



Lebensraum See



Zusammengestellt von Paulina Stumm und Dr. Ulrich Werneke

1. Gliederung nach Teil-Lebensräumen

In Seen werden im Allgemeinen die Teil-Lebensräume Gewässerboden (Benthal) und Freiwasserbereich (Pelagial) unterschieden (Abbildung 1). Der Gewässerboden wird wiederum unterteilt in die Uferzone (Litoral) und die Tiefenzone (Profundal), der Freiwasserbereich in die Nähr- und in die Zehrschicht (getrennt durch die Kompensationsebene). Die Uferzone, die nach dieser Einteilung ins Wasser hinein bis zum Beginn der Zehrschicht bzw. des Profundals reicht, wird von unterschiedlichen Pflanzenarten besiedelt. Bei typischen Bedingungen ist eine Abfolge bestimmter Pflanzengesellschaften charakteristisch. Vom den obersten, nur zeitweise überschwemmten Bereichen bis hinunter zur Tiefenzone sind dies:

- Großseggenufer (z.B. mit Riedgräsern, Seggen, Schwertlilien, Weiderich-Arten)
- Röhrlichtgürtel (z.B. mit Schilfrohr, Rohrkolben, Froschlöffel, Binsen, Pfeilkraut)
- Schwimmblattpflanzen (z.B. mit Teichrose, Seerose)
- Laichkrautgürtel/Tauchblattzone (z.B. mit Hornblatt, Tausendblatt)
- Algenzone (z.B. mit Armleuchteralgen, Grünalgen)

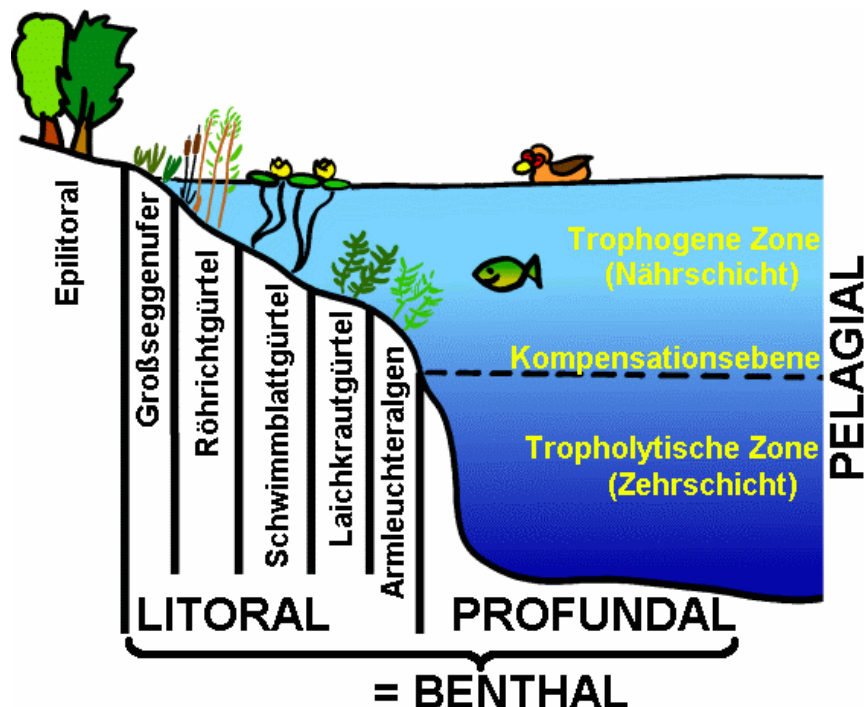


Abbildung 1: Teil-Lebensräume in Seen (idealisierte Darstellung)

Eine solche idealisierte Abfolge ist in der Realität häufig nicht vorhanden. In nieder-rheinischen Baggerseen ohne Verbindung zum Rhein weicht die Abfolge stark von dem Schema ab: Die drei am höchsten gelegenen Zonen des Litorals (Großseggenufer, Röhrlichtgürtel und Schwimmblattpflanzen) fehlen weitgehend. Stattdessen sind im Wechsel oder durchmischt Zonen von verschiedenen Armleuchteralgen und von Arten eines Laichkrautgürtels (auch mit Wasserpest, Tausendblatt etc.) vorhanden. Es können von See zu See sowie von Jahr zu Jahr starke Abweichungen auftreten. In den Baggerseen, die im Hochwasserbereich des Rheins liegen, sind wegen der geringen Lichtdurchlässigkeit des trüben Wassers und der starken Wasserstandsschwankungen in aller Regel keine Unterwasserpflanzen vorhanden.

2. Jahreszeitlicher Wechsel

Der See ist ein Lebensraum, der starken jahreszeitlichen Veränderungen unterliegt. Es gibt - wie an Land auch - je nach Temperatur und Lichtintensität ausgeprägte Wechsel im Wachstum der Pflanzen oder in der Aktivität der Tiere. Besonders einschneidende Wirkung haben in Seen die jahreszeitlichen Veränderungen der Wassertemperatur:

Wasser weist wie alle Stoffe bei unterschiedlichen Temperaturen jeweils eine unterschiedliche Dichte auf, d.h. Wasser ist in Abhängigkeit von seiner Temperatur unterschiedlich schwer. Die einzigartige Besonderheit von Wasser ist, dass es bei $+4^{\circ}\text{C}$, d.h. im flüssigen Zustand, die höchste Dichte hat und damit am schwersten ist. Daher sinkt es bei dieser Temperatur nach unten und am Grund tiefer Seen ist immer $+4^{\circ}\text{C}$ kaltes Wasser vorhanden. Leichteres Wasser (wärmer oder kälter als $+4^{\circ}\text{C}$) schwimmt oben auf. Beim Gefrieren dehnt sich Wasser um 10 % aus, die Dichte wird also im festen Zustand (Eis) geringer. Gewässer frieren deshalb von oben her zu und ausreichend tiefe Schichten bleiben als frostfreier Winterlebensraum erhalten. Diese Eigenschaften des Wassers nennt man **Dichteanomalie**. Sie unterscheidet Wasser von allen anderen Verbindungen.

Die folgende Bilderserie und die begleitenden Texte beschreiben einen aus zwei Zirkulations- und zwei Stagnationsphasen bestehenden Jahreszyklus eines Sees, der auf der Dichteanomalie beruht. Diese Zyklusform, bei der es zweimal im Jahr zu einer vollständigen Durchmischung des Wasserkörpers kommt, ist typisch für (ausreichend tiefe) Süßwasserseen in Mitteleuropa.

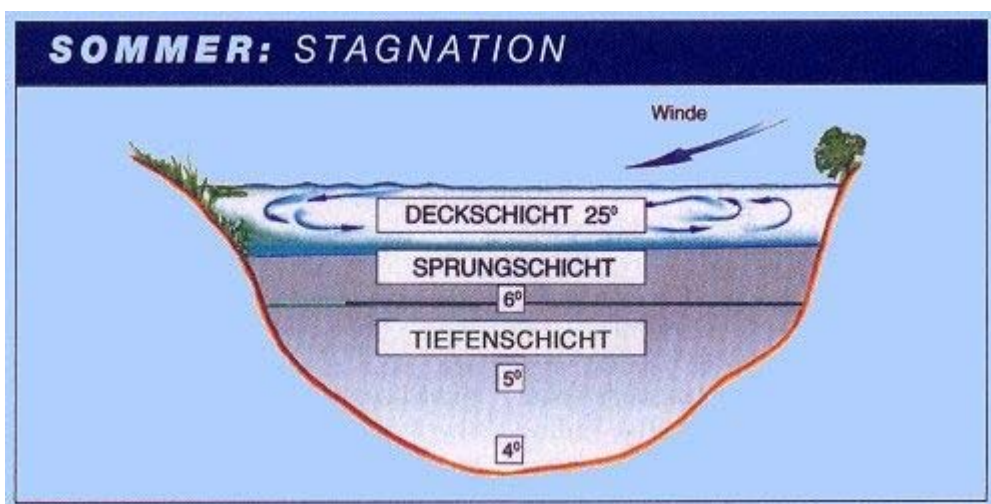


Abbildung 2: Sommerstagnation in Seen

Im Sommer sind Seen in Mitteleuropa typischerweise dreischichtig (Abbildung 2). Die oberste Schicht, die Deckschicht (Epilimnion), wird durch die Sprungschicht (Metalimnion) von der Tiefenschicht (Hypolimnion) getrennt.

Die Deckschicht ist von der Sommersonne aufgewärmt. Sie ist wärmer und leichter als die Tiefenschicht und schwimmt daher über dieser. Die Sprungschicht hat einen sehr charakteristischen Namen, denn in dieser Schicht fällt die Wassertemperatur sprunghaft ab. Sie ist das „Temperaturbindeglied“ zwischen Deckschicht und Tiefenschicht. In der Tiefenschicht entspricht die Temperatur der jeweils größten Dichte des Wassers, also im Idealfall (tiefe Seen) $+4^{\circ}\text{C}$. Da dieses auch am schwersten ist, bleibt es unten und steigt nicht nach oben.

Das Oberflächenwasser wird noch durch Winde vermischt. Das Wasser ist in diesem Bereich also einer sogenannten Teilzirkulation unterworfen. Daher wird im Laufe eines Sommers immer mehr Oberflächenwasser erwärmt. Daraus folgt, dass die Deckschicht sich vergrößert und die Sprungschicht in die Tiefe verdrängt.

Abgesehen davon ist die Schichtung im Sommer jedoch relativ stabil. Man spricht daher auch von **Sommerstagnation**.

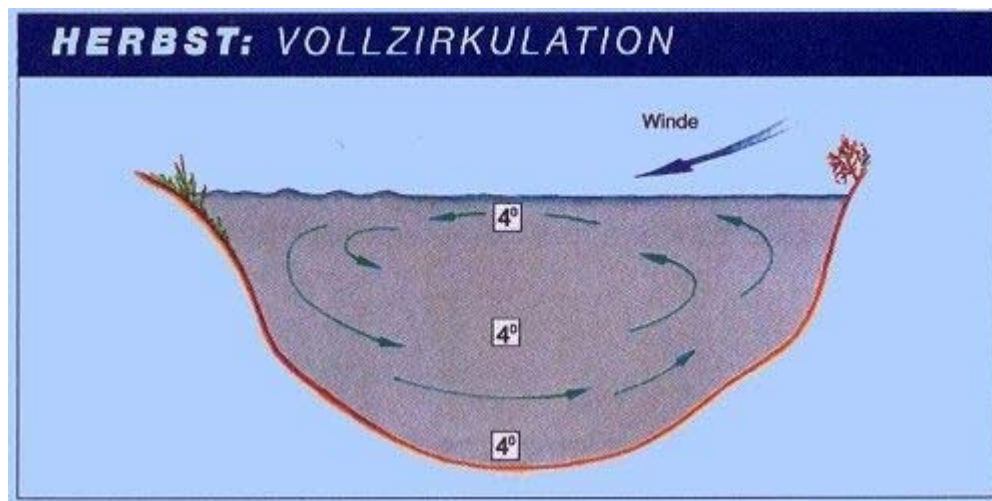


Abbildung 3: Herbstzirkulation in Seen

Im Herbst kühlt sich das Oberflächenwasser langsam wieder auf eine Temperatur nahe $+4^{\circ}\text{C}$ ab (Abbildung 3). Die stabile Schichtung des Sommers verschwindet also. Da das gesamte Seewasser nun wieder annähernd die selbe Temperatur besitzt, also auch gleich schwer ist, kommt es jetzt -unterstützt durch den Wind- zu einer vollständigen Durchmischung des Seewassers. Dieser Vorgang wird Herbstzirkulation genannt.

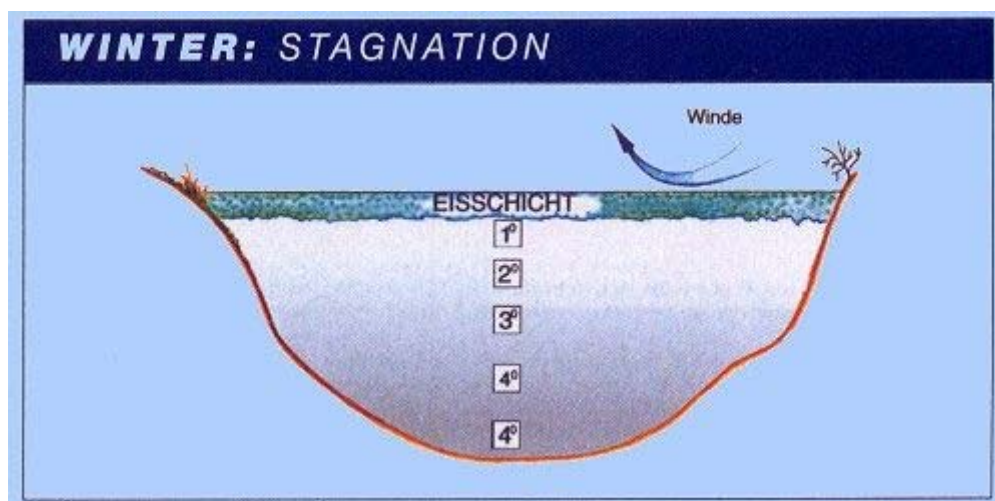


Abbildung 4: Winterstagnation in Seen

Im Winter kühlt das Oberflächenwasser auf unter $+4^{\circ}\text{C}$ ab. Damit hat es eine geringere Dichte, ist also leichter als das $+4^{\circ}\text{C}$ kalte, schwerere Wasser, welches in die Tiefe sinkt (Abbildung 4).

Im Gegensatz zum Sommer ist die Temperaturverteilung nun jedoch umgekehrt: Die Temperatur des Oberflächenwassers ist niedriger als die des Tiefenwassers. Das erklärt, warum ein See von oben her zufriert und am Grund, eine gewisse Tiefe vorausgesetzt, stets eisfrei bleibt.

Ist der See von einer Eisschicht bedeckt, wird jegliche Zirkulation, also auch jegliche Sauerstoffzufuhr aus der Luft, verhindert. Es herrscht **Winterstagnation**.

Bei den niedrigen Temperaturen im See werden alle Lebensvorgänge stark eingeschränkt, um Sauerstoff einzusparen. Da ihr Stoffwechsel quasi auf „Sparflamme“ läuft, genügt z.B. den

Lurchen die Hautatmung, sie müssen also nie auftauchen. Auch viele Fische legen eine Art Winterruhe ein und wachsen praktisch nicht in dieser Zeit.

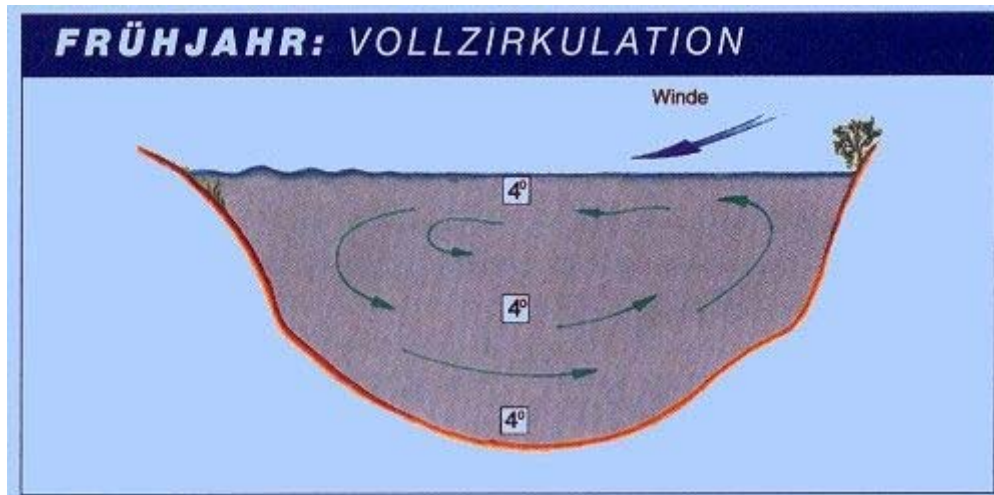


Abbildung 5: Frühjahrszirkulation in Seen

Im Frühjahr wird die Stagnation des Winters durch das Schmelzen der Eisdecke beziehungsweise durch die Erwärmung des Oberflächenwassers beendet. Wie im Herbst nähert sich das Oberflächenwasser nach einer Weile wieder einer Temperatur nahe $+4^{\circ}\text{C}$. Da nun wieder alle Wasserschichten annähernd die selbe Temperatur und Dichte haben, kommt es - unterstützt durch Wind - zur **Frühjahrszirkulation**, wobei wiederum das gesamte Seewasser durchmischt wird (Abbildung 5).

Auch diese Abfolge der vier jahreszeitlichen Zustände ist eine idealisierte Darstellung, von der es je nach regionalem Klima und Tiefe eines Sees erhebliche Abweichungen geben kann. Sehr flache und dem Wind ausgesetzte Gewässer weisen z.B. kaum eine stabile sommerliche Schichtung auf.

In niederrheinischen Baggerseen fehlt wegen der oft milden Winter häufig der Zustand der Winterstagnation (s. Abbildung 4). Die Herbst- und die Frühjahrszirkulation gehen ineinander über und bilden eine lang andauernde Zirkulationsphase.

Die sommerliche Wassertemperatur in den Tiefenzonen niederrheinischer Baggerseen beträgt außerdem nicht 4°C sondern etwa $11-12^{\circ}\text{C}$. Ein Grund hierfür ist der Zustrom von Grundwasser.

3. Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt

Entscheidend für die Eigenschaften eines Sees und seine Besiedlung durch Pflanzen und Tiere sind auch der Sauerstoff- und der Nährstoffhaushalt.

Sauerstoff gelangt in einen See über Austausch mit der Luft, über Zuflüsse und durch die Sauerstoffproduktion der Pflanzen in der Nährschicht (s. Abschnitt 1). In der Zehrschicht hingegen findet keine Sauerstoffproduktion statt. Hier wird der Sauerstoff beim Abbau von organischen Substanzen (z.B. abgestorbene Pflanzenteile, tote Tiere, etc.) verbraucht. Dies hat zur Konsequenz, dass wenn mehr organische Substanz abgebaut werden muss, auch der Sauerstoffverbrauch in der Zehrschicht zunimmt. Eine Anreicherung von Nährstoffen („Dünger“) in einem See bewirkt deshalb einen deutlichen Schwund der Sauerstoffkonzentration im Tiefenwasser (Zehrschicht). Nährstoffarme Seen haben bis zum Grund ausreichend hohe Sauerstoffkonzentrationen, mit denen z.B. Fische überleben können. Nährstoffreiche (eutrophierte) Seen haben in der Zehrschicht ein Sauerstoffdefizit bis hin zu vollständigem Sauerstoffmangel.

Baggerseen stellen in dieser Hinsicht einen Sonderfall dar. Sie sind oft zumindest in den ersten Jahren ihrer Existenz nur gering bis mäßig mit Nährstoffen belastet, wenn sie nicht in Verbindung mit dem Rhein, der Niers oder anderen belasteten Fließgewässern stehen. Daher müssten sie eigentlich einen guten Sauerstoffhaushalt (hohe Konzentrationen in der Zehrschicht) haben. Dies ist jedoch nicht der Fall; vielmehr ist i.d.R. ab etwa Juli die Zehrschicht (unter 6-8 m Tiefe) sauerstofffrei. Ursache hierfür ist die fast ausschließliche Speisung vieler Baggerseen mit ohnehin sauerstoffarmem Grundwasser, welches vor Eintritt in den See die Bodenschichten durchfließt und dort keinen Luftsauerstoff aufnimmt. Diese geringen Sauerstoffmengen werden im Baggersee dann auch schon durch schwache Sauerstoffzehrung sowie chemische Reaktionen ganz verbraucht.

Der Sauerstoffmangel tritt während der Stagnationsphasen auf und wird bei den Zirkulationen aufgehoben. Er hat die Konsequenz, dass die sauerstoffarmen oder -freien Bereiche eines Sees nur noch von wenigen Tieren besiedelt werden können, deren Stoffwechsel auch ohne oder mit sehr wenig Sauerstoff funktioniert. Für Fische und die meisten Kleintiere (Insekten, Schnecken, Muscheln etc.) fallen sie als Lebensraum jedoch in diesen Zeiträumen aus.

Eine weitere Folge des Sauerstoffmangels betrifft die Nährstoffe und zwar speziell das Phosphat. Es ist bei Anwesenheit von Sauerstoff chemisch gebunden, wird jedoch bei Sauerstoffmangel freigesetzt. Ist ein See mit Phosphat (z.B. aus Dünger, Gülle, über Zuflüsse) belastet, kommt es zunächst zu einem deutlich verstärkten Wachstum der Algen und der anderen Pflanzen, die das Phosphat aufnehmen. Danach kommt es zu ebenso verstärkten Abbauprozessen (z.B. von abgestorbenen, absinkenden Algen), die Sauerstoff verbrauchen. Deshalb hat eine Nährstoffanreicherung mit Phosphat immer auch einen Sauerstoffmangel in der Zehrschicht zur Folge. Wenn dann das Phosphat wieder freigesetzt wird und bei der nächsten Zirkulation wieder in die oberen Wasserschichten (Nährschicht) gelangt, beginnt dort der Kreislauf mit hohen Phosphatkonzentrationen und starkem Algenwachstum von neuem. Dieser Kreislauf stellt also eine **interne Düngung** dar. Er ist ohne gravierende Maßnahmen zur Seesanierung kaum zu unterbrechen.

Da viele Baggerseen wegen des Grundwasserzuflusses ohnehin ein Sauerstoffdefizit im Tiefenwasser (Zehrschicht) haben, sind sie gegen Eutrophierung und deren Folgen in Form von weiterem Sauerstoffmangel und interner Düngung besonders empfindlich.

4. Funktionen der Teil-Lebensräume in Seen

Aus den in den Abschnitten 1-3 dargestellten Grundlagen lassen sich die wesentlichen Funktionen der unterschiedlichen Teil-Lebensräume in Seen ableiten:

Die sehr flachen Ufer mit dem Großseggenürtel und dem Röhricht (s. Abbildung 1) sind der Lebensraum vieler Vögel. Hier finden sie Nahrung, denn in der Ufervegetation leben viele Insekten, Libellen und Frösche. Das hohe Schilf bietet zudem geschützte Brutplätze.

Als Laichplatz von Fischen spielen die ganz flachen Gewässerbereiche des Litorals ebenfalls eine zentrale Rolle. Die Flachwasserbereiche erwärmen sich schnell, was das Wachstum der Jungfische fördert. Vor größeren Raubfischen sowie vor Kormoranen und Graureihern finden die Jungfische entweder in sehr flachen, pflanzenreichen Zonen oder in Gewässerabschnitten, die nur bei höherem Wasserstand eine Verbindung zu den tieferen Bereichen des Sees haben, Schutz. Ähnliches gilt für die Amphibien (Frösche und Kröten), die in Seen ausschließlich in den sehr flachen Bereichen vorkommen.

Auch der größte Teil der Insekten und Weichtiere hält sich im pflanzenbewachsenen Bereich des Litorals auf, da es hier warm ist, Nahrung vorhanden ist und die Vegetation Schutz bietet.

Die Wasserpflanzen als Nahrung, als Versteck vor Fressfeinden und als Laich- und Brutplatz bewirken, dass in den lichtdurchfluteten Bereichen des Litorals (s. Abbildung 1) bei weitem die meisten Tierarten zu finden sind. Die Funktion der pflanzenbewachsenen Flachwasserzonen als Lebensraum wird umso wichtiger, wenn die Tiefenwasserzonen wegen des sommerlichen Sauerstoffmangels als Lebensraum zeitweise ausfallen (s. Abschnitt 3). Dies erklärt die besondere Bedeutung von Flachwasserzonen in Seen und ihre Beachtung im Naturschutz sowie bei Rekultivierungen.

Es ist jedoch nicht so, dass die Bereiche der Tiefenwasserzone (Zehrschicht und Profundal, s. Abbildung 1) ohne Funktion und bedeutungslos wären.

Die Funktion der Zehrschicht in den tieferen Gewässerbereichen liegt zunächst grundsätzlich im **Abbau** der organischen Substanzen. Dies übernehmen darauf spezialisierte Arten, vorwiegend Bakterien und Pilze. Ist in der Zehrschicht das Sauerstoffangebot in den Stagnationsphasen knapp, überleben nur solche Arten, die an solche Bedingungen angepasst sind.

Durch die Abbauprozesse werden in der tiefen Zehrschicht Nährstoffe und Mineralien wieder freigesetzt. Während der Sommerstagnation (s. Abbildung. 2) ist sie wegen der stabilen Temperaturschichtung von der Nährschicht in den oberen Gewässerbereichen isoliert. In der unteren Zehrschicht findet eine Anreicherung von Nährstoffen und Mineralien statt, die nicht in die obere Nährschicht gelangen. Die Zehrschicht wirkt damit als eine Art **Nährstoffdepot**. Ist im Tiefenwasser allerdings kein Sauerstoff vorhanden, bleiben die Nährstoffe gelöst (s. Abschnitt 3) und gelangen bei der nächsten Zirkulation wieder hinauf in die Nährschicht, was die Depotwirkung dann aufhebt.

Die tiefen Gewässerbereiche wirken ferner als ein **Depot für Sedimente**. In jedem See findet ständig eine mehr oder weniger starke Sedimentation statt: Schwebende Boden- und Mineralienpartikel, abgestorbene kleine Algen und Tiere sinken wie ein feiner Nieselregen langsam ab und bilden über längere Zeiträume eine Sedimentschicht.

Je tiefer ein See ist, umso mehr Raum steht also als sommerliches Nährstoffdepot und als Sedimentdepot zur Verfügung. Dies hat zur Konsequenz, dass tiefere Seen langsamer verlanden und dass in ihnen die Nährstoffanreicherung (Eutrophierung) langsamer abläuft als in Flachseen.

Die oben genannten Funktionen der Zehrschicht beziehen sich auf den Stoffhaushalt und die Stoffkreisläufe in Seen.

Tiefe Gewässerbereiche in der Zehrschicht haben aber auch eine direkte Funktion als Lebensraum:

Während des Frühjahrs und Sommers haben, wie oben dargestellt, die Flachwasserzonen besondere Bedeutung für die Fische. Im Winter werden allerdings die tiefen Bereiche wichtig. Dann sind dort die Wassertemperaturen höher (s. Abbildung. 4), nach der Herbstzirkulation ist in jedem Fall auch genügend Sauerstoff vorhanden und durch die Tiefe steht ein vor Fressfeinden, wie tauchenden Vögeln (z.B. Kormoran), geschützter Lebensraum zur Verfügung. Deshalb nutzen Fische die tiefen Gewässerbereiche als **Ruheraum** während des Winters.

Dies wurde z.B. an niederrheinischen Baggerseen deutlich nachgewiesen. Abbildung 6 zeigt als Beispiel ein Echogramm von Dezember 1992 im Baggersee Mahnenburg. Dort sind in einer Tiefe von ca. 14-18 m deutliche Ansammlungen von Fischen zu erkennen. Auch andere Tiere können, wenn durch die Zirkulation der Sauerstoffgehalt auch im Tiefenwasser hoch ist, diese Bereiche besiedeln.

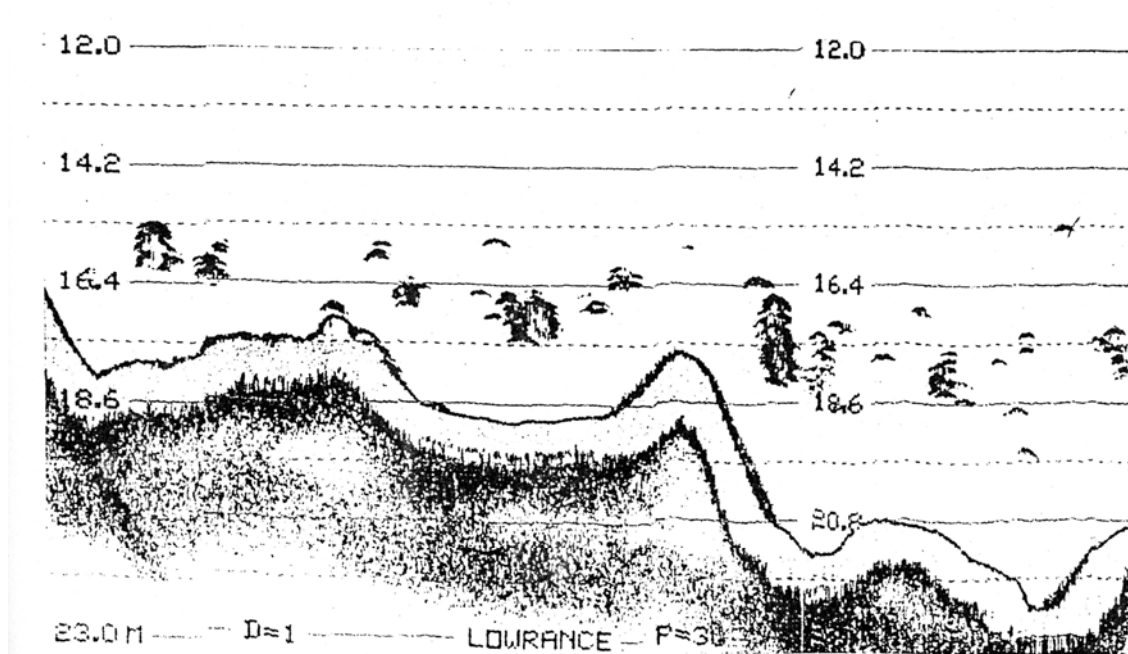


Abbildung 6: Fischschwärme im Winter in tiefen Ruhezonen des Baggersees Mahnenburg (aus MOLLS 1993)

Seen, die mit dem Rhein oder anderen Fließgewässern in Verbindung stehen und somit funktionaler Teil der Aue sind, haben zudem eine Funktion als **Rückzugsraum**. Dies ist z.B. bei Hochwasser zu erkennen, wenn Fische und andere Organismen versuchen, der starken Strömung, d.h. auch dem Geschiebe, der Trübung, etc., auszuweichen. Sie suchen dann Schutz in Seitengewässern, wie Altarmen oder den angebundenen Baggerseen. Dabei werden vor allem die tieferen und daher strömungsberuhigten Gewässerbereiche aufgesucht. Auch dies kann an niederrheinischen Baggerseen beobachtet werden (Abbildung 7).

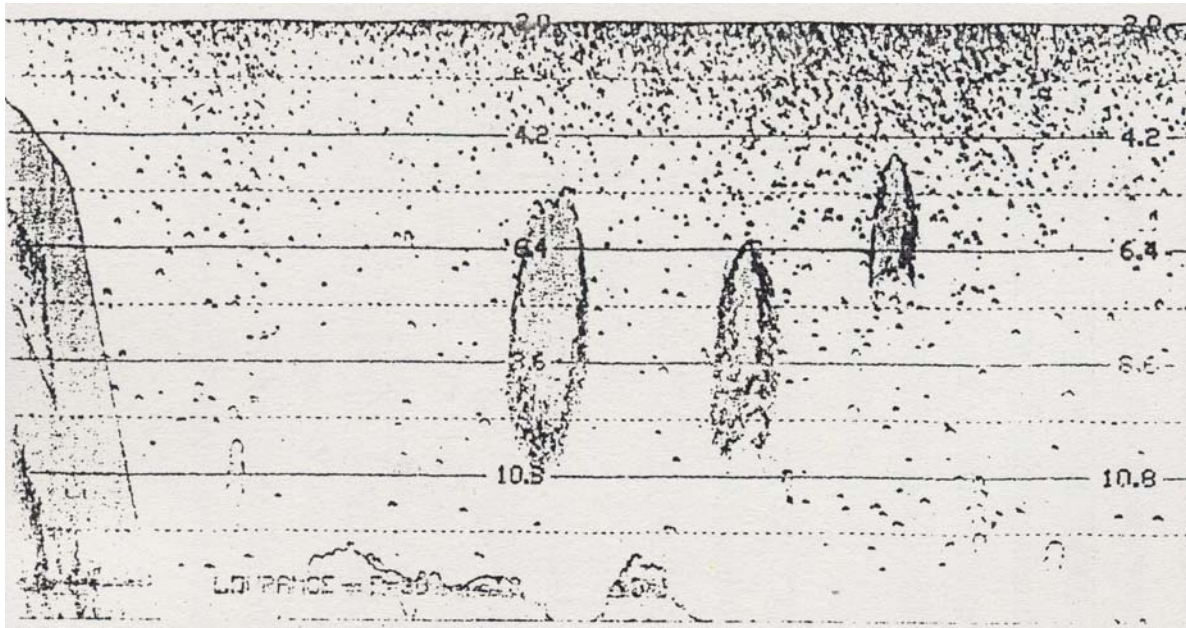


Abbildung 7: Fischschwärme bei Hochwasser in ca. 5-10 m tiefen Bereichen des Baggersees Mahnenburg (aus MOLLS 1993)

Die Bereiche des Tiefenwassers bzw. der Zehrschicht haben demnach zunächst wichtige Funktionen im Stoffhaushalt von Seen. Inwiefern diese erfüllt werden können, hängt wesentlich vom Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser ab. Unabhängig davon haben sie während des Winters eine wichtige Funktion als Ruheraum für die Fischfauna. Bei einer Verbindung zu Fließgewässern dienen sie den Fischen zudem als wichtiger Rückzugsraum vor Hochwässern und anderen Störungen.