



Faktenblatt

Datum

1. Juli 2016

Der Ägerisee

Zustand bezüglich Wasserqualität



Lage des Ägerisees (blau) und seines Einzugsgebiets (rot)

1 Entstehung, Morphologie und Kenndaten

Das Seebecken des Ägerisees wurde durch einen Seitenarm des Muota/Reuss-Gletschers während der Spätwürm-Eiszeit ausgehoben. Es besteht aus zwei U-förmigen Becken von 83 m und 81 m Tiefe, die durch eine Molasserippe getrennt sind.

Der Hauptzufluss des Ägerisees ist der Hüribach, der im Nordwesten bei Chilchbüel (Unterägeri) in den See mündet. Er speist den See zu rund 80%. Die übrigen kleinen Bäche spenden die restlichen ca. 20% des Wassers (Liechti 1994). Die Lorze fliesst ca. 1 km nördlich des Hüribach-Zuflusses bei Unterägeri aus dem See ab und mündet nach einer Fließstrecke von rund 15 km in den unterhalb gelegenen Zugersee. Damit ist der Ägerisee ähnlich schlecht durchflossen wie der Zugersee. Die hydraulische Aufenthaltszeit des Wassers im Ägerisee beträgt acht Jahre und liegt damit in einem mittleren Bereich aller grösseren Schweizer Seen.

Der Ägerisee zirkuliert Ende Winterhalbjahr regelmässig bis in die grösste Seetiefe (Keller 2003). Die Sauerstoffanreicherung ist jedoch durch die Eisbildung beeinflusst. Bis in die 1970er Jahre gefror im Winter die Seeoberfläche fast jedes Jahr teilweise oder vollständig zu. Seither hat die Eisbildung deutlich abgenommen, zwischen 1990 und 2006 war der See noch in sieben Wintern teilweise oder ganz mit Eis bedeckt (Hendricks et al. 2008) und in den letzten beiden Jahrzehnten noch weniger häufig. Die Vereisungsperioden endeten früher häufig erst im April.

Das hydrologische Einzugsgebiet des Ägerisees umfasst eine Fläche von 7.3 km² und weist mit einem Anteil von rund 53% einen relativ hohen Anteil bewaldeter und mit 5% einen relativ geringen Anteil von Siedlungsflächen auf (Abbildung 1). Die landwirtschaftlich genutzten Flächen werden v.a. zur Milchwirtschaft genutzt. Aufgrund der Höhe des Einzugsgebietes findet praktisch kein Ackerbau statt. Die Nährstoffbelastung aus dem Einzugsgebiet des Ägerisees ist sehr gering (Keller 2003). Seit 1992 dient der Ägerisee als Trinkwasserreservoir für die Gemeinden Oberägeri und Unterägeri. Die maximale Tagesleistung des Seewasserwerks beträgt rund 2'400 m³.

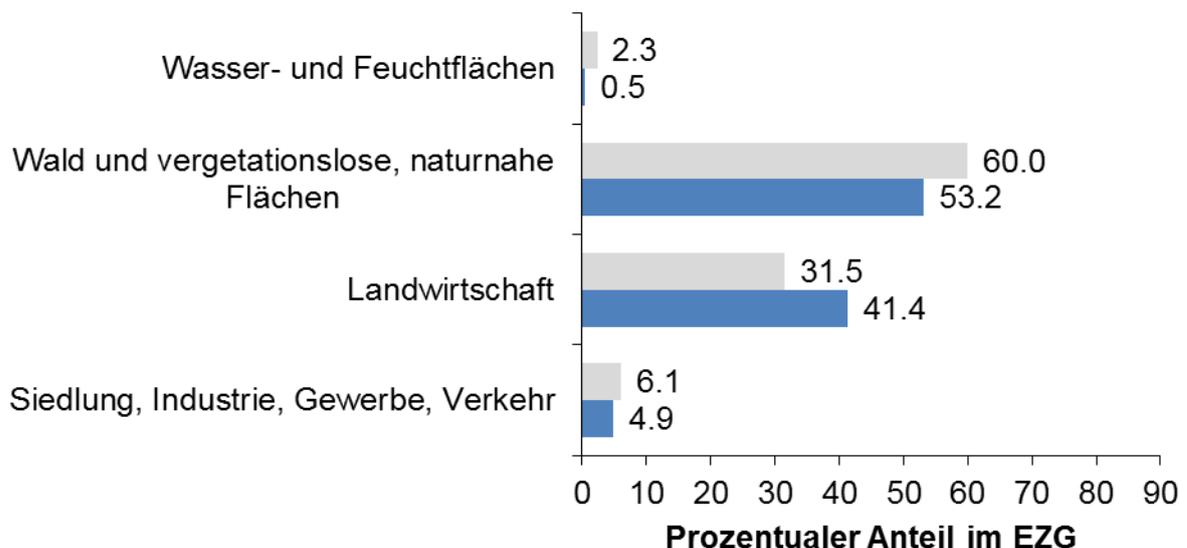


Abbildung 1: Bodennutzung im Einzugsgebiet des Ägerisees (blaue Balken) und Bodennutzung als Mittelwert der grössten Schweizer See-Einzugsgebiete (graue Balken) (Stand 2006, Datengrundlagen: EEA (2010), BAFU (2013))

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

2 Die Entwicklung des Seezustandes

2.1 Phosphorgehalt und -frachten

Es ist davon auszugehen, dass der Ägerisee vor der Nährstoffanreicherung in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts einen oligotrophen (nährstoffarmen) Zustand aufwies. Historische Proben um

1904 - 1910 belegen, dass im Ägerisee etliche oligotrophente Kieselalgenarten des Ufers und dieselbe Cyclotella-Art wie heute auftraten (AquaPlus schriftl. Mitt. 2014). Thomas (1955) beschrieb den Ägerisee im Jahre 1951 ebenfalls als schwach belastetes Gewässer.

Infolge der Phosphor (P)-Belastung aus der Siedlungsentwässerung und der Landwirtschaft stiegen die P-Konzentrationen in den 1960er und 1970er Jahren auf Maximalwerte von über 20 µg/l (Abbildung 2). Aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte im Einzugsgebiet des Ägerisees hielten sich die Eutrophierungstendenzen in Grenzen. Der Ägerisee erreichte lediglich einen mesotrophen Zustand.

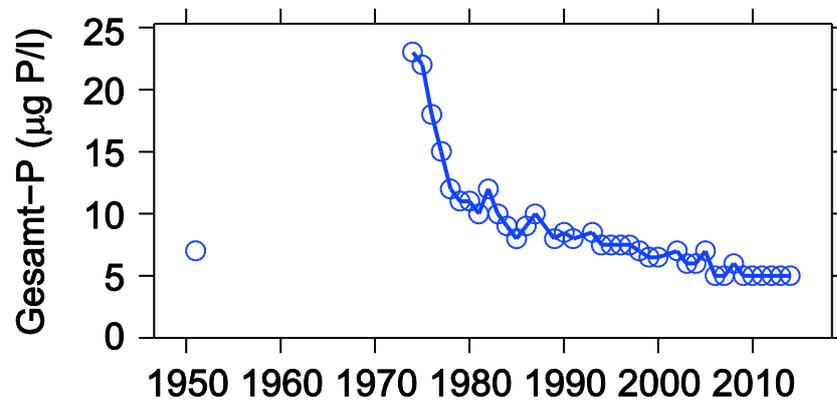


Abbildung 2: Jahresmittelwerte der Phosphorkonzentrationen im Ägerisee

1972 wurden Oberägeri, Alosen und die Siedlungen entlang des Sees bis Morgarten an die Kanalisationsleitung und die ARA Schmittli angeschlossen, die ihre gereinigten Abwässer unterhalb des Ägerisees in die obere Lorze einleitete (Tabelle 1). Diese Massnahme bewirkte eine Reduktion der P-Konzentrationen auf unter 10 µg/l bis Mitte der 1980er Jahre (Abbildung 2). 1985 wurden die Gemeinden Oberägeri und Unterägeri an die Ringleitung der ARA Schönau angeschlossen. Seitdem gelangten keine Abwässer mehr in den Ägerisee, was eine nochmalige Reduktion der P-Konzentrationen auf deutlich weniger als 10 µg/l bewirkte. Heute sind mehr als 99% der Einwohner im Einzugsgebiet des Ägerisees an eine öffentliche ARA angeschlossen. Nicht an eine öffentliche ARA angeschlossene Haushaltungen verfügen über eine eigene kleine ARA oder leiten ihre Abwässer in abflusslose Gruben oder Güllegruben ein.

Bis anfangs der 1990er Jahre wurde noch regelmässig im Sommer und Herbst eine P-Anreicherung im Tiefenwasser bis zu 120 µg/l beobachtet, die vermutlich eine Folge des Abbaus organischer Substanz an der Sedimentoberfläche und z.T. auch einer P-Rücklösung aus den Sedimenten war (Liechti 1994). Die P-Anreicherung hat seit anfangs der 1990er Jahre ebenfalls deutlich abgenommen.

Seit 2005 haben sich die P-Konzentrationen auf einen Wert um 5 µg/l eingependelt. Der Ägerisee befindet sich heute basierend auf den P-Konzentrationen in einem oligotrophen Zustand.

2.2 Sauerstoffgehalt

Erste Sauerstoffmessungen im Jahre 1951 zeigten bereits einen Sauerstoffschwund über den Sedimenten am Ende der Stagnationsphase (Thomas 1955), obwohl der Ägerisee als nährstoffarmer See eingestuft wurde. Ab 1968 konnte eine Zunahme der Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser beobachtet werden. Die Sauerstoffzehrungsrate an der Sedimentoberfläche hat von 46 g/m²a im Jahr 1951 auf 133 g/m²a in den Jahren 1975-1983 zugenommen, was die Folge der zunehmenden mineralisierten Algenbiomasse aufgrund der Eutrophierung des Ägerisees war (Livingstone 1988).

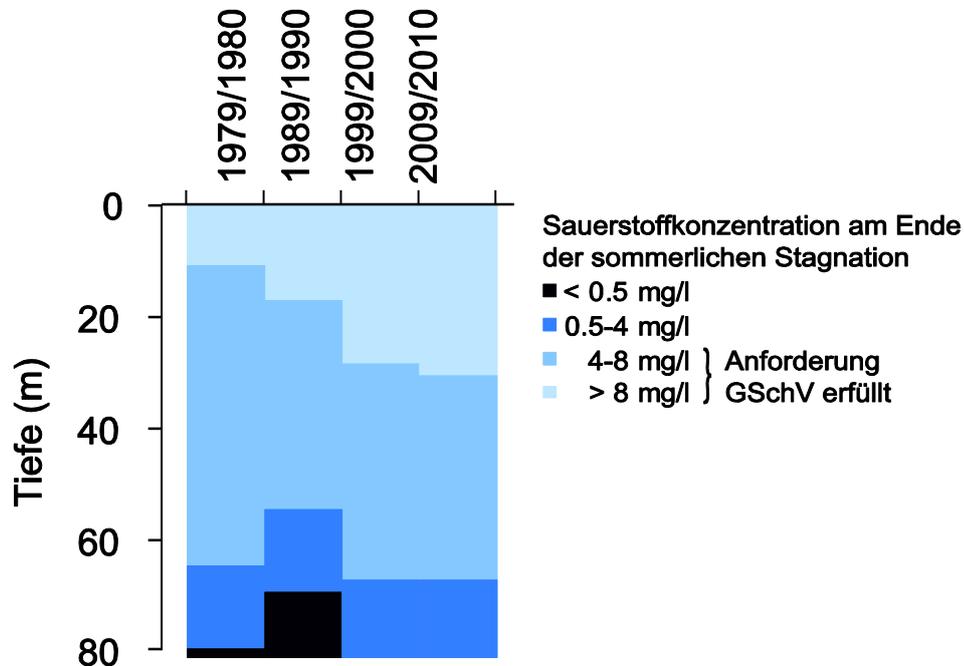


Abbildung 3 Sauerstoffkonzentrationen im Ägerisee

Trotz der erfolgreichen Reoligotrophierung des Ägerisees, der regelmässig erfolgenden Zirkulation und seines grossen Verhältnisses von Volumen zu Seeoberfläche wird der Sauerstoff an der tiefsten Stelle jedes Jahr im Herbst aufgebraucht (Abbildung 3), was nicht mit der Mineralisierung der geringen seeinternen Algenproduktion erklärt werden kann und nicht dem Bild eines nährstoffarmen Sees entspricht. Einerseits ist die hohe Sauerstoffzehrung auf durch die Zuflüsse (Dorfbach und Huribach) eingetragenes organisches Material zurückzuführen. Andererseits wird vermutet, dass aus der Tiefe eindringendes, sauerstoffzehrendes geogenes Methan den hohen Sauerstoffverbrauch im Tiefenwasser bewirkt. Im Rahmen eines im Ägerisee laufenden Forschungsprojektes der Eawag wird auch dieses Phänomen genauer untersucht.

Tabelle 1: Die Geschichte des Ägerisees im Überblick (Liechti 1994, AquaPlus 2004, Keller 2003)

Chronik	
1665	Umleitung des Hüribachs in den Ägerisee (floss vorher in die Lorze; erste in der Schweiz dokumentierte Umleitung eines Wildwassers in einen benachbarten Natursee).
1972	Anschluss von Oberägeri, Alosen und Siedlungen des Sees bis Morgarten an die Kanalisationsleitung der ARA Schmittli
1973-1977	Bau der ARA Schönau unterhalb des Zugersees
1977-1991	Bau der Ringleitung um den Zugersee und Ägerisee
1985	Anschluss der Gemeinden Oberägeri und Unterägeri an die Ringleitung und Einleitung der Abwässer in ARA Schönau
1998	Endausbau der ARA Schönau ist abgeschlossen

Die Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser sind stark von der Eisbedeckung im Winter abhängig. Nach einer Eisbedeckung von länger als zwei Monaten reicht die verbleibende kurze Zirkulationsphase im Frühling nicht aus, um das Seewasser mit Sauerstoff zu sättigen, was sich in einer ausgeprägten Sauerstoffmangelsituation im darauffolgenden Herbst zeigt (Livingstone 1988). Aufgrund der in den vergangenen Jahrzehnten deutlich abgenommenen Häufigkeit der Eisbildung tritt dieser Effekt immer seltener auf.

3 Fazit

Die Massnahmen zur Reduktion der P-Belastung im Einzugsgebiet des Ägerisees waren erfolgreich (Tabelle 2). Der Ägerisee konnte damit wieder in seinen natürlichen oligotrophen Zustand zurückgeführt werden. Trotzdem tritt im Ägerisee regelmässig Sauerstoffmangel im Tiefenwasser auf und die numerischen Anforderungen der GSchV (Anhang 2) sind nicht ganzjährig erfüllt. Da dieser Sauerstoffmangel natürlichen Ursprungs ist, fällt der Ägerisee unter die in der GSchV (Anhang 2) aufgeführte Ausnahmeklausel „Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten“. Es besteht somit kein Handlungsbedarf zur Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse.

Das Ziel des zukünftigen Gewässerschutzes im Einzugsgebiet des Ägerisees ist es, den erreichten oligotrophen Zustand zu erhalten.

Tabelle 2: Für den Ägerisee gültige Qualitätsziele

Kriterium	Zielwerte	Grundlage
O ₂ -Konzentration	> 4 mg/l zu jeder Zeit an jedem Ort kann aufgrund besonderer natürlicher Verhältnisse im Tiefenwasser nicht ganzjährig eingehalten werden	Anhang 2 GSchV
P-Konzentration	< 10 µg/l; oligotrophen Zustand erhalten	Keller 2003

4 Literatur

AquaPlus 2004: Untersuchung der Fliessgewässer und Seen im Kanton Zug und im Einzugsgebiet des Zugersees. Bericht zuhanden des Amtes für Umweltschutz des Kantons Zug, 86 S.

BAFU 2013: Einzugsgebietsgliederung Schweiz EZGG-CH. Bundesamt für Umwelt, Bern.
<http://www.bafu.admin.ch/wasser/13462/13496/15009/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.

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

Hendricks Franssen H.J., Scherrer S. 2008: Freezing of lakes on the Swiss Plateau in the period 1901-2006. International Journal of Climatology 28, 421-433, doi: 10.1002/joc.1559.

Keller P. 2003: Die Wasserqualität in den Zuger Gewässern von 1997 bis 2000. Blickpunkt Umwelt Nr. 20, 4-17.

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

Livingstone D. M. 1988: Einfluss externer physikalischer Faktoren auf das Sauerstoffregime des Ägerisees. Dissertation Universität Zürich.

Thomas E. A. 1955: Stoffhaushalt und Sedimentation im oligotrophen Ägerisee und im eutrophen Pfäffiker- und Greifensee. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, Suppl. 8, 357-465.

5 Auskünfte

wasser@bafu.admin.ch

6 Internet

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

7 Anhang: Charakterisierung des Ägerisees und seines Einzugsgebietes

Morphologie See

Seefläche	7.3 km ²
Volumen	0.36 km ³
Meereshöhe Seespiegel	724.0 m
Uferlänge	15.6 km
maximale Länge	5.8 km
maximale Breite	1.8 km
maximale Tiefe	83 m
mittlere Tiefe	49 m
mittlerer Abfluss	1.5 m ³ /s
theoretische Aufenthaltszeit	7.7 Jahre
Anteil Wasserfläche des Sees im Ausland	0 %

Physiogeographie des Einzugsgebiets

Mittlere Meereshöhe	962 m
Maximale Meereshöhe	1578 m

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

Gesamtfläche ohne Seefläche	41 km ²
Flächenanteil des EZG in der Schweiz	100.0 %
Siedlungsfläche, Städte, Parks	4.9 %
Industrie, Verkehr, Gewerbe	0.0 %
Ackerfähiges Land	0.0 %
Dauergrünland	41.4 %
Dauerkulturen, Reben, Obst	0.0 %
Wälder, Strauchvegetation	53.2 %
Vegetationslose naturnahe Flächen	0.0 %
Wasser- und Feuchtflächen ¹	0.5 %

Einwohner (Stand: 2011, BFS 2011)

Einwohner im Einzugsgebiet in Tausend	6.7
---	-----

Landwirtschaft (Landw. Betriebsstrukturerhebung, BFS 2010)

Talzone	0.0 %
Hügelzone	0.0 %
Bergzone I	28.0 %
Bergzone II	52.1 %
Bergzone III	1.4 %
Bergzone IV	0.0 %
Sommerungsgebiet	18.5 %
GVE im Einzugsgebiet	0.124 ha ⁻¹

¹ Fläche Ägerisee ausgenommen