



**Kleine Anfrage der ALG-Fraktion
zum Thema Seebelüftung**

Antwort des Regierungsrats
vom 1. Juli 2025

Sehr geehrter Herr Präsident
Sehr geehrte Damen und Herren

Am 5. Juni 2025 hat die ALG-Fraktion die Kleine Anfrage zum Thema Seebelüftung eingereicht. Der Regierungsrat nimmt zu den darin gestellten Fragen wie folgt Stellung:

1. *Re-Evaluation der Auswirkungen*
 - a. *Was sind zu erwartende Auswirkungen durch die Re-Sedimentierung des aufgebrauchten Phosphors in anderen Teilen des Sees?*

Die Nettosedimentationsrate des Phosphors wird sich gemäss dem Variantenstudium der Eawag (Müller et al. 2019¹) mit der Umsetzung der Zirkulationsunterstützung erhöhen. Die Höhe der Re-Sedimentierung entspricht derjenigen in den Jahren 2000 bis 2010; sie wird im Rahmen des projektintegrierten Monitorings mit Sedimentationsfallen gemessen und quantifiziert.

Generell werden mit der Zirkulationsunterstützung keine übermässigen nachteiligen Auswirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften im See erwartet. Das umfangreiche Monitoring in den ersten Jahren des Betriebs stellt sicher, dass nicht nur die Phosphorabnahme im See, sondern auch die Auswirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften frühzeitig bemerkt und bei Bedarf Anpassungen im Betrieb vorgenommen werden können.

- b. *Was sind zu erwartende Auswirkungen auf den Fischbestand durch die voraussichtlich höhere Algendichte und damit verringerte Sonneneinstrahlung?*

Mit einer erhöhten Bildung von Algent Teppichen an der Seeoberfläche ist nicht zu rechnen. Unabhängig von der Zirkulationsunterstützung ist eine Algenblüte jedoch immer möglich.

Die langjährige Statistik der Fischerei-Erträge im Zugersee zeigt keinen Zusammenhang zur Phosphorkonzentration. Der Phosphorgehalt des Wassers wird selbst im Zielzustand von 30 mg P/m³ kein kritisches Mass unterschreiten. Den Fischen steht somit jederzeit genügend Nahrung zur Verfügung. Es ist daher nicht mit einer Reduktion der Fischpopulation und damit auch nicht mit einer Reduktion der Fangerträge zu rechnen. Im Gegenteil. In der langfristigen Sichtweise werden durch die zusätzliche Versorgung mit Sauerstoff die Fische an Lebensraum gewinnen. Eine im Jahr 2023 im Auftrag des Amts für Wald und Wild durchgeführte Studie zur Fangentwicklung im Zugersee kommt zum Schluss, dass eine Zirkulationsunterstützung, welche die Sauerstoffverhältnisse im Zugersee verbessert, längerfristig positive Effekte auf den Felchenbestand haben dürfte.²

¹ https://zg.ch/de/dam/jcr:4722bef9-810c-4fbb-b0ba-e8f9cb615e04/Eawag-Bericht_Beurteilung_See-interne_Massnahmen_2019.pdf

² Aquabios und AquaPlus (2023). Fangentwicklung Zugersee. Analyse von Umwelteigenschaften und fischerischen Aspekten, im Auftrag des Amts für Wald und Wild (AFW) (unveröffentlichte Studie vom 12. Mai 2023).

Die effektiven Auswirkungen der Zirkulationsunterstützung auf das Algenwachstum und auf die Fischpopulationen werden im Rahmen des projektintegrierten Monitorings überwacht.

c. Was sind zu erwartende Auswirkungen auf Quagga-Muschelbestände durch
i. höhere Nährstoffverfügbarkeit und

Gemäss einer durch das Amt für Umwelt in Auftrag gegebenen Studie sind durch das Auftreten der Quagga-Muschel gegenüber dem heutigen Zustand keine grossen Veränderungen des Phosphorgehalts im Zugersee zu erwarten.³ Mit der grossen Filtriertätigkeit der Muscheln wird der im Plankton vorhandene Phosphor zwar kurzfristig gebunden. Dieser kann allerdings nur zu einem sehr geringen Anteil in Biomasse und Schalen der Muscheln akkumuliert werden. Eine Abschätzung des zukünftig in der Muschelmasse fixierten Phosphors im Zugersee weist nach, dass dieser Anteil auch bei sehr starker Muschel-Belegung gegenüber dem P-Gehalt im gesamten See sehr gering ist und lediglich 1 bis 2 Prozent ausmachen dürfte. Die Quagga-Muschel kann damit die Nährstoffproblematik im Zugersee durch den hohen Phosphorgehalt nicht lösen.

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass der Zugersee bereits heute reichlich Nährstoffe für die Verbreitung der Muschel besitzt. Es ist nicht davon auszugehen, dass die kurzfristige, leichte Erhöhung des Phosphorgehalts im Oberflächenwasser die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Quagga-Muschel wesentlich beeinflusst.

ii. höhere Sauerstoffverfügbarkeit in tieferen Gewässern

Die Quagga-Muschel benötigt für ihren Stoffwechsel Sauerstoff. Im heutigen Zustand des Zugersees kann in einer Tiefe unterhalb von rund 120 Metern kein Muschelwachstum stattfinden. Mit der erhöhten Sauerstoffverfügbarkeit im Tiefenwasser ist auch in der Tiefe des Sees mit einer Besiedlung der Quagga-Muschel zu rechnen. Diese Tatsache gilt jedoch auch für andere aerobe Lebensgemeinschaften.

d. Thema Aufbringung von Schadstoffen, welche im Tiefenwasser «gefangen» sind.
Gibt es aktuelle Messungen des Tiefenwassers und/oder des Sediments bezüglich der Konzentration von:

i. PFAS/PFOS

Das kantonale Labor hat im Auftrag des Amtes für Umwelt im September 2023 Wasserproben von der Seeoberfläche bis zum Seegrund an drei verschiedenen Probenahmestellen aus dem Zugersee entnommen und diese bezüglich des PFAS-Gehalts untersuchen lassen. Die Analysen umfassen 18 verschiedene PFAS-Verbindungen. Im Ergebnis weist der Zugersee zwischen der Seeoberfläche und dem Seegrund ein ansteigender Gradient des PFAS-Gehalts vor. Die Zunahme der PFAS-Belastung mit der Seetiefe ist darauf zurückzuführen, dass sich der Zugersee nicht bis zur maximalen Tiefe durchmischt. Die PFOS machen in allen Seetiefen den grössten Teil der PFAS-Belastung aus. Insgesamt befinden sich 38 Kilogramm PFOS im Zugersee. Die Tiefenverteilung weist darauf hin, dass – analog dem erhöhten Phosphorgehalt – ein wesentlicher Teil der PFAS schon vor Jahrzehnten ins Tiefenwasser eingetragen wurde. Durch die Zirkulationsunterstützung wird als

³ BRA turbo Ing AG und aQa.engineering (2024). Mögliche Auswirkungen des Quagga-Muschel-Befunds im Zugersee im Hinblick auf die Realisierung der technischen Zirkulationsunterstützung mittels Blasenschleier, im Auftrag des Amtes für Umwelt (AFU) (unveröffentlichte Studie vom 8. Oktober 2024).

positiver Effekt auch die PFAS-Belastung im Zugersee – aufgrund der Mobilisierung und des Austrags über den Seeabfluss – abnehmen.

ii. Schwermetallen

Im Rahmen des Untersuchungsprogramms des Amts für Umwelt in den Jahren 2016 bis 2026 wird der Zugersee monatlich mit einem chemisch-physikalischen Tiefenprofil beprobt. Dabei werden von den Schwermetallen Eisen (gelöst und gesamt) sowie Mangan (gelöst) ermittelt. Alle anderen Schwermetalle sind von untergeordneter Bedeutung, weshalb sie im Rahmen des Untersuchungsprogramms nicht beprobt werden. Die dabei ermittelten Konzentrationen zeigen keine Auffälligkeiten. In Bezug auf die Aufbringung dieser Substanzen ist gemäss heutigem Kenntnisstand mit keinen negativen Effekten zu rechnen.

iii. Benzo(a)pyren (Imprägnierung von Bahnschwellen mit Kreosot)

Die Substanz wurde zusammen mit dem industriellen Abwasser bis Ende der 1960er Jahre unbehandelt in die Gewässer eingeleitet. Seit der Industrialisierung Ende des 19. Jahrhunderts fanden auf diese Weise grosse Mengen an nicht oder nur schwer abbaubaren Schadstoffen den Weg in die Schweizer Seen und lagerten sich dort als Atlasten in den Sedimenten ab. Im Zugersee sind keine belasteten Standorte bekannt, von dem ein ökotoxikologisches Risiko auf die aquatische Umwelt ausgeht.

iv. Benzotriazol (Korrosionsschutzmittel)

Die Substanz wurde im Rahmen einer im Jahr 2015 gemachten Untersuchung von Mikroverunreinigungen im Zugersee im Auftrag des Gewässerschutzverbands der Region Zugersee (GVRZ) von durchschnittlich 450 Nanogramm pro Liter (ng/l) festgestellt.⁴ Diese ist zwar ökotoxikologisch nicht kritisch, ist aber deutlich höher als man aufgrund des Abwasseranteils erwarten würde. Sie muss demnach aus einer zusätzlichen Quelle neben dem häuslichen Abwasser stammen. Messungen des Amts für Umwelt in Zusammenarbeit mit den Fachstellen im Kanton Schwyz im Jahr 2015 zeigten vor allem im Aabach im Kanton Schwyz und im Sijentalbach eine noch vorhandene Belastung mit Benzotriazol.

v. Atrazin (und ggf. anderen Herbiziden aus Unkrautbekämpfung auf Bahnanlagen)

Atrazin wurde als Herbizid früher bei Gleisanlagen und im Maisanbau angewendet und ist in der Schweiz seit 2012 verboten. Aufgrund der hohen mittleren Wasseraufenthaltszeit im Zugersee von ca. 30 Jahren sind früher eingesetzte Stoffe immer noch nachweisbar und werden nur langsam aus dem See ausgetragen. Gemäss der oben erwähnten Untersuchung wurde im Tiefenwasser eine Konzentration von 42 ng/l und im Oberflächenwasser von 29 ng/l gemessen. Weil Atrazin in der Schweiz nicht mehr zugelassen ist, wird die Konzentration im Zugersee in den nächsten Jahren laufend sinken.

⁴ Envilab (2015). Mikroverunreinigungen im Zuger- und Ägerisee. Im Auftrag des GVRZ https://zg.ch/dam/jcr:d449be29-497e-4ee2-a3d4-a84238d63a5e/Bericht_Mikroverunreinigungen_im_Zuger_und_Aegerisee.pdf

vi. weiteren Gewässerschadstoffen und/oder krebserregenden Substanzen, auch wenn sie schon länger verboten sind

Im Rahmen der obgenannten Messungen wurden in den untersuchten Wasserproben im Zugersee insgesamt sechs Biozide, 29 Pestizide, neun perfluorierte Tenside (PFT), acht Industrie- und Haushaltmittelzusatzstoffe und 19 Arzneimittel mit Konzentrationen > 1 ng/l gefunden. Weiter wurden im Jahr 2020 Untersuchungen zur Belastung des Zugersees mit Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. Die Untersuchung zeigt eine geringe Belastung und nur wenige Stoffe liegen oberhalb der Bestimmungsgrenze.

2. *Ist die Prüfung alternativer Methoden vorgesehen, welche*
a. *Nicht direkt/ungeklärt in Fliessgewässer (Lorze/Reuss) ausleiten und/oder*

Die Zirkulationsunterstützung wurde im Bericht der Eawag von 2019 als eine äusserst wirksame und naturnahe technische Massnahme zur langfristigen Genesung des Zugersees dargestellt. Das Verfahren ist erprobt und wird seit 40 Jahren erfolgreich in verschiedenen Schweizer Seen zur Sanierung von nährstoffreichen Seen angewendet.

Alternative Verfahren wie die Belüftung des Tiefenwassers mit reinem Sauerstoff und die verfahrenstechnische Behandlung des Tiefenwassers mit einer Phosphorfällung beurteilte die Eawag als nicht zielführend bzw. als technisch nicht umsetzbar und ökologisch bedenklich.

Im Zusammenhang mit dem Postulat der GLP-Fraktion betreffend Phosphorrückgewinnung aus dem Zugersee (Vorlage Nr. 3760) wurden Varianten zur Behandlung des Tiefenwassers in einer ARA sowie das Potenzial der Phosphorrückgewinnung aus dem Tiefenwasser durch eine separate Anlage auf die technische Machbarkeit geprüft. Diese Varianten haben den Vorteil, dass das mit Phosphor belastete Wasser nicht direkt in ein Fliessgewässer gelangt. Sie sind jedoch in der Praxis in einem See der Grösse des Zugersees nicht erprobt und bringen grosse Unsicherheiten mit sich. Beispielsweise sei hier erwähnt, dass die Eawag die Behandlung des Tiefenwassers in einer ARA aufgrund des sehr grossen Wasservolumens und der sich damit ergebenden Behandlungszeitdauer von über 100 Jahren als ungeeignet erachtet, zudem müssten teure Anpassungen an der Infrastruktur der ARA und am Reinigungsprozess selbst vorgenommen werden. Bei einer allfälligen Anlage zur Phosphorrückgewinnung durch Adsorbiermaterialien fallen sehr grosse Mengen Abfälle an. Insgesamt werden beide Verfahren aus verfahrenstechnischer Sicht als ineffizient, sehr kosten- und energieintensiv und nicht im Einklang mit den gesetzlichen Vorgaben des Umwelt- und Gewässerschutzes beurteilt.

b. *Keine Durchmischung der «gesünderen» oberen Gewässerschichten bedingen?*
(z. B. steuerbare Ausleitung kleinerer Mengen via Ringleitung/ARA)

Bei den im Bericht der Eawag im 2019 evaluierten Verfahren wurden auch alternative Verfahren zur Zirkulationsunterstützung im Winter geprüft, welche keine Durchmischung der erwähnten «gesünderen» oberen Gewässerschichten bedingen. Die Tiefenwasserableitungen in die Reuss oder in die Lorze wurden aufgrund von hohen Kosten und ökologischen Bedenken durch die dabei entstehende hohe punktuelle Belastung mit Nährstoffen und die starke Abkühlung der betroffenen Fliessgewässer verworfen. Im Rahmen des Postulats betreffend Phosphorrückgewinnung aus dem Zugersee wurden weitere Varianten, nämlich die Behandlung des Tiefenwassers über die ARA sowie die Phosphorelimi-

nation durch Adsorbermaterialien, geprüft (vgl. Frage 2a). In der Evaluation wiesen die alternativen Sanierungsmethoden deutliche Nachteile gegenüber der Zirkulationsunterstützung auf und wurden deshalb nicht weiterverfolgt.

3. *Ist bereits eine Wirksamkeit der Massnahmen im Zuströmbereich Z₀ messbar?*

Der Vollzug der Massnahmen im Zusammenhang mit dem ausgeschiedenen Zuströmbereich Z₀ wird im Rahmen des Vollzugs der Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung, DZV; SR 910.13) vom Landwirtschaftsamt wahrgenommen. Es mussten bis heute keine Sanktionen ausgesprochen werden aufgrund einer Phosphorüberschreitung in der betriebsspezifischen Nährstoffbilanz.

Die Wirksamkeit der Massnahmen können – aufgrund der natürlicherweise sehr langsam ablaufenden Prozesse – im Boden als auch in den Zuflüssen zum Zugersee erst nach Jahren gemessen werden.⁵

Regierungsratsbeschluss vom 1. Juli 2025

60/ki

⁵ https://lawa.lu.ch/-/media/LAWA/Dokumente/Landwirtschaft/Phosphorprojekt/Zusammenfassung_Forschungsbericht_Beitragende_Flaechen.pdf