

Dem Hallwilersee geht es immer besser!

Arno Stöckli | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

Die jahrzehntelangen Bemühungen um die Gesundung des Hallwilersees haben die Überdüngung des Sees nachhaltig verringert. Noch braucht es aber die Belüftung, um eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Seegrunds sicherzustellen.

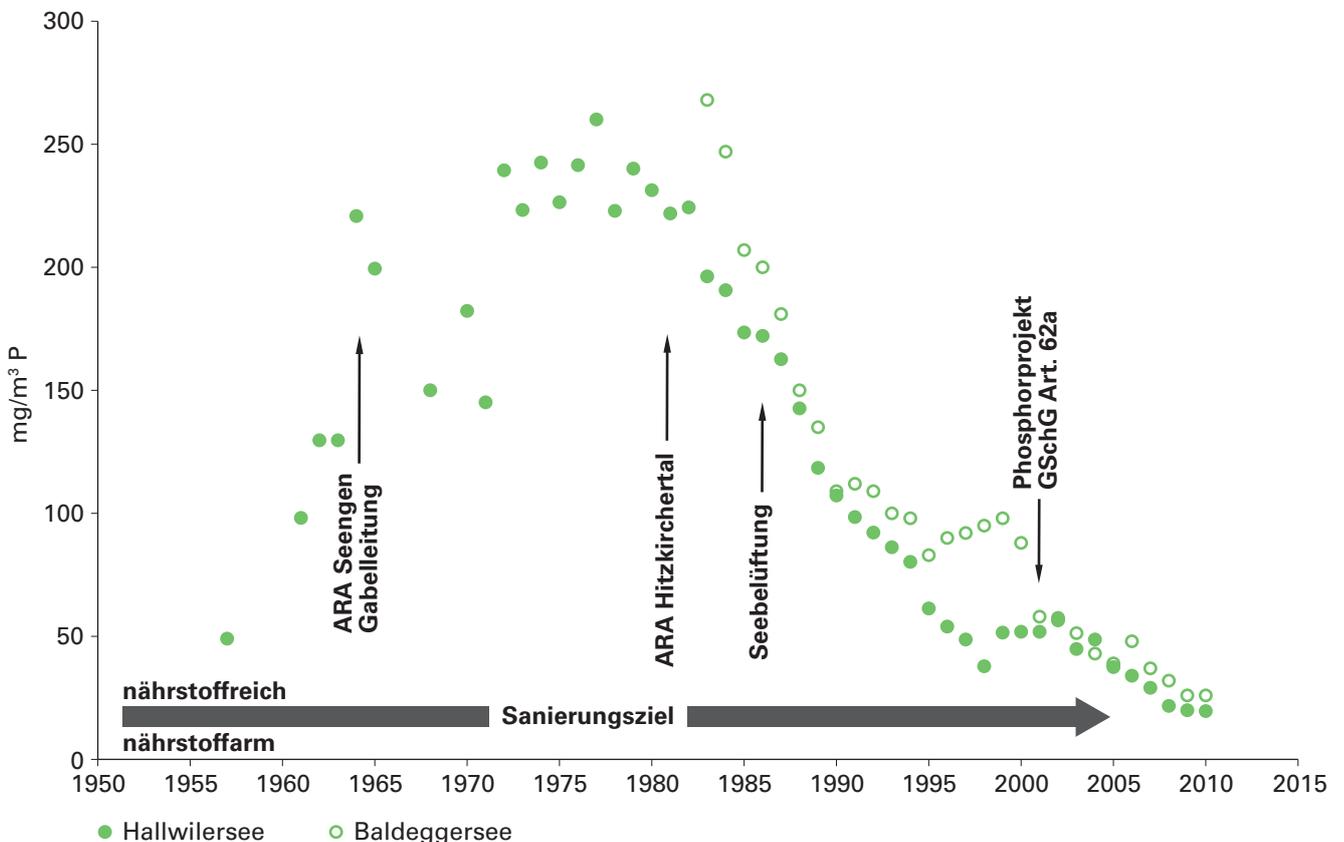
Der Hallwilersee soll langfristig seine natürliche Regenerationsfähigkeit wieder erlangen. Auf dem Weg zu diesem Ziel wurden im Verlauf der dritten Sanierungsetappe von 2003 bis 2010 entscheidende Fortschritte erzielt. Das Ziel von 10 bis 20 Milligramm Phosphor pro Kubikmeter Seewasser – Voraussetzung für eine nachhaltige Gesundung des Hallwilersees – wird seit 2009 erreicht. Die Belastung durch den luzernischen

Baldeggersee wurde auf ein für den Hallwilersee verträgliches Niveau gesenkt. Das gemeinsam mit dem Kanton Luzern und mit massgeblicher finanzieller Beteiligung des Bundes in den Jahren 2001 bis 2010 durchgeführte Phosphorprojekt bewirkte eine Halbierung der Nährstoffverluste aus landwirtschaftlichen Quellen. Mit der erheblichen Reduktion der Phosphorbelastung hat auch die Algenproduktion im See abgenommen.

Algenblüten der Burgunderblutalge treten nur noch im Spätwinter auf. Noch nicht entscheidend zurückgegangen ist aber die Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser. Der Grund dafür ist die Nachwirkung durch die jahrzehntelang belasteten Sedimente. Die Belüftung des Sees mit Sauerstoff muss daher noch einige Jahre weitergehen, wobei die jährlich erforderlichen Sauerstoffmengen weiter abnehmen werden.

Im Kanton Aargau ist keine Fortsetzung des Phosphorprojektes unter Bundesbeteiligung angezeigt. Ab 2011 werden Düngungsvorschriften bei Übernahme von Hof- und Recyclingdüngern im Spezialgebiet Hallwilersee verhindern, dass nach Wegfallen der Förderbeiträge die Böden wieder überdüngt werden. Einzelne

Phosphorkonzentration



Die Phosphorkonzentration im See gilt als Leitindikator für den Seezustand des Hallwilersees. Viel Phosphor führt zu übermässigem Algenwachstum.



Im Seezopf bei Meisterschwanden befinden sich das Betriebsgebäude der Seebelüftung mit Kompressoren und Anlagen zur Bereitstellung von Sauerstoff.

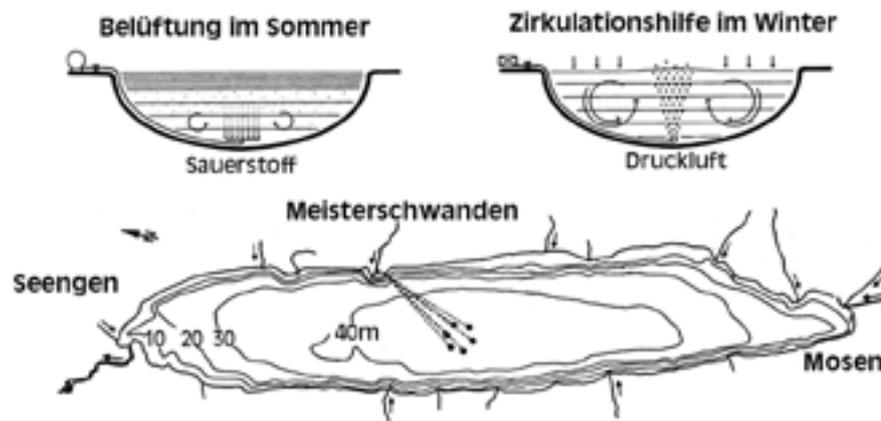
Siedlungsentwässerung durch den Bau von Regenklärbecken und der Abtrennung von Sauberwasser verbessert.

Im Jahr 2001 haben schliesslich die Kantone Aargau und Luzern mit erheblicher finanzieller Beteiligung des Bundes am Hallwilersee ein Phosphorprojekt, gestützt auf das Gewässerschutzgesetz Art. 62a, gestartet. Dieses fördert Massnahmen zur Verminderung von Nährstoffverlusten aus der Landwirtschaft. Auch am Baldeggersee ist seit 2000 ein Phosphorprojekt im Gang.

Landwirtschaftliche Massnahmen im Phosphorprojekt

Die Kantone Aargau und Luzern gewähren seit 2001 Beiträge an Massnahmen zur Verminderung der Auswaschung und Abschwemmung von Phosphor aus den landwirtschaftlich genutzten Böden. Die Beiträge erfolgen mit massgeblicher finanzieller Unterstützung des Bundes. Sie stützen sich auf das Gewässerschutzgesetz (GSchG) Artikel 62a. Folgende Massnahmen wurden im Rahmen des «Phosphorprojektes Hallwilersee» im Kanton Aargau unterstützt:

- Direktsaaten von Begrünungen, Mais und Wintergetreide bzw. Streifenfrässaaten von Mais wirken gegen die Bodenerosion;
 - Pufferstreifen und -zonen entlang von Gewässern schützen vor oberflächlichen Abschwemmungen;
 - Stilllegung von drainierten Flächen auf Ackerland vermindert die Auswaschung von Nährstoffen;
 - reduzierter Einsatz von Phosphatdüngern baut Nährstoffvorräte in überdüngten Böden ab.
- Insgesamt werden die Landwirte im aargauischen Einzugsgebiet des Sees für die Periode 2001 bis 2010 rund 1,2 Millionen Franken an Beiträgen aus dem Phosphorprojekt erhalten haben. Davon trägt der Bund rund 77 Prozent.



Vom Seeufer führen sechs Leitungen zur Seemitte, wo sich in 45 Meter tiefe sechs Diffusoren befinden, die je nach Bedarf Druckluft oder Sauerstoff in groben oder feinen Blasen ins Tiefenwasser eintragen.

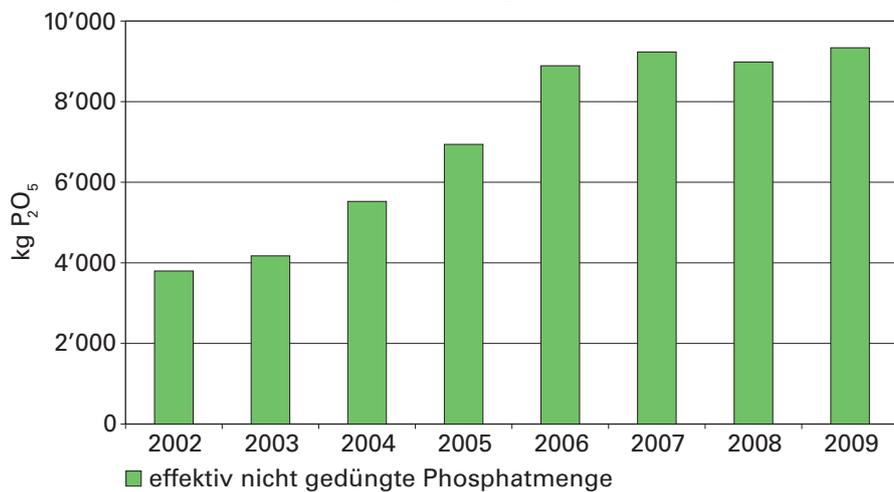
Massnahmen zur extensiven und Bodenschonenden Bewirtschaftung werden, wo sinnvoll, auf kantonaler Ebene weitergeführt.

Die bisherigen Sanierungsmassnahmen

Der Hallwilersee wurde während rund 100 Jahren mit zu vielen Nährstoffen belastet – insbesondere Phosphat. Dies führte zu übermässigem Algenwachstum im See und zu fehlendem Sauerstoff im Tiefenwasser. Die Sanierung des Hallwilersees ist daher seit 50 Jahren ein Thema. 1963 wurde mit der Fernhaltung der aargauischen Abwässer vom See und deren Reinigung in der Abwasserreini-

gungsanlage (ARA) Hallwilersee in Seengen ein Pionierwerk geschaffen. Später folgte auch die Abwassersanierung im Kanton Luzern. Seit Mitte der 1980er-Jahre kamen so genannte seeinterne Massnahmen (Zirkulationshilfe im Winter und Sauerstoffbelüftung im Sommer) hinzu. Diese sind im Hallwilersee nun während beinahe 25 Jahren in Betrieb. Der oberhalb liegende, luzernische Baldeggersee wird gar seit 1983 belüftet. Bald wurde auch der Beitrag der Landwirtschaft zur Überdüngungsproblematik erkannt und erste Massnahmen getroffen (Förderung Güllelagerung, Beratung, Pufferstreifen). Parallel dazu haben die Gemeinden laufend die

Reduzierter Einsatz von Phosphatdüngern



Überdüngte Böden stellen das Hauptrisiko für Nährstoffverluste dar. Reduzierter Einsatz von Hofdüngern und Nutzung der im Boden vorliegenden Phosphorvorräte für das Pflanzenwachstum vermindern dieses Risiko dagegen nachhaltig.



Foto: Christoph Ziltener

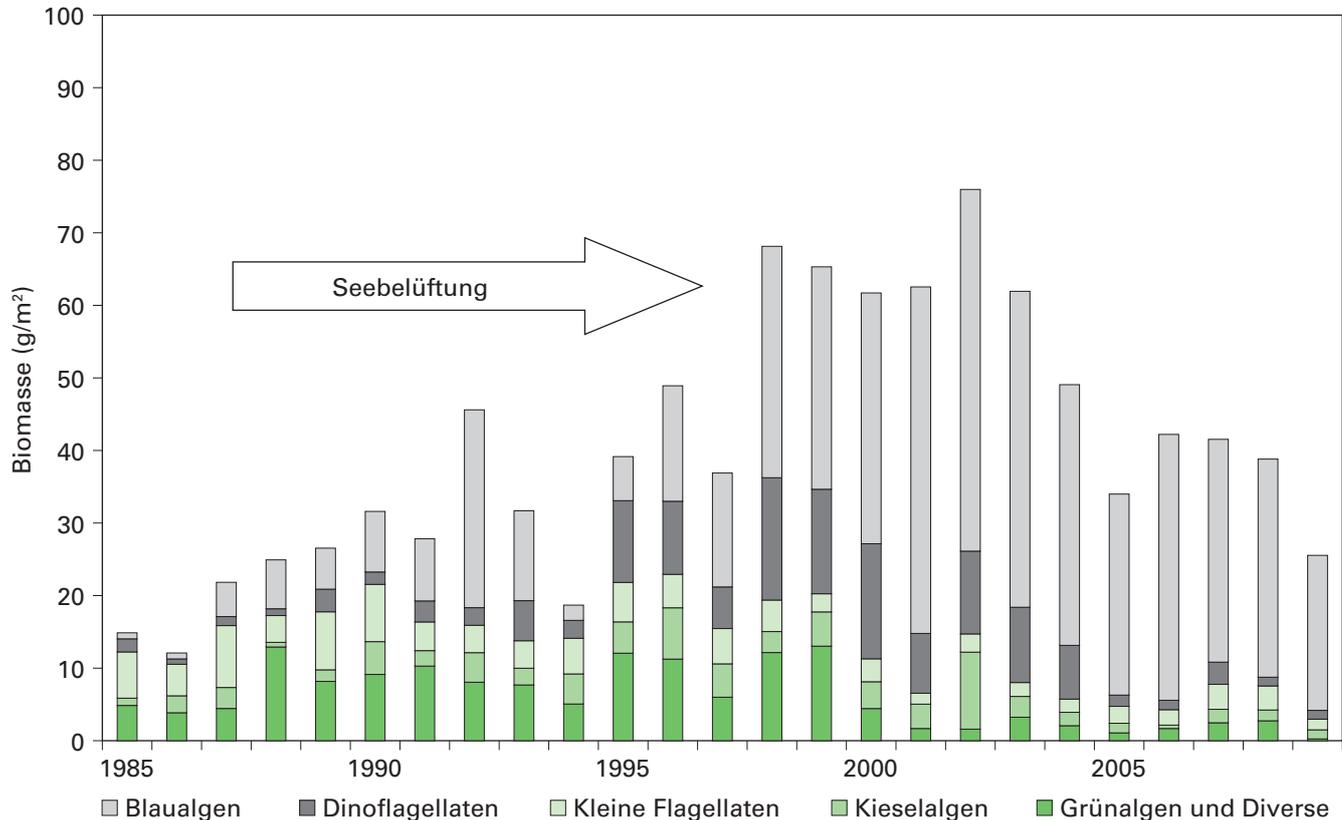
Pufferstreifen mit extensiver Wiese von mindestens 6 Meter Breite entlang von Bächen und Seeufern halten abgeschwemmte Nährstoffe zurück.

Als bedeutendste und erfolgreichste Massnahme im Kanton Aargau erwies sich die finanzielle Abgeltung für eine gegenüber dem Pflanzenbedarf reduzierte Phosphatdüngung. Diese bildet eine Barriere gegen die Annahme von überschüssigen Hofdüngern aus dem Kanton Luzern. Seit 2002 wurden die Böden im aargauischen Einzugsgebiet des Hallwilersees von insgesamt 57 Tonnen Phosphatdüngern entlastet. Zusätzlich wirken erweiterte Pufferstreifen entlang von Bächen und dem Seeufer sowie pfluglose Saatverfahren gegen die oberflächliche Abschwemmung von Nährstoffen und gegen die Bodenerosion.

Wirkung der Massnahmen

Alle diese Massnahmen führten zu einer markanten Abnahme der Phosphorbelastung des Hallwilersees. Lag die maximale Belastung Mitte der 1970er-Jahre bei mindestens 16 Tonnen Phosphor pro Jahr, so beträgt diese heute durchschnittlich 3,5 Tonnen, wie die laufenden Zuflussuntersuchungen zeigen. Im selben Zeitraum führte dies zu einer Abnahme des mittleren Phosphorgehaltes im See um rund das Zehnfache, von maximal 250 auf heute 20 Milligramm pro Kubikmeter. Durch die Massnahmen des Kantons Luzern am damals weit stärker belasteten Baldeggersee konnte dessen Phosphorgehalt ebenfalls reduziert werden auf heute knapp unter 30 Milligramm pro Kubikmeter. Aufgrund wissenschaftlicher Kenntnisse war zu erwarten, dass die Algenentwicklung erst bei weniger als 50 Milligramm Phosphor pro Kubikmeter reagiert. Im Hallwilersee setzte dabei eine paradoxe Entwicklung ein. Ab Mitte der 1990er-Jahre dominierte eine Blaualge der Gattung Planktothrix – im Volksmund wegen ihrer roten Algenblüten an der Wasseroberfläche «Burgunderblutalge» genannt – die Algenzusammensetzung des Seewassers. Obwohl die Phosphorkonzentration sich im See laufend verringerte, nahm die Algenbiomasse im Jahresmittel gar zu, weil sich die Burgunderblutalgen auch im Winter stark vermehren.

Hallwilersee Phytoplankton (0–13 m Tiefe)



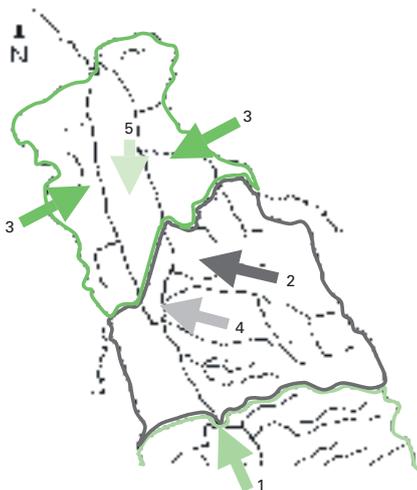
Die Entwicklung des Phytoplanktons im Hallwilersee seit 1985 zeigt eine Zunahme der jährlichen Biomasse bis 2002. Heute dominiert die Blaualge *Planktothrix rubescens* (Burgunderblutalge). Seither nimmt die Algenbiomasse ab, da der abnehmende Phosphorgehalt des Sees das Algenwachstum begrenzt.

Dies führte zu einem unerwartet höheren Verbrauch von Sauerstoff im Tiefenwasser. Durch die Belüftung musste dieser nachgeliefert werden, um sauerstofflose Zonen zu vermeiden. 2002 wurde die maximale Algenbiomasse erreicht. Seither nimmt sie parallel zum Rückgang des Phos-

phors im See ab. Rückblickend konnte diese Entwicklung als positives Zeichen der Gesundheit des Hallwilersees gedeutet werden. Denn in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts dominierten Burgunderblutalgen ebenfalls und erst mit den stark ansteigenden Phosphorgehalten An-

fang der 1960er-Jahre wurden sie durch andere rascher wachsende Algen verdrängt. Mit dem Rückgang des Phosphors trat die Burgunderblutalge nun wieder auf und belegt damit den Gesundheitsprozess.

Herkunft der Phosphorbelastung des Hallwilersees



| Algenverfügbarer Phosphor (Tonnen/Jahr) | Stand 2000 | Jahr 2004–08 | Ziel 2010 | Ziel Sanierung |
|---|------------|--------------|------------|----------------|
| Abfluss Baldeggersee ¹ | 2,8 | 1,48 | 1,4 | 0,8 |
| Zuflüsse Hallwilersee LU ² | 1,01 | 0,52 | 0,50 | 0,45 |
| Zuflüsse Hallwilersee AG ³ | 0,50 | 0,27 | 0,25 | 0,22 |
| Zuflüsse Einzugsgebiet | 1,51 | 0,79 | 0,75 | 0,67 |
| ARA Hitzkirchertal ⁴ | 0,3 | 0,29 | 0,15 | 0,1 |
| Deposition auf See ⁵ | 0,9 | 0,94 | 0,9 | 0,9 |
| P-Belastung Hallwilersee | 5,5 | 3,51 | 3,2 | 2,5 |

Stand der Phosphorbelastung des Hallwilersees im Vergleich zum Zwischenziel für das Phosphorprojekt 2010 und dem Ziel für die nachhaltige Sanierung.

Entwicklung der Phosphorbelastung

Das Phosphorprojekt Hallwilersee hat die Erwartungen an die Reduktion der Belastungen aus der Landwirtschaft erreicht. Die seit 2004 laufende Untersuchung der wichtigsten Zuflüsse zum Hallwilersee zeigt, dass bereits für die Periode 2004 bis 2008 die jährliche Phosphorbelastung um beinahe die Hälfte reduziert werden konnte im Vergleich zum Jahr 2000. Die für das Jahr 2010 gesetzten Zwischenziele werden weit gehend erreicht.

Noch nicht erreicht werden die Erwartungen an die Reinigungsleistung der luzernischen Abwasserreinigungsanlage (ARA) Hitzkirchertal, welche in Mosen direkt in den See einleitet.

Die Ablagerung von Phosphor auf die Seeoberfläche durch Stäube und Niederschläge kann nicht durch Massnahmen beeinflusst werden. Die Herkunft dieses heute erheblichen Anteils der Phosphorbelastung dürfte aber weit gehend natürlichen Ursprungs sein, zum Beispiel Blütenstaub, wie Messungen am Sempachersee nahelegen.

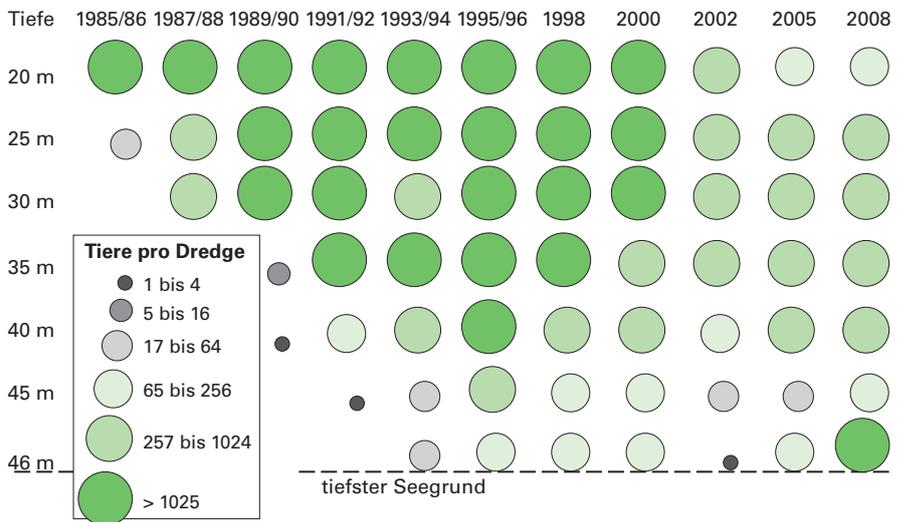
Sanierungsziele, Erfolge und Defizite

Für den Seezustand gelten gemäss Vorgaben der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 und den heutigen Erkenntnissen folgende Ziele für die nachhaltige Gesundung des Hallwilersees:

1. 10 bis 20 Milligramm Phosphor pro Kubikmeter Seewasser;
2. gesamte Belastung mit algenverfügbarem Phosphor maximal 2,5 Tonnen pro Jahr;
3. mässige Algenproduktion, das heisst wenig Burgunderblutalgen und hierfür typische Kiesalgen;
4. ausreichende Sauerstoffversorgung des Seegrunds für das Überleben von Würmern;
5. natürliche Fortpflanzung von Felchen (Felcheneier können sich am Sediment entwickeln).

Der Phosphorgehalt des Hallwilersees erreicht das angestrebte Zielband bereits heute. Die Phosphorbelastung des Sees und die Algenproduktion lassen sich aufgrund der heutigen Trends bis 2015 erreichen. Noch nicht klar ist hingegen, wie lange die

Entwicklung der Würmer im Hallwilersee (Seeboden)



Würmer haben den Hallwilersee bis zum Grund wieder besiedelt, seit es dort genügend Sauerstoff gibt. In den mittleren Wasserschichten sind die Sedimente heute bereits so weit regeneriert, dass die abnehmende Nahrungsgrundlage keine massenhafte Population mehr zulässt.

Belüftung des Sees mit Sauerstoff im Sommer noch aufrechterhalten werden muss, um eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Seegrundes sicherstellen zu können. Angesichts der Klimaerwärmung ist davon auszugehen, dass die Zirkulationshilfe im Winter auf unbestimmte Zeit beibehalten werden muss. Felchen lassen ihre Eier auf den Seegrund absinken, vorwiegend im flacheren Uferbereich. Dort sterben die Eier aufgrund der vom schlammigen Grund ausgehenden Sauerstoffzehrung heute nach kurzer Zeit ab. Das übergeordnete Sanierungsziel der natürlichen Fortpflanzung der Felchen wird in den nächsten Jahren höchstens punktuell dort erreicht werden, wo wegen günstiger Seeströmung kiesig-sandiger Grund mit wenig organischen Ablagerungen auftritt (Flachwasser und Deltabereiche von Bächen). Die künstliche Aufzucht von Felchen wird daher noch längere Zeit eine wichtige Stütze für die Fischerei im Hallwilersee bleiben.

Langzeitwirkung der belasteten Sedimente

Zentral für den weiteren Verlauf der Sanierungsmassnahmen am Hallwilersee ist heute die Frage, wie lange die Belastungen früherer Jahre noch verzögernd auf die Gesundung des Hallwilersees nachwirken. Gestützt auf

einen Bericht der Eawag (das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs) lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Aufgrund der vorliegenden Daten und der messtechnischen Möglichkeiten bestehen erhebliche Unsicherheiten, die zukünftige Sauerstoffzehrung zu prognostizieren. Sie wird sicher nur langsam zurückgehen, da das aus den organischen Ablagerungen der letzten 30 bis 50 Jahre gebildete Methan heute noch rund zur Hälfte zum Sauerstoffverbrauch im Tiefenwasser während des Sommers beiträgt.
- Der restliche Sauerstoffverbrauch infolge des Abbaus von jährlich neu abgelagerter Algenbiomasse wird in den nächsten Jahren mit dem Rückgang der Phosphorkonzentrationen im See weiter abnehmen.
- Auf eine Belüftung des Sees mit Sauerstoff kann verzichtet werden, wenn die Zehrung von heute durchschnittlich 10 auf 8 Tonnen Sauerstoff pro Tag abgenommen hat. Trotz erheblicher Unsicherheiten kann dies in den nächsten fünf Jahren erwartet werden.
- Ein Verzicht auf die Belüftung im Sommer zum gegenwärtigen Zeitpunkt würde erhebliche Risiken für die wiederbelebte Tiefenzone des Sees bedeuten und den Gesundungsprozess verzögern.

- Die Zirkulationshilfe im Winter deckt mit geringem technischem und finanziellem Aufwand den Grossteil des Sauerstoffbedarfs des Sees ab und sollte langfristig weiterbetrieben werden.

Die Massnahmen zur Reduktion der Phosphorbelastung im Einzugsgebiet des Hallwilersees waren erfolgreich. Der See weist heute alle Voraussetzungen auf, um nachhaltig zu gesunden. Es ist sinnvoll, die Belüftung im Sommer noch mindestens bis 2015 weiterzuführen, um auf der Basis der Entwicklung der Sauerstoffzehrung mit grösserer Sicherheit über langfristig noch erforderliche seeinterne Massnahmen entscheiden zu können.

Massnahmen im Kanton Luzern

Der Kanton Luzern will seine Anstrengungen im Bereich Landwirtschaft so fortsetzen, dass die erreichten Fortschritte bei der Reduktion der Phosphorbelastung im direkten Einzugsgebiet des Hallwilersees mindestens gehalten werden können. Gleichzeitig soll die Phosphorkonzentration des Baldeggersees unter 30 Milligramm pro Kubikmeter bleiben. Der Kanton Luzern ist zurzeit in Verhandlungen mit dem Bund, um seine Phosphorprojekte am Hallwiler- und Baldeggersee weiterzuführen.

Die Phosphorbelastung durch das gereinigte Abwasser der ARA Hitzkirchertal und die Belastung durch Entlastungen bei Regenwetter müssen weiter gesenkt werden. Der Abwasserverband studiert momentan unter Mitwirkung der beiden kantonalen Fachstellen Luzern und Aargau weitere Verfahrenstechniken, inklusive der Variante eines Anschlusses an die ARA Hallwilersee in Seengen.

Die 2003 eingeführte, verursachergerechtere Kostenbeteiligung des Kantons Luzern am Betrieb der seeinternen Massnahmen entspricht der gemessenen Nährstoffbelastung. Dieser Kostenteiler soll ab 2011 nach den gleichen Grundsätzen weitergeführt werden.

Massnahmen in der Landwirtschaft im Kanton Aargau

Die Ziele des Phosphorprojektes 2001 bis 2010 werden erreicht. Daher achten die Abteilung Landwirtschaft

und die Abteilung für Umwelt ein weiterführendes Projekt im Kanton Aargau als nicht gerechtfertigt, umso mehr als der Hallwilersee heute mit 20 Milligramm Phosphor pro Kubikmeter Seewasser nicht mehr erheblich überdüngt ist. Gleichzeitig soll aber sichergestellt werden, dass die erzielten Fortschritte nach Wegfall finanzieller Anreize nicht wieder zunichte gemacht werden. Dabei sind unter anderem die Überschüsse an Hofdüngern aus dem Kanton Luzern zu beachten.

Die Abteilung Landwirtschaft beobachtet seit einiger Zeit ansteigende Hofdüngelieferungen, die bisher aber weit gehend vom aargauischen Einzugsgebiet des Hallwilersees ferngehalten werden konnten. Damit das so bleibt, wurden für das «Spezialgebiet Hallwilersee» mit §29 der Verord-

nung zum Einführungsgesetz zum Umweltrecht (VEG UWR) vom 14. Mai 2008 verschärfte Düngungsvorschriften bei Übernahme von Hof- und Recyclingdüngern festgelegt. Im Wesentlichen bedeutet dies, dass betroffene Landwirte beim Einsatz solcher Dünger, die im Boden vorhandenen Nährstoffvorräte (gemäss Bodenproben) in ihrer Nährstoffbilanz berücksichtigen müssen. Diese Bestimmungen treten mit dem Ende des Phosphorprojektes per 1. Januar 2011 in Kraft.

Die Vorbereitungen der Abteilung Landwirtschaft für den Vollzug laufen. Im November 2009 fanden zwei Informationsveranstaltungen für die betroffenen Landwirte im aargauischen Einzugsgebiet des Hallwilersees über die Erfolge der bisherigen und die Umsetzung der zukünftigen

Burgunderblutalgen

Warum sich Burgunderblutalgen in einzelnen Seen besonders gut durchsetzen und auffällige Algenblüten bilden können, ist wissenschaftlich noch nicht restlos geklärt. Sie treten aber auch in anderen Alpenrandseen mit dem Rückgang der Überdüngung in Erscheinung, besonders gut dokumentiert bei Zürichsee, Lac du Bourget (F) oder Ammersee (D).

Zwei Eigenschaften zeichnen *Planktothrix rubescens* – wie die Blaualge wissenschaftlich heisst – ökologisch aus. Mit Hilfe von Gasvakuolen in ihren Zellen reguliert sie ihr spezifisches Gewicht so fein, dass sie in der Sprungschicht des Sees (Grenze zwischen warmem und kaltem Wasser im Sommer) verharren kann. In dieser Tiefe ist nur wenig, blaugrünes Licht vorhanden. Um diese Lichtqualität optimal zu nutzen, sind zum grünen Chlorophyll zusätzlich rote Pigmente nötig. Die rote Farbe der Burgunderblutalge kommt durch die Dominanz des Farbstoffs Phycoerythrin zustande. Dieses rote Pigment absorbiert das grüne Licht und transferiert seine Energie auf Chlorophyll zur Fotosynthese.

Im Winter, wenn die Nährstoffe gleichmässig im See verteilt sind, können die Burgunderblutalgen sich bei wenig Licht, ohne Konkurrenz durch andere Algen vermehren bis sie alles Phosphat dem Wasser entzogen haben. Im Hallwilersee ist dies heute im März bis zum Seegrund der Fall. Anderen Algen fehlt dann das Phosphat zur Vermehrung.

Da Burgunderblutalgen im Winter sich im gleichmässig kalten Wasser nicht einschichten können, treiben ihre Algenfäden bei windstillem, schönen Wetter an die Wasseroberfläche und bilden eine Algenblüte. Sobald sich das Wasser im Frühjahr erwärmt, schichten sich die Algenfäden in der Sprungschicht ein und bilden dort eine trübe Zone mit Burgunderblutalgen. Je klarer das Oberflächenwasser ist, desto tiefer liegt diese Trübung. Diese Zone schwankt zwischen 5 und 15 Meter Wassertiefe.

Burgunderblutalgen traten als erste Anzeichen der Überdüngung des Hallwilersees 1898 erstmals augenfällig in Erscheinung. In der Phase mit starker Überdüngung von 1963 bis 1990 war das Oberflächenwasser durch andere Algen so getrübt, dass die Burgunderblutalgen weit gehend verdrängt wurden. Mit dem seither klareren Oberflächenwasser im Sommer treten sie wieder auf.

Massnahmen statt. Vertreter der Luzernerischen Landwirtschaftsfachstelle gaben Auskunft auf Fragen zu den Massnahmen im Kanton Luzern. Das Echo war sehr positiv.

Extensive und Boden schonende Bewirtschaftung von Landwirtschaftsflächen sollen – wo sinnvoll – mit finanziellen Mitteln der Sanierung Hallwilersee weitergeführt werden. Dieser Schutz vor Nährstoffverlusten soll bis 2015 optimiert werden. Ziel ist dabei, diese Massnahmen langfristig in die ordentlichen Förderprogramme zu integrieren.

Weiterführung der Seebelüftung 2011 bis 2015

Seit 2003 erfolgt die Belüftung des Hallwilersees im Sommer – das heisst von April bis Oktober – mittels Sauerstoff, der in einer neuen Anlage vor Ort («Onsite-Anlage») aus der Umgebungsluft angereichert wird. Bei hoher Algenproduktion wurde nach Bedarf zusätzlich Reinsauerstoff zugeführt. Im Winter erfolgt wie bis anhin die Zirkulationshilfe mit Druckluft. Der benötigte Sauerstoffeintrag nahm in der Periode 2003 bis 2009 laufend von 600 auf 300 Tonnen pro Sommer

ab, mit Ausnahme des ausserordentlichen Jahres 2007, als in der Folge eines extrem milden Winters 800 Tonnen Sauerstoff erforderlich waren.

Die Belüftung im Sommer mit maximal 300 Tonnen Sauerstoff pro Jahr ist mindestens bis 2015 aufrechtzuerhalten. Die Zirkulationshilfe im Winter muss auf jeden Fall auf unbestimmte Zeit weitergeführt werden. Die Messer Schweiz AG offeriert eine Verlängerung des Nutzungsvertrages zur Belüftung mittels Reinsauerstoff bis Dezember 2015 zu erheblich reduzierten Kosten.

Es wird davon ausgegangen, dass ab 2016 auf eine Belüftung mit reinem Sauerstoff verzichtet werden kann. Diese Prognose ist allerdings mit Un-

sicherheiten behaftet, da der Anteil der Sauerstoffzehrung durch Methan aus den Sedimenten noch zu wenig genau bekannt ist.



Sondernummer zur Sanierung Hallwilersee

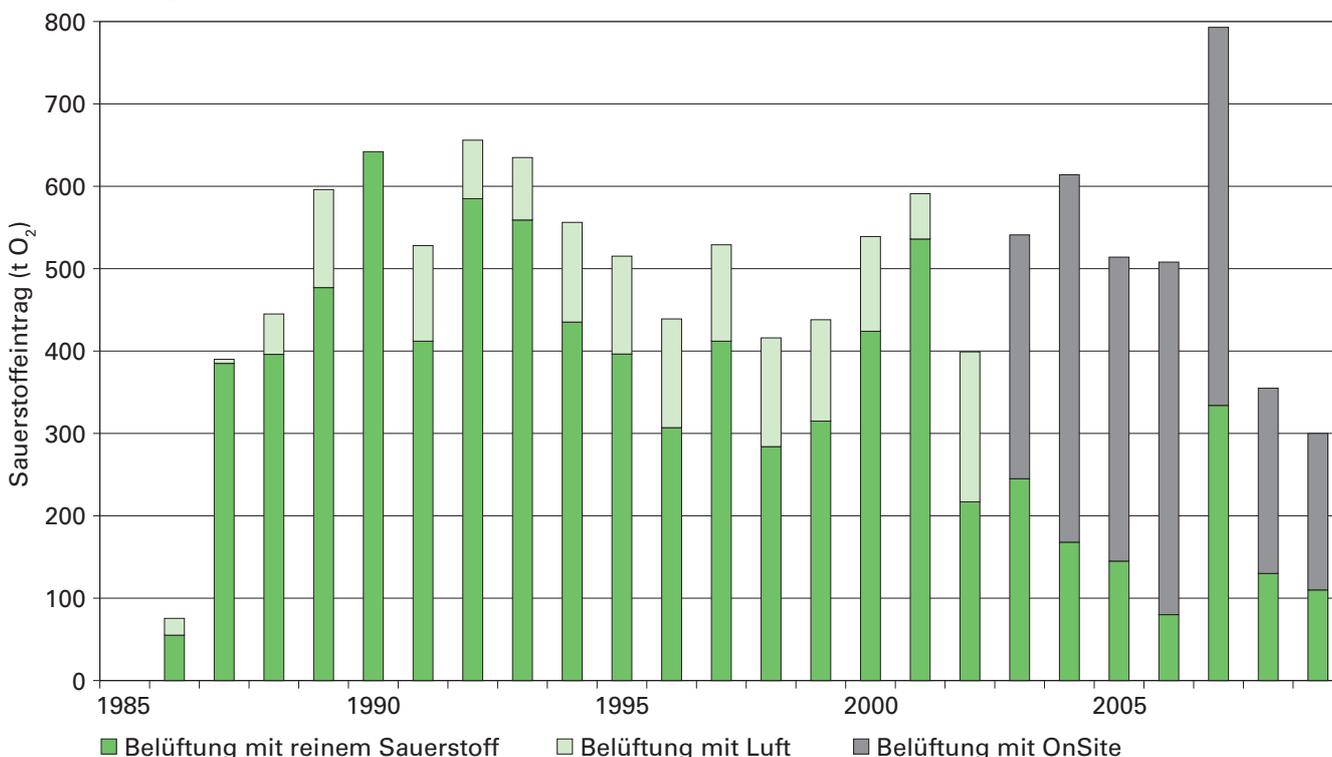
Eine umfassende Dokumentation zur Sanierung Hallwilersee findet sich in der Sondernummer 24 «UMWELT AARGAU» vom Dezember 2007 anlässlich 20 Jahre Seebelüftung. Diese kann bestellt werden unter www.ag.ch/umwelt-aargau oder telefonisch beim Sekretariat der Abteilung für Umwelt (062 835 33 60).

Kosten der Sanierung Hallwilersee

| | | |
|-------------------------------------|------------------|----------------------|
| ■ Rahmenkredit (Botschaft) | 1984–1995 | Fr. 4,5 Mio. |
| ■ Rahmenkredit (Botschaft) | 1996–2003 | Fr. 2,4 Mio. |
| ■ Verpflichtungskredit | 2004–2010 | Fr. 2,7 Mio. |
| ■ Kleinkredit (Nettoaufwand) | 2011–2015 | Fr. 0,77 Mio. |
| Effektive Kosten | 1983–2009 | Fr. 8,58 Mio. |
| Beiträge Dritter (Bund*, LU) | 1987–2009 | Fr. 2,61 Mio. |

*ohne Beitrag an P-Projekt

Seebelüftung



Bis 2002 wurde neben reinem Sauerstoff zeitweise Druckluft eingetragen. Seit 2003 wurde der Sauerstoff vorwiegend vor Ort aus der Umgebungsluft angereichert.

