



Überwachung der Kleinseen **Grundlagen**

Überwachung der Kleinseen – Grundlagen

Der See als Lebensraum

Obwohl jeder See für sich ein «Individuum» ist, gelten doch für alle generelle Gesetzmässigkeiten. So sind etwa alle Seen durch ihr Einzugsgebiet geprägt. Sonneneinstrahlung, Wind, Lufttemperatur, Zu- und Abflüsse, eingebrachte Nährstoffe, menschliche Aktivitäten und all deren Zusammenspiel sind massgeblich für das chemische, physikalische und biologische Erscheinungsbild eines Sees verantwortlich. In stehenden Gewässern von besonderer Bedeutung ist die Konzentration an Phosphor, der von Pflanzen und Bakterien als Nährstoff aufgenommen wird, beim Durchgang der Nahrungskette akkumuliert und schliesslich beim Abbau wieder freigesetzt wird. Gelangt in der sommerlichen Stagnationsphase, wenn der See aufgrund der Temperaturunterschiede über die Wassertiefe geschichtet ist und kein vertikaler Stoffaustausch stattfindet, vermehrt Phosphor in den See, kommt es in der oberen warmen Wasserschicht zu einer Erhöhung der Produktion. Dies bewirkt ein verstärktes Algenwachstum und die Sauerstoffkonzentration nimmt in diesem Bereich durch die Photosynthese der Wasserpflanzen zu. Gleichzeitig steigt die Menge der absinkenden toten Algen. Durch deren Abbau kommt es in tiefen Schichten zu Sauerstoffschwund, Methangasbildung und erhöhter Phosphorkonzentration.

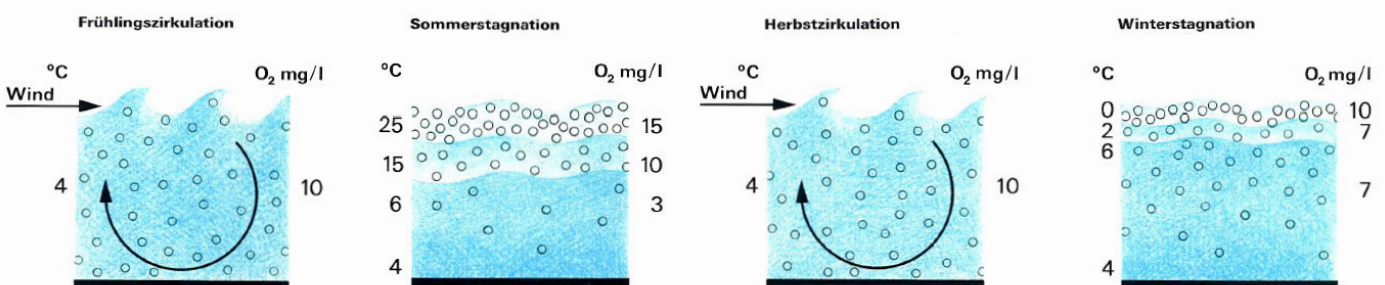
Unterschiedliche Seentypen durchlaufen im Verlauf eines Jahres verschiedene Zyklen (vgl. Abb. 1). Typisch für Seen der gemässigten Breiten ist eine Durchmischung des Wasserkörpers im Frühjahr und im Herbst – was als dimiktisch bezeichnet wird. Im Sommer und im Winter liegen in solchen Seen zwei in Temperatur und Dichte sehr unterschiedliche Wasserschichten durch eine Pufferzone getrennt fast ohne Austausch übereinander. Man nennt dies die Sommer- beziehungsweise die Winterstagnation.

Im Frühling erwärmen sich die oberen Wasserschichten durch die Sonneneinstrahlung. Warme, leichtere Wasserschichten schwimmen auf dem kälteren, schwereren Wasser. Mit zunehmenden Lufttemperaturen im Sommer verstärkt sich diese Schichtung noch weiter und es findet keine Durchmischung zwischen den Wasserschichten mehr statt (Sommerstagnation). Im Herbst kühlt sich das Oberflächenwasser wieder ab, die Schichtung wird instabil und das Wasser vermischt sich über die ganze Seetiefe, oft getrieben durch Herbstwinde (Herbstzirkulation). So kann in die unteren Schichten bei vollständiger Zirkulation wieder Sauerstoff eingebracht werden.

Durch weitere Abkühlung im Winter liegt schliesslich kälteres als 4°C kaltes und dadurch weniger dichtes Wasser an der Oberfläche und bildet so eine kaltstabile Schichtung aus, die von oben her zufrieren kann. Dies ist die Winterstagnation. Eine neuerliche Erwärmung im Frühjahr zerstört diese schwache Schichtung und führt zur Frühjahrszirkulation, die von einer neuen Sommerstagnation abgelöst wird.

Flachseen, Teiche und wenig tiefe Weiher oder Kleinseen unterliegen meist nicht diesem Rhythmus, ihre Zirkulation geschieht aperiodisch. Sie erwärmen sich rasch bis auf den Grund und kühlen auch rasch wieder aus. Meist erfolgen viele Durchmischungen im Jahr oder auch täglich (polymiktisch). Solche Gewässer sind oft bis zum Grund belüftet und eutrophieren schneller als geschichtete Seen.

Abb. 1: Zirkulations- und Stagnationsphasen eines Sees (aus Woker H., Walder P., Gewässerbiologie und Gewässerschutz, Leitfaden für Lehrer, BUWAL, 1989)



Überwachung der Kleinseen – Grundlagen

Seen im Kanton St.Gallen

Im Kanton St.Gallen gibt es 127 Kleinseen die grösser als 2500 m² sind. Diese stehenden Gewässer sind in der Regel von grosser Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, können aber auch wichtig sein für die Fischerei, als Erholungsraum für den Menschen oder für andere Nutzungen.

Auswahl der untersuchten Gewässer

Aufgrund der grossen Anzahl an Kleinseen im Kanton St. Gallen liegt es auf der Hand, dass nicht alle und vor allem nicht alle gleichzeitig untersucht werden können. Das Amt für Umwelt und Energie (AFU) wendet bei der Auswahl der untersuchten Kleinseen folgende Kriterien an:

- Grösse des Sees
- Zugänglichkeit
- Bedeutung für Naturschutz und Tourismus
- Nutzung im Einzugsgebiet

Die untersuchten Seen 2009–2013 sind in Tab. 1 aufgeführt.

Tab. 1: untersuchte Seen 2009–2013

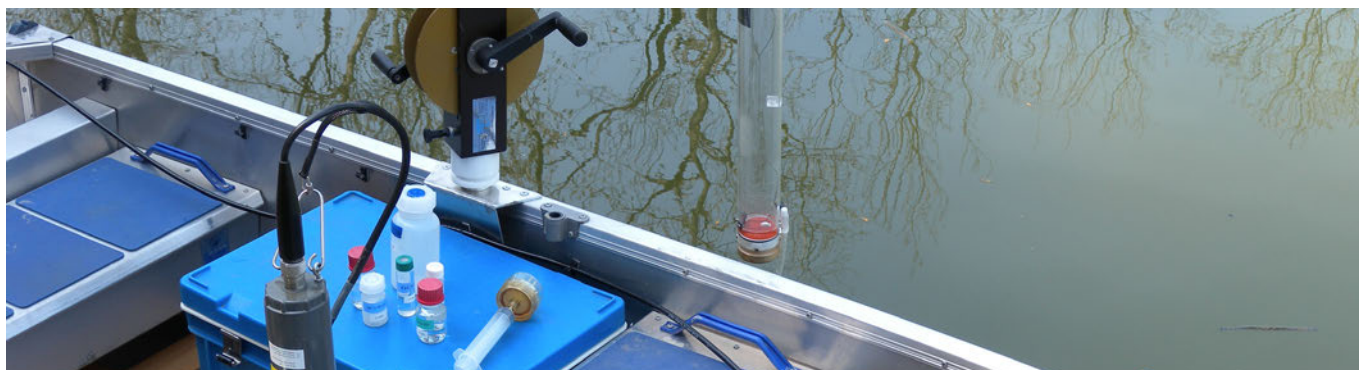
See	Gemeinde	Untersuchung
Schwendisee	Wildhaus-Alt St.Johann	2009-2011
Wenigerweiher	St.Gallen	2009-2010
Bettenauer Weiher	Oberuzwil	2009-2010
Schlossweiher	Untereggen	2009-2010
Wichensteiner Seen	Oberriet	2009-2010
Eselschwanzweiher	St.Margrethen	2012-2013
Gräppelensee	Wildhaus-Alt St.Johann	2012-2013
Bildweiher	St.Gallen	2012-2013
Voralpsee	Grabs	2012-2013

Messprogramm

In einem zweijährigen Rhythmus werden vier bis sechs Seen ausgewählt und in diesen zwei Jahren vier bis sechsmal beprobt. Mit Hilfe von Echolotaufnahmen wird eine Tiefenkarte erstellt. An der tiefsten Stelle des Sees erfassen wir verschiedene chemische und physikalische Parameter. Die eingesetzte Multi-Parameter-Sonde misst den Sauerstoffgehalt, den Chlorophyll-a-Gehalt, die Temperatur, den pH-Wert, die Leitfähigkeit und (seit 2011) die Trübung in verschiedenen Seetiefen. Für die chemische Untersuchung werden Proben mit einer Schöpfflasche in verschiedenen Tiefenstufen bis über Grund genommen und anschliessend gekühlt ins Labor zur Analyse gebracht. Die Bestimmung der Biomasse erfolgt über die Messung des Chlorophyll-a-Gehalts. Die gemessenen Parameter sind in Tab. 2. aufgeführt.

Tab. 2: Messparameter

Stoffspezifische Parameter	Summenparameter	Physikalische Parameter
Nitrat	Gesamtphosphor	Temperatur
Nitrit	Gesamtphosphor Membranfiltrat	pH-Wert
ortho-Phosphat	Gesamtstickstoff	Leitfähigkeit
Ammonium	Kjeldahl-Stickstoff (berechnet)	Sichttiefe (Secchi)
Chlorophyll-a	DOC	Extinktion bei 254nm
Sauerstoff	TOC	Trübung (seit 2011)
Chlorid		
Sulfat		



Überwachung der Kleinseen – Grundlagen



Beurteilungsmetode

Grundlegend für die Beurteilung des ökologischen Gewässerzustandes und der Wasserqualität von oberirdischen Gewässern sind die Anforderungen nach Anhang 1 und 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998. Nach GSchV Anhang 1 müssen im Gewässer die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen naturnah und standortgerecht sein, sich selber reproduzieren und regulieren sowie «eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer». Nach Anhang 2 darf der Nährstoffgehalt in stehenden Gewässern höchstens eine mittlere Produktion von Biomasse zulassen und der Sauerstoffgehalt im Wasser darf «zu keiner Zeit und in keiner Seetiefe weniger als 4 mg/l O₂ betragen».

Der Gewässerzustand ist von unterschiedlichen Parametern abhängig. Um den Zustand der Kleinseen beurteilen zu können, wird als Massstab für die Wasserbeschaffenheit die Produktivität des Sees (Trophie) herangenommen. Bei grossen Seen erfolgt die Einstufung in Trophiestufen mittels der Phosphorkonzentration während der Zirkulationsphase im Winter. Bei kleineren Seen ist dies nicht ausreichend. Neben den Phosphor- und Phosphatkonzentrationen müssen auch die Nitrat- und Chlorophyllkonzentrationen, die Sichttiefe nach Secchi und der minimale Sauerstoffgehalt während der Stagnationsperiode berücksichtigt werden. Weitere

Hinweise auf die Gewässer- und Wasserqualität können Algen, Wasserpflanzen und Sediment geben.

Der Trophiegrad eines Sees zeigt den Gehalt an Pflanzennährstoffen an und somit die Intensität des Aufbaus organischer Substanz durch Photosynthese. Von oligotroph (dunkelblau) bis hypertroph (dunkelrot) steigt die Intensität der Produktion. In einem oligotrophen See befindet sich nur wenig Phosphor, der von Algen und grünen Pflanzen genutzt werden kann. Die Sichttiefe ist gross, es wachsen wenige Algen und der See weist ganzjährig einen hohen Sauerstoffgehalt bis zum Seegrund auf. Je mehr Pflanzennährstoffe (vor allem Phosphor) in einem See zur Verfügung stehen, umso höher ist sein Trophiegrad. Ein hypertropher See (dunkelrot) ist extrem nährstoffreich. Diese Gewässer sind gekennzeichnet durch eine massive Algenentwicklung, eine geringe Sichttiefe sowie durch eine starke Sauerstoffzehrung.

Zur Festlegung der aktuellen Trophiestufen der untersuchten Kleinseen verwenden wir alle verfügbaren Parameter, wobei die Gewichtung für jeden See spezifisch erfolgt und diskutiert wird. Um beurteilen zu können, ob die beobachtete Trophiestufe dem natürlichen Zustand entspricht, wurde der Referenzzustand der Seen mittels der Seebeckenmorphometrie bestimmt (Methode nach LAWA 1999).

Trophiegrad	oligotroph	mesotroph	eutroph 1	eutroph 2	polytroph 1	polytroph 2	hypertroph
Nährstoffgehalt Produktion Sauerstoffzehrung	sehr gering						sehr gross