

VHS 42 02227
27 min, Farbe

ARBEITSVIDEO



Ökosystem See

Arbeitsvideo/5 Kurzfilme



Schlagwörter

See, Ökosystem, Zonierung, Litoral, Zirkulation, Plankton, Algen, Stoffkreislauf, Nahrungskette, Nahrungsnetz, Nahrungspyramide, Produzenten, Konsumenten, Destruenten, Phosphat, Eutrophierung

Kontextmedien

32/42 10419 Lebensraum See. 16-mm-Film/VHS 16 min, f 66 00100 Erlebnisreisen in die Natur - Der See. CD-ROM

Ökosystem See

Arbeitsvideo/5 Kurzfilme

Biologie

Allgemeine Biologie – Ökologie

Umweltgefährdung - Umweltschutz

Arten, Biotope

Adressaten

Allgemeinbildende Schulen (7-13)

Erwachsenenbildung

Ökosystem See

Bestimmt durch Wassertiefe, Wasserbewegung und Lichtverhältnisse bilden sich in einem See verschiedene Zonen. Im Arbeitsvideo werden in Kurzfilmen diese Zonen und die hier herrschenden Verhältnisse eingehend erläutert.

1. Der See als Lebensraum

1.1 Zonierungen im See	1:36 min
1.2 Die Uferzone	3:52 min
1.3 Der Tiefenboden	1:30 min
1.4 Das Freiwasser	1: 10 min

2. Nahrungsbeziehungen und Stoffkreislauf im See

2.1 Produzenten und Konsumenten	1: 11 min
2.2 Die Nahrungskette	1:28 min
2.3 Das Nahrungsnetz	1:00 min
2.4 Die Nahrungspyramide	1:03 min
2.5 Der Stoffkreislauf	1:55 min

3. Zirkulation und Sauerstoffverteilung im See

4:06 min

4. Die Rolle des Phosphats

2:42 min

5. Eutrophierung

2:30 min

Lernziele

Die typischerweise in einem See vorhandenen Zonen und darin lebenden Tiere und Pflanzen kennenlernen; die Rolle von Produzenten, Konsumenten und Destruenten im Ökosystem verstehen; den Aufbau von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Nahrungspyramide am Beispiel der Lebewesen in einem See nachvollziehen können; die Zirkulationsprozesse und die daraus resultierende Stoffverteilung im See kennenlernen; die Bedeutung der Mineralstoffkonzentration in Seen verstehen lernen; die Folgen der Eutrophierung verstehen lernen

Vorkenntnisse

Der spezielle Aufbau von Ökosystemen und das Zusammenwirken biotischer und abiotischer Faktoren sollte bekannt sein; zum Verständnis der Kurzfilme 3 und 5 sind physikalische und chemische Grundkenntnisse erforderlich

Kurzbeschreibung

Das Arbeitsvideo bietet am Beispiel eines (idealisierten) Sees einen tiefgehenden Einblick in die Strukturen komplexer Ökosysteme. Trickdarstellungen und Animationen ergänzen durchgehend die Realaufnahmen und erleichtern das Verständnis abstrakter Zusammenhänge. Kurzfilm 1 stellt die Zonierungen im Lebensraum See und die typischerweise darinn vorkommenden Organismen vor. Die Rolle von Produzenten, Konsumenten und Destruenten im Ökosystem wird in Film 2 ausführlich behandelt. Die beispielhafte Darstellung von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Nahrungspyramide verdeutlicht zusätzlich die vielfältigen Beziehungen zwischen den Lebewesen im See. Kurzfilm 3 zeigt die klimatisch bedingten Zirkulationsphänomene und die daraus resultierende Stoffverteilung im See, insbesondere von Sauerstoff und Mineralsalzen. Die Bedeutung der Mineralsalze für das Leben im See und die Stabilität des Ökosystems wird in den Filmen 4 und 5 erläutert; Kurzfilm 5 nimmt insbesondere auch Bezug auf die Folgen anthropogener Einflüsse.

Zum Inhalt

Inhaltsverzeichnis und Zeitangaben

	min/sec	Zählwerkstand
0 Ende FWU-Sigel	00:00	
1 Der See als Lebensraum	01:04	
1'1 Zonierungen im See	01:10	
1.2 Die Uferzone	02:47	
1.3 Der Tiefenboden	06:40	
1.4 Das Freiwasser	08:12	
2. Nahrungsbeziehungen und Stoffkreislauf	09:23	
2.1 Produzenten und Konsumenten	09:29	
2.2 Die Nahrungskette	10:41	
2.3 Das Nahrungsnetz	12:10	
2.4 Die Nahrungspyramide	13:12	
2.5 Der Stoffkreislauf	14:16	
3 Zirkulation und Sauerstoffverteilung im See	16:13	
4 Die Rolle des Phosphats	20:21	
5 Eutrophierung	23:04	

Bei Kassetten im Schularchiv können Zählwerksangaben des verwendeten Rekorders eingetragen werden.

Zu den Filmen

Seen weisen ganz charakteristische Lebensbereiche, Lebensgemeinschaften und Stoffkreisläufe auf. Dadurch kann man sie voneinander unterscheiden und deshalb kann man sie typisieren und in Klassen einteilen, z. B. hinsichtlich der Produktivität, des Phosphorgehaltes oder der Durchmischungsverhältnisse. Man muss sich jedoch im Klaren darüber sein, dass die Natur keine Klassifizierungen kennt. Vielmehr sind die Übergänge zwischen verschiedenen, vom Menschen eingerichteten Seetypen oder -klassen fließend und auch bei den Nahrungspyramiden und -netzen kennt die Natur keine starren Normen, sondern individuelle Ausprägungen. Das vorliegende Arbeitsvideo geht auf die wichtigsten Aspekte der abiotischen und biotischen Zusammenhänge in Seen ein, so dass eine Grundlage für das Verständnis der verschiedenen abiotischen und biotischen Wechselbeziehungen in unseren Gewässern gelegt wird. In der Uferzone - dem *Litoral*- weisen die Röhrichtzone und die sich anschließenden Bereiche der Schwimmblattpflanzen und des Tauchblattgürtels eine besonders wichtige ökologische Funktion und einen besonders hohen Artenreichtum auf. Im Vergleich dazu ist das Freiwasser - das *Pelagial*- einfach strukturiert. Ausschließlich auf die Verwertung toter Biomasse ist die Lebensgemeinschaft des unbelichteten Seebodens - des *Profundals* - ausgerichtet. In der durchlichteten, oberflächennahen Wasserschicht des Pelagials sowie im lichtversorgten Teil der Uferzone leben Algen und Höhere Wasserpflanzen, die durch den Prozess der Photosynthese organische Substanz aufbauen. Diese stellt die Nahrungsgrundlage für die tierischen Organismen, die Konsumenten und auch die Bakterien, die *Destruenten*, dar. Diese setzen aus den organischen Verbindungen Mineralsalze frei, die dann wieder von autotrophen Pflanzen genutzt werden können. So schließt sich der Stoffkreislauf. Innerhalb dieses Stoffkreislaufes spielt der Phosphor eine besonders herausragende Rolle, da er zumeist nicht in ausreichender Menge vorhanden ist und dadurch die Produktion im See limitiert. Gelangt er in größeren Mengen in unsere Gewässer, so kann es zu einer explosionsartigen Vermehrung von Algen kommen. Man nennt diesen Vorgang *Eutrophierung*.

1. Der See als Lebensraum

Die wichtigsten Lebensbereiche eines Sees lassen sich in die Zone des freien Wassers (Pelagial) und die Bodenzone (Benthal) unterteilen. Letztere untergliedert man noch in die Uferzone (Litoral) sowie die Zone des unbelichteten Seebodens (Profundal). Bei sehr flachen Seen und Weihern fehlt dieses Profundal und Höhere Pflanzen können bis zu den tiefsten Bereichen des Seegrundes vordringen, der damit insgesamt zum Litoral wird.

Die *Uferzone* (Litoral) ist ein besonders artenreiches Biotop und auch die pflanzliche Produktion ist hier besonders hoch. Je größer der Anteil des Litoralbereiches an der Gesamtfläche eines Sees wird, umso größer wird auch seine Bedeutung an der Gesamtproduktion. Besonders auffällig ist das rege Fischleben im Litoral. Fische finden hier Schutz und Nahrung und neben Friedfischen kommen auch Raubfische vor. Wegen des hohen Nahrungsangebotes ist die Nahrungskette im Litoral im Allgemeinen um ein bis zwei Glieder länger als im Freiwasser. Die charakteristische Lebensgemeinschaft des freien Wassers (Pelagials) ist das Plankton. Die mikroskopisch kleinen Algen, das Phytoplankton, sind für die Produktion in diesem extremen Lebensraum verantwortlich. Bei einem hohen Angebot an Mineralsalzen kann die Dichte der Phytoplankter einige Zehntausend pro Milliliter Wasser ausmachen. Wegen ihres geringen Übergewichtes gegenüber dem Wasser sinken Algen beständig ab. Die Konsumenten des Phytoplanktons, die Zooplanktontierchen, besitzen die Möglichkeit der Eigenbewegung. Manche Zooplanktonarten können deshalb lichtgesteuerte tagesperiodische Vertikalwanderungen in Seen ausführen, wobei diese nur im Sommerhalbjahr stattfinden. Am *Seeboden*, dem Benthal, dominieren heterotrophe Organismen die Nahrungskette. Photosynthese kann in der Dunkelheit der Tiefe nicht mehr betrieben werden. Die Intensität des Umsatzes der heterotrophen Organismen hängt davon ab, wie viel organisches Material auf die Sedimentoberfläche herabsinkt. Für die verschiedenen Tierarten, die auf und im Sediment leben, stellt aber auch der Sauerstoffvorrat des Tiefenwassers eine entscheidende Lebensgrundlage dar.

2. Nahrungsbeziehungen und Stoffkreislauf im See

Im ersten Kurzfilm dieses Kapitels werden die Grundlagen der Produktion und Konsumption erläutert. Während grüne Pflanzen nur in der durchlichteten Oberflächzone eines Sees gedeihen können, hängt das Vorkommen der Konsumenten und Destruenten nicht vom Licht, sondern vom Angebot an verwertbarer organischer Materie ab. Die Primärproduktion an Biomasse liefern im Uferbereich die Wasserpflanzen und die Aufwuchsalgen, im Freiwasser das Phytoplankton. Von diesem leben die vielen verschiedenen Zooplanktonorganismen. Sie können aber nicht alle Algen gleich gut verwerten. Die größeren, vor allem die mit Schwefelsäure versetzten Algen werden weniger gut oder praktisch gar nicht gefressen, so dass sie gegenüber den kleinen, gut verwertbaren Algen in einen Konkurrenzvorteil geraten und sich im Verlauf des Sommers durchsetzen. Die Zooplanktontiere werden von räuberischen Artgenossen oder von Friedfischen konsumiert. Friedfische fressen also tierische Nahrung und keine Phytoplanktonalgen. Hier besteht oft eine falsche Auffassung.

In jedem der verschiedenen Lebensräume eines Sees gibt es unterschiedliche *Nahrungsketten*. Besonders vielfältig sind sie im Uferbereich eines Sees ausgebildet, da dort reichhaltige Strukturen vorhanden sind. Die einzelnen Nahrungsketten sind nicht streng voneinander zu trennen. Es kommt zum Transport verwertbaren organischen Materials vom Litoral ins Freiwasser und umgekehrt. Besonders die Bakterien sind es, die die einzelnen Nahrungsketten miteinander *vernetzen*. Sie setzen zum einen totes organisches Material um, das nicht direkt für andere Organismen verwertbar wäre, sondern erst in Form der daraus entstehenden Bakterien. Zum anderen werden von Bakterien aber auch gelöste organische Verbindungen

aus dem Wasser aufgenommen und in feste Bakterienbiomasse umgewandelt. Damit können auch diese Verbindungen, die für die Nahrungskette ansonsten verloren wären, wieder greifbar gemacht werden. Von jeder Ebene der Nahrungskette geht jeweils nur ein Bruchteil in die Nächstfolgende über. Man kann die Verteilung der Biomasse auf die einzelnen Ebenen oder Glieder der Nahrungskette daher auch mit einer Pyramide vergleichen, der Nahrungspyramide. Die breite Basis stellt die Primärproduktion dar, von der die Primärkonsumenten (Zooplankton), die Sekundärkonsumenten (Friedfische) und schließlich die Endkonsumenten (Raubfische) leben. Grob vereinfacht kann man sagen, dass sich die Biomasse von einer zur anderen Ebene dieser Pyramide um den Faktor 10 verändert (100 %, 10 %, 1 %, 0,1 %). Beim Abbau der organischen Substanz durch heterotrophe Organismen werde Kohlenstoffdioxid und Mineralsalze freigesetzt. Sie stellen die Grundlage für die Primärproduktion dar. Man spricht daher von einem Stoffkreislauf, da Aufbau, Umbau und Abbau so eng miteinander gekoppelt sind und ineinander übergehen. Es bleibt nur wenig übrig, was in diesen Kreislauf nicht mehr eingeschleust wird, wie z.B. die selbst für Bakterien nicht mehr verwertbaren Huminstoffe, die Moorgewässer braun färben.



Rutte im Hintersee, Berchtesgaden

3. Zirkulation und Sauerstoffverteilung im See

Unter unseren klimatischen Bedingungen erfahren Seen im Verlauf eines Jahres einen charakteristischen Wechsel von Durchmischung (Zirkulation) und Schichtung (Stagnation). Diese beiden Phasen wechseln sich zweimal im Jahr ab. Wir kennen die Frühjahrs- und Herbstzirkulation sowie die Sommer- und Winterstagnation. In anderen Gebieten der Erde können aufgrund anderer klimatischer Verhältnisse vollkommen abweichende Verhältnisse vorkommen. Die Durchmischungsphasen sind von besonders großer biologischer Bedeutung, da hierbei die im Wasser gelösten Gase (vor allem Sauerstoff) und Mineralsalze gleichmäßig verteilt werden. Man kann vereinfacht sagen, dass der See während dieser Phasen „Luft holt“. Die Durchmischung findet bei einer Temperatur von ca. 4 ° C statt. Bei dieser Temperatur weist das Wasser seine größte Dichte auf, und zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser besteht kein Dichteunterschied. Im Sommer und Winter ist das anders. Hier lagert leichteres über schwererem Wasser und verhindert eine Durchmischung. Im Winter sind die Dichteunterschiede allerdings sehr gering und jeder Sturm würde die Schichtung zerstören und eine Zirkulation einleiten. Eine Stagnation kann hier nur bei einer Eisbedeckung erfolgen. Während der Durchmischung kann das Wasser Sauerstoff aus der Atmosphäre aufnehmen. Da die Löslichkeit von Gasen bei niedrigen Temperaturen besser als bei hohen ist, kann sich bei 40 ° C viel Sauerstoff lösen, nämlich ca. 13 mg/l Wasser. Bei 30 ° C sind es nur ca. 7 mg/l. Da das Tiefenwasser eines Sees während der Stagnationsphasen nicht mit der Atmosphäre in Kontakt treten kann, muss der Sauerstoff für das Leben in der Tiefenzone (Hypolimnion) für viele Monate ausreichen. In der durchlichteten Oberflächenschicht besteht dieses Problem nicht. Hier leben Algen, die bei der Photosynthese Sauerstoff produzieren. Im Sommer wird die Oberflächenschicht eines Sees (Epilimnion) weiterhin durchmischt und kann aus der Atmosphäre Sauerstoff aufnehmen oder bei Übersättigung an diese abgeben. Je mehr Algen in der durchlichteten Zone eines Sees gebildet werden, umso kritischer wird die

Sauerstoffsituation im Hypolimnion eines Sees. Tiere und Bakterien verbrauchen bei der Verwertung von Biomasse Sauerstoff und je höher das Angebot an absinkender Biomasse ist, umso intensiver wird der Sauerstoff verbraucht. In manchen Seen findet man schon im Mai keinen Sauerstoff mehr, in anderen ist dagegen noch im Spätsommer kaum eine Veränderung gegenüber der Zirkulationsphase zu bemerken.

4. Die Rolle des Phosphats

In den allermeisten Seen wird die Primärproduktion durch einen Mangel an Phosphat limitiert. Das heißt, andere wichtige Mineralstoffe wie Kohlenstoff und Stickstoff sind in ausreichendem Maß vorhanden, die Algen können sich aber wegen eines Phosphat-Mangels nicht weiter vermehren. Phosphor ist ein essentieller Mineralstoff und hat im Energiestoffwechsel aller Organismen eine überragende Bedeutung. Im Sommer findet man gelöstes Phosphat in der durchlichteten Zone eines Sees praktisch nicht. Fast der gesamte Phosphor ist in den dort lebenden Organismen enthalten. Wird durch Absterben oder Ausscheidung Phosphat frei, so wird es umgehend von Algen aufgenommen. Mit den absinkenden Algen gelangt der in ihnen gebundene Phosphor in die Tiefenzonen eines Sees und schließlich auf das Sediment (*Phosphatlift*). Enthält das Tiefenwasser genügend Sauerstoff, so wird das bei der bakteriellen Zersetzung freigesetzte Phosphat als Eisenphosphat ausgefällt oder an Sedimentpartikel sorbiert (*Phosphatfalle*). Bei Aufzehrung des Sauerstoffs kommt es dagegen zu einer explosionsartigen Freisetzung des Phosphats. Während der Zirkulationsphasen wird dieses Phosphat im See verteilt, jedoch zu einem großen Teil wieder ausgefällt, da ja dann Sauerstoff vorhanden ist, der die Eisenphosphatbildung begünstigt. Auf diese Weise bleibt das Phosphat der begrenzende Faktor für die Primärproduktion. Erst wenn von außen beständig Phosphat zugeführt wird, gerät ein See aus dem biologischen Gleichgewicht.

5. Eutrophierung

Unter natürlichen Bedingungen verändert sich die Produktivität eines Sees kaum. Erst wenn von außen Phosphor eingebracht wird, steigt das Algenwachstum sehr rasch an. Man konnte dieses Phänomen an sehr vielen unserer Seen beobachten. Schuld daran waren Abwassereinleitungen aus der Industrie und den Haushalten sowie die Einschwemmung von Dünger aus der Landwirtschaft. Auch der durch Verbrennung in die Atmosphäre gelangende Phosphor, der als trockener oder feuchter Niederschlag auf die Gewässer auftrifft, spielt eine Rolle. Durch die Abwasserfernhaltung von Seen (Ringkanalbau) und die in Klärwerken betriebene Phosphorfällung ist der über Abwässer in Seen gelangende Phosphoranteil immer geringer geworden. Dadurch rückte die Landwirtschaft als Verursacher einer Phosphorbelastung an die erste Stelle. Eine erhöhte Phosphorzufuhr führt direkt und schlagartig zu einer Algenvermehrung. Dadurch kann ein See innerhalb kurzer Zeit von einem klaren, algenarmen zu einem trüben, algenreichen Gewässer werden. Ein *oligotropher* See wird zu einem *eutrophen* See, den Vorgang nennt man Eutrophierung. Die erhöhte Primärproduktion zieht eine deutliche Vermehrung des Zooplanktons nach sich, was sich wiederum in einem erhöhten Fischwachstum bemerkbar macht. Die Eutrophierung wirkt sich aber viel weitreichender aus als über die deutlich erhöhte Algen- und Zooplanktondichte im Oberflächenwasser. Durch absterbende und absinkende Planktonorganismen wird der Sauerstoffvorrat in der Tiefe des Sees aufgebraucht. Das hat zur Folge, dass alle tierischen Benthosbewohner absterben und ausschließlich Bakterien vorkommen, die unter diesen Bedingungen leben können. Es kommt zur Bildung von giftigem Schwefelwasserstoff. Unter diesen Bedingungen lösen sich Eisenphosphate auf. Dagegen bildet sich praktisch unlösliches Eisensulfid. Wenn während der Zirkulationsphasen wieder Sauerstoff Zutritt, fehlt dem

Phosphat dann der Bindungspartner Eisen und es bleibt in Lösung. Es tritt eine sogenannte *interne Düngung* auf, die den Prozess der Eutrophierung beschleunigt. Solche eutrophierten Seen sind als Badegewässer ungeeignet und auch die Fischerei leidet. Glücklicherweise kann es heute gelingen, den Eutrophierungsprozess nicht nur zu stoppen, sondern rückgängig zu machen. Man nennt diesen Vorgang *Reoligotrophierung*.

Weitere Medien

32/42 10419 Lebensraum See. 16-mm-Film/VHS
16 min, f
32 03510/42 02340 Der See als Nahrungsraum für Vögel. 16-mm-Film/VHS 15 min, f
42 01749 Der Teich im Park - ein labiles Ökosystem. VHS 12 min, f
32 03962/42 01764 Konzert am Tümpel. 16-mm- Film/VHS 14 min, f
66 00100 Erlebnisreisen in die Natur - Der See. CD-ROM
60 00020 Der See: Simulationsprogramm zum Ökosystem. Software

Produktion

Dr. Walter Sigl, im Auftrag des FWU Institut für Film und Bild, 1998

Buch und Regie

Sonja Riedel
Dr. Walter Sigl
Dr. Gabi Thielmann

Kamera

Dr. Walter Sigl

Trick

Sabri-Systeme

Video-Nachbearbeitung

AVP Videotransfer

Schnitt

Dr. Walter Sigl

Begleitkarte und Fachberatung

Prof. Dr. Arnulf Meizer

Bildnachweis

Dr. Walter Sigl
Uwe Scherner

Pädagogische Referentinnen im FWU

Dr. Gabi Thielmann,
Sonja Riedel

Verleih durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen

Verkauf durch FWU Institut für Film und Bild, Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 1998 FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltalsteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (089) 6497-1
Telefax (0 89) 64 97-2 40
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>



**Zentrale Sammelnummern
für unseren Vertrieb:**
Telefon (089) 6497-444
Telefax (089) 6497-240

GEMA

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Keine unerlaubte Vervielfältigung,
Vermietung,
Aufführung, Sendung!

Freigegeben

o. A. gemäß § 7

JÖSchG FSK