

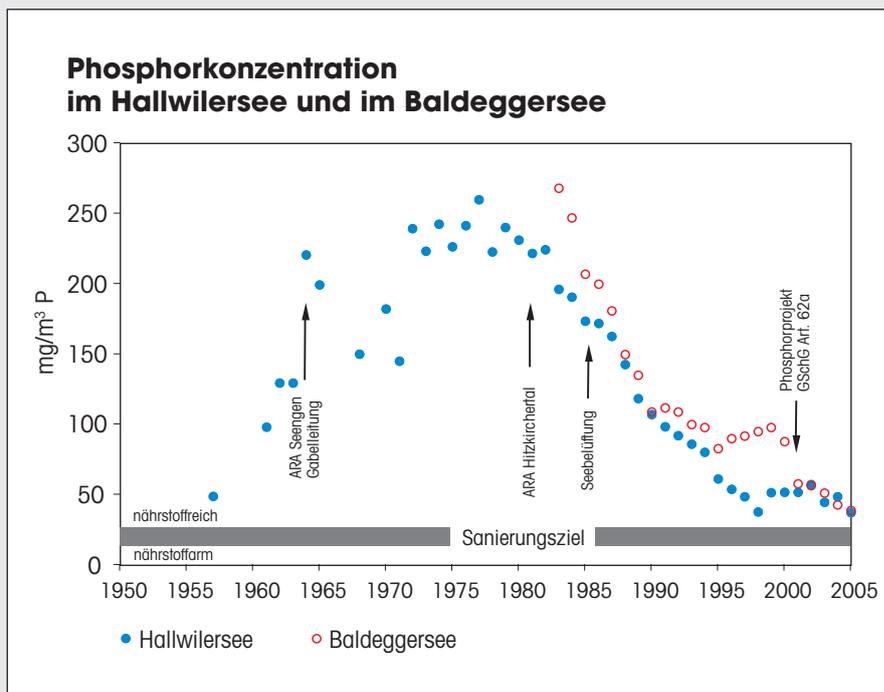
Der Hallwilersee wird bald wieder gesund

Die jahrzehntelangen Bemühungen um die Gesundung des Hallwilersees haben die Überdüngung des Sees verringert. Noch braucht es aber die Belüftung des Sees, um genügend Sauerstoff am Grund des Sees sicherzustellen.

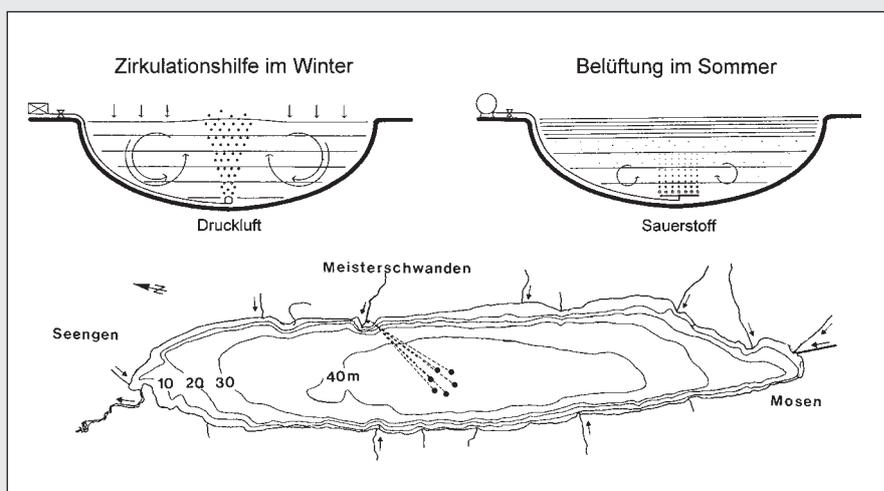
Der Hallwilersee ist der einzige grössere See im Aargau und gilt als Visitenkarte des Kantons. Die weitgehend unverbauten Ufer und die naturnahe Landschaft haben einen hohen Erholungswert. Seit Jahrzehnten wird der Hallwilersee mit zu viel Nährstoffen, insbesondere Phosphor, belastet. Dies führte zu einem übermässigen Algenwachstum im See und verursachte Sauerstoffmangel im Tiefenwasser. Der Kanton Aargau bemüht sich daher seit Langem mit seeinternen und seeexternen Massnahmen um die Gesundung des Hallwilersees.

Der Phosphor im See hat um vier Fünftel abgenommen

Grosse Fortschritte bei der Sanierung des Hallwilersees wurden in den letzten 25 Jahren durch die Abwassersanierung und den verbesserten Zustand des oberhalb liegenden Baldeggersees erreicht. Die Abwässer der Aargauer Gemeinden werden seit 1963 unterhalb des Sees gereinigt. Das hatte zu einer vorübergehenden Abnahme des Phosphorgehalts geführt. Die Trendwende erfolgte aber erst mit der Abwassersanierung im Kanton Luzern und dem dadurch verbesserten Zustand des Baldeggersees. Zur Verminderung der Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen werden gezielte Massnahmen der Landwirtschaft finanziell unterstützt. Seit 2001 werden gemeinsam mit dem Kanton Luzern in einem Phosphorprojekt Massnahmen in der Landwirtschaft umgesetzt. Ein Beitrag von Christoph Ziltener, Abteilung Landwirtschaft, setzt sich mit diesem Projekt auseinander. Bis 2010 soll das Sanierungsziel eines mässig mit Nährstoffen belasteten Sees erreicht werden.



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



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

Eine Belüftung versorgt den Patienten mit Sauerstoff

Seit 1985 unterstützt eine Seebelüftung den Gesundungsprozess. Damit wurde die sauerstoffarme Tiefe des Sees wieder belebt. Im Winter verstärkt eine Zirkulationshilfe mit Druckluft die ungenügende natürliche Umwälzung des Seewassers. Von November bis März werden am Seegrund über Düsen grosse Blasen mit Druckluft (350 m³/h) erzeugt. Die Blasenschleier der Diffusoren erzeugen einen rund 1000-fach grösseren Strom von sauerstoffarmem Wasser. Dieser Strom wird aus der Tiefe an die Seeoberfläche getragen, wo er mit Sauerstoff aus der Atmosphäre angereichert wird. Der vollständig durchmischte See wird so mit rund 1000 Tonnen Sauerstoff angereichert und ist Ende Winter annähernd mit Sauerstoff gesättigt. Im Sommer ersetzt eine Belüftung den im Tiefenwasser durch Bakterien gezehrten Sauerstoff. Von April bis Oktober werden je nach Bedarf pro Tag 2 bis 4 Tonnen Sauerstoff als feine Blasen durch Diffusoren über dem Seegrund eingetragen und im Wasser gelöst. Die erwärmte Oberflächenschicht des Sees wird dabei nicht gestört. So bleibt der sauerstoffreiche Lebensraum im Tiefenwasser ganzjährig erhalten.

Neue Technik spart Kosten

Seit 2003 sind neue Anlagen zur Bereitstellung von Druckluft und Sauerstoff in Betrieb. Die wartungsintensiven Kolbenkompressoren wurden durch Schraubenkompressoren neuester Technologie ersetzt. Die Druckluft wird getrocknet und so aufbereitet, dass nur äusserst reine Luft in den See gelangt. Für die Belüftung im Sommer reichert eine Anlage vor Ort den Sauerstoff in der Druckluft auf einen Anteil von rund 80 % an. Dies geschieht mit einem physikalischen Verfahren ohne Chemikalien. Die Anlage liefert während 7 Monaten maximal 420 Tonnen Sauerstoff. Braucht der See in einzelnen Jahren mehr Sauerstoff, steht die bisherige Anlage zur Verdampfung von Flüssigsauerstoff weiter zur Verfügung. Mit der von der Messer Schweiz AG, Lenzburg, betriebenen neuen Anlage können markant Kosten gespart werden.



Blick in die kompakte Anlage zur Anreicherung von Sauerstoff im Betriebsgebäude der Seebelüftung

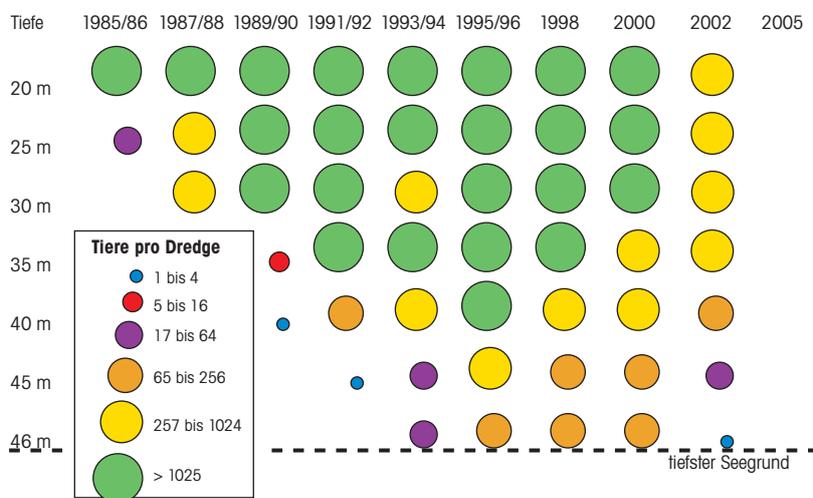
Am Seegrund kehrt Leben ein

Würmer, die im schlammigen Seegrund leben, sind gute Indikatoren für die Sauerstoffversorgung des Sees. Bevor der Hallwilersee 1986 belüftet wurde, war unterhalb von 25 Metern ganzjährig zu wenig Sauerstoff vorhanden, als dass Kleintiere und Fische dort hätten überleben können. Die verbesserte Sauerstoffsituation erlaubte den Wür-

mern, innert weniger Jahre wieder die gesamte Tiefe des Sees zu besiedeln. Felchen, die für die Fischerei bedeutendste Fischart, können heute wieder im kalten Tiefenwasser gefangen werden und kommen so frischer auf den Tisch.

Der Sauerstoffbedarf des Sees nahm seit 1999 als Folge eines verstärkten Algenwachstums unerwartet aber wie-

Entwicklung der Würmer im Hallwilersee (Seeboden)



Würmer haben den Hallwilersee bis zum Grund wieder besiedelt, seit es dort genügend Sauerstoff gibt.

der zu. Notfallmässig mussten wir im Herbst 2001 den Eintrag von Reinsauerstoff von 3,5 auf 5 Tonnen pro Tag erhöhen, um einen völligen Zusammenbruch des Sauerstoffes im Tiefenwasser zu verhindern. Die Auswirkung der kritischen Sauerstoffsituation zeigte sich prompt am geringeren Bestand der Würmer im Folgejahr. Im Herbst 2005 werden wir die mit der neuen Anlage verbesserte Sauerstoffversorgung mithilfe der als Bioindikatoren so nützlichen Würmer erneut prüfen.

Burgunderblutalgen sind Zeichen für die Gesundung des Sees

Ursache für das unerwartete Algenwachstum war die Massenvermehrung von Burgunderblutalgen – einer Blaualge namens *Planktothrix rubescens* –, welche in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts das Plankton des Hallwilersees prägten und dann mit zunehmender Überdüngung nach 1960 aus dem See verschwanden. Die mikroskopisch kleinen Burgunderblutalgen können mit wenig Licht wachsen und vermehren sich besonders während der Wintermonate, wenn im durchmischten See ausreichend Nährstoffe verfügbar sind. Für den Spaziergänger augen-

fällig sind sie an warmen windstillen Tagen, wenn sie an der Seeoberfläche als rostrote, unansehnliche Algenblüte in Erscheinung treten. Das ganzjährige Wachstum von Algen bildet nun bei geringeren Phosphorgehalten im Seewasser als früher paradoxerweise mehr organisches Material, das schliesslich am Seegrund verrottet und den Sauerstoff im Wasser zehrt.

Die Belastung des Hallwilersees mit Phosphor liegt heute wieder im Bereich der 1940er- und 1950er-Jahre. Die Burgunderblutalgen zeigen heute wieder das damals bekannte und in verschiedenen Berichten und Zeitungsmeldungen dokumentierte Bild des Sees. Gerade deshalb können wir diese Algenblüten als Zeichen für die fortschreitende Gesundung des Hallwilersees deuten. Damit die Burgunderblutalgen schliesslich verschwinden und der See auch im Winter klar wird, müssen alle Anstrengungen unternommen werden, um den Nährstoffgehalt auf weniger als 20–30 Milligramm Phosphor pro Kubikmeter Seewasser zu senken. Dann werden wir auch auf die Unterstützung durch die Seebelüftung verzichten können. 

Arno Stöckli



Algenblüten von Burgunderblutalgen färben im Winter und Frühjahr die Seeoberfläche rot. Paradoxerweise sind sie ein Zeichen, dass es dem See besser geht.