

Infoblatt

Die Nährstoffgeschichte des Zugersees

Von den grossen Seen der Schweiz ist der Zugersee mit einer mittleren Phosphorgehalt von rund 80 mg pro Kubikmeter Wasser der heute am stärksten mit Nährstoffen belastete See (vgl. Abb. 1).

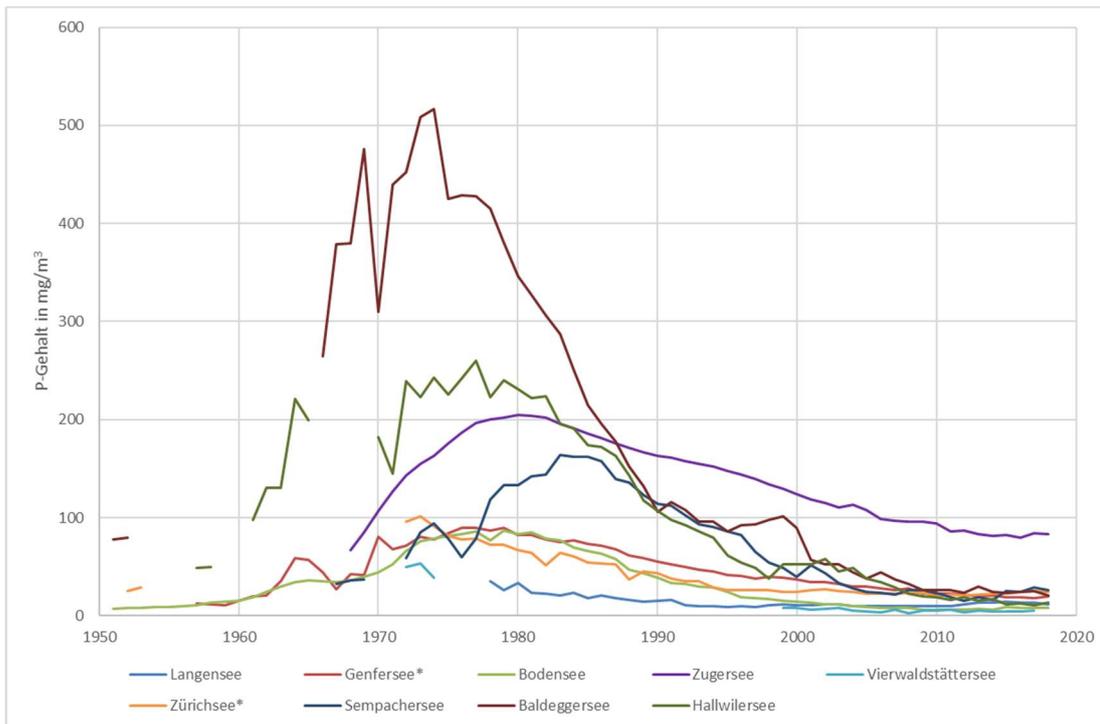


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der P-Konzentrationen in Schweizer Seen zwischen 1950 und 2021 (Quelle: BAFU).

Mit der Untersuchung von archivierten Kieselalgenschalen im Sediment konnte gezeigt werden, dass sich der Zugersee bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts in einem stabilen, mittelnährstoffreichen (mesotrophen) Zustand befand. Die rekonstruierten Gesamtposphorwerte lagen damals um 20 mg pro Kubikmeter Wasser. Durch die Einleitung von ungenügend gereinigtem Siedlungsabwasser und durch Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft erreichte der Phosphorgehalt um 1980 ein Maximum von 200 mg pro Kubikmeter Wasser (vgl. Abb. 2).

Der Rückgang des Nährstoffgehalts war im Wesentlichen auf umfassende see-externe Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Siedlungsentswässerung zurückzuführen. Er verlief, verglichen mit anderen Seen, relativ langsam. Seit dem Jahr 2014 findet jedoch praktisch keine weitere Abnahme des Phosphorgehalts mehr statt. Gründe für diese "Stagnation" sind die immer noch grossen Nährstoffdepots im Tiefenwasser, die Tiefe des Südbeckens, die lange hydraulische Aufenthaltszeit von rund 14 Jahren, die geografische Nähe des grössten Zuflusses Obere Lorze in Zug und des Seeabflusses in Cham, die durch den Klimawandel verstärkte Dichteschichtung sowie der nach wie vor zu hohe Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft. Dies bewirkt, dass die Mischungstiefe im Winter weiter abnehmen und die Akkumulation von Phosphor in der Seetiefe weiter zunehmen wird.

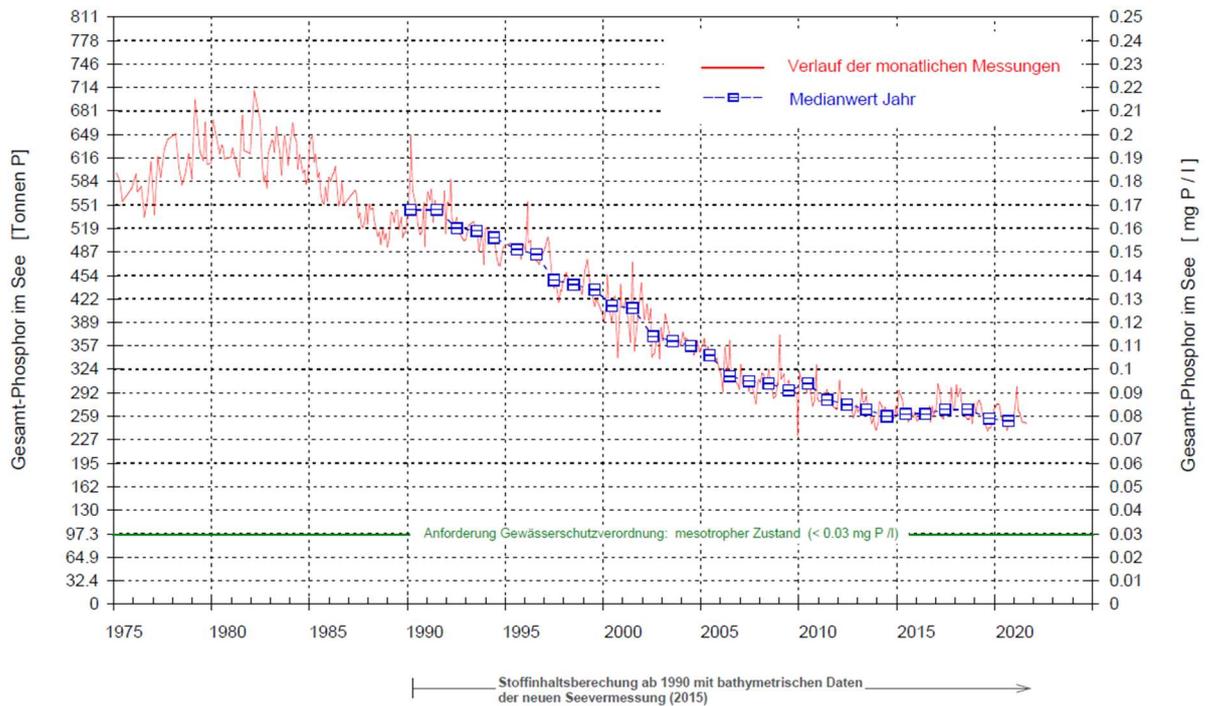


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf des P-Gehalts im Zugersee von 1975 bis August 2021 mit deutlich erkennbarer Stagnation bei ca. 0.08 mg P/l bzw. 80 mg P/m³ in den Jahren 2013 bis 2021.

Aufgrund der grossen Seetiefe und der hohen Nährstoffgehalte im Tiefenwasser besteht im Tiefenwassers des Zugersees eine chemische Dichteschichtung (Meromixis). Dies bedeutet, dass im Winterhalbjahr meistens keine vollständige Mischung und eine zu geringe Sauerstoffanreicherung des Tiefenwassers stattfinden. Gemäss der Anforderung in der Gewässerschutzverordnung darf die Sauerstoffkonzentration im Seewasser unter Vorbehalt besonderer natürlicher Verhältnisse zu keiner Zeit und in keiner Tiefe weniger als 4 g pro Kubikmeter Wasser betragen. Im Zugersee ist dies in der Seetiefe aufgrund der chemischen Dichteschichtung ganzjährig nicht erfüllt; die Grenze von 4 g Sauerstoff pro Kubikmeter Wasser liegt hier zwischen 80 m und 120 m Tiefe. Eine nachhaltige Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse kann erst erreicht werden, wenn die jährliche Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser markant abnimmt. Um dies zu erreichen, müsste die Primärproduktion weiter gesenkt werden.

Zwischen den 1980er-Jahren und 2019 ist der Nährstoffinhalt des Zugersees als Folge der eingeleiteten Massnahmen zur Reduktion der Nährstoffeinträge zurückgegangen. Sie setzen vor allem im Bereich der Siedlungsentwässerung und in der Landwirtschaft an. Die bedeutendste Massnahme im Bereich der Siedlungsentwässerung war der Bau der ARA Schönau im Jahr 1977. Sie reinigt heute das gesamte Siedlungsabwasser aus dem Einzugsgebiet des Zugersees und führt es anschliessend in die Untere Lorze ausserhalb des Einzugsgebiets des Zugersees. Die ARA Schönau löste eine Vielzahl von kleinen Kläranlagen mit ungenügender Leistung im Einzugsgebiet des Zugersees ab.

Der Eawag-Bericht aus dem Jahr 2019 zeigt auf, dass die aktuell laufenden see-externen Massnahmen nicht ausreichen, um den angestrebten Zielzustand eines mittelnährstoffreichen (mesotrophen) Sees mit weniger als 30 mg Phosphor pro Kubikmeter zu erreichen. Ohne zusätzliche Massnahmen würde sich erst bis ca. 2070 ein stationärer Zustand von 50 mg Phosphor pro

Kubikmeter einstellen. Die stagnierenden Messwerte der letzten Jahre stellen jedoch selbst dieses Gleichgewicht in Frage. Um eine nachhaltige Gesundheit des Sees zu erreichen, sind weitergehende see-externe sowie see-interne Massnahmen notwendig. Als see-externe Massnahme zur Senkung der Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft soll zusammen mit den Kantonen Schwyz und Luzern auf den 1. Januar 2023 ein Zuströmbereich Zo Zugersee bezeichnet werden. Da die Umsetzung dieser Massnahme alleine nicht ausreichen wird, um eine ausreichende Senkung des Phosphorgehalts im Zugersee zu erreichen, prüft die Baudirektion zusätzlich eine see-interne Massnahme zur beschleunigten Gesundung des Zugersees. Mit der Zirkulationsunterstützung im Winter soll mittels Luft-Blasenschleier Druckluft grossblasig eingeleitet werden. Die Luftblasen steigen durch die ganze Wassersäule bis zur Wasseroberfläche und erzeugen eine vertikale Strömung, welche die natürliche durch Abkühlung bedingte Mischung unterstützen und verstärken wird. Damit können die vorhandenen Nährstoffdepots im Tiefenwasser mobilisiert und im Verlauf der Zeit langsam über die Lorze aus dem See entfernt werden.

Mit den geplanten Sanierungsmassnahmen kann der mittelnährstoffreiche (= mesotrophe) Zielzustand von 30 mg Phosphor pro Kubikmeter gemäss heutigem Stand der Kenntnisse frühestens ab 2050 erreicht werden. Die Rückführung des Zugersees in den naturnahen Nährstoffzustand bleibt aufgrund der benötigten Zeitspanne eine herausfordernde Generationenaufgabe.