



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 Lac de Joux

Zustand bezüglich Wasserqualität



Lage des Lac de Joux (blau) und seines Einzugsgebiets (rot)

Entstehung, Morphologie und Kenndaten

Während der letzten Eiszeit haben die Juragletscher den gesamten Talboden des Vallée de Joux mit Lehmlagerungen abgedichtet. Dies ermöglichte es, dass der Lac de Joux und später auch der unterhalb liegende Lac Brenet und die angrenzenden Mooregebiete auf den porösen Kalkschichten des Juras entstehen konnten (Aubert 1900).

Das Becken des Lac de Joux und Lac Brenet verläuft von Südwesten Richtung Nordosten und wird im Norden bzw. Süden durch die Ketten des Mont Risoux bzw. des Mont Tendre begrenzt. Der Talabschluss ist durch den Dent de Vaullion gekennzeichnet, welcher den Lac de Joux aufgestaut hat. Der Lac Brenet ist erst im 13. Jahrhundert durch den Aufstau eines Hochmoores entstanden und ist mit dem Lac de Joux verbunden.

Der Hauptzufluss des Lac de Joux ist die Orbe. Sie hat ihren Ursprung im Lac de Rousses in Frankreich und mündet bei Le Sentier in den Lac de Joux. Ursprünglich floss der Abfluss der Seen unterirdisch über Versickerungstrichter ab und kam in der fast 200 Meter tiefer gelegenen Orbequelle wieder zum Vorschein. Seit 1903 dienen der Lac de Joux und Lac Brenet als Speicherbecken des Kraftwerkes Le Dernier bei Vallorbe. Damals wurden die einstigen Versickerungstrichter so gut als möglich abgedichtet und ein künstlicher Ablauf wurde gebohrt, um eine bessere Regulierung der Wasserflächen zu gewährleisten (Tabelle 1) (SESA 2014).

Das Vallée de Joux ist aufgrund seiner Ausrichtung den Nordwinden exponiert und weist daher tiefere Temperaturen auf, als dies seine geografische Lage erwarten liessen (Aubert 1900). Der Lac de Joux und der Lac Brenet frieren praktisch jeden Winter zu (Fiaux et al. 2006). Aufgrund der günstigen Windexposition mischt der Lac de Joux regelmässig zweimal im Jahr (Neet 2012, Jatou 2009).

Das hydrologische Einzugsgebiet des Lac de Joux umfasst 200 km² und erstreckt sich im Vallée du Joux bis in französisches Staatsgebiet. Ein Grossteil des Einzugsgebietes ist bewaldet, weil die Berner Regierung im 17. Jahrhundert verfügt hatte, dass die Grenzgebiete gegen Frankreich bewaldet bleiben müssten (Abbildung 1). So findet sich die grösste zusammenhängende Waldfläche der Schweiz am Hang des Mont Risoux im Norden des Lac de Joux (SESA 2014).

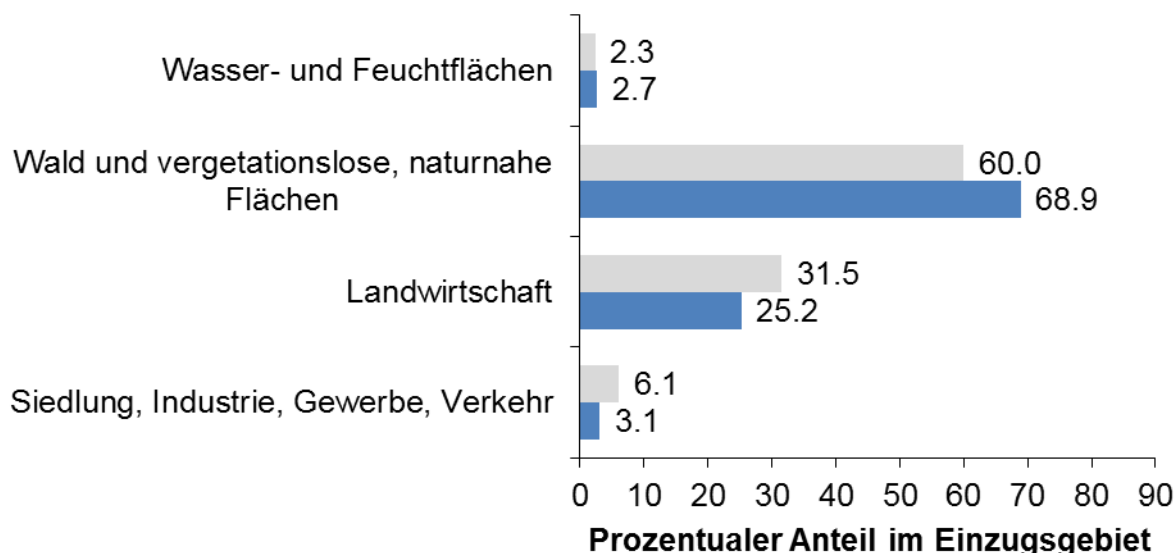


Abbildung 1: Bodennutzung im Einzugsgebiet des Lac de Joux (blaue Balken) und Bodennutzung als Mittelwert der grössten Schweizer See-Einzugsgebiete (graue Balken) (Stand 2006, Datengrundlagen: EEA (2010), BAFU (2013)).

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

1 Die Entwicklung des Seezustandes

1.1 Phosphorgehalt und -frachten

Das Auftreten von Massenentwicklungen der Burgunderblualge, welche eine Eutrophierung anzeigt, wurde seit 1972 beobachtet (Fiaux et al. 2006). Die ersten P-Messungen in den 1980er-Jahren betragen 25 - 35 µg/l (Abbildung 2). Der Lac de Joux befand sich damals in einem schwach eutrophen Zustand. Der Höhepunkt der Nährstoffbelastung des Lac de Joux lag jedoch vermutlich vor Beginn der P-Messungen, da die ersten Sanierungsmassnahmen im Bereich der Siedlungsentwässerung bereits in den 1960er- bis 1970er-Jahren erfolgt waren (Tabelle 1).

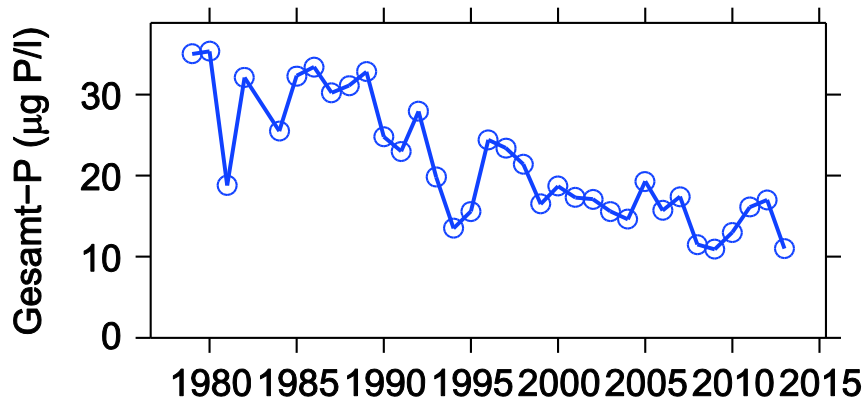


Abbildung 2: Jahresmittelwerte der Phosphorkonzentrationen im Lac de Joux.

Seit den 1980er-Jahren haben die P-Konzentrationen um mehr als 60% abgenommen (Jaton 2009; Neet 2012). Ein markanter Rückgang der P-Konzentrationen und ein gleichzeitiger Zusammenbruch des Burgunderblualgenbestandes konnte erstmals 1994 festgestellt werden, was vermutlich mit der Inbetriebnahme der ARA Bois d'Amont zusammenhängt, an welche die Bevölkerung auf französischem Gebiet des Einzugsgebietes angeschlossen wurde (Fiaux et al. 2006). Seit den 2000er-Jahren schwanken die P-Konzentrationen im Bereich von 12 – 18 µg/l und der Bestand der Burgunderblualge bricht ebenfalls zeitweise ein (Abbildung 2). Diese Entwicklung wie auch das verminderte Wachstum der Felchen und Untersuchungen des Makrozoobenthos zeigen eine Verbesserung der Nährstoffverhältnisse und der Wasserqualität in tieferen Wasserschichten an (Fiaux et al. 2006; Neet 2012). Der Lac de Joux befindet sich heute basierend auf den P-Konzentrationen in einem mesotrophen Zustand (Abbildung 2). Um die Algenbiomasse im Lac de Joux langfristig auf ein tiefes Niveau reduzieren zu können, wird eine P-Konzentration von < 10 µg/l angestrebt (Neet 2012).

Heute sind mehr als 97% der Einwohner im Einzugsgebiet des Lac de Joux an eine öffentliche ARA angeschlossen. Dem See werden dadurch 3.5 t/a Phosphor ferngehalten (Fiaux et al. 2006).

1.2 Sauerstoffgehalt

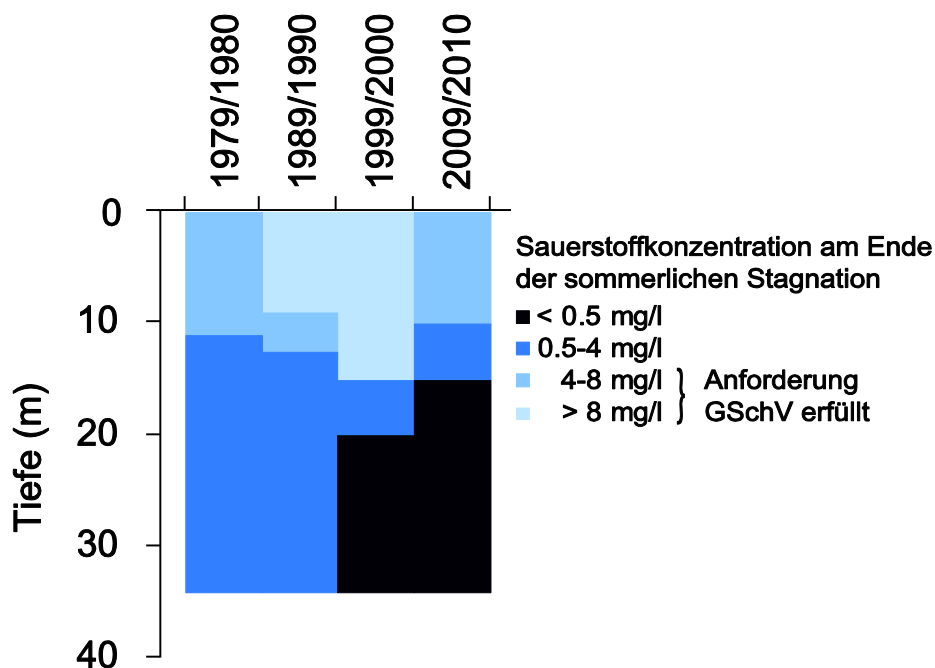


Abbildung 3: Sauerstoffkonzentrationen im Lac de Joux.

Trotz der guten Durchmischung des Sees wird der Sauerstoff jedes Jahr am Ende der Stagnationsphase in den untersten Wasserschichten aufgebraucht (Jaton 2009, Abbildung 3), was auf die noch zu hohe Algenbiomasse zurückzuführen ist. Im Jahre 2008 konnten jedoch in 25 m Tiefe erstmals Makrozoobenthosarten nachgewiesen werden, welche eine beginnende Verbesserung der Nährstoff- und Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser des Sees anzeigen.

Tabelle 1: Die Geschichte des Lac de Joux im Überblick (Périat & Vonlanthen 2013, SESA 2014; Fiaux et al. 2006).

| Chronik | |
|---------|--|
| 1903 | Bau und Inbetriebnahme des Kraftwerkes Le Dernier sowie Absenkung des Seespiegels um 4 m des Lac de Joux und um 6 m des Lac Brenet |
| 1965 | Bau und Inbetriebnahme der ARA Le Pont und Le Chenit |
| 1969 | Bau und Inbetriebnahme der ARA Les Bioux |
| 1973 | Bau und Inbetriebnahme der ARA Le Lieu |
| 1993 | Bau und Inbetriebnahme der ARA Bois d'Amont in Frankreich mit finanzieller Unterstützung des Kantons Waadt |

2 Fazit

Die bisherigen Massnahmen zur Reduktion der P-Belastung im Einzugsgebiet des Lac de Joux waren erfolgreich. Jedoch wird die gesetzliche Anforderung bezüglich Sauerstoffkonzentration nicht eingehalten (Tabelle 2).

In Zukunft gilt es, einerseits die Massnahmen zur Reduktion der P-Belastung zu intensivieren. Im Bereich der Siedlungsentwässerung soll die P-Eliminierung weiter verbessert und die Umstellung von Misch- auf Trennkanalisation zwecks Verminderung der P-Einträge durch Hochwasserentlastungen vorangetrieben werden (Fiaux et al. 2006). Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft sollen mit gezielten Massnahmen vermindert werden (Neet 2012).

Andererseits sollen die weitgehend naturnahen und unverbauten Ufer- und Flachwasserzonen des Lac de Joux und Lac Brenet erhalten und bewahrt werden, weil diese die hohe Diversität von Flora und Fauna gewährleisten (Fiaux et al. 2006). Um die Vernetzung der Lebensräume sicherzustellen, sollen insbesondere beim Lac Brenet die Zuflüsse revitalisiert werden (Périat & Vonlanthen 2013).

Tabelle 2: Für den Lac de Joux gültige Qualitätsziele.

| Kriterium | Ziel | Grundlage |
|-------------------------------|---|-------------------|
| O ₂ -Konzentration | > 4 mg/l zu jeder Zeit an jedem Ort | Anhang 2 GSchV |
| P-Konzentration | < 10 µg/l | Fiaux et al. 2006 |
| Plankton | Keine Vermehrung der Blaualgen | Fiaux et al. 2006 |
| Makrozoobenthos | Hohe Diversität und Vorkommen sensibler Arten | Fiaux et al. 2006 |
| Makrophyten | Hohe Diversität | Fiaux et al. 2006 |
| Uferbeschaffenheit | Hohe strukturelle Vielfalt | Fiaux et al. 2006 |
| Littoralfauna | Hohe Diversität | Fiaux et al. 2006 |
| Fische | Vorkommen von Salmoniden | Fiaux et al. 2006 |

3 Literatur

Aubert S., 1900: Vallée de Joux, Bulletin de la société Vaudoise des Sciences Naturelles, Band 36, Heft 138.

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

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

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

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

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

Fiaux J.-J., Knispel S., Lods-Crozet B., Strawczynski A., Vioget Ph., Buttiker B., 2006: Le Lac de Joux et l'Orbe milieu vivant, evolution de la qualité des eaux 1985 – 2004, Laboratoire du Service des Eaux, Sols et Assainissement & Service des forêts, de la faune et de la nature, Epalinges, 20 S.

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

Jaton J.-F., 2009: Inf'Eaux - Lac de Joux, Laboratoire du Service des Eaux, Sols et Assainissement, Epalinges, 2 S.

Neet C., 2012: Inf'Eaux - Lac de Joux, Laboratoire du Service des Eaux, Sols et Assainissement, Epalinges, 2 S.

Périat G., Vonlanthen P., 2013: Etude du peuplement pisciaire des Lacs de Joux et Brenet, Projet Lac, Eawag Kastanienbaum, 46 S.

SESA 2014: Eaux-usees. Laboratoire du Service des Eaux, Sols et Assainissement, Epalinges.
<http://www.vd.ch/themes/environnement/eaux/eaux-usees/>. (abgerufen am 18.7.2014).

4 Auskünfte

wasser@bafu.admin.ch

5 Internet

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

6 Anhang: Charakterisierung des Lac de Joux und seines Einzugsgebietes.

Morphologie See

| | | |
|---|--------|-------------------|
| Seefläche | 9.0 | km ² |
| Volumen | 0.132 | km ³ |
| Meereshöhe Seespiegel | 1004.0 | m |
| Uferlänge..... | 21.2 | km |
| maximale Länge | 9.2 | km |
| maximale Breite..... | 1.3 | km |
| maximale Tiefe | 33 | m |
| mittlere Tiefe..... | 15 | m |
| mittlerer Abfluss..... | NA | m ³ /s |
| theoretische Aufenthaltszeit | NA | Jahre |
| Anteil Wasserfläche des Sees im Ausland | 0 | % |

Physiogeographie des Einzugsgebiets

| | | |
|---------------------------|------|---|
| Mittlere Meereshöhe | 1227 | m |
| Maximale Meereshöhe..... | 1678 | m |

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

| | | |
|--|------|-----------------|
| Gesamtfläche ohne Seefläche | 200 | km ² |
| Flächenanteil des EZG in der Schweiz..... | 78.7 | % |
| Siedlungsfläche, Städte, Parks | 3.1 | % |
| Industrie, Verkehr, Gewerbe | 0.0 | % |
| Ackerfähiges Land | 0.7 | % |
| Dauergrünland..... | 23.8 | % |
| Dauerkulturen, Reben, Obst | 0.7 | % |
| Wälder, Strauchvegetation..... | 68.9 | % |
| Vegetationslose naturnahe Flächen | 0.0 | % |
| Wasser- und Feuchtflächen ¹ | 2.7 | % |

Einwohner (Stand: 2011, BFS 2011)

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Einwohner im EZG in Tausend | 5.3 |
|-----------------------------------|-----|

Landwirtschaft (Landw. Betriebsstrukturerhebung, BFS 2010)

| | | |
|--------------------------------------|-------|------------------|
| Talzone | 0.0 | % |
| Hügelzone | 0.0 | % |
| Bergzone I..... | 0.0 | % |
| Bergzone II..... | 15.2 | % |
| Bergzone III..... | 0.0 | % |
| Bergzone IV..... | 0.0 | % |
| Sommerungsgebiet..... | 84.8 | % |
| GVE im Einzugsgebiet (ohne See)..... | 0.012 | ha ⁻¹ |

¹ Fläche Lac de Joux ausgenommen