



Seesanieung Krottensee

*Ist-Bestandserhebung der aquatischen und semi-aquatischen Fauna und
Untersuchung des wasserchemischen Zustandes - Endbericht*

Gabriel Kirchmair, Lukas Kirchgäßner, Irene Pilz &
Clemens Gumpinger

Wels, November 2024

Seesanieung Krottensee

Ist-Bestandserhebung der aquatischen und semi-aquatischen Fauna und Untersuchung des wasserchemischen Zustandes - Endbericht

blattfisch e.U.

Technisches Büro für Gewässerökologie
DI Clemens Gumpinger

blattfisch.at



4600 Wels | Leopold-Spitzer-Straße 26
Tel: 07242/21 15 92 | e-Mail: office@blattfisch.at
FN 443343 a (Landesgericht Wels)

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Methodik.....	1
2.1	Amphibien	1
2.2	Fische.....	1
2.3	Weitere nachgewiesene Tier- und Pflanzenarten.....	2
2.4	Wasserchemie	2
2.5	Temperaturmessung mittels T.e.M.P.-Systemen	3
3	Ergebnisse.....	4
3.1	Amphibien	4
3.2	Fische.....	6
3.3	Weitere nachgewiesene Tier- und Pflanzenarten.....	7
3.3.1	Ufervegetation.....	7
3.3.2	Makrophyten.....	8
3.3.3	Vögel	10
3.3.4	Reptilien	10
3.3.5	Wirbellose.....	10
3.4	Chemisch/physikalische Parameter	11
3.5	Temperaturmessung mittels T.e.M.P.-Systemen	12
4	Diskussion	1
4.1	Amphibien	1
4.2	Fische.....	1
4.3	Vegetation	2
4.4	Wasserchemie	3
4.5	Temperaturmessung mittels T.e.M.P.-Systemen	4
5	Fazit und Ausblick	5
6	Literatur	6

1 Einleitung

Der Krottensee liegt im Gemeindegebiet von Gmunden und ist ein Teil des Cumberland-Schlossparks. Dieser ist seit 1980 als Naturdenkmal unter strengen Schutz gestellt. Seine Entstehung reicht in die Würm-Kaltzeit zurück wo dieser Teil der Endmoräne des Traunseegletschers war und als Toteisloch zurückblieb. Die Fläche des heutigen Krottensees beträgt etwa 3,5 Hektar, wobei nur 0,7 Hektar von offener Wasserfläche eingenommen werden. Den größten Anteil bedeckt ein bewaldeter Schwingrasen, welcher von einem schmalen, grabenartigen Stillgewässer mit einem Hauptbecken auf der Westseite umschlossen ist und daher eine Insel bildet. Dieser sensible Schwingrasen ist durch den Graben physisch vor unerlaubtem Betreten geschützt, wobei zudem ein absolutes Betretungsverbot aufgrund der naturschutzfachlich wertvollen Vegetation besteht. Am Nordufer verläuft ein kurzer Spazierweg mit Schautafeln durch den angrenzenden Laubwald. Oberflächliche Zubringer und Abflüsse des Sees sind nicht vorhanden. Die Kanäle sind etwa einen halben Meter tief, das Hauptbecken an seiner tiefsten Stelle ca. 1,8 Meter, mit einer mächtigen durunterliegenden Schlammschicht. Abhängig von Trockenheit bzw. Niederschlägen kann der Wasserstand des Krottensees deutlich schwanken, was bis zum vollständigen Trockenfallen des seichten Grabens führen kann. Vor etwa 20 Jahren wurde der Krottensee bereits einmal ausgebaggert, seither trat eine zuvor nicht aus dem Krottensee dokumentierte Wasserpflanze auf, das Raue Hornblatt, welches zu tiefgreifenden Veränderungen im Krottensee führte.

2 Methodik

2.1 Amphibien

Die Amphibien- und Reptilienkartierung am 09.04.2024 wurde mittels Sichtkartierung durchgeführt. Im Zuge der Kartierung wurden alle Funde von Laichvorkommen, juvenilen, adulten und auch toten Tieren dokumentiert.

2.2 Fische

Zur Erfassung der fischökologischen Situation wurde der Krottensee am 06.05.2024 mittels Elektrofischerei beprobt. Dabei wurden alle für die Fischfauna relevanten Habitats des Krottensees mit der Handanode vom Boot aus befischt. Es kam ein Rückentragegerät der Firma Hans Grassl mit 1,3 kW Nennleistung (Typ ELT 60 II) zum Einsatz, der verwendete Anodenring hatte einen Durchmesser von 30 cm. Es wurden insgesamt zwölf Areale unterschiedlicher Größe beprobt (Abb. 1).



Abb. 1 Lage der 12 befischten Areale.

Es handelte sich um eine qualitative Beprobung; die Häufigkeit der gefangenen Arten wurde für jedes Areal mittels Häufigkeitsklassen geschätzt, pro Art wurden einige Individuen exemplarisch vermessen und anschließend wieder frei gelassen. Die gewählte Methodik hat erfahrungsgemäß eine nicht unerhebliche Scheuchwirkung, insbesondere in Stillgewässern. Schwimmstarke Adultfische sind im Fang daher oftmals unterrepräsentiert. Geflüchtete Fische konnten aufgrund der geringen Wassertiefe allerdings häufig gut identifiziert werden und wurden ebenfalls protokolliert. Eine quantitative Aussage über Fischdichte (Ind./ha) und Biomasse (kg/ha) ist zwar bei dieser Art der Bestandserhebung nicht möglich, insgesamt erlaubt die angewendete Methodik aber eine recht präzise Aussage über die Fischartengemeinschaft des Krottensees.

2.3 Weitere nachgewiesene Tier- und Pflanzenarten

Neben den schwerpunktmäßig untersuchten Tiergruppen der Amphibien und Fische wurden auch andere naturschutzfachlich interessante Nachweise als Begleitfunde dokumentiert und hier zusammengefasst.

2.4 Wasserchemie

Es wurden am 12.04. und 31.07.2024 jeweils vier Schöpfproben (2x flaches Ufer, 2x offener See; Abb. 2) zur wasserchemischen Analytik aus dem Hauptsee entnommen und auf die Parameter Ammonium, Chlorid, Nitrat, Nitrit, BSB₅, DOC, Gesamtphosphor, Orthophosphat sowie Chlorophyll-

a untersucht. Zudem wurden vor Ort die physikalisch-chemischen Parameter Temperatur ($^{\circ}\text{C}$), Sauerstoffgehalt (mg/l), pH-Wert und Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ca. 30 cm unter der Wasseroberfläche mit einem Multiparameter-Messgerät gemessen.



Abb. 2 Probenahmestandorte Wasserchemie und Bezeichnungen.

2.5 Temperaturmessung mittels T.e.M.P.-Systemen

Das Temperaturmonitoring wurde im Zeitraum von April bis September durchgeführt, wobei insgesamt vier Te.M.P.-Systeme zum Einsatz kamen. Zwei davon wurden im Flachwasserbereich ausgebracht, zwei in der Seemitte in unterschiedlichen Tiefen. Die Messgenauigkeit betrug $\pm 0,5$ $^{\circ}\text{C}$, gemessen wurde in einem Intervall von 30 Minuten.

Die Sonden, welche die Größe und Form einer Knopfzellenbatterie aufweisen, befanden sich in einer Aluminiumkapsel mit etwa 8 cm Länge und einem Durchmesser von etwa 3,5 cm, die an jedem Ende eine Lochbohrung aufweist. Zur exakten Platzierung der Sonden wurden die zwei Kapseln in der seichten Zone an Eisenstangen befestigt und im Sediment eingeschlagen, die zwei Sonden im offenen See wurden an einer Schnur zwischen einer Boje und einem Bleigewicht befestigt, die eine wurde 30 cm über dem Grund, die zweite 90 cm über dem Grund fixiert (Abb. 3).



Abb. 3 Standorte der Temperatursonden im Hauptbecken des Krottensees.

3 Ergebnisse

3.1 Amphibien

Zu erwartende Arten waren Feuersalamander (*Salamandra salamandra*), Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*), Kammmolch (*Triturus* sp.), Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*), Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Erdkröte (*Bufo bufo*), Laubfrosch (*Hyla arborea*), Wasserfrosch (*Pelophylax* sp.), Grasfrosch (*Rana temporaria*) und Springfrosch (*Rana dalmatina*). Während der Untersuchungen wurden jedoch nur zwei Amphibienarten (Erdkröte und Springfrosch) nachgewiesen. Als besonderes Laichhabitat ist das Nordufer hervorzuheben, hier finden sich zwischen dem Spazierweg und dem, wasserführenden „Kanal“ der den Moorbereich in der Mitte des Krottensees umgibt zahlreiche Tümpel bzw. Flachwasserbereiche (Abb. 4) welche wohl periodisch austrocknen. Hier wurden etliche Laichballen dokumentiert und ein Großteil der adulten Frösche nachgewiesen (Abb. 5), es handelt sich dabei aber auch um den am besten zugänglichen Bereich.



Abb. 4 Tümpel und Flachwasserbereiche entlang des „Nordkanals“ sind wertvolle Laichhabitats für Amphibien (vor allem Springfrosch).



Abb. 5 Springfroschnachweise.

3.2 Fische

Im Zuge der Bestandserhebung wurden im Krottensee lediglich vier verschiedene Fischarten nachgewiesen. Das Moderlieschen (*Leucaspis delineatus*) ist die mit Abstand häufigste Fischart, gefolgt von dem Hecht (*Esox lucius*) und der Schleie (*Tinca tinca*). Die Karausche (*Carassius carassius*) wurde vereinzelt ebenfalls gefangen (Tab. 1).

Tab. 1 Fangergebnis der Elektrofischung als Verteilung der pro befischtem Areal vergebenen Häufigkeitskategorien (1 = vereinzelt ... 5 = massenhaft).

Fischart	Abundanzklasse				
	1	2	3	4	5
Hecht	2	6	1	0	0
Karausche	0	2	0	0	0
Moderlieschen	0	0	0	0	10
Schleie	1	4	3	0	0

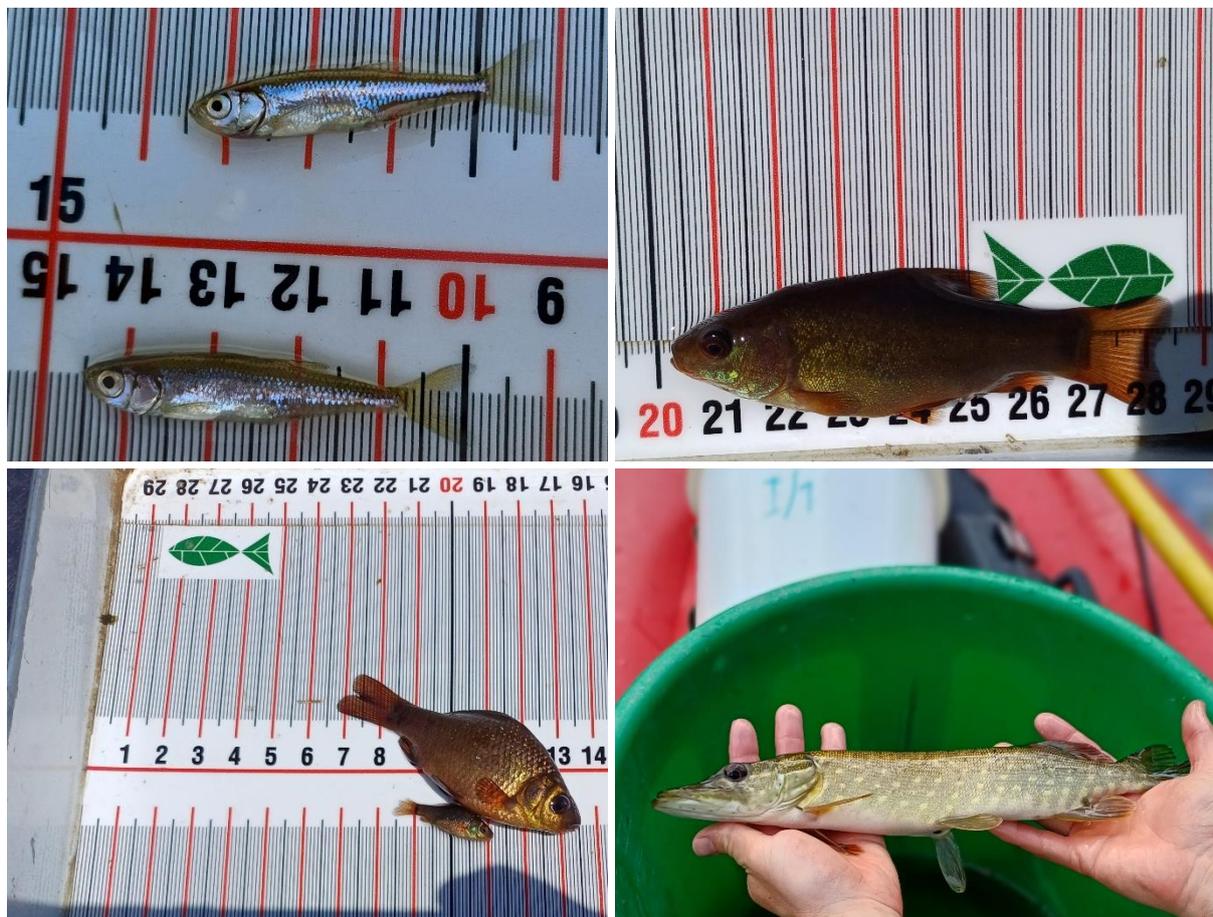


Abb. 6 Fischartengemeinschaft des Krottensees. Links oben: adulte Moderlieschen. Oben rechts: juvenile Schleie. Unten links: eine einsömmerige und eine möglicherweise bereits adulte Karausche. Unten rechts: juveniler Hecht.

Bei Hecht, Karausche und Schleie wurde ein selbst reproduzierender Bestand festgestellt — juvenile Tiere dominieren deutlich. Auch beim Moderlieschen ist aus fachlicher Sicht jedenfalls von einer

Eigenreproduktion auszugehen, juvenile Individuen dieser sehr kleinwüchsigen Fischart sind methodisch bedingt im Fang unterrepräsentiert.

Auffällig war, dass von der Schleie überwiegend juvenile Individuen der Jahrgänge 1⁺ und 2⁺ oder aber sehr große Adulttiere erfasst wurden. Der sogenannte „Mittelbau“ mit Tieren zwischen 15 und 35 cm Körperlänge fehlt vollständig (Abb. 6).

3.3 Weitere nachgewiesene Tier- und Pflanzenarten

3.3.1 Ufervegetation

Hier treten Sumpf Segge (*Carex acutiformis*) sowie Steife Segge (*Carex elata*), beide mit Gefährdungsgrad „Near Threatened“ für Österreich eingestuft, aber auch Kalmus (*Acorus calamus*) sowie Ufer Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*) auf. Die die im Gebiet vorkommende Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) und der Große Rohrkolben (*Typha latifolia*) sind beides in Oberösterreich nur zerstreut vorkommende Arten. Stellenweise wächst hier auch der Gemeine Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*), eine Art der Vorwarnliste für Oberösterreich. Leider konnte auch der stark invasive Neophyt Staudenknöterich (Gattung *Reynoutria*) am Nordostufer neben dem Spazierweg westlich vom Spielplatz und am Ostufer am Ende des Parkplatzes zur Krottenseeestraße entdeckt werden (Abb. 7). Dieser tritt aber (noch) sehr vereinzelt auf.



Abb. 7 Fundpunkte des invasiven Neophyt Staudenknöterich (grüne Markierungen, Quelle: iNaturalist.org)

Der Schwingrasen bzw. Moorwald in der Mitte des Sees wurde von uns nicht näher erkundet, hierzu liegen aber intensive vergangene Erhebungen vor (Roithinger et al., 1995).

3.3.2 Makrophyten

In der größeren Seefläche im Westen des Gebietes tritt im Sommer Raues Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*) in großen, flächigen Beständen auf. Bei den letzten Geländearbeiten Ende Oktober 2024

war *Ceratophyllum* bereits abgesunken (Dormanz). Daneben ist im Hochsommer nur ein nennenswerter Seerosenbestand (*Nymphaea* sp.) an der Wasseroberfläche hervorzuheben (Abb. 8). Zudem konnte auch ein Bestand von Schwimmendem Laichkraut (*Potamogeton natans*) im Nordostteil des Hauptsees festgestellt werden (Abb. 9).



Abb. 8 Seerosen und Rauhes Hornblatt sind auch auf aktuellen Luftbildern der westlich gelegenen Hauptseefläche erkennbar (SR ... Seerose, RH ... Rauhes Hornblatt).



Abb. 9 Schwimmendes Laichkraut mit einem kleinen Bestand am Nordostufer des Hauptsees.

3.3.3 Vögel

Während der Geländearbeit konnten auch einige Vogelarten am Krottensee festgestellt werden. Von den wassergebundenen Arten konnten neben den zahlreichen Stockenten (*Anas platyrhynchos*) rund um den Krottensee auch das Teichhuhn (*Gallinula chloropus*) im See und ein Eisvogel (*Alcedo atthis*) beobachtet werden. Letzterer ist eine Art des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie der EU.

3.3.4 Reptilien

Bei der Amphibienkartierung im Frühjahr konnte auch eine Ringelnatter schwimmend nachgewiesen werden.

3.3.5 Wirbellose

Unter den wassergebundenen Wirbellosen konnten zusätzlich einige Libellen am Krottensee dokumentiert werden. Im Bereich des Hauptbeckens war das Große Granatauge (*Erythromma najas*) Ende Juli häufig anzutreffen. Nachweise der in Oberösterreich stark gefährdeten Gefleckten Smaragdlibelle (*Somatochlora flavomaculata*) liegen ebenso vor wie von der Blutroten Heidelibelle (*Sympetrum sanguineum*), der Gemeinen Becherjungfer (*Enallagma cyathigerum*) oder der Großen

Königlibelle (*Anax imperator*). Unter den Weichtieren waren im See Spitzschlammschnecken (*Lymnaea stagnalis*) und Posthornschnellen (*Planorbarius corneus*) auf den Makrophyten zu finden.

3.4 Chemisch/physikalische Parameter

Tab. 2 Zusammenstellung der Ergebnisse der Wasseranalysen vor Ort und der Laborbefunde (AGROLAB) der beiden Beprobungstermine im April und Juli 2024.

Parameter	11.04.2024				31.07.2024			
	Seichte Zone 1	Seichte Zone 2	Offener See 1	Offener See 2	Seichte Zone 1	Seichte Zone 2	Offener See 1	Offener See 2
Wassertemperatur* [°C]	15,6	15,6	15,6	15,6	22,8	22,9	23,5	23,2
pH-Wert*	6,9	6,7	7,1	7,1	7,4	7,3	8,3	7,9
Leitfähigkeit* [µS/cm]	249	254	246	233	336	349	329	336
Sauerstoff gel. * [mg/l]	4	1,29	4,53	-	1,21	2,88	7,18	8,17
Ammonium - N [mg/l]	0,17	0,08	0,21	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14
Chlorid (CL) [mg/l]	2,3	2	2	2,1	1,3	1,3	1,2	1,6
Nitrat - N [mg/l]	<0,02 (NWG)	<0,02 (NWG)	<0,02 (NWG)	<0,02 (NWG)	<0,02 (NWG)	<0,02 (NWG)	<0,02 (NWG)	<0,02 (NWG)
Nitrit - N [mg/l]	-	-	-	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Sauerstoffbed. BSB ₅ [mg/l]	<3 (+)	<3 (+)	<3 (+)	<3 (+)	<3 (+)	<1 (NWG)	<1 (NWG)	<1 (NWG)
Gelöster organ. Kohlenstoff DOC [mg/l]	12	13	11	13	12	12	12	13
Gesamtphosphor (P) [mg/l]	0,032	0,03	0,03	0,031	0,049	0,037	0,033	0,021
Ortho-phosphat (o-PO ₄) [mg/l]	0,066	<0,02 (+)	0,07	0,06	0,079	0,084	0,073	0,069
Chlorophyll-a [µg/l]	4,1	6,4	5,5	11	9,8	1,8	10	1,8

* Vor Ort gemessen

NWG...bei Nachweisgrenze nicht nachzuweisen

(+)...zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze

Der gemessene pH-Wert lag im neutralen bis leicht basischen Bereich zwischen 6,7 und 8,3. Im offenen See lag hier der pH tendenziell höher als in der seichten Zone, die Messwerte im Juli lagen über jenen vom April (Tab. 2).

Die Leitfähigkeit lag in der seichten Zone etwas über jener des offenen Sees. Im April lag diese zwischen 233 und 254 µS/cm, Ende Juli bei 329 - 349 µS/cm, also um einiges höher.

Die Messungen des gelösten Sauerstoffs an der Oberfläche ergaben zwischen 1,21 und 8,17 mg/l. Zumindest im Hochsommer ist mehr Sauerstoff oberflächennah im offenen See gelöst als in vergleichbarer Tiefe im Uferbereich.

In Bezug auf Stickstoff wurden mehrere Parameter analysiert. Der Ammoniumgehalt betrug von 0,08 mg/l bis zu 0,21 mg/l, sowohl Minimal- als auch Maximalwert wurden bei der Probenahme im April gemessen, beim zweiten Beprobungstermin Ende Juli lag der Messwert über alle Probestellen relativ konstant bei 0,15 mg/l. Der Nitratwert lag an allen Probestellen und bei beiden

Beprobungsterminen unter der Nachweisgrenze von 0,02 mg/l. Nitrit wurde im Juli als zusätzlicher Parameter erhoben und lag in allen Proben unter 0,003 mg/l.

Die Chloridmessungen zeigten, dass im April 2 - 2,3 mg in einem Liter Seewasser enthalten waren, im Hochsommer waren es mit 1,2 - 1,6 mg/l weniger.

Der Sauerstoffbedarf wurde als BSB₅ erhoben. Dieser gibt die Menge an Sauerstoff im mg/l an, welche Bakterien und andere Kleinstlebewesen in einer Wasserprobe im Zeitraum von 5 Tagen bei einer Temperatur von 20 °C verbrauchen, um die Wasserinhaltsstoffe aerob abzubauen. Dieser Wert lag zwischen Nachweis und Bestimmungsgrenze (<3 mg/l) bzw. unter der Nachweisgrenze (<1 mg/l), ist also als sehr gering einzustufen.

Der im Wasser gelöste organische Kohlenstoff (DOC) lag relativ konstant bei Werten von 11-13 mg/l.

Phosphor als wichtiger Überdüngungsfaktor wurde in Form von Orthophosphat und Gesamtphosphor untersucht. Lagen die Werte für den Gesamtphosphor zwischen 0,021 und 0,049 mg/l, im Mittel 0,03 mg/l, so waren es beim Orthophosphat von Messungen zwischen Nachweis und Bestimmungsgrenze (<0,02 mg/l) bis zu 0,084 mg/l, im Mittel 0,07 mg/l.

Die Chlorophyll-a Konzentration im Wasser des Hauptsees lag zwischen 1,8 und 11 µg/l ohne deutliche Unterschiede zwischen den Beprobungspunkten und -terminen.

3.5 Temperaturmessung mittels T.e.M.P.-Systemen

Nach dem Messbeginn Mitte April 2024 kam es zunächst zu einem erneuten Kälteeinbruch bis Ende April welcher neben der Lufttemperatur in Gmunden auch an den Messsonden im See feststellbar war (Abb, 10). Es folgte ein kontinuierlicher Temperaturanstieg mit Höchstwerten der Tagesmitteltemperatur zwischen Ende Juni und Mitte August. Danach gingen die Temperaturen wieder zurück wobei es Anfang/Mitte September zu einer deutlichen Abkühlung der Lufttemperatur kam.

Die Langzeitmessungen mit Temperatursonden in unterschiedlichen Bereichen des Hauptbeckens lieferten sehr unterschiedliche Temperaturwerte an den unterschiedlichen Positionen. Während die beiden Messsonden die im Uferbereich platziert wurden mit ihrer Temperaturkurve jener der Lufttemperatur folgen, zeigt sich im offenen See 90 cm über dem Grund schon, dass die Temperatur deutlich weniger schwankt und Veränderungen der Lufttemperatur erst mit einiger Verzögerung in dieser Tiefe ankommen. Noch deutlich stärker ist dieser Effekt am Seegrund feststellbar. Nachdem zu Messbeginn Mitte April die Temperatur im offenen See 90 cm über dem Grund über der 30 cm über dem Grund lag drehte sich dies nach dem Kälteeinbruch bis Ende April um. Danach lag die Tagesmitteltemperatur im tieferen Bereich des Sees bis Anfang/Mitte September unter jener in den oberflächennahen Bereichen des offenen Sees und der Uferbereiche. Im Zeitraum Mai bis September lag der Wassertemperatur im Uferbereich im Mittel bei 20,6 °C (Nordufer) und 21,3 °C (Westufer), wohingegen diese in der stark von *C. demersum* bewachsenen Seemitte 17,7 °C (90 cm über Grund) und 15,6 °C (30 cm über Grund) betrug. Als Temperaturmaximum wurde im Uferbereich 29 °C erreicht, am Grund des Sees wurden 18,2 °C nicht überschritten.

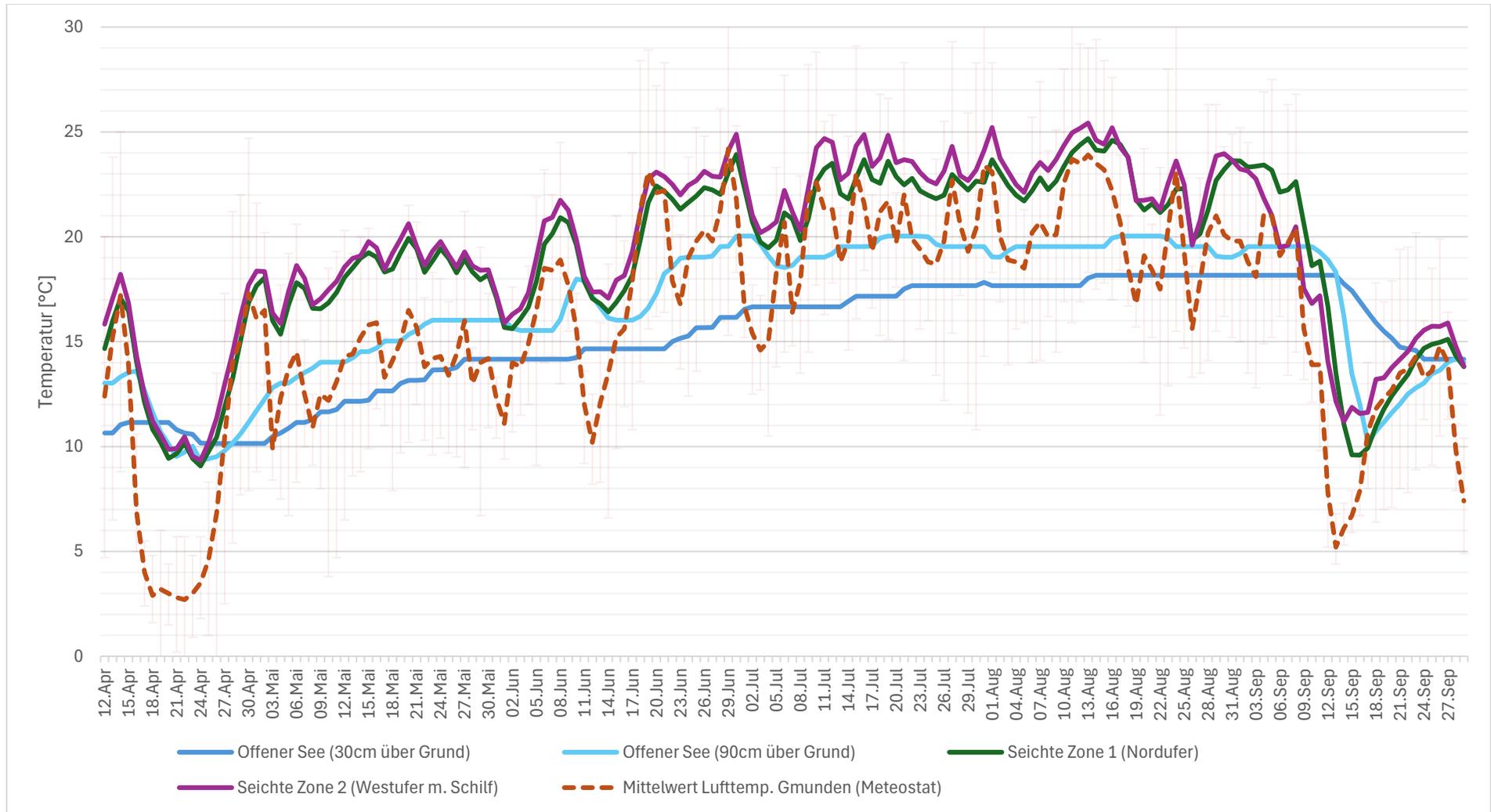


Abb. 10 Tagesmitteltemperatur im Hauptsee des Krottensees von 12. April bis 29. September 2024. Lufttemperatur Gmunden (inkl. Tagesminimum/maximum; Quelle: Meteostat), TeMP Messsonden an vier Messpunkten.

4 Diskussion

4.1 Amphibien

Diese Ergebnisse weisen auf eine potenzielle Artenvielfalt hin, jedoch wurden folgende Parameter festgestellt, die die Amphibienpopulationen mitunter negativ beeinflussen könnten:

Fischbesatz

Die Anwesenheit von Fischen kann sich durch den hohen Prädationsdruck nachteilig auf Amphibienpopulationen auswirken.

Verlandung

Die Verlandung des Gewässers deutet auf eine Verschlechterung des Lebensraums hin (z.B. Wasserqualität), was möglicherweise zu einem Rückgang der Amphibienpopulationen führte.

4.2 Fische

Die bei der Elektrofischung festgestellte Fischartengemeinschaft des Krottensees ist mit lediglich vier Arten als äußerst artenarm zu beschreiben. Bei den nachgewiesenen Arten handelt es sich aber um Arten, die in kleineren und stark verkrauteten Stillgewässern häufig anzutreffen sind. Solche Kleingewässer, und insbesondere jene mit bräunlichem Wasser — sogenannte „Braunwasserseen“ — sind aufgrund ihrer extremen Standorteigenschaften, beispielsweise Sauerstoffknappheit oder zeitweise vollständiges Gefrieren, häufig relativ arten- und individuenarm besiedelt (*Hydrobiologie der Binnengewässer ein Grundriss für Ingenieure und Naturwissenschaftler; 34 Tabellen*, 2001), weshalb das Ergebnis der Bestandserhebung nicht unerwartet ist.

Zudem konnten bei den Geländeerhebungen abseits der Elektrofischung etliche Karpfen an der Wasseroberfläche beobachtet werden, diese konnten wie im Methodenkapitel erwähnt vermutlich aufgrund ihrer Schwimmstärke mittels Elektrofischung nicht festgestellt werden. Bei (Jersabek & Schabetsberger, 1994) wird von mehreren totalen Fischsterben (1982, 1985 und im Dezember 1993) berichtet. In diesem Zuge werden als Besatz Karpfen (*Cyprinus carpio*), Schleie (*Tinca tinca*), Brachse (*Abramis brama*), Karausche (*Carassius carassius*), Hecht (*Esox lucius*), zuvor auch Weißer Amur (*Ctenopharyngodon idella*) genannt.

Die hohe Bestandsdichte des Moderlieschens ist insofern erfreulich, als diese Art gemäß der Roten Liste für Österreich als „stark gefährdet“ eingestuft ist (*Fische, Krebse & Muscheln in heimischen Seen und Flüssen 120 Arten in über 350 Lebendabbildungen*, 2020). Das Moderlieschen kam ursprünglich vor allem in den langsam fließenden und stehenden Gewässern der Auenlandschaft größerer Flüsse vor. Mit dem Verschwinden dieser Sukzessions-Lebensräume aufgrund der Gewässerregulierung gingen auch die Bestände des Moderlieschens stark zurück (*Fische, Krebse & Muscheln in heimischen Seen und Flüssen 120 Arten in über 350 Lebendabbildungen*, 2020). Der Krottensee mit seinen krautreichen Gewässerbereichen scheint daher einen idealen Ersatzlebensraum für diese Art darzustellen.

Auch die Karausche und die Schleie sind gut an die Lebensraumbedingungen der nur sporadisch angebundenen Kleingewässer einer Flussaue angepasst und finden in dem gut mit Makrophyten

und Totholz strukturierten Krottensee gute Lebensbedingungen vor. Vor allem von der Karausche ist zudem bekannt, dass diese zum Teil verbuttende Bestände ausbildet. Das bedeutet, dass Adulttiere aufgrund eines Platz- und/oder Nahrungsmangels zur Kleinwüchsigkeit neigen. Wie das Moderlieschen gilt auch die Karausche aufgrund der anthropogen bedingten Verluste dieser Augewässer mittlerweile als „stark gefährdet“ (Wolfram & Mikschi, 2007).

Wie bereits erwähnt ist bei der Schleie der fehlende Mittelbau auffallend. Aus fachlicher Sicht kann dies hauptsächlich auf die Prädation durch den Hecht zurückgeführt werden. Die kleinwüchsigen Arten Moderlieschen und Karausche dienen dem Hecht im Krottensee vor allem im juvenilen Altersstadium als Nahrung, danach bleibt als ausreichend großer Futterfisch nur noch die Schleie übrig. Das erklärt, weshalb keine Schleien zwischen 15 und 35 cm Körperlänge gefangen beziehungsweise gesehen wurden, weil diese Fischgröße genau die vom Hecht bevorzugte Beutegröße darstellt. Diejenigen Schleien, welche diesem Größenfenster entwachsen konnten, stützen als Laichtiere den Bestand. Bei den gefangenen Hechten über 40 cm Körperlänge handelte es sich zudem ausschließlich um sehr schlanke Tiere, was den Mangel an geeigneter Nahrungsgrundlage für diese Raubfischart unterstreicht. Im Zuge der Befischung wurden lediglich drei adulte Exemplare gesichtet, die groß genug waren, um auch adulte Schleien zu erbeuten. Die Populationen von Hecht und Schleie scheinen somit in einer funktionierenden Räuber-Beute-Beziehung zu stehen und sich gegenseitig zu regulieren. Es sei zudem angemerkt, dass der geringe Amphibienbestand des Krottensees womöglich ebenfalls auf die Prädation durch den Hecht zurückgeführt werden könnte. Ohne entsprechende Untersuchungen (Magenanalysen etc.) stellt letzteres jedoch nur eine fachlich gestützte Vermutung dar.

4.3 Vegetation

Erhebungen der Vegetation fanden 2024 nur als Nebenbefund statt, sind aber dennoch für das Gesamtbild sehr wesentlich. In Bezug auf Makrophyten im nord-westlich gelegenen Hauptsee ist in den vergangenen Jahrzehnten eine deutliche Veränderung feststellbar. Roithinger et al. (1995) geben an, dass etwa 2/3 der Wasseroberfläche des Hauptsees mit einer weiß blühenden Seerosen-Schwimtblatt-Gesellschaft bedeckt waren. Eine Anpflanzung dieser Seerosen wird vermutet. Von *Ceratophyllum demersum* war in diesem Bericht Mitte der 1990er-Jahre noch keine Rede. Brameshuber (2011) dokumentierte ab 2007 massive Bestände dieser Wasserpflanze und eine Verdrängung anderer Makrophyten. Zwischen diesen beiden Studien fanden Baggerungsarbeiten im Krottensee statt um die Verlandungsprozesse hintanzuhalten. Brameshuber gibt für 2007 aber noch an, dass *C. demersum* vor allem die Kanäle dicht besiedelt, die tieferen Bereiche des Hauptbeckens (noch) nicht. In unseren Untersuchungen war aber gerade dieses Hauptbecken in der Mitte sehr stark von *C. demersum* zugewachsen. Nach einer maximalen Ausbreitung dieser Art im Hochsommer, war bei der letzten Geländeerhebung Ende Oktober bereits keine dichten Bestände mehr an der Wasseroberfläche zu sehen sondern bereits auf den Grund abgesunken, die Pflanze geht dann in eine Dormanz über, abgestorbene Pflanzenmassen werden am Grund zersetzt. Anhand von *C. demersum* zeigt sich deutlich wie das Einbringen einer neuen Art zu Veränderungen im Ökosystem geführt hat. Die dichten Bestände wurden bereits wiederholt mechanisch entfernt, vor allem aber im tiefen Hauptbecken konnte dies bisher aber nicht effizient bewerkstelligt werden. Dies sollte Gegenstand von Maßnahmen sein. Ebenso sollten Maßnahmen gegen die Ausbreitung des invasiven Neophyten Staudenknöterich an Land gesetzt werden, welcher erst an wenigen Stellen auftritt und durch wiederholte, konsequente und fachkundig durchgeführte

Bekämpfungsmaßnahmen sowie fachgerechter Entsorgung noch gute Aussichten bestehen diesen vom Schutzgut Krottensee fernzuhalten.

4.4 Wasserchemie

Die chemischen Verhältnisse in der Wassersäule eines stehenden Gewässers sind im Laufe des Jahres oft sehr starken Veränderungen unterworfen. Weiters sind die untersuchten Stoffe nur in geringen Konzentrationen vorhanden und erfordern exakte Analysen. Für fundierte Aussagen sind vergleichbare Daten über längere Zeiträume erforderlich. Die vorliegenden umfangreichen Messresultate sind somit als ein erster Schritt zu betrachten, zukünftige Wiederholungen der chemisch/physikalischen Erhebungen wären wesentlich,

Ceratophyllum demersum prägt die Bedingungen der chemisch/physikalischen Parameter in der Vertikalen des Hauptbeckens. Seine dominanten Bestände und allelopathischen Eigenschaften fördern ein Klarwasserstadium. Der starke Sauerstoffgradient, vor allem in den Sommermonaten, von Übersättigung an der Oberfläche bis zu anaeroben Bedingungen schon in 0,5 m Tiefe sind für die meisten benthivoren Fischarten äußerst ungünstig (Brameshuber, 2011).

Mit einem pH-Wert im neutralen bis schwach basischen Bereich kann der Krottensee nicht als typischer Moorsee betrachtet werden, was auch schon Jersabek & Schabetsberger (1994) anmerkten. Der pH-Wert in einem Gewässer unterliegt verschiedenen Einflussgrößen, wobei sich vor allem der Sauerstoffgehalt sehr direkt auswirkt. Durch die starke photosynthetische Aktivität der Makrophyten während der Sommermonate unterliegt auch der pH-Wert im Krottensee jahreszeitlich starken Schwankungen, mit einer Verschiebung in den basischen Bereich im Hochsommer. Dies kann aufgrund einer hohen Produktivität mit einhergehender biogener Entkalkung erklärt werden. Dadurch kann es auch zu einer Verschiebung im Ammonium/Ammoniakgleichgewicht in Richtung des Ammoniaks kommen. Ammoniak ist ein Fischgift und führt, wenn es in größerem Umfang in einem Gewässer entsteht, zu Fischsterben. Allerdings wurden keine erhöhten Stickstoffwerte hinsichtlich Ammonium, Nitrat und Nitrit im Freiwasser des Hauptbeckens festgestellt.

Die Leitfähigkeit im Gewässer wird von verschiedenen Einflussfaktoren bestimmt und stellt kurz gesagt einen Summenparameter für den Ionengehalt im Gewässer dar. Die Leitfähigkeit des Krottensees war bei den Messungen im Hochsommer höher als im Frühjahr.

Besonders wertvoll sind Untersuchungen über mehrere Jahre, welche Änderungstrends abschätzen lassen. Der Krottensee wurde zwar in ökologischer Hinsicht zwar in der Vergangenheit gut untersucht, zu chemisch-physikalischen Parametern liegen jedoch nur sehr vereinzelt Daten aus der Vergangenheit vor. Gut dokumentiert ist der pH-Wert. Welcher bei früheren Untersuchungen im Bereich von pH 6,4 bis 9,5 lag (Brameshuber, 2011; Jersabek & Schabetsberger, 1994). Weiters wurde auch die Leitfähigkeit schon zuvor gemessen und lieferte Werte zwischen 158 und 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Jahr 1994, auch von 1985 liegt eine Messung vor, welche 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ergab (Jersabek & Schabetsberger, 1994). Brameshuber (2011) stellte fest, dass die Leitfähigkeit mit zunehmender Tiefe im Krottensee zunimmt und erklärt dies mit Austauschprozessen am Gewässergrund. Die von ihm gemessenen Werte schwanken an der Oberfläche zwischen 150 und 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Hauptbecken, wobei der Wert im Mittel im November am höchsten lag. Erklärbar mit dem Absinken von *C. demersum* mit einhergehender Agglomeration von gelösten Ionen in der abgesunkenen Krautschicht und einer resultierenden Anstieg der Leitfähigkeit. In den Kanälen, welche zu diesem

Zeitpunkt stärker mit *C. demersum* besiedelt waren, wurden ebenso höhere Werte festgestellt als im Hauptbecken. Mit allen Vorbehalten zur Messgenauigkeit und möglichen unterschiedlichen Messmethoden (Temperaturabhängigkeit etc.), kann aus den vorhandenen Daten eine Zunahme der Leitfähigkeit in den vergangenen 30 bis 39 Jahren vermutet werden. Auch zum gelösten Sauerstoff gibt es bereits Literaturwerte. Aus dem Frühjahr 1985 liegt eine Messung mit 8,48 mg/l vor, 1994 schwankten die Werte von 1 (Hochsommer) bis 7,8 mg/l (Winter) (Jersabek & Schabetsberger, 1994) und im Jahr 2007 von 0,8 (Sommer und Winter) bis 10,5 mg/l (Sommer) (Bramshuber, 2011). Zudem liegt eine Ammoniummessung von 1985 vor, welche einen Wert von 0,008 mg/l ergab (Jersabek & Schabetsberger, 1994), verglichen mit den aktuellen Werten also doch um einiges weniger obgleich die aktuellen Werte auch noch als nieder zu bewerten sind.

Besonders wichtig in Bezug auf Eutrophierungsproblematiken in Gewässern ist der limitierende Nährstoff Phosphor. Phosphor liegt in unterschiedlichen Formen vor. Da ist zum einen das Orthophosphat, das unmittelbar von Algen und Wasserpflanzen aufgenommen wird. In einem normal belasteten See oder Weiher ist Orthophosphat meist nur in geringen Mengen vorhanden, da es sofort von Algen aufgenommen wird. Findet man hingegen viel Orthophosphat, ist dies ein Indiz für übermäßige Nährstoffeinträge. Ferner gibt es organisches, gelöstes Phosphat und organisches, partikuläres Phosphat. Partikuläres Phosphat kann im Plankton oder an Partikel gebunden sein. Alle drei Formen zusammen ergeben das Gesamtphosphat. Die gemessenen Werte für Gesamtphosphat im oberflächennahen Wasser des Hauptbeckens können hinsichtlich ihrer Trophie nach ÖNORM M 6231 als „stark eutroph“ eingestuft werden.

Der Chlorophyll-a Gehalt im Wasser ist eine Richtgröße, anhand derer man die Biomasse der Kleinalgen in einem See oder Weiher in ihrer Dichte abschätzen kann. Bei der Bewertung des Trophiezustands nach ÖNORM M 6231 führen die aktuellen Messwerte nur bei Betrachtung dieses Parameters zur Einstufung als „mesotroph“. Dies ist über das durch *C. demersum* induzierte Klarwasserstadium erklärbar.

4.5 Temperaturmessung mittels T.e.M.P.-Systemen

Obwohl die geringe Tiefe (1,8 m) des Krottensees eine permanente Durchmischung der Wassersäule nahe legt, und dies auch zuvor so dokumentiert wurde (Bramshuber, 2011), zeigt sich, dass durch den nunmehr dichten Bewuchs mit *C. demersum* im Hauptbecken ein deutlicher Unterschied der Wassertemperatur von Ufer zu Seemitte (im Mittel mehr als 8 °C Unterschied während der Sommermonate), aber auch in der Seemitte von tieferen zu oberflächennäheren Bereichen (im Mittel 2 °C Unterschied während der Sommermonate) feststellbar ist. Im Frühling und im Herbst traten 2024 bei abrupten Kälteeinbrüchen Phasen auf, in denen die Oberflächentemperatur unter jener am Seegrund lag was für eine Durchmischung zu diesen Zeitpunkten spricht, von Mai bis September kann aber eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Schichtung aus unseren Daten angenommen werden. Frühere Temperaturmessungen liefern ergänzende Informationen etwa über die Wintermonate welche in unserer Untersuchung nicht abgedeckt wurden. Bramshuber (2011) gibt für den Jänner ein Minimum an allen Stellen von 3,5 bis 4 °C an. In der genannten Arbeit wurden auch Temperaturmessungen in den Kanälen durchgeführt, welche zeigten, dass

5 Fazit und Ausblick

Um die langfristige Lebensfähigkeit der Amphibienpopulationen sicherzustellen beziehungsweise aufzuwerten, müssen geeignete Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des Gewässerhabitats ergriffen werden (z.B. Überprüfung der Wasserqualität und gegebenenfalls kleinräumige Entschlammung). Ebenso essentiell ist die Schaffung von fischfreien Flachwasserzonen. Derzeit sind hierbei die periodisch austrocknenden Flachwasserbereiche des Nordkanals von besonderer Bedeutung.

Der Fischbestand des Krottensees ist mit den bei der Elektrofischung nachgewiesenen Arten Hecht, Karausche, Moderlieschen und Schleie sowie Karpfen durch Sichtbeobachtung zwar recht artenarm, die hier anzutreffende Fischartengemeinschaft ist aber typisch für kleinere, krautreiche Stillgewässer. Bei Karausche und Moderlieschen handelt es sich zudem um Arten, welche ursprünglich in den (teil-)isolierten Stillgewässern in der Aue größerer Flüsse vorkamen und mittlerweile aufgrund des starken Rückgangs dieser Lebensräume als „stark gefährdet“ eingestuft sind. Der Krottensee stellt darum ein Ersatzlebensraum für diese seltenen Kleinfischarten dar. Aus fischökologischer und naturschutzfachlicher Sicht ist es deshalb wünschenswert, einer vollkommenen Verlandung des Krottensees und damit einhergehend dem Verlust dieses Ersatzlebensraumes für die Fischfauna entgegenzuwirken. Besatzmaßnahmen mit Karpfen etc. sind mit dem Status als Naturdenkmal nicht vereinbar und daher zu unterlassen. Ein Abfischen (Netzbefischung) von Karpfen sollte zudem angedacht werden.

Ceratophyllum demersum hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zur dominanten Wasserpflanze des Krottensees entwickelt und besiedelt nun vorwiegend auch das Hauptbecken. Daneben treten Seerosenbestände auf, welche aber deutlich zurückgegangen sind. Aufgrund des dominanten Auftretens der Makrophyten ist ein Klarwasserstadium gegeben, größere Algenblüten werden durch allelopathisch wirkende Stoffe, Konkurrenz um Nährstoffe und vor allem um Licht verhindert. Ein mechanisches Entfernen des Hornblatts im Hauptbecken, kann als Maßnahme zur Entnahme von Nährstoffen und zur Verhinderung des Absinkens der abgestorbenen Pflanzenmasse im Herbst teil eines Maßnahmenkonzeptes sein. Ein Neophytenmanagement an den Ufern des Krottensees hat in Bezug auf vereinzelt vorhandene Staudenknöteriche noch gute Erfolgchancen.

Die chemisch-physikalischen Parameter des Krottensees sind seit dem massenhaften Auftreten von *C. demersum* von dieser geprägt. Der pH-Wert des Krottensees ist nicht typisch für einen Moorsee, er liegt vielmehr im neutralen bis leicht basischen Bereich und nimmt während der photosynthetischen Hauptaktivität der Makrophyten (vornehmlich *C. demersum*) in den Sommermonaten wohl aufgrund von biogener Entkalkung zu. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass ein Stickstoffeintrag tunlichst vermieden wird, da ansonsten Ammoniak gebildet werden kann, welcher ab gewissen Konzentrationen zum Fischsterben führt. Die Sauerstoffkonzentration nimmt in Beständen von *C. demersum* von der teils übersättigten Oberfläche schnell ab und bildet teilweise anaerobe Bedingungen, was schwierige Bedingungen für Fische schafft. In Bezug auf Gesamtphosphat ist das Wasser des Hauptbeckens stark eutroph. Hier könnten Entschlammungsmaßnahmen eine Reduktion der Eutrophierung bewirken. Diese gehen aber mit Risiken einher. Es muss sehr behutsam vorgegangen werden um den Wasserstand nicht weiter abzusenken, möglichst wenig Sedimente aufzuwirbeln (Phosphorrücklösung!) oder Schutzgüter zu gefährden. Dazu sind im Vorfeld Analysen der Schlammschicht, ein begleitendes Maßnahmenkonzept und das Einholen der notwendigen Bewilligungen der zuständigen Behörden Grundvoraussetzung. Unabhängig davon sollten die untersuchten chemisch-physikalischen

Parameter künftig zumindest jährlich z.B. mit Multiparametersonde, und den wichtigsten Laborparametern überwacht werden um Veränderungen dokumentieren und auf mögliche negative Entwicklungen reagieren zu können.

In Bezug auf die Temperatur konnte festgestellt werden, dass *C. demersum* durch seinen nunmehr starken Bewuchs im Hauptbecken von Mai-September einen Temperaturgradienten von oberflächennahen Bereichen zum Gewässergrund schafft. Eine Durchmischung des Wassers im Hauptbecken findet demnach nun vorwiegend im Frühjahr und Herbst, bevor bzw. nachdem *C. demersum* dichte Bestände bildet statt. Während sich das Wasser im Uferbereich kurzfristig auf fast 30 °C erwärmen kann, bleibt durch die Beschattung mit Makrophyten der Grund des seichten Sees deutlich kühler und ist weniger Schwankungen unterworfen. Ein radikale mechanische Reduktion der Makrophyten etwa während der Sommermonate sollte also unterbleiben. Eine Fortsetzung wiederholter oder kontinuierlicher Temperaturmessungen in unterschiedlichen Bereichen des Sees wären empfehlenswert, vor allem im Hinblick auf klimawandelbedingte Temperaturveränderungen.

Weiters sollte ein Pegel zur Dokumentation der Wasserstandsschwankungen installiert und Wasserstände regelmäßig aufgezeichnet werden. Nicht zuletzt sollte verstärkt auf Bewusstseinsbildung um den Krottensee und dessen natürlichen Verlandungsprozess beziehungsweise die natürliche Dynamik gesetzt werden, wobei hier z.B. ergänzende Informationstafeln, Naturvermittlungsprogramme und Informationsveranstaltungen Teil eines detaillierten Maßnahmenkonzepts sein könnten.

6 Literatur

- Brameshuber, S. (2011). *Limnologische Untersuchung des Krottensees bei Gmunden—Ökosystemare Auswirkungen von Ceratophyllum demersum* [Masterarbeit]. Paris-Lodron Universität Salzburg.
- Fische, Krebse & Muscheln in heimischen Seen und Flüssen 120 Arten in über 350 Lebendabbildungen* (with Hauer, W.). (2020). Leopold Stocker Verlag.
- Hydrobiologie der Binnengewässer ein Grundriss für Ingenieure und Naturwissenschaftler; 34 Tabellen* (with Uhlmann, D., & Horn, W.). (2001). Ulmer.
- Jersabek, C., & Schabetsberger, R. (1994). *Limnologische Charakterisierung des Naturdenkmals „Krottensee bei Gmunden“* (II; Projektgruppe Krottensee - Endbericht in drei Teilen, S. 29).
- Roithinger, G., Huber, G., Maier, F., & Krisai, R. (1995). *Der Krottensee in Gmunden (OÖ)—Vegetation, Flora & Naturschutz unter Berücksichtigung der Limnologie und Vegetationsgeschichte* (I; Projektgruppe Krottensee - Endbericht in drei Teilen, S. 45).

Wolfram, G., & Mikschi, E. (2007). Rote Liste der Fische (Pisces) in Österreich. In *Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs*. Böhlau Verlag.