

Umwelt und Energie (uwe)
Gewässer & Boden
DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT
 Abteilung für Umwelt (AfU)

 Abfallwirtschaft, Altlasten, Umweltlabor und
 Oberflächengewässer

Luzern, 5. März 2020

Jahresbericht Zustand der Mittellandseen 2019

Zu Handen ASSAN und des Geschäftsberichts der Gemeindeverbände

1 Ziele der Seesanieung

Die drei Mittellandseen Sempachersee, Baldeggersee und Hallwilersee werden seit den 1980er Jahren saniert. Zu Beginn der Seesanieung wurden Ziele definiert, mit denen die Wirksamkeit der Massnahmen beurteilt werden konnte. In den vergangenen Jahrzehnten hat sich der Zustand der Seen verbessert und einzelne Ziele konnten erreicht werden. So liegt die Phosphor-Konzentration in den Seen mittlerweile unter dem in den 1980er Jahren definierten Ziel. Aufgrund der Erfahrungen hat sich aber gezeigt, dass die zu Beginn der Seesanieung definierten Ziele nicht ausreichen, um die Seen zu sanieren. Das Ziel, dass die Seen langfristig ohne Belüftung als Ökosystem funktionieren und Felchen sich natürlich in den Seen vermehren, kann mit den bisher festgelegten Zielwerten nicht erreicht werden. Die Arbeitsgruppe Seesanieung Mittellandseen (ASSAN) der beiden Kantone Luzern und Aargau sowie der Eawag hat daher in den Jahren 2018 und 2019 die 35 Jahre alten Sanierungsziele und die entsprechenden Massnahmen überprüft und die Ziele für die Seesanieung unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der Wissenschaft und der gewonnenen Erfahrungen angepasst.

Tabelle 1 Neue Ziele der Seesanieung (Zeithorizont 2035)

Zielebene	Baldeggersee	Hallwilersee	Sempachersee
Phosphorfracht ⁴	< 2.2 t/a	< 2 t/a	< 4 t/a
Phosphor-konzentration	< 15 mg/m ³	< 10 mg/m ³	< 15 mg/m ³
Algenproduktion ³	mittlere Algenproduktion; starker; Rückgang Burgunderblutalgen zu 2019		mittlere Algenproduktion
Sauerstoff kon-zentration ² (Herbst)	> 4 mg/l im Tiefenwasser; > 1 mg/l an tiefster Stelle: mit Zirkulationshilfe und Druckluft-Belüftung im Sommer	> 4 mg/l im Tiefenwasser; > 1 mg/l an tiefster Stelle: nur mit Zirkulationshilfe, ohne Sommer-Belüftung	
Natürliche Ver-läichung der Felchen ¹	Voraussetzungen für natürlichen Erhalt der Felchen-Population sind gewährleistet		

2 Zustand Baldeggersee

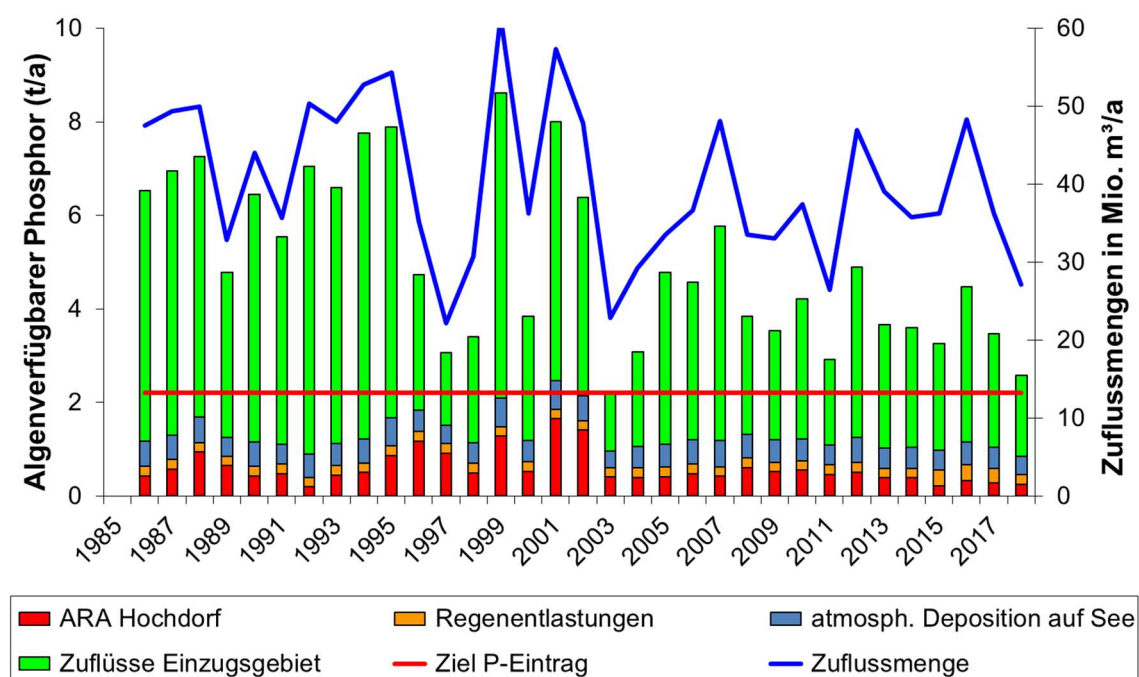
2.1 Zusammenfassung und Fazit

- Der Phosphoreintrag im Jahr 2018 betrug ca. 2.6 Tonnen. Im Mittel der letzten 5 Jahre gelangten 3.5 Tonnen Phosphor pro Jahr in den Baldeggersee. Der Zielwert von 2.2 Tonnen Phosphor-Eintrag pro Jahr wird damit deutlich überschritten. Der überwiegende Anteil der Phosphorfrachten in den Baldeggersee stammt von den landwirtschaftlich genutzten Flächen.
- Die Phosphor-Konzentration im Frühjahr 2019 nahm auf 18 Milligramm pro Kubikmeter ab.
- Im 2019 wurden insgesamt 486 Tonnen Reinsauerstoff in den Baldeggersee eingetragen. Sauerstofflose Verhältnisse konnten am Seegrund über das ganze Jahr vermieden werden. Nach wie vor ist der Eintrag von jährlich rund 500 Tonnen Reinsauerstoff erforderlich.
- Die Bereinigung der belasteten Einleitungen ist voranzutreiben.
- Durch den Ausbau der ARA Hochdorf gelangt weniger Phosphor aus der Kläranlage in die Gewässer.

2.2 Phosphorfrachten über die Zuflüsse

Der Phosphoreintrag im Jahr 2018 betrug ca. 2.6 Tonnen. Der tiefe Phosphoreintrag ist vor allem auf die Trockenheit zurückzuführen. Mit den geringen Niederschlägen wurde nur wenig Phosphor von den landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgewaschen. Der Phosphoreintrag im Mittel der Jahre 2014 bis 2018 betrug 3.5 Tonnen. Der Zielwert von 2.2 Tonnen Phosphor-Eintrag pro Jahr wird damit deutlich überschritten. Der grösste Anteil des Phosphoreintrags stammt von den landwirtschaftlich genutzten Flächen. Daher sind weitere Massnahmen zur Reduktion der Phosphoreinträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen erforderlich.

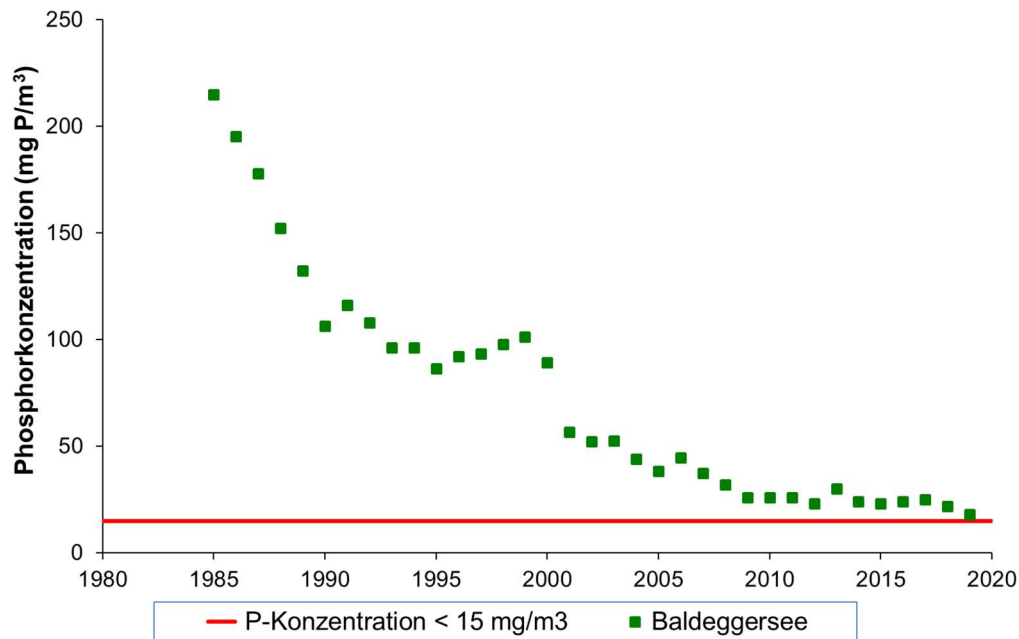
Die jährlichen Einträge des algenverfügbaren Phosphors nach Eintragspfaden, das Sanierungsziel und die jährliche Wasserzuflussmenge



2.3 Phosphorkonzentration im See

Im Frühjahr 2019 wurden 18 mg Phosphor pro Kubikmeter Wasser gemessen. Zum ersten Mal seit Messbeginn liegt der Wert unter 20 mg P /m³. Der neue Zielwert von 15 Milligramm pro Kubikmeter wird nicht eingehalten. Der Phosphorgehalt des Baldeggersees liegt seit 2009 unter dem ehemaligen Zielwert von 30 mg P /m³. Neue Erkenntnisse zeigen, dass erst im Bereich von 15 mg/m³ und weniger die geforderte mittlere Algenproduktion und die Anforderungen an den Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser erreicht werden können (siehe Tabelle 1).

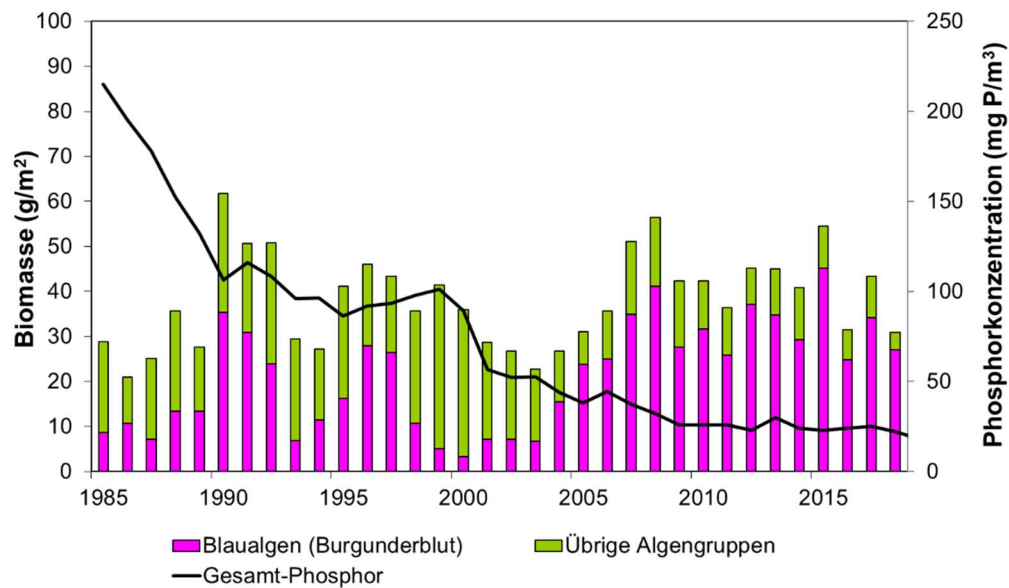
Phosphorkonzentration im Baldeggersee ab 1980



2.4 Algenwachstum

Seit 2005 schwankt die Biomasse der Algen mit wenigen Ausnahmen in einem Bereich zwischen 30 und gut 40 g/m². Drei Viertel der Algenbiomasse nehmen die Blaualgen ein (hauptsächlich durch die Burgunderblutalge).

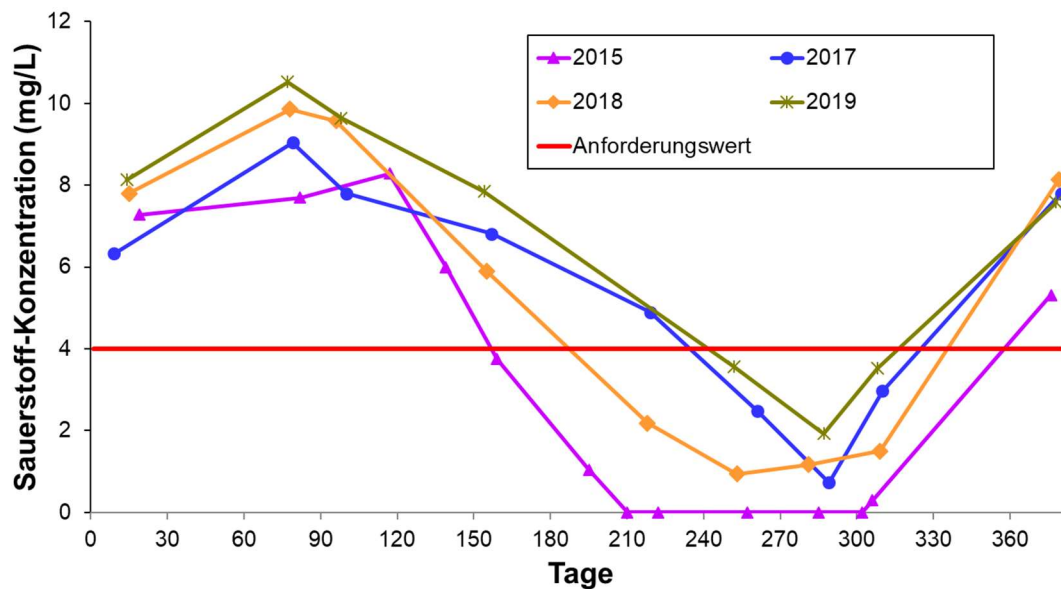
**Biomasse der Blaualgen (hauptsächlich Burgunderblutalge) und der übrigen Algen-
gruppen im Baldeggersee sowie die mittlere Phosphor-Konzentration für die Jahre
1985 bis 2018 (Wassertiefe 0 bis 15 m)**



2.5 Sauerstoffverhältnisse im See

Die Sauerstoffkonzentration am Seegrund betrug im Oktober 2019 rund 2 mg pro Liter. Die minimale Sauerstoff-Konzentration am Seegrund steigt langsam an.

Sauerstoffkonzentrationen am Seegrund im Jahresverlauf im Baldeggersee



Die gesetzlich geforderte Anforderung an die Wasserqualität von 4 mg Sauerstoff pro Liter konnte am Seegrund während rund 2 Monaten nicht eingehalten werden. Ein sauerstoffloser Zustand am Seegrund, bei dem eine Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment erfolgt, konnte vermieden werden.

2.6 Sauerstoffeintrag

Im Jahr 2019 wurden insgesamt 486 Tonnen Reinsauerstoff in den Baldeggersee eingetragen. Die vom GVBH budgetierte Menge wurde damit voll ausgeschöpft. Der Reinsauerstoff-Eintrag dauerte vom 23. April bis 4. November.

Mit dem Klimawandel und den wärmeren Temperaturen im Winter muss damit gerechnet werden, dass die natürliche Durchmischung des Sees im Winter geringer ist und der See im Winter weniger Sauerstoff aus der Luft aufnimmt. Daher ist es wichtig, dass auch in Zukunft die Mischung des Sees mittels Zirkulationshilfe unterstützt werden kann. Die Belüftung mit Druckluft und die Zirkulationshilfe werden in den nächsten Jahren weiterhin die Sanierung des Baldeggersees unterstützen.

Das in den Sauerstoffeintrag investierte Geld zahlt sich aus. Je mehr Rein-Sauerstoff heute ins Tiefenwasser eingebracht wird, umso weniger lange wird die Gesundung des Seesediments dauern. Durch den Eintrag von jährlich rund 500 Tonnen Rein-Sauerstoff, können die Sauerstoffverhältnisse am Seegrund verbessert werden.

2.7 Besiedlung der Sedimente im Baldeggersee

Im 2017 wurden letztmals Sedimentuntersuchungen vom Baldeggersee durchgeführt. Die Lebensgemeinschaft der Würmer war sehr artenarm (4 Arten), konnte sich aber bis unterhalb von 60 m Tiefe ausbreiten. Die empfindlicheren Tanzmückenlarven konnten ab einer Tiefe von 30 m nicht mehr nachgewiesen werden. Die Sauerstoffkonzentrationen dürften für sie zu gering gewesen sein. Im 1999 und 2006 wurden sie noch bis zu einer Tiefe von 60 m gefunden. Die Qualität der Sedimente ist infolge Sauerstoffmangel so schlecht, dass die Besiedlung durch empfindliche Arten nicht möglich ist. Bei einer Verbesserung der Bedingungen dürfte die Dichte an Würmern ab- und die Dichte der Tanzmückenlarven zunehmen.

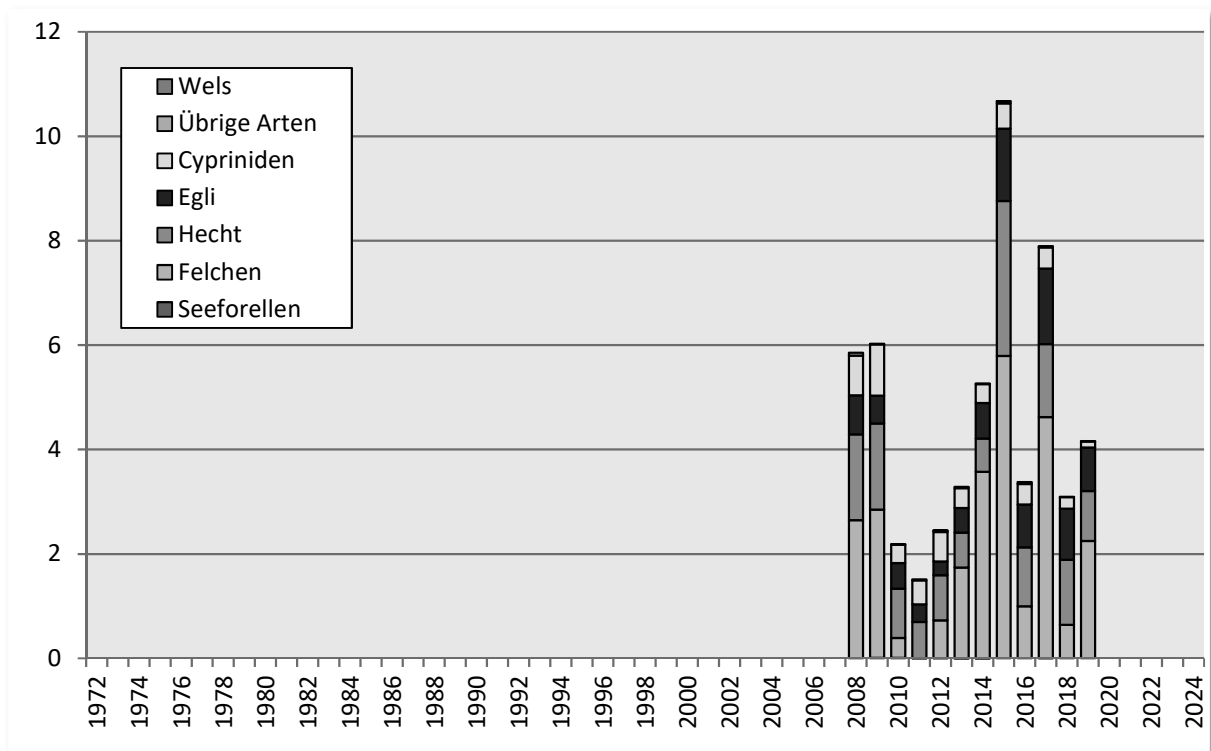
2.8 Fische im Baldeggersee

Der Baldeggersee beherbergt eine reiche Fischartenpalette, welche im Wesentlichen jener des Hallwilersees entspricht. Eine standardisierte Erhebung des Seeökosystems und der Fischartengemeinschaft mittels einer Projet Lac-Aufnahme, ist für 2021 oder 2022 vorgesehen und soll zeitlich koordiniert zur Projet Lac-Zweitenaufnahme des Hallwilersees gemacht werden.

Bei der Hauptfischart, den Felchen, darf angesichts des physico-chemischen Seezustandes vorausgesetzt werden, dass die Bestände vollumfänglich auf Besatzmassnahmen zurückgehen und eine erfolgreiche Naturverlaichung nicht funktioniert.

Für den Baldeggersee wird erst seit 2008 eine detaillierte Fischfangstatistik geführt. Im Berichtsjahr 2019 wurden insgesamt 4,2 Tonnen Fische gefangen, davon 2,5 Tonnen mittels Netzfischerei und 1,7 Tonnen durch die Angelfischerinnen und Angelfischer. Mit 2,25 Tonnen waren die Felchen die Hauptfischart, welche fast zur Gänze (2,23 Tonnen) durch den Berufsfischer mit der Netzfischerei entnommen wurden. Die Baldeggersee-Fangstatistik vermag keinen Hinweis auf die Bestände der befischten Arten zu liefern, denn die Fangzahlen schwanken sehr stark in Abhängigkeit der fischereilichen Nutzungsintensität der Netzfischerei. Für die Angelfischerei sind die insbesondere Hecht (0.95 Tonnen) und Egli (0.70 Tonnen) die ertragreichsten befischten Arten. Zusammengefasst ergibt sich der Fischfangertrag im Baldeggersee aus den Hecht- und Eglifängen der Angelfischerei sowie den Felchenfängen der Netzfischerei.

Fischfangertrag der Berufs- und Angelfischerei im Baldeggersee ab 2008 (in Tonnen)



Der Gesamtfangertrag schwankt über die Jahre sehr stark, was auf die sehr unterschiedliche Fangintensität der Netzfischerei durch die Berufsfischer zurückzuführen ist. Der Gesamtfangertrag 2019 von rund 4,2 Tonnen wurde in den Hauptfischarten Felchen (2.25 Tonnen), Hecht (0.96 Tonnen) und Egli (0.83 Tonnen) erzielt.

3 Zustand Hallwilersee

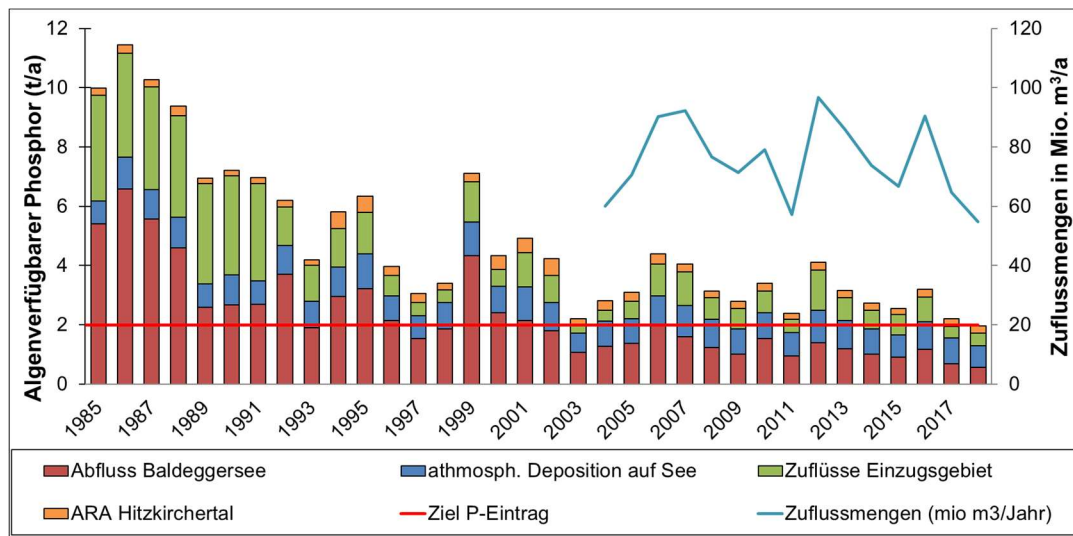
3.1 Zusammenfassung und Fazit

- Der Phosphoreintrag im Jahr 2018 betrug ca. 2 Tonnen. Im Mittel der letzten 5 Jahre gelangten 2.5 Tonnen Phosphor pro Jahr in den Hallwilersee. Der Zielwert von 2 Tonnen Phosphor-Eintrag pro Jahr wird damit überschritten. Die Phosphorfrachten in den Hallwilersee stammen vorwiegend aus dem Baldeggersee und von den landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet des Hallwilersees.
- Die Phosphor-Konzentration im Hallwilersee lag im Frühjahr 2019 mit 14 mg/m^3 über den angestrebten 10 mg/m^3 der neuen Sanierungsziele.
- Die Biomasseproduktion der Algen und deren Zusammensetzung hat sich in den letzten 10 Jahren kaum verändert und ist nach wie vor hoch.
- Die erforderlichen 4 mg/l Sauerstoff im Tiefenwasser wurden 2019 nicht erreicht und der Sauerstoffgehalt lag im Herbst am Seegrund nahe bei 0 mg/l .
- Im 2019 wurden insgesamt rund 120 Tonnen Sauerstoff über Druckluft in den Hallwilersee eingetragen. Seit 2016 wird für die Belüftung des Hallwilersees kein Reinsauerstoff mehr eingesetzt.
- Die Fischartengemeinschaft des Hallwilersee wurde 2012 zum ersten Mal standardisiert erfasst.
- Eine Markierstudie der Felchen ergab, dass im Durchschnitt rund 90% der gefangenen Fische markiert waren, was zeigt, dass die natürliche Fortpflanzung der Felchen weiterhin nur stark eingeschränkt funktioniert.
- Die Fangzahlen pro Aufwand der Netzfischer sind in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Der Grund liegt im stark verminderten Wachstum der Felchen, dessen Ursache unklar bleibt. Die Mindestmaschenweiten wurden in den letzten Jahren bereits zwei Mal angepasst. Das Felchenmonitoring, welches seit 1980 durchgeführt wird, wurde adaptiert und wird weitergeführt.

3.2 Phosphoreinträge in den Hallwilersee

Der Phosphoreintrag im Jahr 2018 betrug ca. 2 Tonnen. Im Mittel der letzten 5 Jahre von 2014 bis 2018 betrug der Gesamt-Phosphor-Eintrag in den See rund 2.5 t/a . Die Einträge schwanken in Abhängigkeit der Niederschläge stark. Über die letzten 10 Jahre zeigt sich kein signifikanter Trend. Der neue Zielwert von 2 t/a wird nicht erreicht. Der grösste Anteil des Phosphoreintrags stammt mit rund einer Tonne pro Jahr aus dem Baldeggersee-Zufluss. Einen ebenfalls grossen Beitrag leistet die direkte Deposition auf die Seeoberfläche durch Auswaschung von an Partikel gebundenem Phosphor durch Regen (rund 0.9 t/a). Die landwirtschaftlich genutzten Flächen im direkten Einzugsgebiet des Sees (Kantone Luzern und Aargau) und die Einträge aus der Siedlungsentwässerung leisten einen Beitrag von rund 0.7 t/a .

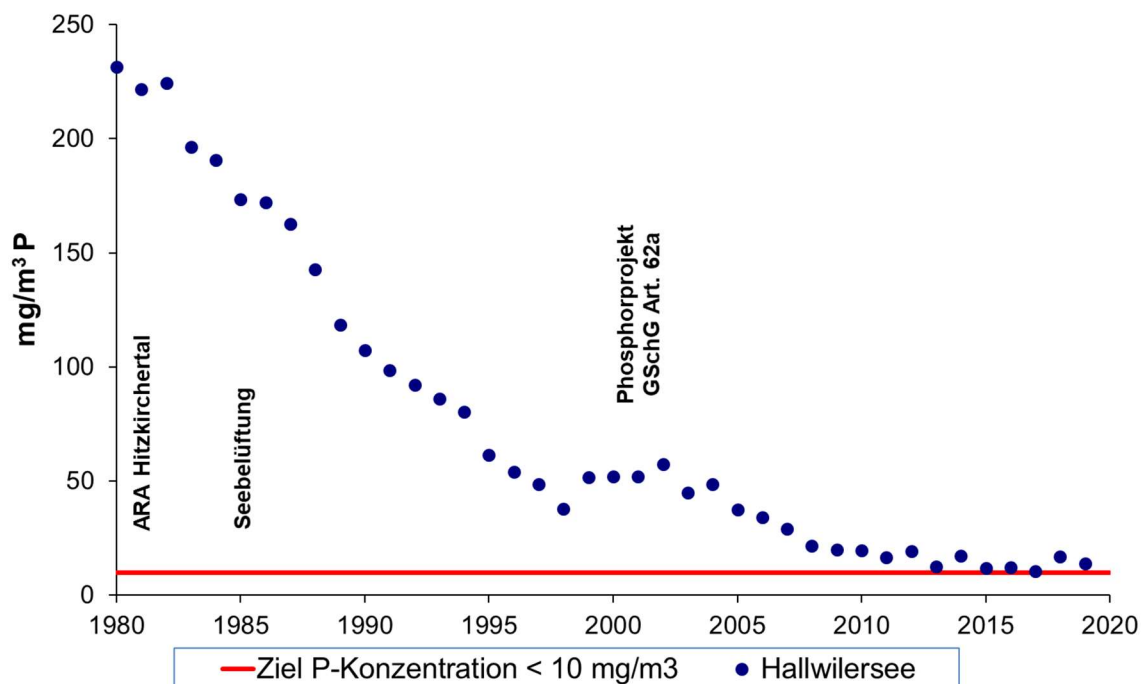
Die jährlichen Einträge des algenverfügbaren Phosphors nach Eintragspfaden, das Sanierungsziel und die jährliche Wasserzuflussmenge



3.3 Phosphorkonzentration im See

Im März 2019 lag die Phosphorkonzentration bei 14 Milligramm Phosphor pro Kubikmeter (mg P / m^3) bei vollständiger Mischung des Sees. Damit wird das neu formulierte Ziel von 10 mg P / m^3 überschritten. Die Phosphorkonzentration des Hallwilersees schwankt seit mehreren Jahren im Bereich des ehemaligen Zielbandes von 10 bis 20 mg P / m^3 . Neue Erkenntnisse zeigen, dass für den Hallwilersee erst im Bereich von 10 mg/m^3 und weniger die geforderte mittlere Algenproduktion und die Anforderungen an den Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser erreicht werden können (siehe Tabelle 1).

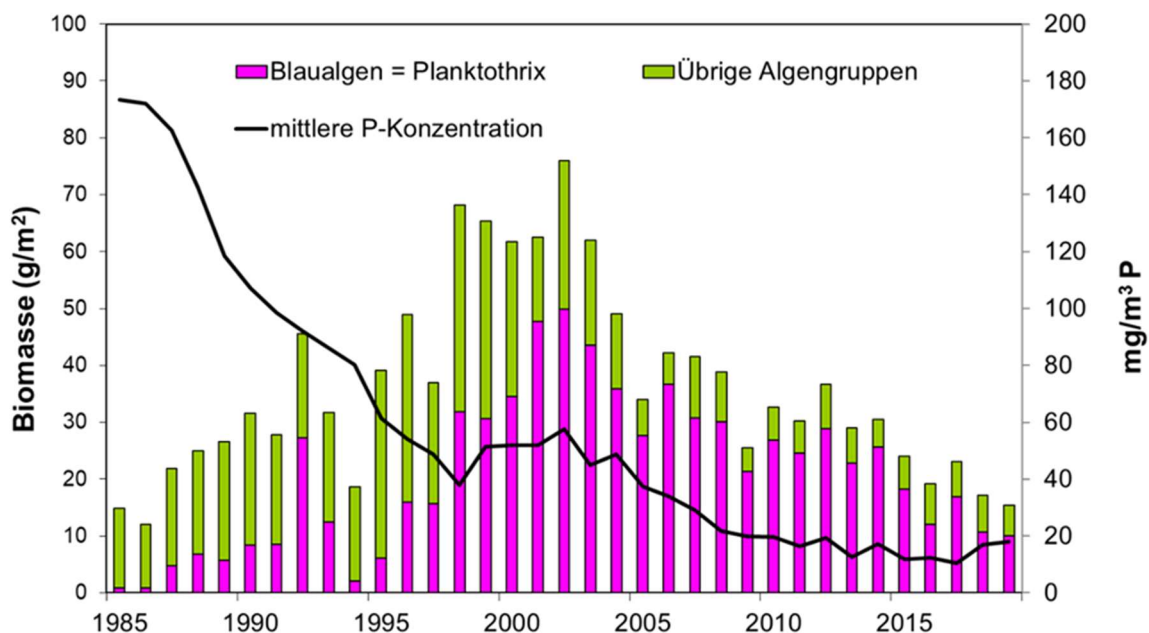
Phosphorkonzentration im Hallwilersee ab 1980



3.4 Algenwachstum

Dank den sinkenden Phosphor-Konzentrationen ging das Wachstum der Grünalgen im Hallwilersee stark zurück. Dies führte dazu, dass mehr Licht in die etwas tiefer liegenden Wasserschichten eindringen konnte. Davon profitierte die fädige, für Planktontiere schwer verdauliche Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*), eine Blaualge, welche typischerweise in 10 – 15 Meter Wassertiefe eingeschichtet ist. Sie wurde ab Ende der 1990er Jahre zur dominanten Alge im Hallwilersee. Mit der weiteren Reduktion des Phosphorgehaltes ging nun das Wachstum der Burgunderblutalge wieder etwas zurück. Ein weiterer Rückgang ist anzustreben. Die übrigen Algengruppen machen weiterhin einen eher kleinen Anteil der Gesamt-Algenpopulation aus.

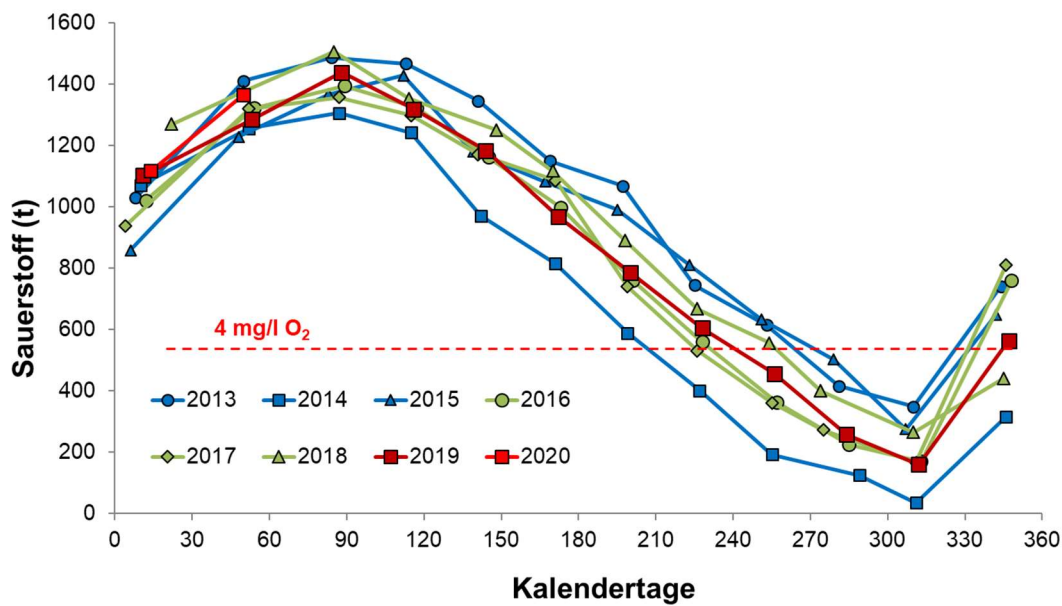
Biomasse der wichtigsten Algengruppen im Hallwilersee sowie die mittlere Phosphorkonzentration für die Jahre 1985 bis 2019 (Wassertiefe 0 bis 13 m)



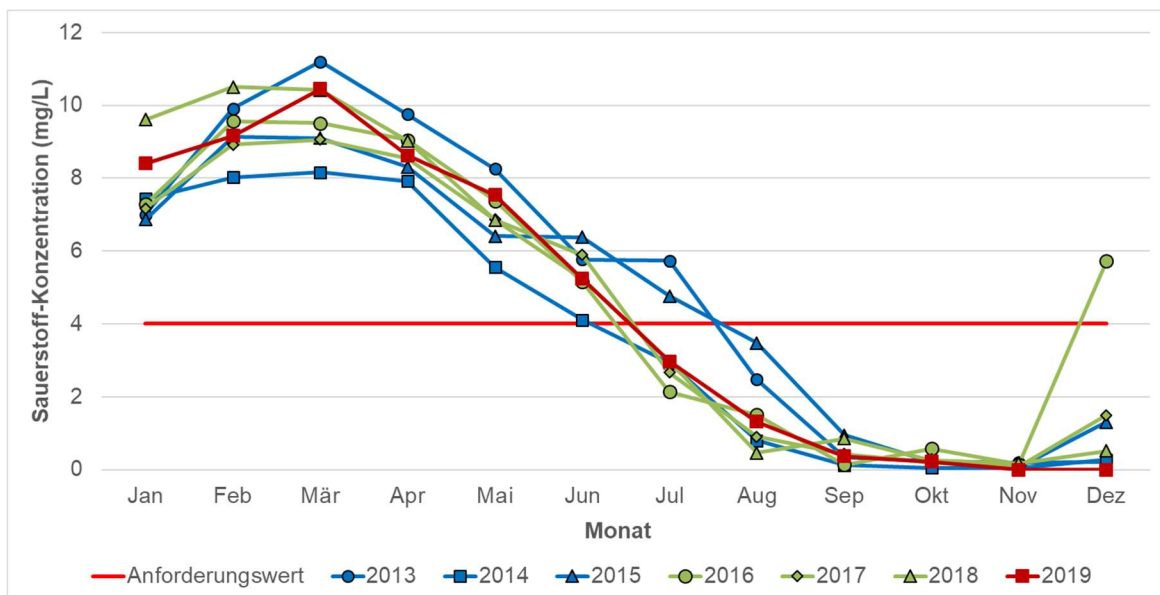
3.5 Sauerstoffverhältnisse im See

Die 2018 im Vergleich zu den Vorjahren höheren Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser können damit erklärt werden, dass das Jahr 2018 sehr trocken war. Vor allem im Sommer und Herbst führten die ausbleibenden Niederschläge dazu, dass weniger Nährstoffe aus dem Einzugsgebiet in den See eingeschwemmt wurden. Das Algenwachstum und somit auch die Sauerstoffzehrung am Seegrund waren geringer, weil weniger organisches Material (abgestorbene Algen) abgebaut werden musste. Das Jahr 2019 war niederschlagsreicher und somit lagen die Sauerstoffgehalte tiefer als 2018. Wie in den Vorjahren wurden auch im Herbst 2019 die geforderten durchschnittlich 4 mg/l Sauerstoff im Tiefenwasser nicht erreicht und die Sauerstoffgehalte an den tiefsten Stellen (43 - 45m) lagen nur wenig über 0 mg/l.

Jahresverlauf des Sauerstoffinhalts im Tiefenwasser (17.5 – 46 m) im Hallwilersee



Mittlere Sauerstoffkonzentrationen am Seegrund (43 m Tiefe) im Jahresverlauf im Hallwilersee für die Jahre 2013 bis 2015 mit Reinsauerstoffeintrag und für die Jahre 2016 bis 2019 ohne Reinsauerstoffeintrag



54

3.6 Sauerstoffeintrag

Als Folge des Gesundungsprozesses des Hallwilersees hat die Sauerstoffzehrung derart abgenommen, dass 2019 beim Belüftungsbetrieb das dritte Jahr in Folge auf den Eintrag von zusätzlichem Reinsauerstoff verzichtet wurde. Mit der Belüftung durch Druckluft allein wurden über den Sommer rund 120 Tonnen Sauerstoff ins Tiefenwasser des Sees eingetragen, etwa gleich viel wie in den drei Vorjahren. Der Betrieb mit Druckluft war jedoch im 2019 nicht ausreichend, um sauerstofflose Verhältnisse am Seegrund auch in den Herbstmonaten zu vermeiden. Es muss ein erneuter Eintrag von Reinsauerstoff im Sommer 2020 geprüft werden.

Mit dem Klimawandel und den wärmeren Temperaturen im Winter muss damit gerechnet werden, dass die natürliche Durchmischung des Sees im Winter geringer ist und der See im Winter weniger Sauerstoff aus der Luft aufnimmt. Daher ist es wichtig, dass auch in Zukunft die Mischung des Sees mittels Zirkulationshilfe unterstützt werden kann. Die Belüftung mit Druckluft und die Zirkulationshilfe wird in den nächsten Jahren weiterhin die Sanierung des Hallwilersees unterstützen.

3.7 Besiedlung der Sedimente im Hallwilersee

Zur Zeit der stärksten Eutrophierung lebten im Hallwilersee in den Sedimenten unterhalb von 25 Meter Seetiefe keine Würmer oder Insektenlarven mehr. Mit den fortlaufenden Sanierungsmassnahmen konnte erreicht werden, dass Würmer und Insektenlarven die Sedimente wieder bis auf 46 m Tiefe besiedeln. 2017 wurde gezeigt, dass die Besiedlungsdichte der Würmer bis in tiefliegenden Sedimente sehr hoch ist. Sauerstoffsensible Arten konnten allerdings unterhalb von 20 m Tiefe noch nicht gefunden werden. Die nächsten Untersuchungen der Benthosbesiedlung sind für 2020 geplant.

3.8 Fische im Hallwilersee

Project Lac

Um den Fischbestand im Hallwilersee effizient zu schützen und zu bewirtschaften, muss die Fischartenzusammensetzung bekannt sein. Im Herbst 2012 wurde dieser zum ersten Mal überhaupt im Rahmen des Project Lac standardisiert erhoben. Im nährstoffreichen Hallwilersee stehen den Felchen im Sommer und Herbst nur stark eingeschränkte Lebensräume zur Verfügung. Um eine nachhaltige Felchenfischerei zu ermöglichen, muss die Nährstoffbelastung weiter reduziert werden. Im Vergleich mit anderen vor-alpinen Seen ist der Hallwilersee ein produktiver See und entspricht einem Cyprinidensee (viele Rotaugen), wobei auch der Kaulbarsch als invasive Art stark verbreitet ist. Diese Ergebnisse können in Zukunft als wichtiger Vergleich für die Entwicklung der Fischgemeinschaft im Hallwilersee herangezogen werden.

Felchenmarkierung

Wegen der fehlenden natürlichen Reproduktion durch die Eutrophierung wurden die Felchen, nachdem die ursprüngliche Population quasi ausgestorben war, durch Besatzmassnahmen gestützt. Heute stellt sich die Frage, ob der Felchenbestand trotz der etwas verbesserten Nährstoffsituation einzig auf den Besatzmassnahmen beruht oder ob möglicherweise die natürliche Fortpflanzung bereits einen signifikanten Teil zum Felchenbestand im Hallwilersee beiträgt. Um dies herauszufinden wurden im Winter 2013/14 alle für den Besatz bestimmten Felcheneier mit dem Farbstoff Alazarinrot markiert. Nach dem Wiederfang und der Bestimmung des Alters (Jahrgangs) wurden die Otholiten (Gehörknöchelchen) entnommen und unter einem Fluoreszenzmikroskop die Markierung evaluiert. Die Resultate zeigen, dass bei den 0+ bis 4+ Felchen im Durchschnitt rund 90% der gefangenen Fische markiert waren. Dies zeigt, dass die natürliche Fortpflanzung der Felchen weiterhin als sehr stark eingeschränkt eingestuft werden muss. Das wichtigste Sanierungsziel, die natürliche Reproduktion der Felchen, ist weiterhin nicht erfüllt.

Felchenmonitoring

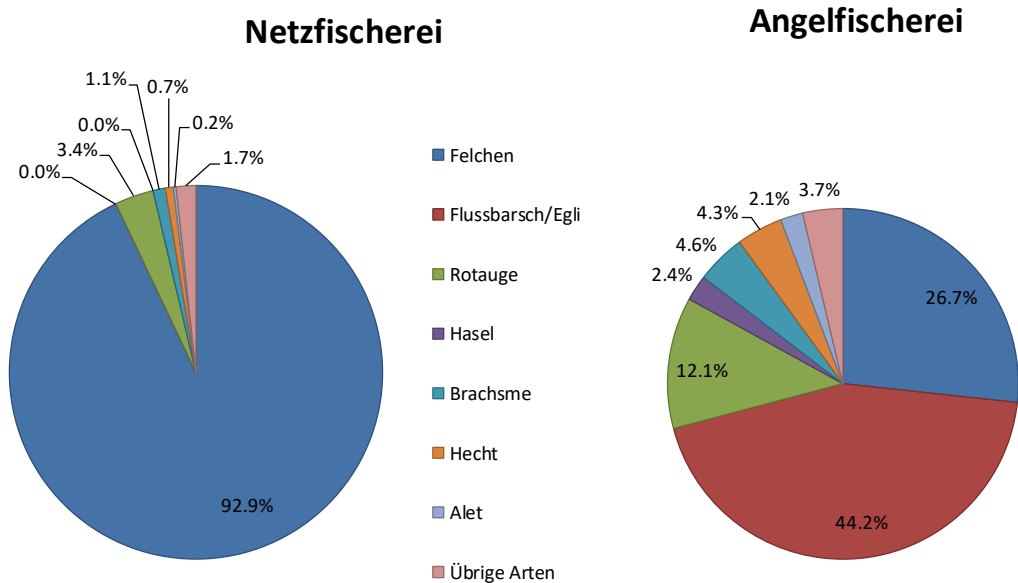
Seit vielen Jahren wird das Wachstum und die Bestandsentwicklung der Felchen in einem Monitoring untersucht. Die Auswertung der Felchenschuppen der Jahre 2017, 18 und 19 zeigten eine signifikante Abnahme des Längenwachstums. Die Gründe für diesen Rückgang können nicht eruiert werden. Verschiedene Hypothesen im Zusammenhang mit Änderungen verschiedener Umweltparameter, aber auch evolutive Prozesse durch die selektive Entnahme der rasch wachsenden Felchen durch die Netzfischerei können aber aufgestellt werden.

Um eine nachhaltige ganzjährige Befischung der Felchen zu ermöglichen wurde ab 2018 die Mindestmaschenweite reduziert (neu 36 mm, anstatt der vorher langjährig verwendeten 38 mm Netze, seit 2019 neu 32 mm). Eine Überfischung, also ein intensiver Wegfang unreifer oder zu junger Fische, ist trotz der reduzierten Maschenweiten nicht möglich. Das Wachstum der Felchen wird weiterhin beobachtet, und in einem neuen adaptierten Felchenmonitoring mit Multimaschenweiten und der Erfassung des Aufwandes der Netzfischer untersucht.

Fangstatistik

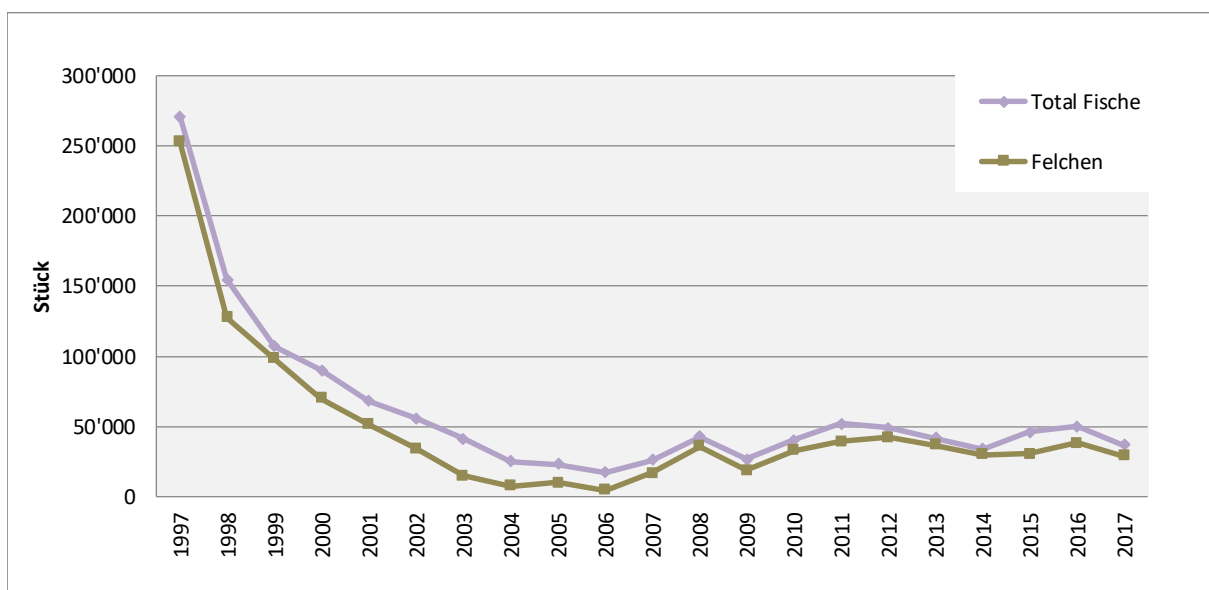
Aufgrund einer Anpassung der Datenbank stehen die aktuellsten Fangdaten zurzeit noch nicht zur Verfügung. Der Vergleich der Fänge der Netz- und Anglerfischer von 2017 zeigt grosse Unterschiede in den Artenanteilen.

Fänge der Netz- und Anglerfischer von 2017 im Hallwilersee



Weiter zeigt die Entwicklung der Gesamtfänge seit 1997, dass die Felchen insgesamt (Netz- und Anglerfischer) den Hauptanteil der gefangenen Fische ausmachen und nach sehr grossen Erträgen in den 1980er und 90er Jahren in den letzten Jahren relativ stabil waren.

Entwicklung der Gesamtfänge seit 1997 (Netz- und Anglerfischer)



4 Massnahmen Landwirtschaft

Um die neuen Sanierungsziele zu erreichen, genügt es nicht, die bestehenden Massnahmen weiter zu führen. Es braucht darüber hinaus zusätzliche Anstrengungen, um die Phosphoreinträge in die Seen weiter zu reduzieren.

4.1 Landwirtschaft Kanton Luzern: Phosphor-Projekt

Rund 70% der Fläche in den Zuströmbereichen der Mittellandseen wurde 2019 von 660 direktzahlungsberechtigten landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet. Die durchschnittliche Betriebsgrösse beträgt 17.8 ha und der Tierbesatz 2.32 GVE je ha landwirtschaftliche Nutzfläche.

Basierend auf der kantonalen Phosphorverordnung ist im Zuströmbereich bei der Phosphordüngung der Fehlerbereich von 10% gestrichen, dies gilt für alle Betriebe.

2019 beteiligten sich im Zuströmbereich des Baldeggersees 215 Betriebe (77 %) im Zuströmbereich des Hallwilersees 139 Betriebe (77 %) und im Zuströmbereich des Sempachersees 145 Betriebe (60 %) am Seevertrag. Diesen Betrieben wurde total 2.5 Mio. Franken ausbezahlt, wobei mit 50 % der Beiträge die Kosten für die zusätzliche Wegfuhr resp. eingeschränkte Zufuhr von Hofdünger entschädigt wurde. Von den totalen Kosten übernimmt der Bund 80 % und der Kanton 20 %.

Auf Basis eines zweijährigen Forschungsprojektes, wurden in enger Zusammenarbeit mit den Landwirten vor Ort, der Dienststelle Umwelt und Energie (uwe), der ETH Zürich, Agroscope, eawag, den Gemeindeverbänden, Pro Natura wie auch dem Luzerner Bäuerinnen und Bauernverband Anforderungen für ein Phosphorprojekt der Phase III sowie der kantonalen Phosphorverordnung erarbeitet.

Das Ziel für die Phase III von 2020 bis 2025 ist, die Phosphorfrachten aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen um 20% zu senken. Dieses Ziel soll mit folgenden Massnahmen erreicht werden.

- Auf den landwirtschaftlich genutzten Böden soll eine Abreicherung von Phosphor erfolgen, indem die meist übertersorgten Böden nicht mehr bedarfsgerecht gedüngt werden.
- Eine Differenzierung der Massnahmen zwischen dem Zuströmbereich des Baldeggersees und den Zuströmbereichen des Sempacher- und Luzerner Teil des Hallwilersees.
- Die Einschränkung bei der Düngung sollen nicht nur im Rahmen des freiwilligen Seevertrages gelten, sondern für alle Betriebe im Zuströmbereich der Mittellandseen.
- Im Teilprojekt Seevertrag plus sollen bei rund 24 Betrieben neuen Massnahmen auf ihre Praxistauglichkeit für eine nächste Projektphase überprüft werden.

Das freiwillige Phosphorprojekt wird durch die Verordnung über die Verminderung der Phosphorbelastung der Mittellandseen durch die Landwirtschaft flankiert. In dieser Verordnung werden Anforderungen festgehalten, welche von allen Betriebe in den Zuströmbereichen umgesetzt werden müssen. Somit wird garantiert, dass die Leistungen im Rahmen des Phosphorprojektes nicht ausgehebelt werden. Dabei steht neben der reduzierten Phosphordüngung eine Beschränkung des Tierbestands im Fokus, welche im Rahmen der Baubewilligungsverfahren für landwirtschaftliche Bauten überprüft wird.

Die Projekteingabe beim Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) erfolgte per Ende Juli 2019. Leider lag die definitive Zusage des Bundes gleichwohl erst Ende November 2019 vor, weshalb die Programmvereinbarung zwischen BLW und Kanton Luzern erst anfangs Dezember 2019 zum Abschluss kam.

Die Dienststelle Landwirtschaft und Wald (lawa) konnte die Betroffenen dementsprechend erst Ende November / Anfangs Dezember 2019 über das neue Phosphorprojekt und die dazugehörige Änderung der Phosphorverordnung anlässlich von Informationsveranstaltungen

gen orientieren. Diese Veranstaltungen waren sehr gut besucht. Nach den Veranstaltungen ersuchte eine Gruppe von Landwirten (Bauernverein unteres Seetal) um einen Besprechungstermin bei Regierungsrat Fabian Peter. Diese Besprechung fand am 23. Januar 2020 statt. Der Hauptkritikpunkt lag bei der kurzfristigen Kommunikation. Durch die kurzfristige Kommunikation könnten die betroffenen Landwirtinnen und Landwirte die laufenden Gülleverträge nicht mehr ordnungsgemäss kündigen und somit die neuen, strengeren Anforderungen nicht einhalten. Diese Ausgangslage, insbesondere was die kurzfristige Anpassung laufender Güllevertrag betrifft, hat uns veranlasst, beim BLW das Gesuch um Verschiebung des Starts des Phosphorprojekts Phase III um 1 Jahr einzureichen (Start 1. Januar 2021). Dies bedeutet, dass die Programmvereinbarung des bisherigen Phosphorprojekts um ein weiteres Jahr (bis Ende 2020) verlängert wird.

4.2 Landwirtschaft Kanton Aargau

Im Kanton Aargau wurde das Phosphorprojekt 2010 abgeschlossen. Auf kantonaler Ebene werden seither einzelne Projektmassnahmen weitergeführt. Seit 2014 müssen Landwirtinnen und Landwirte im Spezialgebiet Hallwilersee-Sanierung zusätzlich besondere Vorschriften bezüglich der P-Düngung einhalten. Die Massnahmen und Vorschriften bezwecken einerseits eine Verminderung der Auswaschung und Abschwemmung von Phosphor und führen andererseits zu einem reduzierten Einsatz von P-haltigen Düngern.

Als Einzelmassnahmen werden

- Direktsaaten von Wintergetreide und Begrünungen sowie
- Streifen(fräs)saaten bei Mais

mit kantonalen Beiträgen unterstützt. Dies in Ergänzung zu den Ressourceneffizienzbeiträgen der Direktzahlungsverordnung. Die Förderung dieser Anbauverfahren reduziert die Bodenerosion.

Seit 2014 ist der Fehlerbereich von 10%, der in der Nährstoffbilanz vorgesehen ist, um natürliche Schwankungen auszugleichen, für Landwirtschaftsbetriebe, die mehr als 2 Hektaren düngbare Fläche innerhalb des Spezialgebiets Hallwilersee-Sanierung bewirtschaften, gemäss V EG UWR §29 nicht mehr anrechenbar. Bei Landwirtschaftsbetrieben, die auch ausserhalb des Spezialgebiets Parzellen bewirtschaften, wird der maximal zulässige Fehlerbereich flächengewichtet festgelegt. Die Einhaltung dieser Restriktion erfolgt im Rahmen der Kontrollen für den ökologischen Leistungsnachweis

4.3 Gewässerraum Kanton Aargau

Bis 2016 wurden für Pufferstreifen am See und entlang von Oberflächengewässern, die mindestens 5 Meter breit waren, bis zu einer maximalen Breite von 15 Metern Zusatzbeiträge ausbezahlt. Seit 2017 ist diese Massnahme durch die Regelungen, die für Gewässerräume gelten, ersetzt. Seither schützt ein gesetzlich festgelegter Gewässerraum von 15 Metern Breite, gemessen ab Uferlinie, den Hallwilersee. Bei Bächen von weniger als 2 Metern Breite wird der Schutz vor Nährstoff- und Schadstoffeinträgen durch einen Gewässerraum von 11 Metern Breite (inklusive mittig liegender Bach) garantiert. Bei grösseren Bächen von mehr als 2 Metern Breite wird der Gewässerraum erst mit der Überarbeitung der jeweiligen kommunalen Nutzungsplanung festgelegt. Die einschränkenden Regelungen bei Bächen werden dann grundeigentümerverbindlich, wenn die kommunalen Nutzungsplanungen Rechtskraft erlangen. Im Gewässerraum ist der Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln verboten. Zudem darf keine Bodenbearbeitung erfolgen. Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung in Gewässerräumen ist grundsätzlich nur noch als Biodiversitätsförderfläche möglich. Zugelassen ist die Nutzung als Uferwiese, extensiv genutzte Wiese, Streuefläche, Hecke, Ufergehölz

oder extensiv genutzte Weide. Der Wechsel von der Förderung von Pufferstreifen mittels Projektbeiträgen hin zur obligatorischen Regelung via Gewässerräume beinhaltet das Risiko, dass Betriebe die extensiv genutzten Wiesen dieser Pufferstreifen wieder minimieren könnten. Da diese Wiesen jedoch oftmals eine hohe botanische Qualität aufweisen, die mittels Direktzahlungen entsprechend gut abgegolten wird, sind die Befürchtungen hinsichtlich Flächenreduktion meist unbegründet. Andererseits führen die Gewässerräume dazu, dass der Schutz der Gewässer flächendeckend wird. Dies war beim Anreizsystem mittels Projektbeiträgen bisher nicht der Fall.

5 Massnahmen Siedlungsentwässerung

5.1 Siedlungsentwässerung Kanton Luzern

Belastete Einleitungen

In 7 Gemeinden im Einzugsgebiet des Baldeggersees wurden von 2012/2013 belastete Einleitungen festgestellt. Es handelt sich um Einleitungen aus dem Siedlungsgebiet sowie aus dem ländlichen Raum. Weitere Analysen wurden im Jahr 2015 durchgeführt, um die Belastungen näher einzugrenzen. Im 2020 wird eine Übersicht durch die Dienststelle uwe erstellt, um die notwendigen Massnahmen durch die Dienststellen uwe und lawa sowie die Gemeinden zu definieren und umzusetzen.

Abwasserfrachten

Der Ausbau der ARA Hochdorf wurde abgeschlossen. Dies wirkt sich ab 2019 in einer weiteren Verringerung des P-Eintrags der ARA Hochdorf in den Baldeggersee aus. Ein neues Bewirtschaftungskonzept für die Aussenbauwerke der ARA Hochdorf führt zu einer Optimierung der Kanalisationsleitungen und Entlastungsbecken, was zu einer Reduktion der Regenentlastungen ab 2018 führt.

Der Abwasser-Anteil aus der ARA Sempach-Neuenkirch konnte seit 2004 auf einem tiefen Niveau gehalten werden.

5.2 Siedlungsentwässerung Kanton Aargau

Erste Abschätzungen haben ergeben, dass ca. 0.2 Tonnen Phosphor pro Jahr aus Regenbecken in den See gelangen. Diese Abschätzung ist jedoch ungenau, weil für die Phosphorkonzentrationen im Entlastungswasser aus Regenbecken und Regenüberläufen nur grobe Schätzungen vorliegen. Das Reduktionspotential aus Regenüberläufen und Regenbecken ist unklar und liegt geschätzt bei 10 bis 30% (etwa bei 20 – 60 kg/a). Modellrechnungen mit allfälligen Validierungsmessungen sollen die Phosphorfrachten aus Regenbecken und Regenüberläufen abschätzen und die Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen.