**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Luzern
**Band:** 33 (1993)

**Artikel:** Sedimente als Zeugen der See-Entwicklung
**Autor:** Sturm, Michael
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-523501

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 10.08.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Sedimente als Zeugen der See-Entwicklung

Michael Sturm

Wie Schriftstücke den Lebenslauf der Menschen festhalten, so haben auch im Sempachersee die Seesedimente die Informationen über die Geschichte des Seebeckens gespeichert. Sie sind die Zeugen für vergangene Ereignisse, welche die Entwicklung von Seen beeinflusst und verändert haben.

Die Sedimentation im Sempachersee wird heute wie früher, ähnlich wie im Baldeggersee, Hallwilersee oder im Zürichsee, hauptsächlich durch «autochthone», also durch im See selbst stattfindende Prozesse gesteuert. Da die höchste Erhebung des flachen Reliefs, in welches der See eingebettet ist, nur knapp 250 m höher als der heutige Seespiegel liegt (im Vergleich dazu erheben sich die Gipfel des Vierwaldstättersee-Einzugsgebietes mehr als 3000 m über den Seespiegel), fehlen dem Sempachersee Zuflüsse, welche grosse Mengen von fremdbürtigen («allochthonen») Schwebstoffen in den See bringen könnten.

Die Ablagerungen des Sees bestehen daher hauptsächlich aus den Resten abgestorbener Algen (z. B. Kieselalgen) sowie chemischen Ausfällungsprodukten (z. B. Kalk in Form von Calcit-Kristallen) und enthalten nur sehr geringe Anteile mineralischer Schwebstoffe (Quarz, Karbonate, Feldspäte) aus den Zuflüssen. In einem solchen See verursacht eine erhöhte Zufuhr

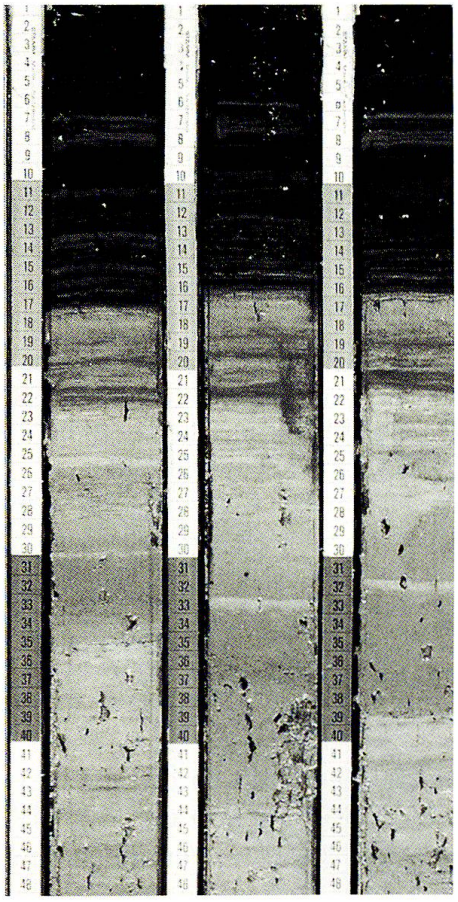


Abb. 1: Sedimentkerne, entnommen im September 1984 aus 87 m Wassertiefe in der Seemitte vor Eich. Gut erkennbar ist der plötzliche Farbwechsel in 16 cm Kerntiefe, welcher den Übergang von einem nährstoffarmen (oligotrophen) zu einem nährstoffreichen (hocheutrophen) Seeregime verdeutlicht (Massstab in cm).

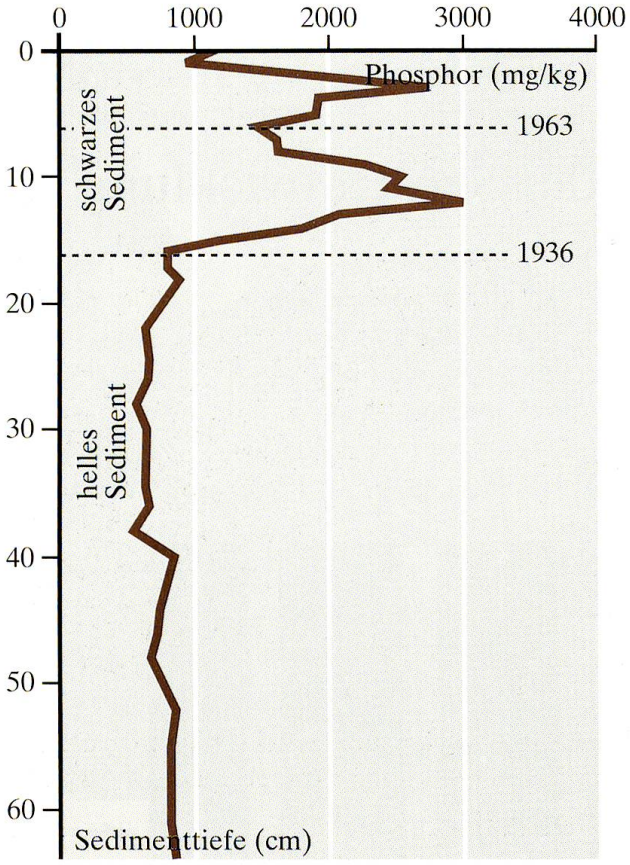


Abb. 2: Die markante Erhöhung der Phosphor-Konzentration in 16 cm Sedimenttiefe eines Sedimentkerns aus dem Sempachersee (Abb. 1) fällt mit dem Beginn der Schwarzfärbung im Jahre 1936 zusammen. Die Konzentrations-Abnahmen um 1963 beziehungsweise 1985 sind bedingt durch Rücklösungsprozesse von Phosphor in die überlagernde Wassersäule und nicht durch Verbesserung der hoch-eutrophen Seebedingungen.

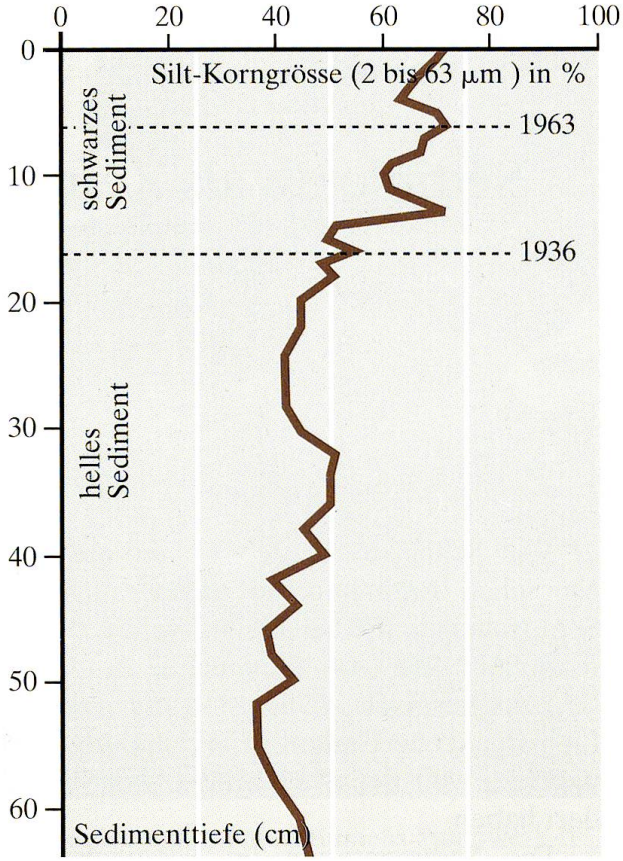


Abb. 3: Die Erhöhung der Silt-Anteile (Korngrössen 2 bis 63 µm) im obersten Teil desselben Sedimentkernes (Abb. 1) dokumentiert eine für eutrophe Seen typische Vergröberung der Korngrössen von Calcit-Kristallen.

von Nährstoffen, die dadurch bedingte Erhöhung der Algenproduktion und die wiederum dadurch ausgelöste Vervielfachung abgestorbener Algenreste eine dramatische Änderung der Sedimentzusammensetzung.

Ein Sedimentkern aus der Mitte des Sees, entnommen in 87 m Wassertiefe vor Eich (Abb. 1), zeigt die Entwicklung von einem ursprünglich gut durchmischten, nährstoffarmen (oligotrophen) zu einem schlecht durchlüfteten, nährstoffreichen (hoch-eutrophen) Seeregime. Der untere, ältere Teil des Kerns besteht aus hellen, beige-grauen Ablagerungen. Sie sind nahezu ungeschichtet und weisen Spuren von wühlenden Organismen (Bioturbation) auf. Das sind Zeichen dafür, dass über der Sedimentoberfläche, im Tiefenwasser (Hypolimnion) des Sees, genügend Sauerstoff vorhanden war. Diese Ablagerungen dokumentieren einen Seezustand, in welchem die Algenproduktion gering war und der vorhandene Sauerstoff ausreichte, abgestorbene Algenreste zum grössten Teil wieder abzubauen.

Die obersten 16 cm des Sedimentkerns stehen in deutlichem Kontrast zu den darunterliegenden Sedimenten. Sie sind auf den ersten Blick homogen schwarz, weisen

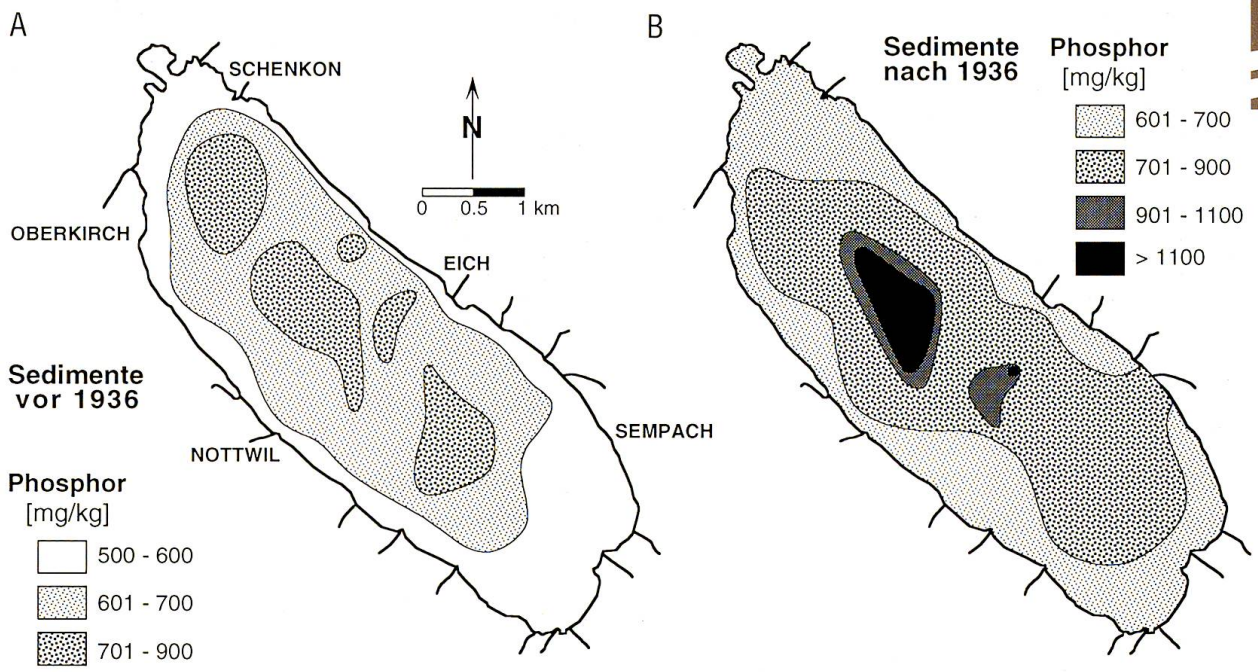


Abb. 4: Die Phosphorkonzentrationen in den Sempachersee-Sedimenten, welche nach 1936 abgelagert wurden (B), sind im gesamten See deutlich höher als in den vor 1936 abgelagerten Sedimenten (A).

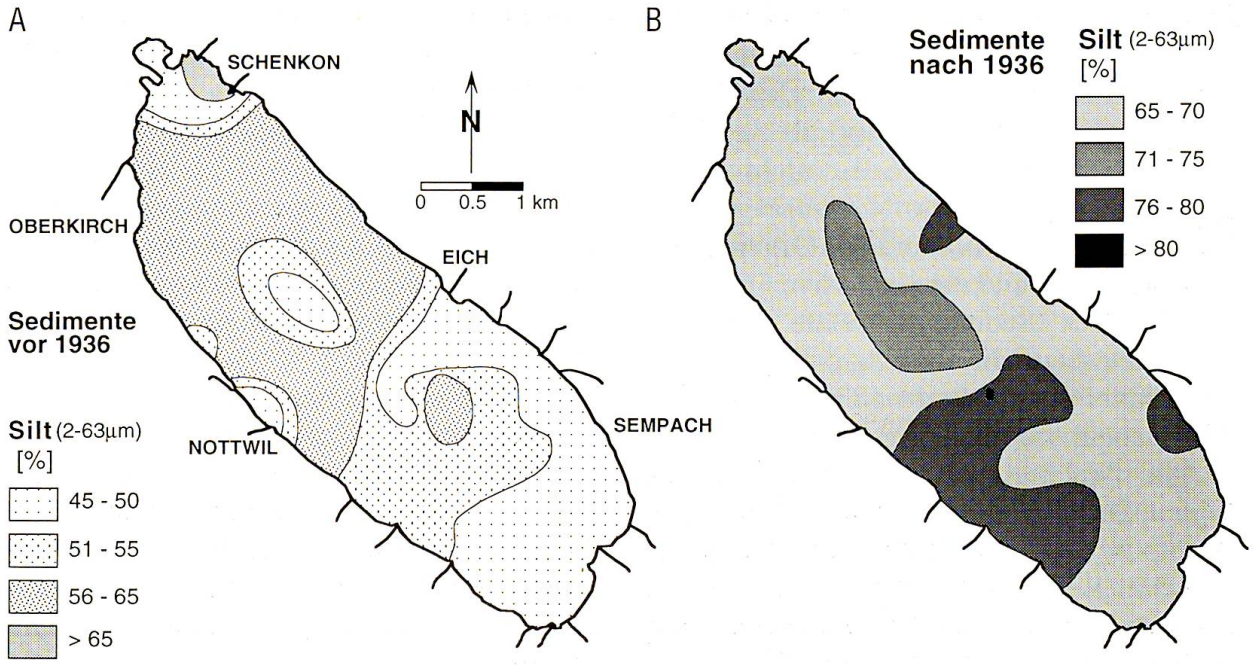


Abb. 5: Die Siltanteile (Korngrössen 2 bis 63 µm) der nach 1936 abgelagerten Sedimente (B) sind entsprechend der Zunahme ihres Siltgehaltes im gesamten See deutlich grösser als in den vor 1936 abgelagerten Sedimenten (A). Gleichzeitig zeigen beide Darstellungen, dass das Sedimentmaterial der Zuflüsse keinen Einfluss auf die Korngrössenverteilung der Sedimente im Sempachersee hat.

jedoch intern eine sehr regelmässige hell/dunkle Feinschichtung auf. Die hellen Lagen bestehen aus grobkörnigen, gut kristallisierten Calciten und den feinen Kieselgehäusen von Diatomeen, die im Frühjahr und Sommer gebildet werden und dann rasch auf den Seegrund absinken. Die schwarzen Lagen bestehen aus nicht abgebautem organischem Material der massiven Algenproduktion der Sommermonate, welches erst im Laufe der Herbst- und Wintermonate auf den Seegrund absinkt. Ein Hell/Dunkel-Paar, welches durchschnittlich 3 bis 4 mm mächtig ist, repräsentiert somit die Dauer eines Jahres und ist typisch für eutrophe Seen mit sauerstofflosem (anoxischem) Tiefenwasser. Solche Sedimente werden als «anoxische Jahreslagen» oder, mit einem Wort schwedischen Ursprungs, als «Varven» bezeichnet und eignen sich ausgezeichnet für sehr genaue und zeitlich hoch auflösende Datierungen von Seesedimenten.

Durch Auszählung der abgelagerten Varven lässt sich der Beginn der eutrophen Sedimentation im Sempachersee auf das Jahr 1936 festsetzen; damit ist gleichzeitig der Zeitpunkt dokumentiert, ab welchem das Tiefenwasser des Sees nicht mehr ganzjährig mit Sauerstoff versorgt wurde. Die sedimentbewohnenden Organismen verschwanden, und eine intensive Schwarzfärbung des Sediments setzte ein. Im Zürichsee setzte die Bildung solcher anoxischer Jahreslagen bereits 1895, im Baldeggersee sogar schon 1885 ein.

Der Wechsel der Ablagerungsbedingungen ist auch in der geochemischen Zusammensetzung der Sedimente dokumentiert. Mit Beginn der Schwarzfärbung nehmen die Phosphor-Konzentrationen (Abb. 2) sprunghaft zu, und gleichzeitig vergröbern sich die durchschnittlichen Korngrössen der Sedimente deutlich (Abb. 3). Die stetige Vergröberung der Korngrössen, die sich in einer Zunahme der Siltfraktion äussert, ist durch eine Vergrösserung der Calcit-Kristalle bedingt. Diese werden in eutrophierten Gewässern massenhaft in den Frühjahrs- und Sommermonaten gebildet, und ihre Grösse steht in direktem Zusammenhang mit der Zu- beziehungsweise Abnahme der Phosphorkonzentration im Seewasser. Bei den Calcit-Kristallen handelt es sich um chemische Ausfällungsprodukte von karbonatübersättigten «Hartwasser»-Seen, wie sie für das schweizerische Mittelland typisch sind.

Die Spuren der Eutrophierung können im Sempachersee aber nicht nur im zentralen Seebecken festgestellt werden. Flächenhaft aus dem gesamten Seebecken entnommene Proben zeigen, dass die Phosphorkonzentrationen in den schwarzen, nach 1936 abgelagerten Sedimenten nahezu doppelt so hoch sind wie in den hellen, vor 1936 abgelagerten Sedimenten (Abb. 4). Parallel dazu kam es, ebenfalls im gesamten See, zu einer deutlichen Vergröberung der Korngrössen in den schwarzen Ablagerungen, bedingt durch eine bis 30prozentige Zunahme der Siltfraktion gegenüber den hellen Ablagerungen (Abb. 5).

1984 wurde der Sempachersee erstmals künstlich belüftet. Dies soll zu einer besseren Durchmischung des Tiefenwassers und damit zur Erhöhung der Sauerstoffkonzentration an der Sediment/Wasser-Grenzfläche führen. Auswirkungen auf die Zusammensetzung der seither abgelagerten Sedimente wurden bereits festgestellt.

Es ist das Ziel weiterer Untersuchungen, die Auswirkungen des künstlichen Sauerstoffeintrages auf die Sedimente zu verfolgen und insbesondere festzustellen, ob sauerstoffbedürftige Lebewesen, die früher Spuren hinterlassen haben (Bioturbation), die Ablagerungen des Sees wieder besiedelt haben. Eine Verbesserung des Sempachersees in biologisch-chemischer Hinsicht wird wieder in seinen Sedimenten niedergeschrieben werden.