

Hinweise zu besondern Naturwerten werden nur aufgeführt, wenn eine Beeinflussung durch die veränderten Abflussmengen erwartet wird. Eine Beschreibung des IST-Zustandes erfolgt nicht. Durch das Gespräch mit V. Maurer (HYDRA), Mitglied des Projektteams Aarewasser wird die Verbindung zum UVB des Projektes Aarewasser hergestellt. Die Projektangaben Aarewasser entsprechen dem Stand der Mitwirkungspläne vom Mai 2007.

Ausgangszustand

Situation mit Projekt Aarewasser

Nachfolgend wird die Aare in mehrere Abschnitte unterteilt. Diese Unterteilung ist angelehnt an die Massnahmeneinteilung des Projektes Aarewasser.

Als Referenzzustand für die Beurteilung der Auswirkungen von Variante 2009 (veränderte Abflussmengen) gilt somit die Situation mit umgesetztem Projekt Aarewasser.

Thun bis Mündung Glütschbach; Thun, Steffisburg, Uttigen

Bis zur Mündung Glütschbach (Uttigen) ergeben sich durch die veränderten Abflussmengen keine Probleme. Die Aare ist vollständig kanalisiert. Es werden keine Beeinflussungen der Umgebung (z. B. Baggersee Heimberg) erwartet.

Mündung Zulg

Im Mündungsbereich der Zulg soll ein natürlich gestaltetes Flussdelta entstehen. Es werden sich hier keine grossflächigen Auengebiete entwickeln. Dieser Bereich kann gegenüber der Veränderung der Abflussmengen als unsensibel taxiert werden. Allenfalls könnte durch das rasche Öffnen des Stollens Fischlaich weggeschwemmt werden. Dieses Problem ist eher von untergeordneter Bedeutung, da auch die Zulg relativ rasche Anstiege z.B. bei Gewittern zeigt.

ARA-Brücke bis Bümberg; Uetendorf

In diesem Bereich ist eine grossflächige Aufweitung der Aare vorgesehen. Es sollen eigendynamische Auengebiete mit Altarmen sowie Bereiche entstehen, die zeitweise trocken fallen.
In diesem Bereich befinden sich keine rückwärtigen Feuchtgebiete. Somit ergeben sich durch das geänderte Abflussregime keine negativen Auswirkungen

Oberi Au und Underi Au; Uttigen

In diesem Bereich kommt es zu einer Verbreiterung des Gerinnes. Es zeichnen sich keine Probleme ab, die im Zusammenhang mit den veränderten Abflussmengen stehen.

Neuenzälgau	Hinter dem bestehenden Aaredamm liegt ein Amphibiengebiet von nationaler Bedeutung (BE 558). Durch das veränderte Abflussregime ergeben sich für diesen Bereich keine Probleme.
Mündung Rotache - Jabergbrücke (rechtsufrige) / Thalgutbrücke linksufrig	Für diesen Bereich ist eine Aufweitungen der Aare vorgesehen. Es soll ein Auengebiet entstehen. In der Cholau wird ein Bereich als Altarm der Aare gestaltet. Die baulichen Massnahmen werden am Abflussregime mit Entlastungsstollen ausgerichtet.
Jaberg bis Kirchdorf	In diesem Bereich ist die Schaffung eines Auengebietes durch die Eigendynamik der Aare vorgesehen. Auch hier können bei der Ausführung der baulichen Massnahmen die entsprechenden Anpassungen an das veränderte Abflussregime vorgenommen werden.
Chesselau; Münsigen	In diesem Bereich ist die vorgesehene Aareaufweitung relativ klein. Es sind diverse Amphibienlaichgebiete und Tümpel vorhanden. Allgemein wird die Situation für diesen Bereich als eher unproblematisch angesehen.
Hunzigenau oberhalb Hunzigenbrücken; Rubigen	Im Bereich vom Schwimmbad Münsigen bis zur Hunzigenbrücke soll ein grossflächiges Auengebiet entstehen. Es sind an beiden Ufern Massnahmen vorgesehen. Bei ca. 300 m^3/s wird in der Hunzigenau oberhalb der Brücke das gesamte Gebiet überflutet. Ein rascher Rückgang der Abflussmengen beim Schliessen des Stollens ist hier vor allem für den Bereich bis zur Autobahnraststätte relevant.
Hunzigenau unterhalb Hunzigenbrücke; Rubigen	Nach der Hunzigenbrücke ist eine schmale Aufweitung vorgesehen. Die veränderten Abflussmengen sind für diesen Bereich jedoch unproblematisch.
Seitenarm Chlihöchstettenau; Rubigen	Beim Gebiet der Chlihöchstettenau handelt es sich um eines der grössten und wertvollsten Naturschutzgebiete zwischen Bern und Thun (Feuchtgebiet von nationaler Bedeutung). Zudem liegt in diesem Bereich ein Amphibielaichgebiet von nationaler Bedeutung (BE 574 Kleinhöchstettenau). Die kleinen Auenwaldflächen zwischen Aare und den Riedflächen sind meist naturnah. Das Gebiet wird vor allem durch Grundwasser und durch rückwärtig einfliessendes Aarewasser gespiesen. Im Projekt Aarewasser ist vorgesehen, den Damm in der Mitte zu öffnen.
Flühli (Raintalau); Rubigen	Heute kommt im Bereich Flühli bereits ein Seitenarm mit Auenwald vor (Feuchtgebiet von nationaler Bedeutung Raintalau, Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung). Der Seitenarm ist relativ flach und wird heute mit einer Schwelle reguliert. Die Uferverbauungen sollen mit dem Projekt Aarewasser Bern entfernt werden. Für Fische stellt die Raintalau ein wertvolles Gebiet dar.
Märchligenau; Allmedingen, Muri	Mit vielen gefährdeten Pflanzenarten und Vegetationstypen ist die Märchligenau das reichhaltigste und wertvollste Feuchtgebiet im Aareraum (Feuchtgebiet von nationaler Bedeutung). Dazu gehören neben Kleinseggenrieden auch die Giessenläufe. Die Auenwaldflächen sind naturnah. Darin liegt ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung (BE 569 Märchligenau Flühli).

	Bei grossen Abflussmengen (ca. >250 m^3/s) fliesst Aarewasser vom Seitenarm her in die Amphibiengewässer und bringt Fische (Räuber) mit. Da die Amphibiengewässer aber weiterhin im Winter häufig austrocknen, gehen die Fische zu Grunde.
Giessenbad mit Giessensystem; Belp.	Im Projekt Aarewasser ist eine Verbreiterung des Gerinnes vorgesehen. Durch die Eigendynamik der Aare soll hier ein Auenwaldgebiet entstehen. In diesem Bereich bestehen bereits heute wertvolle Amphibiengewässer (Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung BE 973 Belpau).
Giesenhof bis Gürbemündung; Belp und Wehrliau; Muri	Im Rahmen des Wasserbauplans Gürbemündung sind diverse Massnahmen vorgesehen. Die veränderten Abflussmengen dürften für diese Bereiche unproblematisch sein (Auengebiet von nationaler Bedeutung Belper Giesen, Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung (BE 120 Wehrliau) und Feuchtgebiet von regionaler Bedeutung Auguet).
Elfenau; Bern	In der Elfenau ist eine Aufweitung der Aare vorgesehen. In diesem Bereich bestehen bereits heute Flachmoor- und Auengebiete sowie ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung (BE 71 Elfenaureservat). Auf dem Damm liegen zudem Kammmolchgewässer. Ausserdem liegt zwischen Aare und Hangfuss der Elfenauweiher. Es ist kein Einfluss infolge der veränderten Abflussmengen zu erwarten.
Wabern (Köniz)	Auf der Seite Köniz bestehen verschiedene Amphibienteiche (Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung, Objekte BE 116 Schnydere ob Eichholz). Diese werden durch Hangwasser gespiesen. Für diesen Bereich werden keine Probleme erwartet.
Zusammenfassend	Die rasche Veränderung der Abflussmengen, insbesondere das rasche Schliessen des Stollens könnte für die flachen, zeitweise überfluteten Lebensräume (Auengebiete) an der Aare unterhalb von Thun ein Problem darstellen. Problematisch für alle bestehenden und neu zu schaffenden Auengebiete ist das verglichen mit einem natürlichen Rückgang der Abflussmengen relativ rasche Drosseln des Abflusses beim Schliessen des Entlastungsstollens. Aufgrund der raschen Abnahme der Wassermengen können so gewisse Bereiche in einer sehr kurzen Zeitspanne trocken fallen. Dadurch können Fischfallen entstehen.
Häufigere Überflutung	Die etwas erhöhte Dauer der Abflüsse von 250 – 350 m^3/s ist aus Sicht der Dynamik der Auenwälder positiv zu werten. Selbst wenn diese Auenwälder auch bei diesen Abflüssen nicht regelmässig überschwemmt werden, wird der Auencharakter dieser Wälder durch einen hohen Grundwasserstand begünstigt.

Auswirkungen des Vorhabens

Hydrologie

Durch die veränderten Abflussmengen ergeben sich kaum Auswirkungen auf die Grundwasserströme entlang der Aare.

Geschiebetrieb

Auf Grund der längeren Dauer von Abflüssen >300 m^3/s kommt es zu einer leicht verstärkten Erosion. Mit dem Projekt Aarewasser wird die bereits heute bestehende Problematik der Sohlenerosion reduziert.

Fischfauna

Häufigkeit Stollenöffnung

Auch wenn die Stollenöffnung über einen längeren Zeitraum erfolgt, verursacht dies in der Aare unterhalb von Thun eine rasche Zunahme des Abflusses. Dies könnte dazu führen, dass Jungfische mitgerissen werden und ihr Habitat verlieren. Ebenso verursacht das Schliessen des Stollens einen raschen Abfall des Abflusses, wodurch Jungfische in Senken vom Hauptfluss isoliert werden und austrocknen könnten.

Abfluss während Laichzeit und Eientwicklung Bachforelle

Gemäss Definition der Variante 2009 weichen in den Wintermonaten (November bis und mit März) weder Pegel noch Abfluss vom Ist-Zustand ab. Aus diesem Grund verändert sich die Situation für die laichenden Forellen in der Aare unterhalb von Thun gegenüber dem Ausgangszustand nicht.

Abfluss während Laichzeit und Eientwicklung Äsche

Während der Laichzeit und der Eientwicklung der Äsche sind Geschiebe führende Hochwasser mit der Variante 2009 mit unveränderter Häufigkeit auftreten, wie im heutigen Zustand.

Abfluss Larvenphase Äsche

Während der larvalen Phase der Äsche (Mitte April – Mitte Mai) sind Hochwasser über 300 m^3/s deutlich häufiger als im heutigen Zustand. In den Jahren 1999 bis 2005 wurden 300 m^3/s lediglich in einem Jahr überschritten. Mit Variante 2009 wäre dies in 5 von 7 Jahren der Fall. Wegen der geringen Stichprobenzahl ist die Aussage jedoch sehr unsicher. Längere Zeitreihen sind notwendig für eine gesicherte Aussage.

Lebensräume

Die veränderten Abflussmengen durch den Betrieb des Entlastungsstollens bringen für gewisse Gebiete erwünschte häufigere Überflutungen mit sich.

Für Amphibiengewässer sind (bereits heute) Überflutungen weniger wünschenswert, weil so Fische in einige Amphibienlaichgebiete gelangen können.

Gesamtbeurteilung

Die Auswirkungen auf die Aare Thun – Bern durch die veränderte Abflussmengen sind gering. Zudem können im Verlauf der weiteren Planungsarbeiten für die Projekte Aarewasser und Gürbemündung entsprechende Anpassungen an die Situation mit Entlastungsstollen vorgenommen werden. Eine mögliche Beeinträchtigung ergibt sich für die Fischfauna durch die Stollenöffnungen und -schliessungen.

Vorzusehende Massnahmen

Detailplanung

Für die weiteren Planungsarbeiten der Wasserbaupläne Aarewasser und Gürbemündung sind die veränderten Abflussmengen in der Detailplanung entsprechend zu berücksichtigen und allenfalls Optimierungen vorzunehmen.

Stollenöffnung/-schliessung

Die Öffnung des Stollens in der Aare unterhalb von Thun führt dazu, dass der Abfluss rasch ansteigt und beim Schliessen des Stollens entsprechend abfällt. Um ein Wegschwemmen von Jungfischen bei ansteigendem Abfluss bzw. ein Stranden bei abfallendem Abfluss zu verhindern, ist sowohl das Ausmass des Anstieges, als auch dasjenige des Abfalls entsprechend der Situation bei natürlichen Hochwassern anzugleichen. Dies ist im Betriebsreglement entsprechend vorgesehen. Die Abflussmenge der Aare darf gegenüber der vorangehenden Stunde nur um 15% (bei Gefahrenstufe ORANGE) resp. 20% (bei Gefahrenstufe ROT) verändert werden.

Verhinderung Mitreissen Jungfische

Die Zahl der Stollenöffnungen im Jahr sollte möglichst tief gehalten werden.

Verbleibende Belastung

Es ist mit Umsetzung der vorzusehenden Massnahmen mit keiner verbleibenden Belastung zu rechnen.

7 Gesamtbewertung

7.1 Beurteilung Umweltauswirkungen

Die Beurteilung der Auswirkungen der Variante 2009 zeigt die folgenden Beeinträchtigungen und Entlastungen:

- *Wasserhaushalt Flachmoorgebiete*

  Mit der Variante 2009 bleiben der mittlere Seestand und damit das vom Seespiegel abhängige Grundwasser weitgehend unverändert. Bei denjenigen Flächen, deren Moorwasserhaushalt direkt vom Seepegel abhängt, kommt es bei Auslösung von Gefahrenstufen und der entsprechenden Regulierung zu einem kurzfristigen Absinken des Moorwassers.

  Mit dem Einsatz des Entlastungsstollens und der damit verbesserten Hochwasserschutzwirkung kommt es seltener zu Hochwassern. Damit werden die Flachmoore weniger oft und weniger hoch überstaut.

- *Flachmoore*

  Die Variante 2009 garantiert den für den Erhalt der Flachmoore in ihrem heutigen Zustand notwendigen mittleren Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M. Durch die leichte Abnahme der Überflutungszustände in den Flachmooren während den Sommermonaten kann es möglicherweise zu einer leichten Versauerung kommen. Die leicht veränderten Wasserverhältnisse können allenfalls in lokal begrenzten Bereichen zu einer gewissen Veränderung der Standortbedingungen (wechselfeuchter und nährstoffreicher) und damit zu einer geringen Veränderung der vorkommenden Vegetationstypen führen; klare Aussagen sind aber kaum möglich.

- *Orchideen*

  Mit der leichten Veränderung der Standortbedingungen ergeben sich für zwei (*Herminium monorichs, Liparis loeselii*) von 8 Arten allenfalls leicht erschwerte Bedingungen im zugehörigen Vegetationstyp.

- *Schilfbestände*

  Variante 2009 führt zu keiner Veränderung der Schilfbestandesfläche.

- *Wasserpflanzen*

  Die Wasserpflanzen werden durch Variante 2009 nicht zusätzlich beeinträchtigt. Im Aare-Altarm in der Weissenau kommt es allenfalls zu einer leichten Verschiebung der Vegetationszonen.

- *Krebse*

  Die Krebsbestände in den Lütscheren-Weihern werden durch die Variante 2009 nicht beeinträchtigt.

- *Insekten*

  Das Trockenfallen von Gewässern durch die vermehrten Absenkungen infolge Hochwasser-Risikosituationen werden die Libellenlarven beeinträchtigt (vgl. Amphibien).

  Für die Schmetterlinge und Heuschrecken führt die Reduktion der Überschwemmungen zu weniger Überflutungen der Larvenhabitate, was eine Verbesserung bedeutet. Für die an den Lebensraum der Flachmoore gebundene Schmetterlinge und Heuschrecken sind die Änderungen abhängig von den Veränderungen der Flachmoorvegetation.

- *Fische*	Für die laichenden Äschen im Gebiet von Thun kommt es gesamthaft betrachtet zu einer verbesserten Situation. Hingegen wird der Laichfischfang leicht erschwert und die Abnahme der Pegel führt zu geringfügigen Verschlechterungen für Hechte während der Laich- und Eientwicklung. Ansonsten bleibt die Situation für Hechte (Larvalphase), Karpfenartige, Felchen und Seeforelle mit Variante 2009 unverändert, ebenso ist die Zugänglichkeit zu den Gräben in der Weissenau ungeschmälert möglich.
- *Amphibien*	Die Absenkungen in Hochwasser-Risikosituationen (z.B. bei REGEN ORANGE) können zu einer Reduktion von Fläche und Tiefe der Amphibienlaichgewässer führen und damit zum Austrocknen von Laich und Larven in den Flachwasserbereichen bzw. von ganzen Amphibienlaichgewässern führen.
- *Wasservögel*	Es wird nicht mit einer Veränderung der Brutvogelbestände durch Variante 2009 gerechnet.
- *Übrige Umweltbereiche*	Für die Umweltbereiche Grundwasserträger (Trinkwasserfassungen) und Oberflächengewässer (Sohlenkolmatierung und die Fischzucht Faulensee) ergeben sich keine Beeinträchtigungen durch die Variante 2009. Die Ufergehölze am Thunersee werden durch die Variante 2009 nicht in ihrem Bestand gefährdet.
Zusammenfassend *Beeinträchtigungen*	Die Variante 2009 führt durch den garantierten Sommerwasserstand von 557.80 m ü.M., durch die häufigeren Absenkungen und selteneren Überflutungen allenfalls zu geringfügigen Auswirkungen in gewissen Bereichen der Flachmoore. In den Flachmooren wird sich möglicherweise die Anzahl der Wechselfeuchtezeiger erhöhen. Klare Aussagen zur Entwicklung der verschiedenen Vegetationstypen sind kaum möglich. Diverse Amphibienlaichgewässer werden durch die häufigeren Absenkungen ausgelöst durch Hochwassergefahrenstufen vermehrt trockenfallen. Dies hat Auswirkungen auf die Amphibien und Libellen.
Fazit	Aufgrund der heute vorliegenden Erkenntnisse wird davon ausgegangen, dass Variante 2009 nur zu geringfügigen Auswirkungen auf die Umwelt führt.

7.2 Massnahmen zum Schutze der Umwelt

Massnahmen

Es sind Ersatzmassnahmen für Amphibien und Libellen vorzusehen, um die wahrscheinlich durch die Variante 2009 ausgelösten Beeinträchtigungen zu kompensieren. Die vollständige Massnahmenliste ist in Kapitel 8 zu finden.

- *Amphibien*

Es werden neue Amphibiengewässer in der Weissenau, im Lombachdelta sowie und im Kanderdelta geschaffen. Die entsprechenden Rahmenbedingungen sind mit den entsprechenden Fachstellen noch abzuklären.

7.3 Verbleibende Belastung

Können die oben beschriebenen Massnahmen umgesetzt werden, ist mit keiner verbleibenden Belastung zu rechnen.

7.4 Konfliktfelder

Das AUE führt in seiner Stellungnahme zur Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung die folgenden Konfliktfelder auf:

- Konflikt zwischen Interessen an einem effizienten und effektiven Betrieb des Entlastungsstollens und den Interessen an der Erhaltung der ufernahen Lebensräume
- Konflikt zwischen fischereilichen Interessen und den Interessen an der Erhaltung der ufernahen Lebensräume
- Konflikt zwischen fischereilichen Interessen und den Interessen der BLS-Schifffahrt an zusätzlichen Baggerungen für einen reibungslosen Schifffahrtsbetrieb

Betrieb ↔ ufernahe Lebensräume

Dieses Konfliktfeld wurde insofern bereinigt, als dass mit dem Verzicht auf die Variante "minus 10" bzw. der Beurteilung der Variante "minus 10" als nicht umweltverträglich den Interessen an der Erhaltung der ufernahen Lebensräume nachgekommen wurde.

Fischerei ↔ ufernahe Lebensräume

Sowohl für den Bereich Fische als auch die ufernahen Lebensräume ergeben sich durch Variante 2009 keine verbleibenden Belastungen und es bestehen auch keine widersprüchlichen Forderungen an die Ausgestaltung der Variante 2009. Es besteht somit kein Konflikt zwischen der Fischerei und den ufernahen Lebensräumen.

Fischerei ↔ Schifffahrt

Für den zukünftigen Betrieb der Schifffahrt sind Sohlenanpassungen nötig. Diese Sohlenanpassungen stehen in Zusammenhang mit dem Bau des Entlastungsstollens und wurden im Rahmen eines separaten Verfahrens (Planänderungesverfügung) öffentlich aufgelegt und im Winter 2008/2009 realisiert.

7.5 Schlussfolgerungen

Variante 2009 führt bedingt durch das Betriebsreglement zu reduzierten Überflutungszuständen der Flachmoorbereiche sowie zu häufigeren Absenkungen des Sees unter 557.70 m ü.M. Dadurch ergeben sich allenfalls geringfügigen Veränderungen der Flachmoorvegetation. Die Auswirkungen auf die Flachmoore werden als geringfügig eingestuft.

Variante 2009 führt durch die Auslösung der Gefahrenstufen zu veränderten Bedingungen in den Amphibienlaichgewässern. Es ist die Schaffung von Ersatz-Gewässern für Amphibien vorgesehen. Mit diesen Massnahmen kann die Umweltschutzgesetzgebung voraussichtlich eingehalten werden. Die Planung und Umsetzung der Massnahmen ist gemeinsam mit dem NSI, dem FI und Fachexperten sowie dem AWA zu erarbeiten.

Bern, 30. Oktober 2009
IC Infraconsult

Nicole Schiltknecht, Bea Schwarzwälder

8 Massnahmen

Massnahmenliste

Fachbereich		Belastung ohne Massnahme		Massnahme			Verbleibende Belastung durch Projekt	Kosten
Umwelt-bereich	Lokalisation	Beschreibung	Dauer	Beschreibung	Verantwortlich-keit	Projektphase	Beschreibung	
Fische								
Fi 1	Seeausfluss Aare	Beeinträchtigt Laichfischfang durch hohe Abflüsse	Perm.	Wehrregulierung wenn möglich Bedürf-nisse Laichfischfang berücksichtigen.	Kanton/AWA	Betrieb	Keine	-
Amphibien								
Amph 1	Weissenau	Beeinträchtigung Amphibienlaich-gewässer	Perm.	Abklärung Rahmenbedingungen und Erstellen tieferer Weiher mit Flachwas-serzonen (40 – 60 m^2), drei Tümpel mit Mindestwasserfläche 30 m^2	Kanton	Betrieb	Keine	20'000
Amph 2	Kanderdelta	Beeinträchtigung Amphibienlaich-gewässer Gelbbauchunke	Perm.	Erstellen mehrerer tiefer ausgehobener Tümpel (in Umgebung der bestehenden Tümpel zwischen Kanderläufen) und zu-sätzlich mehrerer neuer Tümpel südlich Kanderläufe (Zugänglichkeit mit Klein-strukturen reduzieren)	Kanton	Betrieb	Keine	7'000
Falls Amph1 und 2 nicht umgesetzt werden können sind die folgenden Massnahmen möglich:								
Amph	Gesamtes Seeufer	Beeinträchtigung Laichgebiete Erd-kröten	Perm.	Schaffung neuer, gut geeigneter Laich-gewässer (Weiher, Standorte noch fest-zulegen) und einer verbesserten Durch-gängigkeit von bewaldeten Hängen in Richtung See	Kanton	Betrieb	Keine	
Amph	Gwattlischenmoos	Keine	Perm.	Schaffung von Amphibiengewässer als Ersatzmassnahmen (Planung zusammen mit Naturwissenschaftlicher Gesellschaft und dem NSI)	Kanton	Betrieb	Keine	

Massnahmenliste								
Fachbereich		**Belastung ohne Massnahme**		**Massnahme**			**Verbleibende Belastung durch Projekt**	**Kosten**
Umwelt-bereich	Lokalisation	Beschreibung	Dauer	Beschreibung	Verantwortlich-keit	Projektphase	Beschreibung	
Aare Thun - Bern								
ATB 1	Flachwasserzonen entlang Aare	Fischfallen bei rascher Drosselung Abflussmenge Stollen	Perm.	Maximale Drosselungsgeschwindigkeit Stollen (in Betriebsreglement) anpassen an Ansprüche Fische in Flachwasserzo-nen Aare (projektintegriert)	Kanton/AWA	Betrieb	Keine	-
ATB 2	Projektperimeter Aarewasser	Nicht-Berücksichtigung der verän-derten Abflussmengen in der Aare	Perm.	Detailplanung Projekt Aarewasser an veränderte Abflussmengen anpassen	Kanton/TBA	Betrieb	Keine	-
ATB 3	Projektperimeter Aarewasser	Erhöhte Abflussschwankungen in der Aare		Restrukturierung der Aareufer zugunsten Äschenlarven, (durch Projekt Aarewas-ser)	Kanton/TBA	Betrieb	Keine	-

9 Verzeichnisse

9.1 Liste der Abkürzungen

AGR	Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern
ALA	Schweizerische Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz
AlgV	Amphibienlaichgebiete-Verordnung
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AUE	Amt für Umweltkoordination und Energie des Kantons Bern (ehemals KUS)
AWA	Amt für Wasser und Abfall
BAFU	Bundesamt für Umwelt (ehemals BUWAL)
BGG	Bundesgesetz über das Bundesgericht
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung
BP	Brutpaare
BSG	Bernische Systematische Gesetzessammlung
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute Bundesamt für Umwelt, BAFU)
BVE	Kantonale Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion
CSCF	Centre Suisse de Cartographie de la Faune
DN	Diameter Nominal, englisch für die Nennweite
ENHK	Eidg. Kommission für Natur- und Heimatschutz
FI	Fischereiinspektorat des Kantons Bern
GBL	Gewässer- und Bodenschutzlabor
GEP	Genereller Entwässerungsplan
GrEIE	Fachgruppe der kantonalen UVP-Verantwortlichen der Westschweiz BE, FR, GE, JU, NE, VD; VS und des Tessins
GSA	Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
HQ100	Hundertjährliches Hochwasser
HWS	Hochwasserschutz
ISOS	Inventar schützenswerter Ortsbilder der Schweiz
IUCN	Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz
IVS	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
KARCH	Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz
KUS	ehemalige Koordinationsstelle für Umweltschutz des Kantons Bern (heute AUE)
KUVPV	Bernische kantonale Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung
NHG	Natur- und Heimatschutzgesetz
NHV	Natur- und Heimatschutzverordnung
NSchV	Naturschutzverordnung des Kantons Bern
NSI	Naturschutzinspektorat des Kantons Bern
OIK I	Oberingenieurkreis I, Kanton Bern
OLK	Kommission zur Pflege der Orts- und Landschaftsbilder
Parz.	Parzelle
RenF	Renaturierungsfonds des Kantons Bern
SFG	See- und Flussufergesetz
SIA	Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
TBA	Tiefbauamt des Kantons Bern

UBB	Umweltbaubegleitung
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPV	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VISOS	Verordnung über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz
VRPG	Gesetz über die Verwaltungsrechtspflege
WBG	Wasserbaugesetz des Kantons Bern
WSL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
WV	Wasserversorgung
WZVV	Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationler und nationaler Bedeutung

9.2 Literaturverzeichnis

Auf die folgende Literatur wird im UVB bzw. in den verschiedenen Fachberichten Bezug genommen:

ARBEITSGEMEINSCHAFT ISELI/NATURAQUA (1992). Schilfschutz- und Revitalisierungsmassnahmen Wyssenau, Grundlagen, 1. Entwurf;

BVE, BAU-, VERKEHRS- UND ENERGIEDIREKTION DES KANTONS BERN, TIEFBAUAMT OIK I, WASSERWIRTSCHAFTSAMT; Erläuterungsbericht zum Betriebsreglement für die Regulierung des Thunersee in Hochwasser-Risikosituationen; 2006

BVE, BAU-, VERKEHRS- UND ENERGIEDIREKTION DES KANTONS BERN, TIEFBAUAMT OIK I, WASSERWIRTSCHAFTSAMT; Kurzbericht Auswirkungen von "Reglement 1998" und "Reglement minus 10" in Hochwasser-Risikosituationen; 2006

BVE, BAU-, VERKEHRS- UND ENERGIEDIREKTION DES KANTONS BERN, TIEFBAUAMT OIK II; Kantonaler Wasserbauplan, Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun – Bern, Technischer Bericht S. 23, Mitwirkungsbericht, Mai 2007

BAUMGARTNER, F. & A. JORDI (1991). Von der Vogelwelt des Naturschutzgebietes Gwattlischenmoos in den Jahren 1976 bis 1990. Jahrbuch Thuner- und Brienzersee 1990: 109-147.

BIRRER, S. (1991). Besiedlung der Schweiz durch die Reiherente *Aythya fuligula* bis 1990. Ornithol. Beob. 88: 321-335.

BLASER, P. & R. HAURI (1976). Von der Vogelwelt des Naturschutzgebietes Gwattlischenmoos in den Jahren 1966 bis 1976. Jahrbuch vom Thuner- und Brienzersee 1976: 60-85.

BLASER, P. (1990). Flussregenpfeifer und Kanderdelta. Jahrbuch Thuner- und Brienzersee 1990: 11-16.

BOSSERT, A. (1988). Die Reservate der Ala. Ornithol. Beob. Beiheft 7.

BÜSSER, P. (1993a): Fischereibiologische Untersuchung des Thunersee-Ufers (I). – Schweiz. Fischereiwissenschaft 10(2): 3-4.

BÜSSER, P. (1993b): Fischereibiologische Untersuchung des Thunersee-Ufers (II). – Schweiz. Fischereiwissenschaft 10(3): 5-6.

BÜSSER, P. (1998): Beschaffenheit und Ausdehnung der Laichgebiete von Uferlaichenden Felchen im Brienzer- und Thunersee. – Gutachten im Auftrag des Fischereiinspektorat des Kantons Bern: 18 S. + 5 S. Anhang.

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1994): Rote Liste der gefährdeten Tierarten

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (Hrsg.) (2002): Moore und Moorschutz in der Schweiz

CSD (2006): Grundwasserfassung im Kandergrien. Entwurf

ELLENBERG H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht

FUCHS, E. (1978a): Bestand und Verbreitung des Haubentauchers *Podiceps cristatus* in der Schweiz. Ornithol. Beob. 75: 19-32.

FUCHS, E. (1978b): Zum Bruterfolg des Haubentauchers *Podiceps cristatus* auf dem Sempachersee. Ornithol. Beob. 75: 33-37.

GUTHRUF, J. (2001): Die Biologie des Rotauges im Luganersee (Kanton TI). – Schlussbericht Aquatica: 65 S

GUTHRUF, J. (2005): Äschenlaichplätze Aare Thun. – Gutachten Aquatica: 49.

GUTHRUF, J.; GUTHRUF, K.; ZEH, M. (1999): Kleinseen des Kantons Bern.

GUTHRUF, J.; RIPPMANN, U.; VICENTINI, H. (2003): Reuss unterhalb Luzern, Auswirkungen von Abwässern auf Fischbestand und Fischerei, Schlussbericht. -: 86 S.

HAURI, R. (2000): Die Kolbenente – 25 Jahre Brutvogel am Thunersee. Jahrbuch Thuner- und Brienzersee 1976: 53-77.

HOESS, R. (1994): Libelleninventar des Kantons Bern. Sonderdruck aus dem Jahrbuch des Naturhistorischen Museums Bern, Band 12, 1993-1995, Bern

IMBODEN, C. (1976): Leben am Wasser. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel.

ISELI & BÖSIGER (2007): Lebensräume und Naturschutz: Schilfbestände. Version 18.6. bzw. 25.6.2007.

JUGE R. ET AL. (1992): Etude des macrophytes du Lac de Thoune. Nationalfonds, BUWAL, Kanton Bern und Universität Genf.

JUGE, R.; LACHAVANNE, J.-B.; PERFETTA, J.; DEMIERRE, A. (1992): Etude des Macrophytes du lac de Thoune. – Bericht Université de Genève im Auftrag des Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique und des Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage und des Kantons Bern: 105 S.

KÄSERMANN, CH. (2006): Notiz zu den Fundortkontrollen von Liparis loeslii in der Weissenau 2006. unveröffentlich, 3pp. *Grundkenntnisse Stand Ende 2006 vor floristischer Kartierung*

KELLER, V. & J.GREMAUD (2003): Der Brutbestand des Gänsesägers *Mergus merganser* in der Schweiz (1998). Ornithol. Beob. 100: 227-246.

KELLER, V., N. ZBINDEN, H. SCHMID & B. VOLET (2001): Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten der Schweiz. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, und Schweizerische Vogelwarte, Bern und Sempach. 57 S.

KELLERHALS UND HAEFELI AG (2007): UVB Betriebsreglement Entlastungsstollen. Wasserspiegelmessungen. Beilagen 1 bis 10

KIRCHHOFER UND BREITENSTEIN (2006): Golfplatz Interlaken – Unterseen: Beurteilung der ökologischen Aufwertungen Gewässer- und fischökologische Aspekte

KÜNZLER BOSSERT UND PARTNER GMBH (2006): Aufwertung Golfplatz Interlaken – Unterseen: Schlusscontrolling der ökologischen Massnahmen 2005, Teilbericht Lebensräume

LEUPI, E. (1987): Pflanzensoziologische Kartierung der ALA-Reservate. Bericht zu den Vegetationskarten 1986 mit besonderer Berücksichtigung der Veränderungen seit der Kartierung 1976 von O. Wildi, ANL Luzern, unveröffentlich 70pp.

LÜSCHER, B. (2006): Golfplatz Interlaken – Unterseen. Beurteilung ausgeführter Massnahmen für Amphibien – Stand Juni 2006. Unveröff. Bericht im Auftrag des Fischereiinspektorates Bern

MÖHL, A; LÜSCHER, B (2005): Gelbbauchunken im Kanton Bern, Kurzbericht

PANTKE R. (2003): die Pflanzengesellschaften der Schweiz. http://131.152.161.2/veghelv/index.html

PHILIPPART, J.-C. (1989): Ecologie des populations de poissons et caractéristiques physiques et chimiques des rivières dans le bassin de la Meuse belge. –Bulletin de la Société Géographique de Liège 25: 175-198

RYSER, J. (2002): Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. Vollzugshilfe. Hrsg. BUWAL, Bern 75 S.

SALATHÉ, T. (1983): Bestand und Verbreitung des Höckerschwans *Cygnus olor* 1971-1974 in der Schweiz. Ornithol. Beob. 80: 105-117.

SCHIESS, H. (1989): Schilfbestände als Habitatinseln von Vögeln. Bericht Nr 321, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.

SCHIFFERLI, A.; GÉROUDET, P.; & WINKLER R. (1980): Verbreitungsatlas der Brutvögel der Schweiz. Schweiz. Vogelwarte Sempach.

SCHMID, H.; BURKHARDT M.; KELLER, V., KNAUS, P., VOLET, B. & ZBINDEN, N. (2001): Entwicklung der Vogelwelt in der Schweiz / L'évolution de l'avifaune en Suisse. Avifauna Report Sempach 1 Annex. Schweiz. Vogelwarte / Station ornithologique suisse, Sempach.

SCHMID, H.; LUDER, R.; NAEF-DAENZER, B.; GRAF, R.& ZBINDEN N. (1998): Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993-1996. Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse. Distribution des oiseaux nicheurs en Suisse et au Liechtenstein en 1993-1996. Schweizerische Vogelwarte / Station ornithologique suisse, Sempach. 574 S.

SCHMIDT, B.; ZUMBACH, S. (2005): Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, KARCH, BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt S. 48

SEILER, K.;SCHULLER, W. (1987): Submerse Makrophyten im Litoral; I. Eine einfache Schätzmethode für die Biomasse; II. Besiedlungsschwankungen über längere Zeit. Abteilung für Ökologie und Umweltbiologie.

STEIGER, P. (1994): Wälder der Schweiz

STÜSSI, B. (1978): Einfluss des Blässhuhns *(Fulica atra)* auf die Entwicklung des Schilfbestandes im Naturschutzgebiet Gwattlischenmoos. Lizentiatsarbeit, Universität Bern

VAN DIGGELEN, R; MIDDLETON B.; BAKKER J.; GROOTJANS A.; WASSEN M.(2006): Fens and floodplains of the temperate zone: Present status, threats, conversation and restoration. Appl. Veg. Sci. 9: 157 162

WEGGLER, M. (2005): Entwicklung der Brutvogelbestände 1976-2003 in den Reservaten der Ala - Schweizerische Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz. Ornithol. Beob. 102: 205-227.

9.3 Gesetze und Verordnungen

Gesetze, Verordnungen

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV) vom 18. April 1999, SR 101. Stand 8. August 2006

Bundesgesetz über das Bundesgericht, (Bundesgerichtsgesetz, BGG) vom 17. Juni 2005, SR 173.110. 1. April 2007

Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966. SR. 451. Stand 3. Mai 2005.

Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG) vom 20. Juni 1986. SR 922.0. Stand 1. Mai 2007

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991. (Gewässerschutzgesetz, GSchG). SR. 814.20. Stand 23. August 2005.

Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983. (Umweltschutzgesetz, USG). SR 814.01. Stand 23. August 2005.

Gesetz über die Denkmalpflege (Denkmalpflegegesetz, DPG) des Kantons Bern vom 8. September 1999 . BSG 426.41

Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau (Wasserbaugesetz, WBG) des Kantons Bern vom 14. Februar 1989, BSG 751.11.

Gesetz über die Verwaltungsrechtspflege (VRPG) des Kantons Bern vom 23. Mai 1989. BSG 155.21

Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998. SR. 814.201. Stand 23. August 2005.

Kantonale Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (KUVPV) des Kantons Bern vom 16. Mai 1990. BSG 820.111. Stand 18. Dezember 1996.

Naturschutzgesetz des Kantons Bern vom 15. September 1992. BSG 426.11.

Naturschutzverordnung des Kantons Bern (NSchV) vom 10. November 1993. BSG 426.111.

Technische Ausführungsbestimmungen zum Anhang 1 der Verordnung über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft (Öko-Qualitätsverordnung, ÖQV), vom 4. April 2001. SR 910.14. Stand 22. September 2003.

Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (VBLN) vom 10. August 1977. SR 451.11. Stand am 10. März 1998.

Verordnung über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz vom 9. September 1981. VISOS. SR 451.12. Stand 22. November 2005.

Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (Flachmoorverordnung) vom 7. September 1994 SR 451.33. Stand 1. Juli 2007

Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991. SR. 451.1. Stand 10. Juli 2001.

Verordnung über den Schutz der Amphibien-Laichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung, AlgV) vom 15.Juni .2001. SR 451.35. Stand 1. Juli 2007

Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) vom 19. Oktober 1988. SR 814.011. Stand 1. Februar 2005.

Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung (WZVV) vom 21. Januar 1991. SR 922.32. Stand 9.März 2004

Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) vom 24. November 1993. SR 923.01. Stand 16. Januar 2001.

Wasserbauverordnung des Kantons Bern vom 15. November 1989, BSG 751.11.111

9.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5-1: Simulierter Seestand des Thunersees für April bis September 16

Abbildung 5-2: Dauerkurven der Abflüsse Aare 20

Abbildung 6-1 Lage Amphibiengewässer in der Weissenau 63

Abbildung 6-2 Lage Amphibiengewässer Lütscheren 65

Abbildung 6-3 Lage Amphibiengewässer Kanderdelta 66

9.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1 Gefahrenstufen Betriebsreglement 12

Tabelle 5-2: Maximale Seestände der Beispieljahre 1999 bis 2005 13

Tabelle 5-3: Erreichte oder überschrittene Seepegel an 1, 3, 9, 73 und 137 Tagen pro Jahr für das langjährige Mittel (1941 bis 2005) 14

Tabelle 5-4: Differenz des Seepegels in Metern, der an 1, 6, 9, 73 und 137 Tagen pro Jahr erreicht oder über schritten 15

Tabelle 5-5 Anzahl Stunden und Ereignisse mit Seestand 557.65 bis 557.75 m ü.M, 557.55 bis 557.65 m ü.M. und unter 557.55 m ü.M. 17

Tabelle 5-6 Anzahl Ereignisse und Tage mit Seestand grösser als 557.80 m ü.M.. ohne und mit Entlastungsstollen 18

Tabelle 5-7: Betriebsdauer des Entlastungsstollens für die Variante 2009 18

Tabelle 5-8: Anzahl Aufschaltungen des Entlastungsstollens für die Variante 2009 19

Tabelle 6-1: Libellennachweise i 49

Tabelle 6-2: Schmetterlingnachweis 50

Tabelle 6-3: Heuschreckennachweis 52

Tabelle 6-4: Brutvogelarten am Thunersee 72

10 Anhänge

Anhang 1	Pflichtenheft Hauptuntersuchung und Stellungnahme AUE
Anhang 2	Untersuchungsperimeter Thunersee
Anhang 3	Wasserspiegelmessungen
Anhang 4	Kartierung Flachmoore Weissenau und Gwattlischenmoos
Anhang 5	Karte Äschenlaichgebiete
Anhang 6	Amphibienlaichgewässer
Anhang 7	Artenliste Amphibien
Anhang 8	Grafiken zur Abhängigkeit Amphibiengewässer von Wasserstand
Anhang 9	Fotodokumentation Erhaltenswerte und Schützenswerte Objekte

Separate Beilage Fachexpertenberichte

A	Zwischenbericht Wasserspiegelmessungen
B	Bericht Beeinflussung Grundwasserfassungen
C	Kurzgutachten WSL Flachmoore
D	Fachbericht Schilf
E	Fachbericht Ufergehölz
F	Fachbericht Wasserpflanzen
G	Fachbericht Fischökologie und Arbeitsbericht September 2009
H	Fachbericht Wasservögel
I	Moorhydrologisches Gutachten