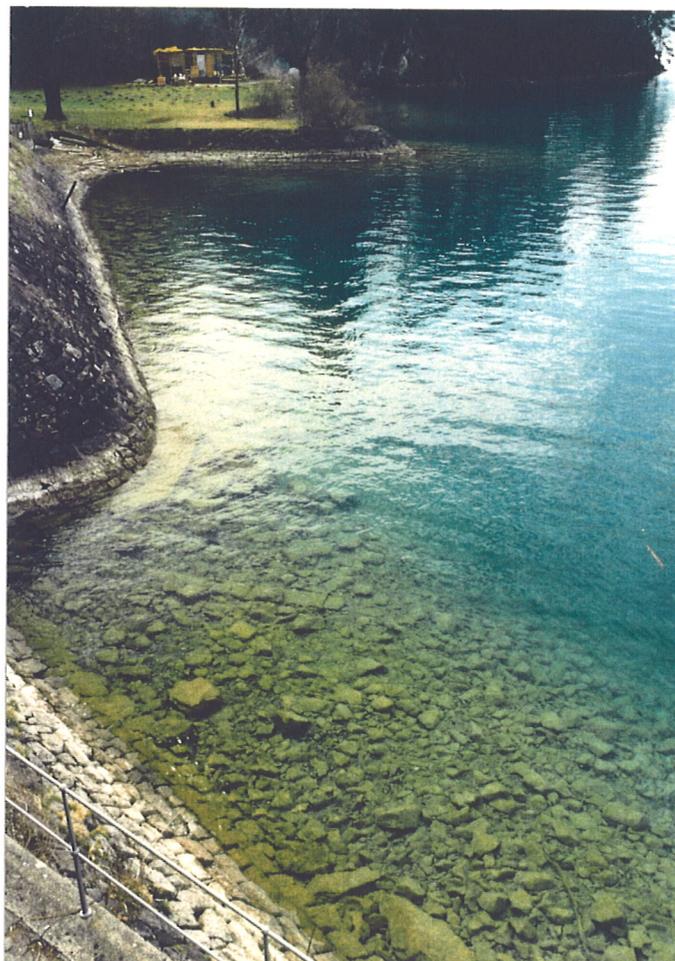


W7

## **Beschaffenheit und Ausdehnung der Laichgebiete von uferlaichenden Felchen im Briener- und Thunersee**

---



**Im Auftrag des Fischereiinspektorats des Kantons Bern  
August 1998**

## Inhaltsverzeichnis

### Zusammenfassung

1	Ausgangslage.....	1
2	Aufgabenstellung.....	2
3	Einleitung .....	3
3.1	Die einheimischen Seefischarten des Thuner- und Brienersees .....	3
3.1.1	Felchen .....	3
3.1.2	Lebensräume und Laichgebiete von Litoralfischarten.....	5
3.1.3	Felchen-Laichgebiete .....	5
3.2	Bezeichnung der Laichgebiete im Rahmen der Seeverkehrsplanung .....	5
4	Vorgehen und Methoden.....	7
5	Resultate der Ei-Suche.....	9
5.1	Tauchgänge.....	9
5.2	Kick-Sampling-Methode .....	9
5.3	Beschreibung der Fundstellen .....	9
5.4	Kartierung der potentiellen Laichgebiete .....	10
6	Wasserstände des Briener- und Thunersees .....	12
7	Schlussfolgerungen .....	16
8	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	18
	Beilagen 1 - 6	
	Karten 1 - 4	

Foto auf Titelblatt: Die Beatenbucht, das bekannteste Felchen-Laichgebiet am Thunersee  
(Februar 1997)

## Zusammenfassung

Das Fischereiinspektorat des Kantons Bern hat für die Seeverkehrsplanung (SVP) Thuner- und Brienersee eine Karte mit den wichtigsten Fischlaichgebieten dieser Seen zusammengestellt. Die vorliegende Untersuchung überprüft mit Hilfe von empirischen Feldaufnahmen den Ist-Zustand der Laichgebiete der uferlaichenden Felchen (Balchen) in den Winterhalbjahren 95/96, 96/97 und 97/98.

Als erfolgreichste und zugleich einfache Methode zum Nachweis von abgelaichten Felcheneiern erwies sich die Kick-Sampling-Methode. Der Seegrund wird mit den Stiefeln aufgewühlt, die aufgewirbelten Felcheneier können mit Hilfe eines Handkeschers aufgefangen werden

Als fundträchtige Wassertiefen zeigten sich Bereiche zwischen hauptsächlich 0.1 und 0.5 m, gelegentlich bis ca. 1 m Tiefe. Als sehr ausschlaggebend erwies sich die Beschaffenheit des Seegrundes: Die Eier wurden stets in lockerem, mehrschichtigem, sowohl gerundetem wie kantigem Kies (Korngrößen ca. 1 bis ca. 10 cm) mit grobporigem Interstitial gefunden. Auf sandigem, blockigem oder felsigem Seegrund wurden nie Eier gefunden; ebensowenig auf Arealen, die zwar oberflächlich Kies, aber ein versandetes Interstitial aufweisen.

Mit Analogieschlüssen zwischen Fundorten von Felcheneiern und der Struktur des Seegrundes wird der gesamte unmittelbare Uferbereich beider Seen als potentielles Laichgebiet mit abgestufter Eignung qualifiziert.

Im Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit der Karte der SVP erweist sich grundsätzlich, dass

- wenn Eifunde gemacht wurden, diese oft in Fischlaichgebieten von kantonaler Bedeutung liegen
- nicht in allen so bezeichneten Gebieten Eier gefunden wurden
- dafür auch ausserhalb dieser Gebiete Eifunde gemacht wurden.

Dies zeigt, dass - zumindest bei grossräumiger Betrachtung - diese Laichgebiete berechtigterweise eingezeichnet wurden und sogar noch weitere Gebiete umfassen.

Die Wasserstandsregulierung in beiden Seen erweist sich als ungünstig für die Fortpflanzung dieser Felchenform. Einerseits fallen viele potentiell günstige Areale bereits vor dem Laichen (Mitte Dezember) trocken, andererseits gefährdet die weitere Seeabsenkung bis zum Schlüpfzeitpunkt der Jungfische (Februar) deren Entwicklung. Allerdings zeigt sich im Laufe der letzten Jahrzehnte eine Tendenz zur stetigen Verringerung der Absenktiefe während der Eientwicklungszeit.

Zum Schutze der Felchenlaichgebiete sind grundsätzlich alle Eingriffe zu vermeiden, welche die locker-kiesigen Flächen gefährden. Es sind dies insbesondere

- Überschüttungen/Überdeckung des Seegrundes mit Materialien anderer Beschaffenheit oder ungeeigneter Korngrößen
- Ausbaggerungen
- Veränderungen der seeinternen Strömungsverhältnisse oder der Exposition zu Wind und Wellen, die ein Versanden oder Verschlammen zur Folge haben.

# 1 Ausgangslage

Das Fischereiinspektorat des Kantons Bern hat für die Seeverkehrsplanung (SVP) Thuner- und Brienersee eine Karte mit den wichtigsten Fischlaichgebieten dieser Seen zusammengestellt. Im Zusammenhang mit dem Bewilligungsverfahren für die Bootsstationierung wurde die fischökologische, fischschützerische sowie fischereiwirtschaftliche Wichtigkeit diese Laichgebiete bewertet. Es gelangten die folgenden Bewertungskategorien zur Anwendung:

- **Fischlaichgebiete von nationaler Bedeutung:**  
Dieser Kategorie zugeordnet sind Fischlaichgebiete, die für die gesamte Schweiz fischökologisch und fischereiwirtschaftlich von einzigartiger Bedeutung sind.
- **Fischlaichgebiete von kantonaler Bedeutung:**  
Dieser Kategorie sind Kernlaichgebiete von endemischen (d.h. einzig am Thuner- und Brienersee vorkommende Fischen) und anderen bedeutenden Fischarten und -rassen zugeordnet.
- **Fischlaichgebiete von regionaler Bedeutung:**  
Es sind dies alle übrigen für den Fischfang wichtigen Laichgebiete zur Sicherstellung der Existenz der Berufsfischerei (inkl. Laichfischfang) am Thuner- und Brienersee. In diesen Gebieten liegen zudem die meisten Grundnetzplätze der Fischer.

Je nach Bewertung dieser Laichgebiete sind dort keine bis mehrere technische Eingriffe (z.B. Setzen von Bojen, Bau von Hafenanlagen) zugelassen bzw. Schutzmassnahmen zu treffen (z.B. Aufheben bestehender Bojen).

Die Fischlaichgebiete in der SVP wurden durch das Fischereiinspektorat aufgrund synoptischer Betrachtungen über längere Zeiträume und verschiedener Daten und Beobachtungskriterien (Laichfischfänge, Beobachtungen der Berufsfischer, Angelfischer und der Fischereiaufsicht etc.) ausgedehnt.

## 2 Aufgabenstellung

Im Jahr 1995 erteilte mir das Fischereiinspektorat des Kantons Bern den Auftrag zur Erhebung des Ist-Zustandes 1995/96 mit folgendem Inhalt:

- Verifizierung der Laichplatzangaben auf der Karte "Seeverkehrsplanung Thuner- und Brienersee". Dabei sind folgende Punkte abzuklären:
  - Werden die Gebiete tatsächlich genutzt und wenn ja, in welchem Masse?
  - Sind weitere, unbekannte, weniger bekannte oder unterschätzte Laichgebiete vorhanden? Wenn ja, in welchem Masse?
- Erarbeitung von Grundlagen für eine umfassende Zusammenstellung der Laichgebiete im Thuner- und Brienersee, d.h.:
  - Durch welche Kriterien lassen sich Laichgebiete charakterisieren? Mit solchen Kriterien soll es möglich sein, auch ausserhalb der Laichzeiten fragliche Gebiete als (zumindest potentielle) Laichgebiete zu bezeichnen.
- Der Erarbeitung eines Argumentariums:
  - Warum sind welche Eingriffe im Litoral erlaubt?
  - Warum sind welche Eingriffe im Litoral nicht erlaubt?
- Der Erarbeitung von Schutzmassnahmen, -auflagen und -bedingungen bei technischen Eingriffen im Litoral.

## 3 Einleitung

### 3.1 Die einheimischen Seefischarten des Thuner- und Brienersees

Die Fischfauna des Thuner- und Brienersees wird durch die Gewässermorphologie und die recht kühlen Wassertemperaturen dieser Seen geprägt. Sie wird durch die verschiedenen, meist im offenen Wasser umherziehenden Felchenrassen dominiert; Seen dieser Art werden denn auch oft als "Felchenseen" bezeichnet. An den Ufern beider Seen lebt jedoch eine ganze Anzahl weiterer Fischarten, die meist im Uferbereich oder in Bodenkontakt leben. Auf Tabelle 1 (folgende Seite) sind diese Fischarten mit Angaben zu Laichzeiten, Laichsubstrat und Gefährdungsgrad dargestellt. Im Bereich der grösseren Zu- und Ausflüsse sowie auf Bachdeltas finden sich zeitweise typische Bewohner der Fliessgewässer. Von wenigen Ausnahmen abgesehen kommen in beiden Seen dieselben Arten vor. Bis vor wenigen Jahren war die aufwärtsgerichtete Fischwanderung vom Thuner- in den Brienersee unterbrochen; mit der Inbetriebnahme des neuen Fischweges bei der "Grossen Staatsschleuse" in Interlaken ist diese Verbindung für Fische nun (wieder-)hergestellt.

#### 3.1.1 Felchen

Die fischereiwirtschaftlich wichtigsten Fische beider Seen, die Felchen, sind in mehreren Untersuchungen beschrieben worden (siehe Literaturverzeichnis). Mit Hilfe von morphometrischen Daten sowie nach dem Fortpflanzungsverhalten lassen sich verschiedene Felchenformen unterscheiden:

##### Im Brienersee:

- Der frühjahrs-laichende Brienzlig (Fortpflanzungszeit: Februar und März, in grösseren Wassertiefen)
- Der herbst-laichende Brienzlig (Fortpflanzungszeit: September, in grösseren Wassertiefen)
- Der Felchen (Fortpflanzungszeit: Dezember, in Wassertiefen von 10 bis ca. 30 Metern)
- Der Balchen (Fortpflanzungszeit: Dezember, in geringer Wassertiefe)

##### Im Thunersee:

- Der Brienzlig (Fortpflanzungszeit: August/September, in Wassertiefen von ca. 20-80 Metern)
- Der Albock (Fortpflanzungszeit: Erste Dezemberhälfte, in Wassertiefen von 10 bis ca. 30 Metern)
- Der ufer-laichende Albock (= Balchen, Fortpflanzungszeit: Zweite Dezemberhälfte, in geringer Wassertiefe)
- Der Kropfer (Fortpflanzungszeit: Ende Juli bis Dezember, in Wassertiefen von 40-150 Metern).

Tabelle 1: Die einheimischen Seefischarten des Thuner- und Brienersees

Fischart wissenschaftlicher Name	Vorkommen im Brienersee	Vorkommen im Thunersee	Laichzeit <sup>1)</sup> Monat oder Temp.°C	Laich- substrat <sup>2)</sup>	Gefährdungs- grad <sup>3)</sup>
<b>Bachforelle</b> Salmo trutta f. fario	+	+	IX-I	L	4
<b>Seeforelle</b> Salmo trutta f. lacustris	+	+	X-XII	L	2
<b>Seesaibling</b> Salvelinus alpinus	+	+	IX-XII	L	3
<b>Felchen</b> Coregonus sp.	+	+		L	4
<b>Äsche</b> Thymallus thymallus	+	+	III-IV	L	3
<b>Hecht</b> Esox lucius	+	+		Ph	-
<b>Karpfen</b> Cyprinus carpio	+	+	17-20	Ph	4
<b>Brachsmen</b> Abramis brama	+	+	V-VI	LPh	-
<b>Laube</b> Alburnus alburnus	+	+	IV-VI	LPh	4
<b>Blicke</b> Blicca bjoerkna		+		Ph	-
<b>Gründling</b> Gobio gobio		+		L	4
<b>Hasel</b> Leuciscus leuciscus	+	+	III-V	LPh	-
<b>Alet</b> Leuciscus cephalus	+	+	IV-V	L	-
<b>Elritze</b> Phoxinus phoxinus	+	+	IV-VII	L	4
<b>Rotauge</b> Rutilus rutilus	+	+	>=10	LPh	-
<b>Rotfeder</b> Scardinius erythrophth.	+	+		Ph	-
<b>Schleie</b> Tinca tinca	+	+	19-20	Ph	-
<b>Bartgrundel</b> Barbatula barbatula		+	IV-V	L	-
<b>Trüsche</b> Lota lota	+	+	XI-III	L	-
<b>Flussbarsch</b> Perca fluviatilis	+	+	IV-V	LPh	-
<b>Groppe</b> Cottus gobio	+	+	III-VI	L	4

- 1) Die Gonadenreifung und der Zeitpunkt des Abblaus sind stark von der Wassertemperatur abhängig. Die Angabe der Laichmonate bezieht sich möglichst auf mitteleuropäische Verhältnisse
- 2) P = pelagisch (Freiwasser), L = lithophil (kiesig/steiniger Gewässergrund), Ph = phytophil (Wasserpflanzen), LPh = litho/phytophil (keine besondere Vorliebe)
- 3) Gefährdungsgrad: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, 4 = potentiell gefährdet, - = nicht gefährdet [Kirchhofer et al. 1991]

### 3.1.2 Lebensräume und Laichgebiete von Litoralfischarten

Die Lebensräume von Litoralfischarten beinhalten häufig zugleich deren Laichgebiete bzw. -substrate. Kleinfischarten haben dabei meist ein kleines Revier, grössere ein ausgedehnteres. Es ist anzunehmen, dass alle geeigneten Lebensräume an den Seen von den entsprechenden Fischarten besiedelt sind. Ein technischer Eingriff in das Litoral kann also nicht nur den Lebensraum von Litoralfischarten gefährden, sondern zugleich deren Laichgebiete (und umgekehrt). Die Litoral-Lebensräume, besonders von Kleinfischarten, sind besonders durch die (kleinräumige) Uferstruktur und auch durch Wasserpflanzenbestände charakterisiert. Für die betroffenen Fische ist es wahrscheinlich nicht leicht, in andere Areale auszuweichen, da jene möglicherweise schon besetzt sind oder weit entfernt liegen.

### 3.1.3 Felchen-Laichgebiete

Etwas anders verhält es sich mit den umherziehenden Felchen. Diese leben pelagisch oder in Ufernähe und durchwandern dabei den ganzen See. Zum Laichen sammeln sie sich an Orten, die ihnen (wahrscheinlich) aufgrund von gewässermorphologischen Bedingungen zusagen. Ein technischer Eingriff in das Litoral kann also in erster Linie das Laichareal schädigen, hingegen sicherlich weniger den "übrigen" Lebensraum. Bei der Wahl des Laichgebietes spielen meines Erachtens dabei (dies als Hypothese) die Korngrößenverhältnisse der Uferbank sowie seeinterne Strömungen die wichtigste Rolle. Den umherziehenden Felchen sollte grundsätzlich ein viel grösseres potentielles Laichareal zur Verfügung stehen als den standortgebundenen Litoralfischen.

## 3.2 Bezeichnung der Laichgebiete im Rahmen der Seeverkehrsplanung

Die Berufsfischer führen teils schon seit Jahrzehnten Felchen-Laichfischfänge durch. Die "uferlaichenden" Felchenformen werden dabei mit Grundnetzen in ca. 1.5 m Wassertiefe gefangen, die "tiefenlaichenden" Formen in Wassertiefen ab ca. 10 m. Seit langer Zeit gibt es in den Seen gewisse Uferbereiche, wo traditionellerweise während der Laichzeit besonders häufig laichreife Felchen zu fangen sind. Diese Uferabschnitte werden denn auch seit langem als "Laichgebiete" bezeichnet und wurden demzufolge in den Karten zur Seeverkehrsplanung Thuner- und Brienersee entsprechend eingetragen.

Aus Zeiten mit sehr grossen Felchenbeständen im Thunersee sind vertrauenswürdige Überlieferungen bekannt, nach denen der Seegrund der bekannten Beatenbucht in geringer Wassertiefe mit grossen Mengen von - vom Ufer aus sichtbaren - Eiern übersät war. Der frühere staatliche Fischereiaufseher H. Fahrni erinnert sich ferner genau daran, Ende der 60er/anfange der 70er Jahre auch im Bereich von Leissigen bis zur Tracht entsprechende Beobachtungen gemacht zu haben.

Es gibt sehr wenige - teils nur versuchsweise - Untersuchungen dazu, ob die tatsächlichen Laichgründe mit den traditionell bekannten Laichgebieten zusammenfallen:

- Ruffli stützt sich in seiner Diss [1975] auf die Angaben der Berufsfischer und weist letztlich auch nur die eigentlichen Laichfischfanggebiete aus.
- Kirchhofer hat während der Untersuchungen zu seiner Diss [1990] mehr oder weniger ergebnislos Felcheneier im Brienersee gesucht.
- Die auch im Thunersee durchgeführten Versuche mit der Schlittendredge der EA-WAG fanden in grösseren Tiefen statt, damit konnten stellenweise (Beatenbucht) Eier des tieferlaichenden Albocks nachgewiesen werden.

Im Vergleich zur Laichplatzkarte der Felchen des Bodensees (s. Beilage 1) erscheinen die Ausdehnungen der bisher bekannten Felchen-Laichgebiete am Briener- und Thunersee verhältnismässig gering; es ist zu vermuten, dass sie hier (evtl. bedeutend) grösser sind. Falls dem so ist, kann dies folgende Auswirkungen haben:

- eine Überbewertung der bekannten Gebiete
- und (eventuell schwerwiegender): Eine Unterbewertung der nicht-bezeichneten Areale.

## 4 Vorgehen und Methoden

Es wurde ein Vorgehen nach den folgenden vier Schwerpunkten gewählt:

- 1) Konkreter Nachweis von laichenden Fischen oder von Fischeiern an möglichst vielen Orten
- 2) Charakterisierung der damit nachgewiesenen Laichgebiete aufgrund gewässer-morphologischer und anderer Faktoren, z.B. Wassertiefen, Substratbeschaffenheit (bei Kies: Korngrößen), Exposition zu Wind/Wellen etc.
- 3) Überprüfung der Charakterisierung (beinhaltet auch die Suche nach Eiern in als nach 2) "ungeeignet" bezeichneten Gebieten)
- 4) Übertragung der Ergebnisse auf das ganze Litoral, d.h. Bezeichnung der (zumindest potentiellen) Laichgebiete.

Bei technischen Eingriffen am Ufer (Uferverbauungen, Bau von Uferwegen, Hafenprojekte) werden voraussichtlich in erster Linie die in unmittelbarer Ufernähe laichenden Fischarten betroffen. Deshalb wurde entschieden, dass in einem ersten, dringlichsten Schritt das Thema "Felchen-Laichgebiete" im Thuner- und Brienersee bearbeitet werden sollte.

In der Literatur sind nur wenige Untersuchungen zur Substratwahl der uferlaichenden Felchen bekannt. So bevorzugt beispielsweise die uferlaichende Palée im Lac de Joux schlammfreie, sandige/steinige Uferpartien in 3-5 m Wassertiefe zur Eiablage [Büttiker 1986]. Zur Zeit (1998) ist an der EAWAG in Kastanienbaum eine Untersuchung zur Entwicklung von Felchenlaich in geringer Wassertiefe (20-30 cm) am Hallwiler- und Sempachersee in Bearbeitung (mündl. Mitt. R. Müller/EAWAG).

Nach weiteren Auskünften von R. Müller/EAWAG, A. Kirchhofer/Uni Bern, G. Ribi/Uni Zürich, B. Büttiker/Fischereiverwaltung VD sind ansonsten keine Untersuchungen zur Charakterisierung von Felchen-Laichgebieten bekannt.

Als erste Methode zum Nachweis von Felcheneiern wurde bei den Tauchgängen mit Hilfe eines „Unterwasserstaubsaugers“ (sogenannte "Suceuse", von der Uni Zürich freundlicherweise zur Verfügung gestellt) nach Eiern gesucht. Dieses Gerät besteht grundsätzlich aus einem 1 m langen PVC-Rohr, welches unter Wasser möglichst senkrecht gehalten wird. Durch eine dosierbare Luftzufuhr aus der Tauchflasche in das Unterende wird im Rohr eine aufwärtsgerichteter Wassersog erzeugt. Dieser Sog ist stark genug, um z.B. Sand, Makroinvertebraten und eben auch Fischeier anzusaugen. In einem angeschlossenen Netzbehälter wird das aufgesaugte Material gesammelt.

Im Uferbereich des vorgesehenen Hafenprojektes Leissigen wurden zudem in Wassertiefen von 6-10 m vier je 10 m lange und 20 cm hohe "Zäune" aus Gazestoff längs der Uferlinie exponiert (nach der Methode von [Ventling-Schwank 1992]). Damit sollten Felcheneier aufgehalten (und gefunden) werden, die in Ufernähe abgelaicht und anschliessend eventuell durch Wellenschlag in grössere Tiefen verfrachtet werden.

Anfangs Februar 1996 wurden dann eher zufälligerweise entdeckt, dass die Felcheneier auch bei Untersuchungen zu Fuss, d.h. mit Watstiefeln ausgerüstet, gefunden werden konnten. Dabei wurde in sehr geringen Wassertiefen - d.h. zwischen 0.1 und 0.5 m - der Seegrund mit den Stiefeln aufgewühlt und dann das aufgewirbelte Material mit einem feinmaschigen Handnetz gefeumert (also im Prinzip die "Kick-Sampling"-Methode). Fortan wurde nur noch mit dieser zweiten Methode gearbeitet. Sie hat gegenüber den Tauchgängen den sehr grossen Vorteil, dass bedeutend längere Strecken ohne grossen (Material-)Aufwand abgesucht werden können.

Im Februar '96 wurden Teile des Thunersee-Ufers mit dieser Methode abgesucht, im Januar und Februar '97 Uferabschnitte am Brienersee sowie weitere Strecken am

Thunersee; im Januar und Februar '98 erfolgte eine Überprüfung (nochmalige Begehung) ausgewählter Uferstrecken an beiden Seen.

Da sich die Laichzeit der uferlaichenden Felchen nur über wenige Tage erstreckt, kommt als quantitative Methode die Direktbeobachtung der laichenden Fische nicht in Frage.

## 5 Resultate der Ei-Suche

### 5.1 Tauchgänge

Zwischen Dezember 1995 und Ende Januar 1996 wurden insgesamt 15 Tauchgänge im Thunersee durchgeführt. Dabei wurden die unterschiedlichsten Substratformen, d.h. von sandigem bis blockigem Untergrund und von einem bis in mehrere m Wassertiefe abgesucht. Besondere Beachtung galt auch den oft vorkommenden Mulden und Vertiefungen im Seegrund, diese können von wenigen  $\text{dm}^2$  bis mehrere  $\text{m}^2$  grosse sein. Die Absicht dabei war es nachzuprüfen, ob solche Vertiefungen entweder zum Laichen aufgesucht werden und/oder ob sich an solchen Stellen von der Strömung verfrachtete Eier ansammeln. Es wurden jedoch keine solchen erwarteten Eiansammlungen gefunden.

Mit der Suceuse wurden die besten Ergebnisse dort erzielt, wo sich am Fuss einer steilen Böschung in 1 bis 1,5 m Wassertiefe eine Uferbank mit kiesigem Untergrund befindet. Dort wurden Eidichten von ca. 2-5 Eiern/ $\text{dm}^2$  gefunden (Beatenbucht und vor Gipsi Leissigen). Die schlechtesten Ergebnisse mit 1-2 Eiern/ $\text{m}^2$  (abgesehen von gar keinen Eiern) ergaben sich dort, wo sich von der Wasserlinie bis in Tiefen von ca. 2-3 m eine durchgehend schräge Kiesfläche erstreckt.

Die im Bereich des Hafenprojektes Leissigen exponierten Zäune wurden ebenfalls tauchenderweise kontrolliert; bei diesen wurde kein einziges Ei entdeckt. Der Uferbereich dieses Gebietes wurde mehrmals abgesucht, dabei wurde nur ein einziges Ei in ca. 1.5 m Wassertiefe gefunden. In der dem Fund vorhergehenden Nacht waren dort allerdings Grundnetze zum Zwecke des Laichfischfangs gesetzt worden. Da gemäss den bisherigen Erfahrungen ein Ei selten alleine gefunden wird, ist anzunehmen, dass dieses besagte Ei wahrscheinlich von einem Felchenweibchen im Netz verloren wurde.

Die mittels der Suceuse abgesuchten Tauchstrecken und die Örtlichkeiten der Eifunde sind auf den Karten 1 und 2 dargestellt, die Legende auf Beilage 6.

### 5.2 Kick-Sampling-Methode

Die mit der Kick-Sampling-Methode abgesuchten Uferstrecken und die Örtlichkeiten der Eifunde sind auf den Karten 1 und 2 dargestellt. Die grössten gefundenen Eidichten lagen bei ca. 10 Eiern/ $\text{m}^2$ . Bei diesen Begehungen wurde auch der Beschaffenheit des Seegrundes (Korngrössen) besondere Beachtung geschenkt und die Ergebnisse zur Charakterisierung der Laichgebiete verwendet.

### 5.3 Beschreibung der Fundstellen

Als fundträchtige Wassertiefen zeigten sich Bereiche zwischen hauptsächlich 0.1 und 0.5 m, gelegentlich bis ca. 1 m Tiefe. Im Nachhinein erklärt sich nun auch, warum die Suceuse oft erfolglos blieb: Eine Betrachtung der tauchenderweise abgesuchten Strecken und der damaligen Fundorte von Eiern zeigte, dass mit der Suceuse fast nur dort Eier gefunden wurden, wo das Ufer nicht flach auslaufend ist; wo also die Wasserlinie trotz dem winterlich tiefen Wasserstand durch z.B. Mauern oder Blockwurf gebildet wird und eine mehr oder weniger breite Uferbank vorgelagert ist. Mit der Suceuse wurde also auf flach auslaufenden grossflächigen Kiesufern, bedingt durch die Rohrlänge, oft in der falschen Wassertiefe gesucht.

Als sehr ausschlaggebend erwies sich auch die Beschaffenheit des Seegrundes: Es wurden praktisch nur dort Eier gefunden, wo ebenfalls (überraschend) viele Makroin-

vertebraten (Ephemeropteren- und Plecopterenlarven) vorhanden waren. Die Makroinvertebraten und die Eier wurden stets in lockerem, mehrschichtigem, sowohl gerundetem wie kantigem, Kies mit grobporigem Interstitial gefunden. Foto 1 auf Beilage 2 zeigt ein ideales Laichsubstrat, auf dem im Januar 96/97 Eier gefunden worden waren, das aber im Winter 97/98 durch die grössere Seeabsenkung trocken fiel. Die Korngrössen können zwischen ca. 1 bis ca. 10 cm schwanken. Solche Areale können sehr kleinräumig sein; es wurden Eier auf "winzigen" solchen Stellen von ca.  $\frac{1}{2}$  m<sup>2</sup> Fläche, umgeben von grösseren Steinen und Blöcken, gefunden. Lockere Kiesflächen ergeben sich anscheinend am ehesten dort, wo (vor allem bei höherem Sommerwasserstand) die Wellenbewegung am Gewässergrund zwar nicht ausreicht, um den Kies zu bewegen und zu zerkleinern, wo sie aber immer noch gross genug ist, um das Feinmaterial in Richtung der seewärtigen Halde abzutransportieren.

Viele der untersuchten Stellen ohne Eifunde weisen zwar oberflächlich Kies auf, dieses bildet dort aber eher eine Art dünne Deckschicht über sandigem Grund, ein grobporiges Interstitial fehlt. Eine derartige Seegrundbeschaffenheit findet sich häufig dort, wo der Seegrund gegen die Wasserlinie hin sehr flach ausläuft. Bei Wellengang wirkt hier die Turbulenz über grosse Flächen bis auf den Grund, es geschieht ein starker Abrieb an Kies und Steinen; der dabei entstehende Sand setzt sich im Interstitial fest. Ein ebenfalls ungeeignetes Interstitial ergibt sich dort, wo die Kieselsteine in Form von flachen Plättchen (Foto 2, Beilage 2) vorhanden sind. Anscheinend spielt hier die Beschaffenheit des am Ufer anstehenden Stein- und Felsmaterials eine grosse Rolle (z.B. bei schieferigem Gestein).

Im Bootshafen von Merligen "Bir Sagi" ist im Hafen ein geeignetes Substrat vorhanden (Foto 3, Beilage 3), hier wurden auch Eier gefunden. Anscheinend lassen sich Felchen durch Bootsstege mit Booten, Pfählen und Bojen nicht vom Laichgeschäft abhalten. Während der Laichzeit herrscht dort allerdings kaum eine menschliche Betriebsamkeit.

Mit der Kick-Sampling-Methode wurden auch an solchen Stellen Eier in geringen Wassertiefen gefunden, wo die vorgängige Suche mit der Suceuse in grösseren Wassertiefen erfolglos geblieben war. Dies deutet darauf hin, dass grundsätzlich nicht mit einer Verfrachtung von im Kies abgelagerten Eiern in grössere Wassertiefen zu rechnen ist.

Mit einer solchen Verfrachtung könnte allerdings bei der Eiablage auf Sandgrund oder versandetem Kies zu rechnen sein. Es zeigte sich jedoch, dass vor derartigen Uferbereichen mit der Suceuse nie Eier in Geländevertiefungen in grösseren Wassertiefen gefunden werden konnten. Dies deutet darauf hin, dass sandige und versandete Kiesufer effektiv nicht als Laichgebiete genutzt werden.

## 5.4 Kartierung der potentiellen Laichgebiete

Gestützt auf die Erkenntnisse zur morphologischen Beschaffenheit der Eifundstellen kann die Eignung der gesamten Uferregionen des Briener- und Thunersees als potentiell Laichgebiet für uferlaichende Felchen beurteilt werden. Anfangs März 1998 wurden die Ufer beider Seen mit einem Motorboot abgefahren und bei guten Sichtverhältnissen (klares Wasser) die Seegrundbeschaffenheit visuell registriert.

Bereits bei der Erfassung, aber auch bei der kartografischen Darstellung von gewässermorphologischen Einheiten (im vorliegenden Fall z.B. von potentiellen Laichgebieten), spielt der Abbildungs-Massstab eine wichtige Rolle. Bei kleinräumiger Betrachtung, z.B. auf einem Uferabschnitt von 10 m Länge, lässt sich der Seegrund meist eindeutig als geeignetes oder ungeeignetes Laichsubstrat definieren. Dies deshalb, weil bei den - oberflächlich - vorhandenen Korngrössen oft eindeutig gewisse Fraktionen vorherrschen, z.B. sandige, kiesige, blockige oder felsige Flächen. Während alle vier

dieser Fraktionen selten gleichzeitig vorkommen, finden sich recht oft auch Flächen mit Mischungen "benachbarter" Korngrössen, also sandig/kiesige, kiesig/blockige oder blockig/felsige Areale. Im Hinblick auf die vorliegende Kartendarstellung mussten zur Vermeidung eines unübersichtlichen Farbgewirrs möglichst Strecken von mindestens 100 oder (besser) mehr Metern Länge betrachtet und beurteilt werden. Dies führte zur Einteilung in die folgenden "Eignungsklassen"; gültig für die bei winterlichem (Dez./Jan.) Niederwasserstand benetzten Litoralfächen mit Wassertiefen von 0 bis ca. 1 m Tiefe:

- **Grossflächig geeignet:** Bezeichnet einen Uferabschnitt, der
  - entweder gesamthaft hauptsächlich locker-kiesig ist (Foto 3, Beilage 3).
  - oder innerhalb der betrachteten Wassertiefe ein mehr oder weniger durchgehendes locker-kiesiges "Band", z.B. auf einer schmale Uferbank, aufweist (Foto 4, Beilage 3).
- **Grossflächig vorwiegend geeignet:** Bezeichnet einen Uferabschnitt, der zwischen Blöcken oft locker-kiesige "Inseln" aufweist (Foto 5, Beilage 4).
- **Grossflächig vorwiegend ungeeignet:** Bezeichnet einen Uferabschnitt, der zwischen Blöcken oder felsigen Partien vereinzelt kleine locker-kiesige "Inseln" aufweist (Fotos 6, Beilage 4).
- **Grossflächig ungeeignet:** Bezeichnet einen Uferabschnitt, der
  - sandig oder
  - kiesig mit versandetem Interstitial oder
  - steil und (grob-)blockig oder felsig ist (Fotos 7, Beilage 5).
- **Mischtyp geeignet/ungeeignet:** Vor allem im Bereich von Bootshäusern finden sich in kurzer Abfolge kleinräumig geeignete sowie ungeeignete Flächen. Während z.B. kurze Uferstrecken zwischen Bootshäusern geeigneten Kies aufweisen, ist die Wassertiefe an der seeseitigen Hausfront bereits zu gross und damit ungeeignet. Dieser Mischtyp findet sich auch bei anderen anthropogen beeinflussten Uferstrecken (z.B. Uferverbauungen mit lokalen Kiesschüttungen); seltener hingegen an durchwegs natürlichen Ufern.

Das Resultat der Kartierungen gemäss diesen Kriterien ist auf den Karten 3 und 4 ersichtlich, die Legende auf Beilage 6.

## 6 Wasserstände des Briener- und Thunersees

Der Wasserstand beider Seen ist reguliert, er wird gestützt auf ein sogenanntes Wehreglement durch das Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern gesteuert. Üblicherweise erfolgt im Winterhalbjahr eine Absenkung der Seespiegel bis ca. Ende Februar, anschliessend wird der Wasserstand wieder erhöht. Diese Absenkungen sind im folgenden Zusammenhang von Bedeutung:

- Die uferlaichenden Felchen laichen ab Mitte Dezember in wenigen Dezimetern Wassertiefe; die Dauer der Eientwicklung benötigt 360 bis 420 Tagesgrade. Das langfristige Monatsmittel der Wassertemperatur der Aare bei Ringgenberg beträgt im Dezember 7.0 °C, im Januar 5.7 ° und im Februar 5.2 °C. Dasjenige der Aare in Thun beträgt im Dezember 7.0 °C, im Januar 5.5 ° und im Februar 5.2 °C [LHG 1996]. Die ersten Felchenbrütlinge sollten demnach in beiden Seen ab ca. dem 15. Februar (bei 360 Tagesgraden) bzw. ca. ab dem 25. Februar (bei 420 Tagesgraden) schlüpfen. Üblicherweise ist also während der ganzen Dauer der Eientwicklung der Wasserstand der Seen am Sinken; dies bedeutet eine grosse Gefährdung für die Eientwicklung.
- Die uferlaichenden Felchen werden in den Fangstatistiken der Berufsfischerei nicht separat von den anderen Felchen ausgewiesen (die äussere Unterscheidung der Felchenformen ist schwierig bis praktisch unmöglich). Trotzdem lassen vertrauenswürdige Angaben von Berufsfischern und der Fischereiaufsicht sowie langjährige Beobachtungen während dem Laichfischfang auf uferlaichende Felchen (Klusgarnfischerei in der Beatenbucht am Thunersee) den Schluss zu, dass der Bestand dieser speziellen Felchenformen seit dem Beginn der 70er Jahre am Schwinden ist.

Es interessiert deshalb, ob in den letzten Jahrzehnten an der Seeregulierung grundsätzlich etwas geändert wurde.

Mit Hilfe der Daten der täglichen Wasserstandsmessungen der LHG im Briener- und Thunersee (Periode von 1961 bis 1997) wurden die Abbildungen 1a und 1b sowie 2a und 2b erstellt (folgende Seiten). Auf den Abbildung "a" sind darauf jeweils die folgenden massgeblichen Wasserstände dargestellt:

- Der Wasserstand am 15. Dezember des betreffenden Jahres (also etwa zu Beginn der Laichzeit)
- Der minimale Wasserstand, der zwischen dem 15. Dezember und dem 15. Februar des folgenden Jahres registriert wurde
- Der minimale Wasserstand, der anschliessend zwischen dem 16. und dem 28. Februar registriert wurde.

Zur besseren Erkennbarkeit des Ausmasses der Wasserstands-Absenkungen resp. -Erhöhungen wurden die Abbildungen "b" erstellt. Darauf sind dargestellt die:

- Wasserstands-Differenzen zwischen dem 15. Dezember eines Jahres und dem 15. Februar des folgenden Jahres
- Wasserstands-Differenzen in der anschliessenden Zeit zwischen dem 16. und 28. Februar

Negative Werte bezeichnen die Absenkung, positive Werte die Erhöhung des Wasserstandes.

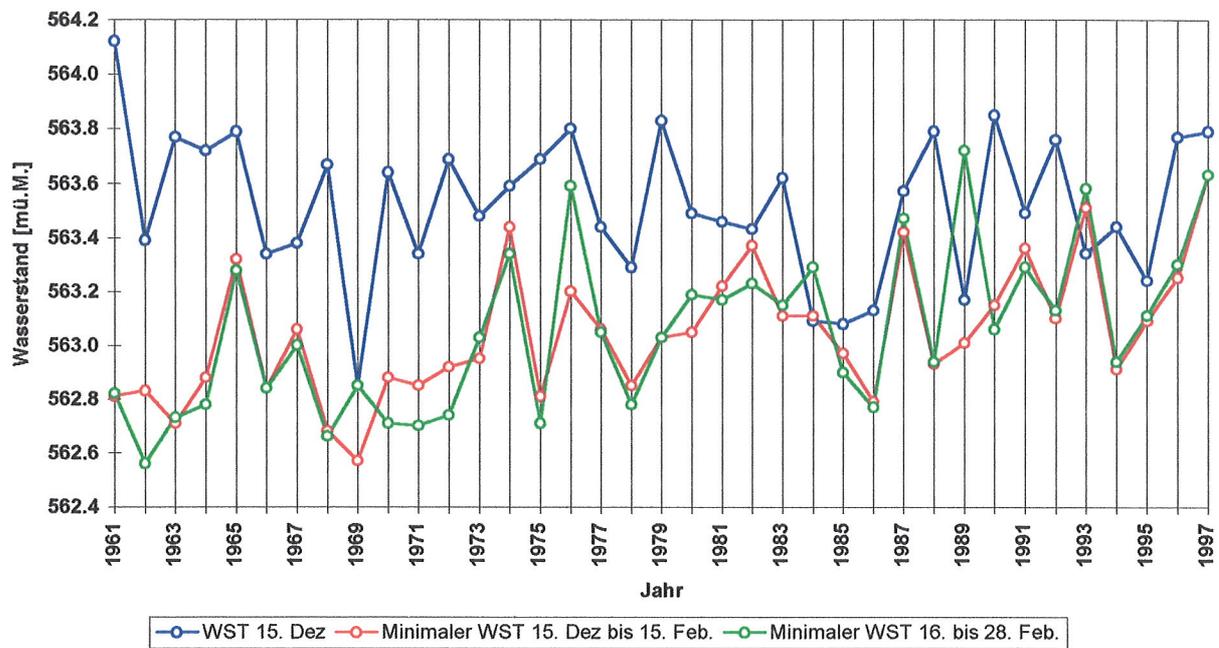


Abbildung 1a: Brienzsee: Wasserstände (WST) der Periode 1961-1997

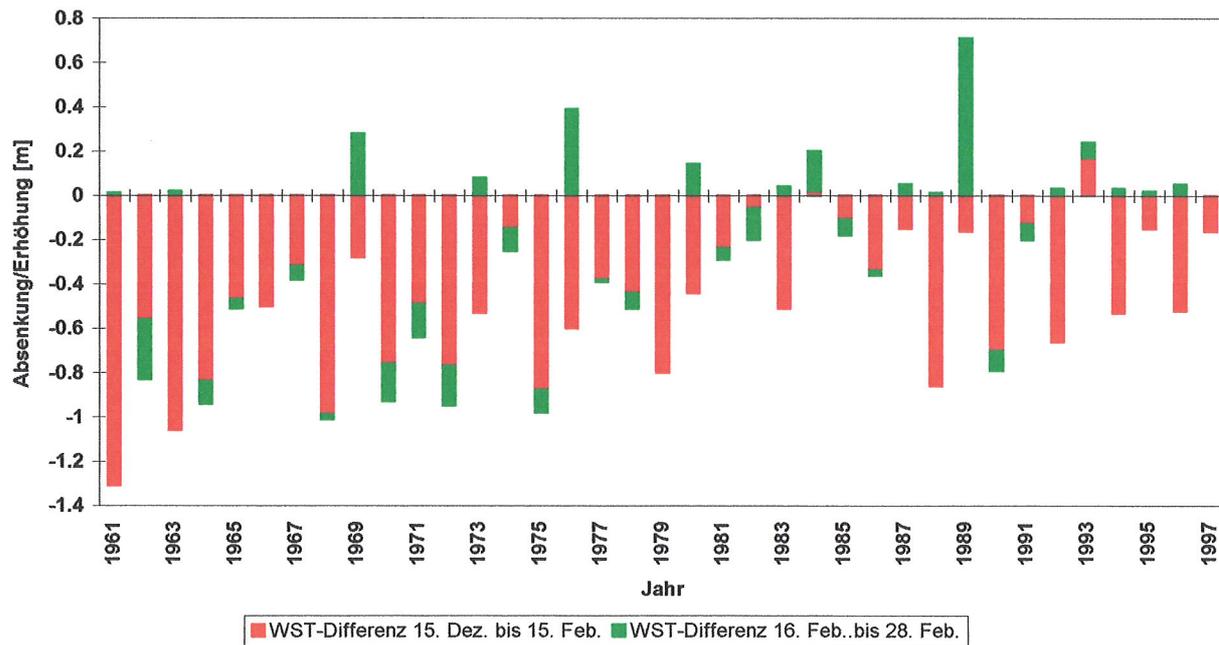


Abbildung 1b: Brienzsee: Wasserstands-Differenzen der Periode 1961-1997

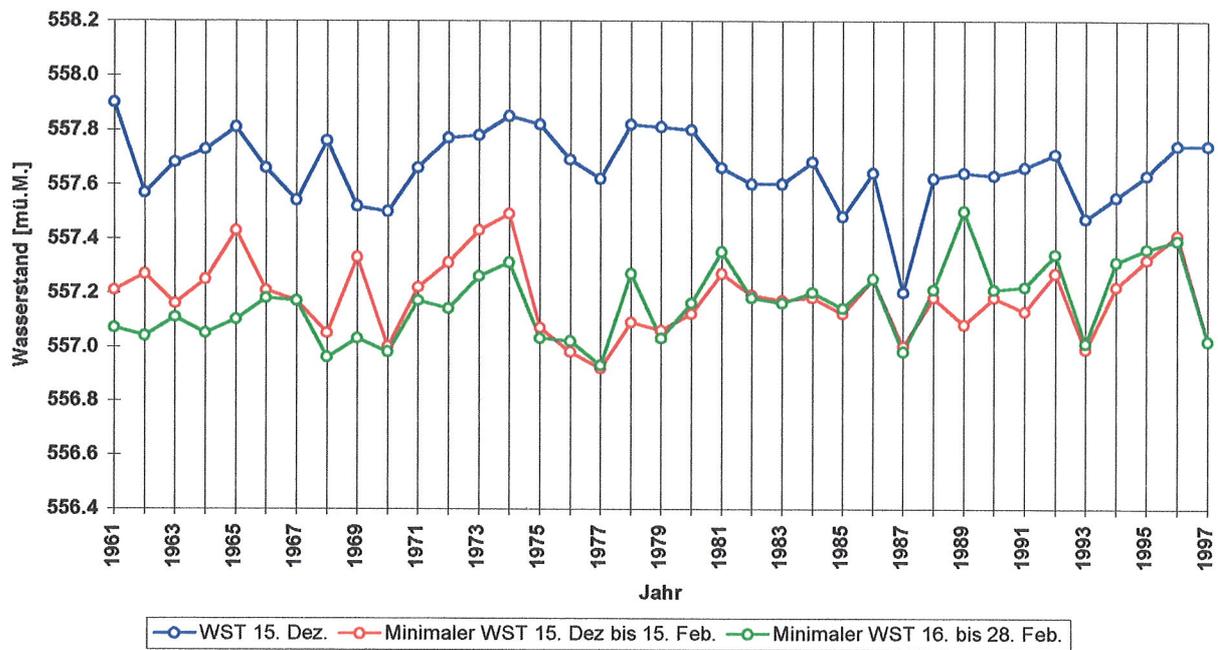


Abbildung 2a: Thunersee: Wasserstände (WST) der Periode 1961-1997

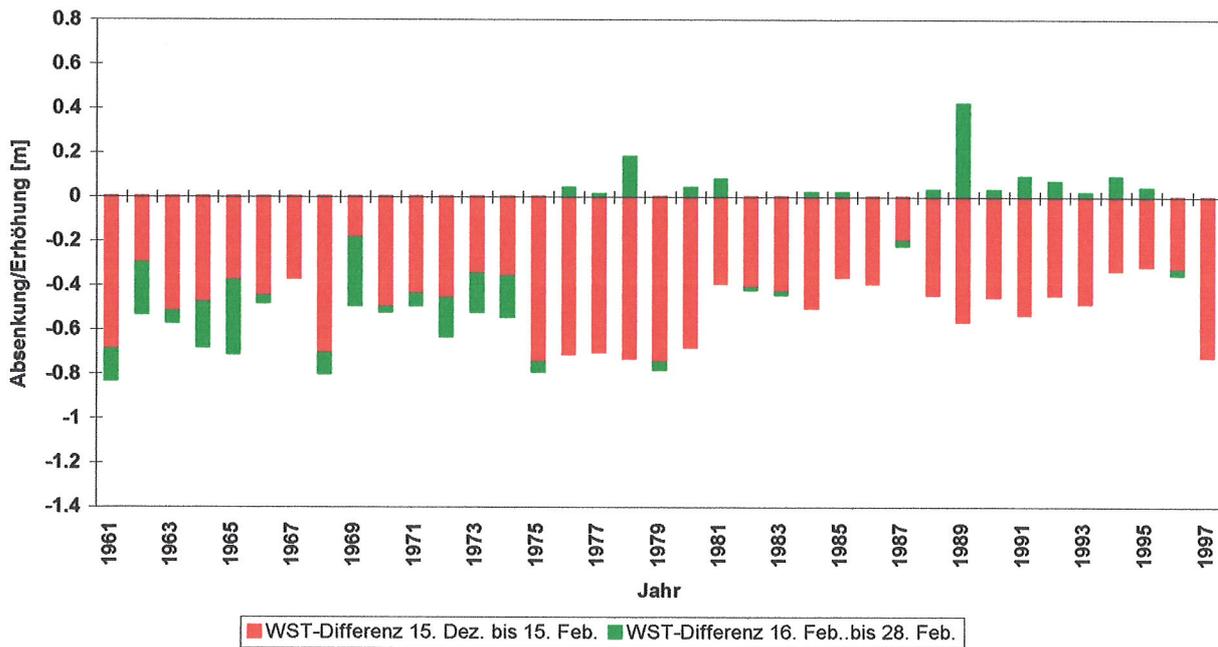


Abbildung 2b: Thunersee: Wasserstands-Differenzen der Periode 1961-1997

**Brienzersee:**

Die Abbildung 1a zeigt, dass Mitte Dezember die Wasserstände im Brienzersee von Jahr zu Jahr recht unterschiedlich sind. Die höchsten dieser Werte bleiben sich seit 1962 etwa gleich. Die tiefsten der Dezember-Werte zeigen seit 1969 eine Tendenz zum Ansteigen. Die tiefsten Werte der folgenden Absenkungszeit zeigen ebenfalls eine Tendenz aufwärts, d.h. der See wird im Laufe der Jahre immer weniger tief abgesenkt.

Die Abbildung 1b zeigt anschaulicher, dass die Wasserstands-Differenzen im Laufe der Zeit tendenziell kleiner werden.

**Thunersee:**

Die Abbildung 2a zeigt, dass Mitte Dezember die Wasserstände im Thunersee weniger stark schwanken als im Brienzersee. Die höchsten dieser Werte nehmen tendenziell ab, d.h. mit der Seeabsenkung wird in den letzten Jahren eher begonnen als in früheren Zeiten. Die tiefsten Werte der folgenden Absenkzeit zeigen wie im Brienzersee ebenfalls eine ansteigende Tendenz.

Die Abbildung 2b zeigt, dass seit Mitte/Ende der 70er Jahre die Wasserstands-Differenzen generell abnehmen sowie dass seit dieser Zeit die tiefsten Wasserstände bereits bis zur Mitte Februar erreicht werden.

In den Oberlandseen müssen die Wasserstände zur Ermöglichung von Unterhaltsarbeiten am Ufer im Abstand von einigen Jahren besonders tief abgesenkt werden. Der Winter 97/98 war eine dieser ausserordentlichen Absenkperioden im Thunersee. So wurden denn im Februar 98 z.B. bei der Gipsfabrik Leissigen trockenliegende Uferstellen (Foto 1, Beilage 2) vorgefunden, an exakt denen im Februar 1997 Felcheneier im Wasser gefunden wurden.

Die Seeregulierungen - auch diejenigen die im "üblichen Mass" stattfinden - erweisen sich insofern als grundsätzlich ungünstig für die Fortpflanzung der Felchen, als bereits die Absenkung vor Mitte Dezember an beiden Seen viele potentiell günstige Laichgebiete trockenfallen lässt (Foto 8, Beilage 5)

## 7 Schlussfolgerungen

Bei der Interpretation der Karten 1 bis 4 ist zu berücksichtigen, dass der Bestand der uferlaichenden Felchenformen zur Zeit verhältnismässig gering ist. Der uferlaichende Albock (Balchen) ist im Moment in den Fängen der Berufsfischer und den wissenschaftlichen Probefängen des Fischereinspektorats weniger stark vertreten als früher, was sich aber aufgrund von längjährigen Erfahrungen ohne weiteres wieder ändern kann. Auch beim Laichfischfang mit Grundnetzen oder mit Hilfe des Klusgarns in der Beatenbucht - wo also gezielt diese Felchenform befischt wird - resultiert trotz allgemein mehr Aufwand ein geringerer Fangertrag als früher. Dies bedeutet, dass z.B. frühere und gesicherte Laichgebiete ganz einfach mangels genügend laichreifer Fische un- oder wenig benutzt bleiben können.

Beim direkten Vergleich der Fischlaichgebiete mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung ist zu berücksichtigen, dass hier nur diejenigen der uferlaichenden Felchenformen betrachtet wurden. Die Angaben in der SVP hingegen beinhalten auch die Laichgebiete von "tiefenlaichenden" Felchen sowie diejenigen weiterer Fischarten.

Die Karten 1 und 2 zeigen grundsätzlich, dass

- wenn Eifunde gemacht wurden, diese oft in Fischlaichgebieten von kantonaler Bedeutung liegen
- nicht in allen so bezeichneten Gebieten Eier gefunden wurden
- dafür auch ausserhalb dieser Gebiete Eifunde gemacht wurden.

Dies zeigt, dass - zumindest bei grossräumiger Betrachtung - diese Laichgebiete berechtigterweise eingezeichnet wurden und sogar noch weitere Gebiete umfassen.

Im Zusammenhang mit der Kartierung der potentiellen Laichgebiete (Karten 3 und 4) bin ich der Ansicht, dass

- die dort grün bzw. gelb bezeichneten Uferabschnitte (grossflächig geeignet bzw. vorwiegend geeignet) bei grossräumiger Betrachtung durchwegs als Laichgebiete von kantonaler Bedeutung ausgeschieden werden können. Es ist allerdings auffällig, dass in beiden Seen hauptsächlich in der jeweils oberen Seehälfte Eier gefunden wurden.
- die orangen Uferabschnitte (Mischtyp geeignet/ungeeignet) bei grosszügiger Interpretation ebenfalls gesamthaft als Laichgebiet bezeichnet werden können
- die lila bzw. roten Abschnitte (grossflächig ungeeignet bzw. vorwiegend ungeeignet) hingegen nicht als solche zu bezeichnen oder zu schützen sind. Ich bin der Ansicht, dass die auf den roten Abschnitten höchstens sehr kleinräumigen und lokalen potentiellen Laichgebiete in Anbetracht der doch grossen Flächen der geeigneten Areale vernachlässigt werden können.

Zum Schutze der Felchenlaichgebiete sind grundsätzlich alle Eingriffe zu vermeiden, welche die locker-kiesigen Flächen gefährden. Es sind dies insbesondere

- Überschüttungen/Überdeckung des Seegrundes mit Materialien anderer Beschaffenheit oder ungeeigneter Korngrössen
  - Falls Überschüttungen von tatsächlichen oder potentiellen Felchenlaichgebieten unumgänglich sind, würde sich z.B. Eisenbahnschotter als Schüttmaterial eignen.
  - Eine Überschüttung von heute sandigem Seegrund mit Kies dürfte hingegen nur kurzfristig neue Felchenlaichgebiete schaffen; es ist anzunehmen dass solche Areale bald wieder versanden.
  - Müssen nach Aufschüttungen im Rahmen von Ersatzmassnahmen Felchenlaichgebiete künstlich geschaffen werden, bietet sich dazu z.B. am Thunersee

der Uferabschnitt zwischen Gunten und der Beatenbucht an; am Brienersee zwischen Brienz und Ebligen. In Gebieten, wo (grossräumig betrachtet) oft gelaicht wird, könnten entlang der Uferstrasse (gute Zugänglichkeit) kiesige Uferbänke errichtet werden.

- Ausbaggerungen
  - Ausbaggerungen auf eine (winterliche) Wassertiefe von mehr als ca. 1 m führen dazu, dass dort die Tiefenwirkung des Wellenschlages nicht mehr dazu ausreicht, Feinmaterial abzutransportieren. Es ist anzunehmen, dass - auch wenn dort Kies geschüttet wird - dieses bald versandet oder mit sedimentierenden Feinstoffen überdeckt wird.
- Veränderungen der seeinternen Strömungsverhältnisse oder der Exposition zu Wind und Wellen, die ein Versanden oder Verschlammten zur Folge haben.
  - Beobachtungen im Bootshafen Gütital zeigen, dass grosse, auch schwimmende Hafemolen die Wellenwirkung soweit brechen, dass im Hafanbecken der Gewässergrund mit Feinsedimenten überdeckt wird.
  - Andererseits zeigen viele kleine Mäuerchen bei z.B. Bootshäusern, oder die in den See hinausgebauten Bootshäuser selbst, dass solche Bauten, die (als Grössernordnung) bis ca. 6 m in den See hinausreichen, keine negativen Beeinträchtigungen des benachbarten kiesigen Gewässergrundes verursachen. Möglicherweise genügt bei den hier üblichen geringen Wassertiefen auch die Wellenwirkung von z.B. Kursschiffen zur "Reinigung" der Fiessohle.

Im Zusammenhang mit der Seestandsregulierung ist bei der Beurteilung von Eingriffen die Wassertiefe zu berücksichtigen. So wird sich eine Verbauung unmittelbar an der sommerlichen Wasserlinie (z.B. Blockschüttung) kaum negativ auswirken.

Wie die Eifunde im Bootshafen Merligen zeigen, sind anscheinend gewisse technische Eingriffe (Bootsstege auf Pfählen) nicht unbedingt störend. Dieser Hafen ist allerdings seeseitig nicht durch Wellenbrecher oder Schwimmmolen abgeschirmt. Vergleichsweise dazu ist im Gütital, wo dies der Fall ist, der derartig geschützte Uferbereich im Hafen wegen der Verschlammung (Veralgung) als Laichgebiet ungeeignet.

Die Verhältnisse auf dem wohl bekannteste Laichplatz, jenem in der Beatenbucht, weisen darauf hin, dass die Felchen nicht auf grossflächige, nur kiesige Areale angewiesen sind. Dort wird auf einer relativ schmalen Uferbank mit Kiesinseln zwischen Blöcken gelaicht.

Im Falle eines technischen Eingriffs am Ufer sollte in jedem Fall eine Beurteilung der lokalen Verhältnisse vorgenommen werden. Eine solche ist meines Erachtens, gestützt auf die Beschreibung der Fundstellen (Kapitel 5.3), für einen Fischereiaufseher durchaus möglich.

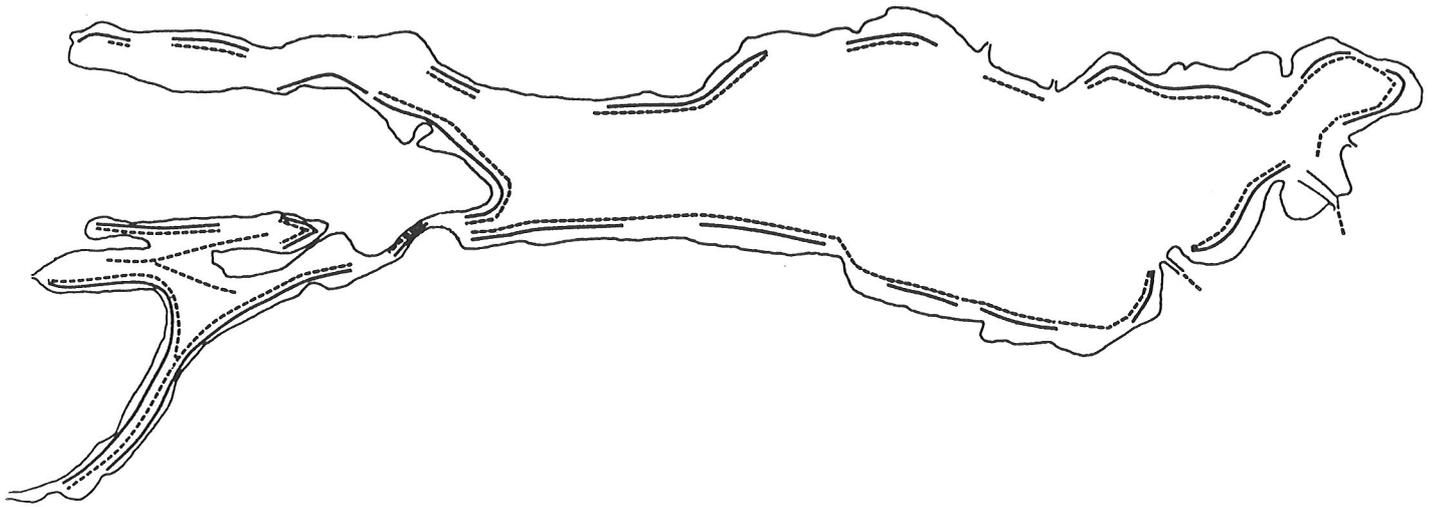
Bern, 12. August 1998

*P. Hüer*

## 8 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Büttiker, B. (1986): In situ observation on coregonid eggs survival in Lake Joux (Switzerland). Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., 22, 353-361
- Deufel, J., Löffler, H. und B. Wagner (1986): Auswirkungen der Eutrophierung und anderer anthropogener Einflüsse auf die Laichplätze einiger Bodensee- Fischarten. Österreichs Fischerei, Jahrg. 39, 325-336.
- Kirchhofer, A. (1984): Altersstruktur, Wachstum und Laichreife der Felchenpopulationen (*Coregonus* sp.) im Thunersee und Massnahmen zur Verbesserung der Fischereierträge. Lizentiatsarbeit Zool. Inst. Uni Bern.
- Kirchhofer, A. (1990): Limnologische und ichthyologische Untersuchungen im Brienersee unter besonderer Berücksichtigung der Differenzierung der sympatrischen Felchenpopulationen. Diss. Zool. Inst. Uni Bern.
- Kirchhofer, A., Zaugg, B., Pedroli, J.-C. (1991): Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Documenta Faunistica Helvetiae 9, Schweizerisches Zentrum für die Erfassung der Fauna, Neuchâtel.
- LHG Landeshydrologie und -geologie (1996): Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz. EDMZ, Bern
- Ruffli, H. (1975): Die Biologie der Coregonen im Thuner- und Bielersee. Diss. Nr. 5451 ETH Zürich.
- Ventling-Schwank, A.R. (1992): Reproduktion und larvale Entwicklungsphase der Felchen (*Coregonus* sp.) im eutrophen Sempachersee. Diss. Uni Zürich.

Bodensee: Laichgebiete der ufernah laichenden Felchen der *Coregonus lavaretus*-Gruppe, nach [Deufel et al. 1986]



Laichplätze ufernah laichender Felchen.

Laichplatzausdehnung:

1955 —————

1985 - - - - -



**Foto 1:** Lockerer und mehrschichtiger, mittel- bis grobkiesiger Seegrund mit grobporigem Interstitial als ideales Laichsubstrat. Dieser Uferbereich fiel im Winter 97/98 trocken, bleibt aber bei "normalen" Absenkungen benetzt.

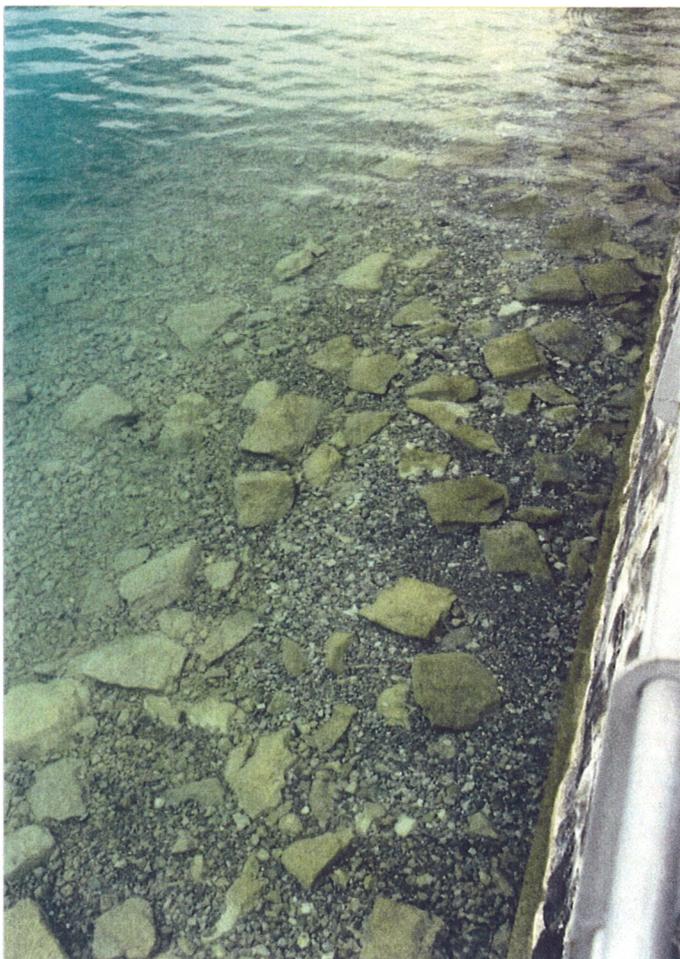


**Foto 2:** Oberflächlich kiesiges Substrat, die Kiesel sind aber als Plättchen vorhanden; das Interstitial ist meist mit Sand gefüllt. Auf solchen Substraten wurden nie Felcheneier gefunden..



**Foto 3:** Grossflächig geeignetes Laichsubstrat im Bootshafen "Bir Sagi" in Merligen.

Die Aufnahme wurde im März 97 gemacht, während der Entwicklungszeit der Felcheneier ist der Seegrund kaum mit Kieselalgen bewachsen.



**Foto 4:** Der Grossteil des Seegrundes besteht aus lockerem Kies; trotz der Blöcke wird ein derartiger Seegrund als grossflächig geeignet bezeichnet.



**Foto 5:** Zwischen Blöcken sind häufig kiesige "Inseln" mit geeignetem Substrat vorhanden; ein derartiger See- grund ist grossflächig vorwiegend geeignet.



**Foto 6:** Auf diesem meist blockigen Seegrund sind lockere kiesige Areale nur noch sehr spärlich vorhanden; er wird deshalb als grossflächig vorwiegend ungeeignet bezeichnet.



**Foto 7:** Die Uferbank besteht praktisch nur noch aus geschütteten Blöcken, das Interstitial der dazwischenliegenden Kiesel ist durch den Wellenschutz der Blöcke mit Feinstoffen und Sand aufgefüllt. Ein solcher Seegrund wird als grossflächig ungeeignet bezeichnet. Ein solcher Uferabschnitt würde sich, z.B. im Rahmen von Ersatzmassnahmen, zur Sanierung (Schüttung von geeignetem Kies) anbieten.



**Foto 8:** Aufnahme vom 29.12.1991 bei Därligen: Die Seeabsenkung vor dem Laichbeginn (Mitte Dezember) hat günstige Laichareal trockenfallen lassen.

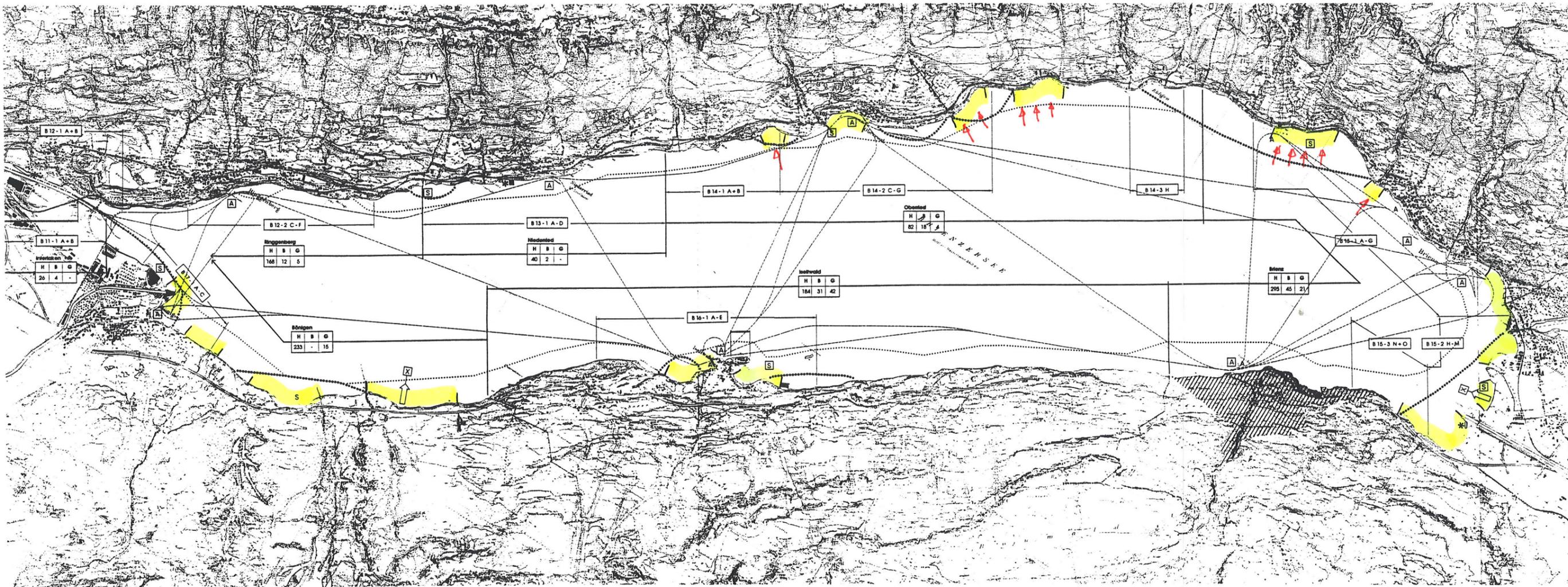
## Legende zu den Karten 1 und 2

-  Tauchenderweise abgesuchte Uferstrecken
-  Eifundstellen mit Suzeuse
-  Zu Fuss abgesuchte Uferstrecken
-  Eifundstellen mit Kick-Sampling-Methode

## Legende zu den Karten 3 und 4 (Potentielle Eignung der Litoralflächen als Laichgebiet für die uferlaichenden Felchen); nähere Erläuterungen siehe Kapitel 5.4

-  Grossflächig geeignet
-  Grossflächig vorwiegend geeignet
-  Mischtyp geeignet/ungeeignet
-  Grossflächig vorwiegend ungeeignet
-  Grossflächig ungeeignet

**Karte 1: Brienersee**  
 Nach Felcheneiern abgesuchte Uferstrecken (Legende s. Beilage 6)



**Karte 2: Thunersee**  
Nach Felcheneiern abgesuchte  
Uferstrecken (Legende s. Beilage 6)

