

# Algen – Plankton – Fische

## Der Neusiedler See aus limnologischer Sicht





**Landesrätin  
Mag. Astrid Eisenkopf,  
Burgenländische  
Landesregierung**

**D**er Neusiedler See ist der größte See Österreichs und Lebensraum für eine einzigartige und vielfältige Tier- und Pflanzenwelt. Für das Burgenland stellt der See ein prägendes Landeselement dar, das auch vom Menschen in unterschiedlicher Form genutzt wird.

Der See gliedert sich in zwei Teillebensräume, die beide für das Gesamtsystem von großer Bedeutung und nicht getrennt voneinander gesehen werden können: den offenen See und den Schilfgürtel. Die meisten Erholungssuchenden nutzen vorrangig die freie Seefläche mit ihren zahlreichen Buchten. Sie dient Badegästen und Seglern, Besuchern von auswärts wie auch den Bewohnern der seenahen Ortschaften als unmittelbares Erholungsgebiet. Wie vielfältig und zugleich komplex das Leben unter der Wasseroberfläche ist, wissen jedoch die wenigsten. Die genaue Kenntnis und ein tiefes Verständnis der ökologischen Zusammenhänge im See sind jedoch Grundvoraussetzung für einen nachhaltigen Schutz des Neusiedler Sees. Die „Biologische Station Neusiedler See“ als Außenstelle des Hauptreferats „Natur- und Umweltschutz“ der Abteilung 5 im Amt der Burgenländischen Landesregierung überwacht seit vielen Jahren die Entwicklung des Gewässers und bietet in Zusammenarbeit mit dem Nationalpark zugleich Möglichkeiten für universitäre und angewandte Forschungsprojekte. Die Erkenntnisse aus der jahrzehntelangen Forschung sind in das vorliegende Buch eingeflossen.

Als zuständige Landesrätin setze ich mich für die Entwicklung einer ökologisch und ökonomisch ausgewogenen Kulturlandschaft – unter Berücksichtigung der naturschutzfachlichen Rahmenbedingungen – ein. Das vorliegende Buch beleuchtet den Lebensraum Neusiedler See und veranschaulicht in vielen Details das empfindliche Ökosystem Neusiedler See.

Astrid Eisenkopf



Mag. Dr. Thomas Zechmeister,  
Leiter der Biologischen Station  
Neusiedler See und Obmann  
Arbeitsgemeinschaft Natürliche  
Ressourcen (AGN)

Der Neusiedler See ist nicht nur einer der größten Steppenseen Europas, er ist unbestritten auch ein einzigartiges Naturjuwel unseres Landes. Die Errichtung des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel trug diesem Umstand ebenso Rechnung, wie die Aufnahme der Region in die Liste des UNESCO-Welterbes und die Ernennung zum Biosphärenpark, Ramsar- und Europaschutzgebiet.

Das vorliegende Buch, das im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen (Verein AGN; Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5) und im Rahmen des Projekts „Analyse der Nahrungsketten zur Stärkung der Fischpopulationen des Neusiedler Sees“ von Dr. Georg Wolfram und Mitarbeitern erstellt wurde, fasst die Ergebnisse langjähriger limnologischer Untersuchungen zu den verschiedenen Lebensgemeinschaften im Freiwasser des Neusiedler Sees zusammen: den Algen, dem tierischen Plankton und den Fischen. Auf Grundlage einer detaillierten Beschreibung der räumlich-zeitlichen Entwicklungen und Veränderungen der Fauna und Flora des Sees lassen sich die Nahrungskette und die Bedeutung unterschiedlicher Einflussgrößen fassen und beschreiben. Dieses Wissen ist zum einen von grundlegendem wissenschaftlichem Wert, zum anderen ist ein tieferes Verständnis der ökologischen Zusammenhänge aber auch unerlässlich, um einen nachhaltigen Schutz des Ökosystems zu gewährleisten. Schließlich bietet das limnologische Fachwissen aber auch die Basis für fachliche Empfehlungen zu einer nachhaltigen fischereilichen Nutzung des Sees.

Das vorliegende Buch über die Nahrungsbeziehungen im Freiwasserbereich des Neusiedler Sees ist als Ergänzung zu einer Publikation des Naturschutzbundes Burgenland aus dem Jahr 2015 zu sehen, die von den gleichen Autoren verfasst wurde und den aquatischen Lebensgemeinschaften im Schilfgürtel gewidmet ist. Die Biologische Station und die Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen wünscht Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, viel Freude mit diesem neuen Buch.

*Thomas Zechmeister*



# Einleitung

Das Nord-Burgenland beherbergt mit der Region Neusiedler See - Seewinkel einen einzigartigen Natur- und Kulturraum. Zahlreiche botanische und zoologische Raritäten, darunter eine Reihe von endemischen (d.h. weltweit nur hier vorkommenden) Arten, haben das Gebiet weit über die Grenzen hinaus bekannt gemacht.

Mit der Errichtung eines Nationalparks vor mehr als 20 Jahren wurde Österreich der besonderen Verantwortung gerecht, die das Land angesichts des hohen ökologischen und naturschutzfachlichen Werts der Region Neusiedler See – Seewinkel hat. Seit 2013 ist

der See und sein Umland auch als „Europaschutzgebiet Neusiedler See – Nordöstliches Leithagebirge“ ausgewiesen.

Was den Neusiedler See von anderen Seen Österreichs unterscheidet, ist sein Charakter als Steppensee. Kennzeichen sind die Abhängigkeit des Wasserstands von Niederschlag und Verdunstung, das ausgesprochen flache Seebecken und die ungewöhnlichen chemischen Eigenschaften. Hervorzuheben ist nicht zuletzt der ausgedehnte Schilfgürtel, der mehr als die Hälfte der Oberfläche des Neusiedler Sees ausmacht [1, 2].

Die Tier- und Pflanzenwelt des

Schilfgürtels wurde erst kürzlich in einer eigenen Publikation des Österreichischen Naturschutzbundes vorgestellt [3]. Die vorliegende Arbeit widmet sich vorrangig den Lebensgemeinschaften im freien See bzw. den Unterschieden zwischen dem offenen See und den Rohrlacken des Schilfgürtels, daneben aber auch den jahreszeitlichen Veränderungen der wichtigsten Lebensgemeinschaften. Aus Platzgründen beschränkt sich die Arbeit auf die Organismen im Freiwasser, also die Schwebelagen, das tierische Plankton und die Fische; die sedimentbewohnenden Wirbellosen im freien See bleiben hingegen ausgeklammert.



Der Neusiedler See –  
größter Steppensee Mitteleuropas.

Die vorgestellten Ergebnisse stammen größtenteils aus einem von der Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen (AGN) umgesetzten Projekt, das von EU und Land Burgenland kofinanziert wurde. Ergänzend werden Ergebnisse zur Fischfauna des Sees aus dem langjährigen wissenschaftlichen Monitoring des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel mit berücksichtigt. Damit ist die Brücke geschlagen zu einem nicht unwesentlichen Wirtschaftsfaktor am Neusiedler See: der Fischerei. Überlegungen zum fischereilichen Monitoring sollen daher am Ende des vorliegenden Buches stehen.

# Inhalt

<b>Einleitung</b> .....	4
<b>Meteorologie und Hydrologie</b> .....	6
<b>Chemismus</b> .....	8
<b>Das Phytoplankton und die Wasserqualität in den Jahren 2013 und 2014</b> .....	10
Wasserqualität und planktische Algen .....	10
Artenspektrum und Saisonalität des Phytoplanktons im offenen See .....	12
Die planktischen Algen in einer Rohrlacke (Ruster Poschn) .....	15
Vergleich des Neusiedler Sees mit anderen ostösterreichischen Gewässern .....	17
<b>Das Zooplankton in den Jahren 2013 und 2014</b> .....	18
Artenspektrum und Saisonalität des Zooplanktons .....	18
Der quantitative Aspekt .....	21
Vergleich des Zooplanktons im offenen See und in den Rohrlacken .....	24
Das Zooplankton im Nahrungsnetz .....	26
<b>Die Fischfauna des Neusiedler Sees</b> .....	28
Das Artenspektrum .....	28
Fortpflanzung, Embryonalentwicklung und Wachstum .....	31
Wie viele Jungfische leben im Neusiedler See? .....	34
Die Ernährung von Jungfischen am Beispiel des Flussbarsches .....	37
Langzeitveränderungen im Fischbestand .....	38
Anmerkungen zum fischereilichen Management des Neusiedler Sees .....	41
<b>Zusammenfassung</b> .....	44
<b>Summary</b> .....	45
<b>Literatur</b> .....	46
<b>Ansprechpartner</b> .....	47

Die Eisbedeckung des Neusiedler Sees kann zwei bis drei Monate dauern – oder in milden Wintern völlig ausbleiben.

# Meteorologie und Hydrologie

Das Seebecken des Neusiedler Sees – das dieser nur bei Höchstwasserstand ausfüllt – weist eine Fläche von 309 km<sup>2</sup> auf. Bei einem Einzugsgebiet von rund 1106 km<sup>2</sup> beträgt demnach das Verhältnis zwischen dem See und dem außerhalb des Sees befindlichen Wassereinzugsgebiet 1 : 2,6. Daraus und angesichts generell niedriger Niederschläge im Osten Österreichs resultiert der Umstand, dass die oberflä-

chigen Zubringer keine große Rolle für die Wasserbilanz des Sees spielen [1].

Den größten Anteil auf der Positivseite der Wasserbilanz nimmt mit

76 % der Niederschlag ein, während oberirdische Zuflüsse nur 22 % ausmachen. Entgegen landläufiger Meinung sind unterirdische Zuflüsse mit 2 % vernachlässigbar. Auf der Nega-

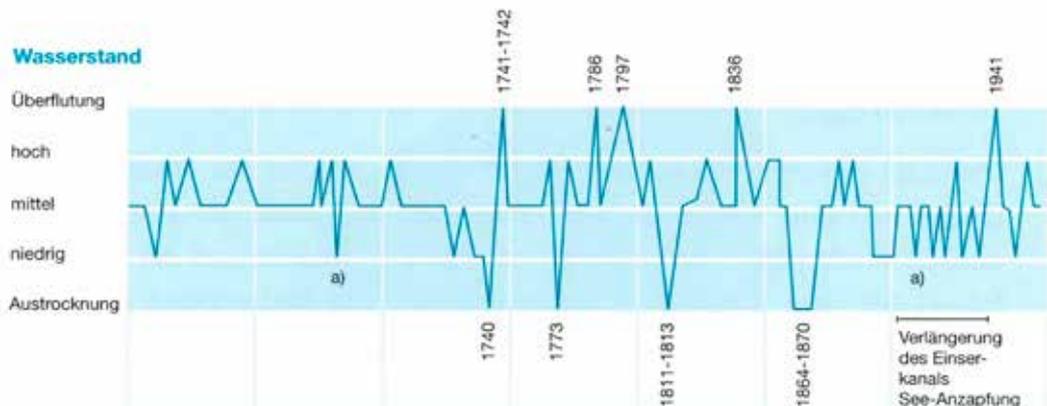


Abb. 1. Schematische Darstellung der Wasserstände des Neusiedler Sees im Zeitraum 1600 bis 1960. Quelle: Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission [4].

tivseite überwiegt die Verdunstung mit 89 %, während der oberirdische Abfluss über den (künstlichen) Einser- oder Hanság-Kanal im Mittel 11 % beträgt, in manchen Jahren aber auch deutlich höher liegen kann.

Die Abhängigkeit des Neusiedler Sees von Niederschlag und

Verdunstung ist für die ausgeprägten saisonalen langfristigen Schwankungen im Wasserstand verantwortlich. Im Laufe seiner Geschichte trocknete der See sogar mehrmals aus, zuletzt in den Jahren 1864–1870 (Abb. 1).

Aber auch im Laufe des 20. Jahrhunderts, also nach der Errichtung des Einser-Kanals, war der See gravierenden Veränderungen in der Ausdehnung und im Was-

serstand unterworfen. Erst mit der Regulierung durch die Wehranlage Mekszikópuszta am Einser-Kanal Anfang der 1960er-Jahre verringerte sich die Bandbreite der Pegelschwankungen. Angesichts der langfristigen Veränderungen des Wasserstands nehmen sich die Extreme der vergangenen 25 Jahre (Hochwasser 1996, Niederwasser 2003) recht bescheiden aus (Abb. 2).

Wie sich der Wasserstand in Zukunft entwickeln wird, ist ungewiss. Nach den jüngsten Prognosen dürfte sich das Risiko von Trockenphasen erhöhen. Wie schwierig gesicherte Aussagen über die längerfristige Entwicklung sind, zeigt beispielsweise die Auswertung der Dauer der Eisbedeckung in den letzten 50 Jahren (Abb. 3). Sie zeigte bereits in den 1970er Jahren Schwankungen

zwischen nahezu null und fast 4 Monaten. Erst für einen längeren Zeitraum von rund 80 Jahren betrachtet, lässt sich eine signifikante Abnahme der Dauer der Eisbedeckung (im Ausmaß von –5,6 Tage pro Jahrzehnt) nachweisen [5].

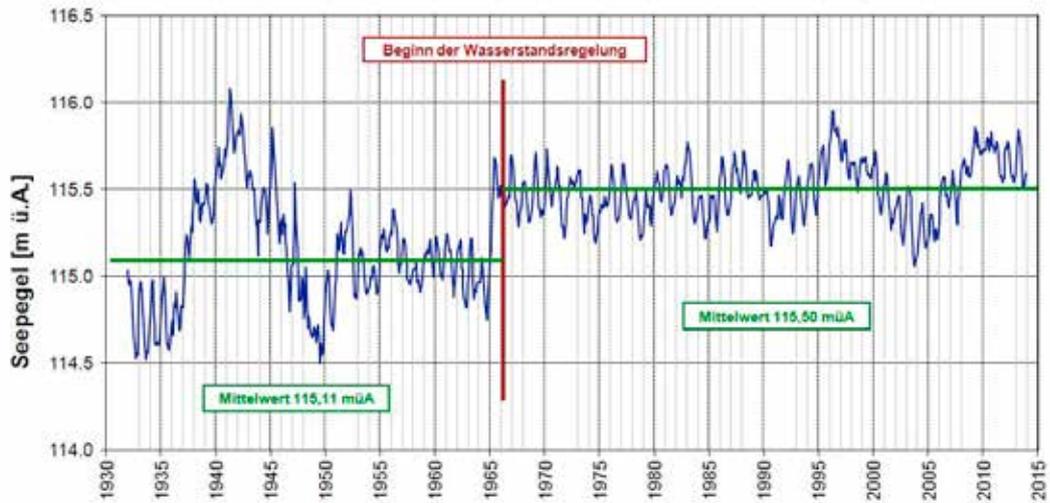


Abb. 2. Ganglinie des Seewasserpegels 1932–2013. Quelle: Referat Hydrografie Burgenland (aus: Wolfram et al. (2014) [1]).

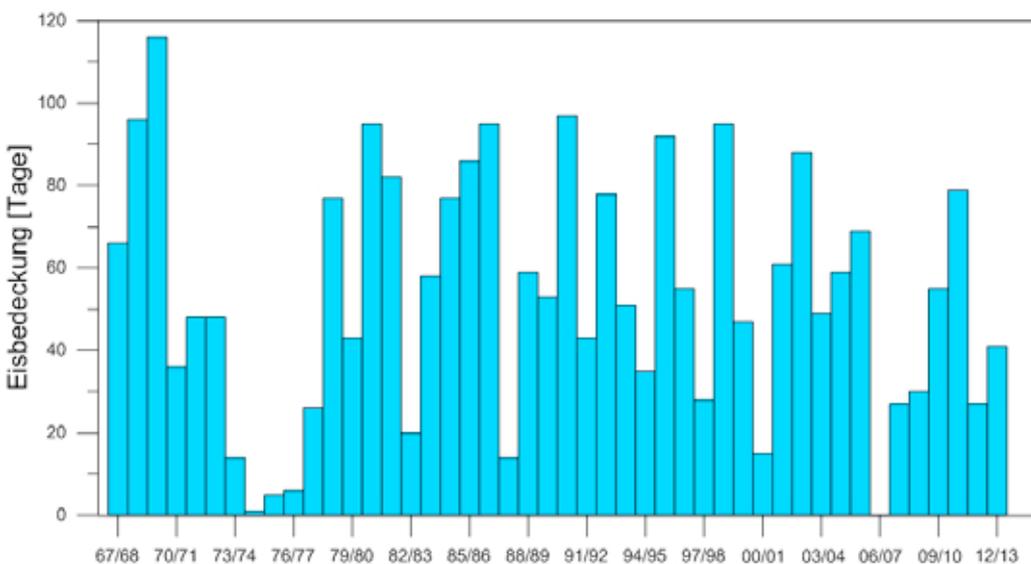


Abb. 3. Eisbedeckung des Neusiedler Sees in den letzten knapp 50 Jahren. Quelle: Biologische Station Illmitz (aus: Wolfram et al. (2014) [1]).

# Chemismus

Eine besondere Eigenheit des Neusiedler Sees, die jedem Besucher sofort auffällt, ist die milchige Trübe des Seewassers. Sie rührt von feinsten Schwebeteilchen her, in erster Linie ausgefällte Calcit- und Magnesiumcalcit-Kristalle [6], die von Wind und Wellen aufgrund der geringen Wassertiefe des Sees (maximal 2 m) leicht aufgewirbelt werden. Die Sichttiefe des Seewassers wird mit einer Sichtscheibe gemessen. Sie ist umso geringer, je höher der Schwebstoffgehalt ist (Abb. 4), hat im Neusiedler See also nichts mit der (bakteriologisch-hygienischen) Badewasserqualität zu tun.

Weniger augenscheinlich, aber im Geschmack und im seifigen Charakter des Seewassers erkennbar, sind der hohe pH-Wert und die hohen

Konzentrationen an gelösten Wasserinhaltsstoffen (Salzen). In den meisten Gewässern unserer Breiten dominieren Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) und Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) auf Seite der (positiv geladenen) Kationen und Hydrogencarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) auf Seite der (negativ geladenen) Anionen. Andere Kationen (Natrium  $\text{Na}^+$ , Kalium  $\text{K}^+$ ) und Anionen (Sulfat  $\text{SO}_4^{2-}$ , Chlorid  $\text{Cl}^-$ ) spielen zumeist eine untergeordnete Rolle. Dies ist exemplarisch in Abb. 5 in einem Dreiecksdiagramm für die Donau sowie zwei burgenländische Fließgewässer (Wulka, Raab) dargestellt.

Der Neusiedler See unterscheidet sich in den Ionenrelationen von den anderen Gewässern vor allem im wesentlich höheren Anteil von Natrium. Calcium fällt überwiegend als Calcit

aus. Das vorherrschende Salz – im See als  $\text{Na}^-$  und  $\text{HCO}_3^-$ -Ionen gelöst – ist also Natrium-Hydrogencarbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Soda); der See wird daher als Sodasee bezeichnet. Neben diesem Unterschied in den relativen Anteilen ist der Gesamt-Salzgehalt im Neusiedler See wesentlich höher als in den meisten anderen heimischen Gewässern, auch wenn der See noch nicht als echter Salzsee zu bezeichnen ist.

Für die Pflanzen und Tiere des Neusiedler Sees ist der Chemismus deshalb bedeutsam, da er über die osmotische Wirkung direkt die Physiologie der Organismen und damit deren Wachstum und Entwicklung beeinflusst. Die Anforderungen an die Osmoregulation sind jedoch zeitlichen Schwankungen unterworfen. So stieg der Salzgehalt des Neusiedler Sees von Ende der 1960er bis Mitte der 1990er Jahre deutlich an. Grund dafür ist der beständige Eintrag von Salzen aus dem Einzugsgebiet bzw. dem Untergrund, während es gleichzeitig kaum Austräge über den Einser-Kanal gab. Erst in den Jahren 1996/1997 wurden aufgrund der sehr hohen Wasserstände enorme Wassermengen aus dem See abgeleitet. Damit war auch ein Austrag von Salzen aus dem See verbunden, der den Salzgehalt des Neusiedler Sees in kurzer Zeit halbierte. Eine ähnliche Entwicklung folgte in den Jahren darauf (Abb. 6, hier ausgedrückt durch die Chlorid-Konzentration).

Ganz anders sieht der Langzeittrend bei einem weiteren wichtigen Wasserinhaltsstoff aus: dem

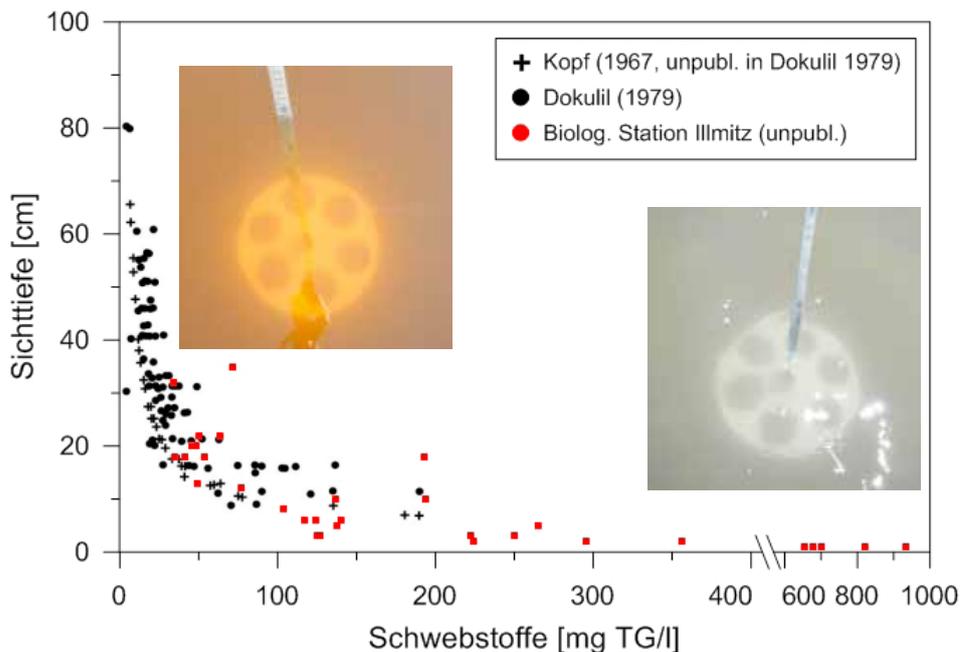
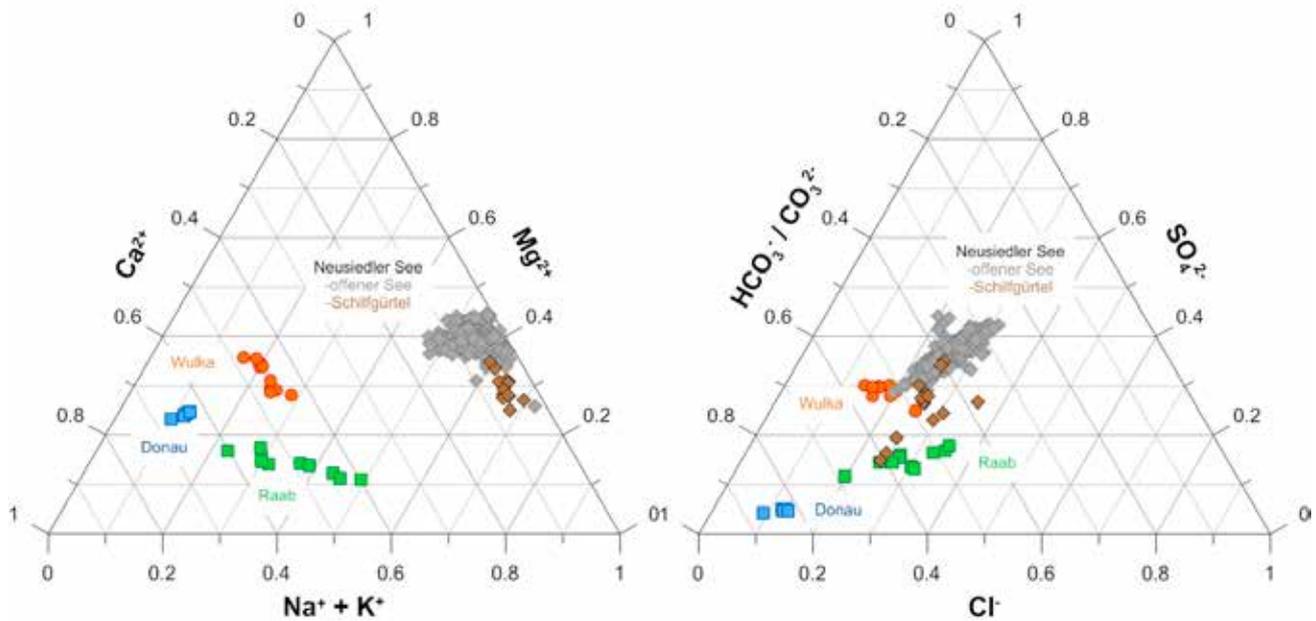


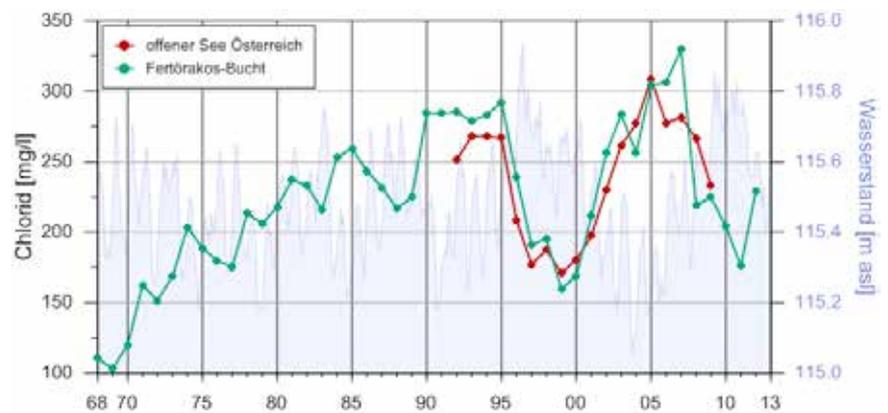
Abb. 4. Beziehung zwischen der Trübe (Schwebstoffe, in mg/l Trockengewicht) und der Sichttiefe (in cm). Daten nach verschiedenen Quellen, Grafik aus: Wolfram et al. (2014) [1].



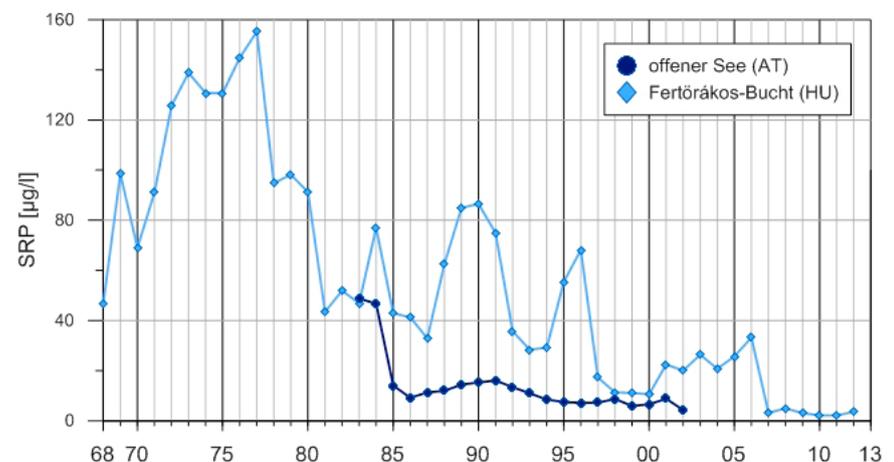
**Abb. 5. Zusammensetzung der Hauptionen im offenen Bereich und im Schilfgürtel des Neusiedler Sees und zum Vergleich in der Donau, Raab und Wulka. Datenquelle: Biologische Station Neusiedler See.**

Phosphor. Er ist ein wichtiger Nährstoff für Algen und Höhere Wasserpflanzen. Ab den 1960er Jahren führte der vermehrte Einsatz von phosphathaltigen Waschmitteln zu einer Überdüngung der heimischen Gewässer. Am Höhepunkt dieser Eutrophierungsphase in den 1970er Jahren wurden im Neusiedler See Konzentrationen des gelösten reaktiven Phosphors von weit über 100 µg/l im Jahresmittel gemessen (Abb. 7). Das Verbot phosphathaltiger Waschmittel und der Ausbau der Kläranlagen verbesserten die Nährstoffsituation nachhaltig. Heute liegen die Phosphorkonzentrationen deutlich unter dem Niveau der 1970er Jahre.

**Abb. 7. Langzeitentwicklung des gelösten reaktiven Phosphors (SRP) im offenen Bereich des Neusiedler Sees 1983–2002 und in der Fertőrákos-Bucht 1968–2012. Datenquellen: Biologische Station Illmitz und Hydrologische Station Fertőrákos.**



**Abb. 6. Wasserstand und Chlorid-Konzentration im offenen Bereich des Neusiedler Sees 1992–2009 und in der Fertőrákos-Bucht 1968–2012. Datenquellen: Biologische Station Illmitz und Hydrologische Station Fertőrákos.**





# Das Phytoplankton und die Wasserqualität in den Jahren 2013 und 2014

## Wasserqualität und planktische Algen

**Der Neusiedler See** ist durch ein vergleichsweise hohes natürliches Nährstoffniveau besonders an Phosphor- und Stickstoffverbindungen geprägt, das von menschlich bedingten Einträgen überlagert ist. Jeder Nährstoffeintrag (Eutrophierung) erhöht die Intensität der Primärproduktion (Trophie) an pflanzlicher Biomasse, was – wie im vorangehenden Kapitel beschrieben – am Neusiedler See in den 1970er und 1980er Jahren zu beobachten war.

Abb. 8 zeigt die Entwicklung

zweier wichtiger Parameter zur Beschreibung und Bewertung der Wasserqualität in den Jahren 2013 und 2014. Das Nährstoffpotenzial wird durch die Gesamtphosphor-Konzentration gekennzeichnet. Der Chlorophyll-a-Gehalt dient hingegen als Ersatzparameter für die Biomasse des Phytoplanktons (Algen). Die Grafik verdeutlicht starke zeitliche Schwankungen, wie sie für einen Steppensee typisch sind. Der Chlorophyll-a-Gehalt lag 2013 und 2014 meist im mäßig nährstoffreichen (meso-/

eutrophen) Bereich, der Gesamtphosphor hingegen überwiegend im nährstoffreichen (eutrophen) Bereich. In der Beurteilung dieser Entwicklung ist zu berücksichtigen, dass Phosphor stark an anorganische Partikel, also die Seetrübe, gebunden ist und daher je nach Windverhältnissen variieren kann. Das gilt v.a. für den trüben offenen See, weniger für das klarere, aber durch Huminstoffe braun gefärbte Wasser des Schilfgürtels.



Offener See (links) und Rohrlacken – zwei gegensätzliche Lebensräume.

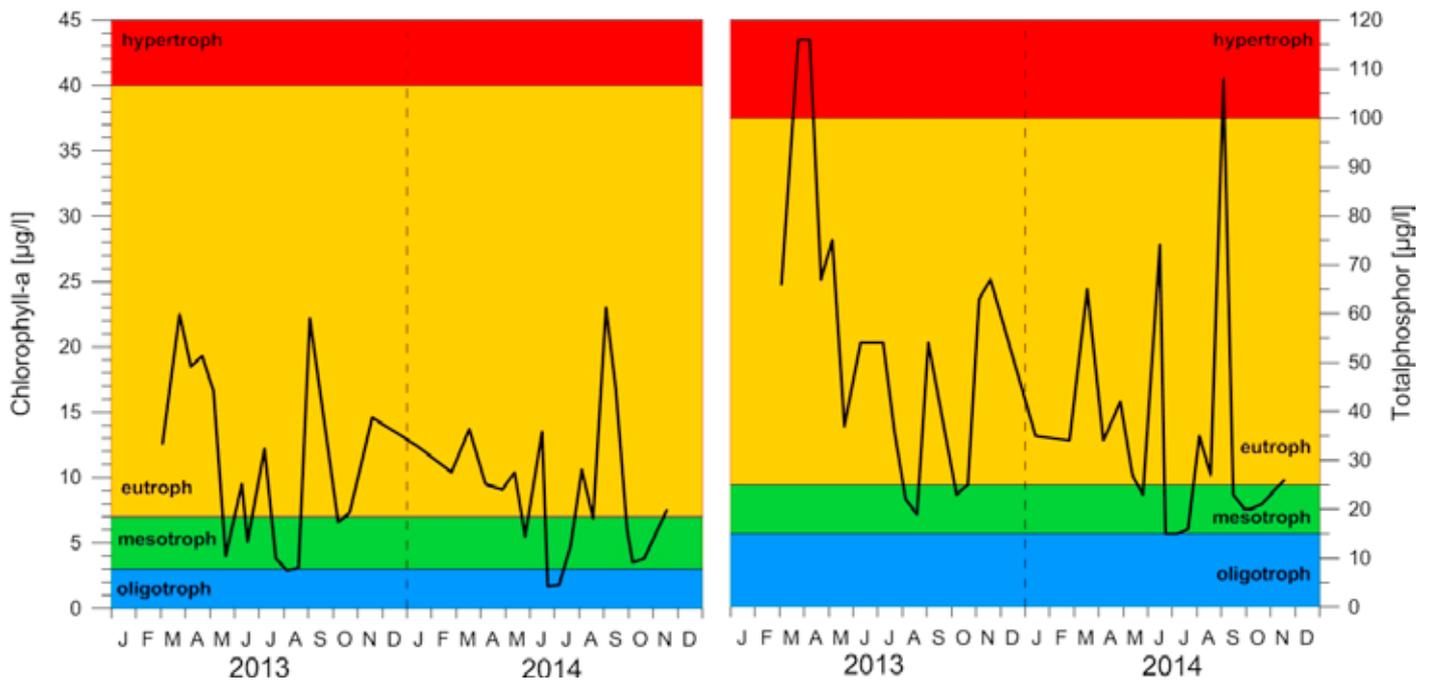


Abb. 8. Entwicklung des Chlorophyll-a Gehalts (links) und der Gesamtphosphor-Konzentration (rechts) im offenen Bereich des Neusiedler Sees Höhe Illmitz in den Jahren 2013 und 2014. Die Farben kennzeichnen verschiedene Stufen der Produktivität (Trophie) nach Forsberg & Ryding (1980) [7]: oligotroph = nährstoffarm, mesotroph = mäßig nährstoffreich, eutroph = nährstoffreich, hypertroph = sehr nährstoffreich. Datenquelle: Biologische Station Neusiedler See.

# Artenspektrum und Saisonalität des Phytoplanktons im offenen See

Die jährlichen und saisonalen Schwankungen der Biomasse des Phytoplanktons können je nach Nährstoff- und Lichtbedingungen, Wasserstand und Windeinflüssen

hohe Ausmaße erreichen (Abb. 9). In den Jahren 2013 und 2014, die generell durch geringe Algendichten gekennzeichnet waren, lag das Gesamtbiovolumen im offenen See

auf Höhe Illmitz zwischen 0,7 und 8,0 mm<sup>3</sup>/l (Jahresmittelwerte zwischen 2,0 und 2,5 mm<sup>3</sup>/l). Das Algenbiovolumen wird als Summe der Zellvolumina der einzelnen Al-

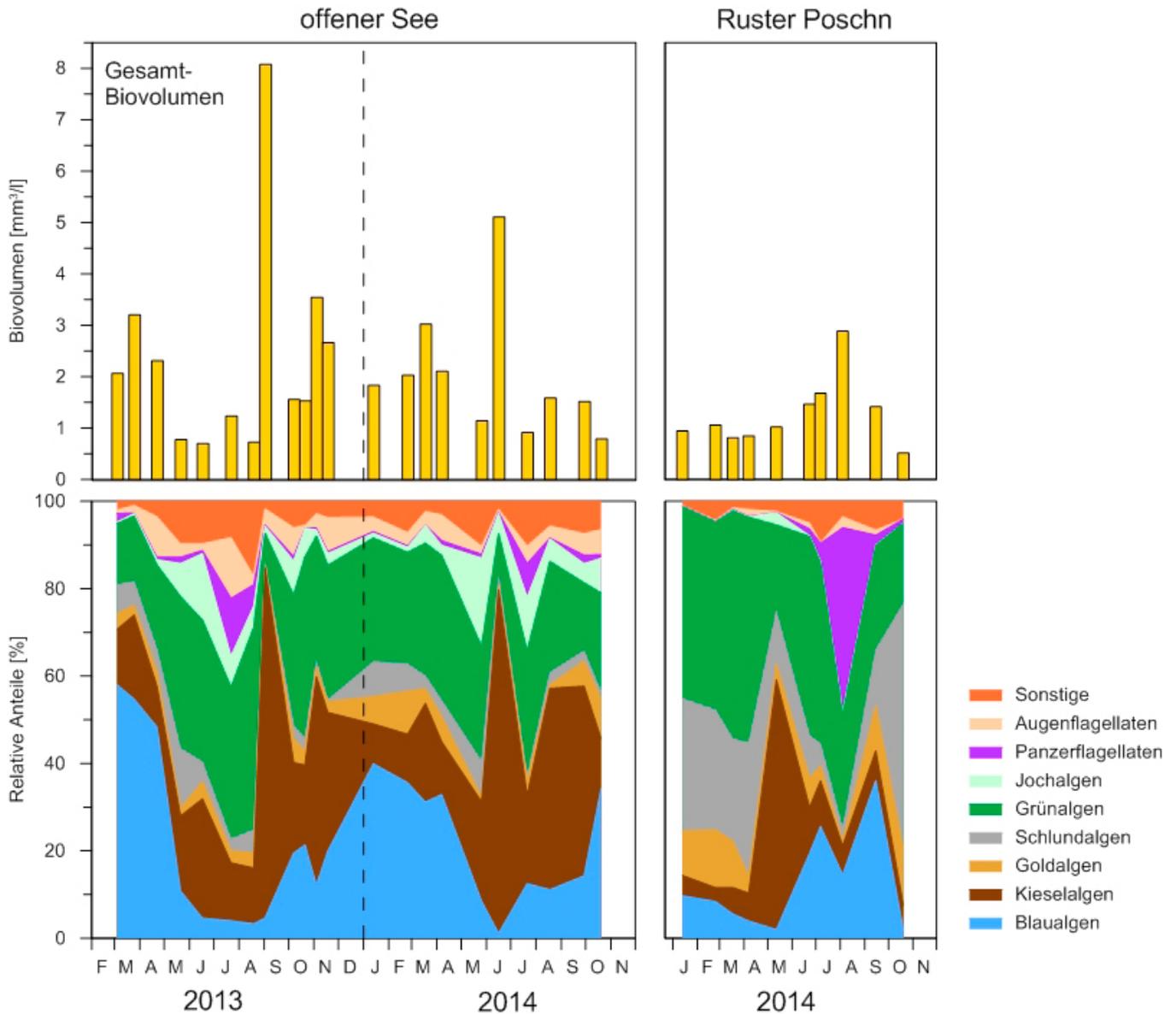
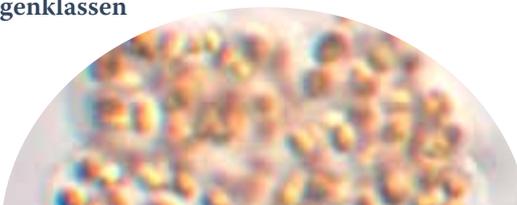


Abb. 9. Entwicklung des Phytoplanktons im offenen Bereich des Neusiedler Sees Höhe Illmitz in den Jahren 2013 und 2014 sowie im Ruster Poschn, einer Rohrlacke Höhe Illmitz, im Jahr 2014. Oben: Gesamtbiovolumen der Algen in mm<sup>3</sup>/l, unten: Relative Anteile der einzelnen Algenklassen am Gesamtbiovolumen.



genzellen ermittelt und entspricht vereinfacht weitgehend der Planktonbiomasse.

Die hohen Werte des Algen-Gesamtbiovolumens im September 2013 und im Juni 2014 lassen sich auf besonders starkes Auftreten der Kieselalge *Campylodiscus bicostatus* (Abb. 10) zurückführen. Diese typische Neusiedler-See-Art besitzt große, massive Schalen aus Kieselsäure und besiedelt vor allem den Seeboden. Durch Wind und Wellen werden die Zellen aufgewirbelt und gelangen so in das freie Wasser, wo sie durch ihre Sattelform ein Absinken recht lange verzögern können. Andere typische Neusiedler-See-Kieselalgen sind die ebenfalls massive *Surirella peisonis*, zarte Formen wie *Chaetoceros muelleri* und *Entomoneis paludosa*, tonnenförmige Arten wie *Cyclotella meneghiniana* und die nadelartige *Ulnaria delicatissima* var. *angustissima*.

Im Gegensatz dazu traten die Blaualgen in den beiden Untersuchungsjahren bevorzugt in der kälteren Jahreszeit auf. Als häufigster Vertreter dieser Algengruppe, die eigentlich zu den Bakterien („Cyanobakterien“) gehört, kann

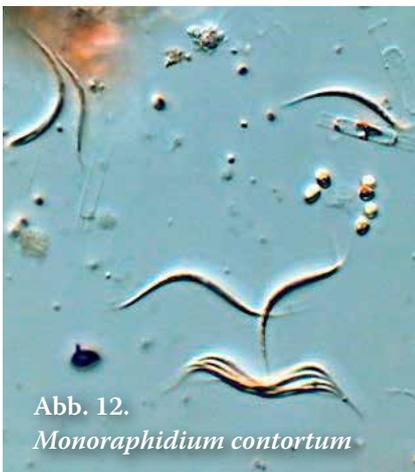


Abb. 12.  
*Monoraphidium contortum*

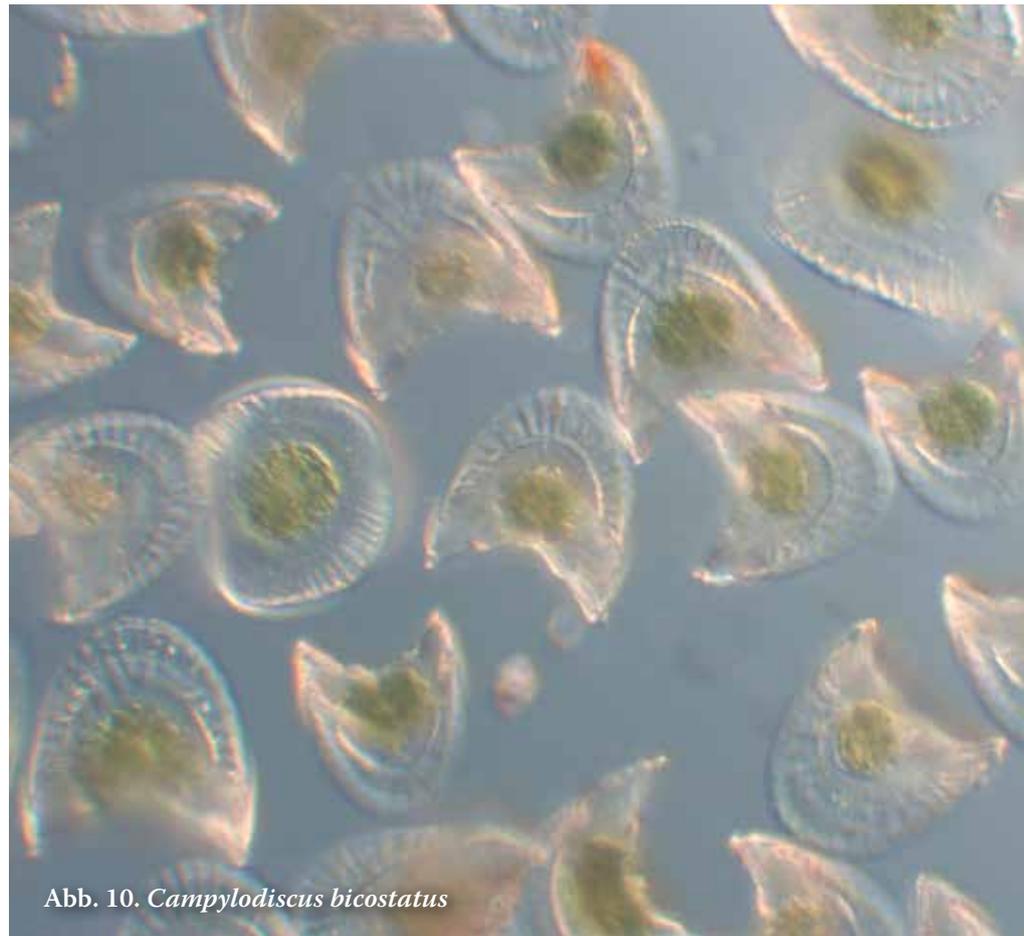


Abb. 10. *Campylodiscus bicostatus*

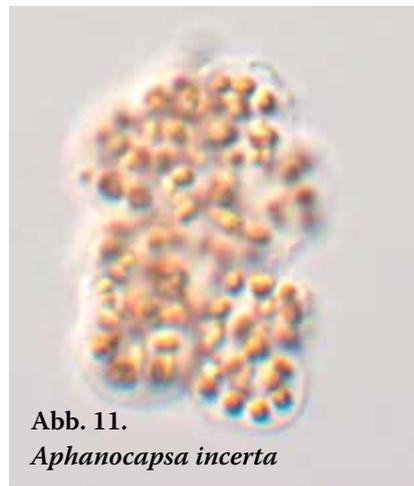


Abb. 11.  
*Aphanocapsa incerta*

*Aphanocapsa incerta* (Abb. 11) genannt werden. Diese Art zeichnet sich durch sehr kleine, kugelige Einzelzellen aus, die zu wenig- bis

mehrzelligen Kolonien vereinigt sind. Daneben sind oft fadenförmige Blaualgen der Gattungen *Anabaena*, *Leptolyngbya*, *Oscillatoria* und *Pseudanabaena* zu finden.

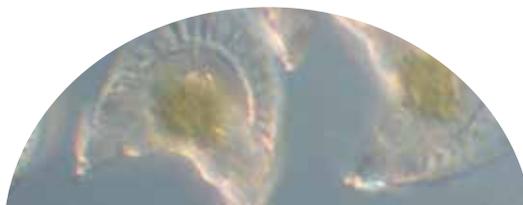
Die Grünalgen, die üblicherweise in der wärmeren Jahreszeit am häufigsten auftreten, waren ganzjährig im Plankton vorhanden und erreichten ihr Maximum im November 2013. Besonders die langspindelförmigen, mondsichelförmig bis schraubig gedrehten Zellen von *Monoraphidium contortum* (Abb. 12) waren sehr zahlreich vertreten. Weitere häufige Grünalgen des Neusiedler Sees sind die koloniebildenden *Botryococcus braunii*, *Pediastrum*

und *Scenedesmus*, Algen mit Schwimmgeißeln wie *Chlamydomonas* und *Tetraselmis cordiformis* sowie unbegeißelte, meist kugelige oder ovale Formen wie *Chlorella*, *Lagerheimia* oder *Oocystis*.

Zieralgen – das sind einzellige Algen mit zwei gleichen Hälften, die durch eine Einschnürung getrennt sind – kamen vermehrt im Frühjahr vor und waren vor allem durch die Gattung *Cosmarium* vertreten. Im Gegensatz dazu waren die begeißelten Schlundalgen (Hauptarten *Cryptomonas erosa* und *Plagioselmis nannoplanctica*) und Goldalgen am stärksten im Winterhalbjahr zu finden. Die Klasse der Panzerflagellaten mit der häufigsten Gattung *Peridinium* kam hingegen vor allem im Sommer vor. Die im Neusiedler See sehr artenreiche Gruppe der Augenflagellaten, deren Vertreter durch einen rötlichen „Augenfleck“ gekennzeichnet sind, trat 2013 und 2014 in geringeren Anteilen das ganze Jahr über auf (Abb. 13).



Abb. 13. *Euglena oxyuris*





## Die planktischen Algen in einer Rohrlacke (Ruster Poschn)



Abb. 14. Lage der Illmitzer Bucht und der Rohrlacke „Ruster Poschn“.

Der Ruster Poschn ist eine Rohrlacke auf Höhe von Illmitz (Abb. 14). Er bietet für das Phytoplankton Lebensbedingungen, die sich von jenen des offenen Sees deutlich unterscheiden. Die windbedingten starken Wasserturbulenzen und mechanischen Beanspruchungen sind hier wesentlich geringer ausgeprägt und die Lichtverhältnisse dadurch besser als im offenen See. Als wach-

tumslimitierende Faktoren treten anstelle des Lichts die Nährstoffe und der verstärkte Fraßdruck durch das in hohen Dichten vorkommende Zooplankton.

Im Jahr 2014 wurde die saisonale Entwicklung der planktischen Algen des Ruster Poschn untersucht (Abb. 9 rechts). Im Vergleich zum offenen See waren ein geringeres Gesamtbiovolumen und eine andere

Artenverteilung zu beobachten. Wie sehr sich die Planktongesellschaften dieser beiden Standorte unabhängig von jahreszeitlichen Schwankungen unterscheiden, verdeutlicht auch die Ähnlichkeitsanalyse in Abb. 15.

Der auffälligste Unterschied zwischen offenem See und Rohrlacke war das Fehlen von *Campylodiscus bicostatus* im Ruster Poschn; dagegen erreichte die noch größere Kiesel-

alge *Campylodiscus clypeus* (Abb. 16) im Mai hier über 40 % des Gesamtbiovolumens. Die Blaualgen traten im Sommer und frühen Herbst besonders häufig auf, wobei neben der auch im offenen See vorhandenen *Aphanocapsa incerta* vor allem die, tafelförmige Kolonien bildende, *Merismopedia* (Abb. 17) zu nennen ist. Der Panzerflagellat *Peridinium* konnte im Sommer seine größten Bestände ausbilden, während in der kälteren Jahreszeit Goldalgen und die Schlundalgen *Cryptomonas erosa* (Abb. 18) und *Plagioselmis nannoplantica* zahlreich auftraten.



Abb. 16.  
*Campylodiscus clypeus*

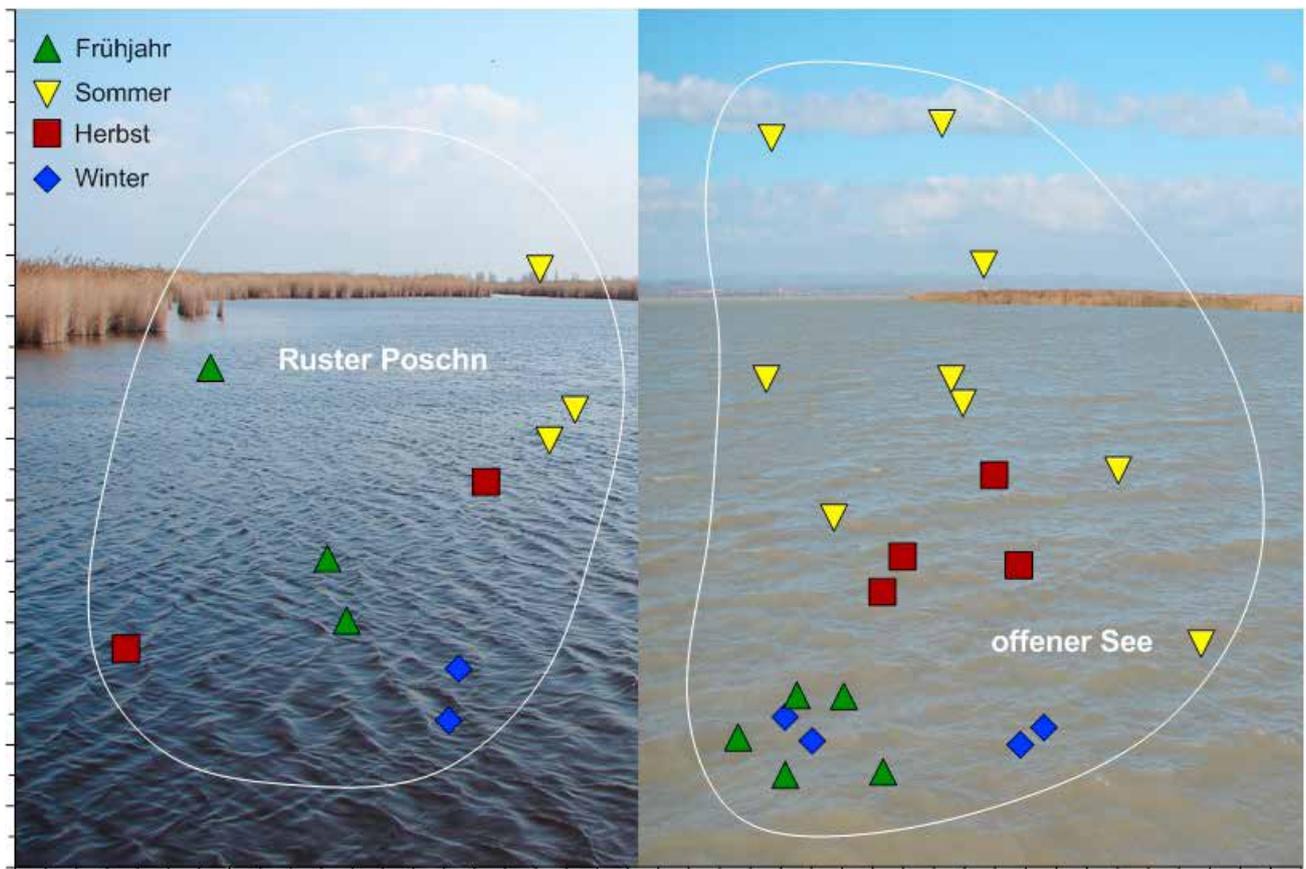


Abb. 15. Ähnlichkeitsanalyse (nMDS, non-metric multi-dimensional scaling) der Algengemeinschaft im offenen See und im Ruster Poschn. Jeder Punkt entspricht der Analyse der Artenzusammensetzung und der Biomasse des Phytoplanktons an einem bestimmten Termin. Nahe beieinander liegende Symbole bedeuten hohe Ähnlichkeit der Algengemeinschaft und *vice versa*.





Grünalgen waren das ganze Jahr über mit hohen Anteilen vertreten (vor allem winzige Mikroalgen und Vertreter der Gattungen *Chlamydomonas*, *Monoraphidium*, *Lagerheimia* und *Tetraedron*), Augenflagellaten kamen in diesem Jahr hingegen selten vor.

## Vergleich des Neusiedler Sees mit anderen ostösterreichischen Gewässern

Ein Vergleich mit anderen ostösterreichischen Gewässern zeigt, dass das Phytoplankton des Neusiedler Sees und des Ruster Poschn in den Jahren 2013 und 2014 relativ niedrige Biomassewerte aufwies (Abb. 19). Diese lagen im Bereich der Alten und der Neuen Donau in Wien. Deutlich höhere Algenmengen und größere Schwankungsbreiten sind in nährstoffreicheren Gewässern, wie dem Wiener Heustadelwasser oder in zwei Stauseen in Niederösterreich zu beobachten. Aufgrund des speziellen Chemismus und der ökologischen Besonderheiten des Neusiedler Sees erweisen sich auch Zusammensetzung und Saisonalität des Phytoplanktons im Vergleich zu anderen Gewässern als sehr unterschiedlich.

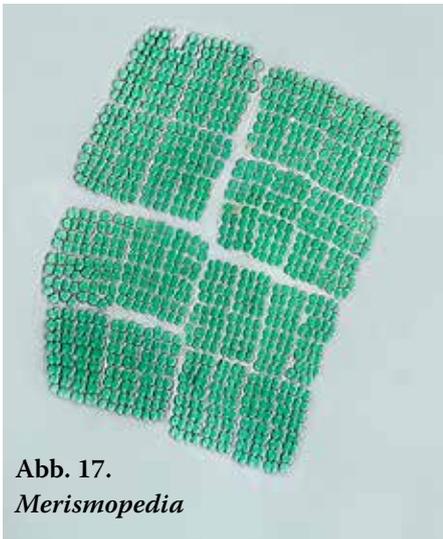


Abb. 17.  
*Merismopedia*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Ruster Poschn kleine Arten mit und ohne Schwimmgeißeln (Schlundalgen, Grünalgen) anteilmäßig stärker vertreten sind als die großen Formen und Kolonien des offenen Sees. Diese Planktonalgen besitzen höhere Wachstumsraten und sind für das Zooplankton leichter fressbar.

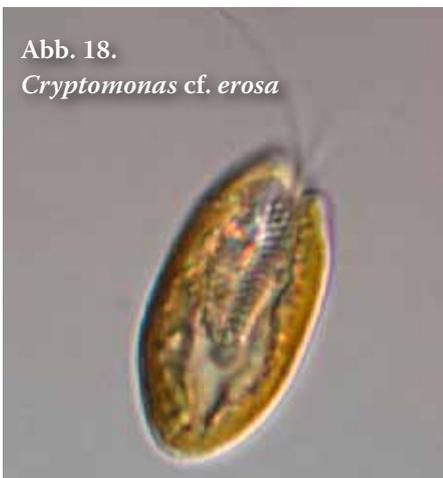


Abb. 18.  
*Cryptomonas cf. erosa*

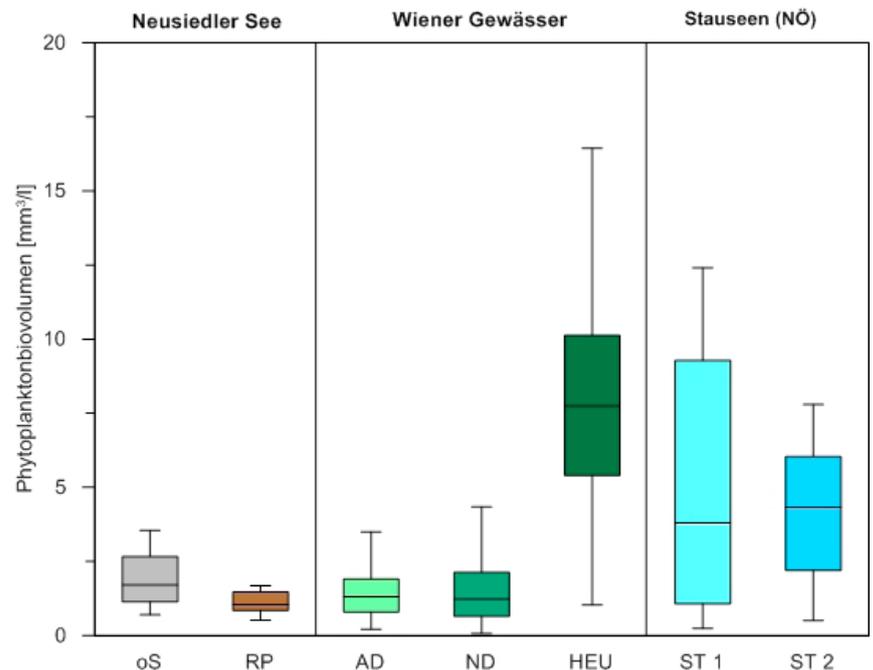
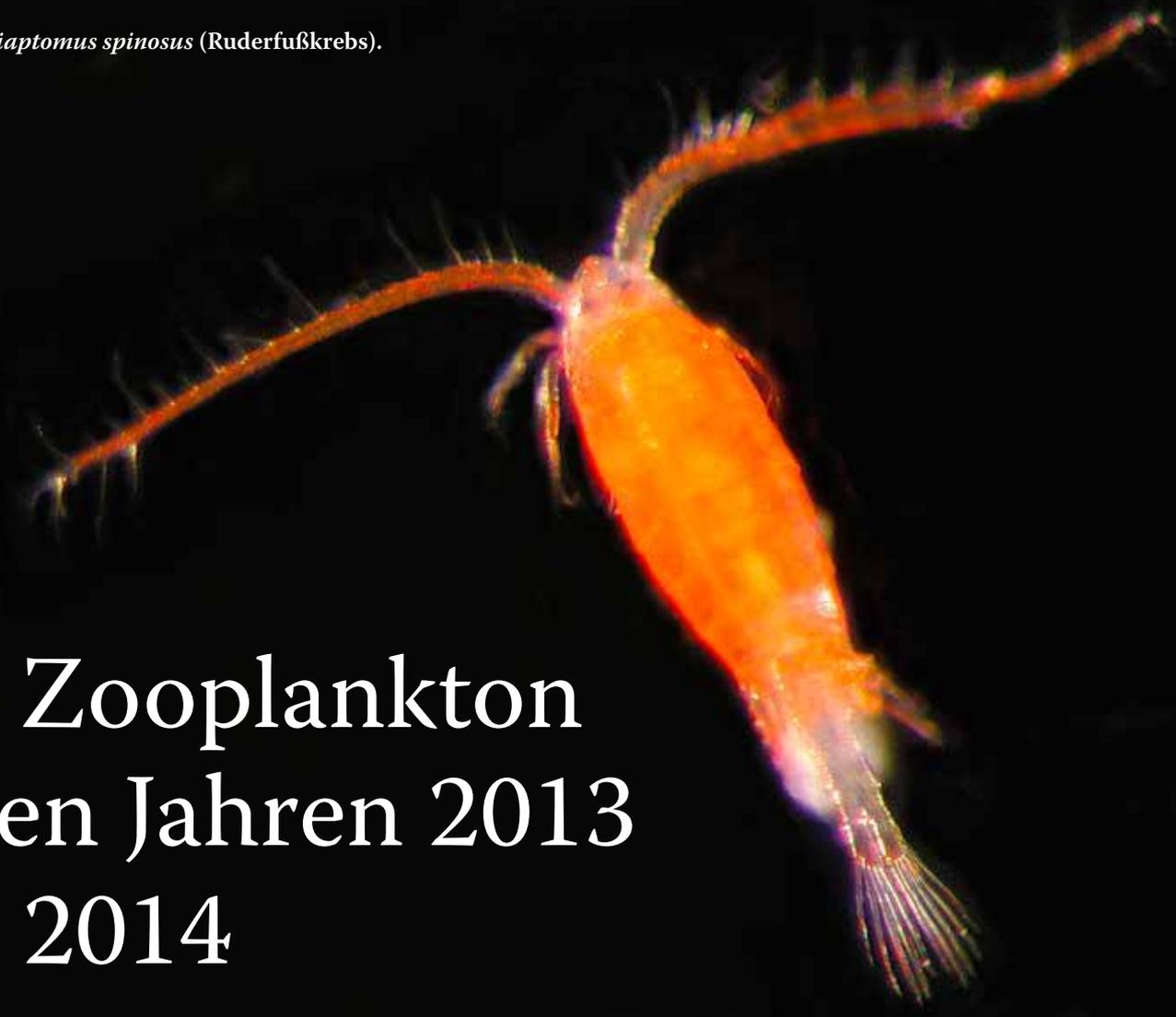


Abb. 19. Gesamtbiovolume des Phytoplanktons im Neusiedler See 2013 und 2014 (oS = offener See, RP = Ruster Poschn) im Vergleich zu anderen Seen Ost-Österreichs (AD = Alte Donau, ND = Neue Donau, HEU = Heustadelwasser, ST 1 und ST 2 = Stauseen in Niederösterreich). Die Daten sind als Boxplots dargestellt: Die „boxes“ umfassen das untere und das obere Quartil (25 %- und 75 %-Perzentil). Die „whiskers“ zeigen die gesamte Bandbreite an (Minimum, Maximum).



# Das Zooplankton in den Jahren 2013 und 2014

## Artenspektrum und Saisonalität des Zooplanktons

Ähnlich den Algen besiedeln auch tierische Organismen die freie Wassersäule als Dauerschweber. Zu den wichtigsten Tiergruppen zählen die Rädertiere und Kleinkrebse, darunter im Besonderen die Ruderfuß- und Blattfußkrebse. Ein ebenso wichtiger Bestandteil des tierischen Planktons sind die Einzeller (z.B. Wimperntierchen), die jedoch im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt wurden.

Vorgegeben durch den speziellen Chemismus des Neusiedler Sees (s. S. 8), weisen alle Organismen eine hohe Salztoleranz auf. Als Beispiel ist hier zu allererst der Ruderfußkrebs *Arctodiaptomus spinosus* (Abb. 20)

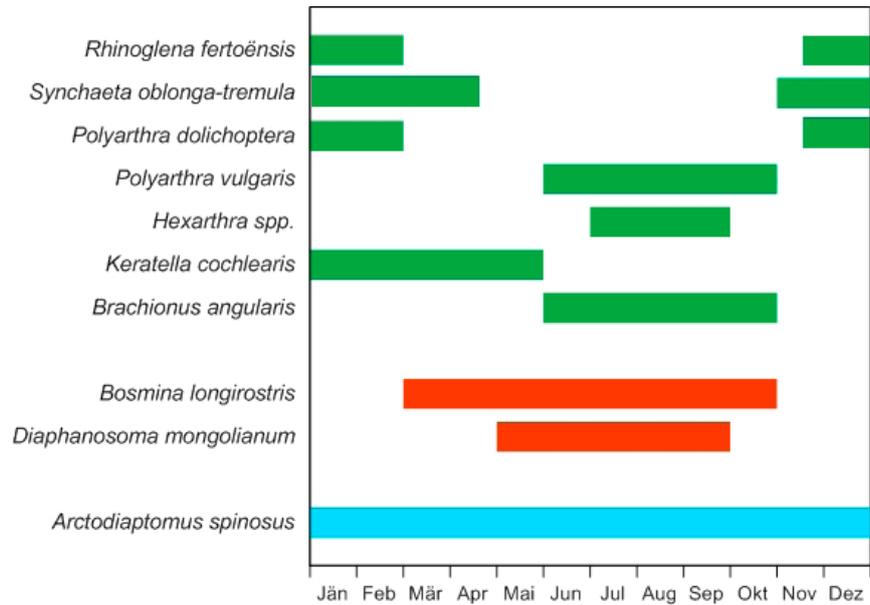
zu nennen, der einen echten Soda-spezialisten darstellt und außer im Seewinkel und Ungarn nur noch in Alkaligewässern der Türkei und des Iran zu finden ist. Unter den Rädertieren fällt die charakteristische Art *Rhinoglena fertoënsis* auf, die sonst nur aus Salzwässern Deutschlands und der Slowakei bekannt ist. Vorwiegend in den freien Wasserflächen des Schilfgürtels zu finden ist das Rädertier der Gattung *Hexarthra*, ein weiterer typischer Bestandteil von Gesellschaften salzhaltiger Gewässer. *Brachionus angularis* kann ebenfalls im Brackwasser hohe Populationsdichten entwickeln. Bei den

Blattfußkrebsen gibt es keine ausgesprochenen Spezialisten, aber der wichtigste Vertreter *Diaphanosoma mongolianum* besiedelt zumindest vorzugsweise Gewässer mit erhöhter Leitfähigkeit.

Die Artenzusammensetzung, Individuendichte und Biomasse des tierischen Planktons ist starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. In erster Linie sind dafür die Wassertemperatur, die Tageslänge und die Verfügbarkeit von Nahrung sowie der Fraßdruck durch Räuber ausschlaggebend. Während einige Arten ganzjährig im Plankton vertreten sind, weisen andere Kleinkrebse

oder Rädertiere einen deutlich geringeren Verbreitungszeitraum auf und sind in ihrem Vorkommen entweder an einen kalten oder warmen Temperaturbereich gebunden (Abb. 22).

Der Ruderfußkreb *A. spinosus* ist während des ganzen Jahres durch fortpflanzungsfähige Individuen und seine 11 juvenilen Entwicklungsstadien (Copepodide und Nauplien) im Plankton vertreten und bringt rund 4–5 Generationen pro Jahr hervor [8]. Die Populationsdichten sind im Frühjahr am höchsten und erreichten im Untersuchungszeitraum 2013/2014 im offenen See ein Maximum von rund 90 Ind./l. Während der kalten Jahreszeit nimmt ihre Anzahl auf 4–12 Ind./l ab. Ebenso ganzjährig vertreten sind die cyclopoiden Ruderfußkrebse (Abb. 21), die unter anderem durch *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops robustus* sowie *Cyclops vicinus* vertreten sind. Letztere Art wurde erstmals 1980 nachgewiesen [2, 8]. Diese Ruderfußkrebse besiedeln bevorzugt den Schilfgürtel oder Wasserpflanzenbestände; ältere Copepodide und Adul-



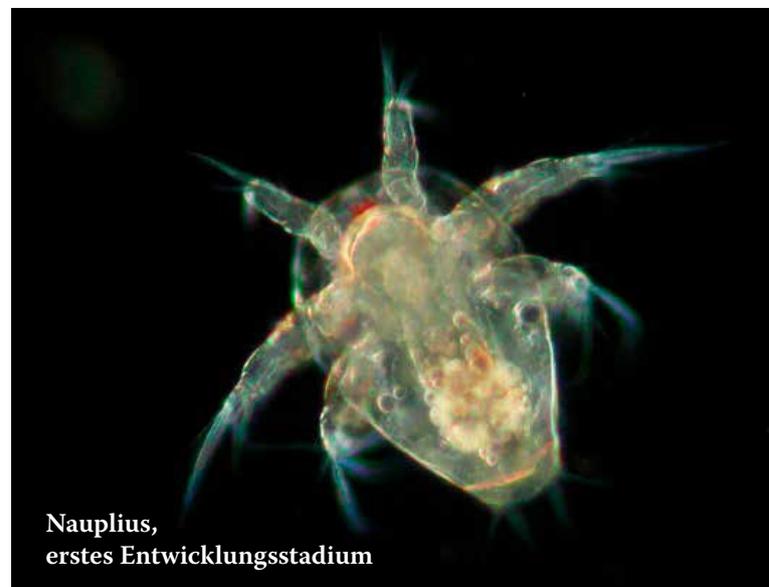
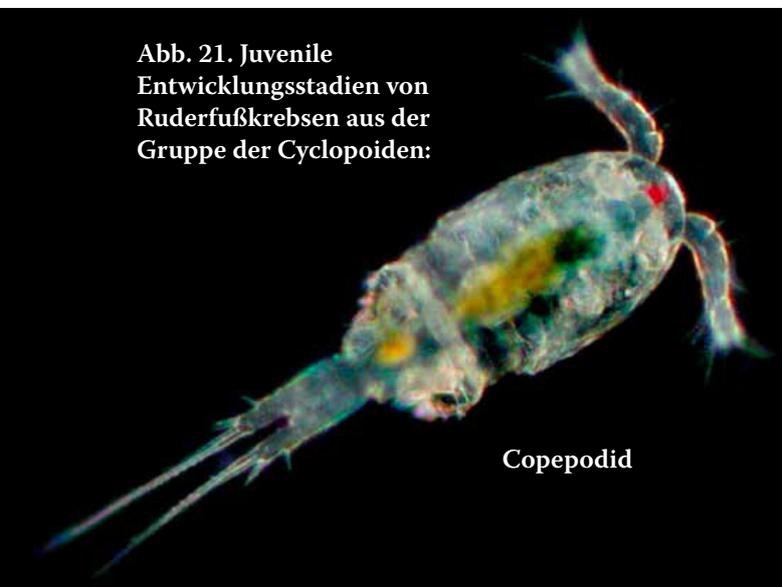
**Abb. 22. Schematische Darstellung der saisonalen Verbreitung (Hauptperiode) der wichtigsten Arten im Zooplankton (Rädertiere: grün, Blattfußkrebse: rot, Ruderfußkrebse: blau).**

te sind vorzugsweise in bodennahen Schichten zu finden [2, 8].

Eine typische wärmeliebende Art unter den Blattfußkrebsen ist die im offenen See häufigste Art *Diaphanosoma mongolianum*. Der saisonale Höhepunkt ist im Sommer zu erwarten; in den Jahren 2013/2014 betrug die Individuendichte bis zu 40 Ind./l.

Bei Seetemperaturen von 5–8 °C verschwindet *Diaphanosoma* völlig aus dem Zooplankton [9]. Zur Überwinterung werden Dauereier produziert, die auf den Seegrund absinken und aus denen im Frühjahr bei entsprechenden Wassertemperaturen die Jungtiere wieder ausschlüpfen. Eine andere Art, die sich vorzugsweise

**Abb. 21. Juvenile Entwicklungsstadien von Ruderfußkrebsen aus der Gruppe der Cyclopoiden:**



in den Freiwasserflächen des Schilfgürtels aufhält, ist *Bosmina longirostris* (Abb. 24), die ebenfalls die wärmeren Jahreszeiten bevorzugt. Ebenfalls im Sommer erreicht die einzige räuberische Art unter den Blattfußkrebsen *Leptodora kindtii* (Abb. 23) die höchsten Populationsdichten. Ihr Auftreten im See wurde erstmals 1977 dokumentiert.

Unter den Rädertieren finden sich sowohl wärme- als auch kälteliebende Arten. Auch hier dienen Dauereier zur Überdauerung der warmen bzw. kalten Jahreszeiten. Typische kälteliebende Arten im Neusiedler See sind die beiden Rädertiere *R. fertoënsis* und *Polyarthra dolichoptera* (Abb. 26). Ihr Vorkommen beschränkt sich zumeist auf die Monate Dezember bis Februar. Beide Arten wurden jedoch in der Untersuchungsperiode 2013/2014 nur selten im Plankton angetroffen. Deutlich häufiger im Winter ist *Synchaeta tremula-oblonga* (Abb. 25) im Plankton vertreten. Bis ins Frühjahr hinein und dann

wieder ab Herbst bildet diese Art einen wichtigen Bestandteil der Rädertiergemeinschaft. In einem ähnlichen Zeitraum kommt auch *Keratella cochlearis* vor. Schwerpunktartig im Sommer und Herbst tritt *Brachionus angularis* im Plankton auf. Ein eindeutig wärmeliebender Vertreter

der Rädertiere ist *Hexarthra* (Abb. 27), die vor allem im Ruster Poschn mit hohen Dichten gefunden wurde.



Abb. 23. *Leptodora kindtii* (räuberischer Blattfußkrebs)



Abb. 24. *Bosmina longirostris* (Blattfußkrebs)

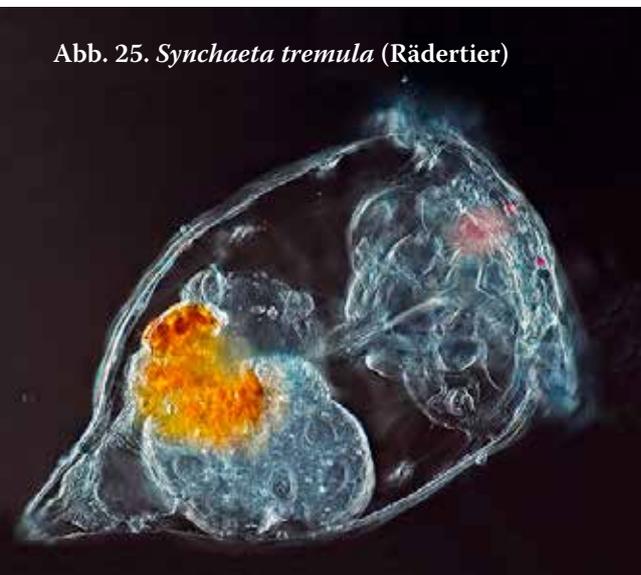


Abb. 25. *Synchaeta tremula* (Rädertier)



Abb. 26. Ei tragende *Polyarthra dolichoptera* (Rädertier)





Abb. 27. *Hexarthra mira* (Rädertier)

## Der quantitative Aspekt

Betrachtet man die saisonale Entwicklung der Zooplankter in Zahlen, d.h. als Individuendichten oder Biomasse (Abb. 28, Abb. 30), so wird man starke zeitliche Schwankungen und räumliche Unterschiede feststellen. Im offenen See tummeln sich über das Jahr gesehen zwischen 60 und 370 Zooplankter pro Liter Seewasser. Im Vergleich dazu liegt die Individuendichte in der Rohrlacke Ruster Poschn immerhin bei bis zu 1200 Individuen pro Liter. Zur Ermittlung dieser Zahlen wird ein bestimmtes Volumen Seewasser

entnommen und über ein Netz mit 50 µm Maschenweite aufkonzentriert (Abb. 29). Die Bestimmung und Auszählung der Tiere erfolgt anschließend unter dem Mikroskop.

Der offene See ist im Jahresverlauf durch erhöhte Dichten im Frühjahr bzw. Herbst gekennzeichnet. Anteilsmäßig sind hier vor allem die Rädertiere von Bedeutung, aber auch die juvenilen Entwicklungsstadien der Ruderfußkrebse bilden im Frühjahr einen wichtigen Bestandteil an der Zooplanktongemeinschaft. Im Sommer überwiegen die Kleinkrebse. Im

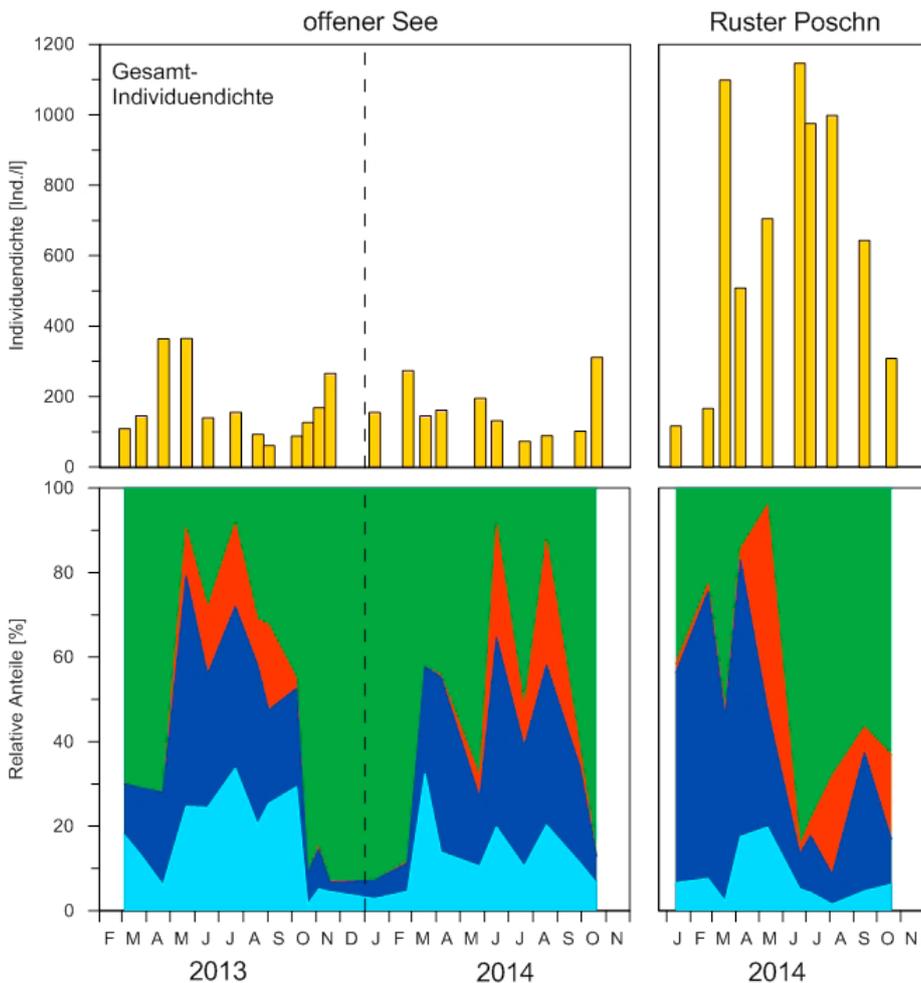


Abb. 28. Gesamtindividuendichte und relative Anteile der wichtigsten Vertreter des Zooplanktons im offenen Bereich des Neusiedler Sees sowie im Ruster Poschn.

- Rädertiere
- Blattfußkrebse
- Cyclopoidae Ruderfußkrebse
- *Arctodiaptomus spinosus*

Ruster Poschn dominieren in der ersten Jahreshälfte die Kleinkrebse, während die hohen Individuendichten in der zweiten Jahreshälfte vor allem auf die Rädertiere zurückzuführen sind.

Neben der Individuendichte dient auch die Biomasse (als Trockengewicht TG) der quantitativen Beschreibung des Vorkommens von Zooplanktern (Abb. 30). Die Biomasse der einzelnen Tiere ist natürlich sehr gering, erst die Menge verschafft dem Zooplankton seine Bedeutung in den Stoffkreisläufen. Um eine Vorstellung zu geben: Das rund 1 mm große Ruderfuß-Männchen von *Arctodiaptomus spinosus* (Abb. 20) wiegt etwa 7 µg, das kleine Rädertier *Synchaeta tremula* (Abb. 25) bringt hingegen mit einer Körperlänge von 0,25 mm nur rund 0,03 µg auf die Waage. Über das Jahr gesehen erreicht das Zooplankton im offenen See eine Gesamtbiomasse zwischen 20 und



Abb. 29. Probenahme von Zooplankton: Ein bestimmtes Volumen wird entnommen und über einer Filtergaze (Bild rechts) von 50 µm aufkonzentriert.

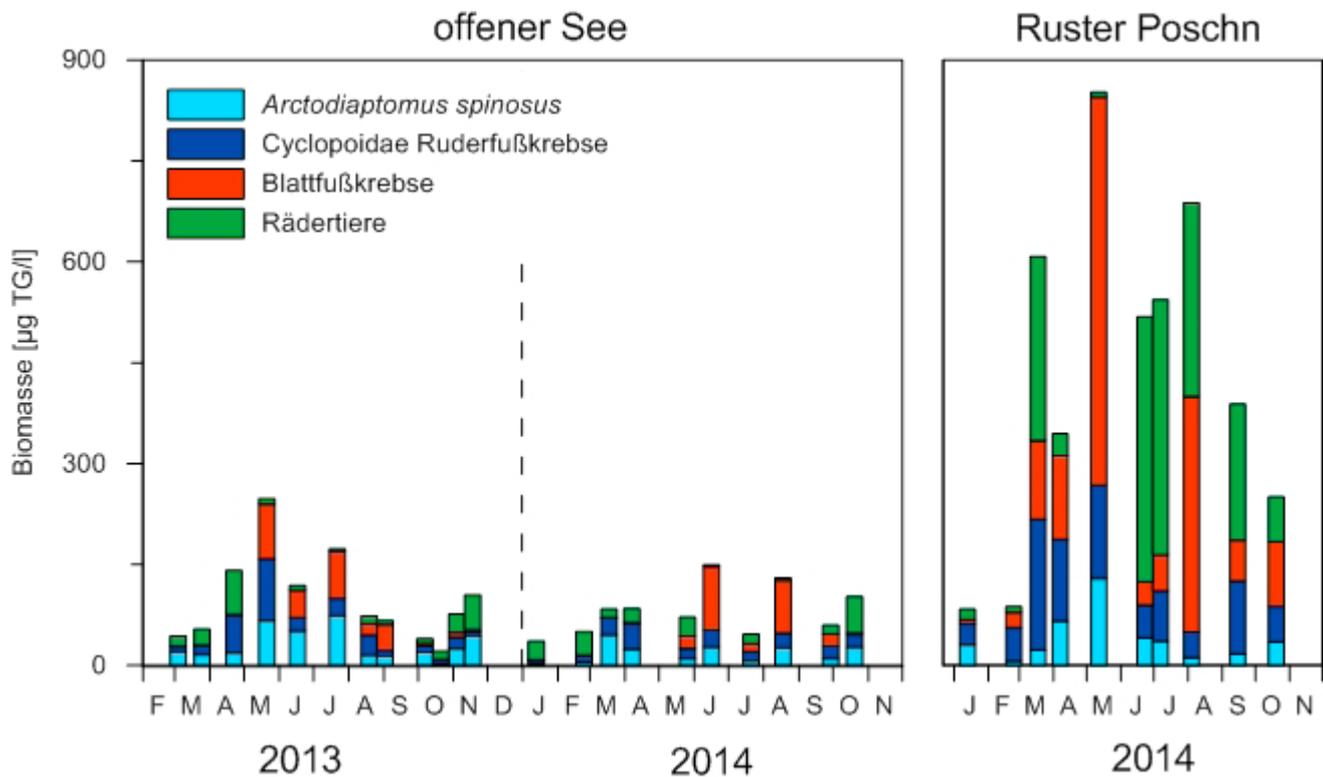


Abb. 30. Gesamtbiomasse (als Trockengewicht, TG) der wichtigsten Vertreter des Zooplanktons im offenen Bereich des Neusiedler Sees sowie im Ruster Poschn.

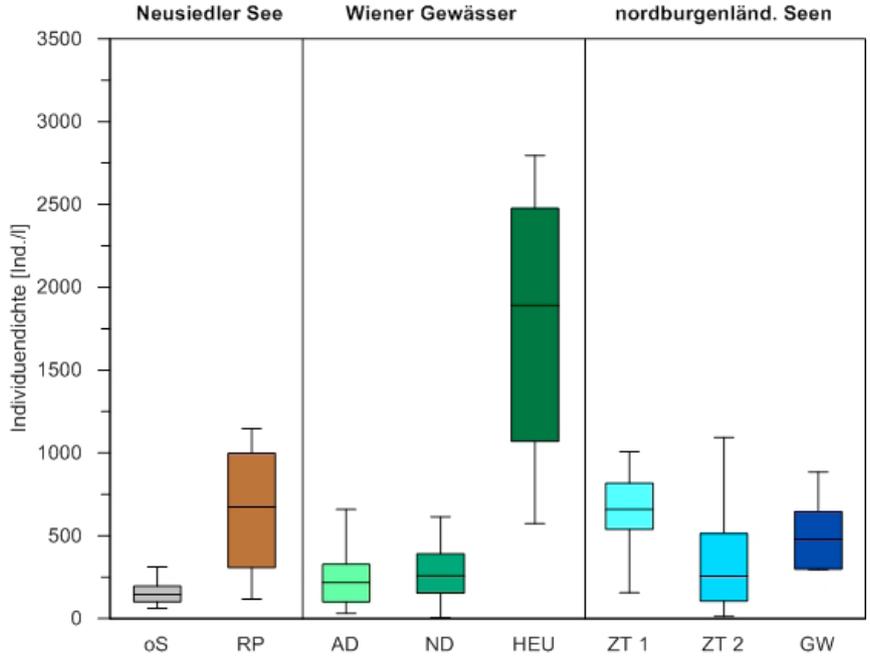




250 µg TG/l, in der Rohrlacke hingegen liegt die mittlere Gesamtbio­masse bei rund 450 µg TG/l. Dabei kommt den Kleinkrebsen erwartungsgemäß eine größere Rolle zu als den Rädertieren mit ihrer deutlich geringeren Körpergröße und dem geringeren Gewicht.

Wie schaut es nun im Vergleich mit anderen Gewässern aus? In Abb. 31 ist die Individuendichte des Zooplanktons im Neusiedler See und im Vergleich dazu in verschiedenen Flachgewässern Wiens sowie in nordburgenländischen Seen dargestellt. Wie vorher bereits beschrieben, ist die Variabilität bereits innerhalb des Neusiedler Sees groß. Die Dichten im offenen See liegen offensichtlich am unteren Rand der Bandbreite, was auf die bereits erwähnten ungünstigen Umweltbedingungen (Trübe, Turbulenzen) und einen hohen Fraßdruck zurückzuführen. Im Ruster Poschn sind demgegenüber Dichten ähnlich jenen in anderen Seen gegeben. Die höchsten Dichten wurden für ein eutrophes Augewässer (HE) nachgewiesen (unpubl. Daten, M. Großschartner/DWS Hydro-Ökologie).

**Abb. 31. Dichten des Zooplanktons im Neusiedler See (oS = offener See, RP = Ruster Poschn) im Vergleich zu anderen Seen Ost-Österreichs (ZT 1 & 2 und GW ... Ziegelteiche und Grundwassersee im Nord-Burgenland, AD, ND, HEU ... Wiener Stadtgewässer Alte Donau, Neue Donau und Heustadelwasser). Die Daten sind als Box-Whisker-Plots dargestellt: Die „Boxes“ umfassen das untere und das obere Quartil. Die „Whiskers“ (Antennen) zeigen die Bandbreite an (Minimum, Maximum).**



## Vergleich des Zooplankton im offenen See und in den Rohrlacken

Vergleicht man die zooplanktische Lebensgemeinschaft zwischen dem offenen See und dem Ruster Poschn, so zeigen sich deutliche Unterschiede hinsichtlich der Individuendichte, Biomasse und Artenzusammensetzung, die selbst die saisonalen Schwankungen überlagern. Unterschiedliche Dichten waren in allen zuvor beschriebenen Großgruppen festzustellen und im Mittel übertraf die Individuendichte im Ruster

Poschn jene im offenen See um das rund 4-fache. Ein ähnliches Verhältnis liegt bei der Biomasse vor (Abb. 31, Abb. 33).

Die räumlichen Unterschiede hinsichtlich der Artenzusammensetzung sind in Abb. 32 mit Hilfe einer Ähnlichkeitsanalyse dargestellt, wobei ähnliche Artengemeinschaften an einzelnen Terminen nahe beieinander und unähnliche weit voneinander entfernt zu liegen kommen.

Während der kühleren Periode sind die Artengemeinschaften im offenen See und Ruster Poschn recht ähnlich, die Punktwolken dieser beiden Bereiche zeigen dann im Diagramm eine Überlappung. Im Frühjahr, Sommer und Herbst hingegen zeigen beide Standorte stark unterschiedliche Ausprägungen, die ihre Ursache im unterschiedlichen Auftreten von Rädertieren und Blattfußkrebsen hat.

Die qualitativen und quantitati-

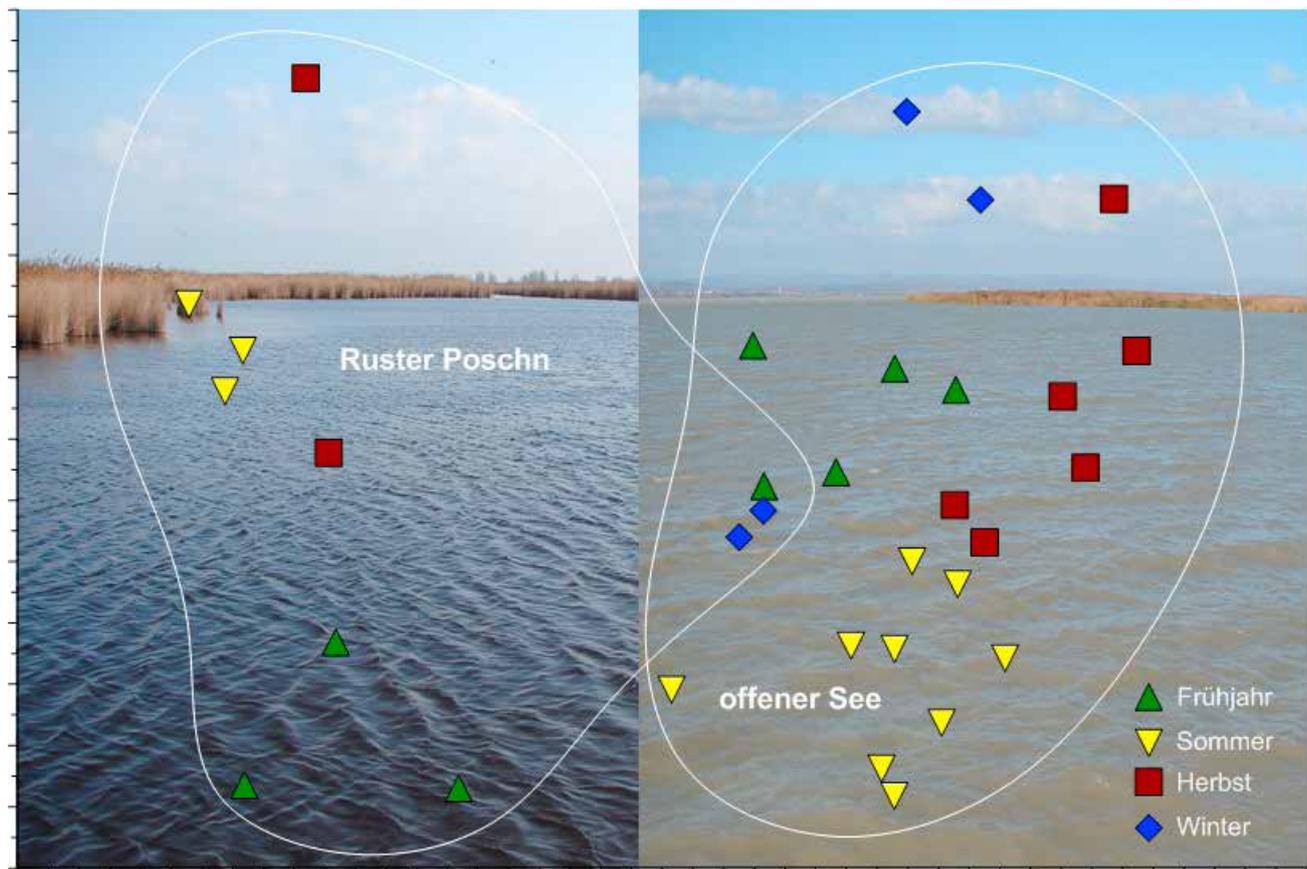


Abb. 32. Ähnlichkeitsanalyse der Artengemeinschaft des Zooplanktons im offenen Bereich des Neusiedler Sees sowie im Ruster Poschn. Jedes Symbol entspricht einer Probe von planktischen Wirbellosen mit einer bestimmten Artenzusammensetzung und Individuendichte. Proben ähnlicher Termine bzw. Standorte liegen nahe beieinander und *vice versa*.





ven Unterschiede im Auftreten des Zooplanktons stehen im engen Zusammenhang mit den unterschiedlichen Umweltbedingungen im offenen See und der im Schilfgürtel liegenden Rohrlacke. Im offenen See stellt die ständige Durchmischung und die entsprechend hohen Schwebstoffgehalte die Zooplankter vor große Herausforderungen. Durch Windereignisse können aus dem Sediment aufgewirbelten Schluff- und Tonpartikel (Trübe) zu einer mechanischen Beschädigung der zarten Wasserbewohner führen und so die Anzahl und die Artenzusammensetzung beeinflussen [10]. So konnte z.B. gezeigt werden, dass bei Windstärken über 30 km/h zehn und mehr Prozent des Bestandes von *Diaphanosoma* vernichtet wer-

den [9]. Somit dient die mechanische Störung durch die Schwebstoffe als mögliche Erklärung für die geringeren Individuendichten im offenen See.

Einen weiteren Punkt stellt natürlich auch die Zusammensetzung und Menge der für das Zooplankton verfügbaren Nahrung dar. Das Nahrungsspektrum der filtrierenden Arten umfasst organische zerfallende Substanzen (sog. Detritus), Einzeller und Algen. Bei den Algen scheint weniger die Quantität als die Qualität, d.h. die Artenzusammensetzung im Phytoplankton ausschlaggebend zu sein. Der höhere Anteil an Schlundalgen in den Rohrlacken ist für das Zooplankton sicherlich von Vorteil, da sie leichter zu fressen sind als die großen, massiven Kieselalgen.

Auch das könnte für die höhere Individuendichte und unterschiedliche Artenzusammensetzung im Ruster Poschn verantwortlich sein.

Schließlich ist auch noch die Wassertemperatur zu nennen, die an heißen Sommertagen bis zu 34 °C erreichen kann. Diese ist im windgeschützten Schilfgürtel vermutlich von größerer Bedeutung als im offenen See, denn neben den saisonalen Temperaturänderungen, stellen auch noch extreme tageszeitliche Schwankungen einen zusätzlich belastenden Faktor dar. Sofern die Planktonorganismen aber solch hohe Temperatur aushalten, können diese auch von Vorteil sein, da sie eine raschere Entwicklung der Eier und der Jugendstadien zum adulten Tier ermöglichen.

## Das Zooplankton im Nahrungsnetz

Rädertiere und Kleinkrebse spielen innerhalb der Lebensgemeinschaft im Freiwasser eine wichtige Rolle, wobei für jedes Lebewesen das „Fressen“ und das „Gefressenwerden“ im Vordergrund stehen. Vereinfacht werden diese Beziehungen in Nahrungsketten beschrieben. Das Zooplankton ist dabei in der Mitte einer solchen Nahrungskette (Algen → Zooplankton → Fische) angesiedelt. Es ernährt sich primär vom Phytoplankton (Algen) und stellt seinerseits die Nahrungsquelle für planktonfressende Fische dar.

Innerhalb einer Lebensgemeinschaft bestehen vieler solcher Nah-

rungsketten, die wie in einem Netz miteinander verwoben sind. So ernährt sich das Zooplankton nicht nur von Algen, sondern auch von Feindetritus, Bakterien und Einzellern. Für die Räuber unter ihnen – wie *Leptodora* oder adulte cyclopoide Ruderfußkrebse dienen kleinere Artgenossen als Beuteorganismen.

Die Nahrungsbeziehung zwischen Algen und Zooplanktern ist gut untersucht und damit die Beziehung dauerhaft funktioniert, ist es wichtig, dass das Verhältnis von Nahrung und Konsument zueinanderpasst. Den Zusammenhang zwischen der Biomasse von Phyto-

plankton und Zooplankton für Flachseen wie den Neusiedler See zeigt Abb. 33 (aus Herzig, 2001 [2]).

Als weitere wichtige Interaktion im planktischen Nahrungsnetz ist nun jene des „Gefressenwerdens“ anzuführen. Als Räuber, die das Zooplankton als Nahrung konsumieren, treten im Neusiedler See einerseits planktonfressende (planktivore) Fische und andererseits der bereits erwähnte räuberische Blattfußkreb *Leptodora kindti* auf (Abb. 34). Letztere bevorzugt als Beute Jungstadien von *Diaphanosoma*. Ältere Entwicklungsstadien von *Leptodora* werden aber selbst zur Beute

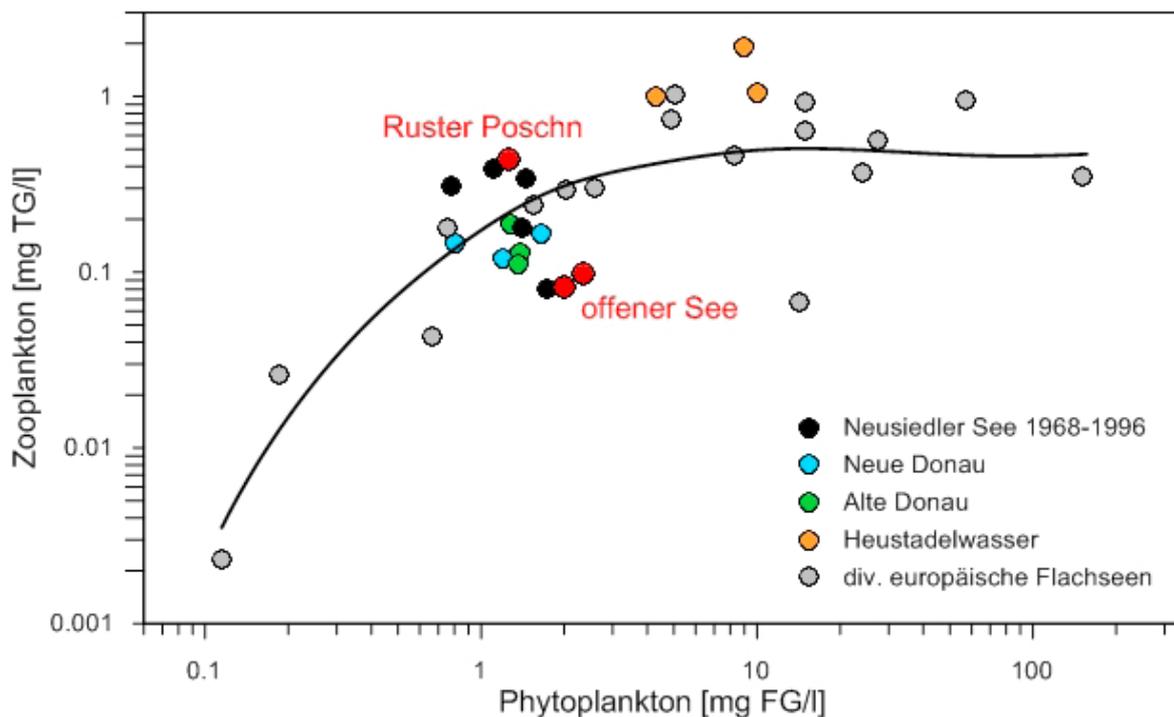
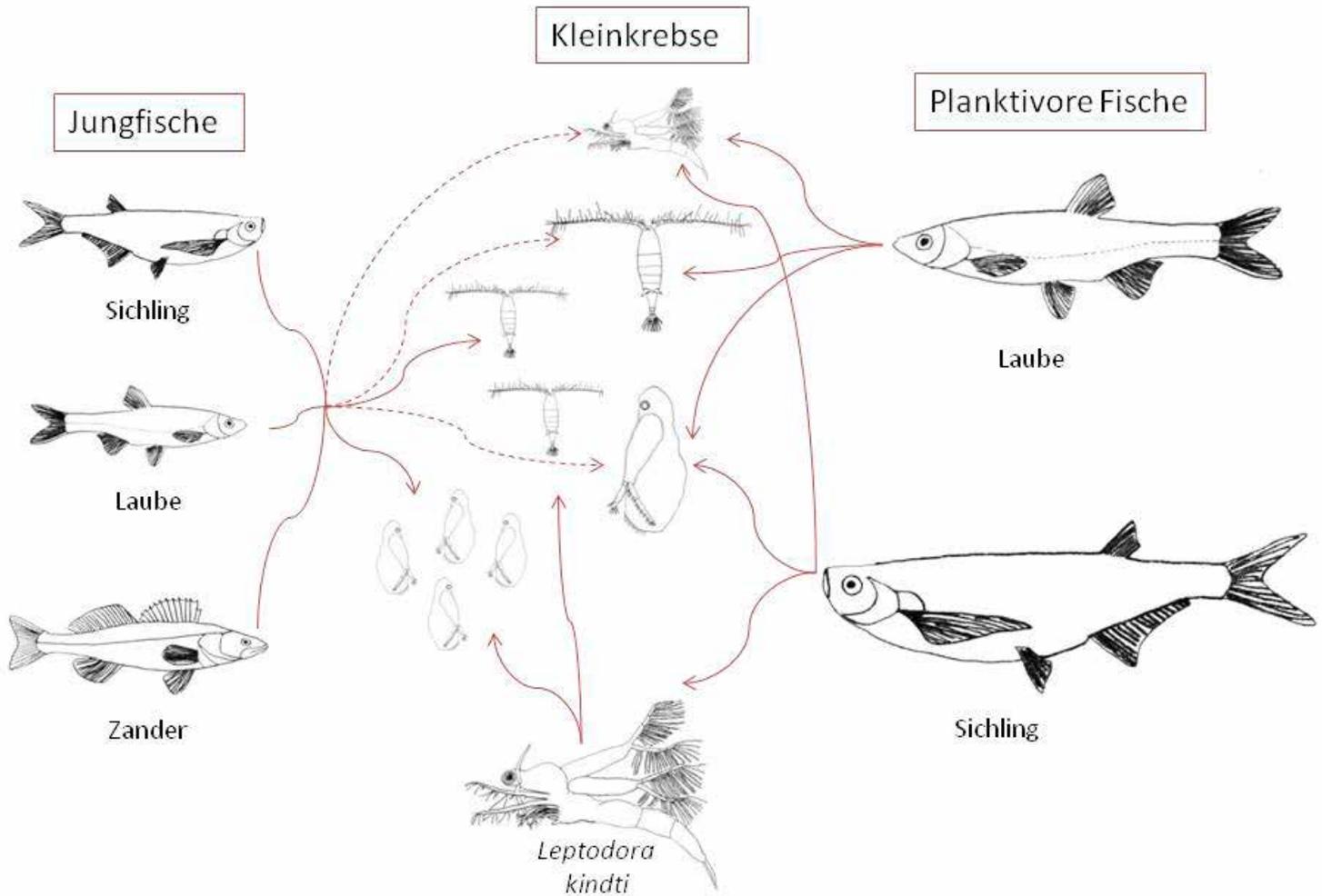


Abb. 33. Beziehung zwischen planktischen Algen und Zooplankton [dargestellt als Biomasse] im Neusiedler See aus den Jahren 1968–1996 sowie den aktuellen Daten im offenen See und in der Rohrlacke Ruster Poschn. Als Vergleich dienen Untersuchungen aus den Wienern Gewässern sowie anderen Flachseen. Daten nach verschiedenen Quellen. Grafik aus Herzig, 2001 [2], verändert und ergänzt mit eigenen Daten.





**Abb. 34.**  
**Schematische Darstellung**  
**des Nahrungsnetzes**  
**im offenen See des**  
**Neusiedler Sees.**  
**Dargestellt sind die**  
**Nahrungsbeziehungen**  
**zwischen ausgewählten**  
**Jungfischen, Kleinkrebsen**  
**und planktivoren Fischen.**  
**(Grafik verändert nach**  
**Herzig et al. 1994 [14]).**

von planktivoren Fischen. Diese nehmen besonders gerne Exemplare größer als 6 mm als Nahrung auf [13].

Echte Planktonspezialisten unter den Fischen sind im Neusiedler See durch *Sichling* und *Laube* vertreten. Zudem ernähren sich aber auch Larven und Jungfische der meisten Arten fast ausschließlich von Zooplankton; selbst von Fischarten wie etwa *Zander* oder *Flussbarsch*, die als Adulttiere eigentlich andere Nahrung bevorzugen. Die Zooplanktonfresser unter den Fischen

gehen dabei sehr selektiv auf Beutezug, d.h. sie bevorzugen bestimmte Arten oder Größen, wie etwa Blattfußkrebse gegenüber Ruderfußkrebse, oder innerhalb der Blattfußkrebse bestimmte Größenklassen.

Sowohl für *Laube* als auch *Sichling* ist der Blattfußkrebs *Diaphanosoma* das wichtigste Beutetier und dementsprechend von Mai bis Oktober einem intensiven Fraßdruck ausgesetzt [11, 12]. Daneben sind im offenen See als Beuteorganismen noch *Leptodora* sowie die Ruderfußkrebse von Bedeutung. Der geringe

Anteil an Adulttieren von *Arctodiaptomus* könnte hier ein Hinweis auf den vorhandenen Fraßdruck sein.

# Die Fischfauna des Neusiedler Sees



## Das Artenspektrum

In den letzten Jahren wurden im Rahmen des Nationalpark-Monitorings 20 Fischarten im Neusiedler See nachgewiesen [13]. Am häufigsten finden sich verschiedene Vertreter von Karpfenfischen wie z.B. Laube, Sichling, Güster, Brachse, Rotaue, Rotfeder, Giebel und natürlich der namensgebende Karpfen, gefolgt von Barschartigen wie Zander, Flussbarsch und Kaulbarsch. Regelmäßig kommen auch Hecht, Wels und Sonnenbarsch vor. Der Aal, früher eine der häufigsten Arten im See, ist nach dem Besatzstopp deutlich zurückgegangen. Einige weitere Arten sind nur durch Fänge von Berufsfischern oder aus anderen Quellen bekannt, so z.B. die Barbe, der Graskarpfen

oder das in Ungarn besetzte Moderlieschen.

Wirtschaftlich von Bedeutung sind vor allem Karpfen, Zander und Hecht, daneben auch Wels und in geringerem Maß die Schleie. Naturschutzfachlich von Interesse sind oft ganz andere Arten, wie z.B. der Schlammpeitzger, der nach vielen Jahren erstmals wieder auf Höhe der Wulkamündung nachgewiesen werden konnte – möglicherweise eine Folge von Besatzmaßnahmen im ungarischen Teil des Neusiedler Sees [1].

Die Fische spielen eine wichtige Rolle im Nahrungsgefüge des Neusiedler Sees. Manche Arten ernähren sich vor allem von wirbellosen Kleinlebewesen am Gewässergrund oder

im Aufwuchs von höheren Wasserpflanzen und Schilf. Dazu gehören zum Beispiel die Brachse und der Kaulbarsch. Mitunter stehen auch die Pflanzen selbst auf dem Speiseplan der Fische, so z.B. bei der Rotfeder, die bevorzugt in dichten Beständen von Wasserpflanzen vorkommt. Andere Fischarten fressen hingegen vorwiegend planktische Wirbellose wie die mikroskopisch kleinen Rädertiere oder Kleinkrebse. Und dann gibt es natürlich auch piscivore, also fischfressende Arten an der Spitze der Nahrungspyramide. Im Neusiedler See sind dies vor allem Wels, Hecht und Zander.

Fischarten haben im Laufe der Evolution ganz unterschiedliche



Abb. 35. Gemeinsam mit dem Wels stehen Hecht (li.) und Zander (re.) an der Spitze der aquatischen Nahrungskette im Neusiedler See.

Anpassungen an ihre Ernährungsweise entwickelt. Piscivore Arten benötigen entweder große Augen (bei optischen Räubern wie dem Hecht) oder feine Barteln (wie beim Wels, der auch im Trüben seine Nahrung findet), in jedem Fall aber ein großes kräftiges Maul, das – wie beim Zander – lange Fangzähne (die sog. „Hundszähne“) enthält (Abb. 35). Fischarten, die sich von bodenlebenden Wirbellosen ernähren, verfügen über ein unterständiges Maul, das – wie beim Brachsen – sogar nach vorgestülpt werden kann. Das aufgenommene Feinsediment wird durch die Kiemen wieder ausgeschieden, Insektenlarven und Würmer bleiben an den Kiemenreusen hängen (Abb.



Abb. 36. Das unterständige Maul weist die Brachse als benthivore Art aus, die sich von bodenlebenden Wirbellosen wie Insektenlarven ernährt.

36). Um die Nahrung in Schlamm besser aufspüren zu können, besitzen manche Arten wie der Karpfen kur-

ze Barteln. Planktonfressende Arten schließlich erkennt man meist am oberständigen Maul, das es ihnen

auch ermöglicht, den sogenannten Anflug – also ins Wasser gefallene terrestrische Insekten – von der Wasseroberfläche zu fressen (Abb. 37).

So unterschiedlich die Ernährungsweise der adulten Fische ist, als Jungfische fangen alle mit Zooplankton an. Für das Verständnis der Entwicklung der Lebensgemeinschaften im Freiwasser ist eine Grundkenntnis der Entwicklung der Jungfische unerlässlich. Die Bedeutung der Jungfische liegt nicht zuletzt schlicht an der enormen Anzahl, die jedes Jahr produziert wird. Sie können damit in kurzer Zeit einen gewaltigen Fraßdruck auf das Zooplankton ausüben, mit indirekten Auswirkungen auch auf die darunter liegende Ebene im Nahrungsnetz, das Phytoplankton.



**Abb. 37. Sichlinge (oben) und Lauben (unten) sind aufgrund ihres oberständigen Mauls leicht als Planktonfresser erkennbar.**



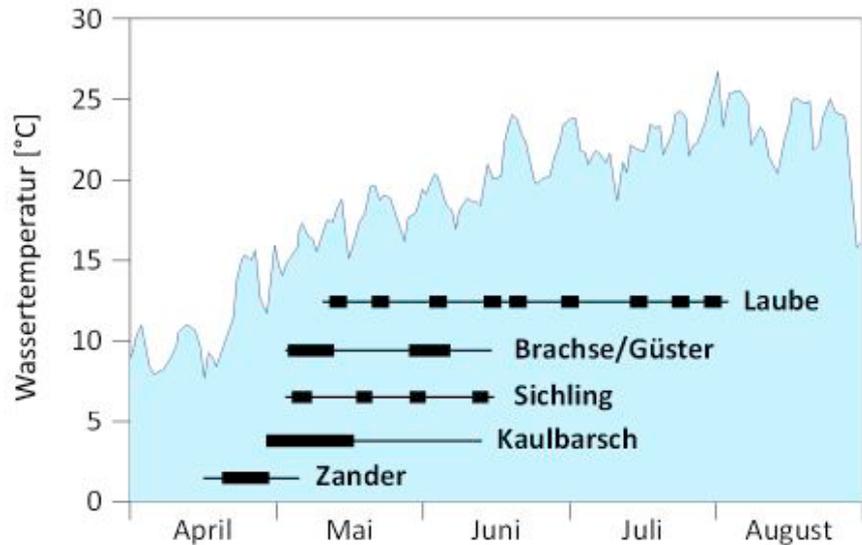


## Fortpflanzung, Embryonalentwicklung und Wachstum

### Laichzeiten

Biologische Prozesse sind temperaturabhängig; das gilt im Besonderen für Embryonalentwicklung und Wachstum. Die günstigsten Bedingungen zur Entwicklung der Fische im Neusiedler See bietet daher das Frühjahr, wenn die Wassertemperaturen ansteigen. In diesem Zeitraum entwickeln sich auch vermehrt die Populationen planktischer Kleinlebewesen, die den Jungfischen als Nahrung dienen. Die Laichzeit der meisten Fischarten im Neusiedler See liegt in den Monaten April und Mai, kann bei manchen Arten aber bis in den Sommer hinein reichen (Abb. 38). Etwas früher ist der Hecht dran, was für den Fischfresser ein großer Vorteil ist: Wenn die Junghechte nach einigen Wochen anfangen, andere Fische zu fressen, schlüpfen die ersten Fischlarven der Weißfische und das Beuteangebot ist über mehrere Wochen besonders gut (Abb. 39).

Wie die schematische Darstel-



**Abb. 38. Temperaturentwicklung im Neusiedler See und Laichzeiten der häufigsten Fischarten im offenen See im Jahr 1992 (nach Herzig et al. (1994) [14]). Die durchgezogenen Linien geben die gesamte Reproduktionsperiode des Jahres an, die Balken stehen für die Hauptlaichereignisse.**

lung in Abb. 38 erkennen lässt, unterscheiden sich die Fischarten des Neusiedler Sees in ihrer „Laichstrategie“. Manche Arten haben kurze, klar begrenzte Laichzeiten, bei anderen erstreckt sich die Laichzeit über mehrere Wochen. Der Ort des Laichgeschehens ist für viele Fischarten der Schilfrand, teilweise

auch Bestände von Höheren Wasserpflanzen oder grobe Sedimente an windexponierten Sandbänken am Ostufer. Wichtig ist, dass die Eier gut umspült werden, sodass eine gute Sauerstoffversorgung gewährleistet ist. Bereits unmittelbar nach der Befruchtung beginnt die Embryonalentwicklung.



**Abb. 39. Ein wenige Zentimeter großer Junghecht frisst einen frisch geschlüpften Jungfisch. Hechte stellen sich bereits sehr früh auf eine fischfressende Ernährungsweise um.**

## Embryonalentwicklung

Die Entwicklung von der befruchteten Eizelle bis zum ausgewachsenen Fisch ist ein äußerst komplexer Vorgang. Während der ersten Lebenswochen durchlaufen Fische eine Reihe von morphologischen Veränderungen, die sich in verschiedene Stadien einteilen lassen. Im Anschluss an die embryonale und „larvale“ Phase erreichen Jungfische das Juvenilstadium, das bis zur Geschlechtsreife andauert und vor allem von der Größenzunahme geprägt ist. Mit der Reife der Geschlechtsorgane beginnt das Adultstadium.

Die Embryonalentwicklung soll im Folgenden nur in groben Zügen erläutert werden. Die Darstellung orientiert sich an Balon (1975, 1984) [15, 16]. Als Beispiel wurde die Brachse ausgewählt, deren Embryonalentwicklung von Herzig & Winkler (1985) untersucht wurde [17] (Abb. 40).

Vereinfacht lassen sich drei Hauptphasen mit jeweils drei Stadien unterscheiden:

Es beginnt mit der ovularen Phase, die von der Befruchtung bis zur Organbildung dauert. Nach der Befruchtung quillt das Ei auf, Plasma beginnt sich auf einer Seite zu konzentrieren (Keimscheibe).

Die einsetzende Zellteilung führt zum sog. Morula-Stadium, das an eine Beere erinnert (Morula = Maulbeere). Sobald sich die Zellen außen anlagern und einen inneren Hohlraum bilden, spricht man vom Blastula-Stadium. Abgeschlossen wird die ovuläre Phase, sobald sich die Blastula einstülpt und drei Keimblätter gebildet werden (Gastrula).

In der embryonalen Phase kommt es zur ersten Differenzierung von Or-

ganen wie Gehirn, Augen, Ohrblase und Herz. Noch liegt der Embryo aber eng an den Dotter an. Doch bereits im zweiten Teilstadium beginnt der Fisch sich zu strecken und einen Schwanz sowie einen embryonalen Flossensaum auszubilden. Es können auch schon erste Bewegungen der Rumpfmuskulatur beobachtet werden. Gegen Ende der embryonalen Phase hebt sich der Kopf nach weiterer Streckung des Embryos zunehmend vom Dottersack ab, der Schwanz wird segmentiert und das Herz beginnt zu schlagen. Mit dem Schlupf endet die embryonale Phase.

In der dritten Phase (eleutheroembryonale Phase) ist der Körper des Fisches nun fast vollständig gestreckt, Flossen werden ansatzweise gebildet. Im zweiten Teilstadium bricht die Mundöffnung durch, die ersten Kiemenbögen werden angelegt und die Anlage der Schwimmblase sichtbar. Schließlich werden Augenpigmente gebildet. Der Dottersack ist nun auch schon weitgehend resorbiert und langgestreckt. Die Kiemen beginnen zu arbeiten und der Verdauungsapparat beginnt sich zu differenzieren; die Ernährung über den Dotter reicht nur noch für kurze Zeit, dann ist der Jungfisch auf sich selbst gestellt und die schwierige Zeit der eigenen Nahrungssuche beginnt.

### Wachstum der Jungfische

Sobald die Jungfische geschlüpft sind, können sie mittels spezieller Jungfischnetze, nach einiger Zeit auch mittels Elektro-Fangaggregat nachgewiesen werden. Zuvor wurden bereits die unterschiedlichen Laichstrategien erwähnt. Sie kommen nun auch in der Größenverteilung der Jungfische zum Ausdruck (Abb. 41). So laicht bei-

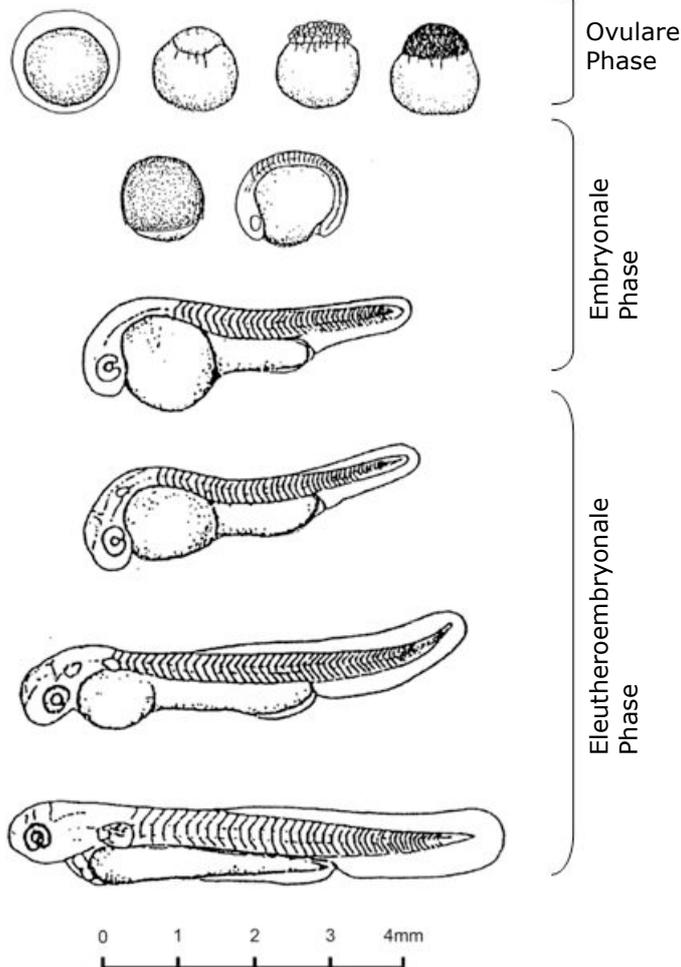


Abb. 40. Embryonalentwicklung von Fischen am Beispiel der Brachse. Aus Herzig & Winkler (1985) [17].

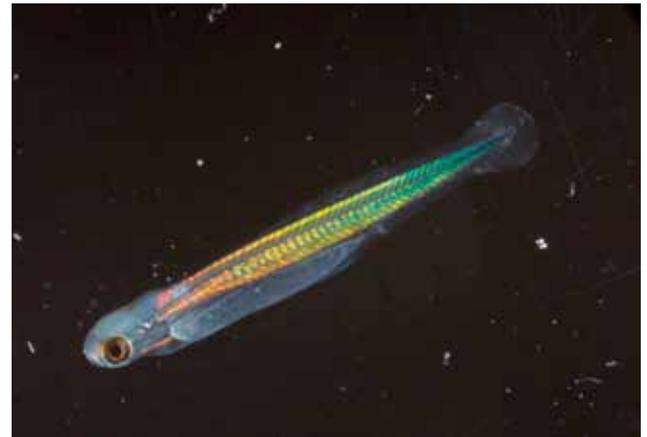




spielsweise der Sichling im Frühjahr bevorzugt am Schilfrand ab. Während es 1992 mehrere Laichtermine gab (vgl. Schema in Abb. 38), belegt die Größenverteilung der Jungsichlinge im Jahr davor, dass die Art nur im Mai in einem vergleichsweise kurzen Zeitraum ablaichte (Abb. 41). Nach dem Schlupf wuchsen die Jungfische in relativ einheitlicher Größenverteilung heran. Bei der Laube wurden 1991 hingegen immer wieder und bis Ende August Jungfische <10 mm gefangen. Offenbar vermochte diese Art im Gegensatz zum Sichling mehrmals pro Jahr abzulaichen. Man spricht in diesem Zusammenhang von „multiple spawner“ („Mehrfachlaicher“).

### Zur Unterscheidung der Jungfische

Frisch geschlüpfte Fische sind nur wenige Millimeter groß und gleichen einander auf den ersten Blick wie ein (Fisch)Ei dem anderen. Die Unterscheidung der Arten ist bei den „Larven“ äußerst schwierig und erfordert viel Erfahrung. Wichtige Kriterien bei der Artbestimmung sind (sobald sich der Flossensaum zurückbildet) die Form der Flossen und die Pigmentierung.

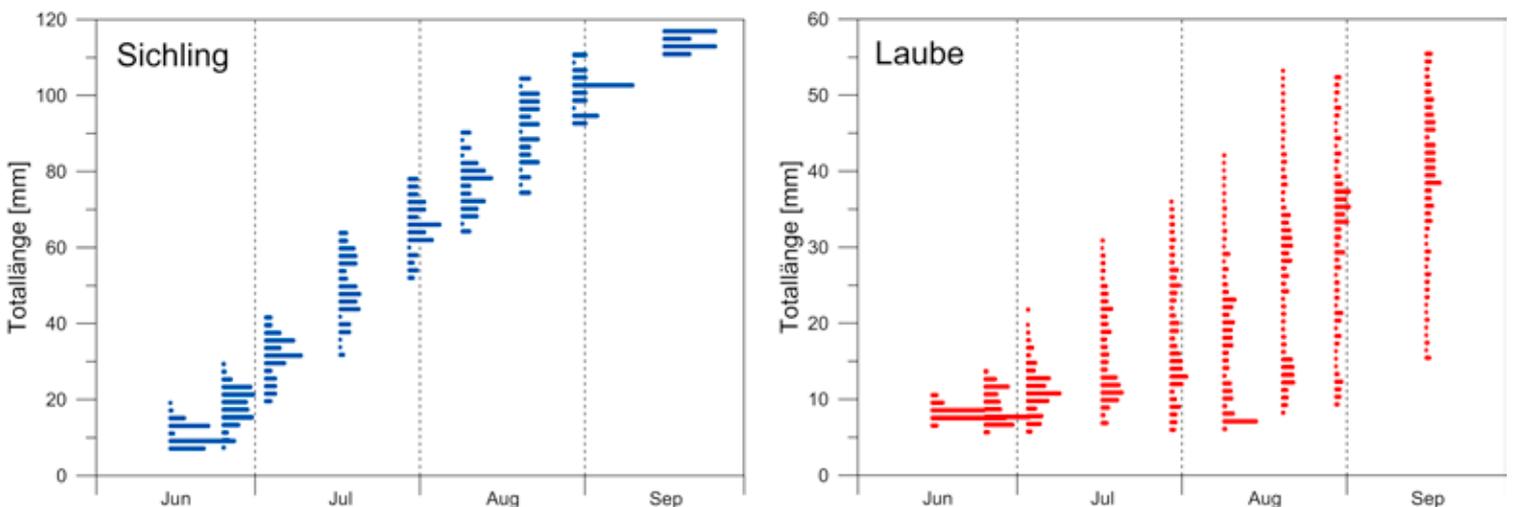


**Frisch geschlüpfte Brachsen: Der Dottersack ist weitgehend aufgebraucht. Im durchscheinenden Licht wird die Segmentierung der Muskulatur deutlich.**



Mit rund 1 cm Länge ist bei dieser Brachse der embryonale Flossensaum fast vollständig zurückgebildet und die Flossenstrahlen werden sichtbar. In der zweigeteilten Schwimmblase bricht sich das Licht.

Bei etlichen Arten ist eine sichere Artbestimmung erst möglich, sobald der Flossensaum verschwunden ist, und auch dann bestehen bei manchen Arten noch Unsicherheiten. So können beispielsweise Brachse und Güster erst ab etwa 1 bis 2 cm sicher unterschieden werden. Unter den Barschartigen lässt sich der Zander erst ab etwa 14 mm von Flussbarsch und Kaulbarsch differenzieren.



**Abb. 41. Wachstum der Jungfische von Sichling und Laube im Neusiedler See (nach Herzig et al. 1994 [14]). Die Balken zeigen die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Größenklassen als Histogramm an neun Befischungsterminen zwischen Juni und September 1991.**

## Wie viele Jungfische leben im Neusiedler See?

Um zu ermitteln, in welchen Dichten die Jungfische im Neusiedler See vorkommen, wurde Anfang der 1990er Jahre ein spezielles Fanggerät entwickelt. Es besteht aus einem Gestell, von dem aus ein 1,6 m langer Netzsack über eine Seilwinde vor dem Boot in das Wasser eingetaucht werden kann. Fährt man mit konstanter Geschwindigkeit über eine bestimmte Zeit, so kann zumindest grob das erfasste Wasservolumen abgeschätzt werden. Bei den Befischungen am Neusiedler See hat sich eine Fahrzeit von 2 min – das entspricht einer Strecke von ca. 200 m – als prakti-

kabel erwiesen. Das damit erfasste Wasservolumen beträgt rund 50 m<sup>3</sup>.

Am Ende des Netzsackes befindet sich ein Netzbecher (Maschenweite 590 µm), in dem sich die gefangenen Jungfische sammeln. Diese werden zur weiteren Bearbeitung ins Labor gebracht (Abb. 42).

Die Dichten von Jungfischen im Neusiedler See wurden erstmals in den Jahren 1991 und 1992, dann nach einer längeren Unterbrechung mehrmals ab 2008 erhoben. Aufgrund des raschen Wachstums der Fische und der ausgeprägten räumlichen Unterschiede wäre ein sehr enges

zeitlich-räumliches Raster erforderlich, um einen detaillierten Einblick in die Verteilung der Jungfische zu erhalten. Aus Kostengründen ist eine solche aufwändige Untersuchung nicht möglich. In den letzten Jahren wurden die Jungfische an jeweils ein bis drei Terminen im späten Frühjahr bzw. im Frühsommer mit jeweils rund 10-20 Fängen erfasst.

Erwartungsgemäß variierten die Fischdichten sehr stark. An manchen Standorten wurde mit einem Standardfang über 50 m<sup>3</sup> kein einziger Fisch gefangen, an anderen mehr als 1000. Ein etwas klareres Bild erhält man, wenn man den offenen See (OS), den Schilfrandbereich (SR) und den Übergangsbereich (OS-S) getrennt betrachtet. Hier zeigte sich in den Jahren 2008 und 2009 eine deutliche Zunahme der mittleren Fischdichte von rund 20 Individuen pro 50 m<sup>3</sup> im offenen See auf mehr als 200 Ind. pro 50 m<sup>3</sup> am Schilfrand. Ein solch klares Verteilungsmuster ist jedoch keinesfalls immer gegeben, wie die Befischungsergebnisse aus den Jahren 2013 und 2014 zeigen. Das Diagramm in Abb. 43 verdeutlicht auch den, in manchen Jahren (2013), sehr deutlichen Rückgang der



Dieser Junghecht zehrt noch von den Vorräten im Dottersack.



Langsam bildet sich die typische Hechtschnauze heraus.



Bei einer Länge von 1–2 cm lässt der Jungzander bereits die für Barschverwandte typische Zweiteilung der Rückenflosse erkennen.





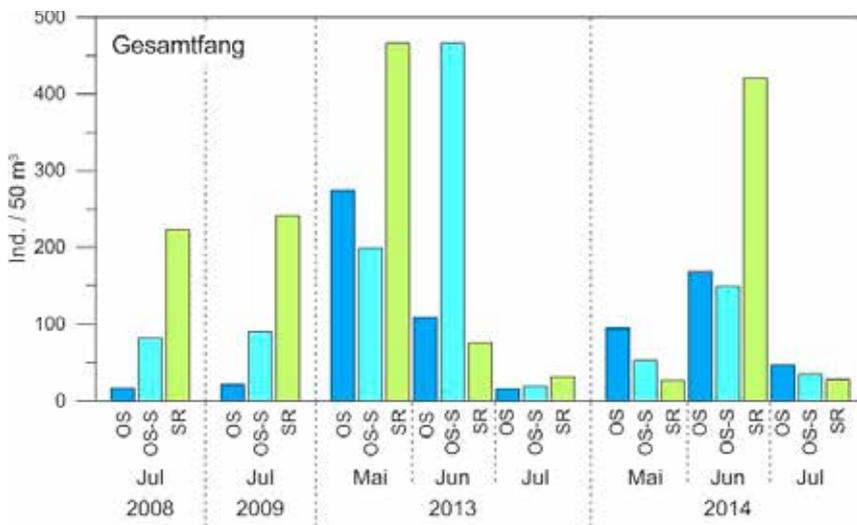
**Abb. 42. Links: Jungfisch-Fanggerät, rechts: Netzbecher am Ende des Fangnetzes.**

Fischdichten im Laufe des Sommers. Er spiegelt die hohe Sterblichkeitsrate unter Jungfischen wider, die in erster Linie auf den Fraßdruck durch Raubfische zurückgeht.

Die Jungfischdichten mögen auf den ersten Blick nicht hoch erscheinen, sind jedoch beeindruckend, rechnet man sie auf den gesamten See hoch. Ausgehend von den Schub-

netzfangen lässt sich der Gesamtbestand an Jungfischen im Freiwasserbereich bis zum Schilfrand (also ohne die Wasserflächen im Schilfgürtel!) im Mai und Juni mit mehreren 100 Mio. Tieren abschätzen. Auch wenn diese Zahlen bis zum Spätsommer auf weniger als ein Zehntel zurückgehen, so lassen sie doch die enorme Bedeutung, die den Jungfischen im Nahrungsnetz zukommt, erahnen.

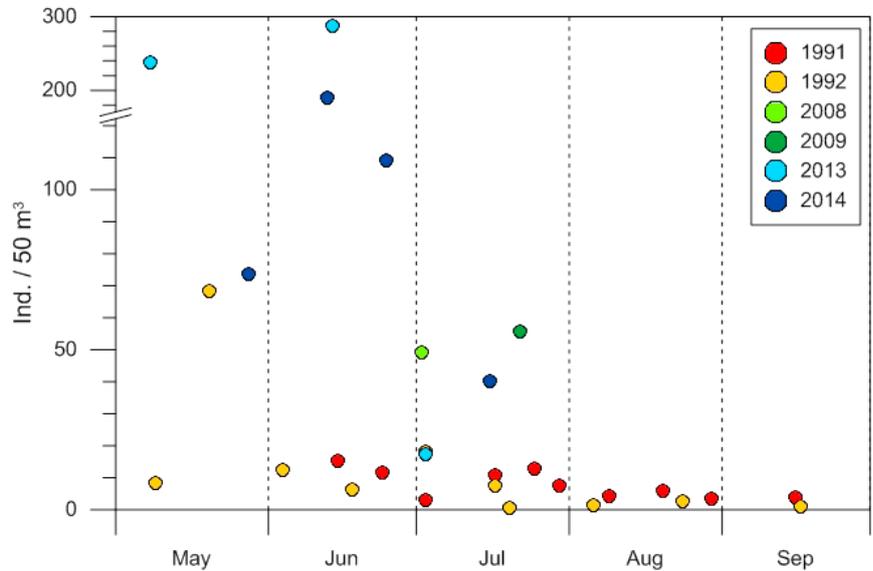
Neben dem räumlichen Verteilungsmuster und den jahreszeitlichen Bestandsschwankungen ist die Frage nach langfristigen Veränderungen im Fischbestand besonders spannend. Leider lässt sich ein Langzeittrend aus den vorhandenen Daten nicht mit Sicherheit ablesen. Fasst man



**Abb. 43. Jungfischdichten im offenen See (OS), am Schilfrand (SR) und im Übergangsbereich (OS-S) im Frühjahr und Sommer 2008, 2009, 2013 und 2014.**

jedoch die mittleren Bestandszahlen der Jungfischdichten im Freiwasserbereich des Neusiedler Sees aus dem Zeitraum 1991–2014 in ein einzelnes Jahr zusammen, so sind – unter Berücksichtigung des saisonalen Abfalls der Dichten – doch gewisse Unterschiede zwischen den Jahren erkennbar. Anfang der 1990er Jahre lagen die mittleren Dichten im offenen See im Mai und Juni bei rund 10–70 Ind. pro 50 m<sup>3</sup>, in den Jahren 2013 und 2014 betragen sie etwa das Zehnfache (Abb. 44).

Man muss aber vorsichtig in der Interpretation dieser Unterschiede sein, die keine reale Zunahme der Jungfischdichten widerspiegeln müssen. Unterschiede zwischen einzelnen Jahren können durch ungünstige Witterungsverhältnis-



**Abb. 44. Jungfischdichten aus verschiedenen Aufnahmen zwischen 1991 und 2014 im saisonalen Verlauf.**

se während der Laichzeit oder in den ersten Tagen nach dem Schlupf bedingt sein. Umso wichtiger sind

durchgehende Langzeitdaten zur gesicherten Interpretation solcher Befunde.



Jedes Frühjahr schlüpfen im Neusiedler See Hunderte Millionen Fische. Weit weniger als 10 % davon überleben bis zum Herbst.





## Die Ernährung von Jungfischen am Beispiel des Flussbarsches

Mit dem Wachstum der Jungfische nach dem Schlüpfen verändert sich die Beutewahl und Nahrungsaufnahme stetig. Verantwortlich dafür sind die Weiterentwicklung der Sinnesorgane und der Muskulatur sowie die zunehmende Maulgröße. Mit fortschreitendem Wachstum können dementsprechend größere und schnellere Beuteorganismen aufgenommen werden. Neben den morphologischen Veränderungen des Jungfisches beeinflusst aber auch die Verfügbarkeit der Nahrung die Aufnahme, wobei hier sowohl die saisonale als auch räumliche Verteilung eine Rolle spielt.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die Nahrungswahl von Jungfischen des Flussbarsches näher untersucht. Dabei wurden drei Größenklassen unterschieden: <10 mm (mit Unsicherheit als Flussbarsche bestimmt), 10–20 mm und 30–40 mm. Die Tiere stammten aus dem

Bereich Illmitz sowie dem Südteil des Neusiedler Sees in der Kernzone des Nationalparks.

Bei allen drei Größenklassen überwiegen zooplanktische Kleinkrebse in der Nahrung (Abb. 45). Entsprechend dem Angebot zum Zeitpunkt der Befischung setzen sich diese in erster Linie aus dem Blattfußkrebs *Diaphanosoma mongolianum* und dem Ruderfußkrebs *Arctodiaptomus spinosus* zusammen. Rund 20 % der Nahrung machen aber auch die kleinsten Entwicklungsstadien der Ruderfußkrebse, die Nauplien, aus, die von den Jungbarschen am leichtesten erwischt und gefressen werden. Ihr Anteil nimmt bei Flussbarschen >10 mm deutlich ab, andere Blattfußkrebse nehmen an Bedeutung zu. Es zeichnet sich aber auch der wichtige Schritt vom Plankton zu sediment- oder aufwuchsbewohnenden Wirbellosen ab, die für Barsche ab 30 mm Länge zunehmend bedeutsam werden. Sie stellen, wie wir aus früheren Erhebungen wissen, bei Flussbarschen mit mehreren Zentimeter Länge die Hauptnahrung.



**Der Flussbarsch ernährt sich als Jungfisch von Plankton und steigt ab wenigen Zentimetern Länge auf bodenlebende Wirbellose um. Ausgewachsene Exemplare leben räuberisch.**

Erst ab etwa 15 cm stellen Jungfische einen nennenswerten Anteil an der Nahrung der Flussbarsche.

Die Entwicklung veranschaulicht deutlich die Veränderung der Nahrungsweise, die für eine Reihe von Fischarten typisch ist. Von Art zu Art unterschiedlich ist jedoch der Zeitpunkt des Wechsels im Speiseplan. Typische Fischfresser wie der Hecht beginnen bereits sehr früh mit Fischnahrung, andere wie der Flussbarsch erst viel später, und ab einer Körperlänge von 40–50 cm verschmähen selbst echte Planktonspezialisten wie der Sichling Jungfische nicht. In der Natur darf man nicht wählerisch sein.

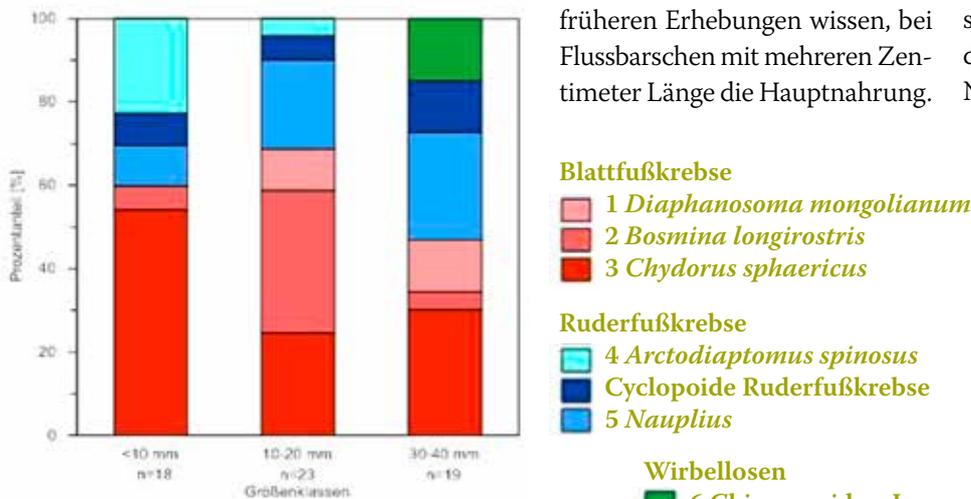
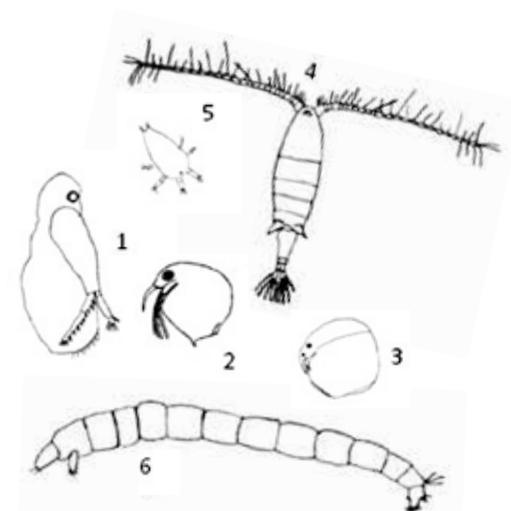


Abb. 45. Nahrungszusammensetzung in Flussbarschen mit 10–40 mm Gesamtlänge.

**Wirbellosen**  
 6 Chironomiden-Larve am Sediment und im Schilfaufwuchs



## Langzeitveränderungen im Fischbestand

Der Neusiedler See war immer wieder Veränderungen unterworfen, teils natürlicherweise, teils unter Einfluss des Menschen. Zu den markantesten Veränderungen, die der See im Laufe der vergangenen 150 Jahre erfahren hat, zählt zweifelsohne die Austrocknung in den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts. Im vergangenen Jahrhundert griff der Mensch vermehrt in das System ein: durch die Errichtung des Einser-Kanals, die Anhebung des Seespiegels in den 1960er Jahren oder die Eutrophierung – um nur die wichtigsten Punkte zu erwähnen.

Der Fischbestand blieb davon nicht unberührt. So lässt sich das vermehrte Aufkommen planktivorer Fische wie des Sichlings ab den 1970er Jahren durch die Eutrophierung und das dadurch verbesserte



Nahrungsangebot erklären. Teilweise griff der Mensch auch aktiv in die Fischgemeinschaft ein, z.B. mit dem Besatz von Millionen von Glasaa-

len ab den 1950er Jahren. Das Verschwinden mancher Kleinfischarten wird unter anderem auf den Aalbesatz zurückgeführt [18].



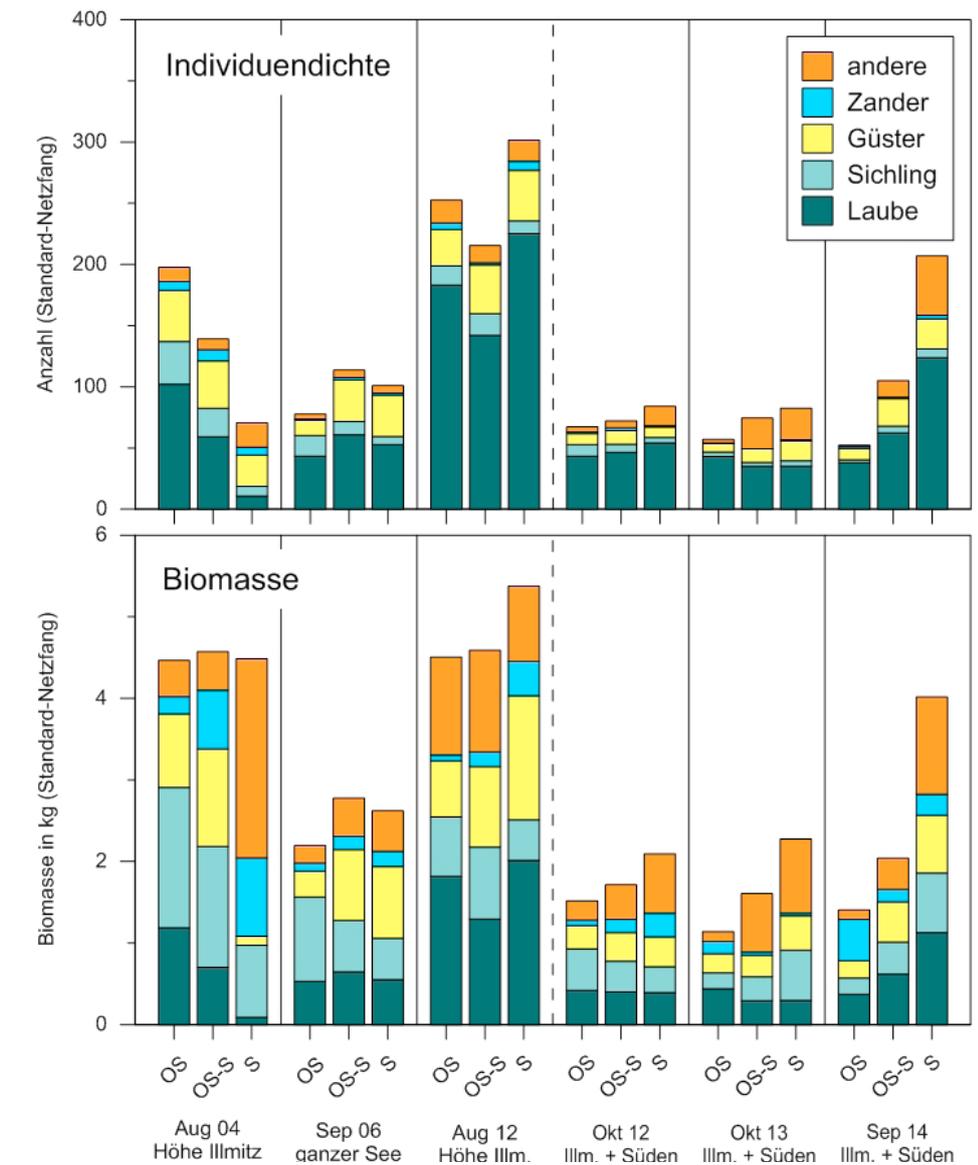
Rotfeder (oben) und Güster sind zwei typische Weißfische des Neusiedler Sees. Während die Rotfeder vor allem im Schilfgürtel zu finden ist, nutzt der Güster auch den offenen See.





Die Fischerei selbst war ebenso von Veränderungen betroffen. So nahm in den letzten Jahren der Wels deutlich zu, der sich in älteren Fanglisten kaum findet. Umgekehrt gingen die Fänge von Hecht und Schleie zwischenzeitlich stark zurück, was sicherlich mit dem Trockenfallen des Schilfgürtels in den niederschlagsarmen Jahren nach 2000 zusammenhängt.

Die langfristigen Veränderungen des Fischbestands des Neusiedler Sees lassen sich teilweise recht gut anhand der Fangzahlen aus Befischungen mittels Elektro-Fanggerät oder Kiemennetzen nachvollziehen. Bei der Elektrofischerei wird mittels E-Aggregat ein Stromfeld im Wasser angelegt. Im Umkreis von 1 bis 2 m schwimmen die Fische daraufhin auf die Anode zu, wo sie vom Boot aus mit einem Käscher gefangen werden können. Nachdem sie bestimmt und gemessen wurden, werden die Fische wieder ins Wasser zurück gesetzt. Bei der Netzbefischung wurden früher Kiemennetze mit einer bestimmten Maschenweite, in den letzten Jahren hingegen so genannte Multimaschen-Kiemennetze eingesetzt. Diese setzen sich aus mehreren Netzfeldern zusammen, deren Maschenweite zwischen 6 und 55 mm variiert. Durch die Verwendung solcher standardisierter Netze mit einer Länge von 30 m und einer Tiefe von 1,5 m sowie bei gleichbleibender Exposition von rund 12 Stunden über Nacht wird eine hohe Vergleichbarkeit der Netzfänge gewährleistet. (Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese Methode primär auf kleinere und mittlere Fischgrößen abzielt. Zum Fang der fischereilich interessanten Fische über dem Brittelmaß



**Abb. 46. Individuendichte und Biomasse von Fischen in Standardfängen mittels Multimaschen-Kiemennetz im offenen See (OS), am Schilfrand (S) und im Übergangsbereich (OS-S) in den Jahren 2004, 2006 und 2012–2014. Datenquelle: Nationalpark-Monitoring [13].**

sind Netze mit größeren Maschenweiten erforderlich.)

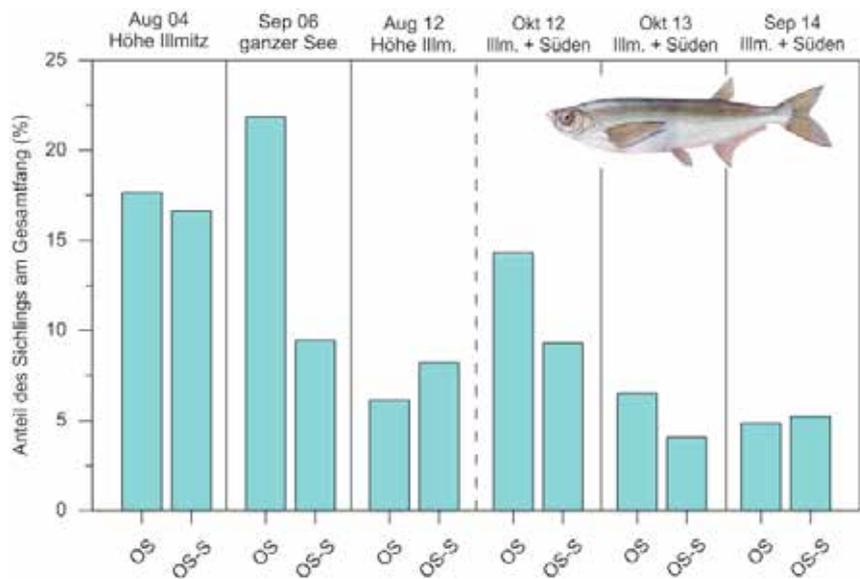
Die mittleren Fangzahlen sowie die mittlere Biomasse (in kg) in solchen Standard-Netzfängen sind für mehrere Befischungskampagnen zwischen 2004 und 2014 in Abb. 46 dargestellt. Die Bandbreite der

Fangzahlen variiert zwischen rund 50 und 300 Fischen. Die etwas höheren Fänge August 2004 und 2012 sind durch die höhere Wassertemperatur und die dadurch bedingte höhere Aktivität der Fische erklärbar. Die Unterschiede im Gesamtfang zwischen offenem See und Schilfrand

sind meist nicht allzu hoch, können an einzelnen Terminen – wie im September 2014 – aber auch deutlich sein.

Recht vergleichbar ist über die Jahre hinweg auch die Artenzusammensetzung der Fische. Vorherrschende Fischarten sind die Laube, der Sichling und der Güster. Vor allem zum Schilfrand hin treten auch andere Arten stärker in den Vordergrund, so z.B. das Rotauge, das sich auch gerne in der Nähe von Wasserpflanzen oder im Schilfgürtel aufhält.

Ein bemerkenswerter Befund ist der leichte Rückgang des Sichlings seit 2004. Lag sein Anteil an der Gesamtindividuedichte in den Jahren 2004/2006 noch bei rund 10–20%, so waren 2012–2014 nur mehr rund 5% der gefangenen Fische Sichelinge (Abb. 47). Damit geht auch ein schwacher Abfall der Gesamtbiomasse einher. Bei den Jungfischen lässt sich dieser Trend nicht klar nachzeichnen. In manchen Jahren scheinen sich die Sichelinge gut zu entwickeln, in anderen finden sie sich in den Fängen kaum wieder.



**Abb. 47. In den letzten 10 Jahren ist der relative Anteil des Sichelings am Gesamtfang in Netzbefischungen (OS = offener See, OS-S = Übergang offener See / Schilfrand) zurückgegangen. Datenquelle: Nationalpark-Monitoring [13].**

Wie auch immer man die Befunde interpretieren mag, es tut sich etwas in der Fischgemeinschaft des Neusiedler Sees. Noch ist nicht klar abzusehen, in welche Richtung sich die Lebensgemeinschaft entwickelt oder ob wir in dem Auf und Ab der Fischdichten einzelner Arten lediglich die natürliche Variabilität in einem komplexen

Ökosystem sehen müssen. Es bleibt nur zu hoffen, dass die Fortsetzung des fischökologischen Monitorings am Neusiedler See Antworten auf die offenen Fragen gibt. Die aufgezeigten Veränderungen sind schließlich nicht nur von wissenschaftlichem oder naturschutzfachlichem Interesse, sondern auch für die Fischerei bedeutsam.

Ein junger Zander – im Zentrum des Interesses von Berufsfischern ebenso wie von Fischökologen.





## Anmerkungen zum fischereilichen Management des Neusiedler Sees

Die Fischerei hat am Neusiedler See eine lange Tradition und ist zumindest seit Mitte des 16. Jahrhunderts belegt. Im 20. Jahrhundert hat sich zweifelsohne ihre größte Veränderung erfahren. Eine gute Übersicht über die Entwicklung der Fischbestände und der Ausfänge der Fischerei im ungarischen Teil des Neusiedler Sees geben Sallai et al. (2009) [19]. Sie zeigt, dass Karpfenfische und Hecht in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts den Großteil der Fänge ausmachten, während Aal und andere besetzte und eingeschleppte Arten wie Graskarpfen und Giebel gegen Ende des 20. Jahrhunderts vorherrschend waren (Abb. 48).

Eine besondere Bedeutung hatte lange Zeit der Aal. Bis in die 1990er Jahre war die Fischerei am Neusiedler See stark auf diese Art ausgerich-

tet, die seit den 1950er Jahren in großer Zahl besetzt wurde. Der Höhepunkt der Berufsfischerei waren die 1970er Jahre, als jährlich bis zu 4 Mio. Glasaalen ausgesetzt wurden; der Jahresausfang erreichte in diesen Jahren weit über 100 t [14]. War der Export von Aal nach Deutschland viele Jahre lang ein lukratives Geschäft für die Berufsfischerei, so setzten der Rückgang des Aals in den Fanggebieten am Atlantik und die damit verbundene Verteuerung des Besatzmaterials, aber auch ökologische Bedenken am Neusiedler See dieser Form der Bewirtschaftung ein Ende. Die Berufsfischer muss-



ten sich neu ausrichten und setzen heuer wieder vermehrt auf Karpfen, Hecht und Zander. Die schwierige Umstellung erfolgte mit finanzieller Unterstützung von Bund und Land Burgenland.

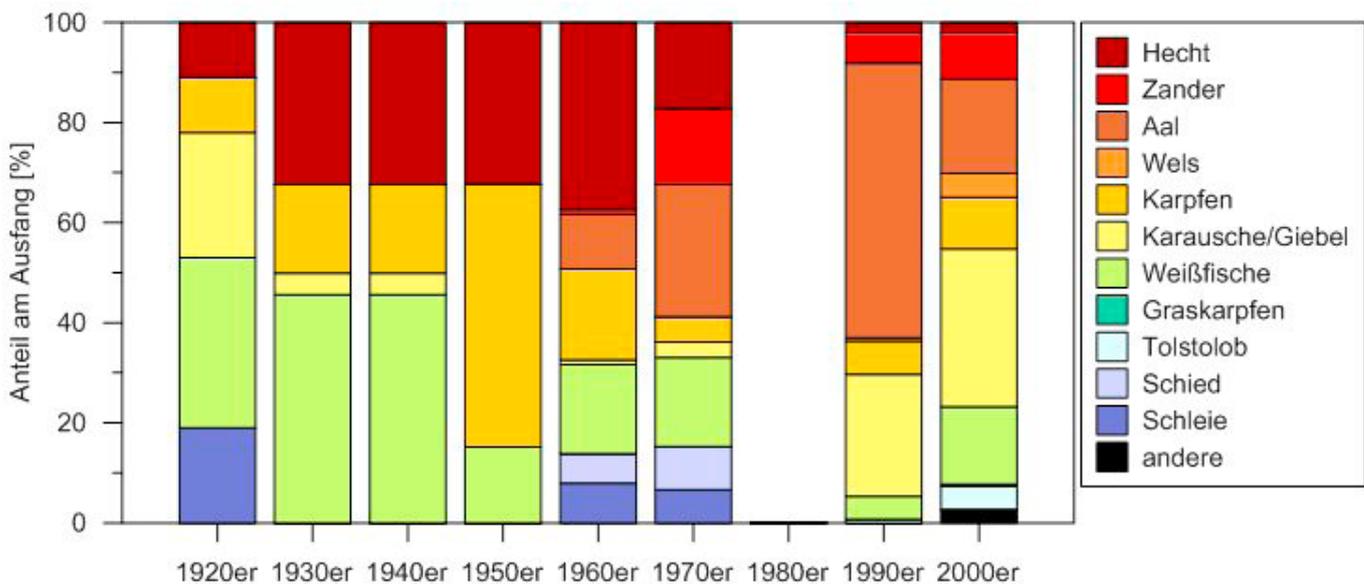


Abb. 48. Anteile von Fischarten an den Jahresausfängen im ungarischen Teil des Neusiedler Sees seit den 1920er Jahren (aus Wolfram et al. (2014) [1], verändert).

Der Aufstieg und Niedergang des Aals spiegelt sich einerseits in den Fängen der Berufsfischer (die zumindest bis Anfang der 1990er Jahre gut dokumentiert sind), andererseits in den Fängen des fischökologischen Monitorings des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel wider. Letztere erfolgen in standardisierter Weise entlang von definierten Strecken (30 m) an der Schilfkante. Im Rahmen der ersten Elektrofischungen am Neusiedler See Anfang der 1990er Jahre wurden bis 100 Aale entlang 30 m Schilfkante gefangen. In den trockenen Jahren 2003/2004 waren es immer noch über 40, doch ging die Zahl in den letzten Jahren auf 1–2 zurück (Abb. 49).



Heute gibt es in Österreich noch rund 15 Berufsfischer. Anfang des 20. Jahrhunderts arbeiteten am gesamten See (damals Österreich-Ungarn) etwa 40 bis 50 Berufsfischer, am Höhepunkt der Fischerei nach dem 2. Weltkrieg waren es im österreichischen Teil des Neusiedler Sees bis zu 70. Auf ungarischer Seite

hatte die Sport- und Berufsfischerei aufgrund der Größe der schilfbedeckten Seefläche nie diesen Stellenwert wie in Österreich. Zwischen den 1950er und 1990er Jahren mag auch die unmittelbare Nähe zum Eisernen Vorgang die Bedeutung der Fischerei im ungarischen Seeteil weiter verringert haben. Heute sind etwa 4 bis 5 Personen in Ungarn im

Bereich der Fischerei tätig, allerdings eher für ein Zusatzeinkommen aus einer Nebenbeschäftigung. Auch die unterschiedliche rechtliche Situation mag für diesen Unterschied eine Rolle spielen. Das Fischereirecht gehört in Ungarn dem Nationalpark Fertő-Hanság bzw. der Nord-Transdanubischen Wasserwesensdirektion. In Österreich liegt das Fischereirecht

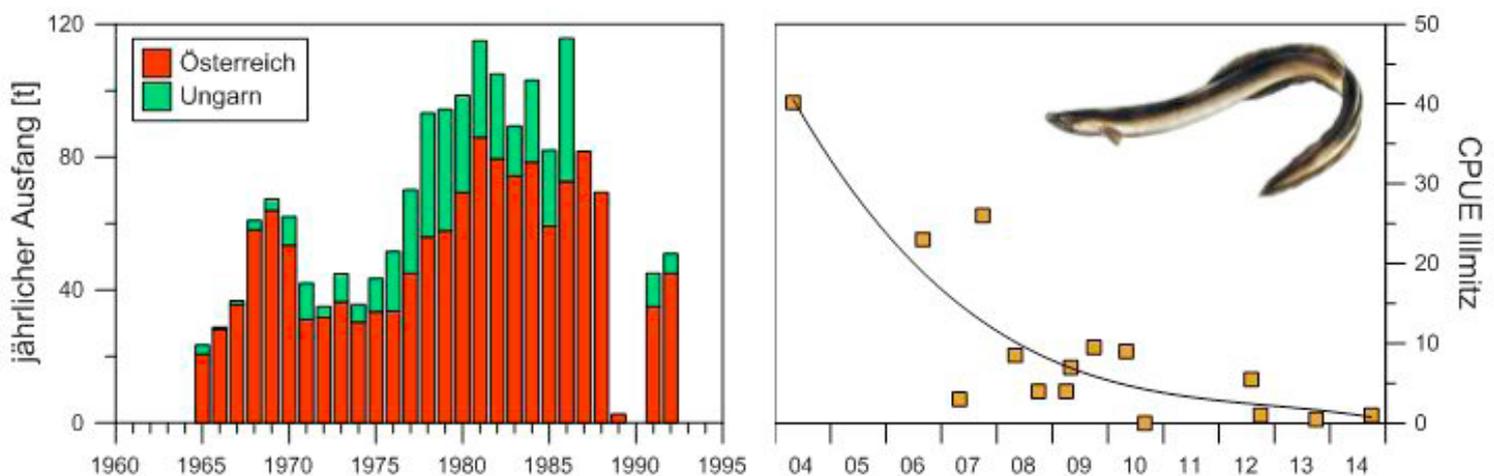


Abb. 49. Links: Aal-Ausfang im Neusiedler See durch die Berufsfischerei in Österreich und Ungarn zwischen 1965 und 1992 (keine Angaben von 1990) [14]. Rechts: Standardisierte Fänge mittels Elektro-Fanggerät entlang von 30 m-Abschnitten entlang der Schilfkante im Raum Illmitz im Rahmen des Nationalpark-Monitorings [13]. Datenquelle: Herzig et al. (1994) [14] und Wolfram et al. (2015) [13].





bei den Esterhazy Betrieben; Pächter ist der Burgenländische Fischereiverband.

Auch wenn die goldenen Zeiten der Aalbewirtschaftung vorbei sind, so besteht dennoch ein vitales wirtschaftliches Interesse, die Berufsfischerei am Neusiedler See zu erhalten. Stellnetze und Reusen sind aus dem Bild des Neusiedler Sees nicht wegzudenken und eine nachhaltige fischereiliche Nutzung ist problemlos mit den ökologischen Anforderungen in Einklang zu bringen. Doch wie kann diese am besten umgesetzt werden?

Der Schlüssel liegt ohne Zweifel in einem verbesserten Verständnis der fischökologischen Zusammenhänge im Neusiedler See. Nur was man kennt, kann man hinreichend bewahren und weiterentwickeln. Nicht umsonst wurde in der vorliegenden Broschüre daher versucht, die ökologischen Grundlagen der Fische im See zu beleuchten, beginnend mit den hydrologischen und chemischen Rahmenbedingungen, weiter mit Ausführungen zur Nahrungsgrundlage – den Algen und den planktischen Kleinlebewesen – bis zu den Jungfischen auch der fischereilich weniger interessanten Arten. Das Verständnis um deren langfristige Veränderungen ermöglicht Rückschlüsse auf die wirtschaftlich relevanten Arten wie Zander und Hecht, denen die Weißfische als Nahrung dienen.

Wie wichtig die fachlichen Grundlagen der fischereilichen Nutzung sind, haben Land Burgenland und Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel erkannt und die Umsetzung grundlegender Forschungsprojekte in den 1990er Jahren sowie die Ein-

richtung eines regelmäßigen (wenn auch knapp bemessenen) Monitorings ermöglicht. Heute ernten wir die Früchte von mehr als 20 Jahren fischökologischer Arbeit am Neusiedler See und können langfristige Trends sowie – auf Grundlage der Kausalzusammenhänge zwischen Chemismus, Plankton und Fischen – vorsichtige Prognosen für die weitere Entwicklung formulieren.

Natürlich sind bei weitem nicht alle Fragen beantwortet. Das beginnt bei einer genaueren Dokumentation der Besatzmaßnahmen und der Ausfangzahlen. Ein Vergleich dieser beiden Zahlen wäre nicht nur für die Berufsfischer, sondern auch für die Fischökologen von großem Nutzen. Im Vergleich mit den Langzeitdaten aus dem ökologischen Monitoring und mit ergänzenden Forschungsprojekten sollte auch geklärt werden, ob, in welchem Ausmaß und für welche Arten überhaupt ein Besatz erforderlich ist. Völlig richtig wird auf der Homepage des Fischereiverbands Neusiedler See festgehalten, dass ein Nachbeset-

zen von Jungfischen nur dann erfolgt, wenn der Bestand einer bestimmten Fischart es erfordert ([www.fischereiverband-neusiedlersee.at](http://www.fischereiverband-neusiedlersee.at)). Ob das tatsächlich immer so erfolgt?

Es stellen sich weitere Fragen, z.B. nach der Herkunft des Besatzmaterials oder nach alternativen Möglichkeiten zur Sicherung oder Steigerung des Reproduktionserfolgs und der Fischproduktion. Gibt es bevorzugte Laichplätze, die eines besonderen Schutzes bedürfen? Wie unterscheiden sich die Fänge der Berufsfischer im Nordteil des Sees mit jenen in der Kernzone des Nationalparks, die alle paar Jahre mittels Zugnetzen befischt wird?

Es wäre wünschenswert, den Erfahrungsaustausch zwischen Berufsfischern und Fischökologen zu intensivieren – ein Punkt, der auch in der vor kurzem erschienenen „Strategie-studie Neusiedler See“ als Maßnahme explizit empfohlen wurde [1]. Es wäre zu beiderseitigem Nutzen und indirekt, d.h. über daraus abgeleitete, gemeinsam erarbeitete Maßnahmen, ein Beitrag zum Schutz der Fischpopulationen des Neusiedler Sees.





# Zusammenfassung

**Das vorliegende Buch stellt die wichtigsten Glieder der Nahrungskette im Freiwasser des Neusiedler Sees vor:** die planktischen Algen (Phytoplankton), planktische Rädertiere und Kleinkrebse (Zooplankton) und Fische. Sedimentbewohnende Algen und Wirbellose wurden in einer früheren Publikation des Naturschutzbundes Burgenland zum Thema aquatische Lebensgemeinschaften des Schilfgürtels vorgestellt.

Das Algenplankton ist im Neusiedler See starken jährlichen und saisonalen Schwankungen unterworfen. Die Jahre 2013 und 2014 waren durch vergleichsweise geringe Algendichten gekennzeichnet. Das Gesamtbiovolumen (entspricht der Algenbiomasse) im offenen See lag auf Höhe von Illmitz zwischen 0,7 und 8,0 mm<sup>3</sup>/l, der Chlorophyll-a-Gehalt variierte zwischen 2 und 23 µg/l. Dies entspricht schwach eutrophen (= nährstoffreichen) Verhältnissen. Typische Vertreter des Phytoplanktons im See sind *Campylodiscus bicostatus* (Kieselalgen), *Aphanocapsa incerta* (Blaualgen) und *Monoraphidium contortum* (Grünalgen). Während im offenen See große Formen und Kolonien vorherrschen, überwiegen im Phytoplankton des Schilfgürtels kleine Arten mit oder ohne Schwimmgeißeln (Schlundalgen, Grünalgen). Auch hinsichtlich der prägenden Umweltfaktoren unterscheiden sich offener See und Schilfgürtel: Ein wichtiger Umweltfaktor für

planktische Algen im offenen See ist das ungünstige Lichtklima infolge der Seetrübe. In windgeschützten Rohrlacken treten als wachstumslimitierende Faktoren demgegenüber die Nährstoffe und der verstärkte Fraßdruck durch das Zooplankton.

Das Zooplankton setzt sich im Neusiedler See aus Rädertieren und Kleinkrebsen zusammen (andere Vertreter des tierischen Planktons wie Einzeller wurden im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt). Manche Arten des Zooplanktons zeichnen sich durch eine hohe Salztoleranz aus (so z. B. der Ruderfußkreb *Arctodiaptomus spinosus*) oder besiedeln zumindest bevorzugt Gewässer mit erhöhter Leitfähigkeit (z. B. der Blattfußkreb *Diaphanosoma mongolianum*). Prägende Faktoren für das Zooplankton im Neusiedler See sind neben dem Chemismus die Wassertemperatur, die Nahrungsverfügbarkeit und der Fraßdruck durch Räuber. In den Jahren 2013 und 2014 lagen die Dichten im offenen See zwischen 60 und 370 Individuen pro Liter, in einer Rohrlacke bei bis zu 1200 Individuen pro Liter. Die Biomasse variierte im offenen See zwischen 20 und 250 µg Trockengewicht pro Liter, in der Rohrlacke lag sie im Mittel bei rund 450 µg/l. Vergleichbare Werte finden sich in anderen schwach eutrophen Flachgewässern Ost-Österreichs.

Unter den Fischen des Neusiedler Sees gibt es einige Arten, die auf

Zooplankton als Nahrungsquelle spezialisiert sind, allen voran die Laube (*Alburnus alburnus*) und der Sichling (*Pelecus cultratus*). Einen besonders hohen Fraßdruck auf das Zooplankton üben die Jungfische aus, die im See bei diesen beiden Arten ab Mai auftreten. Nach mehreren Aufnahmen seit Anfang der 1990er Jahre lassen sich die Dichten der Jungfische im Mai und Juni im offenen See grob mit mehreren 100 Mio. Tieren abschätzen. Während Zooplankton für alle Fischarten im See in den ersten Wochen ihrer Entwicklung die primäre Nahrungsquelle darstellt, steigen manche Arten rasch auf sedimentbewohnende Wirbellose oder Fische um. Bei Flussbarschen, deren Ernährungsgewohnheiten im Rahmen dieser Studie eingehender untersucht wurden, vollzieht sich der Wechsel von Zooplankton zu sedimentbewohnenden Wirbellosen als Nahrungsquelle ab einer Länge von 3–4 cm.

Im Laufe des 20. Jahrhunderts erfuhr die Fischlebensgemeinschaft des Neusiedler Sees mannigfaltige Veränderungen, sei es durch Besatz (Aal) oder im Zuge der Eutrophierung des Sees. Auch die Schwankungen des Wasserstands spiegeln sich in der Fischartengemeinschaft wider. Unklar sind die Ursachen für einen leichten Rückgang des Sichlings seit 2004. Der Befund ist aber schwach abgesichert und muss im Zuge des künftigen Monitorings bestätigt werden.

# Summary

**This brochure describes the most important members of the food chain in the open water zone of Lake Neusiedl:** planktonic algae (phytoplankton), planktonic rotifers and micro-crustaceans (zooplankton), and fish. Sediment-dwelling algae and invertebrates were presented in the Naturschutzbund Burgenland's brochure on the aquatic communities of the reed belt.

The phytoplankton community of Lake Neusiedl is subject to strong annual and seasonal fluctuations. The years 2013 and 2014 were marked by comparatively low densities of algae. The total biovolume (which corresponds to the algal biomass) in the open zone of the lake near Illmitz was between 0.7 and 8.0 mm<sup>3</sup>/l, and the chlorophyll-a concentration between 2 and 23 µg/l. This corresponds to slightly eutrophic (= nutrient-rich) conditions. Typical representatives of the phytoplankton in the lake are *Campylodiscus bicostatus* (diatoms), *Aphanocapsa incerta* (blue green algae) und *Monoraphidium contortum* (green algae). While large species and

colonies prevail in the open water zone of the lake, phytoplankton of the reed belt mostly comprise small species with or without flagella (cryptophytes, green algae). The open water zone and reed belt also differ in terms of their key environmental factors: An important determinant for planktonic algae in the open water is the unfavourable light climate, which is the result of turbidity. In the wind-sheltered reed ponds, by contrast, significant growth-limiting factors are nutrients and the enhanced predation by zooplankton.

The zooplankton of Lake Neusiedl is composed of rotifers and micro-crustaceans (other representatives of the zooplankton, such as protozoa, were not considered in this study). Some members of the zooplankton community are characterized by a high salt tolerance (e.g. the copepod *Arctodiaptomus spinosus*) or show a preference for surface waters with enhanced conductivity (e.g. the branchiopod *Diaphanosoma mongolianum*). In addition to the chemistry of the lake water, other important factors that influence the

zooplankton in Lake Neusiedl are the water temperature, food availability and predation. In 2013 and 2014, densities in the open water zone varied between 60 and 370 individuals/l, while in a reed pond they were as high as 1,200 individuals/l. The biomass in the open water zone was between 20 and 250 µg dry mass/l and that in the reed pond 450 µg/l. Comparable values have been determined in other slightly eutrophic shallow lakes in Eastern Austria.

Among the fish species of Lake Neusiedl, several feed predominantly on zooplankton, especially bleak (*Alburnus alburnus*) and razor fish (*Pelecus cultratus*). Juveniles of these two species first appear in the lake in May and exert significant predation pressure on zooplankton. Based on several sampling campaigns carried out beginning in the 1990s, the densities of juvenile fish in the open lake in May and June can be roughly estimated at several hundred million individuals. While zooplankton is the primary food source for all fish species in the lake during the first few weeks of their development, some species quickly shift to sediment-dwelling invertebrates or fish. For example, in perch, whose feeding habit was investigated in detail in this study, the shift from zooplankton to sediment-dwelling invertebrates occurs when the fish reach a length of 3–4 cm.

During the 20<sup>th</sup> century, the fish community of Lake Neusiedl underwent manifold changes, due to stocking (eel) and to eutrophication of the lake. Water level fluctuations have also had an impact on the fish community. The reason for the slight decrease in razor fish since 2004 is unclear; however, the evidence for this finding is weak and it remains to be confirmed in future monitoring campaigns.





# Literatur

- [1] Wolfram, G., L. Déri, & S. Zech, (2014): Strategiestudie Neusiedler See – Phase 1, Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission: Wien - Szombathely. p. 246 pp.
- [2] Herzig, A. & M. Dokulil, (2001): Neusiedlersee – ein Steppensee in Europa, in Ökologie und Schutz von Seen, M. Dokulil, A. Hamm, and J.-G. Kohl, Editors, Facultas: Wien. p. 401-415.
- [3] Wolfram, A., M. Großschartner, & H. Krisa, (2015): Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees: Lebensraum für Kleinlebewesen und Fische. Eisenstadt: Naturschutzbund Burgenland.
- [4] Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission, (1996): Jubiläumsschrift 1956-1996 – 40 Jahre Österreichisch Ungarische Gewässerkommission.
- [5] Soja, A.-M., K. Kutics, K. Maracek, G. Molnár, & G. Soja (2014): Changes in ice phenology characteristics of two Central European steppe lakes from 1926 to 2012 – influences of local weather and large scale oscillation patterns. *Climatic Change*. 126: p. 119–133.
- [6] Krachler, R., (2006): Neusiedler See – Ökodynamische Rehabilitierung: Wasserchemische Aspekte, Studie i.A. des Amts der Bgld. Landesregierung, Landeswasserbauamt Schützen am Gebirge: Wien. p. 49 pp.
- [7] Forsberg, C. & S. O. Ryding (1980): Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste-receiving lakes. *Arch. Hydrobiol.* 89: p. 189-207.
- [8] Herzig, A., (1979): The zooplankton of the open lake, in Neusiedlersee – the limnology of a shallow lake in Central Europe. *Monographiae Biologicae* 37, H. Löffler, Editor, Dr. W. Junk bv Publ.: The Hague – Boston – London. p. 281-335.
- [9] Herzig, A. (1974): Some population characteristics of planktonic crustaceans in Neusiedler See. *Oecologia*. 15: p. 127-141.
- [10] Leitner, C. (1990): Einfluß von Turbulenz und Trübe auf *Diaphanosoma mongolianum*. *BFB-Bericht*. 74: p. 83-95.
- [11] Wais, A., (1993): Ernährungsbiologie des Brachsen (*Abramis brama* (L.)) im Neusiedler See, *Dipl.arb. Univ. Wien*.
- [12] Auer, B., (1995): Freilanduntersuchung zur Biologie der Jungfische des Sichlings (*Pelecus cultratus* L.) im Neusiedler See, *Diss. Univ. Wien*. p. 71 pp.
- [13] Wolfram, G., E. Sigmund, & G. Fürnweger, (2015): Fischökologisches Monitoring Neusiedler See 2014, Studie i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel: Wien. p. 47 pp.
- [14] Herzig, A., E. Mikschi, B. Auer, A. Hain, A. Wais, & G. Wolfram (1994): Fischbiologische Untersuchung des Neusiedler See. *BFB-Bericht*. 81: p. 1-125.
- [15] Balon, E.K. (1975): Terminology of intervals in fish development. *J Fish Res Board Can.* 32: p. 1663-1670.
- [16] Balon, E.K. (1984): Reflexions on some decisive events in the early life of fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 113: p. 178-185.
- [17] Herzig, A. & H. Winkler (1985): Der Einfluß der Temperatur auf die embryonale Entwicklung der Cypriniden. *Österreichs Fischerei*. 38: p. 182-196.
- [18] Mikschi, E., G. Wolfram, & A. Wais, (1996): Long-term changes in the fish community of Neusiedler See (Burgenland, Austria), in *Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe*, A.D.H. Kirchhofer, Editor, Birkhauser Verlag: Basel/Switzerland. p. 111-120.
- [19] Sallai, Z., K. Györe, & B. Halasi-Kovács (2009): A magyar Fertő halfaunája a múltbéli adatok és az utóbbi évek vizsgálatainak tükrében (2003-2008) [The fish fauna of the Hungarian part of Lake Fertő according to the literature data and our investigations (2003-2008)]. *Pisces Hungarici*. 3: p. 65-82.

# Ansprechpartner im Burgenland



Dr. Monika Großschartner



Dr. Georg Wolfram

DWS Hydro-Ökologie GmbH  
Technisches Büro für Gewässerökologie und  
Landschaftsplanung  
1050 Wien, Zentagasse 47  
www.dws-hydro-oekologie.at  
E-Mail: office@dws-hydro-oekologie.at

## AGN Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen

Amt der Bgld. Landesregierung - Abt. 5 - III  
Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt  
Obmann Mag. Dr. Thomas Zechmeister  
Telefon: 0664 96 36 704  
E-Mail: thomas.zechmeister@bgld.gv.at

**Impressum:** „Algen – Plankton – Fische: Der Neusiedler See aus limnologischer Sicht“. Die Inhalte dieser Broschüre wurden im Rahmen des Leader Projekts „Analyse der Nahrungsgrundlage zur Stärkung der Fischpopulation im Neusiedler See – Beitrag zur Genussregion“ erarbeitet. Das Verfassen dieses Buches, das Layout und der Druck erfolgen unter finanzieller Unterstützung seitens Land Burgenland, Ressort LR Mag. A. Eisenkopf. **Projekträger, Eigentümer, Herausgeber und Bezugsquelle:** AGN Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen, Amt der Burgenländischen Landesregierung - Abt. 5 - III, Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt. **Projektverantwortlichkeit:** Mag. Dr. Thomas Zechmeister. **Fotos:** Abb. 15, 20, 29, 32, 42; Titelbild, S.10, 11, 36, 41, 43, 44, 45: Georg Wolfram, S. 6, 46: Patricia Riedler, Abb. 10: Daša Hlúbiková, Abb. 11, 16: Harald Krisa, Abb. 12: Seija Hällfors (nordicmicroalgae.org), Abb. 13, 17, 21, 24, 25, 26, 27: Michael Plewka (<http://www.plingfactory.de>), Abb. 18: Andreas Meybohm ([www.planktonforum.eu](http://www.planktonforum.eu)), Abb. 23: Andreas Werth ([www.andreaswerth.net](http://www.andreaswerth.net)), Abb. 35, 36, 37, 39, S. 33, 34, 38, 40: Wolfgang Hauer, S. 37: Roland Krammer, S.4, 25: [www.aufsichten.com](http://www.aufsichten.com), S.14, Abb.14: Google Earth. Die Fotorechte bleiben bei den Autoren, Verwendung der Fotos aus nordicmicroalgae.org und www.planktonforum.eu nach der Creative Commons 3.0-Lizenz (<http://creativecommons.org>). **Text:** Mag. Dr. Georg Wolfram, Mag. Dr. Monika Großschartner, Mag. Dr. Harald Krisa – unter Mitarbeit von DI Georg Fürnwegger und Mag. Elisabeth Sigmund. **Layout:** Baschnegger & Golub, 1180 Wien. **Druck:** MDH-Media GmbH, 1220 Wien. **Urheberrechtlich geschützt**, jede Form der Vervielfältigung – auch auszugsweise – zu gewerblichen Zwecken ohne Zustimmung des Herausgebers ist verboten. ISBN: 978-3-9504147-0-7

**Zitiervorschlag:** Wolfram, G., M. Großschartner & H. Krisa. 2015. Algen – Plankton – Fische. Der Neusiedler See aus limnologischer Sicht; AGN (Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen), A-7000 Eisenstadt



