

Zur limnologischen Entwicklung des Ossiacher Sees

Von Georg SANTNER, Liselotte SCHULZ, Maria FRIEDL,
Johanna MILDNER, Michael SCHÖNHUBER

Zusammenfassung

Der Ossiacher See ist der drittgrößte See Kärntens. Er gehört zu den holomiktischen Seen, das heißt während der Frühjahres- und Herbstzirkulation wird der Wasserkörper bis zum Grund durchmischelt. Der See weist eine maximale Tiefe von 52,6 m auf, trotzdem ist er im Vergleich zu seiner Größe als relativ seicht zu bezeichnen (mittlere Tiefe: 19,6 m). Der größte Zubringer, die Töbel, hat vor allem bei Unwetter und Hochwasser, ausgelöst durch Erosion und Abschwemmung, starken Einfluss auf die Sichttiefe, Nährstoff- und Sauerstoffsituation des Ossiacher Sees.

Wie die langjährigen Untersuchungen des Ossiacher Sees (seit den 1930er-Jahren begonnen durch Ingo Findenegg) belegen, entwickelte er sich von einem wenig belasteten Gewässer in den 1930er-Jahren zu einem vor allem durch hohe Phosphoreinträge stark belasteten See in den späten 1960er- und 1970er-Jahren. Einhergehend erhöhte sich die Algenbiomasse, Algenblüten beeinträchtigten den Badebetrieb. So konnte die geringste Sichttiefe mit 1 m im August 1972 gemessen werden. Im Herbst 1970 war in 12 m Tiefe weniger als 1 mg/l Sauerstoff vorhanden. Auch die Konzentration des Orthophosphat-Phosphors lag zwischen 1968 und 1972 bei mittleren 10 µg/l.

Anhand der untersuchten Parameter ist ebenso die Reoligotrophierung, die aufgrund der gesetzten Sanierungsmaßnahmen (Bau der Ringkanalisation) mit den späten 1970er-Jahren einsetzte, belegbar. Die Sichttiefe nahm ab 1976 sprunghaft zu und hat sich nun auf dem Niveau der 1930er-Jahre eingependelt. Die metalimnische Sauerstoffzehrung ist seit den 1970er-Jahren zurückgegangen und weist nun Werte wie zu Beginn der Untersuchungsperiode (1930er-Jahre) auf. Die Gesamtposphorkonzentration des Epilimnions erreichte in den 1970er-Jahren Werte bis 28 µg/l und lag in den 2000er-Jahren bei mittleren 10 µg/l. Seit 1973 werden die Abwässer der Kläranlage Feldkirchen bzw. Villach zugeführt und nach der Reinigung aus dem Seeinzugsgebiet abgeleitet. Dies hatte auch deutliche Auswirkungen auf die Orthophosphat-Konzentration (gemessen als $\text{PO}_4\text{-P}$). Es konnte ein Rückgang von mittleren 10 µg/l (1968–1972) auf Werte unter der Bestimmungsgrenze (2 µg/l) festgestellt werden.

Betrachtet man die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons über den gesamten Untersuchungszeitraum, so lässt sich tendenziell eine von der Höhe der Nährstoffkonzentrationen abhängige Abfolge der Kieselalgenarten erkennen. So wurde die Kieselalgen-Gemeinschaft von 1934 bis in die späten 1960er-Jahre von *Cyclotella spp.* beherrscht. In der Eutrophierungsphase, bis in die späten 1970er-Jahre, waren die Gattungen *Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis*, sowie *Asterionella formosa* vorherrschend, begleitet von einem steigenden Anteil an Cyanophyceen. Erst seit Mitte der 1990er-Jahre zeigten sich wieder Arten der Gattung *Cyclotella* dominant im Plankton.

Durch die höheren Nährstoffkonzentrationen während der Eutrophierungsphase Anfang der 1960er-Jahre konnten die Chrysophyceen, Cryptophyceen sowie Chlorophyceen größere Anteile an der Gesamtbioasse ausbilden. Die Anteile der Chryso- sowie Chlorophyceen sind jedoch seit 1988 wieder rückläufig. Der Anteil der Blaualgen war in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich hoch. Mit steigender mittlerer Jahresbiomasse nahm auch der Anteil dieser Gruppe vor allem im Herbst

Schlagworte

Ossiacher See, Eutrophierung, interne Düngung, Kieselalgen

Keywords

Ossiacher See, eutrophication, internal loop, diatoms

zu. Die Algenblüten (*Anabaena* sp., *Microcystis aeruginosa*) vor allem in den späten 1960er- und 1970er-Jahren belegen die Eutrophierungserscheinungen in dieser Zeit. Die Artenzusammensetzung sowie die Höhe der Algenbiomasse sind zurzeit wieder ähnlich wie in den 1930er-Jahren. Ein weiterer Beweis für die Verbesserung des Sees in Richtung des anthropogen unbeeinflussten Referenzzustandes Anfang des letzten Jahrhunderts.

Abstract

The Lake Ossiacher See is the third largest lake of Carinthia. It belongs to the holomictic lakes. In spring and autumn the whole water body is circulating. Although the maximum depth is about 52,6 m, the lake is relatively shallow (mean depth: 19,6 m). The largest inflow, the Tielbel, has – particularly in times of bad weather and flood – a strong influence on the secchi depth, nutrients and oxygen.

As we can see through the long term investigation made on Lake Ossiacher See, it evolved from a water body with low concentrated nutrients to one with high phosphorus concentrations in the late 1960ies and 1970ies. Accompanying algae biomass increased, algae blooms had affects on the bathing tourism. In august 1972 the secchi depth was only about 1 m. In autumn 1970 the oxygen concentration in 12 m was less then 1 mg/l. Between 1968 and 1972 the $PO_4\text{-P}$ had a mean concentration of 10 $\mu\text{g/l}$.

Trough the parameters mentioned above it was possible to observe a process of reoligotrophication. Since 1976 the secchi depth is increasing again and today it is at the level of the 1930ies. Since the 1970ies the metalimnic oxygen depletion is decreasing. Since the year 1973 the waste water was not longer discharged into the lake. Among others this had a strong influence on the concentration of the ortho-phosphorus (measured as $PO_4\text{-P}$). A decrease from 10 $\mu\text{g/l}$ (1968–1972) to values below the detection limit had been observed.

Analysing the composition of the algae there is recognizable a succession of the diatom species. In the 1930ies centric diatoms (*Cyclotella* spp.) were dominant, followed by penate diatoms (*Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa*) by increasing nutrient loading. Even other algae species changed their quota of the algae biomass during the eutrophication of Lake Ossiacher See. Algae blooms of blue-green algae (*Anabaena* sp., *Microcystis aeruginosa*) in the late 1960ies and 1970ies pointed this process. In recent years the composition of the algae species as well as the algae biomass are nearly similar to those of the 1930ies.

EINLEITUNG

Untersuchungsgebiet:

Der Ossiacher See ist mit 10,79 km² der drittgrößte See Kärntens. Er befindet sich zwischen den bewaldeten Steilabfällen der Gerlitzten im Norden und den westlichen Ausläufern der Ossiacher Tauern im Süden. Das Seebecken liegt eingesenkt in altkristalline Gesteinsmassen, die zum Teil vom glazialen Schotter bedeckt sind. Der See besteht aus 2 Becken, die durch eine Schwelle in 10 m Tiefe voneinander getrennt werden. Das östliche kleinere Becken (3,9 km²) hat eine Tiefe von nur 11 m, das westliche große Becken (6,9 km²) ist mehr als 52 m tief. Da große Bereiche des Sees flach sind, weist er nur eine mittlere Tiefe von 19,6 m auf.

Der Ossiacher See wird durch seinen Hauptzufluss Tielbel mit 1,77 m³/s und durch einige kleine Bäche aus dem Gebiet der Gerlitzten gespeist. Die Zuflüsse aus dem Süden sind nur unbedeutend. Im Osten des Sees liegt das von der Tielbel durchflossene Bleistätter Moor mit einer Fläche von etwa 6 km², das vor Jahrzehnten mittels Drainagen für die Landwirtschaft entwässert wurde. Der Abfluss, der Ossiacher Seebach, weist ein langjähriges Jahresmittel von 2,95 m³/s auf.



Der Ossiacher See ist holomiktisch, d. h. er wird während der Zirkulationsphasen im Frühjahr und Spätherbst bis zum Grund durchmischt. In den Sommermonaten wärmt sich das Oberflächenwasser auf mehr als 24 °C auf. Der Wasserkörper ist von Mai bis November streng geschichtet. Das Epilimnion reicht bis rund 6 m Tiefe, die Grenze zwischen dem Meta- und dem Hypolimnion liegt am Ende der Sommerschichtung bei 15 m. Die Eisbedeckung dauert nur wenige Wochen, in milden Wintern bildet der Ossiacher See keine Winterdecke aus. Beobachtet wird die limnologische Entwicklung des Ossiacher Sees schon seit 1931.

Seehöhe	501	m.ü.A
Fläche	1.078,75	ha
Volumen	206,28	Mio. m ³
Länge	10,38	km
Breite	1,54	km
max. Tiefe	52,6	m
mittlere Tiefe	19,6	m
Einzugsgebiet	162,91	km ²
Abfluss MQ	3.550	l/s
theoretische Wassererneuerungszeit	1,8	a
Uferlänge	25	km

Abb. 1:
Der Ossiacher See vom Norden Richtung Südwesten gesehen (Foto: Julia Lorber). Kleines Bild: Tiefenkarte.

Tab. 1:
Morphometrische Daten des Ossiacher Sees.

Sanierungsmaßnahmen

Die Abwässer im Einzugsgebiet des Ossiacher Sees werden über die Kläranlage Villach und die Kläranlage Feldkirchen gereinigt. Im unmittelbaren Bereich des Sees werden die Abwässer über Seedruckleitungen und im freien Gefälle nach Villach abgeleitet. Die Abwässer des Einzugsgebietes der Tiebel und der Stadt Feldkirchen werden in der Kläranlage Feldkirchen gereinigt und über eine Pumpdruckleitung in die Glan – und somit aus dem Einzugsgebiet des Sees – abgeleitet.

Das Drainagewasser aus dem Bleistätter Moor, einschließlich der Dränwässer des Poldergebietes (200 ha), wird in Sammelgräben gefasst und direkt und teilweise über einen Pumpgraben in die Tiebel gefördert. Die jährlich anfallende Drainagewassermenge wird mit 2–3 Mio. m³ geschätzt. Dies entspricht einer Phosphorfracht von 500 bis 1000 kg Phosphor pro Jahr in den Ossiacher See.

Eine wesentliche Grundlage des vorliegenden Berichtes bildete die Publikation „Der Ossiacher See, Kärnten Österreich, Limnologische Langzeitentwicklung 1964–2005“ (2009) von L. SCHULZ, J. MILDNER, A. RAUTER, G. SANTNER und M. SCHÖNHUBER.

Ergebnisse und Diskussion

Die dem Bericht zugrunde liegenden chemischen Analysen wurden vom akkreditierten (EN 45001) Umweltlabor des Amtes der Kärntner Landesregierung durchgeführt.

Sichttiefe

Im Ossiacher See lässt sich anhand der Sichttiefe die Entwicklung des Tourismus im Einzugsgebiet des Sees sowie das Wirksamwerden der ge-

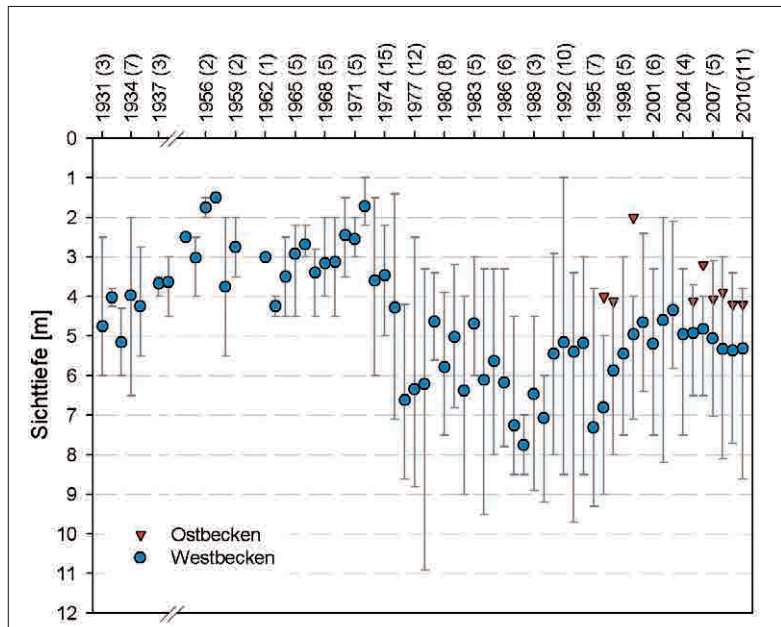


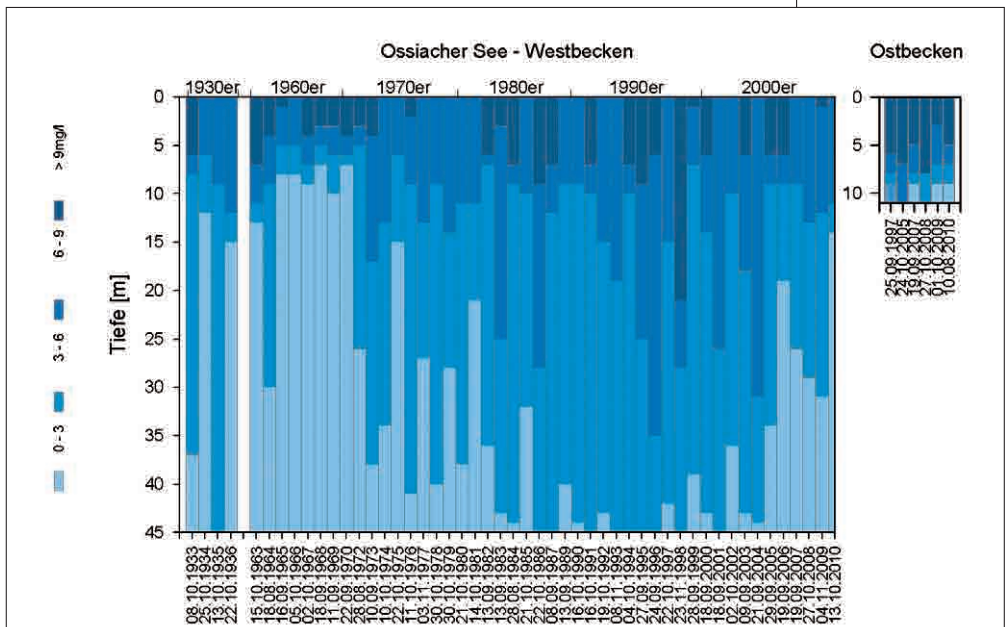
Abb. 2:
Mittlere, minimale
und maximale
Sichttiefe des
Ossiacher Sees
zwischen 1934 und
2010.

setzten Sanierungsmaßnahmen nachvollziehen (Abb. 2). Die Nüch-
 tigungszahlen am Ossiacher See stiegen von den 1950er-Jahren bis
 Anfang der 1970er von 100.000 auf über 2 Mio. an, und entsprechend
 nahm die Menge der häuslichen Abwässer, die ungeklärt in den See ge-
 langten, zu. Durch das gesteigerte Nährstoffangebot stiegen die Algen-
 biomassen, wodurch eine Verringerung der Sichttiefe eintrat. Der Höhe-
 punkt der Eutrophierung wurde Anfang der 1970er-Jahre erreicht. Die
 Sichttiefe spiegelt diese Entwicklung durch einen Wert von 1 m im
 August 1972 wider. 1970 wurde mit dem Bau des geplanten Kanalisa-
 tionssystems begonnen, der 1980 im unmittelbaren Einzugsgebiet des Os-
 siacher Sees abgeschlossen war. Eine deutliche Verbesserung der Sichttie-
 fenwerte ist bereits ab 1976 zu beobachten. Im Februar 1978 wurde ein
 Maximum von 10,9 m gemessen. Seit den 2000er-Jahren liegt die Licht-
 durchlässigkeit des Ossiacher Sees wieder auf dem Niveau der 1930er-
 Jahre. Die Sichttiefe im Ostbecken ist durchwegs geringer als im
 Westbecken. Begründet ist dies hauptsächlich durch die Nährstoff- und
 Sedimentfrachten der Tiebel. Der Zubringer des Ossiacher Sees bringt
 sehr viel Feinsediment mit, wodurch die Sichttiefe im Ostbecken gemin-
 dert wird.

Sauerstoff

Im holomiktischen Ossiacher See gelangt mit jeder Vollzirkulation
 (Feb./März und Nov./Dez.) sauerstoffreiches Wasser bis zum Grund.
 In den Sommermonaten kommt es durch die Erwärmung der oberen
 Wasserschicht zu einer Schichtung verschieden temperierter Wasser-
 körper. Während dieser Sommerstagnationsphase wird das Hypolimnion
 von der Sauerstoffversorgung einerseits durch die Atmosphäre und
 andererseits durch die Produktion der autotrophen Organismen

Abb. 3:
 Sauerstoffkonzentration im Herbst
 von 1933 bis 1936,
 sowie 1964 bis 2010.



isoliert. Der im Tiefenwasser vorhandene Sauerstoff wird durch mikrobiologische Abbauvorgänge verbraucht. Je mehr Biomasse aufgrund hoher Nährstoffkonzentrationen gebildet wird, desto mehr Sauerstoff ist zu deren Abbau erforderlich. Die Sauerstoffsituation gegen Ende der Stagnationsphase gibt somit Aufschluss über die Produktivität eines Sees.

In den 1930er-Jahren lag zu den Herbstterminen die mittlere Sauerstoffkonzentration in 12 m bei 3,4 mg/l. In den 1960er-Jahren sank diese auf 2,09 mg/l. Im Ossiacher See war Anfang der 1970er-Jahre der Höhepunkt der Eutrophierung erreicht. 1970 wurde ab 12 m Tiefe weniger als 1 mg/l Sauerstoff nachgewiesen und die 3 mg/l Grenze (unter 3 mg/l kommt es zu einer Phosphorrücklösung aus dem Sediment) lag bei 7 m Tiefe (Abb. 3). Ab 1972 erfolgte die Ableitung der Abwässer der Kläranlage Feldkirchen in die Glan und nicht mehr in den See. Die Seensanierungsmaßnahmen im unmittelbaren Seeuferbereich wurden 1980 fertig gestellt. Aufgrund der fortschreitenden Reoligotrophierung verbesserten sich die Sauerstoffverhältnisse im Ossiacher See über die gesamte Wassersäule kontinuierlich, sodass sich die 3 mg/l Sauerstoffgrenze wieder in das Tiefenwasser verlagerte. Eine völlige Aufzehrung des Sauerstoffs im Tiefenwasser wurde nach 1970 nicht mehr beobachtet.

Im Ostbecken stellt sich die Situation sehr ähnlich dar.

Metalimnisches Sauerstoffminimum

Im Ossiacher See konnten im Bereich der Sprungschicht (zwischen 8 und 12 m) im Herbst immer wieder Sauerstoffzehrungen beobachtet werden (Abb. 4). So wies schon FINDENEKG 1934 auf das metalimnische Sauerstoffminimum im Ossiacher See hin.

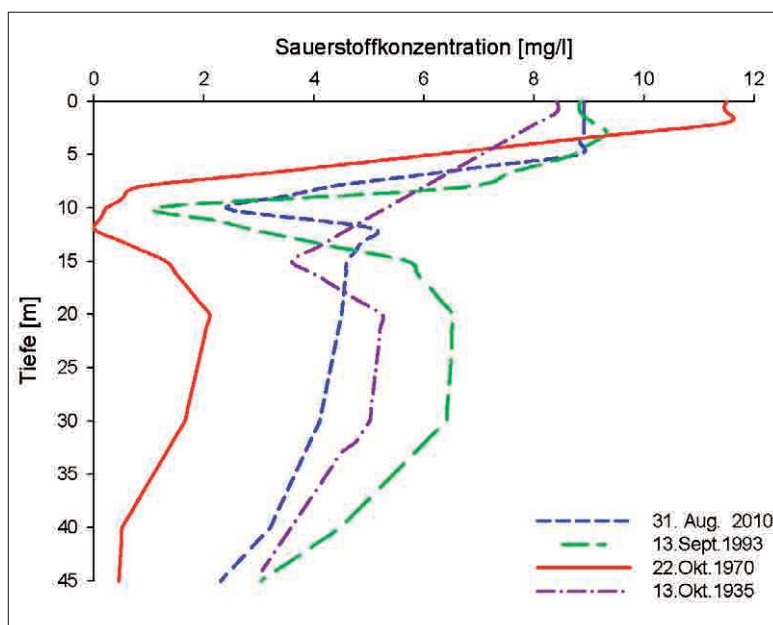


Abb. 4:
Sauerstofftiefen-
profil zu ausge-
suchten Terminen.

Dieses Phänomen ist primär auf die starke Temperaturabnahme im Metalimnion (zwischen 5 und 20 m Tiefe nimmt die Wassertemperatur um 15 bis 18 °C ab) zurückzuführen, wodurch ein Dichteunterschied zwischen dem Epilimnion und dem Hypolimnion verursacht wird. Hier sammelt sich häufig partikuläre organische Substanz an, die bei den relativ hohen Temperaturen verstärkt abgebaut wird (RUTTNER, 1933; LAMPERT & SOMMER, 1999).

Am 22. Oktober 1970, in der Periode der stärksten Belastung des Sees, konnte in 12 m Tiefe kein Sauerstoff mehr gemessen werden (SCHULZ & SCHULZ, 1977). Im Zuge der Sanierung und mit fortschreitender Reoligotrophierung des Ossiacher Sees ging die Sauerstoffzehrung im Bereich der Sprungschicht zurück, am 31. August 2010 konnte in 10 m Tiefe 2,4 mg/l gemessen werden. Somit veranschaulicht auch das Sauerstofftiefenprofil die Reoligotrophierung des Ossiacher Sees, die Sauerstoffverhältnisse in der Sprungschicht entsprechen nun wieder dem nahezu anthropogen unbeeinflussten Zustand in den 1930er-Jahren.

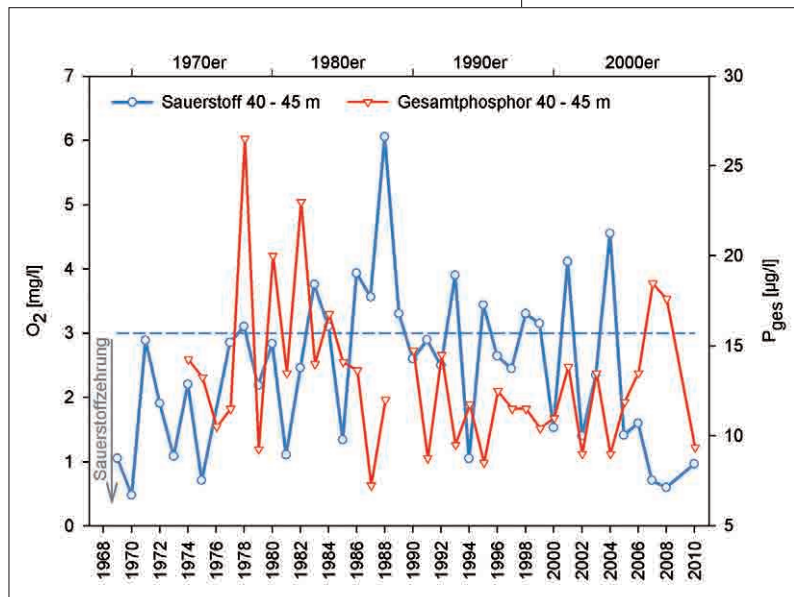
Im lediglich 11 m tiefen Ostbecken ist im Herbst in einer Tiefe zwischen 10 m und Grund ebenso eine Sauerstoffzehrung feststellbar. Im Oktober 2009 und August 2010 lagen die Sauerstoffwerte in dieser Tiefe an der Bestimmungsgrenze (0,2 mg/l). Verursacht wird dies jedoch nicht durch das metalimnische Sauerstoffminimum, sondern durch bodennahe Abbauvorgänge.

Phosphor – Interne Düngung des Sees

Der organisch gebundene Phosphor sinkt mit den abgestorbenen Organismen ab und reichert sich im Sediment an. Solange unmittelbar über dem Sediment Sauerstoff vorhanden ist (> 3 mg/l) stehen die Phosphorverbindungen für Algen und Wasserpflanzen nicht mehr zur Verfügung. Herrscht dagegen über dem Seegrund ein Sauerstoffdefizit, was während der Sommerstagnation in nährstoffreichen Seen die Regel ist, kann das Phosphat aus dem Sediment zurück ins Wasser diffundieren. Dieser Vorgang wird als „interne Düngung“ bezeichnet.

Vergleicht man im Westbecken am Ende der Stagnationsphase die Sauerstoffkonzentration mit der Gesamt-Phosphor-Konzentration – beides über Grund (40–45 m) –, so ist eine Zunahme der Sauerstoffkonzentration ab den 1980er-Jahren deutlich erkennbar (Abb. 5). Die

Abb. 5: Gesamt-Phosphor- und Sauerstoffkonzentration des Ossiacher Sees am Ende der Stagnationsphase von 1969 bis 2010.



Gesamt-Phosphor-Konzentration zeigt gleichzeitig eine sinkende Tendenz. Während im Herbst eine O_2 -Konzentration von über 3 mg/l zwischen 1970 und 1980 nur einmal (1978) gemessen wurde, konnte das nach 1980 an 12 von 28 Terminen beobachtet werden.

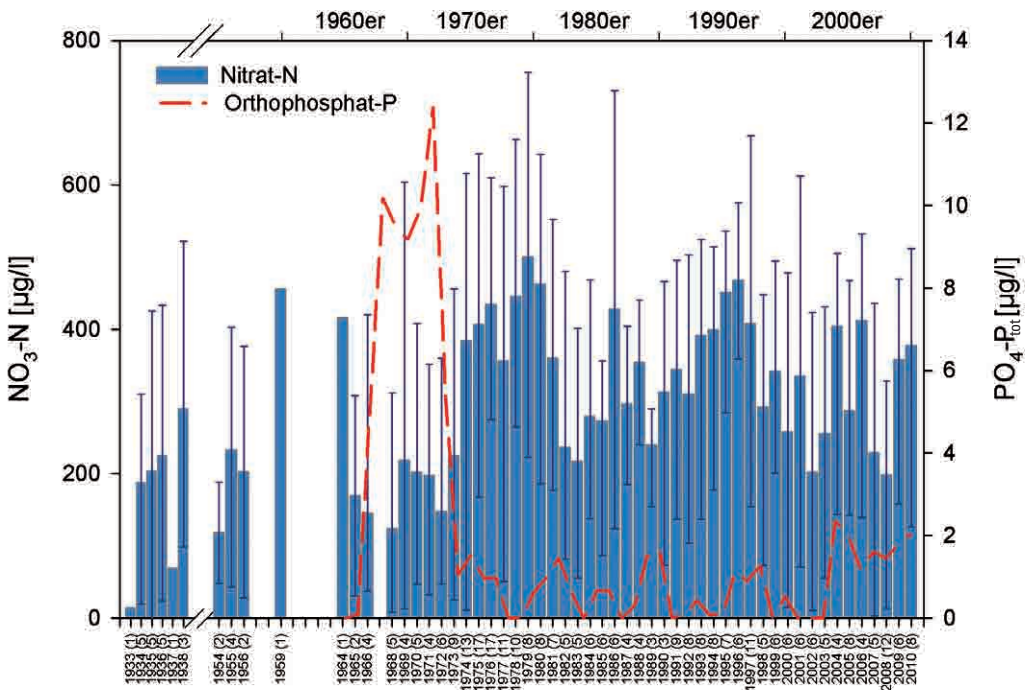
In den 1970er- und 1980er-Jahren hatten Phosphorrücklösungen aus dem Sediment einen wesentlichen Effekt auf den Nährstoffhaushalt des Ossiacher Sees. So hatte beispielsweise 1978 allein der Wasserkörper von 40 bis 45 m Tiefe einen Gesamt-Phosphor-Inhalt von 268 kg. Mit der Zirkulation des Wasserkörpers im Herbst konnte der bodennahe Phosphor wieder in das Freiwasser gelangen. In den Jahren 2007 und 2008 kam es aufgrund des Sauerstoffmangels über Grund zu einem starken Anstieg der Phosphorkonzentration. Insgesamt jedoch ist die interne Düngung seit den 1990er-Jahren stark rückläufig.

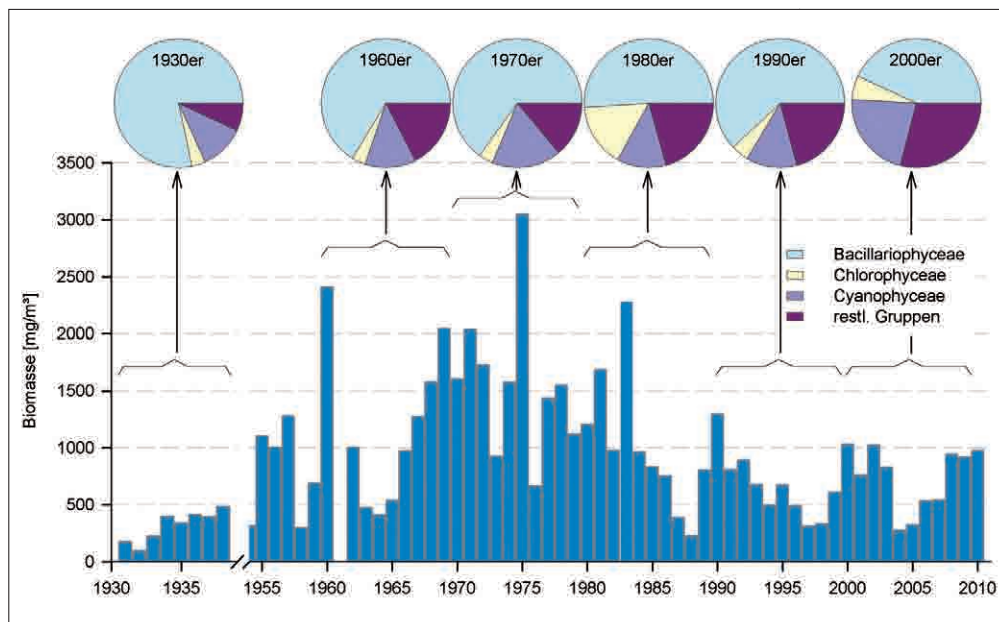
Nitrat und Orthophosphat

Die mittlere Nitrat-N-Konzentration über den Zeitraum von 1934 bis 1973 betrug 207 $\mu\text{g/l}$ und ist auf mittlere 363 $\mu\text{g/l}$ für die Periode von 1974 bis 2010 gestiegen. Der Anstieg der mittleren Jahreskonzentration ab dem Jahr 1974 steht in Zusammenhang mit dem Rückgang der Orthophosphat-P-Konzentration ab 1973. Ab diesem Jahr wurden die Abwässer aus der Kläranlage Feldkirchen nicht mehr in den Ossiacher See geleitet. Das verbleibende epilimnische Orthophosphat-P wurde nun vollständig in Algenbiomasse gebunden und in weiterer Folge zum limitierenden Faktor, was letztlich den Bedarf an Nitrat-N verringerte und im Anstieg der Nitrat-N-Konzentration zu bemerken ist.

Der Anstieg der Nitrat-N-Konzentration ist somit als eine Verbesserung der Nährstoffverhältnisse in Richtung Reoligotrophierung zu bewerten.

Abb. 6:
Nitrat-N- sowie
Orthophosphat- P_{tot} -
Konzentration des
Epilimnions von
1933 bis 2010 als
Jahresmittelwert
sowie Maximal-
wert.





Entwicklung des Phytoplanktons

Die geringsten mittleren Phytoplankton-Biomassen im Epilimnion wurden von Beginn der Messungen 1931 bis 1933 beobachtet (Abb. 7), in dieser Zeit bewegten sich die Biomassewerte zwischen 95 und 221 mg/m^3 . Mit der zunehmenden Nährstoffbelastung durch den wachsenden Tourismus und dem damit verbundenen zunehmenden Abwasseranfall im Einzugsgebiet des Ossiacher Sees in den 1950er-Jahren stiegen auch die Phytoplankton-Biomassen an. Die höchsten mittleren Phytoplankton-Biomassen im Untersuchungszeitraum von 1931 bis 2010 wurden 1960 (2411 mg/m^3), 1969 (2046 mg/m^3), 1975 (3048 mg/m^3) und 1983 (2282 mg/m^3) beobachtet. Im Jahr 1975 wurde gleichzeitig die höchste Biomasse im März mit knapp 8000 mg/m^3 bestimmt, welche sich zu 98 % aus Bacillariophyceen (Kieselalgen, hauptsächlich *Tabellaria fenestrata*, Abb. 8) zusammensetzte.

Die dominantesten Algen im Ossiacher See waren über den Untersuchungszeitraum von 1931 bis 2010 Vertreter der Bacillariophyceen, mit einem Biomasseanteil von 19 bis 97 % an der Gesamtbiomasse.

Eine Dominanz der Kieselalgen zeigt sich sowohl in Jahren mit sehr hoher Biomasse als auch in Jahren mit geringer Biomasse (Abb. 7). Jedoch waren nicht immer dieselben Arten dominant. So traten in Jahren mit geringer Biomasse (1931, 1988, 2004) *Cyclotella ssp.* und *Fragilaria crotonensis* am häufigsten auf. Die beiden Arten sind Zeigerarten für oligotrophe und schwach mesotrophe Gewässer (WOLFRAM et al, 2007). Im Jahr 1975 war *Tabellaria fenestrata* vorherrschend. Vom Trophiestatus ist die Art den meso- bis schwach eutrophen Gewässern zugerechnet. Arten der Gattung *Stephanodiscus* sind Anzeiger für eutrophe bis hypereutrophe Gewässer. In den Jahren zwischen 1960 und 1985 finden sie sich immer wieder im Plankton des Ossiacher Sees. Vor

Abb. 7:
Phytoplanktonbiomasse des Epilimnions von 1931 bis 2010.

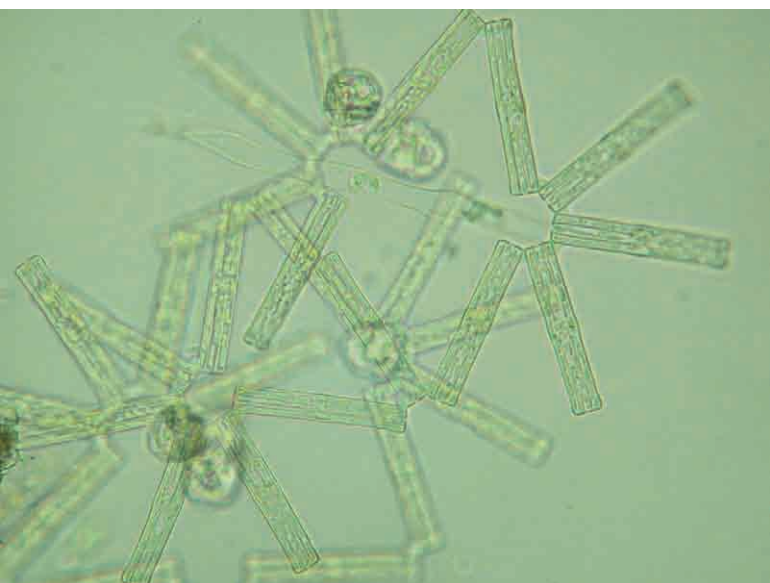


Abb. 8:
Anabaena sp.
 (Blaualge) oben
 und **Tabellaria**
fenestrata (Kiesel-
 alge).
 Fotos:
 Johanna Mildner

1960 konnte diese Gattung nie – und nach 1985 nur in drei Jahren nachgewiesen werden.

Saisonal ist über den Sommer großteils ein Rückgang des Anteils der Kieselalgen zu beobachten. Durch den Einbau der Kieselsäure in die Schale und darauf folgenden teilweisen Abtransport mit den toten Zellen in die Tiefe verringert sich die Konzentration der Kieselsäure in den Sommermonaten und wird zum wachstumsbegrenzenden Faktor. Erst nach der Herbstzirkulation ist diese Siliziumverbindung im Epilimnion wieder in ausreichender Konzentration vorhanden.

Die Cyanophyceen bildeten im Ossiacher See häufig Algenblüten aus. 1966 und 1970 verursachte *Anabaena* sp. (Abb. 8) einen unansehnlichen Algent Teppich an der Wasseroberfläche. 1971 bis 1973 sowie 1984 bis 1991 zeichnete für die Algenblüte *Microcystis aeruginosa* verantwortlich. Prinzipiell sind Algenblüten schwer zu quantifizieren, da die oberflächlichen Biomassen von Windströmungen vertrieben und im Uferbereich kumuliert werden. So kann man davon ausgehen, dass

die durch Schöpfproben ermittelte Algenbiomasse zu besagten Terminen unterrepräsentiert ist.

Im Herbst, zum Zeitpunkt des Herbstmaximums, war mit steigender mittlerer Jahresbiomasse die Gruppe der Blaualgen dominant. So zeigte diese Gruppe in den Jahren der größten Algenbiomasse immer einen Anteil über 45 %. Die Ursache dafür liegt in der Fähigkeit mancher Blaualgen (z. B. *Planktothrix rubescens*) sich „punktgenau“ in der Wassersäule einzuschichten, um somit die Nährstoffe optimal nutzen zu können. Zudem können einige Arten (z. B.: *Anabaena* sp.) elementaren Stickstoff

fixieren, wodurch sie nicht auf den Nitrat-Vorrat im Wasser angewiesen sind.

Das Hauptaugenmerk der Phytoplanktonuntersuchungen im Ossiacher See lag im tiefen Westbecken. Zusätzlich wurden in einigen Jahren Biomassebestimmungen im Ostbecken durchgeführt. Im Grunde zeigen die Untersuchungen ein sehr ähnliches Bild. So liegt die mittlere Biomasse zwischen 2005 und 2010 im Ostbecken bei 676 mg/m^3 und im Westbecken bei 705 mg/m^3 .

Im Folgenden ist – für das Westbecken – die Phytoplanktonsuccession im Jahresverlauf für drei ausgewählte Jahre genauer dargestellt:

1934

Im Jahr 1934 war der Ossiacher See in einem anthropogen relativ unbeeinflussten Zustand. Es gab kaum Wohnbauten unmittelbar am Wasser, mit Ausnahme des Stiftes und weniger Streusiedlungen. Rund um den See befand sich hauptsächlich landwirtschaftliches Nutzgebiet. Der Tourismus war noch sehr unbedeutend. Im Mittel lag die Phytoplanktonbiomasse in diesem Jahr bei 397 mg/m^3 . Das Maximum des Jahres zeigte sich erst im Juni (1196 mg/m^3 – Abb. 9). Während des ganzen Jahres war das Phytoplankton von der Gruppe der Kieselalgen geprägt. Außer im August stellte diese Algengruppe immer weit über 50 % der Gesamtbiomasse. Die Ausprägung der Blaualgen lag mit 2 % im marginalen Bereich.

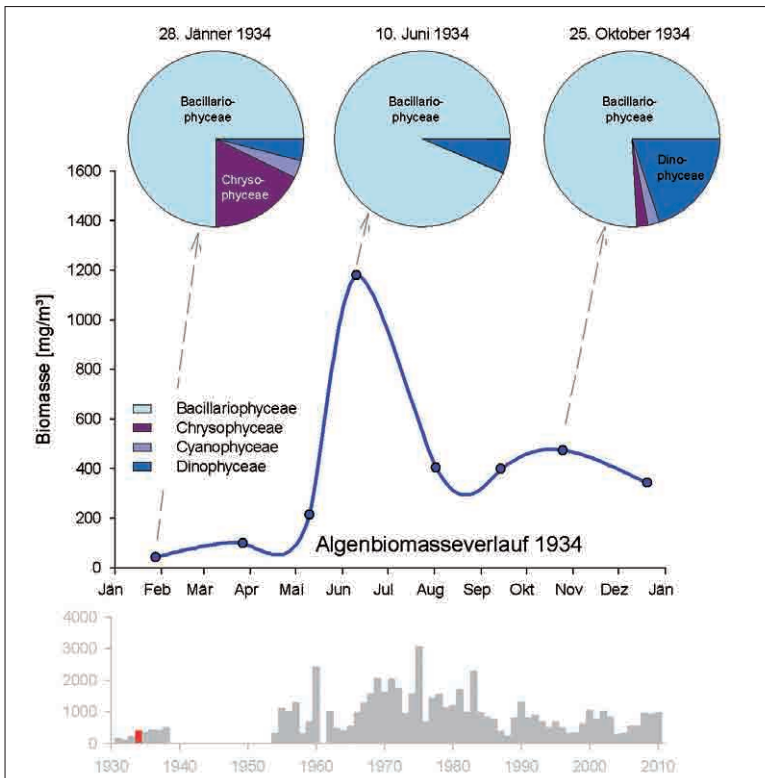


Abb. 9: Oben: Algenbiomasseverlauf (Epilimnion) des Jahres 1934. Unten: Mittlere Jahresbiomasse zwischen 1934 und 2010.

1975

Die 1970er-Jahre repräsentieren den Höhepunkt der Eutrophierungsphase des Ossiacher Sees. Baden lag im Trend, Kärnten war zu einer wichtigen Urlaubsdestination avanciert. Mit den steigenden Nächtigungszahlen stieg auch die Belastung für den See. Das Jahr 1975 markierte als das Jahr mit der größten Phytoplanktonbiomasse den Wendepunkt der limnologischen Entwicklung, die durch die gesetzten Seesäuberungsmaßnahmen ausgelöst wurde. Mit 8000 mg/m^3 Anfang März 1975 wurde die maximale Biomasse des gesamten Untersuchungszeitraumes, die fast zur Gänze von der Kieselalge *Tabellaria fenestrata* gebildet wurde, festgestellt (Abb. 10). Der Anteil der Kieselalgen an der gesamten epilimnischen Biomasse blieb bis August bei über 70 % und wurde hauptsächlich von genannter Art gebildet. Am 27. August konnte mit 270 mg/m^3 die geringste Biomasse des Jahres festgestellt werden. Im August lag der Anteil der Cyanophyceen (Blaugalgen) noch bei 12 %, Ende September bei 47 %, wobei die Art *Aphanocapsa delicatissima* den Hauptanteil daran hatte. Mit Ende November bildeten die Kieselalgen mit 82 % wiederum den Hauptanteil der Algenbiomasse. Mit 79 % im Dezember verringerte sich die Dominanz der Gruppe nur geringfügig. Im Jahresmittel lag der Anteil der Blaualgen bei 1,6 %, der der Kieselalgen bei 92 %.

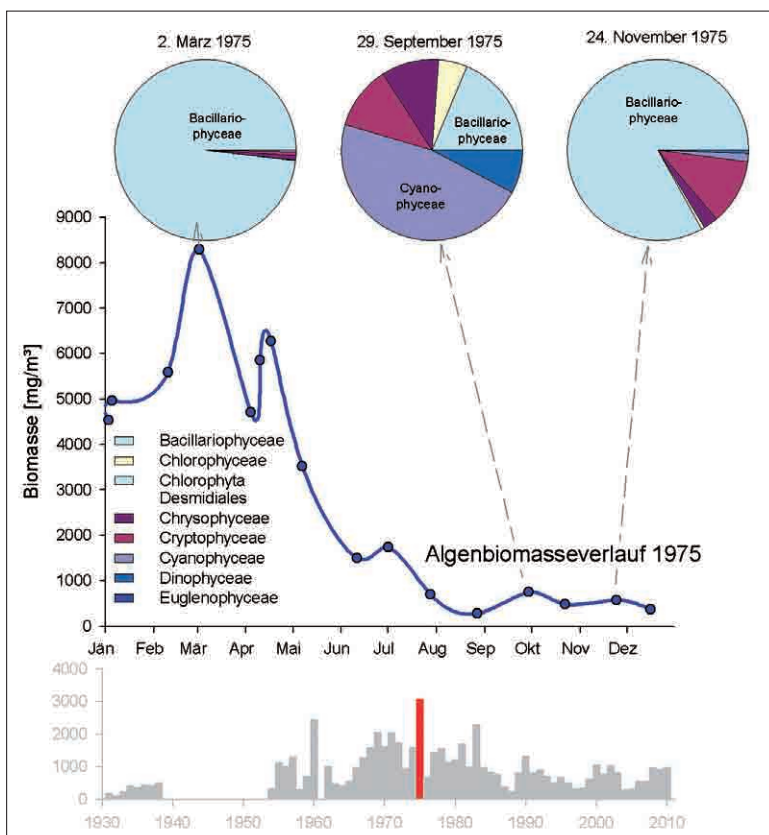


Abb. 10:
Oben: Algenbiomasseverlauf (Epilimnion) des Jahres 1975. Unten: Mittlere Jahresbiomasse zwischen 1934 und 2010.

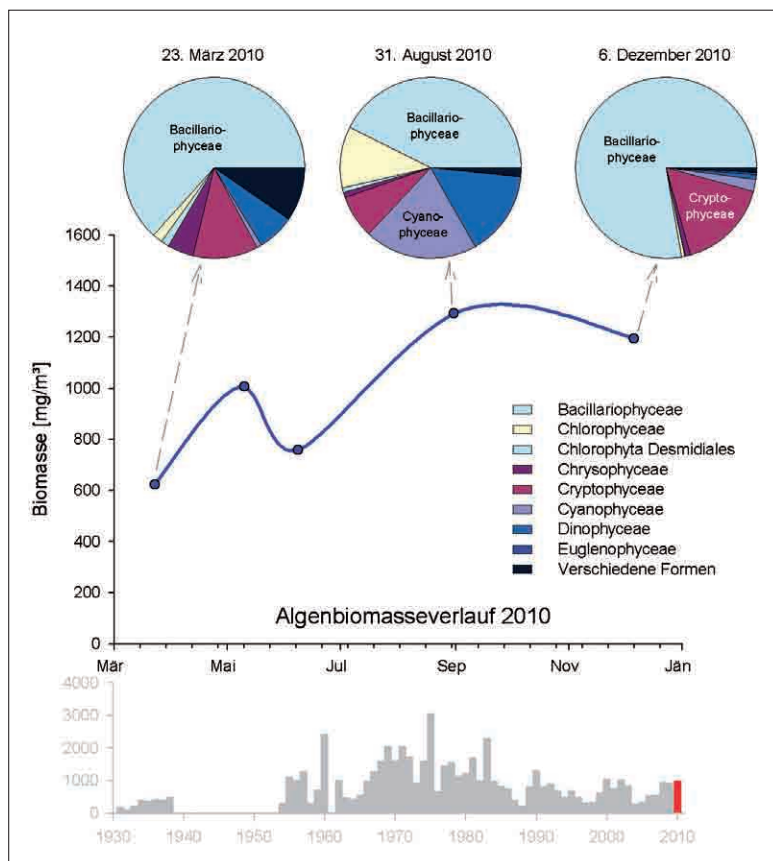


Abb. 11:
Oben: Algenbiomasseverlauf (Epilimnion) des Jahres 2010.
Unten: Mittlere Jahresbiomasse zwischen 1934 und 2010.

2010

Die Biomasseentwicklung des Jahres 2010 spiegelt den aktuellen Zustand des Ossiacher Sees wider. Die mittlere Biomasse des Jahres lag bei 767 mg/m^3 . Der Biomasseverlauf zeigt zwei Gipfel mit Maxima im Mai und August (Abb. 11). Die Dominanz der Kieselalgen ist erkennbar, im Jahresmittel mit einem Biomasseanteil von 61 %. Der Anteil der Blaualgen betrug 3,4 %, lediglich Ende August bildeten sie 20 % der Phytoplanktonbiomasse.

Die planktische Algenbiomasse bewegt sich heute etwa auf dem doppelten so hohen Niveau wie in den 1930er-Jahren (1931–1938: 314 mg/m^3), ist jedoch absolut gesehen als gering zu bewerten. Der Vergleich der aktuellen Daten (2000–2010: 740 mg/m^3) mit den Werten aus den Jahren der stärksten Eutrophierung in den 1970ern zeigt eine Halbierung der Biomasse (1970–1980: 1535 mg/m^3). Heute wird der Ossiacher See als schwach mesotrophes Gewässer eingestuft (Kärntner Seenbericht 2011).

LITERATUR

- FINDENECC, I. (1934): Beiträge zur Kenntnis des Ossiacher Sees. – CARINTHIA II, 123./124.: 61–78, Klagenfurt
- LAMPERT, W & U. SOMMER (1999): Limnoökologie. Thieme, 489 pp;
- RUTTNER, F (1933): Über metalimnische Sauerstoffminima. Die Naturwissenschaften, 1933.
- SCHULZ, L., J. MILDNER, A. RAUTER, G. SANTNER & M. SCHÖNHUBER (2009): Der Ossiacher See, Kärnten – Österreich; Veröffentlichungen des Kärntner Instituts für Seenforschung, 141 pp, Klagenfurt.
- SCHULZ, N. & L. SCHULZ (1977): Die limnologische Entwicklung des Ossiacher Sees (Kärnten, Österreich) seit 1931. – Carinthia II: 167./87: 157–178.
- WOLFRAM G., DOKULIL M. T., PALL K., REICHMANN M., SCHULZ L., ARGILLER C., DE BORTOLI J., MARTINEZ P.-J., RIOURY C., HOEHN E., RIEDMÜLLER U., SCHAUMBURG J., STELZER D., BUZZI F., DALMIGLIO A., MORABITO G., MARCHETTO A., REMEC-REKAR Š. & URBANIC G. (2007): Intercalibration Exercise, Technical Report + Annexes, Alpine GIG (Lakes). Vienna – Ispra.
- Veröffentlichungen des Kärntner Institutes für Seenforschung (2011): 25. Kärntner Seenbericht, online im WWW unter: http://www.kis.ktn.gv.at/189060_DE-Seenberichte-Seen?jahr=2010 (Stand: 29.08.2011).

Anschrift der Verfasser

Mag. Georg Santner,
Dr. Liselotte Schulz,
Mag. Maria Friedl,
Mag. Johanna
Mildner,
Mag. Michael
Schönhuber MSc,
alle:
Kärntner Institut für
Seenforschung,
Naturwissenschaft-
liches Forschungs-
zentrum,
Kirchengasse 43,
9020 Klagenfurt am
Wörthersee

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: [201_121](#)

Autor(en)/Author(s): Santner Georg, Schulz Liselotte, Friedl Maria, Troyer-Mildner Johanna, Schönhuber Michael

Artikel/Article: [Zur limnologischen Entwicklung des Ossiacher Sees. 421-434](#)