

Brienzersee: Antworten auf häufig gestellte Fragen

Warum ist der Brienzersee so viel trüber als die andern Voralpenseen? In den Genfer- und den Bodensee werden doch 10-mal soviel Schwebstoffe gespült?

In der Tat erhalten diese beiden Seen im Vergleich zum Brienzersee ein Vielfaches an Schwebstoffen. Für den subjektiven Eindruck der Trübung ist jedoch die Menge der feinsten Schwebstoffe, welche sich nahe an der Wasseroberfläche befinden, verantwortlich. Diese kleinsten, nur sehr langsam absinkenden Partikel, stammen vor allem von den Gletschern. Eine wichtige Rolle spielt daher das Verhältnis zwischen dem vergletscherten Einzugsgebiet und der Seefläche. Beim Brienzersee ist dieses Verhältnis deutlich grösser als z.B. beim Bodensee (4-mal kleiner), dem Urnersee (5-mal) oder dem Walensee (6-mal).

Was ist der Grund, dass sich die Trübung des Sees in kurzer Zeit stark verändern kann?

Die beiden grossen Zuflüsse Aare und Lütchine bringen den weitaus grössten Teil der Schwebstoffe in den Brienzersee. Die Wasserführung dieser beiden Flüsse schwankt natürlicherweise stark. So hängt die Schnee- und Gletscherschmelze, welche zu grossen Mengen von Schwebstoffen führt, von der Jahreszeit und der Lufttemperatur ab. Der Hitzesommer 2003 hat uns das deutlich vor Augen geführt. Starke Niederschläge im Einzugsgebiet, und hier nicht nur die gewaltigen Hochwasser im Mai 1999 oder August 2005, können kurzfristig sehr viele Schwebstoffe in Bewegung versetzen. Dazu kommt, dass die Schwebstoffe je nach Wassertemperatur im Tiefenwasser verschwinden oder sich nahe der Oberfläche einschichten, wo sie sichtbar sind. Der überwiegende Teil der Schwebstoffe ist wenige Wochen nach dem Eintrag im Brienzersee abgesunken und nicht mehr erkennbar.



Warum konnte in den Sommermonaten der 1980er-Jahre eine von Brienz nach Interlaken zunehmende Seetrübung festgestellt werden?

Von 1976 bis 1985 war der Eintrag von Schwebstoffen von der Aare während des gesamten Zeitraumes unter dem langjährigen Durchschnitt, während zur gleichen Zeit in der Lütchine mittlere bis überdurchschnittliche Frachten von Schwebstoffen zu beobachten waren. Ab 1986 waren die Aareabflüsse wieder deutlich höher und damit gelangten bei Brienz auch wieder mehr Schwebstoffe in den See. Eine zunehmende Trübung im oberen Seebecken ab Mitte der 1980er-Jahre lässt sich damit plausibel erklären. Auf Grund fehlender Daten oder schriftlicher Aufzeichnungen lässt sich rückwirkend nicht mehr feststellen, ab exakt welchem Jahr sich die sichtbare Trübung verändert hat.

Warum erscheint heute der Brienzersee trüber als noch vor Jahren?

Die subjektive Wahrnehmung, dass der Brienzersee seit Mitte der 1980er-Jahre trüber erscheint, ist völlig plausibel. Für Ende der 1970er-Jahre schätzen wir eine ca. viermal höhere Algenproduktion als heute. Damals schluckten mehr Algen mehr Licht, denn dieses wird von den Algen vor allem absorbiert und kaum gestreut. Der See bekam dadurch eine blau-grüne Note. Umgekehrt heute: Der See erscheint mit dem Rückgang der Algen (seit anfangs der 1980er-Jahre) milchiger und trüber, weil heute das Licht verstärkt an mineralischen Partikeln („Gletscherschliff“) gestreut (und weniger absorbiert) wird.

Seit 1996 hat der Gehalt an sehr kleinen Schwebstoffen, welche besonders für die hohe Lichtstreuung verantwortlich sind, im Sommer zugenommen. Wir gehen davon aus, dass vor allem die intensive Gletscherschmelze in den warmen Sommern (besonders warme Jahre im letzten Jahrzehnt; Gletscherrückzug) den Gehalt an Schwebstoffen in den Sommern hat ansteigen lassen. Der Hitzesommer 2003 zeigte das in aller Deutlichkeit.



Warum war der See im Herbst 1995 extrem klar?

Die aussergewöhnlich hohe Sichttiefe von 17 m im Herbst 1995 ist auf besondere Abfluss- und Witterungsverhältnisse zurückzuführen, welche damals den Nachschub von Schwebstoffen abschwächten. Die Wasserführung war im Herbst 1995 sowohl in der Aare als auch in der Lutschine unterdurchschnittlich, was zu geringen Schwebstofffrachten führte. Dies ist vergleichbar mit den tiefen Schwebstofffrachten auf Grund geringer Wasserführung in den beiden grossen Zuflüssen während des Jahres 1996, als während des ganzen Jahres überdurchschnittlich grossen Sichttiefen gemessen wurden. Im Herbst 1995 war zusätzlich die Oberflächentemperatur des Sees höher als üblich, was dazu führte, dass die Schwebstoffe sich etwas tiefer im Seewasser einschichteten.

Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Pump-Speicher-Betrieb und der subjektiv festgestellten Zunahme der Seetrübung?

Nein. Der intensive Pumpspeicherbetrieb seit 1980 hat - falls überhaupt - die Schwebstofffracht vom Grimsensee höchstens geringfügig erhöht. Da aus dieser Zeit keine Messungen vorliegen, können wir diese Aussage nicht mit Daten belegen. Dafür sprechen jedoch die folgenden Beobachtungen:

- In den Sedimentschichten der sog. alten Grimselseeli (nahe der heutigen Staumauer) kann nach dem Jahr 1980 keine Abnahme der abgelagerten feinen Schwebstoffe festgestellt werden. Eine solche Abnahme in den Sedimenten würde man jedoch erwarten, wenn deutlich mehr feine Schwebstoffe ins Tal transportiert würden.
- Durch den Pump-Speicher-Betrieb werden Schwebstoffe vom sehr trüben Grimsensee in den etwas weniger trüben Oberaaresee exportiert. Das Wasser der beiden Seen wird praktisch völlig vermischt, so dass heute im Oberaaresee höhere Schwebstoffgehalte vorhanden sind und somit dort auch mehr Schwebstoffe sedimentieren. Damit lagern sich in den beiden durch den Pump-Speicherbetrieb direkt verbundenen Stauseen insgesamt mehr Grimselsee-Sedimente ab, da dafür heute eine grössere Fläche zur Verfügung steht.

Zerkleinern die Pumpen bzw. Turbinen die Schwebstoffe im Wasser beim Pump-Speicherbetrieb zwischen Grimsel- und Oberaaresee?

Es existieren viele Studien, die den Einfluss von Partikeln auf Turbinenräder untersuchten. Der umgekehrte Effekt, nämlich der Einfluss von Turbinen auf die Partikel, wurde erstmals im Jahr 2000 durch Forscher der ETH Zürich untersucht. Die Studie hat gezeigt, dass beim Pumpen und Turbinieren die im Wasser vorhandenen Schwebstoffe nicht feststellbar zerkleinert werden. Die an den Turbinenschaukeln sichtbaren Abnutzungserscheinungen zeigen zwar eindeutig, dass Partikel mit dem Metall in Kontakt kommen können. Diese Abrasion stammt jedoch von grösseren Partikeln (beispielsweise Sand). Gemäss Aussage von Fachleuten sind diese Partikel jedoch derart hart, dass sie beim Turbinendurchgang nicht zerkleinert werden, das „weichere“ Metall dagegen abgetragen werden kann. Für die Trübung jedoch sind die sehr feinen Schwebstoffe verantwortlich. Diese feinen Partikel sind derart klein, dass sie der Strömung folgen und nicht an den Turbinen „aufschlagen“. Ergebnisse der Sedimentkernuntersuchungen von den sog. alten Grimselseeli (nahe der heutigen Staumauer) bestätigen diesen Befund mittels völlig anderer Methoden. Die durchschnittliche Korngrösse dieses Sedimentes hat sich seit 1980 nicht verändert. Würden die KWO-Maschinen die Partikel zerkleinern, müsste in den Sedimenten ab 1980 feinere Ablagerungen feststellbar sein, was nicht der Fall ist.

Auf dem See hinterlassen Kursschiffe häufig an der Wasseroberfläche eine Spur, welche über viele Stunden sichtbar bleibt. Warum?

Den grössten Schwebstoffgehalt im Brienzersee findet man häufig nicht unmittelbar an der Oberfläche, sondern in ein paar Metern Tiefe. Durch die Schiffschraube (oder Schaufelräder) wird eine Teil dieser Schwebstoffe an die Oberfläche gewirbelt, wo wie sie besser erkennen. Da diese extrem kleinen Schwebstoffe nur äusserst langsam absinken, bleibt die Fahrspur des Schiffes noch während Stunden sichtbar.

Besteht ein Zusammenhang zwischen der forcierten Abarbeitung des Grimselseewassers im Winter 1999/2000 und dem Daphnieneinbruch bzw. dem Fangrückgang bei den Felchen im Jahr 1999?

Nein. Die forcierte Abarbeitung des Grimselseewassers begann erst im Spätherbst 1999, zu einem Zeitpunkt also, als der Zusammenbruch bereits festgestellt wurde. Die Studie hat klar gezeigt, dass für den Einbruch der Daphnienpopulation und den drastischen Fangrückgang bei den Felchen im Jahr 1999 primär das Hochwasser im Mai, die tieferen Wassertemperaturen sowie die generell schlechte Nährstoffgrundlage im See verantwortlich sind.

Warum haften an Ankern „seit ein paar Jahren“ andere Sedimente als früher? Und warum stellen die Berufsfischer unterschiedliche Feinstoffablagerungen auf ihren Netzen fest?

Verschiedene Faktoren können dafür verantwortlich sein. Einerseits hat seit Mitte der 1990er-Jahre der Gehalt an sehr feinen Partikeln im Hochsommer an der Oberfläche geringfügig zugenommen (auf Grund der höheren Gletscherschmelze, siehe oben). Es ist deshalb durchaus denkbar, dass in den letzten Jahren auch die Anlagerung von feinen Schwebstoffen an Verankerungs- und Netzmaterial zugenommen hat. Allerdings handelt es sich hier um keine mengenmässigen Veränderungen im Schwebstoffhaushalt. In den untersuchten Sedimentkernen bei Iseltwald beispielsweise zeigen sich keine entsprechenden Hinweise. Andererseits hat sich im Seewasser das Mengenverhältnis zwischen Algen (organischen Partikeln) und mineralischem Material (Schwebstoffe aus dem Einzugsgebiet) in den letzten Jahrzehnten deutlich in Richtung der mineralischen Partikel verschoben. Das organische Material hat die günstige Eigenschaft, feinste Schwebstoffe „zusammen zu kleben“ und so besser zum Absinken zu bringen. Wir gehen deshalb davon aus, dass heute die feinsten Schwebstoffe länger im Brienzersee verbleiben. So können sich heute auch mehr Feinstoffe an Verankerungen anlagern.

Rund 2 Tonnen Phosphat aus natürlichen Quellen werden jährlich in den Speicherseen zurückgehalten. Wie bedeutend ist diese Menge im Vergleich zum übrigen Nährstoffeintrag in den Brienzersee?

Ohne Kraftwerkbetrieb würden heute rund 10 Tonnen Phosphat in den Brienzersee gelangen. Rund 2 Tonnen davon werden jedoch in den Sedimenten der KWO- Speicherseen zurückgehalten. Die restlichen 8 Tonnen stammen aus folgenden Quellen: zirka 1 Tonne aus der Luft, 2 Tonnen aus ARA Ausläufen und der Rest aus Kanalisationsentlastungen und verschiedenen, teilweise natürlichen diffusen Quellen verteilt über das ganze Einzugsgebiet. Die Menge des durch menschliche Einflüsse jährlich in den Brienzersee gelangenden Phosphates ist heute also immer noch rund doppelt so hoch, wie die 2 Tonnen, welche in den Stauseen verbleiben.

Der Brienzersee ist sehr nährstoffarm. Die rund 2 Tonnen Phosphat, die in den Speicherseen zurückgehalten werden, könnte der See gut brauchen. Kann diese Menge dem Brienzersee nicht zurückgegeben werden?

Ohne Kraftwerkbetrieb würde unter den heutigen Bedingungen rund ein Viertel mehr Phosphat in den Brienzersee eingetragen, was die aktuell sehr geringe Algenproduktion um ebenfalls rund einen Viertel erhöhen würde. Bei diesem Szenario würden aber nicht nur Nährstoffe sondern auch wieder rund 230'000 Tonnen Feststoffe in den Brienzersee gelangen, was zu einer deutlichen Verschlechterung der Lichtverhältnisse im See und damit insgesamt zu einer Abnahme der Algenproduktion führen würde. Der aktuelle Kraftwerkbetrieb hat also sowohl negative (Nährstoffrückhalt in den Stauseen) wie auch positive (insgesamt weniger trüber Brienzersee und damit mehr Algenwachstum) Seiten.

Man kann argumentieren, dass die KWO nur die in ihren Stauseen zurückgehaltenen ca. 2 Tonnen Phosphat künstlich der Hasliaare zurückgeben soll. Eine entsprechende Phosphatzugabe zwischen April und September wäre technisch einfach möglich und würde die heute sehr niedrige Algenproduktion ohne Zweifel erhöhen. Dies liegt jedoch nicht im Interesse des Gewässerschutzes.

Es wurde vereinbart, dass die Studie nicht nur wissenschaftliche Daten liefern, sondern auch Massnahmen für eine Verbesserung der heutigen Situation aufzeigen sollte. Warum werden keine Massnahmen für eine Reduktion der Trübung oder eine Optimierung des Algenwachstums vorgeschlagen?

Die Fachleute haben verschiedene mögliche Massnahmen geprüft. Neben bereits umgesetzten fischereilichen Massnahmen standen die Reduktion der Seetrübung und die Erhöhung der biologischen Ertragskraft (Algen, Fische) im Vordergrund. Bei näherer Betrachtung erwiesen sich jedoch die letzteren beiden Massnahmen als nicht realistisch. Reduktion der Trübung: Eine chemische Fällung oder Filtrierung der mineralischen Partikel in der Hasliaare bei Innertkirchen wäre technisch zwar möglich jedoch unvorstellbar aufwändig (Dimension einer Chemiefabrik) und wahrscheinlich auch nicht gesetzeskonform. Die Möglichkeit einer Elimination der Schwebstoffe wurde aus diesen Gründen nicht weiterverfolgt. Eine Aufweitung der Hasliaare unterhalb Meiringen würde den Fluss gewässerökologisch sicher aufwerten, den Eintrag an feinen Schwebstoffen in den Brienzersee jedoch nur sehr wenig reduzieren.

Erhöhung der Algenproduktion: Durch Zugabe von Nährstoffen kann das Algenwachstum erhöht werden. Aus den oben genannten Gründen ist diese mögliche Massnahme aber nicht im Interesse des Gewässerschutzes.

Warum hat sich die Studie nicht mit der Frage der Restwassersanierung befasst?

Die Restwassersanierung nach Artikel 80 des Gewässerschutzgesetzes wird in einem laufenden, separaten Verfahren behandelt. Die an der Studie beteiligten Wissenschaftler sind übereinstimmend zum Schluss gekommen, dass die Restwasserfrage für die Ökologie des Brienzersees nicht direkt relevant ist. Die Studie hat sich auch aus diesen Gründen nicht weiter mit dieser Problematik befasst.

Die Studien sind abgeschlossen. Ist damit für den Kanton und den Brienzersee die Sache erledigt?

Nein, der Brienzersee und die Felchenbestände werden weiterhin monatlich überwacht. Die Gewässerqualität (inkl. Trübung, Algen und Daphnien) wird vom Gewässer- und Bodenschutzlabor, die Nachhaltigkeit der Fischerei vom Fischereiinspektorat überprüft. Die vorhandenen Langzeit-Daten und neuen Erkenntnisse aus der Studie erlauben es den Fachstellen, bei einer Verschlechterung der Verhältnisse angemessen zu reagieren.



Die KWO hat verschiedene Ausbaupläne. Werden die Ergebnisse der Brienzerseestudie für die Umweltabklärungen beigezogen?

Ja. Zwar ist die Brienzerseestudie eine Folge des Felchenfangeinbruches von 1999 und in diesem Sinne völlig unabhängig von den Ausbauplänen durchgeführt worden. Selbstverständlich stehen jedoch die Ergebnisse der Studie allen und somit auch für die kommenden Umweltabklärungen zur Verfügung. Die Daten stellen eine sehr gute und umfassende Grundlage für vertiefte Abklärungen der KWO über die möglichen Auswirkungen ihrer verschiedenen Ausbauprojekte dar.

Welche Fragen stellen sich auf Grund der Brienzerseestudie für die Umweltverträglichkeitsprüfung zum Ausbauprojekt KWO plus?

Die zusammen durch die beiden Teilprojekte Staumauererhöhung und Ausbau des Kraftwerkes Innertkirchen 1 zu erwartende zusätzliche Verlagerung des Aareabflusses vom Sommer in den Winter, wird zu einem vermehrten Eintrag von Trübstoffen während des Winters und zu einer Reduktion der Trübe in den Sommermonaten führen. Inwieweit sich diese potentiellen Veränderungen auf die Algenproduktion und das Fischwachstum auswirken können, wird Gegenstand der Umweltabklärungen durch die KWO sein.

Kann davon ausgegangen werden, dass die Aufzucht von «Brienzersee-Felchen» in der Netzkäfiganlage Gütital im Thunersee mittelfristig finanziell und personell gesichert ist?

Nein. Die in der zweiten Phase der Brienzersee-Untersuchungen gesprochenen Mittel erlauben den Betrieb der Netzkäfiganlage bis Ende 2007. Das Fischereiinspektorat benötigt zusätzliche personelle Ressourcen, um die Weiterführung zu ermöglichen.

Bern, 23.6.06