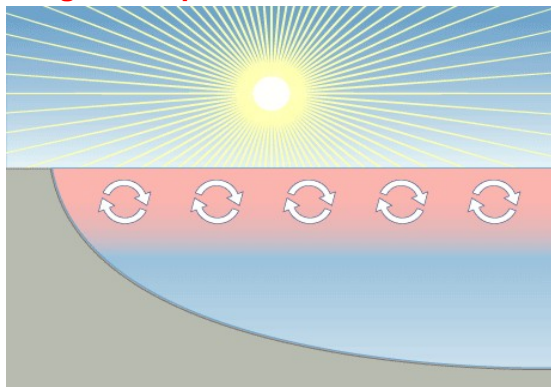


Vorgänge in einem See

Der oberflächennahe, vom Tageslicht durchflutete und der tiefe, dunkle Teil des freien Wasserkörpers, das Seeufer sowie der Seeboden sind Teillebensräume im See, die von ganz unterschiedlichen Tieren und Pflanzen besiedelt werden. Die Lebensbedingungen in diesen Teillebensräumen und deren Qualität werden von seeinternen und seeexternen Faktoren geprägt. Die Jahreszeiten mit ihren charakteristischen Licht-, Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen spielen dabei eine wichtige Rolle. Die natürlichen Gegebenheiten im Einzugsgebiet sowie dessen vielfältige Nutzung durch den Menschen beeinflussen das Geschehen im See und damit auch seine Eigenschaft als Lebensraum zusätzlich.

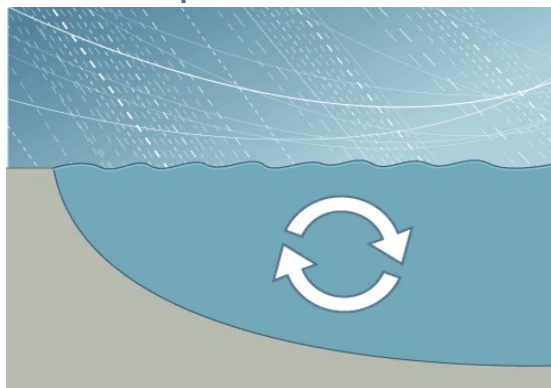
Stagnationsphase



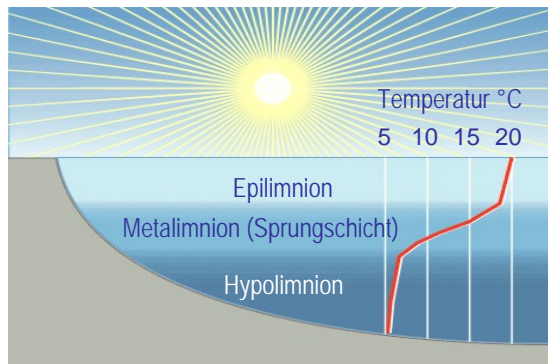
Temperaturschichtung

Im Frühling beginnen sich durch die Sonneneinstrahlung die oberen Wasserschichten zu erwärmen, das warme, leichtere Wasser schwimmt dabei auf dem kalten, schwereren Wasser. Durch die intensivere Sonneneinstrahlung im Sommer wird dieser Zustand noch verstärkt. In tieferen Seen bildet sich dadurch eine stabile Temperaturschichtung aus, eine Durchmischung findet nur noch in der oberflächennahen Wasserschicht statt. Dieser Zustand wird als **Stagnationsphase** bezeichnet.

Zirkulationsphase



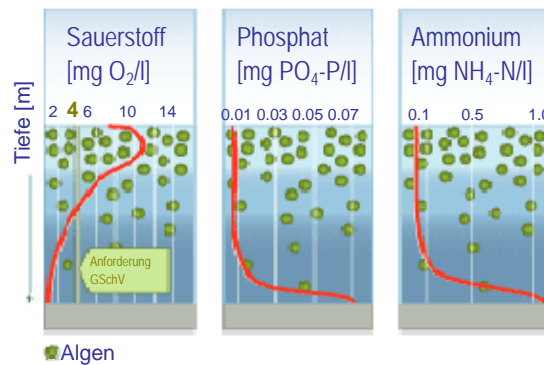
Während der herbstlichen Abkühlung werden die Temperatur- und Dichteunterschiede zunehmend geringer, so dass die Wassermassen durch Herbststürme angeregt zu zirkulieren beginnen. Das Wasser aus der Tiefe mischt sich mit jenem der Oberfläche. Dieser Zustand wird als **Zirkulationsphase** bezeichnet. In dieser Zeitspanne erfolgt eine intensive Belüftung des Seewassers an der Oberfläche mit Sauerstoff aus der Atmosphäre. Kühlt sich im Winter die Wasseroberfläche weiter ab und bildet sich eine Eisdecke, wird der Austausch unterbrochen. Diese so genannte Winterstagnation ist in unseren Mittellandseen meist von kurzer Dauer. In wenig tiefen Seen kann sich keine stabile Schichtung ausbilden. Je nach Seefläche, Tiefe und Windexposition reicht bereits eine nächtliche Abkühlung oder ein Gewitter für eine vollständige Durchmischung des Wasserkörpers im Frühling oder Sommer aus.



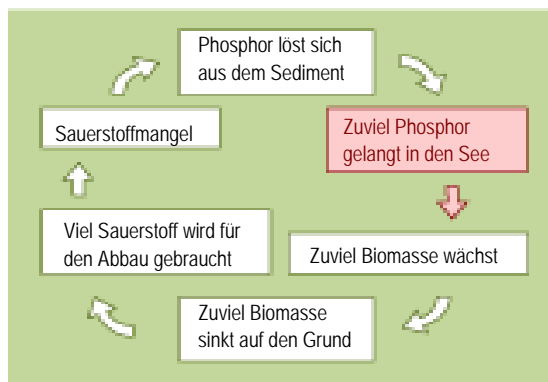
Zonen im See

Das Freiwasser des Lebensraums Sees ist während der Stagnationsphase in drei verschiedene Zonen unterteilt. Die oberflächennahe warme Schicht wird als Epilimnion, die Übergangszone als Sprungschicht oder Metalimnion und das kalte Tiefenwasser als Hypolimnion bezeichnet. Die Sprungschicht ist im Sommer während der Stagnation nur wenige Meter mächtig und durch grosse Temperaturgradienten gekennzeichnet ($> 0.5 \text{ °C pro Meter Tiefe}$).

Sauerstoff- und Nährstoffkonzentrationen

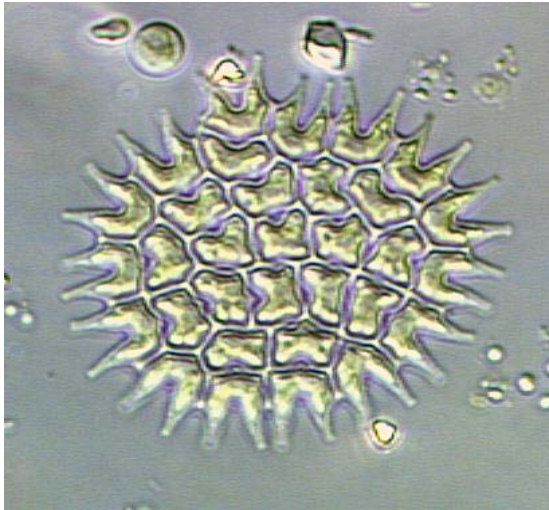


Algen nehmen im belichteten Epilimnion CO₂ und Nährstoffe aus dem Wasser auf und bauen mit Hilfe des Sonnenlichtes neue Algenbiomasse auf. Dabei geben sie Sauerstoff ins Wasser ab. Dieser Prozess wird als Photosynthese bezeichnet. Solange der See stabil geschichtet ist, stellt die Sprungschicht eine Barriere für gelöste Stoffe wie Sauerstoff oder Nährstoffe dar. Dies kann zu hohen Sauerstoff- und tiefen Nährstoffkonzentrationen im Epilimnion führen. Gleichzeitig wird der Sauerstoff im Tiefenwasser durch den bakteriellen Abbau von toter absinkender Biomasse aufgebraucht. Im Laufe des Sommers kommt es daher im Hypolimnion von Seen mit grossem Algenwachstum zu sauerstoffarmen oder völlig sauerstofflosen Verhältnissen. Durch den Abbau der Biomasse werden gleichzeitig Nährstoffe freigesetzt, die sich im Tiefenwasser anreichern.



Phosphor bestimmt das Algenwachstum

Für den Aufbau von Algenbiomasse ist Phosphor erforderlich, der im Wasser als gelöstes Phosphat vorliegt. In unseren Seen ist Phosphat der wachstumslimitierende Nährstoff. Gelangt zuviel Phosphat in den See, z.B. über gereinigtes Abwasser oder Düngemittel aus der Landwirtschaft, ermöglicht dies ein starkes Algenwachstum. Ein Teil der absterbenden Biomasse sinkt auf den Seegrund und wird hier durch Mikroorganismen abgebaut. Dieser Abbau verbraucht viel Sauerstoff, so dass in überdüngten Seen in den tieferen Wasserschichten akuter Sauerstoffmangel herrscht. Phosphor löst sich aus dem Seesediment und steht teilweise wieder für die Biomasseproduktion zur Verfügung. Der See "düngt" sich damit selbst.



Algen (Phytoplankton)

Unter Phytoplankton versteht man im Wasser frei schwebende Algen. In dieser vielgestaltigen Gruppe kommen einzellige und mehrzellige fädige Organismen sowie Zellkolonien vor. Einige davon können sich aktiv fortbewegen. Bei steigendem Sonnenstand, beginnender Schichtung des Wasserkörpers und hohen Nährstoffkonzentrationen setzt in produktiven Seen im Frühjahr ein explosionsartiges Wachstum der Algenpopulationen ein (Frühjahrsblüte). Algenfressende Zooplankter beginnen sich aufgrund des guten Nahrungsangebotes ebenfalls stark zu vermehren. Nach wenigen Wochen nimmt die Algenbiomasse durch die intensive Nahrungsaufnahme des Zooplanktons wieder ab. Der See durchläuft das Klarwasserstadium. Wegen fehlender Nahrung sterben nun auch die Zooplankter ab, was erneut ein verstärktes Algenwachstum erlaubt. Dieses Wechselspiel kann sich im Sommer und Herbst noch mehrmals in abgeschwächter Form wiederholen. Sind in dieser Zeit genügend Nährstoffe vorhanden, können einzelne Algenarten innert wenigen Tagen sehr hohe Dichten erreichen. Diese Algenblüten sind bei Badegästen sehr unbeliebt und können auch für Fische ein Problem darstellen, da es Algenarten gibt, die toxische Substanzen ausscheiden können.

Zooplankton



Unter Zooplankton versteht man mikroskopisch kleine Tiere, die im Wasser schweben. Viele Zooplankter machen ausgeprägte vertikale Wanderungen im Tag-Nacht-Rhythmus. Am Tag halten sich die meisten Individuen im Dunkel der Seetiefe auf. Gegen Abend steigen sie in die oberflächennahen Wasserschichten auf, um dort Phytoplankton und Bakterien zu fressen oder andere Zooplankter zu jagen. Die Wanderung erfolgt entweder aktiv durch Ruderfüsse oder passiv, wie zum Beispiel bei der Büschelmückenlarve (*Chaoborus flavicans*), welche durch Kontraktion von Tracheenblasen eine Volumen- und somit Auftriebsänderung erzeugen kann. Das Zooplankton ist ein wichtiger Bestandteil der Nahrungskette im Ökosystem See. Algenfressende Zooplankter reduzieren die Biomasse des Phytoplanktons, während die Zooplankter ihrerseits von verschiedenen Fischarten gefressen werden. Insbesondere als Nahrungsgrundlage vieler Jungfische kommt dem Zooplankton grosse Bedeutung zu.