

TOC-Messungen an steirischen Badeseen

Von Wolfgang HÖLLINGER

Mit 4 Tabellen (im Text)

Eingelangt am 15. März 1980

Zusammenfassung

Vier künstliche Badeseen in der Steiermark (Stubenbergsee, Röksee, Sulmsee und Kumberger See) wurden im Jahre 1979 im Hinblick auf den Gehalt an organischen Verbindungen untersucht. Es erwies sich als notwendig, die dabei angewandte analytische Methodik an die geringen Gehalte anzupassen. Die Arbeitsweise mit dem für die Untersuchungen eingesetzten TOC-Analysator Liqutoc wurde entsprechend modifiziert, um den gesteigerten Genauigkeitsansprüchen gerecht zu werden. Die durchgeführten TOC-Messungen lassen zwar eine umfassende Beurteilung der Wasserqualität der vier Badeseen nicht zu, liefern jedoch Hinweise auf den Zustand dieser Gewässer. Es zeigte sich, daß bei allen vier Badeseen zeitweise erhöhte Konzentrationen an organischen Verbindungen auftraten. Eine deutliche Relation zwischen dem POC und der Biomasse konnte festgestellt werden. Die summarische Erfassung der Biomasse war durch die Messungen der OC-Gehalte möglich.

1. Einleitung

Infolge der zunehmenden Verschmutzung der Grund- und Oberflächengewässer wird die Analytik immer wieder vor neue Probleme gestellt, da die Erkennung, Charakterisierung und quantitative Bestimmung der Inhaltsstoffe eine Voraussetzung der Gewässersanierung darstellt. Die in den Gewässern gelösten und suspendierten organischen Substanzen stellen in vielen Fällen den überwiegenden Anteil der belastenden Inhaltsstoffe dar. Daher wurden in den letzten Jahren verstärkte Anstrengungen zur Erfassung der organischen Verbindungen unternommen.

Bedingt durch die sehr hohe Zahl an möglichen organischen Stoffen in den Gewässern ist es nur in seltenen Fällen praktikabel, Einzelbestimmungen durchzuführen. Deshalb werden zur quantitativen Erfassung von organischen Wasserinhaltsstoffen meist summarische Methoden angewandt. Durch die Anwendung von Summenbestimmungen ist zwar keine Aussage über die Konzentration an bestimmten Einzelsubstanzen möglich, aber die Gesamtbelastung eines Gewässers mit organischen Stoffen kann auf diese Weise ermittelt werden, was in vielen Fällen ausreichend ist. Ein Summenparameter, der in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat, ist der TOC (Gesamter organischer Kohlenstoff). Er stellt ein direktes Maß für die Menge der im Wasser vorhandenen organischen Substanzen dar.

Durch unsere Untersuchungen sollte mit Hilfe von TOC-Messungen ein Überblick über die organische Belastung von vier Badeseen in der Steiermark, die als Erholungsgebiete für den Raum Graz Bedeutung besitzen und im Sommer stark frequentiert werden, gewonnen werden.

2. Methodik

Die Analysen wurden mit dem TOC-Analysator Liquitoc der Fa. Heraeus durchgeführt. Dieses Gerät arbeitet nach der Differenzmethode, die Oxidation erfolgt thermisch-katalytisch im Sauerstoffstrom, und das entstehende Kohlendioxid wird in einem Gemisch von Dimethylformamid und Monoäthanolamin absorbiert. Mit Hilfe von Tetrabutylammoniumhydroxid (TBAH) wird unter Verwendung von Thymolphthalein als Indikator eine vollautomatische alkalimetrische Titration durchgeführt (MERZ & KREUTZER 1977). Zur Bestimmung niedriger TOC-Konzentrationen, wie sie in wenig verschmutzten Gewässern vorkommen, ist eine an die gesteigerten Anforderungen angepasste Analystechnik notwendig (HÖLLINGER 1979).

Bei unseren Untersuchungen der vier Badeseen wurden sowohl der TOC als auch der DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) bestimmt. Aus der Differenz ergab sich der POC (partikulärer organischer Kohlenstoff). Vor der Bestimmung des TOC wurden die Proben mittels eines Ultra-Turax homogenisiert. Zur Bestimmung des DOC wurden die Proben ohne vorhergehende Homogenisierung über ein Glasfaserfilter (Porenweite ca. 2 µm), das als Vorfilter wirkte, und anschließend über ein Membranfilter (Porenweite 0,45 µm) filtriert. Im Filtrat wurde der Kohlenstoffgehalt bestimmt. Die verwendeten Glasfaser- und Membranfilter wurden vor Gebrauch mehrmals mit je 100 ml bidestilliertem Wasser gewaschen. Die ersten Anteile des Waschwassers wiesen einen geringen Gehalt an TOC auf, der durch die spurenweise Abgabe von organischen Verbindungen durch das Filtermaterial bedingt war. Nach der Anwendung von ca. 300 ml Waschwasser war das Filtrat kohlenstofffrei.

Infolge der geringen Kohlenstoffgehalte erwies sich ein Probevolumen von 5 ml als notwendig. Die teilweise erhöhten Schwebstoffgehalte bildeten kein Problem bei der Analyse. Verstopfungen im Ansaugschlauch wurden nicht beobachtet. Bedingt durch das große Einspritzvolumen wurde eine gute Repräsentativität der Proben erreicht. Bei Mehrfachbestimmungen wurde eine sehr gute Reproduzierbarkeit der gemessenen Werte beobachtet. Die Zeit für einen Analysenzyklus wurde von 8 auf ca. 10 Minuten verlängert, um die quantitative Verbrennung der organischen Substanzen im Oxidationsofen zu gewährleisten.

Die exakte Erfassung des Geräteblindwertes war bei den niedrigen TOC-Gehalten der Wasserproben von besonderer Bedeutung. Dazu wurden 5 ml bidestilliertes, speziell gereinigtes Wasser in den Analysator dosiert und der sich dabei ergebende Gehalt von ca. 10 µg C bei der Berechnung des Kohlenstoffgehaltes der Wasserproben berücksichtigt. Dieser Blindwert war sehr gut reproduzierbar und dürfte durch Kohlenstoffreste, die durch den gebildeten Wasserdampf von den Wandungen des Verbrennungsrohres mitgerissen werden, hervorgerufen werden. Bei der Titerstellung der TBAH-Lösung wurden die Spuren von organischen Säuren berücksichtigt, die in dem als Lösungsmittel für den Urstitter Salicylsäure benutzten i-Butanol gefunden wurden. Dadurch ergab sich eine Korrektur von ca. 3%.

Durch die genannten Modifikationen und die geänderte Arbeitstechnik konnte eine zur exakten Bestimmung niedriger TOC-Gehalte erforderliche Genauigkeit und Reproduzierbarkeit von ca. $\pm 0,2$ mg/l erreicht werden.

3. Ergebnisse

3.1. Stubenbergsee

Über die Ergebnisse der chemischen und biologischen Untersuchungen des Stubenbergsees in den Jahren 1973–1977 wurde bereits an anderer Stelle berichtet (ERNET et

al. 1975 und 1978). Einen Vergleich der gemessenen Gehalte an organischem Kohlenstoff (OC) der Jahre 1977 und 1979 bringt Tab. 1, in der einige typische Ergebnisse gelistet sind. An Hand dieser Daten ist folgendes ersichtlich:

Im Frühjahr 1977 war die organische Belastung des Stubenbergsees sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe mit 3–3,5 mg/l TOC gering. Diese Werte wurden zu ca. $\frac{2}{3}$ von gelösten organischen Substanzen (DOC: 2–2,5 mg/l) und zu ca. $\frac{1}{3}$ von partikulärem organischem Kohlenstoff hervorgerufen (POC: 1–1,5 mg/l). Der Gehalt an Schwebstoffen war nur gering. Im Mai 1979 ergab sich ein ähnliches Bild wie im Jahre 1977. Bei fast gleichen POC-Gehalten um 1 mg/l war der DOC sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe um 1–1,5 mg/l erhöht. Dies bewirkte eine Erhöhung der TOC-Gehalte um den gleichen Betrag. Die gegenüber den Ergebnissen des Jahres 1977 erhöhten DOC-Gehalte lassen erkennen, daß der Gehalt an gelösten organischen Stoffen im Wasser des Stubenbergsees angestiegen ist. Unterschiede im OC-Gehalt zwischen der Seeoberfläche und der Tiefe konnten wie im Jahre 1977 kaum festgestellt werden.

Tab. 1: OC-Gehalte des Stubenbergsees (mg/l) in den Jahren 1977 und 1979.

Entnahmestelle und Datum	TOC	DOC	POC
4. 5. 1977			
Oberfläche	3,1	2,1	1,0
Tiefe 2 m	3,6	2,2	1,4
4 m	3,6	2,4	1,2
6 m	3,2	2,1	1,1
17. 8. 1977			
Oberfläche	10,5	2,8	7,7
Tiefe 2 m	6,9	3,0	3,9
4 m	4,1	2,7	1,4
6 m	3,9	2,5	1,4
20. 9. 1977			
Oberfläche	8,9	2,3	6,6
Tiefe 2 m	5,3	3,0	2,3
4 m	4,8	2,5	2,3
6 m	4,0	2,8	1,2
16. 5. 1979			
Oberfläche	4,5	3,3	1,2
Tiefe 2 m	–	–	–
4–5 m	4,8	3,5	1,3
6 m	4,4	3,6	0,8
1. 8. 1979			
Oberfläche	12,7	6,6	6,1
Tiefe 1 m	12,8	5,9	6,9
2 m	7,7	6,2	1,5
4–5 m	5,0	4,5	0,5
6 m	5,4	4,8	0,6
11. 9. 1979			
Oberfläche	6,5	5,1	1,4
Tiefe 2 m	5,9	5,0	0,9
4–5 m	5,5'	4,7	0,8
6 m	6,0	5,0	1,0

Im August 1977 waren im Vergleich zum Mai desselben Jahres die TOC-Werte besonders an der Oberfläche, aber auch in 2 m Tiefe stark erhöht. Dies war auf einen starken Anstieg des POC zurückzuführen, während der DOC nur geringfügig erhöht war. In 4 m und 6 m Tiefe waren gegenüber dem Frühjahr nur geringe Veränderungen im OC-Gehalt festzustellen. Im August 1979 wurden ähnliche Verhältnisse wie im August 1977 gefunden. An der Oberfläche und in 1 m Tiefe war der POC stark erhöht, während in 2 m Tiefe nur mehr sehr geringe Gehalte an partikulärem Kohlenstoff gefunden wurden. Im DOC-Gehalt zeigten sich kaum Unterschiede zwischen der Seeoberfläche und der Tiefe. Infolge der erhöhten Konzentration an gelösten organischen Stoffen war der DOC im Seewasser rund doppelt so hoch wie im Jahre 1977. Die starke Erhöhung des POC an der Seeoberfläche äußerte sich naturgemäß auch im TOC, der sehr hohe Werte über 12 mg/l erreichte.

Im September 1977 waren hohe TOC- und POC-Gehalte an der Seeoberfläche festzustellen. Ab 2 m Tiefe waren die Gehalte an organischem Kohlenstoff nur geringfügig höher als im Mai 1977. Im Jahre 1979 waren die POC-Gehalte sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe niedrig wie im Mai. Die erhöhten DOC-Gehalte (Anstieg gegenüber Mai 1979 um rund 1,5 mg/l, gegenüber September 1977 um rund 2 mg/l) wirkten sich auch in einem Anstieg der TOC-Gehalte aus.

3.2. Röksee

Die OC-Gehalte des Röksees im Jahre 1979 sind in Tab. 2 dargestellt. Im Mai wurden nur sehr geringe Gehalte gefunden, die organische Belastung war sehr niedrig. Im Juli waren TOC, DOC und POC bereits etwas höher, aber die Belastung kann noch

Tab. 2: OC-Gehalte des Röksees (mg/l) im Jahr 1979.

Entnahmestelle und Datum	TOC	DOC	POC
16. 5. 1979			
Oberfläche	2,7	1,7	1,0
Tiefe 1 m	2,9	1,9	1,0
2 m	3,0	1,9	1,1
10. 7. 1979			
Oberfläche	4,1	2,7	1,4
Tiefe 1 m	4,6	2,4	2,2
2 m	4,9	2,8	2,1
1. 8. 1979			
Oberfläche	8,5	4,8	3,7
Tiefe 1 m	9,3	5,2	4,1
2 m	9,2	4,5	4,7
11. 9. 1979			
Oberfläche	16,0	10,5	5,5
Tiefe 1 m	16,9	10,4	6,5
2 m	19,3	8,7	10,6
23. 10. 1979			
Oberfläche	6,2	4,5	1,7
Tiefe 2 m	6,0	4,8	1,2
11. 12. 1979			
Oberfläche	2,8	1,6	1,2
Tiefe 2 m	2,7	1,6	1,1

als gering bezeichnet werden. Im August stieg der TOC gegenüber dem Mai auf ungefähr das Dreifache an. Die DOC- und POC-Gehalte waren etwa im selben Maß erhöht, besonders in der Seetiefe war ein starker Anstieg des POC festzustellen. Im September wurden äußerst hohe TOC-Gehalte festgestellt, besonders in der Seetiefe. Der Maximalwert von über 19 mg/l deutet auf eine beträchtliche organische Belastung hin. Die DOC-Gehalte waren gegenüber dem Vormonat ungefähr doppelt so hoch. Dies zeigt, daß die Konzentration an gelösten organischen Substanzen stark zugenommen hat. Besonders in der Seetiefe stieg auch der Gehalt an partikulärem organischem Kohlenstoff stark an und erreichte einen Spitzenwert von über 10 mg/l. Ende Oktober war die organische Belastung bereits wieder wesentlich geringer. Die gemessenen Konzentrationen an organischen Verbindungen lagen etwa in der Mitte zwischen den Werten vom Juli und August 1979. Unterschiede in den OC-Gehalten zwischen der Oberfläche und der Tiefe konnten nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse der OC-Messungen vom Dezember zeigen, daß die organische Belastung weiter abgesunken und nur mehr sehr gering war. Die gefundenen Gehalte an Kohlenstoffverbindungen sind mit denen vom Mai fast identisch, der See war nur mehr noch in sehr geringem Maße belastet.

3.3. Sulmsee

Tab. 3 bringt einige Ergebnisse der OC-Messungen am Sulmsee im Jahre 1979.

Im Mai zeigte sich bereits eine starke Belastung des Tiefenwassers, die vor allem durch höhere POC-Gehalte hervorgerufen wurde. Im Juli wiesen sowohl das Wasser der Seeoberfläche als auch das der Tiefe hohe Gehalte an organischen Kohlenstoffverbindungen auf. Der TOC setzte sich etwa zu gleichen Teilen aus dem DOC und POC zusammen. Im August waren die TOC-Gehalte an der Oberfläche und in der Tiefe un-

Tab. 3: OC-Gehalte des Sulmsees (mg/l) im Jahr 1979.

Entnahmestelle und Datum	TOC	DOC	POC
16. 5. 1979			
Oberfläche	4,2	2,9	1,3
Tiefe 2 m	5,7	3,0	2,7
Tiefe 3 m	8,5	4,0	4,5
10. 7. 1979			
Oberfläche	8,8	4,7	4,1
Tiefe 3 m	10,2	5,0	5,2
1. 8. 1979			
Oberfläche	9,7	8,1	1,6
Tiefe 2 und 3 m	9,5	7,9	1,6
11. 9. 1979			
Oberfläche	10,3	4,6	5,7
Tiefe 3 m	9,9	5,2	4,7
Zulauf	3,3	2,0	1,3
24. 10. 1979			
Oberfläche	6,3	4,2	2,1
Tiefe 3 m	7,3	4,4	2,9
11. 12. 1979			
Oberfläche	7,6	5,3	2,3
Tiefe 3 m	7,6	5,0	2,6

gefähr gleich hoch wie im Vormonat. Im Verhältnis von gelösten zu partikulären Kohlenstoffverbindungen trat allerdings eine sehr deutliche Änderung auf. Das Verhältnis von DOC : POC stieg gegenüber dem Vormonat auf 5 : 1 an. Im September war bei gleich hohem TOC wie in den Vormonaten das DOC/POC-Verhältnis wieder etwa 1 : 1. In diesem Monat wurden auch die OC-Gehalte des Zulaufs gemessen, der nur eine geringe organische Belastung aufwies. Ende Oktober und im Dezember waren die Gehalte an partikulären organischen Verbindungen im Sulmsee ungefähr gleich hoch, jedoch deutlich niedriger als im September. Die gemessenen DOC-Werte waren im Dezember etwa gleich hoch wie im September und um ca. 1 mg/l höher als im Oktober. Unterschiede zwischen der Seeoberfläche und der Seetiefe konnten wie in den Vormonaten kaum festgestellt werden.

3.4. Kumberger See

Dieses künstliche Badegewässer wurde im Frühjahr 1979 neu errichtet. Eine Auswahl der Ergebnisse der OC-Messungen, mit denen kurz vor der Eröffnung begonnen wurde, bringt Tab. 4.

Im Mai wurden nur geringe Gehalte an organischen Kohlenstoffverbindungen gemessen. Unterschiede zwischen der Oberfläche und der Tiefe konnten nicht festgestellt werden. Im August wurden nach intensivem Badebetrieb besonders in der Tiefe bereits höhere OC-Gehalte gefunden. Der Zulauf wies nur äußerst geringe Gehalte an organischen Verbindungen auf. Am Ende der Badesaison war im September eine Verdoppelung der TOC-Gehalte an der Oberfläche und in der Tiefe festzustellen. An der Seeoberfläche waren die DOC- und POC-Werte stark erhöht, in der Seetiefe war der POC-Wert dreimal so hoch wie im August, während der DOC kaum erhöht war. Ende Oktober wurden noch ähnlich hohe Gehalte an TOC gefunden, der sich ungefähr zur Hälfte auf DOC und POC verteilte. Die OC-Gehalte an der Oberfläche und Tiefe waren praktisch völlig gleich. Im Dezember sanken die Konzentrationen an organischen Verbindungen wieder ab. Allerdings wurden die Minimalwerte vom Mai des Jahres vor Beginn des Badebetriebes nicht erreicht.

Tab. 4: OC-Gehalte des Kumberger Sees (mg/l) im Jahr 1979.

Entnahmestelle und Datum	TOC	DOC	POC
16. 5. 1979			
Oberfläche	5,1	3,7	1,4
Tiefe 3 m	4,9	3,4	1,5
1. 8. 1979			
Oberfläche	6,0	4,2	1,8
Tiefe 3 m	7,0	4,2	2,8
Zulauf	1,4	0,9	0,5
11. 9. 1979			
Oberfläche	12,4	7,0	5,4
Tiefe 3 m	13,0	4,6	8,4
23. 10. 1979			
Oberfläche	12,8	5,9	6,9
Tiefe 3 m	12,9	6,2	6,7
11. 12. 1979			
Oberfläche	7,6	5,3	2,3
Tiefe 3 m	7,6	5,0	2,6

4. Diskussion

Die Belastung eines Gewässers mit organischen Stoffen stellt nur einen Teil der Gesamtlast dar. Eine umfassende Beurteilung der Wasserqualität der vier Badeseen ist in einer späteren Veröffentlichung vorgesehen. Die in dieser Arbeit mitgeteilten Ergebnisse zeigen den Umfang der Belastung mit organischen Stoffen, woraus Hinweise auf den Zustand der genannten Gewässer abgeleitet werden können. An Hand der Untersuchungsergebnisse ist ersichtlich, daß bei allen vier Badeseen zeitweise erhöhte Konzentrationen an organischen Stoffen auftraten.

Parallel zu den OC-Messungen wurden von NOVAK am Stubenbergsee in den Jahren 1977 und 1979 Untersuchungen des Phytoplanktons durchgeführt. Dabei zeigte sich eine deutliche Relation zwischen der Biomasse und dem Gehalt an partikulärem Kohlenstoff. Die in den Monaten August und September 1977 stark erhöhten POC-Gehalte an der Seeoberfläche und in 2 m Tiefe sind auf die Massenentwicklung von Blaualgen zurückzuführen. Im August 1977 wurden Maximalwerte von über $9 \cdot 10^7$ Zellen/ml festgestellt (NOVAK 1978). Auch im August 1979 wurden parallel zu den erhöhten POC-Gehalten sehr hohe Konzentrationen von Blaualgen an der Oberfläche und in 1 m Tiefe gefunden (NOVAK, mdl. Mitt.). Die Hochproduktion war im September 1979 bereits abgeklungen. Diese Tatsache wird durch die niedrigen POC-Gehalte bestätigt. Für die gegenüber dem Jahre 1977 gestiegene Belastung des Sees mit gelösten organischen Substanzen im Jahre 1979 können sowohl der verstärkte Badebetrieb und der Eintrag aus dem Seezulauf (Feistritz) als auch eine Erhöhung der aus den Sedimenten gelösten Anteile die Ursache bilden. Eine Unterscheidung und Abgrenzung dieser Einflüsse gegeneinander aufgrund der durchgeführten OC-Messungen ist nicht möglich.

Der Röksee war in seinem Gehalt an Kohlenstoffverbindungen sehr starken Schwankungen unterworfen. Im Mai und im Dezember waren die Gehalte sehr niedrig, während besonders im Herbst eine sehr hohe Belastung festgestellt werden mußte. Der Grund für die extremen OC-Gehalte im Herbst dürfte in einem intensiven Badebetrieb während der Sommermonate liegen. Da der Röksee einen Grundwassersee ohne oberirdischen Zufluß darstellt, sind Änderungen in der Grundwasserqualität als Ursache für die beobachteten Schwankungen im Gehalt an Kohlenstoffverbindungen im Seewasser nicht auszuschließen.

Die OC-Gehalte des Sulmsees wiesen keine so starken jahreszeitlichen Schwankungen wie die des Röksees auf. Die Analysendaten zeigen eine deutliche Belastung mit organischen Stoffen. Der Zulauf war nur gering belastet, jedoch dürfte sich die zeitweise Zuführung von Wasser aus der Sulm ungünstig auf die Wasserqualität des Sees ausgewirkt haben.

Der Kumberger See zeigte als neu errichtetes, junges Gewässer am Ende der Badesaison bereits eine hohe Belastung mit organischen Stoffen. Die im Verhältnis zur Wasserfläche zeitweise hohen Besucherzahlen dürften sich ungünstig auf die Gehalte des Seewassers an organischen Verbindungen ausgewirkt haben. Der Zulauf wies im Gegensatz zur abwasserbelasteten Feistritz, die den Stubenbergsee speist, nur einen sehr geringen Gehalt an organischen Stoffen auf und ist kaum als Ursache für den Anstieg an gelösten organischen Verbindungen anzusehen. NOVAK konnte bei Untersuchungen des Phytoplanktons eine starke Algenproduktion im Herbst feststellen, wodurch die erhöhten POC-Gehalte eine Erklärung finden.

Die durchgeführten Messungen des Gehaltes an partikulären Kohlenstoffverbindungen (POC) zeigten einen deutlichen Zusammenhang mit der zum gleichen Zeitpunkt auftretenden Biomasse. Eine summarische Erfassung der Biomasse war dadurch möglich. OC-Messungen stellen keinen Ersatz für die genaue Ermittlung der Biomasse dar, da sie keine Aussagen über die Artenzusammensetzung machen können. Ein ra-

schers Überblick über die Gesamtbelastung ist jedoch möglich, da die TOC- und DOC-Messungen schnell und genau durchgeführt werden können, während die Ermittlung der Biomasse durch Auszählen und Vermessen zeitraubender und schwieriger ist.

5. Literatur

- ERNET M., HÖLLINGER W., LIDAUER N. & STUNDL K. 1975. Chemisch-biologische Untersuchung des Stubenbergsees (1. Mitteilung) – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 105: 201–223.
- , – & –. 1978. Limnologische Untersuchung des Stubenbergsees. (2. Mitteilung) – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 108: 205–229.
- HÖLLINGER W. 1979. Bestimmung niedriger TOC-Konzentrationen. – Z. Wasser- u. Abwasser-Forsch., 12: 193–196.
- MERZ W. & KREUTZER H. 1977. Bestimmung des organisch gebundenen Kohlenstoffs im Wasser und Abwasser mit dem automatischen TOC-Analysator nach MERZ. – Chemie-Technik, 6: 379–385.
- NOVAK H. 1978. Untersuchungen zur limnologischen Problematik der Primärproduktion im Stubenbergsee. – Diss. Univ. Graz.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wolfgang HÖLLINGER, Univ.-Ass. am Institut für Biotechnologie, Mikrobiologie und Abfalltechnologie der Techn. Universität Graz, A-8010 Graz, Technikerstr. 4.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [110](#)

Autor(en)/Author(s): Höllinger Wolfgang

Artikel/Article: [TOC-Messungen an steirischen Badeseen. 81-88](#)