



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU

Abteilung Wasser
Tel.: +41 58 46 269 69
Fax: +41 58 46 303 71
wasser@bafu.admin.ch
<http://www.bafu.admin.ch>

Faktenblatt

Datum

1. Juli 2016

Der Thunersee

Zustand bezüglich Wasserqualität



Lage des Thunersees (blau) und seines Einzugsgebietes (rot)

1 Entstehung, Morphologie und Kenndaten

Der Thunersee ist zusammen mit dem Brienersee durch einen tektonischen Bruch und die eiszeitliche Erosionsarbeit des Aaregletschers entstanden. Nach der letzten Eiszeit erstreckte sich ein einziger See von Meiringen bis weit über Thun hinaus. Durch Ablagerungen von Geschiebe der verschiedenen Bergbäche insbesondere der Lütshine und des Lombaches bildete sich bei Interlaken eine Schwemmebene, welche den See in den Thuner- und den Brienersee teilte (Liechti 1994). Die beiden Hauptzuflüsse des Thunersees sind die aus dem Brienersee stammende Aare und die bei Einigen und Gwatt in den See mündende Kander, welche bei Reutigen mit der Simme zusammenfliesst. Der Thunersee wird durch zwei Wehranlagen in Thun reguliert. Bei Hochwassergefahr kann seit 2009 zusätzlich ein Entlastungsstollen in Betrieb genommen werden.

Natürlicherweise führten die Kander und Simme auf der Höhe der Zulg unterhalb des Thunersees in die Aare. Bei Hochwasser gerieten immer wieder grosse Flächen Siedlungs- und Landwirtschaftsland unter Wasser. Deshalb wurde die Umleitung der Kander in den Thunersee beschlossen und das Werk – der Kanderdurchstich – wurde 1714 vollbracht (Thut 2008) (Tabelle 1). Damit wurde die Grösse des Einzugsgebietes des Thunersees verdoppelt. Die aus dem Einzugsgebiet der Kander stammende Schwebstofffracht beträgt rund 100'000 t/a und trägt wesentlich zum Schwebstoffeintrag in den Thunersee bei (Liechti 1994). Das kalte, trübstoffreiche Wasser schichtet sich unterhalb einer Tiefe von 40 m ein. Über 85% der Nährstoffe, die in den Thunersee gelangen, sind an Partikel gebunden, nicht algenverfügbar und sedimentieren (Liechti 1994).

Der Thunersee zirkuliert wie auch der Brienersee aufgrund seiner grossen Tiefe nicht jedes Jahr vollständig (Guthruf et al. 2009).

Das hydrologische Einzugsgebiet des Thunersees umfasst eine Fläche von 2'404 km² und ist wie dasjenige des Brienersees stark alpin oder hochalpin geprägt, wenig besiedelt und dadurch wenig anthropogen beeinflusst (Abbildung 1). Der Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche ist jedoch rund doppelt so gross wie im Einzugsgebiet des Brienersees, weshalb der algenverfügbare Nährstoffeintrag in den Thunersee höher ist als im Brienersee (Liechti 1994).

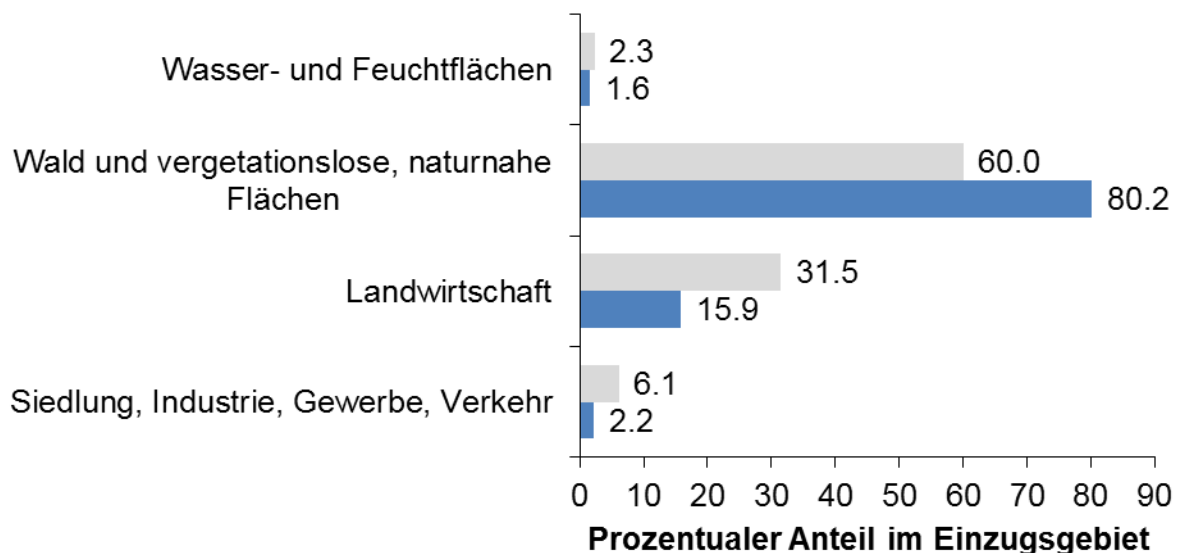


Abbildung 1: Bodennutzung im Einzugsgebiet des Thunersees (blaue Balken) und Bodennutzung als Mittelwert der grössten Schweizer See-Einzugsgebiete (graue Balken) (Stand 2006, Datengrundlagen: EEA (2010), BAFU (2013)).

Eine Tabelle mit detaillierten Angaben zur Seemorphologie und zu den Einzugsgebietsparametern befindet sich im Anhang.

2 Die Entwicklung des Seezustandes

2.1 Phosphorgehalt und -frachten

Im Thunersee stiegen die P-Konzentrationen infolge der zunehmenden Abwassereinleitungen bis anfangs der 1980er Jahre an und erreichten Maximalwerte von knapp über 20 µg/l (Abbildung 2). Der Thunersee erreichte wie auch der Brienersee lediglich einen mesotrophen Zustand.

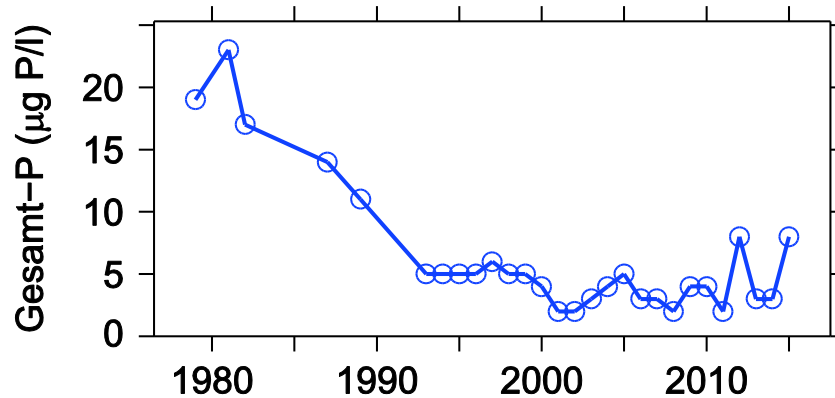


Abbildung 2: Jahresmittelwerte der Phosphorkonzentrationen im Thunersee.

Dank der erfolgreichen Abwassersanierung im Einzugsgebiet (Tabelle 1) sanken die P-Konzentrationen nach einem erreichten Maximum anfangs der 1980er Jahre und schwanken seit Mitte der 1990er Jahre im Bereich von 2 - 5 µg/l (Abbildung 2). Die Phosphatwerte liegen heute im Bereich von 1 µg/l, d.h. in ähnlicher Grössenordnung wie im Brienersee (GBL 2013). Der Thunersee befindet sich heute wieder in einem oligotrophen Zustand.

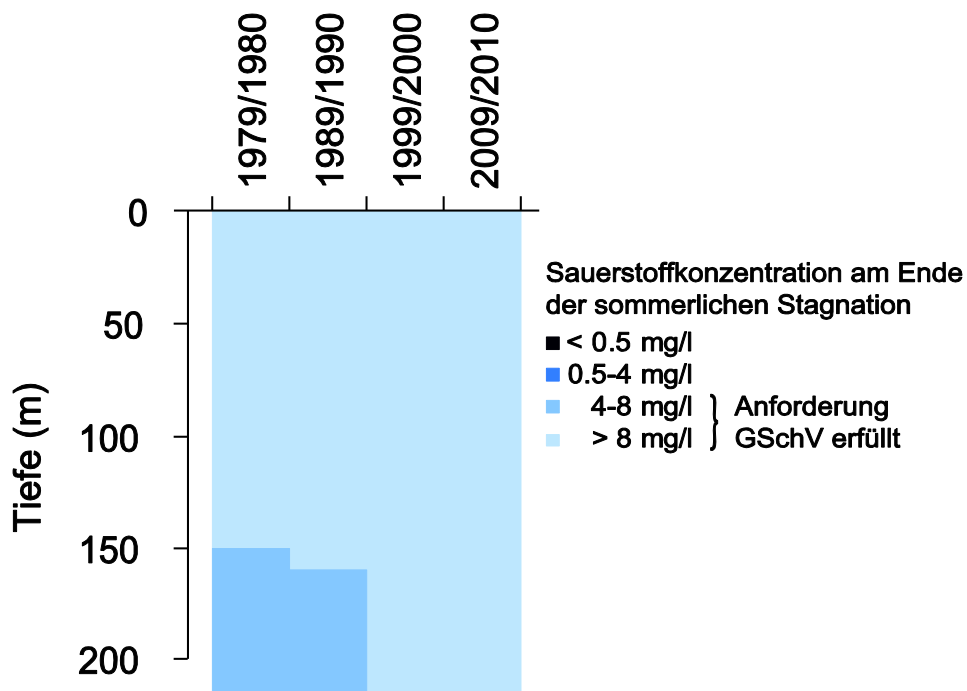


Abbildung 3: Sauerstoffkonzentrationen im Thunersee.

Heute sind im Einzugsgebiet des Brienersees 98% der Haushaltungen an eine öffentliche ARA angeschlossen. Die übrigen 2% haben eine eigene kleine ARA oder leiten ihre Abwässer zulässigerweise in abflusslose Gruben oder Güllegruben ein. Die Abwässer eines grossen Teils des Einzugsgebietes werden über eine Ringleitung gesammelt, gereinigt und anschliessend einige Kilometer unterhalb des Sees in die Aare geleitet.

Die Planktonbiomasse und vermutlich auch die Primärproduktion im Thunersee ist jedoch trotz ähnlicher Nährstoffverhältnisse höher als diejenige im Brienersee, weil im Thunersee eine geringere Trübung vorherrscht und damit das Algenwachstum nicht durch eine schwebstoffbedingte

Lichtabschwächung begrenzt ist. Auch weisen das häufigere Auftreten von Blaualgen und die Zusammensetzung des Makrozoobenthos auf ein im Vergleich zum Brienersee produktiveres Gewässer hin (Guthruf et al. 2009, Zweifel 2014).

2.2 Sauerstoffgehalt

Die Sauerstoffverhältnisse im Thunersee verschlechterten sich bis anfangs der 1980er Jahre aufgrund der zunehmenden Eutrophierung (Liechti 1994, Abbildung 3). Regelmässig wurden weniger als 4 mg/l Sauerstoff im Tiefenwasser gemessen. Zudem konnte auch eine Phosphorrücklösung aus dem Sediment registriert werden (Liechti 1994). Mit der Reoligotrophierung des Thunersees verbesserten sich auch die Sauerstoffverhältnisse. Die seit 1996 im Rahmen des Gewässermonitorings monatlich erhobenen Sauerstoff-Tiefenprofile zeigen, dass die Sauerstoffkonzentrationen im Thunersee seither immer über 4 mg/l lagen und damit die diesbezüglichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung mindestens seit 1996 erfüllt sind (GBL 2009).

Tabelle 1 Die Geschichte des Thunersees im Überblick (Thut 2008; GBL 2009, Schenker Korner & Partner GmbH und Stuijvenberg 2012, AWA 2014 schriftl. Mitt.)

Chronik	
1714	Kanderdurchstich
1920er - 1963	Versenkung von 4'590 t Munition im Thunersee
1972	Inbetriebnahme der ARA Thunersee, welche 36 Gemeinden rund um den unteren Teil des Thunersees sowie im Simmen- und Kandertal umfasst.
1965 - 1984	Bau und Inbetriebnahme von 11 ARAs im Einzugsgebiet des Thunersees
1994 - 2005	Einleitung von NEAT-Baustellenabwässer via Kander in den Thunersee
Ab 1998	Sanierung und Erweiterung diverser ARAs
2000 - ca. 2013	Beobachtung von verformten oder fehlenden Geschlechtsorganen bei Felchen.
Ab 2004	Sanierung und Erweiterungen verschiedener ARAs im Einzugsgebiet des Thunersees

3 Fazit

Der Thunersee ist heute dank der erfolgreichen Abwassersanierung im Einzugsgebiet wieder in einem natürlichen, nährstoffarmen Zustand. Die numerischen Anforderungen an die Wasserqualität der GSchV (Anhang 2) werden eingehalten (Tabelle 2).

Das Ziel des zukünftigen Gewässerschutzes im Einzugsgebiet des Thunersees ist die Beibehaltung des erreichten Qualitätszieles sowie der Betrieb eines Monitorings, mit welchem problematische Stoffe frühzeitig erkannt werden. Zwischen 2000 und 2013 wurden im Thunersee vermehrt Felchen mit fehlenden oder verformten Geschlechtsorganen beobachtet. Über die Ursachen für diese Gonadenveränderungen gab es viele Hypothesen, jedoch konnte keine davon wissenschaftlich bestätigt werden. Die wahrscheinlichste Ursache für die beobachteten Abnormitäten dürfte der Eintrag von Stoffen aus der NEAT-Baustelle gewesen sein (Von Siebenthal et al. 2014). In Zukunft sollen deshalb bei Grossbaustellen die für den Gewässerschutz verantwortlichen Stellen über die verwendeten Stoffe vorgängig informiert werden, um ein entsprechendes Monitoring aufbauen zu können (AWA 2014, mündl. Mitteilung).

Tabelle 2: Für den Thunersee gültige Qualitätsziele.

Kriterium	Ziel	Grundlage
O ₂ -Konzentration	> 4 mg/l zu jeder Zeit an jedem Ort	Anhang 2 GSchV
P-Konzentration	Erhalt des tiefen P-Gehaltes von 3 - 5 µg/l	GBL 2013

4 Literatur

BAFU, 2013: Einzugsgebietsgliederung Schweiz EZGG-CH, Bundesamt für Umwelt, Bern.
<http://www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/11452/index.html>.

BFS, 2011: Statistik der Bevölkerung und der Haushalte 2011 (STATPOP2011), Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

BFS, 2010: Betriebszählung 2008. Branchenporträt Landwirtschaft. BFS Aktuell. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 18 S.
www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/bzs1z/01.html

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz GSchG) vom 24. Januar 1991. SR 814.20.

EEA, 2010: CORINE Land Cover Project, Europäische Kommission, Kopenhagen.

GBL 2009: Seen im Kanton Bern. Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern, 6 S.

GBL 2013: Zustand der Fliessgewässer und Seen – 2011 und 2012. Schwerpunkt Emmental-Oberaargau, Gewässer- und Bodenschutzlabors des Kantons Bern, Bern, 28 S.

Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998. SR 814.201.

Guthruf K., Maurer V., Pokorni B., Zeh M., 2009: Entwicklung des Phyto- und Crustaceenplanktons, Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern, 123 S.

Liechti P., 1994: Der Zustand der Seen in der Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 237. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 163 S.

Schenker Korner & Partner GmbH, Stuijvenberg J., 2012: Militärische Munitionsversenkungen in Schweizer Seen. Umfassende Gefährdungsabschätzung, Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, Bern, 84 S.

Thut W., 2008: In „Berns goldene Zeit“, Band 4 der Reihe Berner Zeiten, Verein „Berner Zeiten“ (Hrsg.), Stämpfli AG, Bern.

Von Siebenthal B., Bernet D., Ochsenbein U., 2014: Weiterführende Untersuchungen zu den Gonadenveränderungen bei Felchen aus dem Thunersee. Synthesebericht Untersuchungsperiode 2011 – 2012. Im Auftrag des Amtes für Wasser und Abfall, Gewässer- und Bodenschutzlabor und des Amtes für Landwirtschaft und Natur / Fischereiinspektorat des Kantons Bern, 44 S.

Zweifel N., 2014: Makrozoobenthos in Berner Seen. Praktikumsbericht zuhanden des Amtes für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Bern, 34 S.

5 Auskünfte

wasser@bafu.admin.ch

6 Internet

<http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13483/14095/index.html>

7 Anhang: Charakterisierung des Thunersees und seines Einzugsgebietes

Morphologie See

Seefläche	47.7 km ²
Volumen	6.42 km ³
Meereshöhe Seespiegel	558.0 m
Uferlänge.....	57.6 km
maximale Länge	18.3 km
maximale Breite	3.8 km
maximale Tiefe	217 m
mittlere Tiefe	135 m
mittlerer Abfluss.....	112 m ³ /s
theoretische Aufenthaltszeit	1.8 a
Anteil Wasserfläche des Sees im Ausland	0 %

Physiogeographie des Einzugsgebiets

Mittlere Meereshöhe	1762 m
Maximale Meereshöhe	4262 m

Bodenbedeckung und -nutzung im Einzugsgebiet (Stand: 2006, EEA 2010, BAFU 2013)

Gesamtfläche ohne Seefläche	2404 km ²
Flächenanteil des EZG in der Schweiz	100.0 %
Siedlungsfläche, Städte, Parks	2.1 %
Industrie, Verkehr, Gewerbe	0.1 %
Ackerfähiges Land	0.8 %
Dauergrünland	14.6 %
Dauerkulturen, Reben, Obst	0.5 %
Wälder, Strauchvegetation	49.6 %
Vegetationslose naturnahe Flächen	30.6 %
Wasser- und Feuchtflächen ¹	1.6 %

Einwohner (Stand: 2011, BFS 2011)

Einwohner im EZG in Tausend	108.2
-----------------------------------	-------

Landwirtschaft (Landw. Betriebsstrukturerhebung, BFS 2010)

Talzone	0.3 %
Hügelzone	1.3 %
Bergzone I	2.0 %
Bergzone II	7.7 %
Bergzone III	10.8 %
Bergzone IV	5.5 %
Sömmerungsgebiet	71.0 %
GVE im Einzugsgebiet (ohne See).....	0.011 ha ⁻¹

¹ Fläche Thunersee ausgenommen