

Natur und Heimat

Blätter für den Naturschutz und alle Gebiete der Naturkunde

Herausgegeben vom Bund Natur und Heimat

der Gaue Westfalen-Nord und -Süd im Westfälischen Heimatbund

Schriftleitung: Univ.-Prof. Dr. Heinrich Feuerborn, Berlin

1937

1. Heft

Januar/März

Das „freie Wasser“ unserer Seen!

Ein Beitrag zur Seentypenlehre.

H. K r i e g s m a n n , Dortmund

(Aus der Biologischen Station „Heiliges Meer“ des Landesmuseums für Naturkunde der Provinz Westfalen.)

Der landläufige Begriff *S e e* deckt sich nicht immer mit dem Inhalt, den der Biologe diesem Wort gibt. So wird es überraschen, zu hören, daß der Dümmer trotz seiner weiten Wasserfläche *k e i n* See ist, denn es fehlen ihm dessen wesentlichste Lebensräume: das freie Wasser oder Pelagial und der Boden der Tiefe, das Profundal. Auf dem Schlamm seines flachen Beckens wurzeln noch überall höhere Pflanzen. Schilf und Binsen sind auf seiner ganzen Fläche in Horsten angesiedelt. Laichkräuter und Armleuchtergewächse bilden dichte Rasen unter dem Wasserspiegel. Der Dümmer zeigt also (in größerer Ausdehnung) ein Bild, wie wir es von unseren Weihern kennen.

Anders ein echter See! Seine größere Tiefe erlaubt dem Pflanzenwuchs nicht, den Boden einzunehmen. Nur am Ufer wird eine mehr oder weniger breite Zone bis zu einer Tiefe von ungefähr 6 bis 8 m von ihnen besiedelt. Wegen des Licht- und Sauerstoffmangels oder wegen der Anwesenheit von Schwefelwasserstoff im Schlamm wächst in größeren Tiefen nur noch ein dünner Überzug von niederen Pflanzen, unter denen die Blau- und Kieselalgen und die Schwefelbakterien vorherrschen.

Daß die Tiergesellschaft am Boden eines Weihers völlig verschieden ist von der des Profundals eines Sees, ergibt sich schon aus der Abhängigkeit der Tiere vom Pflanzenwuchs. Den extremen Lebensbedingungen am Boden eines Sees sind nämlich nur wenige Arten angepaßt, die aber oft in großer Individuenzahl auftreten. Den pflanzenenerfüllten Boden der seichteren Gewässer bewohnen dagegen viele Arten in meist geringeren Beständen. Diese Unterschiede haben größte Bedeutung für die Ernährung und die Artenauslese unserer Friedfische. Der Fischerei-Biologie sind hier wichtige Forschungsaufgaben gestellt.

Demgegenüber haben die Probleme, die das freie Wasser in so starker und fruchtbringender Weise zum Gegenstand der Forschung gemacht haben, größtes Interesse für die theoretische Biologie. Besonders die stark im Mittelpunkt heutiger Erörterung stehende Ganzheitsforschung hat im Pelagial unserer Seen ihr bestes Untersuchungsobjekt gefunden. Dort

kann schon eine Reihe von Erscheinungen aus kausalen Zusammenhängen heraus erklärt werden.

Vor allem ist es die gesamte Produktion an Organismen, die in ihren Wechselbeziehungen zu den verschiedensten Eigenschaften der Seewässer eingehendst bekannt ist, sodaß der See als „Organismus höherer Ordnung“ oder höherer Dimension bezeichnet worden ist.

Die Begriffstellung des freien Wassers, von dem hier weiter berichtet werden soll, enthält schon wesentliche Vorbedingungen für die angedeuteten Erfolge seiner Erforschung. Das Pelagial umfaßt nämlich die Wassersäule, die über dem profundalen Bereich eines Gewässers steht und bis zu dessen Oberfläche reicht.

Dieser Wasserkörper ist fast völlig frei von den schwer faßbaren Einflüssen, denen die Uferregion ausgesetzt ist. Die Schwierigkeit der genauen Bestimmung dieser Einflüsse am Ufer ist bedingt durch die auf kleinstem Raum sich ändernden Verhältnisse des Bodens, des Bodenbewuchses, des tierischen und pflanzlichen Aufwuchses, des Lichteinfalls, des Wellenschlags usw. Das freie Wasser läßt demgegenüber nur eine vertikale Schichtung verschiedener biologischer, chemischer und physikalischer Faktoren erkennen. Während die Veränderungen in der Horizontalen erst im Bereich des Ufers beginnen. Wenn dann noch berücksichtigt wird, daß das Leben im Wasser gegenüber dem Leben an der Luft weitere Vereinfachungen für die Erforschung bringt, so bleiben folgende Faktoren, deren Zusammenspiel den gesamten Lebensablauf im freien Wasser richtunggebend bestimmt:

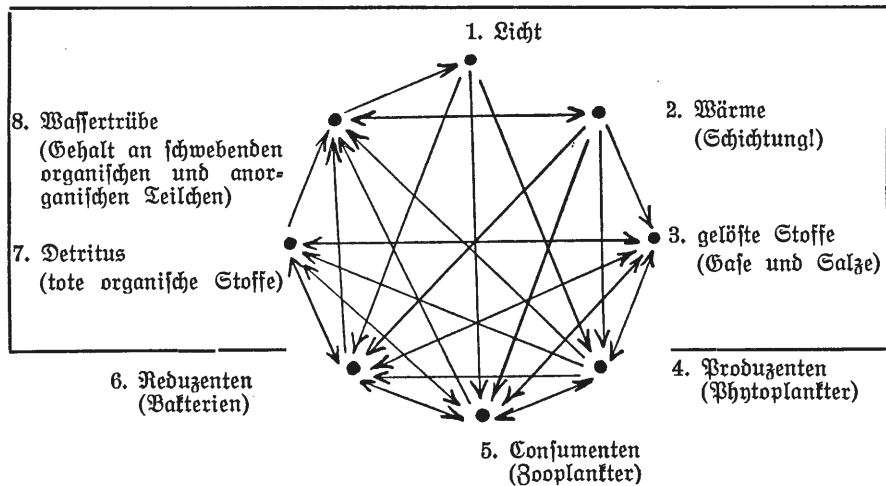


Abb. 1

Schematische Darstellung der ganzheitlichen Betrachtung des Pelagials als Lebensraum. Die wichtigsten Beziehungen der acht Hauptfaktoren zueinander sind durch die Pfeile angedeutet.

Die Umrandung der Faktorengruppe 1, 2, 3, 7 und 8 weist darauf hin, daß der See nicht von seiner Umgebung zu trennen ist; daß direkte Beziehungen zwischen diesen Faktoren im See und den klimatischen, geologischen und morphologischen Eigenheiten der umgebenden Landschaft vorhanden sind.

Bei einer Zahl von 8 Faktoren sind nach der Abbildung 1 immer noch 32 wichtige Beziehungen vorhanden, die ursächlich in den Kreislauf der Lebensvorgänge des freien Wassers eingreifen können. Eine Wirrnis von Wirkungen tut sich auf, die sich aber bei starkem Vorherrschen eines Faktors, und noch mehr bei der möglichen Einzelbehandlung eines der Lebensvorgänge wesentlich vereinfacht. So ist z. B. die Anwesenheit von schwebenden pflanzlichen Organismen im Pelagial (= Phytoplankton) nach dem obigen Schema von den Faktoren 1, 2, 3 und 5 direkt abhängig. Das Schema für diese Teilproduktion, eingeschlossen die indirekten Bewirkungen, zeigt die Abbildung 2, wobei die für das Phytoplankton * unbedeutenden Einwirkungen auf 5 nicht berücksichtigt sind.

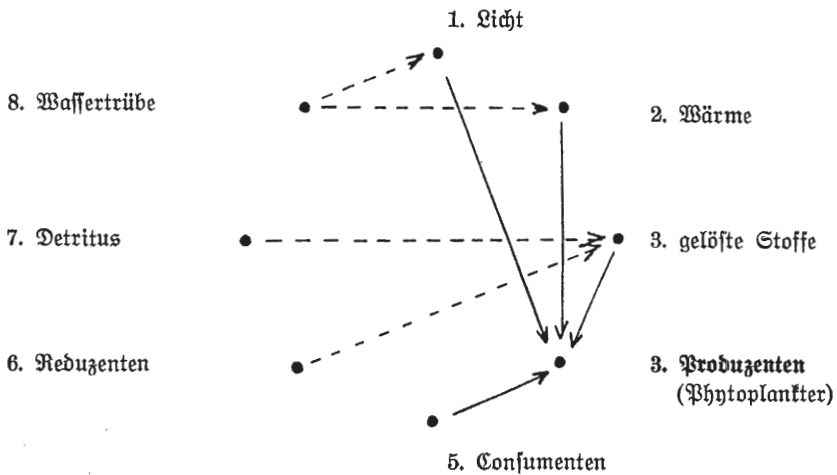


Abb. 2

Teilschema der Abb. 1 in Bezug auf die Produktion an Phytoplankton.

(———— = direkte Bewirkungen)
 (----- = indirekte Bewirkungen)

Es bleiben nur 9 Beziehungen, die aber alle 8 Faktoren erfassen und damit schon rein äußerlich die Unteilbarkeit eines Lebensraumes erkennen lassen. Eine kurze Besprechung des angeschnittenen Beispiels mag das noch weiter in seinen tieferen Ursachen herausstellen.

Licht, Wärme und gelöste Aufbaustoffe sind die wichtigsten Bedingungen zur Vermehrung von pflanzlichen Zellen, in unserem Falle zur Bildung des Phytoplanktons. Die Konsumenten, oder hier die Zooplankter spielen nur die Rolle eines wenig hervortretenden Hemmungsfaktors in dieser Rechnung. Das Eindringen des Lichtes in größere Tiefen ist ganz vom Gehalt des Wassers an trübenden Teilchen abhängig. Bei einer bestimmten Tiefe ist für die Phytoplankter eines Sees das Lichtminimum erreicht. Und nur bis zu dieser Grenze reicht dann der Aufbau der pflanzlichen Substanz.

* Plankton ist die passiv schwebende Lebensgemeinschaft des freien Wassers.

Oberhalb dieser Grenze wird der im Minimum vorhandene Aufbaustoff bestimmend für die quantitative Auswirkung der Wachstumsenergien der Plankter. Die Aufzehrung eines unentbehrlichen Elementes bedingt dort zwangsläufig den Stillstand der Produktion. Phosphor (P) und Stickstoff (N) sind für die meisten Seen diese „Minimumstoffe“. In Seen mit Kalkgehalt erreicht die Produktion ihren Höhepunkt, wenn P und N im Wasser nicht mehr nachzuweisen sind. Stehen dabei die Nährstoffe in reichlichem Maße zur Verfügung, so ist das Wasser durch die große Menge des Phytoplanktons fast das ganze Jahr hindurch grün gefärbt. Der betr. See wird dem eutrophen Typus zugeschrieben, dessen spezieller Lebensablauf im Jahre hauptsächlich in der Hydrobiologischen Station in Plön (Holstein) untersucht worden ist. Der entsprechende Typus nahrungsarmer Seen, der oligotrophe, erfährt seine hauptsächlichste Erforschung an zwei Stationen am Alpenrand: Langenargen am Bodensee und Lunz in Niederösterreich.

In der Abbildung 2 ist aber durch die Wirkung $7 \rightarrow 3$ noch ein dritter Typus angedeutet, der hauptsächlich durch größere Mengen von eingeschwemmtem Detritus (meist Wasserhumus) und durch das gleichzeitige Fehlen des Kalkes gekennzeichnet ist. In ihm ist trotz des immer möglichen Nachweises von P und N nur ein spärliches Phytoplankton entwickelt. Neueste Untersuchungen haben gezeigt, daß in diesen Seen der Phosphor zum allergrößten Teil sich an den erwähnten kolloidalen Detritus angelagert hat, wodurch er bei der Analyse nachweisbar bleibt, während er für das Phytoplankton in dieser Form unangreifbar und damit Minimumstoff wird. Der dystrophe See, wie dieser Typus genannt wird, hat sein Hauptverbreitungsgebiet in den skandinavischen Ländern*.

Allen drei Seetypen ist in unseren Breiten dann noch eine komplizierte Art der Schichtung im Sommer eigen, die in erster Linie durch den noch unbesprochenen Faktor 2 des Beispiels (Abb. 2) entsteht: nämlich durch die Erwärmung des Wassers. Sobald im Frühjahr die oberflächlichen Schichten durch ihre starke Wärmeaufnahme an der vorhandenen Wassertrübe über 4° erwärmt werden, tritt eine von diesen Temperaturunterschieden abhängige Schwerkichtung auf. Das kalte und schwere Wasser bleibt dabei in Bodennähe liegen. Im Hochsommer und Herbst wird diese Schichtung so stabil, daß sogar bei starken Stürmen ein Durchbruch der sog. Sprungschicht nicht stattfindet. Abb. 3 ist ein Versuch, diese Bremschicht bildlich darzustellen. Die in diesem Falle mit der starken Temperaturerniedrigung zwischen 4 m und 7 m paralleelgehende Abriegelung der oberen Wasserschichten von den unteren, ist Ursache für die wichtigsten Einwirkungen auf die Artenauslese der Plankter und auch auf ihre quantitative Entfaltung. Ein Beispiel mag das erläutern: Die im Seewasser gelöste Kieselsäure wird während des Sommers durch das Absinken der

* Durch das Entgegenkommen des Landesmuseums für Naturkunde in Münster und mit der Unterstützung meines Lehrers, Herrn Prof. Feuerborn, konnte ich während der letzten zwei Jahre die Seen des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ genauer untersuchen. Dabei ergab sich, daß diese Gewässer ein außerordentlich gutes Untersuchungsobjekt für Seen des dystrophen Typus, kombiniert mit einem stark ausgeprägten Eisenhaushalt darstellen. Der erwähnte Eisenhaushalt verstärkt noch nach meinen Untersuchungen durch bestimmte Vorgänge die Unangreifbarkeit des Phosphors für das Phytoplankton. Über diese für uns einmaligen und spezielleren Verhältnisse in den größten natürlichen Seen Westfalens und über die daraus entspringenden lohnenden Forschungsaufgaben hoffe ich noch genauer berichten zu können.

abgestorbenen Kieselalgen aus den oberen Schichten des Sees immer mehr entfernt. Ein nennenswerter Ertrag kann nicht stattfinden, da durch die erwähnte Abriegelung die Kieselsäure in den tieferen Wasserschichten gespeichert wird. In den durchlichteten Wasserschichten wird daher für die Diatomeen im Sommer die Kieselsäure zum Minimumstoff. Erst bei der herbstlichen Durchmischung des Wassers wird der Vorrat wieder den lichtreicheren Schichten zugänglich, und die Diatomeen übernehmen dann wieder eine Hauptrolle in der Erfüllung des Pelagials.

Die anscheinend mögliche Zweiteilung in den durchlichteten, Pflanzen aufbauenden und den dunklen, Pflanzen abbauenden Lebensraum wird unhaltbar, wenn nach den eigentlichen Ursachen der erwähnten Lebenserscheinungen gefragt wird. Die Ergründung eines Lebensvorganges ist also nur möglich, wenn er innerhalb seines natürlichen, ganzheitlichen Verbandes erforscht wird. Experimentelle Einzelarbeit kann dabei wertvolle Hinweise geben, aber niemals vollen Ertrag bieten.

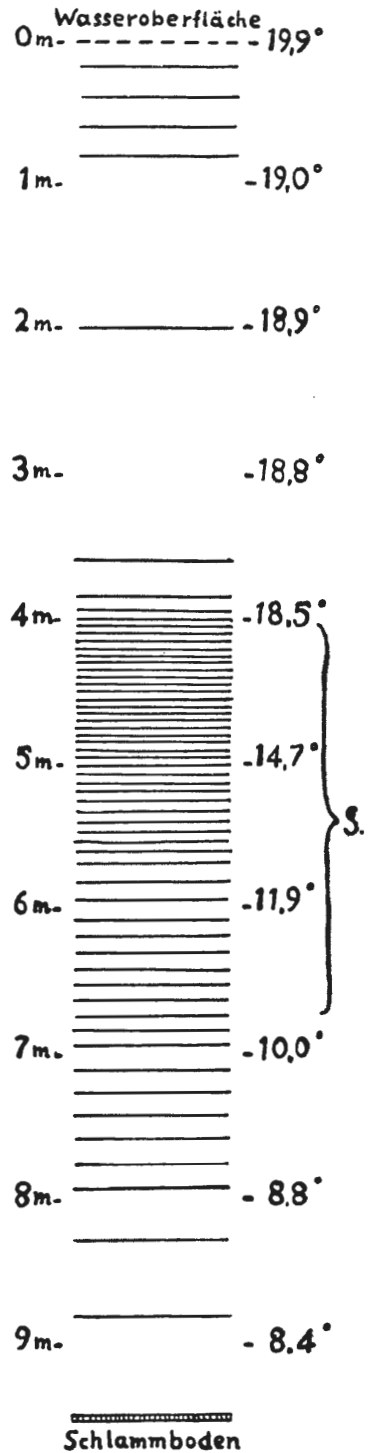


Abb. 3. Temperaturschichtung am 23. 7. 35 im „Großen Heiligen Meer“. Der Abstand zwischen 2 horizontalen Strichen entspricht einem Temperaturunterschied von 0,2°. Die Häufung der Striche zeigt auch die Lage der Bremschicht — Temperatursprungschicht (S) an —, da die Schwertschichtung der Temperaturschichtung weitgehend folgt.