

Magdeburg, 24.06.24

Dr. Jörg Tittel
Department Seenforschung
Fon +49 341 6025-4419
joerg.tittel@ufz.de

Position des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ zur Wasserbeschaffenheit des Salbker See I (Süd) und zu Möglichkeiten der Verbesserung seines ökologischen Zustands

1. Anlass des Positionspapiers

Das UFZ gehört zur Helmholtz-Gemeinschaft, die zu 90% vom Bund und zu je 5% aus den Sitzländern Sachsen und Sachsen-Anhalt finanziert wird. Im Sommer 2021 begann das UFZ ein Forschungsprogramm, in welchem die ökologischen Konsequenzen des Klimawandels für Kleingewässer untersucht werden. Die vergangenen Dürre-Sommer haben Kleingewässer erheblich geschädigt. Kleingewässer und Feuchtgebiete sind für den Naturschutz, als Landschaftselemente und als Erholungsgebiete von Bedeutung, insbesondere für die Lebensqualität und als weicher Standortfaktor in urbanen Quartieren. Ein Teil dieser Untersuchungen findet beispielhaft an den beiden Salbker Seen im Südosten Magdeburgs statt. Die Untersuchungen werden aus Haushaltsmitteln des UFZ finanziert.

Der Salbker See I (Süd) wurde bis Anfang der Neunziger Jahre als Badeanstalt genutzt. Heute ist das Wasser durch die massenhafte Entwicklung von Cyanobakterien (umgangssprachlich Blaualgen) stark gefärbt. Die Sichttiefe beträgt ganzjährig nur noch 10-30 cm. Im Spätsommer treten regelmäßig Fischsterben auf. Anwohner berichten über einen üblen Geruch je nach Windrichtung.

Das UFZ wurde durch die Landeshauptstadt Magdeburg und durch Bürger gebeten, die Situation zu beurteilen und Lösungen aufzuzeigen. Zwar richten sich unsere Untersuchungen nicht primär auf die geschilderten Probleme, aufgrund des aufwändigen Messprogramms und der umfangreich installierten Messtechnik haben wir aber eine gute Datenbasis, die eine Bewertung erlaubt. Wir haben in zwei Ausschüssen des Stadtrats, in zwei Bürgerversammlungen am Salbker See, gegenüber dem Stadtplanungsamt, dem Dezernat Wirtschaft, Tourismus und regionale Zusammenarbeit, dem Magdeburger Anglerverein und dem Naturschutzbeirat der Stadt unsere Messergebnisse und daraus ableitbare Empfehlungen präsentiert und der Landeshauptstadt Magdeburg in Form eines Vortrags zur Verfügung gestellt.

**Helmholtz Centre for
Environmental Research – UFZ**

Company domicile: Leipzig

Permoserstr. 15, 04318 Leipzig,
Germany

or

PF 500136, 04301 Leipzig, Germany

info@ufz.de

www.ufz.de

Registration court: Leipzig district court
Commercial register No. B 4703Chairman of the Supervisory Board:
MinDirig'in Oda KepplerScientific Director:
Prof. Dr. Rolf AltenburgerAdministrative Director:
Dr. Sabine KönigBank details:
HypoVereinsbank Leipzig
Sort code 860 200 86
Account No. 5080 186 136
Swift (BIC) code HYVEDEMM495
IBAN No. DE12860200865080186136
VAT No. DE 141 507 065
Tax No. 232/124/00416

Mit dem hier vorliegenden Positionspapier reagieren wir auf Äußerungen zu unseren Vorschlägen, die teilweise auf unrichtigen Annahmen über die hydrochemischen und hydrophysikalischen Bedingungen im See beruhen. Dieses Positionspapier soll kein wissenschaftliches Gutachten darstellen und ist bewusst kurz – aber fachlich durchaus detailliert – gehalten. Eine umfängliche, wissenschaftliche Analyse und die verschiedenen Aspekte einer möglichen Sanierung des Sees bedürften einer tiefergehenden Ausarbeitung. Wir verstehen den vorliegenden Beitrag deshalb primär als Grundlage für einen sachlichen Dialog mit guter fachlicher Basis, der die Verbesserung der Situation am Salbker See I zum Ziel hat.

2. Aktuelle Situation

Die geringe Sichttiefe und starke Wasserfärbung ist auf Cyanobakterien der Gattungen *Aphanizomenon*, *Anabaena* und *Planktothrix* zurückzuführen. Als operationales Maß für die Algen-Biomasse wird häufig die Chlorophyll *a*-Konzentration verwendet. Sie lag im Salbker See I bei 260 µg/l und damit im obersten Bereich international veröffentlichter Werte von Seen. Zum Vergleich: In der Elbe (rechtes Ufer) betrugen die sommerlichen Chlorophyll *a*-Konzentrationen 40 (4-70) µg/l. Auslöser der übermäßig hohen Algen-Produktion im Salbker See I war die hohe Verfügbarkeit des Elements Phosphor (P), welches normalerweise die Produktion begrenzt. Die Phosphorkonzentrationen betrugen ca. 300 µg/l und waren damit erheblich höher als in der Elbe (ca. 130 µg/l), im Salbker See II (113 µg/l) oder im Barleber See I und II (<20 µg/l). Diese Kenngrößen charakterisieren den Salbker See als hoch-eutrophen (hypertrophen) Flachsee.

Der Salbker See I war in allen zurückliegenden Untersuchungsjahren (2021-2023) im Sommer thermisch geschichtet. Das heißt, eine Schicht von warmem Wasser mit relativ geringer Dichte überlagert eine Schicht von kälterem Wasser mit entsprechend höherer Dichte (Abbildung 1). Der Austausch zwischen beiden Schichten ist gering. Auch zum Zeitpunkt der vorliegenden Einschätzung war der See geschichtet. Die Schichtung beginnt Ende April mit der schnellen Erwärmung des Wassers an der Oberfläche und endet im Oktober mit der Abkühlung und Durchmischung durch Wind.

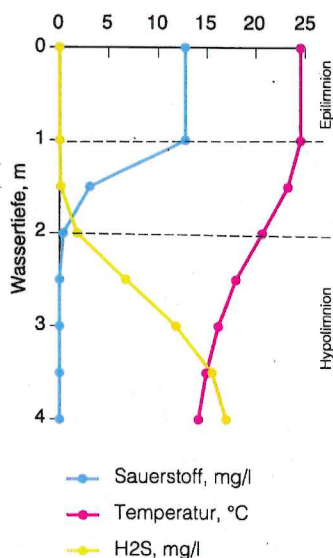


Abbildung 1: Vertikalprofil vom Salbker See I am 22.06.2023.

In der Oberflächenschicht (Epilimnion) führte die Photosynthese der Cyanobakterien tagsüber zu hohen Sauerstoffkonzentrationen von 15-20 mg/l. Nachts wurde der Sauerstoff durch Atmung der Cyanobakterien wieder aufgebraucht, wodurch die nächtlichen O₂-Konzentrationen im Sommer regelmäßig auf 0 mg/l sanken. Solche extremen Tag-Nacht-Schwankungen sind eine Konsequenz der hohen Cyanobakterien-Biomasse und ein bekannter Ausdruck übermäßiger Eutrophierung.

In der Tiefenschicht (Hypolimnion) sank wenige Tage nach Einsetzen der Schichtung der Sauerstoff auf 0 mg/l ab. Auch dies ist ein typisches Verhalten eutropher Gewässer, deren Sedimente durch den hohen Eintrag organischer Substanzen ein sehr hohes Sauerstoff-Zehrungspotential aufweisen. Im Jahr 2023 kam es zu einer einwöchigen Einmischung von Oberflächenwasser, dessen Sauerstoff aber schnell wieder aufgezehrt wurde. Erst im Spätsommer (September/Oktober) stiegen die Sauerstoff-Werte mit dem Ende der thermischen Schichtung wieder an.

Durch die Abwesenheit von Sauerstoff entstand am Sediment durch Zehrungsprozesse Schwefelwasserstoff (H₂S, Abbildung 1). Es ist ein lösliches Gas, welches an die Luft entweichen kann, stark nach faulen Eiern riecht und extrem giftig für nahezu alle Organismen ist. Die Produktion von H₂S begann stets nach Aufzehrung des Sauerstoffs im Hypolimnion. Sie setzte sich über den Sommer fort, so dass erhebliche Mengen von H₂S akkumulierten (>29 mg/l im Jahr 2023). Wenn im Spätsommer die Temperaturen an der Wasseroberfläche und die Unterschiede in der Dichte abnahmen, konnten kleine Windereignisse das Wasser vertikal durchmischen und H₂S schlagartig an die Oberfläche transportieren. In diesen Situationen traten Fischsterben auf, die regelmäßig in den vergangenen Jahren beobachtet wurden.

Zusammenfassend muss man feststellen, dass der Salbker See I die höchste Stufe der Eutrophierung erreicht hat. Die sehr hohen P-Konzentrationen ermöglichen den Aufbau einer extrem hohen Biomasse von Cyanobakterien. Der Abbau der Biomasse führt zur Zehrung von gelöstem Sauerstoff, zur Produktion von H₂S im Hypolimnion und zu Fischsterben.

3. Grundwasserzustrom und P-Belastung

Zur Beurteilung des Grundwasser-Austauschs standen uns monatliche Messwerte von zwei selbst angelegten Grundwasser-Messstelle im Westen und Osten des Salbker See II, drei Analysen einer eigenen Messstelle im Westen des See I und einmalige Analysen von vier Grundwassermessstellen aus der Deponie im Süden des See I sowie von einer Messstelle des Landesamtes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW, 39350030) zur Verfügung. Die Auswertung ergab, dass etwa 40-45% des Wassers des See I aus salzreichen Zuflüssen stammen, die auf Zechstein-Ablagerungen zurückzuführen sind, die bis an den Süden von Magdeburg heranreichen. Dieser Zufluss ist charakterisiert durch hohe Konzentrationen von Chlorid (2000 mg/l) und Sulfat (2000 mg/l). Die elektrische Leitfähigkeit der Salzquelle (Maß für den Salzgehalt) beträgt 9 mS/cm. Aus der Mischung mit den anderen, weniger salzreichen Zuflüssen ergibt sich eine vergleichsweise sehr hohe Leitfähigkeit von ca. 5 mS/cm im See I.

Mit dem Grundwasser gelangt Phosphor in den See. Im Vergleich zum See ist die Salzquelle weniger belastet (20-78 µg/l). Andere Zuläufe aus dem Westen beinhalten P-Konzentrationen zwischen 45 und 207 µg/l. Die höchsten Konzentrationen von über 600 µg/l wurden in zwei Grundwasser-Messstellen in der Deponie/Laubenkolonie südlich

des See I gemessen. Sie liegen im erwarteten Grundwasser-Zustrom des Sees. Die hohen P-Konzentrationen im Salbker See I (300 µg/l) sind damit durch den Zustrom von P-reichem Grundwasser erklärbar. Aufgrund der Lage des Sees in der Elbaue und der hier anzunehmenden hohen hydrologischen Leitfähigkeit sowie der diversen Altlastenverdachtsflächen in der Umgebung (1) muss man auch in der Zukunft mit einem anhaltenden Zustrom von P-reichem Grundwasser rechnen.

4. Besonderheit des Salbker See I im Vergleich zu anderen Baggerseen und Auengewässern

Der Salbker See I weist Besonderheiten auf, die ihn von anderen Gewässern in der Elbaue und anderen Baggerseen unterscheiden und die für eine eventuelle Sanierung von Bedeutung sind:

1. Der Salbker See I erhält geogen Zuströme von salzreichem Grundwasser. Bei einem Anschluss an die Elbe oder andere Zuflüsse besteht das Risiko, dass sich das salzärmere und leichtere Wasser der Elbe über dem schwereren Wasser des Sees einschichtet und von dort wieder in die Elbe zurückläuft. Das wurde am Salbker See II im Januar 2024 beobachtet, obwohl der See II geringere Salzgehalte als der See I aufweist (Abbildung 2). Durch die fehlende vertikale Mischung könnte sich langfristig im Tiefenwasser weiteres Salz anreichern und zu einer dauerhaften **Salzschichtung** führen (Monimolimnion). Dies sollte vermieden werden, da in einem Monimolimnion hohe Mengen von Gasen wie H_2S akkumulieren können. Deren plötzliche Ausgasung kann eine Gefahr darstellen.
2. H_2S entsteht im See I in erheblichen Mengen durch Sulfat-Reduktion. Ausgangsstoffe sind Sulfat und organischer Kohlenstoff (Biomasse). Sulfat gelangt aus geogenen Quellen in den See. Biomasse entsteht durch Photosynthese im See auf der Basis von P-Einträgen aus Altlasten. Durch die Kombination von externer P- und Sulfat-Zufuhr funktioniert der See als eine Art Reaktor für H_2S -Produktion.
3. Trotz seiner geringen Tiefe von – je nach Wasserstand – 4 bis 5 m ist der Salbker See I im Sommer thermisch geschichtet. Das liegt an seiner komplexen Gestalt mit Inseln und Halbinseln, die den Windangriff vermindern. Die Schichtung befördert den Sauerstoffverlust im Tiefenwasser und die Produktion von H_2S .

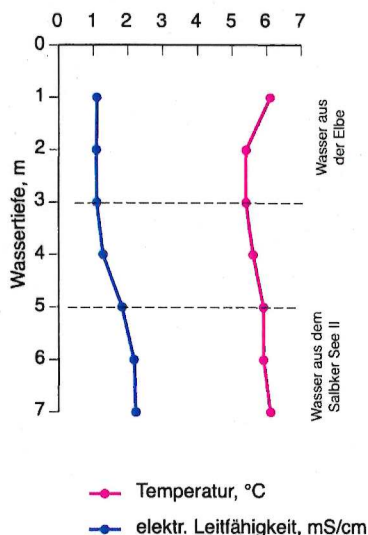


Abbildung 2: Vertikalprofil vom Salbker See II am 14.02.2024. Bei einem Hochwasser hat sich salzärmeres Wasser der Elbe mit geringerer elektrischer Leitfähigkeit auf wärmeres, aber salzhaltigeres Wasser des Sees geschichtet. Es erfolgte nur eine teilweise Mischung zwischen 3 und 5 m Tiefe. Die Überflutung erfolgte Ende Dezember 2023.

Aus den Daten eines Vertikalprofils (Abbildung 1) kann man errechnen, dass zum Zeitpunkt der Aufnahme 1.7 t H₂S im Hypolimnion des Salbker See I gelöst waren. Die Menge des H₂S im See ist so hoch, dass unter ungünstigen Bedingungen (kein starker Wind, Abkühlung des Wassers an der Oberfläche, wenig Sauerstoff im Wasser) in der Luft theoretisch eine kritische Konzentration entstehen kann auf einer Fläche, die 2.3fach größer ist als der See selbst. Als „kritisch“ haben wir eine Konzentration von 500 ppm (700 mg/m³) angenommen bei der Kraftlosigkeit, Benommenheit und Schwindel (lebensgefährlich nach 30 min) auftreten. Dabei sind wir davon ausgegangen, dass sich das Gas in einer 3 m mächtigen Luftschicht aufhält, da es schwerer ist als Luft. Im Sommer 2023 mussten wir eine Probenahme abbrechen und den See verlassen, weil einem Probennehmer im Boot übel wurde. Wir sehen für Besucher keine akute Gefahr, solange kein H₂S-Geruch bemerkt wird. Es sind aber Umstände denkbar (siehe oben), unter denen es zu einem Problem kommen kann. Vom Schwimmen und Bootfahren sollte man in diesen Situationen absehen. Wir hatten unsere Bedenken bereits gegenüber dem Umweltamt der Stadt mitgeteilt.

5. Optionen zur Verbesserung der Wasserqualität

Interne Sanierungen wie eine Nährstoff-Fällung (wie im Barleber See) versprechen aufgrund des anhaltend-hohen Zustroms von P-reichem Grundwasser keinen Erfolg. Die Bemühungen sollten sich auf Verdünnung der P-Konzentrationen durch wiederholten oder anhaltenden Wasseraustausch richten. Ein „Ausspülen“ der Cyanobakterien ist nicht realistisch, weil diese sehr viel schneller wachsen, als der See durchflossen werden könnte. Aus der Literatur (2) geht hervor, dass auch bei so hohen P-Konzentrationen wie im Salbker See I eine Verminderung der P-Konzentration (Verdünnung) zu einer Abnahme der Algen-Biomasse führt. Diskutiert wurden bisher (A) ein Anschluss an die Elbe, (B) die Einleitung von gereinigtem Industrie-Abwasser (Intel) und (C) die Einleitung der Sülze.

Eine Anbindung an die Elbe (A) ist eine Option, weil die P-Konzentrationen geringer sind als im See (130 versus 300 µg/l). Bei einem Anschluss des Sees bei z. B. 43.6 m Normalhöhennull (NHN, erreicht im Frühjahr 2023) würde Wasser aus der Elbe zulaufen ab einer Höhe von 2.0 m am Pegel Strombrücke. In den vergangenen 100 Jahren wurde diese Höhe mit einer Häufigkeit von 41% überschritten. Damit würde langfristig ein effektiver Wasseraustausch ermöglicht. Eigene Untersuchungen an Gewässern in und um Magdeburg kamen zu dem Schluss, dass die gravierendsten Probleme (Sauerstoffmangel, Produktion von H₂S, Fischsterben) bei einer Anschlusshäufigkeit von ≥30% vermieden werden können. Beispiele sind der Mönchsgraben, das Braunschweiger Kiesloch, die Zollau und die angeschlossenen Häfen und Kanäle. Mit einem Klarwassersee oder einem Badesee kann man jedoch nicht rechnen angesichts der Nährstoffverhältnisse in der Elbe.

Die Einleitung von Industrie-Abwasser (B) in einen See unterliegt gesetzlichen Regelungen, die hier nicht diskutiert werden und eingehender Betrachtungen hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit erfordern. Im Hinblick auf die Sanierung ist aber eine wichtige Voraussetzung, dass die P-Konzentrationen geringer sind als im See selbst. Von Vorteil wäre, dass der Zulauf kontinuierlich erfolgen kann und nicht vom Wasserstand in der Elbe abhängt. Die Sülze (C) ist selbst salzbelastet (elektrische Leitfähigkeit 3.5-6.2 mS/cm, 3 Probenahmen). Auch wenn die Sülze durch gereinigtes Abwasser oder Regenwasser auf z. B. 2 mS/cm verdünnt werden würde, wäre der Salzgehalt höher als in der Elbe (ca. 1 mS/cm, linkes Ufer, mittlerer Pegel). Wird der See sowohl an die Sülze als auch an die Elbe angeschlossen, bestünde das Risiko, dass sich das zuströmende Wasser nicht vermischt und es zur Ausbildung von

Schichten mit unterschiedlichem Salzgehalt und unterschiedlicher Dichte kommt (siehe Abschnitt 4 und Abbildung 2). Das sollte vermieden werden.

Diese Ausführungen zeigen, dass für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Sees mehrere Faktoren berücksichtigt werden müssen. Diese beinhalten die Begrenzung der Nährstoffgehalte, die Vermeidung stabiler Schichtungsverhältnisse und damit die Randbedingungen hinsichtlich Wassererneuerung und Salzkonzentrationen der beteiligten Wasserkörper.

Ein Kernproblem aller drei Vorschläge (A-C) ist, dass der Aufbau einer dauerhaften Salzschtichtung vermieden werden muss (siehe Abschnitt 4). Wir schlagen daher die **Einrichtung einer Tiefenwasserableitung** nach dem Heberprinzip vor (Abbildung 3). Mit der Tiefenwasserableitung kann gezielt salzreiches und P-reiches Tiefenwasser entfernt werden. Das wirkt der Entstehung einer Salz-induzierten Schichtung (Monimolimnion) entgegen, entfernt H_2S aus dem See und vermindert die Menge des verfügbaren Phosphors. Der minimal akzeptable Seespiegel definiert die Höhe des Überlaufs im Ablauf-Bauwerk nach der Heberleitung. Nimmt man als Mindestpegel eine Höhe von 43.0 m an (Abbildung 4) und legt die Höhe des Zulaufs aus der Elbe (und damit auch des Rücklaufs in die Elbe) auf die selbe Höhe fest, errechnet sich eine korrespondierende Höhe am Pegel Strombrücke von 1.4 m (Differenz Wasserspiegellagen 1.7 m). Diese Höhe wurde in den vergangenen 100 Jahren mit einer Häufigkeit von 70% überschritten.

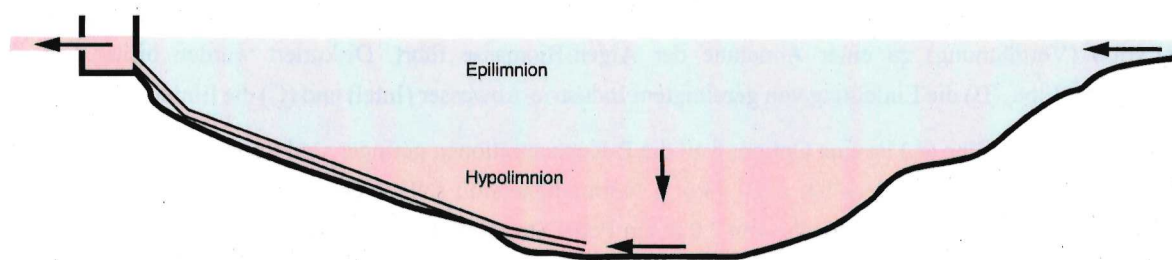


Abbildung 3: Prinzipskizze der Tiefenwasserableitung. Sie arbeitet nach dem Heberprinzip ohne externe Energiezufuhr. Der Zulauf erfolgt von rechts. Rot ist die abzuleitende Tiefenwasserschicht (Hypolimnion) gekennzeichnet, die aus dem Grundwasser gespeist wird, einen hohen Salzgehalt hat und in der sich H_2S ansammelt. Das salzärmere Wasser des Zulaufs hat eine geringere Dichte und ist blau dargestellt.

Wenn der Rücklauf in die Elbe vermindert und der Anteil des abgeleiteten Tiefenwassers verstärkt werden sollen, kann man die Elbe-Anbindung im Vergleich zum Ablauf höher legen. Nimmt man eine kritische Zulaufhöhe von 44.5 m und eine Ablaufhöhe von 43.0 m NHN an, stünde in dieser 1.5 m mächtigen Schicht ein Volumen von ca. 440.000 m^3 zur Verfügung, welches an tieferer Stelle abgeleitet werden könnte. Das ableitbare Volumen wäre damit etwas größer als die darunter liegende Schicht von 1.5 m Tiefe bis zum Gewässerboden. Im Verlauf der bisherigen Untersuchungen (2021-2024) war diese Schicht unterhalb von 1.5 m identisch mit dem Hypolimnion (Abbildung 1), also der Schicht, die möglichst entfernt werden sollte. Eine Erhöhung von 43.0 auf 44.5 m NHN wäre innerhalb des

bisherigen Schwankungsbereichs des Seespiegels ohne Elbe-Anbindung (42.5 m September 2022 bis ca. 45.0 m Februar 2024). Die Zulaufhöhe von 44.5 m NHN korrespondiert mit einer Höhe von 2.9 m am Pegel Strombrücke. Durch die Anhebung des Zulaufs sinkt die Häufigkeit der Anbindung an die Elbe auf 16%. Trotzdem ist ein regelmäßiger Zulauf zu erwarten: In den zurückliegenden 20 Jahren wurde der Pegel in 19 Jahren überschritten, in den vergangenen 100 Jahren in 93 Jahren.

Der Vorteil eines im Vergleich zum Ablauf erhöhten Zulaufs liegt darin, dass man Wasser aus dem Frühjahrshochwasser der Elbe „aufsparen“ und die Tiefenwasserableitung im Sommer betreiben kann, zu einem Zeitpunkt, an dem die Elbe häufig geringe Pegel hat. Dazu müsste man die Tiefenwasserableitung im späten Herbst schließen und bei Einsetzen der Schichtung Ende April des nächsten Jahres wieder öffnen. Ein weiterer Vorteil dieser Variante läge darin, dass durch die Anhebung des Seespiegels der hydraulische Gradient zum Grundwasser umgekehrt wird (Seespiegel über Grundwasser-Spiegel, Abbildung 4). Damit würde man die Menge des zulaufenden Grundwassers und den P-Import vermindern. Ein Nachteil wäre der insgesamt geringere Zustrom von Elbewasser durch den höher liegenden Zulauf. Die Tiefenwasserableitung per Heberleitung erfordert kein Pumpen und ist daher energetisch günstig.

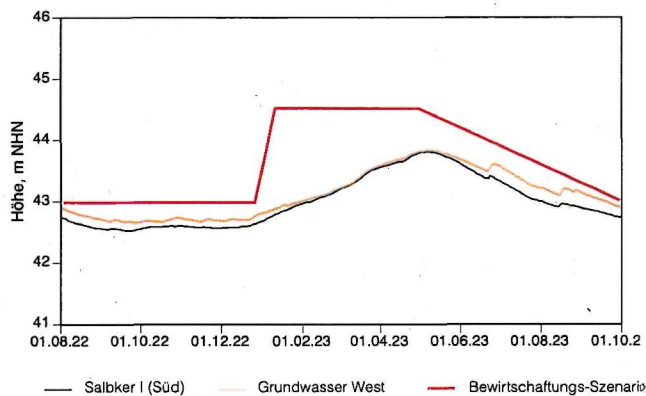


Abbildung 4: Höhen der Seespiegel und des Grundwassers von August 2022 bis September 2023. Die rote Linie beschreibt die Höhe des Seespiegels vom Salbker See I in einem Szenario, in dem die Höhe des Zulaufs mit 44.5 m und die Höhe des Ablaufs mit 43.0 m NHN definiert ist. Der Zustrom aus der Elbe beginnt im Januar 2023, wobei der Pegel der Elbe 44.5 m nicht wesentlich übersteigt. Die Tiefenwasserableitung wird erst Anfang Mai geöffnet und arbeitet bis Ende September. Aus der Höhe des Seespiegels in diesem Szenario und der Höhe des Grundwassers kann man erkennen, dass sich der hydraulische Gradient umkehrt und Wasser vom See in das Grundwasser fließt.

6. Schlussfolgerungen

Wir empfehlen die Einrichtung einer Tiefenwasserableitung in Kombination mit einer Anbindung an die Elbe oder alternativ mit einem Zulauf von hinreichend gereinigtem Industrie-Abwasser. Die Eignung der Sülze müsste noch mit weiteren Beprobungen untersucht werden. Eine Anbindung an die Elbe mit gleichzeitigem Zulauf von salzreichem Wasser könnte Salz-induzierte Schichtungen verursachen und wird daher nicht empfohlen bzw. bedarf einer genaueren Analyse.

Die Höhe des Zulaufs in den See und des Ablaufs der Tiefenwasserableitung sollten veränderbar sein. Dadurch ergeben sich zusätzliche Management-Optionen für den Betrieb, z. B. wenn die Überflutungshäufigkeit verändert werden soll. Die Tiefenwasserableitung könnte, wie oben diskutiert, mit einem gleich hohen – oder alternativ mit einem höher gelegten – Zulauf betrieben werden. Aufgrund der Möglichkeit, die Tiefenwasser-Ableitung im Sommer nutzen zu können und den Zustrom von P-reichen Grundwasser zu begrenzen, sehen wir Vorteile in der Variante mit erhöhtem Zulauf. Veränderbare Höhen für die Wasserableitung haben sich im Management von Talsperren bewährt. In der Vergangenheit wurden erfolgreich numerische Modelle angewendet, um Management-Szenarien im Kontext des Klimawandels zu testen.

Die diskutierten Maßnahmen können die Wasserqualität verbessern, aber keinen Badensee oder Klarwassersee herstellen. Auch wenn eine Tiefenwasserableitung eingesetzt wird, kann über den Sommer H_2S in der Tiefschicht entstehen, weil die Produktion von H_2S viel schneller stattfindet als die Ableitung des Wassers. Der Effekt der Tiefenwasserableitung liegt dann aber in der Minimierung der Schicht, die am Ende des Sommers noch H_2S enthält, bevor die vertikale Herbstmischung einsetzt und stellt damit eine wirksame Schutzmaßnahme für Seebesucher dar. Im Ablauf der Tiefenwasserableitung müssen technische Vorkehrungen gegen das Entweichen von H_2S in die Luft getroffen werden. Nach der Einleitung in die Elbe ist von keiner Belästigung auszugehen, weil das H_2S schnell oxidiert und damit abgebaut wird. Sehr lokal kann es in der Elbe zu einem Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit kommen. Um den Sediment-Transport im Zulauf zu begrenzen, ist ein Vor-Sedimentationsbecken zu erwägen, eventuell in Kombination mit einem Constructed Wetland.

7. Literatur

- (1) Ablagerungen Salbker See. Landeshauptstadt Magdeburg, Die Oberbürgermeisterin, Stellungnahme der Verwaltung S0371/23 vom 04.08.2023.
- (2) Jones, J. R. and Bachmann, R. W. 1976. Prediction of phosphorus and chlorophyll levels in lakes. Journal WPCF 48: 2176-2182.