

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

Band: 44 (2003)

Heft: 3

Artikel: Der Bergsee Bad Säckingen : die Revitalisierung eines urbanen Sees

Autor: Wüthrich, Christoph

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088409>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Bergsee Bad Säckingen: Die Revitalisierung eines urbanen Sees

Christoph Wüthrich

Zusammenfassung

Noch in den frühen 80er Jahren wurde der ursprünglich idyllische Bergsee von Bad Säckingen in einem Presseartikel als "Kloake" bezeichnet. Seither sind zahlreiche Sanierungs- und Revitalisierungsmassnahmen erfolgt, welche die Situation am Bergsee in einem ersten Schritt stabilisierten und in einem zweiten Schritt ein nachhaltiges Management und eine sanfte Revitalisierung des Sees einleiteten. Die dargestellten Daten zeigen, dass sich der Zustand des Bergsees im Jahr 1987 durch den Einbau einer künstlichen Seebelüftung und durch die Sanierung der Abwassersituation stark verbesserte. Im Jahr 2000 wurde der Bergsee in ein neues Management überführt, welches neben einer weiteren Reduktion der Nährstoffeinträge auch eine massive Reduktion der künstlichen Belüftungsdauer umsetzte. Inzwischen liegen die ersten Ergebnisse vor, die darauf hinweisen, dass sich die Wasserqualität im Bergsee in eine positive und naturnahe Richtung entwickelt. Im Frühling 2003 wurde auch die Lebensraumfunktion des Bergsees verbessert, indem eine Ufermauer entfernt wurde, damit eine ausgedehnte Flachuferzone entstand. Die Hintergründe der eingeleiteten Massnahmen und die aktuelle Bewertung der Situation werden mit diesem Artikel einem breiteren Publikum zugänglich gemacht.

1 Einleitung

Das Geographische Institut der Universität Basel begleitet die Qualitätsüberwachung und die Revitalisierung des Bergsees, welche die Stadt Bad Säckingen seit vielen Jahren verfolgt (Wüthrich & Leser 1999; Wüthrich & Leser 2001). Der Bergsee ist ein sehr altes Gewässer. Sedimentanalysen zeigen, dass der Bergsee bereits vor über 30'000 Jahren als glaziales Gewässer existierte (Becker 2003; siehe Beitrag in diesem Heft). Seit dem Jahr 1802 kann der Bergsee jedoch als ein weitge-

Adresse des Autors: Dr. Christoph Wüthrich, Geographisches Institut der Universität Basel, Abteilung Physiogeographie und Landschaftsökologie, Klingelbergstrasse 27, CH-4056 Basel

hend künstliches Gewässer angesehen werden, da der ursprünglich nährstoffarme, zuflusslose See durch den Bau eines Tunnels mit dem sedimentführenden Schöpfefbach verbunden wurde. Außerdem wurde der Seespiegel durch den Bau einer Ufermauer und eines Dammes künstlich um rund sechs Meter angehoben. Der landschaftlich attraktive See hat vielfach Künstler inspiriert und gilt als das wichtigste Naherholungsgebiet der Stadt Bad Säckingen (*Braun 2001*). Ein viel begangener Uferweg führt um den See, jedoch fehlen dem See wichtige Elemente der natürlichen Seeflora und -fauna, da es nur kleinflächige Flachuferbereiche und kaum Sichtschutz für scheue Seebewohner gibt (vgl. Abb. 1).

Für den Geomorphologen auffallend am Bergsee ist seine kraterähnliche, gleichmässig ovale Form mit einer Länge von 335 Metern und einer Breite von 256 Metern. Die Fläche des Sees beträgt rund 6.5 ha, die durchschnittliche Tiefe liegt bei etwa 6 Metern, die grösste Tiefe erreicht er im nordwestlichen Bereich mit 12.5 Metern (vgl. Abb. 2). Für den glazialen Ursprung des Sees vermutlich entscheidend ist seine Lage zwischen dem Hochrheintal und dem Abhang des Schwarzwaldfusses. Man kann darüber spekulieren, ob die Entstehung dieser kesselartigen Geländeform mit dem Zusammenfluss der Schwarzwaldvergletscherung und der Rheintalvergletscherung in Zusammenhang steht. Eine eindeutige geomorphologische Erklärung für die Geländeform steht jedoch bis heute aus.

Steile, teils von exotischen Laub- und Nadelbäumen bestandene Hänge umgeben den See. Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts war der See eine Art Moorsee (dystrophes Gewässer), was ihm die ursprüngliche Bezeichnung "Schwarzsee"



Abb. 1 Idyllisch und uralt, aber künstlich belüftet. Der Bergsee von Bad Säckingen.
Photo: C. Wüthrich

einbrachte. Zum klaren "Bergsee" wurde der See erst durch den erwähnten Tunnelbau, welcher das Einzugsgebiet des Bergsees auf mehrere Quadratkilometer vergrösserte und damit erheblich mehr Nährstoffe und Sedimente zuführte. Dieser Tunnelbau verwandelte den ursprünglich nur etwa halb so grossen natürlichen See in ein Wasserspeicherbecken, welches durch eine Erhöhung der Uferbereiche und den Bau eines Dammes auf sein heutiges Volumen von 420'000 m³ Inhalt gebracht wurde, wovon rund 23'000 m³ als Nutzvolumen zur Verfügung standen. Der Bergsee ermöglichte damit eine gleichmässigere Wasserführung zugunsten der Bad Säckinger Industriebetriebe, welche das Bergseewasser über einen Gewerbekanal nutzten.

Erst jetzt wurde der Bergsee auch für die Fischzucht interessant: Fortan wurden im Bergsee recht gute Erträge erzielt. Von 1960 bis 1970 bestand der Fischbesatz hauptsächlich aus Hechten, Döbeln, Kaulbarschen und Flussbarschen. Danach wurden regelmässig Karpfen, Rotaugen, Schleien und zeitweise Aale eingesetzt. In den letzten Jahren wurden nur Zander, Schleien und Wildkarpfen ausgesetzt, die nicht mehr speziell gefüttert wurden (vgl. Christen et al. 1998). Die Fischer beklagten jedoch beim Bergsee den fehlenden Sichtschutz für die Brut (z. B. wegen der häufigen Besuche von Kormoranen vom Rhein), da keine Röhrichtzone existiert.

Die Wasserqualität des ursprünglich nährstoffarmen Gewässers wurde erheblich verändert. Der relativ kleine, aber mit 12.5 Metern recht tiefe Bergsee zeigte ab den 60er Jahren eine starke Eutrophierung durch die hohen Nährstofffrachten aus dem Einzugsgebiet (vgl. Abb. 2). Zeitweise geriet der See aufgrund seiner schlech-

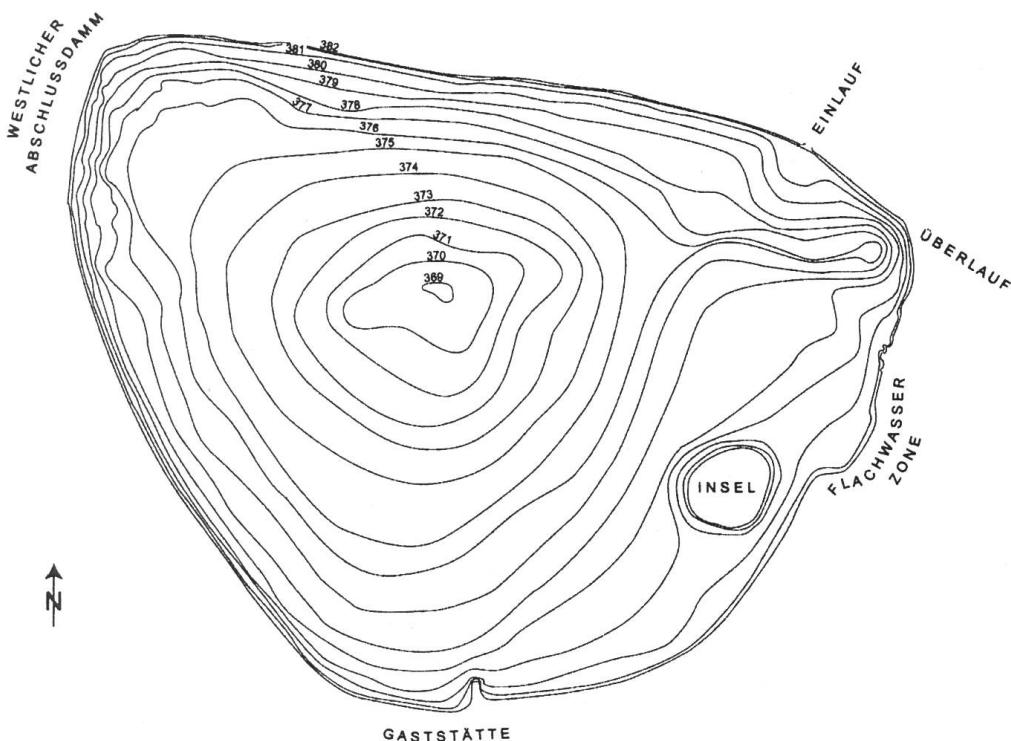


Abb. 2 Form und Tiefenverteilung des Bergsees von Bad Säckingen. Die Gesamtlänge von Ost nach West beträgt 335 Meter, die Breite von Nord nach Süd 256 Meter.

ten Wasserqualität sogar in die Schlagzeilen der Basler Zeitung, die den Bergsee als “stinkende unansehnliche Kloake” bezeichnete (*Leuzinger* 1982). Als see-externe Sanierungsmassnahmen Anfang der 80er Jahre nicht in ausreichendem Masse Erfolg zeigten und dem See das “Umkippen” drohte, wurde 1987 als see-interne Massnahme eine Tiefenwasserbelüftungsanlage installiert. Seit dieser Zeit wird dem Bergsee künstlich Tiefenwasser entnommen, mit Luftsauerstoff angereichert und wieder in die Tiefenschichten des Sees eingebracht. Tiefenwasser (Hypolimnion) und Oberflächenwasser (Epilimnion) werden bei diesem Verfahren nicht direkt vermischt.

Zehn Jahre später wurden im Rahmen eines Gutachtens die Auswirkungen der künstlichen Belüftung auf den Stoffhaushalt des Sees anhand der Auswertung der bestehenden limnoökologischen Datenreihen untersucht (*Christen et al.* 1998). Die Daten zeigten, dass sich bereits ein Jahr nach Inbetriebnahme der Belüftungsanlage die Situation im Bergsee deutlich verbessert hatte. Da gleichzeitig mit der Inbetriebnahme der Belüftungsanlage im Einzugsgebiet eine Optimierung der Abwasserentsorgung stattfand (Ableitung des Abwassers der Kläranlage Egg direkt in den Rhein anstatt in den Schöpfbach), liessen sich in diesem Gutachten die Effekte der künstlichen Belüftung und der reduzierten Nährstoffeinträge aus dem Einzugsgebiet nicht deutlich voneinander trennen (*Christen et al.* 1998).

2 Aktuelle Massnahmen zur Revitalisierung des Sees

Bereits zum Zeitpunkt der Installation der Anlage im Jahr 1987 war klar, dass der Zustand der künstlichen Belüftung nur ein Übergangszustand sein konnte. Mittelfristig musste eine bessere Lösung gefunden werden. In den 90er Jahren kamen auch bei den belüfteten Schweizer Seen die Gewässerökologen zum Schluss, dass eine Seebelüftung mittel- bis langfristig in einen selbsttragenden Zustand überführt werden sollte (*Hupfer & Gächter* 1995; *Wehrli & Wiest* 1996). Das neue Management für den Bergsee musste einerseits den Bedürfnissen der heutigen Nutzer (Freizeit, Erholung, Fischerei) gerecht werden und andererseits im Sinne der nachhaltigen Nutzung einen möglichst artenreichen und naturnahen Zustand des Sees ermöglichen (vgl. *Wüthrich & Leser* 1999). Dabei war aus der Sicht der Landschaftsökologie zu beachten, dass ein vollständig durchmischter und sauerstoffreicher Bergsee zwar für Tourismus und Fischerei förderlich ist, dass aber dieser Zustand nur durch den energieaufwändigen Betrieb und den Unterhalt der künstlichen Belüftungsanlage aufrecht erhalten werden kann. Ein naturnaher Bergsee hätte im Sommer eine deutliche Schichtung des Wasserkörpers mit einem kälteren sauerstoffverarmten Tiefenwasser (Hypolimnion) und einem erwärmt sauerstoffreicherem Oberflächenwasser (Epilimnion). Damit es bei einer Rückführung des Sees in ein selbst erhaltendes System nicht zu kritischen Zuständen im See kommt (beispielsweise durch einen vollständigen Sauerstoffaufbrauch in der Wassersäule), mussten die Nährstoffeinträge aus dem Zufluss – aber auch die Nährstoffeinträge durch Rücklösung aus dem Seesediment – reduziert werden.

Die Optimierung des Seemanagements wurde deswegen auf drei verschiedenen Ebenen angestrebt:

- a) Die Reduktion der eingeleiteten Wasser- und Nährstoffmengen aus dem Schöpfbach, nicht zuletzt auch um eine genügende Restwassermenge im Schöpfbach zu gewährleisten.
- b) Die Reduktion der Einsatzdauer der Belüftungsanlage innerhalb von 3 Jahren von 12 auf 5 Monate, da die Tiefenwasserbelüftung neben positiven Effekten auch eine Reihe von Nachteilen für den See verursachte (Aufwirbelung von Sediment, Energieverbrauch, Erwärmung des Tiefenwassers, fehlender Effekt bezüglich Verhinderung von Nährstoffrücklösung aus dem Sediment).
- c) Die Verbesserung der Lebensraumfunktion des Bergsees durch Revitalisierung der Uferbereiche und durch Anlegen einer Flachwasserzone.

Längerfristig wurden auch zusätzliche see-externe Massnahmen ins Auge gefasst (Reduktion der Nährstoffeinträge im Einzugsgebiet des Schöpfbach-Heidenwuhr-Systems), welche sich jedoch erfahrungsgemäss nur schleppend umsetzen lassen.

Im Zuge dieses neuen Managements wurde im Jahr 2000 die durch den Tunnel zugeführte Wassermenge von rund 120–150 l/s auf 60–70 l/s reduziert. Ein Jahr später begann die Stadt mit der schrittweisen Reduktion der jährlichen Belüftungsdauer. Inzwischen liegen erste Ergebnisse vor, die eine vorsichtige Beurteilung dieser Massnahmen erlauben. Hingegen ist für die im Jahr 2003 durchgeführte Uferrevitalisierung der Zeitraum seit dem Eingriff noch zu kurz, um in diesem Artikel bereits beurteilt werden zu können.

3 Methoden

Die in diesem Artikel dargestellten Daten zur Wasserqualität des Bergsees stammen von Messungen der Stadt Bad Säckingen (Städt. Abwasserbeseitigung), die seit Dezember 1986 regelmässig durchgeführt werden. Anfangs wurden während des Sommerhalbjahres (April bis Oktober) monatlich Profilmessungen an der tiefsten Stelle des Sees durchgeführt, bei denen Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Stickstoffverbindungen, Leitfähigkeit und CSB erfasst wurden. Im Winter fanden nur sporadisch Messungen bei Eisfreiheit statt. Seit 1988 wird mit einer Secchi-Scheibe zusätzlich die Sichttiefe im Bergsee bestimmt.

Seit 2001 werden am Bergsee jährlich fünf Tiefenprofile zu den bereits erwähnten limnoökologischen Parametern erhoben. Die aktuellen Messungen werden weiterhin von der Stadt Bad Säckingen selbst durchgeführt, wobei zusätzliche Parameter von der GUB mbH (Gesellschaft für Umweltanalytik und -beratung) in Waldshut erhoben werden. Das jüngere Daten-Set weist wegen instrumentellen Problemen und verwaltungsinternen Umstrukturierungen einige Lücken auf, welche durch Interpolation für die hier dargestellten Grafiken ausgebessert wurden. Die vertikale Auflösung der Messprofile beträgt 1 Meter. Um Tagesschwankungen der Wassertemperatur und anderer Parameter bei den Messwerten auszuschalten, wurde der Bergsee immer zwischen 08.00 und 10.00 Uhr morgens beprobt, wobei

Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und Sichttiefe direkt vor Ort ermittelt wurden. Alles in allem besteht für den Bergsee eine recht gute Datengrundlage, die – bis auf wenige Ausnahmen – eine hohe Plausibilität aufweist.

Für den vorliegenden Artikel wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur folgende Summenparameter aufgearbeitet:

- *Wassertemperatur:*

Ein guter Parameter zur Darstellung der früheren und aktuellen Schichtungszustände im See. Die Wassertemperatur im Hypolimnion war durch den Betrieb der Tiefenwasserbelüftungsanlage klar angestiegen. Diese Erwärmung ist negativ zu werten, da dadurch biologische Abbauprozesse im Sediment beschleunigt werden, welche ihrerseits Nährstoffe freisetzen können.

- *Sauerstoffsättigung:*

Für die Fischer ist es zentral, dass auch im Sommer, wenn es im See wegen der Ausbildung einer warmen leichten Oberflächenschicht zur Sommerstagnation der Zirkulation kommt, ein genügend grosser sauerstoffführender Lebensraum für die Fische verbleibt.

- *pH-Wert:*

In einem fischereimässig genutzten See sollten sich nicht allzu starke Schwankungen des *pH-Wertes* ereignen, da diese die Fischpopulation z. B. durch die Bildung von fischtoxischem Ammoniak schädigen könnten. Der Bergsee, der natürlicherweise wegen seines karbonatarmen Wassers schlecht gepuffert ist, würde diesbezüglich besonders sensibel reagieren. Für fast alle Fische sind pH-Werte unter 5 und über 9 sehr gefährlich, deswegen wird hier ein besonderes Augenmerk auf die pH-Schwankungen des Bergsees gelegt.

- *Wasserklarheit:*

Die meisten Spaziergänger und sonstigen Erholungssuchenden bewerten die “Qualität” des Seewassers anhand der Klarheit des Wasser, welche sich durch die *Sichttiefe* (Secchi-Tiefe) ermitteln lässt. Deswegen wurde für diesen Artikel die Sichttiefe als vierter Parameter mit einbezogen.

4 Erste Auswirkungen des veränderten Seemanagements

4.1 Die Entwicklung der Wassertemperatur

Der Bergsee Bad Säckingen zeigt durch sein verhältnismässig geringes Wasservolumen beachtliche Wassertemperaturschwankungen. In der obersten Schicht von 0–1 m Wassertiefe besitzt der See eine durchschnittliche Jahresamplitude von 20 K mit einem mittleren Maximum Ende Juli von rund 22.7 °C. In 6 m Wassertiefe beträgt die Jahresamplitude noch 14 K, und am Grund des Sees in 12.5 m Wassertiefe liegt die Jahresamplitude nur noch bei etwa 12 K (mittleres Maximum von 1987–1997: 15.8 °C).

Das Zirkulationsmuster des Sees entspricht trotz der Tiefenwasserbelüftung einem *warm-monomiktischen* See mit fehlender Zirkulation im Sommer und einer ausgeprägten Tiefenzirkulation im Herbst, Winter und Frühling. In kalten Wintern und ohne Betrieb der Belüftungsanlage kommt es zur Ausbildung einer Eisdecke, wobei der See in eine Winterstagnation eintritt und dann als *dimiktischer See* (mit Herbst- und Frühlingszirkulation) bezeichnet werden kann. Eine Sprungschicht bildet sich trotz Tiefenwasserbelüftung regelmässig zwischen April und August aus. Seit der Installation der Anlage im Jahre 1987 wurde das Hypolimnion um bis zu 10 K auf Kosten des Epilimnions erwärmt (vgl. Christen et al. 1998).

Mit dem neuen Management hat sich das Hypolimnion durch die Reduktion der Belüftungsdauer etwas abgekühlt. Momentan liegen an der tiefsten Stelle im Sommer Temperaturen um 11 °C vor (Abb. 3). Die Wassertemperatur bestimmt bekanntlich die Löslichkeit von Gasen wie Sauerstoff oder Kohlendioxid im Wasser. In kühlerem Wasser löst sich mehr Sauerstoff als in warmem Wasser. Gleichzeitig werden durch tiefere Temperaturen zahlreiche biologische Prozesse (besonders der Abbau von organischem Material) gebremst. Eine tiefere Wassertemperatur über dem Sediment reduziert beispielsweise die Freisetzung von fischtoxischem Ammoniak. Andererseits werden durch die tieferen Temperaturen in der Tiefe des Sees die Dichteunterschiede zum erwärmten Oberflächenwasser grösser, so dass eine sommerliche Stagnation der Zirkulation verstärkt wird.

4.2 Die Entwicklung des Sauerstoffgehaltes

Der im Wasser gelöste Sauerstoff ist eine entscheidende Grösse für alle Lebewesen im See. Die Menge an gelöstem Sauerstoff in einem Gewässer regelt außerdem biochemische und chemische Reaktionen wie den oxidativen Abbau von organischen Substanzen, die Nitrifikation, die Reduktion von Mangan- und Eisenoxiden und die Reduktion von Sulfat und Methan. Zu grosse Nährstoffeinträge in den Bergsee waren in den 80er Jahren der Auslöser für die beobachtete starke Algenproduktion. Der Abbau der Algenbiomasse brauchte dann – besonders in diesem See mit kleinvolumigem Hypolimnion – den Sauerstoff in der Stagnationsphase regelmässig auf.

Da die Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser temperatur- und druckabhängig ist, wird hier anstatt des absoluten Sauerstoffgehaltes die *Sauerstoffsättigung* angegeben. Kurzfristig kann die Sauerstoffsättigung durch die Photosyntheseleistung

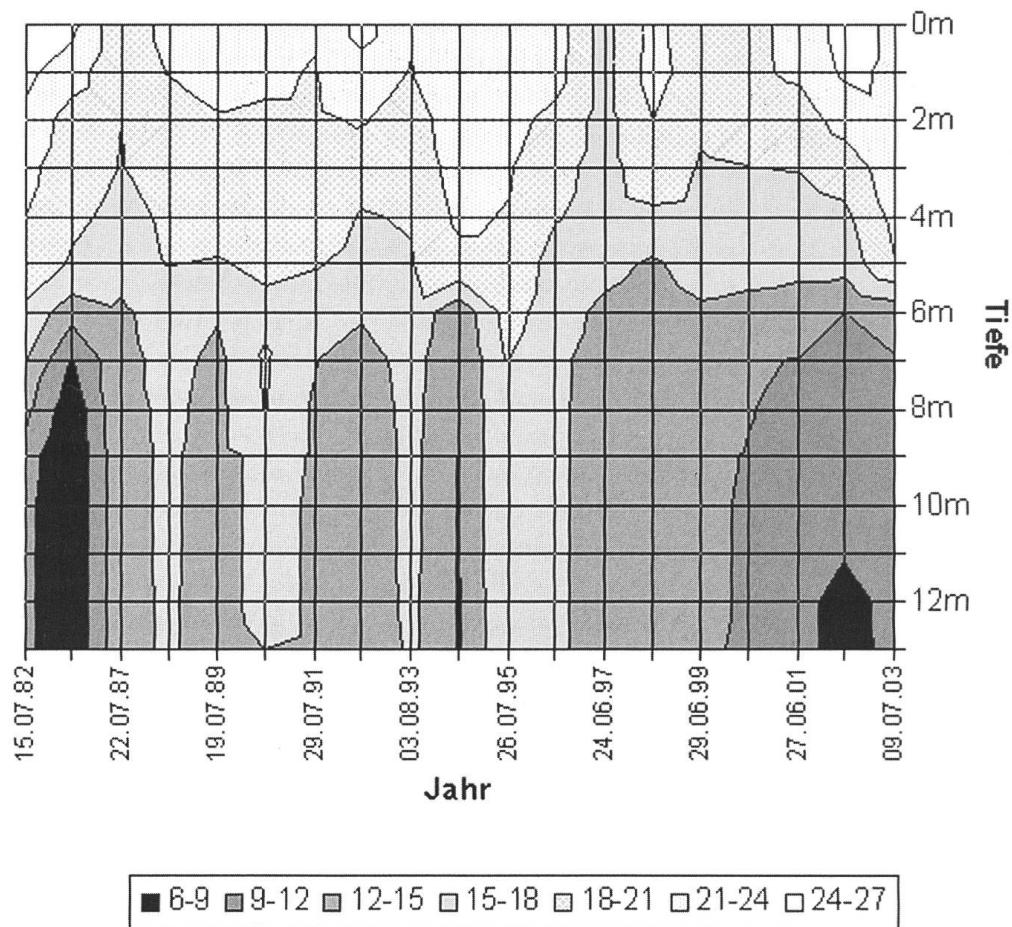


Abb. 3 Temperaturprofile im Bergsee jeweils im Juni/Juli für den Zeitraum 1982–2003. Die Jahre 1982–1986 geben den Zeitraum mit grossen Nährstoffeinträgen und ohne Tiefenwasserbelüftung wieder. Von 1987 bis 1999 lief die Tiefenwasserbelüftung nahezu ganzjährig. Seit dem Jahr 2000 wurden die Nährstoffeinträge durch den Zufluss um rund 40 % reduziert und der Betrieb der Tiefenwasserbelüftung wurde schrittweise auf 5 Monate pro Jahr reduziert.

von Algen und die Erwärmung des Oberflächenwassers an einem sonnigen Tag weit über 100 % ansteigen. Es finden abends und nachts jedoch Ausgleichsvorgänge mit der Atmosphäre statt, die den Sauerstoffgehalt des Sees bis zum nächsten Morgen wieder ins Gleichgewicht bringen.

Der Sauerstoffgehalt des Bergsees variiert im Tages- und Jahresgang erheblich. Tagesperiodische Schwankungen wie auch jahreszeitliche Schwankungen sind für einen kleinen See normal. Vor dem Einsatz der Tiefenwasserbelüftung war jedoch der Sauerstoff im Hypolimnion jeweils im Sommer beinahe aufgebraucht (vgl. Christen et al. 1998). Die Sauerstoffsättigung sank damals regelmässig auf Werte unter 10 % (vgl. Abb. 4). Die Tiefenwasserbelüftung erwies sich zusammen mit der damaligen Sanierung der Abwassersituation für den Bergsee als erfolgreiche Sanierungsmassnahme. Die Sauerstoffsättigung im Hypolimnion erhöhte sich selbst während der Sommerstagnation auf Werte um 50 % (vgl. Abb. 4). Trotz Betrieb der Anlage kam es jedoch in den 90er Jahren erneut zu Sauerstoffdefiziten im Hypolim-

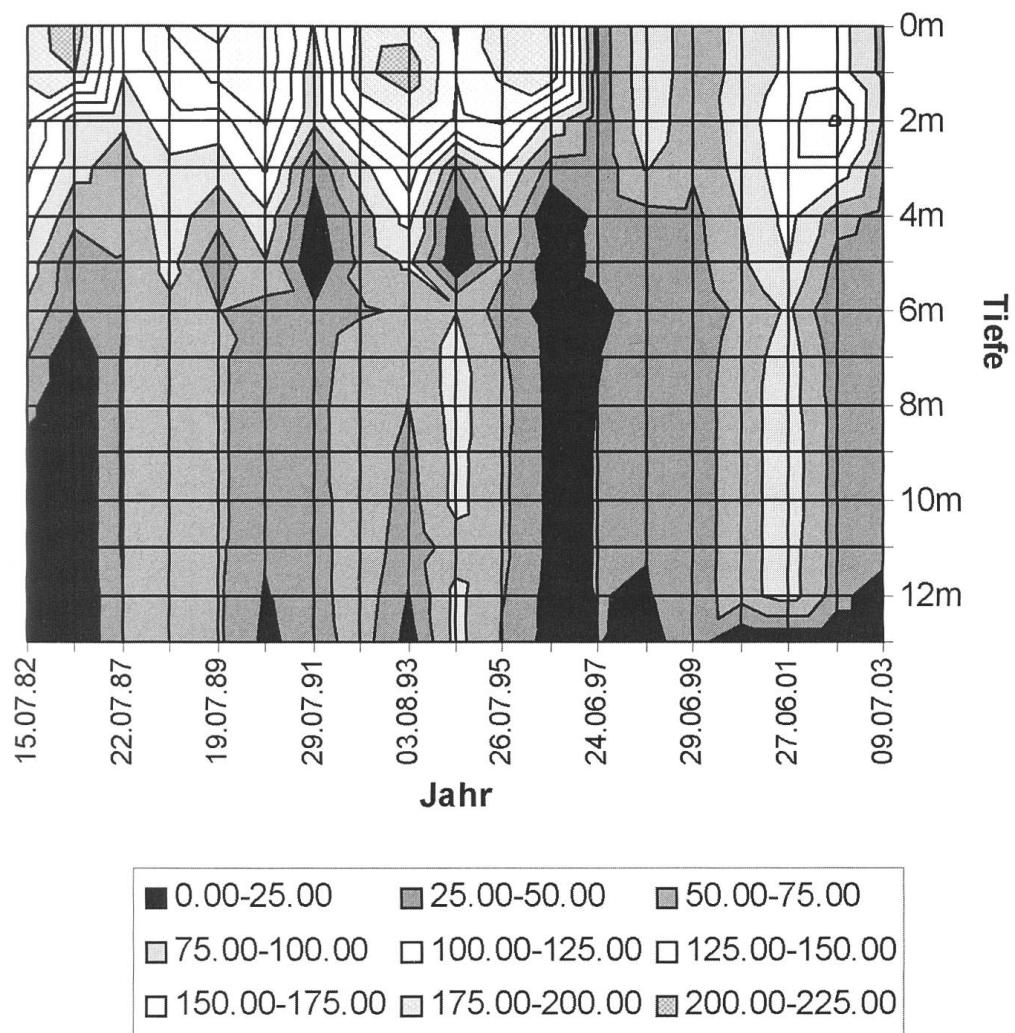


Abb. 4 Sauerstoffsättigung (in %) im Bergsee jeweils im Juni/Juli für den Zeitraum 1982–2003.

Die Jahre 1982–1986 geben den Zeitraum mit grossen Nährstoffeinträgen und ohne Tiefenwasserbelüftung wieder. Von 1987 bis 1999 lief die Tiefenwasserbelüftung nahezu ganzjährig. Seit dem Jahr 2000 wurden die Nährstoffeinträge durch den Zufluss um rund 40 % reduziert und der Betrieb der Tiefenwasserbelüftung wurde schrittweise auf 5 Monate pro Jahr reduziert.

nion. In der Oberflächenschicht traten gleichzeitig recht starke Sauerstoffüberschüsse auf, welche auf eine immer noch erhebliche Algenaktivität in der lichtdurchfluteten Zone des Sees schliessen lassen.

Die neuesten Daten mit reduziertem Nährstoffeintrag und verkürzter Betriebsdauer der Tiefenwasserbelüftung zeigen einerseits eine reduzierte Sauerstoffsättigung im Epilimnion im Sommer, andererseits die erneute Tendenz zu einem sauerstofffreien Hypolimnion, welches auch für den natürlichen Bergsee typisch war. Die Oberflächenschicht des Sees verbleibt bisher jedoch in gut durchlüftetem Zustand. Da in den letzten drei Jahren keine besonderen Vorkommnisse (Algenblüten, tote Fische) für den Bergsee gemeldet wurden, kann davon ausgegangen werden, dass diese Sauerstoffreduktion im Tiefenwasser vom System ohne grössere Probleme verkraftet wurde.

4.3 Die Entwicklung der pH-Werte

Der pH-Wert als Mass für die Aktivität der Wasserstoffionen spielt in der Wasserchemie eine wichtige Rolle. Aus ökologischer Sicht sind vor allem pH-Schwankungen im Oberflächenwasser stehender Gewässer interessant, da sie Indikatoren für die Photosynthesetätigkeit der Wasserpflanzen und Algen sind. Ein hoher pH-Wert im Epilimnion entsteht durch Aufbrauch des gelösten CO₂ im Wasser und lässt auf eine hohe Photosynthesetätigkeit schliessen. Wenn das CO₂ vollständig aufgebraucht ist, steigt der pH-Wert auf pH 9 an. Bei höheren pH-Werten liegt der Kohlenstoff ausschliesslich in Form des Hydrogencarbonat vor, welches nur noch von spezialisierten Pflanzen aufgenommen werden kann. Der pH-Wert spielt ausserdem bei der Bildung von fischtoxischem Ammoniak eine wichtige Rolle, indem hohe pH-Werte die Ammoniak-Bildung begünstigen. Umgekehrt gelten saure Gewässer mit pH-Werten unter 6.5 als ungünstig für die Fischzucht (*Klee 1998*).

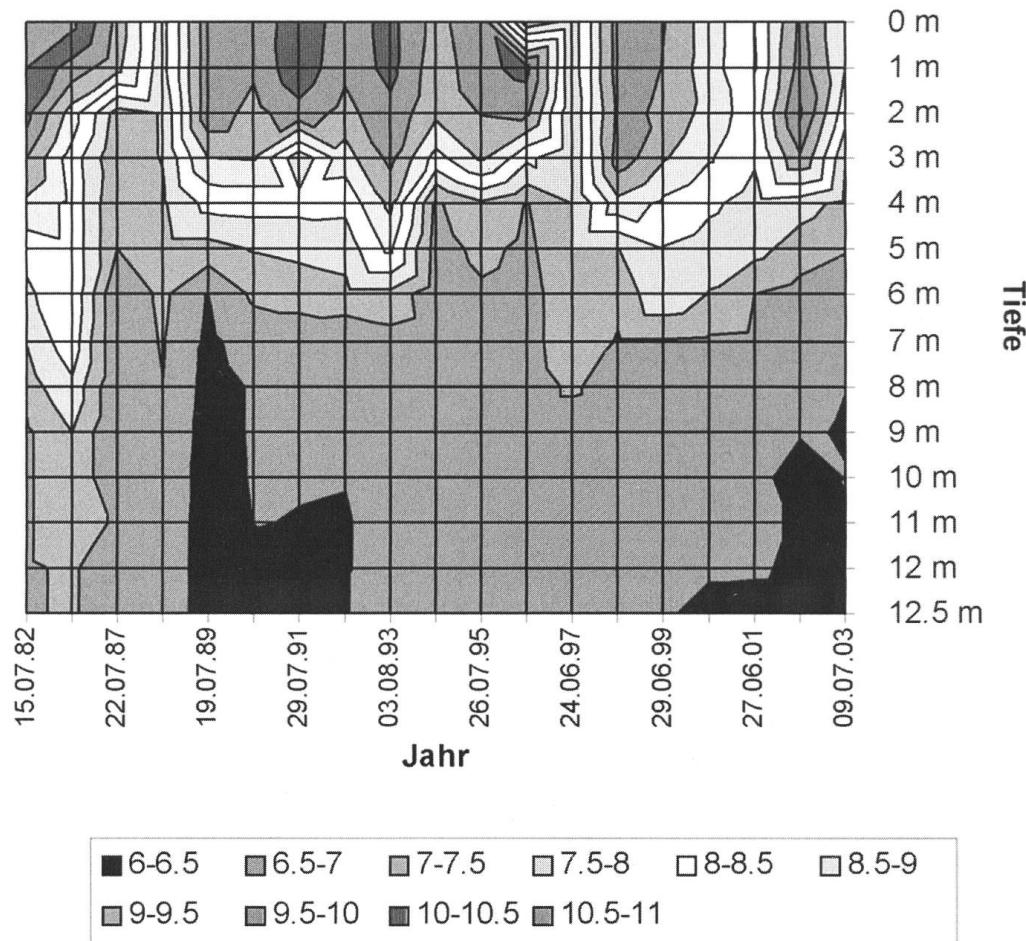


Abb. 5 pH-Werte im Bergsee jeweils im Juni/Juli für den Zeitraum 1982–2003. Die Jahre 1982–1986 geben den Zeitraum mit grossen Nährstoffeinträgen und ohne Tiefenwasserbelüftung wieder. Von 1987 bis 1999 lief die Tiefenwasserbelüftung nahezu ganzjährig. Seit dem Jahr 2000 wurden die Nährstoffeinträge durch den Zufluss um rund 40 % reduziert und der Betrieb der Tiefenwasserbelüftung wurde schrittweise auf 5 Monate pro Jahr reduziert.

Aufgrund der silikatischen Gesteine im Einzugsgebiet des Schöpfbeckens ist das Kalk-Puffervermögen des Bergsees sehr gering. Die Wasserhärte ist im langjährigen Durchschnitt kleiner als 2°dH. Es verwundert deshalb nicht, dass in den 80er Jahren aufgrund des extrem tiefen Kalkgehaltes ausserordentlich hohe pH-Schwankungen mit Werten über pH 10 im Sommer auftraten (Abb. 5). Die Tiefenwasserbelüftung erzeugte anfangs eine deutlich Reduktion der pH-Extreme im Sommer, doch in den 90er Jahren häuften sich erneut Situationen mit sommerlichen Spitzenwerten bei gleichzeitiger Abschwächung der Sprungschicht.

Seit der reduzierten Wasserzufuhr im Jahr 2000 und mit der reduzierten Betriebsdauer der Tiefenwasserbelüftung haben sich die pH-Extreme ebenfalls verkleinert: Im Epilimnion sind seither keine Werte über pH 10 mehr aufgetreten, während im Hypolimnion nur eine leichte Absenkung des pH-Wertes auf Werte um pH 6.5 stattfand. Besonders die gedämpften pH-Spitzen im Epilimnion (vgl. Abb. 5) sind in Hinblick auf die Selbstregulierung des Sees positiv zu werten.

4.4 Die Entwicklung der Sichttiefe

Leider gibt es aus der Zeit vor 1988 keine verlässlichen Messungen zur Sichttiefe für den Bergsee. Den entsprechenden Zeitungsberichten und Aktenvermerken der Stadt Bad Säckingen kann man jedoch entnehmen, dass die Sichttiefe in den 60er/70er und in den frühen 80er Jahren sehr stark beeinträchtigt war. Mit dem Betrieb der Tiefenwasserbelüftung schwankte die Sichttiefe im Bergsee über Jahre hinweg zwischen 40–100 cm (Abb. 6). Erst mit dem neuen Management am Bergsee erhöhte sich die Sichttiefe schlagartig auf Werte über einen Meter. Dies ist zumindest ein Hinweis darauf, dass der Bergsee durch die reduzierten Nährstoffeinträge und durch die verkürzte Dauer der Tiefenwasserbelüftung in einen neuen

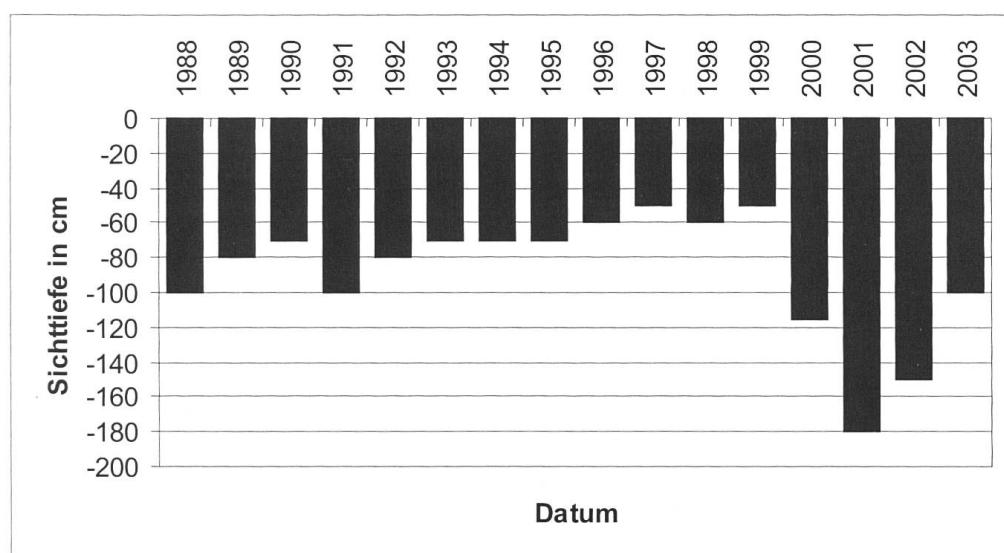


Abb. 6 Sichttiefe im Bergsee jeweils im Juni/Juli für den Zeitraum 1988–2003. Von 1987 bis 1999 lief die Tiefenwasserbelüftung nahezu ganzjährig. Seit dem Jahr 2000 wurden die Nährstoffeinträge durch den Zufluss um rund 40 % reduziert und der Betrieb der Tiefenwasserbelüftung wurde schrittweise auf 5 Monate pro Jahr reduziert.

Zustand überführt wurde. Nicht zu vernachlässigen ist in dieser Hinsicht der positive psychologische Effekt, welcher das klare Bergseewasser auf die Bevölkerung und sonstigen Nutzer hinterlässt.

5 Die Umgestaltung des Bergseeufers

Ein Vergleich mit dem viel kleineren (nur 1.2 ha), flacheren (nur 2 m tief) und noch intensiver besuchten "Quellsee" (rund 1 Mio. Besucher pro Jahr) in der Brüglinger Ebene bei Basel zeigt, dass dort eine sehr reichhaltige Seeflora und -fauna mit vielen Amphibien, Entenarten, Blässhuhn, Teichhuhn und Teichrohrsänger vorhanden ist. Dies, obwohl dieser See ein speziell für die Landesgartenschau 1980 (Grün 80) geschaffenes, künstlich abgedichtetes Gewässer ist. Die Hauptdifferenz der beiden Seen bezügliche Lebensraumfunktion besteht in der Gestaltung der Ufer und in der Besucherlenkung. Während beim Bergsee seit Jahrzehnten keine Flachwasserberiche mehr vorhanden sind und der Fussgängerstrom direkt entlang der Wasserlinie verläuft, sind beim "Quellsee" dicht mit Röhricht bewachsene Uferpartien vorhanden, die vielen Seebewohnern eine Rückzugsmöglichkeit gewährleisten (Abb. 7). Die Besucherlenkung wurde schon damals so konzipiert, dass gewisse Bereiche für den Besucherstrom kaum zugänglich sind. Dennoch kann der See an mehreren Stellen frei eingesehen und über eine Landenge und einen Steg sogar überquert werden, so dass die reichhaltige Seeflora heute ein wichtiger Grund für die Attraktivität des Gebietes für Besucher ist.

Im Frühling 2003 wurde beim Bergsee ein weiterer Schritt zurück zu einem naturnahen Gewässer unternommen. Um die Lebensraumfunktion des Bergsees zu verbessern, wurde die Ufermauer am südöstlichen Ufer des Sees entfernt (Abb. 8). Damit konnte eine Flachwasserzone geschaffen werden, welche zwar etwas kleiner als ursprünglich empfohlen ist, die aber mit den kommenden Jahren dennoch eine wichtige Steigerung der Lebensraumfunktionen des Sees bedeuten dürfte. Eine zaghafte Initialbepflanzung lässt dabei viel Spielraum für die spontane Etablierung einer natürlichen Ufervegetation, welche die Attraktivität des Sees bald für Besucher und Bewohner steigern dürfte. Die Flachwasserzone könnte sich ausserdem positiv auf die Wasserqualität des Sees auswirken, indem sich hier künftig jene Glieder des Zooplankton entwickeln, welche eine Kontrolle auf das immer noch reichliche pflanzliche Plankton im offenen Wasser ausüben. Allerdings hängen derartige Effekte stark von der Dichte und von der Zusammensetzung des künftigen Nutzfischbestandes im See ab, welcher letztlich durch die Fischer festgelegt wird.



Abb. 7 Naturnaher Uferbereich des “Quellsees” in der Brüglinger Ebene bei Basel (vor-
mals Grün 80).
Photo: C. Wüthrich

6 Fazit

Der Bergsee war vor der Jahrtausendwende – obwohl er eigentlich ein Natursee ist – ein völlig durch den Menschen gesteuertes urbanes Gewässer. Von dem einst vorhandenen nährstoffarmen Moorsee zeugen nur noch die Sedimente, während der See durch einen künstlichen Zufluss in den letzten 200 Jahren in ein produktives, zuletzt gar stark eutrophiertes Gewässer überführt worden ist. Zur Stabilisierung des Seezustandes mussten in den 80er Jahren see-externe (Sanierung des Abwassersystems im Einzugsgebiet) und see-interne Massnahmen (künstliche Tiefenwasserbelüftung) durchgeführt werden, welche insgesamt die ökologische Situation deutlich verbesserten.

Mit der Verpflichtung für eine nachhaltige Nutzung des Sees wurde Ende der 90er Jahre dann ein neues Pflegekonzept für den Bergsee ausgearbeitet und umgesetzt. Es musste – wie für ein urbanes Gewässer typisch – zahlreichen Bedürfnissen und Wünschen der Nutzer gerecht werden. Die Rückführung in eine Art “Moorsee”, die im Gegensatz zu den meisten anderen Seen Mitteleuropas beim Bergsee prinzipiell möglich gewesen wäre, stand aus Akzeptanzgründen (Bootsverleih, Fischerei, aber auch die geschätzte Ästhetik des aktuellen Bergsees) nie zur Diskussion. Der nun von der Stadt Bad Säckingen gewählte Weg baut auf einen weniger produktiven und naturnäheren See, welcher immer noch allen Ansprüchen der heutigen Nutzer gerecht wird.



Abb. 8 Ostufer des Bergsees vor (oben) und kurz nach der Entfernung der Ufermauer (unten).
Photos: C. Wüthrich



Die ergriffenen Massnahmen (Reduktion der eingeleiteten Wassermenge und die verkürzte Einsatzdauer der Tiefenwasserbelüftung) haben eine weitere Verbesserung des Seezustands verursacht. Ein abrupter Übergang zu einem geschichteten See mit einer stark erwärmten Oberflächenschicht, einer sauerstofffreien Tiefenschicht und mit geringen Sichttiefen wäre von den Nutzern sehr negativ aufgenommen worden, obwohl diese Entwicklung in gewisser Weise eine Annäherung an den Naturzustand des Bergsees bedeutet hätte.

Die aktuelle Entwicklung des Bergsees mit der verkürzten Belüftungsdauer weist jedoch in eine positive Richtung: Die Sichttiefen haben sich verbessert, das Tiefenwasser hat sich abgekühlt, die natürliche Schichtung des Sees wurde verstärkt und extreme pH-Schwankungen sind bisher ausgeblieben. Obwohl die über zwei Jahrhunderte angesammelten Sedimente aus dem Schöpfefbach noch viele Jahre lang ein Rücklösungspotenzial mit den entsprechenden negativen Folgen für den See beinhalten, scheint es durch das aktuelle Management nicht zu einer Verschlechterung gegenüber dem Zustand des voll belüfteten Sees zu kommen. Es ist der Stadt also bisher gelungen, den Übergang zu einem nachhaltig genutzten, selbstregulierten See ohne extreme Veränderungen des Seemilieus zu vollbringen. Dies ist nicht selbstverständlich, denn im schlechtesten Fall wurden bei den Risikoüberlegungen für eine Abschaltung der Belüftung kurzzeitige Planktonblüten oder vereinzeltes Fischsterben befürchtet.

Die in diesem Frühling vorgenommenen baulichen Veränderungen bezüglich Ufermauer und Flachwasserzone des Sees werden in Zukunft dazu beitragen, dass sich der Bergsee in einen naturnahen Zustand bewegen wird. Bereits heute nutzen Kinder den vereinfachten Zugang zum Wasser beim Spielen. Ob in Zukunft dank einer besseren Habitatqualität eine reichere Wasservogel-, Amphibien- und Libellenfauna den Bergsee schmücken wird, bleibt noch abzuwarten und wird von der Einführung einer vernünftigen Besucherlenkung abhängen. Erst die Entwicklung der nächsten Jahre wird zeigen, ob die eingeleiteten Massnahmen genügen, um dem See eine dauerhafte Stabilisierung und eine reichhaltige Seeflora zu ermöglichen, und ob es in naher Zukunft gar möglich sein wird, die künstliche Belüftung des Sees ganz ausser Betrieb zu nehmen.

Literatur

- Becker A. 2003. Vom Denekamp-Interstadial zur Gegenwart: 30'000 Jahre Erdgeschichte überliefert in den Sedimenten des Bergsees bei Bad Säckingen. *Regio Basiliensis*, in diesem Heft.
- Braun K. 1999. *Der Bergsee. Fotografie – Kunst – Geschichte – Ökologie*. Eggingen, 1–111.
- Christen A., Wüthrich Ch. & Leser H. 1998. *Zwischenbericht – Bergsee Bad Säckingen: Die limnoökologische Situation*. Gutachten, Universität Basel, Basel, 1–85.

- Hupfer M. & Gächter R. 1995. Einfluss der hypolimnischen Belüftung auf den Phosphorhaushalt des Sempachersees (Schweiz). *Limnologie aktuell* 8: 99–114.
- Klee O. 1998. *Wasser untersuchen: Einfache Analysenmethoden und Beurteilungskriterien*; Wiesbaden, 1–230.
- Leuzinger F. 1982. Muss der Säckinger Bergsee sterben ? *Basler Zeitung*, Nr. 78; 2. April 1982, S. 35.
- Wehrli B. & Wüest A. 1996. *Zehn Jahre Seenbelüftung: Erfahrungen und Optionen*. Schriftenreihe der EAWAG ; Nr. 9; Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Dübendorf-Zürich, 1–128.
- Wüthrich Ch. & Leser H. 1999. *Der Bergsee Bad Säckingen vor der Jahrtausendwende*. Gutachten, Universität Basel, Basel, 1–33.
- Wüthrich Ch. & Leser H. 2001. *Der Bergsee Bad Säckingen. Belüftungsplan und Überwachungskonzept 2001–2003*. Universität Basel, Basel, 1–12.

Link zum erwähnten Quellsee in der Brüglinger Ebene bei Basel:
www.physiogeo.unibas.ch/brueglingen/