naturschutzbund
BURGENLAND

Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees:
Lebensraum für Kleinlebewesen und Fische

MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH
LAND BURGENLAND
Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.
MIT UNTERSTÜTZUNG VON LAND UND EUROPÄISCHER UNION

Landesrat
Andreas Liegenfeld
Burgenländische Landesregierung

Naturjuwel in der Kultur-landschaft

Der Neusiedler See, charakterisiert durch eine Flora und Fauna, die einzigartige Eigenschaften aufweist, stellt ein prägendes Landschaftselement im Burgenland dar. Der größte See Österreichs ist Heimat- und Rückzugsgebiet für die vielfältigste Tierwelt der Region.

Der den See fast vollständig umgebende Schilfgürtel hat für den Lebensraum Neusiedler See besondere Bedeutung. Als prägendes landschaftliches und ökologisches Element übernimmt der Schilfgürtel wichtige Funktionen in diesem arteinreichen Steppensee. Der See ist aber auch wertvolles Erholungs- und Freizeitgebiet für Gäste und Bewohner des Burgenlandes. Neben dem Tourismus ist die Versorgung des Burgenlandes mit regionalem Fisch ein traditioneller Bestandteil des Lebens am Neusiedler See. Heimische Speisefische wie Hecht, Zander, Wildkarpfen und Wels sind bei zunehmendem Regionalitätsbewusstsein der Bevölkerung wichtige Fänge für die beheimateten Fischer. Für ein stabiles, ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Seenutzung und Seeschutz ist detailliertes Wissen über den Zustand des Sees und den Einfluss vielfältiger Faktoren Grundvoraussetzung.

Als zuständiger Landesrat setze ich mich für die Entwicklung einer ökologisch und ökonomisch ausgewogenen Kulturlandschaft, unter Berücksichtigung der naturschutzfachlichen Rahmenbedingungen, ein. Die vorliegende Broschüre beleuchtet den Lebensraum Neusiedler See und veranschaulicht in vielen Details das empfindliche Ökosystem Neusiedler See.

Mag. Dr. Ernst Breitegger
Obmann Naturschutzbund Burgenland

Fachwissen als Grundlage für das Management

Der Neusiedler See ist einer der größten Steppenseen Europas und unbestritten ein einzigartiges Naturjuwel. Seine herausragende Bedeutung wurde durch die Errichtung des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel, die Aufnahme in die Liste des UNESCO-Welterbes und die Ernennung zum Ramsar-, Naturschutz- und Europaschutz-Gebiet gewürdigt.

Die vorliegende Broschüre, welche im Rahmen des ELER-Projektes „Neusiedler See Fischerei – Nahrungsgrundlagen“ von Dr. Georg Wolfram und Mitarbeitern erstellt wurde, ist das Ergebnis langjähriger limnologischer Untersuchungen zu den Nahrungsgrundlagen der Fische des Neusiedler Sees. Nur mit quantitativen Angaben zur räumlichen und zeitlichen Verteilung des Nahrungsangebotes ist es möglich, Vorschläge für ein fischereiliches Management des Neusiedler Sees sowie für ein allgemeines Management des Schilfgürtels zu unterbreiten. In die Betrachtungen fließen sowohl bereits vorhandene Langzeitdaten als auch Ergebnisse aktuell laufender Projekte im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel mit ein.

Der Naturschutzbund Burgenland bedankt sich bei den Abteilungen 4a und 5/III des Amtes der Burgenländischen Landesregierung für die Finanzierung des Projektes im Rahmen einer Förderung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds, Schwerpunkt 3, Maßnahme 323 – Erhaltung und Verbesserung des ländlichen Erbes – Naturschutz und wünscht Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, viel Freude mit dieser neu erscheinenden Broschüre.

Einleitung

Der Neusiedler See ist ein einzigartiges Ökosystem, das aufgrund seiner Artenvielfalt und Ursprünglichkeit zu Recht als Nationalpark, als Ramsar-, Naturschutz- und Europaschutz-Gebiet ausgewiesen ist. Den meisten Menschen wird zunächst der Vogelreichtum in den Sinn kommen, der den See und die angrenzenden Feuchtgebiete berühmt gemacht hat. Die vorliegende Broschüre soll jedoch den Blick auf die Welt unter der Wasseroberfläche richten, die nicht minder reichhaltig und spannend ist. Es ist eine Welt mit mikroskopisch kleinen Algen, Wirbellosen und schließlich Fischen, die in der Nahrungskette zwischen den Kleinlebewesen und fischfressenden Vögeln wie dem Silberreiher stehen.

Die Fische des Neusiedler Sees spielen nicht nur eine wichtige Rolle im ökologischen Gefüge, sie bilden auch die Lebensgrundlage für mehrere Berufsfischer am See. Segler oder Badegäste kennen die langen Stellnetze im Freiwasser des Sees wie auch die Reusen am Schilfrand. Hier erwarten die Fischer reiche Beute. Doch wie sieht es im Inneren des riesigen Schilfgürtels aus? Wird das Labyrinth von Kanälen und Blänken überhaupt von Fischen genutzt? Oder dient der Schilfgürtel zumindest als Kinderstube für Jungfische?

Diese Fragen stehen am Ausgangspunkt unserer Betrachtungen. In der vorliegenden Broschüre wollen wir aber einen weiteren Aspekt berücksichtigen, nämlich die Frage, inwieweit die Kleinlebewelt von Algen und Wirbellosen überhaupt eine ausreichende Nahrungsgrundlage

für Fische im Schilfgürtel darstellt. Erstaunlicherweise ist dies bislang noch nicht untersucht worden.

Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden großteils im Rahmen eines über den Österreichischen Naturschutzbund finanzierten Projekts gewonnen. Die durchgeführten Untersuchungen im Schilfgürtel sollen jedoch nicht nur die wissenschaftliche Neugier befriedigen, sondern eine fachlich fundierte Grundlage für die fischereiliche Bewirtschaftung des Sees schaffen.

Inhalt

Einleitung 4

Der Neusiedler See und seine Teillebensräume

Offener See und Schilfgürtel – zwei gegensätzliche Lebensräume 6
Langzeitveränderungen 9
Plankton – Benthos – Fische 11

Die planktischen Algen im offenen See

Eine unerschöpfliche Formenvielfalt 12
Räumliche Verteilung und prägende Faktoren 15
Langzeitentwicklung 16

Lebensgemeinschaften des Schilfgürtels

Untersuchungsprogramm im Jahr 2014 18
Planktische Algen in Rohrlacken und Blänken 19
Das tierische Plankton: Rädertiere und Kleinkrebse 22
Sediment und Schilf als Substrat für benthische Organismen 28
Der Algenaufwuchs 30
Wirbellose Tiere am Gewässergrund und im Aufwuchs 32
Fische 35

Überlegungen zum Schilf-Management aus fischökologischer und fischereilicher Sicht 48

Resümee 54

Literatur 58

Der Neusiedler See und seine Teillebensräume

Offener See und Schilfgürtel – zwei gegensätzliche Lebensräume

Zum Verständnis der ökologischen Zusammenhänge ist es hilfreich, sich die verschiedenen Lebensräume innerhalb des Ökosystems Neusiedler See sowie die prägenden Umweltfaktoren vor Augen zu führen.

Der Neusiedler See ist als windexponierter, extrem flacher Steppensee ein Sondertypus innerhalb Europas [1, 2]. Mit einer mittleren Wassertiefe von 1 m wird der See bereits bei leichten Winden bis zum Seegrund durchmischt. Die Aufwirbelung von Feinsedimenten verleiht dem Gewässer sein charakteristisches, graues Erscheinungsbild. Die Trübung des Wassers kann bei stürmischem Wind so stark sein, dass sich die Sichttiefe auf wenige Zentimeter verringert. Nur dort, wo die Windangriffsfläche gering ist, können sich die feinen Schwebeteilchen absetzen, und so finden wir daher in windgeschützten Buchten mächtige Schlammschichten.

Eine Besonderheit des Neusiedler Sees ist sein spezieller Chemismus. Der Salzgehalt beträgt rund 2,5 Promille, was zwar deutlich unter den Konzentrationen richtiger Salzseen, aber immerhin um den Faktor 5 bis 10 über Vergleichswerten aus österreichischen Alpenseen liegt. Die Ursache für den hohen Salzgehalt liegt im semiariden Klima der Region, dem Fehlen eines natürlichen Abflusses, den salzhaltigen tertiären Meeresablagerungen und tektonischen Bruchlinien, die ein Aufsteigen von Salzen aus der Tiefe ermöglichen [3]. Unter den Wasserinhaltsstoffen dominiert Natrium-Hydrogenkarbonat (Abbildung 1); der Neusiedler See ist somit als Sodagewässer zu bezeichnen.

Schilfrand der großen Schilfinsel im Süden des Sees.

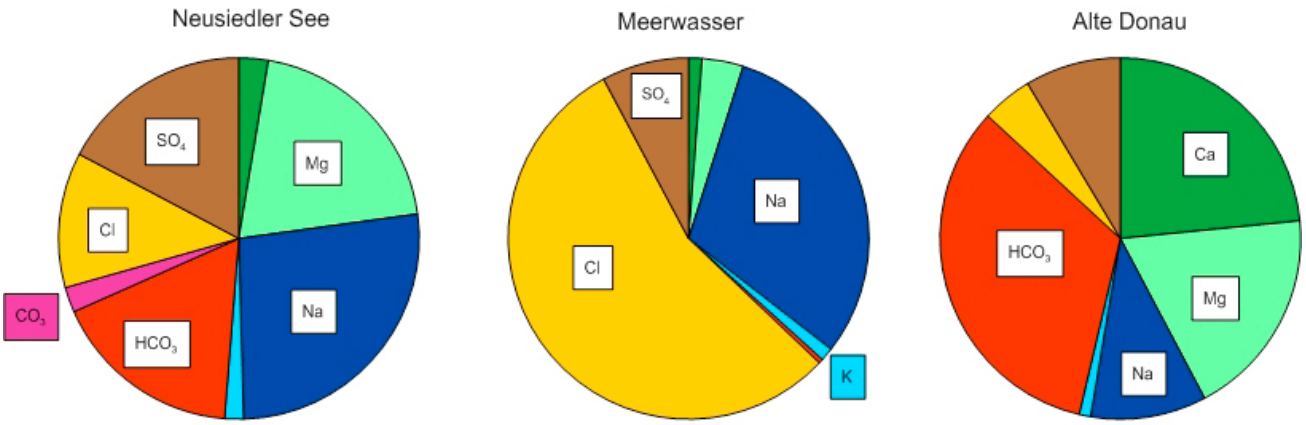
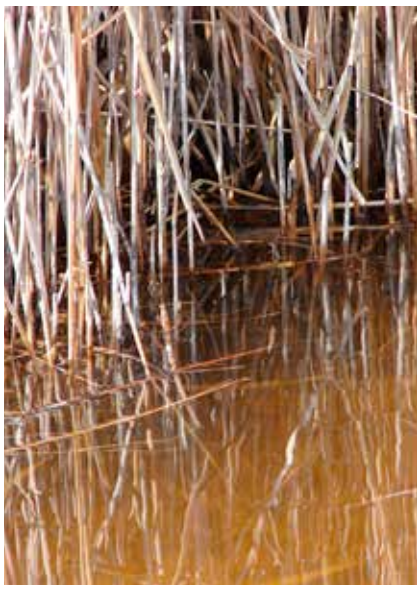


Abbildung 1. Relative Anteile der wichtigsten Wasserinhaltsstoffe im Neusiedler See, in Meerwasser und – zum Vergleich – in der Alten Donau in Wien (auf Basis von meq/l): CO_3 = Karbonat, HCO_3 = Hydrogenkarbonat, Cl = Chlorid, SO_4 = Sulfat, Ca = Calcium, Mg = Magnesium, Na = Natrium, K = Kalium.

Im Vergleich zwischen offenem See und Schilfgürtel fällt zuallererst die andere Färbung und Trübung des Wassers auf. Es erscheint im Schilfgürtel zumeist klar, da sich die Schwebeteilchen leicht absetzen können, dazu aber intensiv gelbbraun gefärbt. Dies ist auf die hohen Konzentrationen von Huminstoffen zurückzuführen, die sich aus den abgestorbenen Schilfblättern herauslösen.

Die hohe Produktion an organischem Material im Schilfgürtel führt dazu, dass es in der warmen Jahreszeit oft zu starken Sauerstoffzehrungen kommt. Im Extremfall fällt der Sauerstoffgehalt zeitweise gegen null – was die Eignung der Kanäle und Blänken als Lebensraum für Tiere und Pflanzen naheliegenderweise sehr stark einschränkt. Im offenen See verhindert der atmosphärische Eintrag von Sauerstoff durch Wind und Wellen, dass es zu derart kritischen Situationen kommt.

So unterschiedlich offener See und Schilfgürtel auf den ersten Blick erscheinen mögen, die beiden Teillebensräume gehören selbstverständlich zusammen, und es bestehen mannigfaltige physikalisch-chemische Austauschprozesse zwischen der Welt des Freiwassers und jener der Rohrlacken und -kanäle.



Das Wasser im Schilfgürtel ist durch Huminstoffe braun gefärbt.

Der landseitige Seerand beim Sandegg im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel.

Mit der so genannten Secchi-Scheibe wird die Sichttiefe gemessen. Sie verdeutlicht auch die gelb-braune Färbung des Wassers im Schilfgürtel.

Im äußeren Schilfgürtelbereich zeigt das Wasser die charakteristische Seetrübe.

Langzeitveränderungen

Der Neusiedler See ist keinesfalls ein starres Ökosystem – sowohl jahreszeitlich als auch über längere Zeiträume hinweg erfährt und erfuhr der See deutliche Veränderungen. So trocknete der See im Laufe seiner Geschichte mehrmals aus. Zuletzt fiel der Wasserstand vor rund 10 Jahren nach drei, vier niederschlagsarmen Saisonen so stark, dass der Schilfgürtel praktisch trockenfiel. Die Tier- und Pflanzenwelt hat diese Phase ohne merkliche Einbußen überstanden, ja sie ist zu einem gewissen Grad sogar auf Schwankungen und sporadisch auftretende Extreme angewiesen. Eine hohe räumliche und zeitliche Vielfalt an Umweltbedingungen und damit ein hohes Angebot an ökologischen Nischen sind die beste Gewähr für eine hohe Biodiversität.

Neben den Wasserstandsschwankungen, die auf den natürlichen Wechsel von Niederschlag und Verdunstung zurückzuführen sind, hat jedoch auch der Mensch den Neusiedler See in vielfältiger Weise beeinflusst und verändert. Bereits vor mehr als 100 Jahren wurde mit dem so genannten Hanság- oder Einser-Kanal ein künstlicher Abfluss geschaffen. Kam es früher bei hohen Wasserständen zu Überschwemmungen vorseeischer Wiesen bis an den Rand mancher Ortschaften, wird heute in Abstimmung mit Ungarn Wasser über den Einser-Kanal abgeleitet, sobald ein bestimmter Pegel überschritten wird [4]. Dass dies

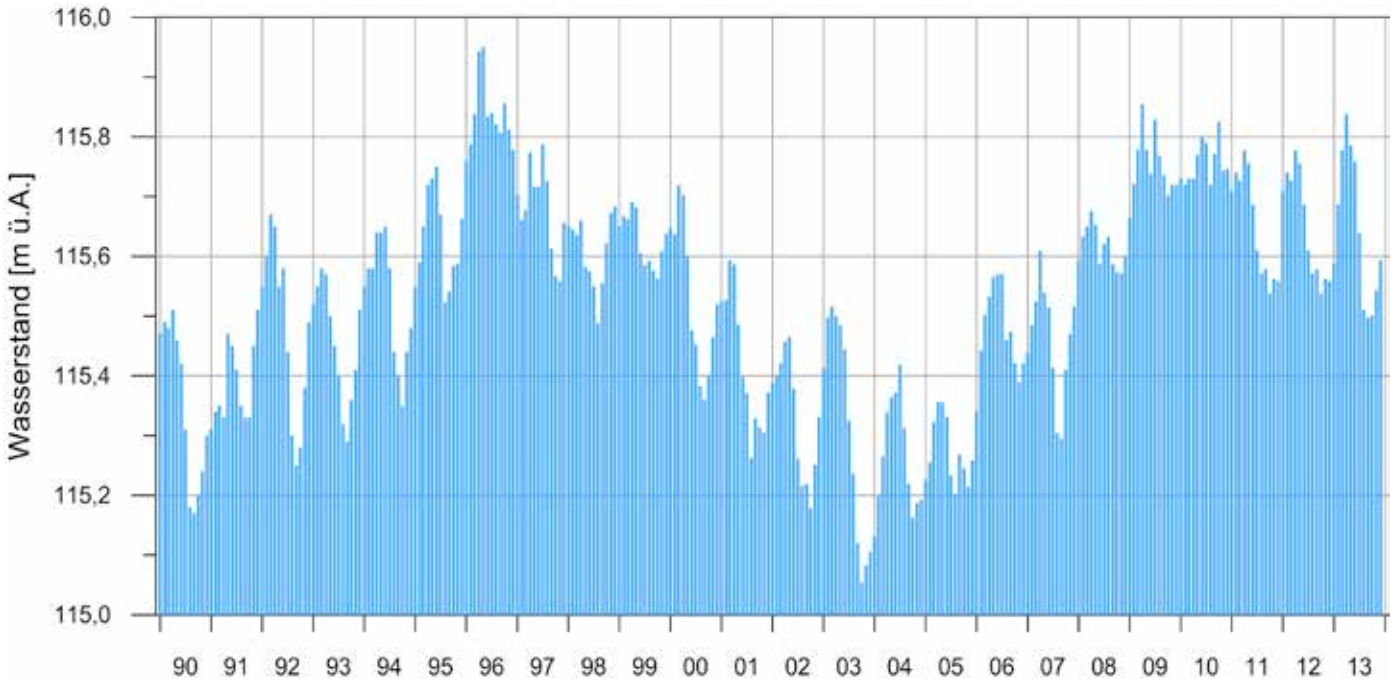


Abbildung 2. Veränderungen des Wasserstands des Neusiedler Sees seit 1990.
Datenquelle: Amt der Bgld. Landesregierung.

einen Einfluss auf den Chemismus des Sees hat, ist naheliegend [5]. Die langfristigen Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften lassen sich ungleich schwerer abschätzen.

Eine wesentliche Veränderung der chemisch-biologischen Verhältnisse brachte die Eutrophierung des Sees ab den späten 1960er Jahren mit sich. Die erhöhte Fracht an Nährstoffen aus dem Einzugsgebiet – vor allem aus den Kläranlagen über die Wulka als wichtigstem Zubringer des Neusiedler Sees – führte zu einem verstärkten Wachstum planktischer Algen und zu Verschiebungen in den Artengemeinschaften des tierischen Planktons wie auch der Fische. Dank großer finanzieller Anstrengungen zur Reinhaltung des Sees (insbesondere durch den Ausbau und die technische Aufrüstung der Kläranlagen) ist die Eutrophierungsphase des Sees heute Geschichte. In den 1980er Jahren wurden noch leicht erhöhte

Blick von Illmitz Richtung Nordwesten.

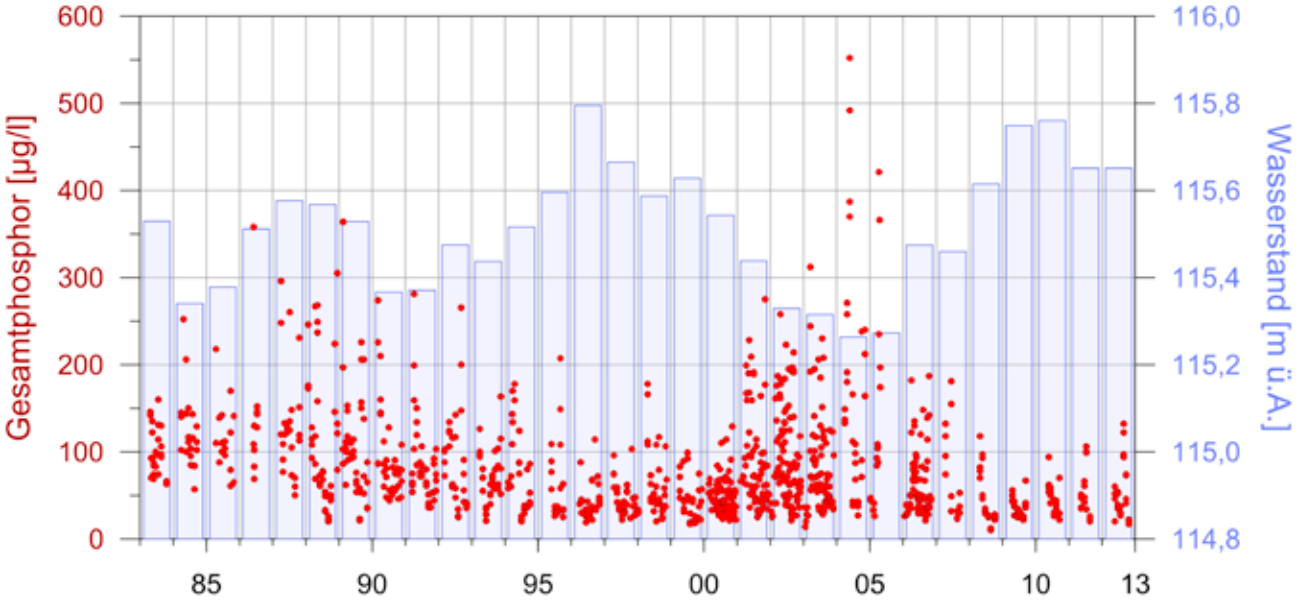


Abbildung 3. Entwicklung der Gesamtphosphor-Konzentration im Neusiedler See von 1983 bis 2012.
Datenquelle: Biologische Station Illmitz.

Konzentrationen von Phosphor, einem wichtigen Nährstoff für Algen, gemessen. Seitdem treten erhöhte Nährstoffgehalte nur bei Niederwasserphasen auf, wenn der Wasseraustausch zwischen offenem See und Schilfgürtel stark eingeschränkt ist (Abbildung 3) [1, 5].

Nachdem die Fische im Zentrum des Interesses der vorliegenden Studie liegen, muss schließlich auch die direkte Beeinflussung der Fischgemeinschaft durch den Menschen erwähnt werden. Mehrere Fischarten gelangten im Laufe des 20. Jhdt.s durch Besatz in den See. Auf diesen Aspekt wird im Kapitel „Fische“ (S. 35) näher eingegangen.

Plankton – Benthos – Fische

Neben der Gliederung in den offenen See und den Schilfgürtel ist noch eine weitere Unterteilung zu treffen, nämlich in das Freiwasser und den Seeboden. Sowohl im offenen See als auch im Schilfgürtel leben manche Arten in der Wassersäule, andere auf festem Untergrund. In der Wassersäule finden wir Algen, Rädertiere und Kleinkrebse, die den Wellen und Strömungen scheinbar völlig ausgeliefert sind. Sie schweben im Wasser und werden als Plankton bezeichnet.

Das Sediment oder den Aufwuchs von Wasserpflanzen besiedeln andere Arten von Algen und Wirbellosen, unter letzteren verschiedene Formen von „Würmern“, Schnecken und Insekten. Die Lebensweise dieser substratgebundenen Organismen wird als benthisch bezeichnet, die Gruppe selbst als Benthos.

An der Spitze der aquatischen Nahrungskette stehen die Fische, der Ausgangspunkt unserer Betrachtungen. Sie sind Bewohner des Freiwasserraumes und nutzen diesen sowohl im offenen See als auch im Schilfgürtel. Die räumliche Verteilung der Fische im Schilfgürtel wurde in den 1990er Jahren untersucht [6]. Die Ergebnisse werden hier kurz zusammengefasst und den aktuellen Aufnahmen zu den Algen und Wirbellosen gegenübergestellt.

Mit Plexiglas-Rohren, so genannten Cores, erfolgt die Probenahme von Schilfhalmen und Weichsediment. Im Frühjahr beginnt auf den offenen Schlammflächen das Nixenkraut zu wachsen.

Die planktischen Algen im offenen See

Abbildung 4. ***Campylodiscus clypeus*** **(groß) und** ***Campylodiscus bicostatus*** **(kleiner).**

Eine unerschöpfliche Formenvielfalt

Das Phytoplankton – die Lebensgemeinschaft der Algen des Freiwassers – umfasst Organismen, die sich hinsichtlich Größe, Zellform, Zellinhalt, Farbe u. a. deutlich unterscheiden. Ihre Größe kann von einem Tausendstel Millimeter bis zu mehreren Millimetern reichen, ihre Farbe von grün, blaugrün, stahlblau und türkis über gelb, goldbraun, braun bis hin zu rot und violett. Die ökologische Bedeutung des Phytoplanktons liegt hauptsächlich in der Sauerstoffproduktion; zudem sind sie Nahrungsgrundlage für Zooplankton und Fische.

Die bedeutendsten Algengruppen im Freiwasser des Neusiedler Sees sind Blaualgen, Kieselalgen und Grünalgen. **Die Blaualgen** zählen eigentlich zu den Bakterien („Cyanobakterien"), da sie im Gegensatz zu anderen Algen und höheren Organismen keinen Zellkern besitzen.

Windstille – ein seltener Moment am Neusiedler See.

Besondere Farbstoffe (Phycocyan und Phycoerithrin) färben die Zellen oft blau oder rot. Besonders zahlreich und regelmäßig ist die Art *Aphanocapsa incerta* (Abbildung 5) zu finden, eine koloniebildende Form mit sehr kleinen, kugeligen Einzelzellen. Daneben treten oft fadenförmige Blaualgen der Gattungen *Anabaena*, *Leptolyngbya*, *Oscillatoria* und *Pseudanabaena* auf.

Abbildung 5. ***Aphanocapsa incerta***

Kieselalgen besitzen eine Zellwand aus Kieselsäure, die die Form einer Schachtel mit darauf passendem Deckel hat. Ihre teils sehr schweren Schalen bewirken ein im Vergleich zu anderen Algen schnelleres Absinken, weshalb sie verschiedene Strategien für ein längeres In-Schwebe-Bleiben entwickelt haben (Fortsätze, Borsten, Nadelform, Flügelbildung, Koloniebildung etc.). Die großen, massiven Arten *Campylodiscus bicostatus*, *C. clypeus* (Abbildung 4) und *Surirella peisonis*, die von den meisten tierischen Planktern nicht gefressen werden können, besiedeln vor allem den Seeboden, werden aber durch Wind und Wellen aufgewirbelt und gelangen so in die Wassersäule. Man spricht dann von Meroplankton („teilweise planktisch"). Der kleine, zarte *Chaetoceros muelleri* mit seinen feinen Schwebeborsten ist hingegen ein echter Freiwasserorganismus

(„Euplankton“). Ebenfalls von zarter Gestalt ist *Entomoneis paludosa*, das leichte flügelartige Erweiterungen aufweist. Neben diesen typischen Neusiedler-See-Kieselalgen kommen andere, weiter verbreitete Formen wie *Cyclotella meneghiniana* (Abbildung 6) und andere radiärsymmetrisch gebaute Kieselalgen vor, weiters verschiedene nadelförmige Arten wie *Ulnaria delicatissima* var. *angustissima*.

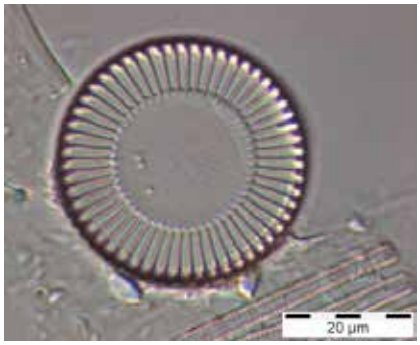


Abbildung 6.
Cyclotella meneghiniana

Unter den Grünalgen dominieren koloniebildende Formen, die sich mithilfe von Öltröpfchen (bei *Botryococcus braunii*) und durch die Ausgestaltung flacher Kolonieformen mit Fortsätzen (bei *Pediastrum* und *Scenedesmus*) gut in der Wassersäule halten können (Abbildung 7). Daneben treten Grünalgen mit Schwimmgeißeln (*Chlamydomonas, Tetraselmis cordiformis*) sowie kleine, meist kugelige, ovale oder spindelförmige Formen (*Chlorella, Oocystis, Lagerheimia* und *Monoraphidium*) häufig auf.

Bei den Zieralgen – das sind einzellige Algen mit zwei gleichen Zellhälften, die durch eine Einschnürung getrennt sind – ist die Gattung *Cosmarium* vorherrschend, begleitend ist auch *Staurastrum* regelmäßig zu finden.

Weitere oft im Plankton vertretene Algenklassen sind die mit Schwimmgeißeln ausgestatteten Augenflagellaten, Schlundalgen, Panzerflagellaten und Goldalgen. Besonders unter den **Augenflagellaten**, die durch einen auffälligen rötlichen „Augenfleck“ charakterisiert sind, gibt es im Neusiedler See eine enorme Artenvielfalt zu entdecken. So hat die Wiener Algenforscherin Prof. Kusel-Fetzmann im Neusiedler See rund 150 Taxa nachgewiesen [7], die meisten aus den Gattungen *Euglena* (Abbildung 8) und *Phacus*.

Abbildung 8. ***Euglena oxyuris***

Die so genannten **Schlundalgen** sind vorwiegend mit den Gattungen *Cryptomonas* (olivgrüne bis braune Zellen), *Rhodomonas* und *Plagioselmis* (jeweils rötliche Zellen) vertreten; es kommen aber auch blau gefärbte *Chroomonas*-Arten vor. Zur Klasse der **Panzerflagellaten** gehören sowohl nackte (*Gymnodinium*) als auch mit einem Zellulosepanzer ausgestattete Formen (*Peridinium*). **Goldalgen**, die sich durch eine goldgelbe bis goldbraune Färbung auszeichnen und meist sehr zarte Formen bilden, sind ebenfalls regelmäßig vertreten, ebenso die ihnen ähnlichen **Haptophyceen** mit *Chrysochromulina parva*. Diese besitzen neben den beiden Geißeln ein so genanntes Haptonema, ein langes, fadenförmiges, aufrollbares Anhängsel.

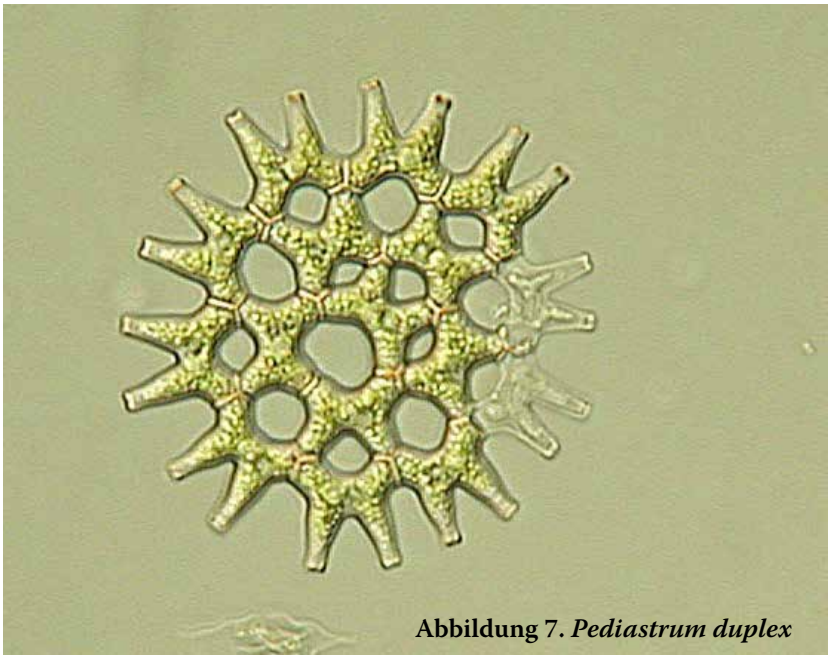


Abbildung 7. ***Pediastrum duplex***

Räumliche Verteilung und prägende Faktoren

Licht und Nährstoffe sind Schlüsselfaktoren für das Phytoplankton. Wie eingangs betont, zeichnet sich der Neusiedler See aber durch eine hohe Trübe aus. Lichtlimitation verhindert daher, dass planktische Algen jene Biomasse erreichen, die aufgrund des Nährstoffangebots zu erwarten wäre. Die durch Wind und Wellen verursachten Turbulenzen bedeuten für das Phytoplankton auch eine mechanische Beanspruchung, gegen die die Organismen unterschiedliche Anpassungen entwickelt haben. Das sogenannte „Picoplankton" – winzige, meist kugelige Algenzellen – kann den Scherkräften bei starkem Wind widerstehen und kommt daher besonders häufig vor. Andere Algen wie die massiven Kieselalgen *Campylodiscus* und *Surirella* entwickeln sich am Seeboden und besitzen zudem eine besonders dicke Schale. Als Anpassung an die schlechten Lichtverhältnisse sind manche Algengruppen wie die Blaualgen mit speziellen Pigmenten ausgestattet, die es ihnen ermöglicht, auch unter diesen Bedingungen effizient Photosynthese zu betreiben und zu wachsen.

Innerhalb des offenen Sees kommen die Planktonalgen nicht regelmäßig verteilt vor, sondern treten gehäuft in Clustern auf. Auch hier spielt vermutlich der Wind die Hauptrolle: Er treibt das Plankton von exponierten Lagen in windgeschütztere Bereiche, wo es sich etwas ungestörter entwickeln kann.

Bei hohem Wasserstand reicht das Wasser bis zu den vorseeischen Wiesen.

Abbildung 9 zeigt einen Vergleich des Phytoplanktons an vier Stellen im offenen See (Mittelwerte aus den letzten sieben Jahren). Das mittlere Gesamtbiovolumen (= Biomasse) nimmt von Norden nach Süden ab, wobei die relativen Anteile der meisten Algenklassen etwa gleich bleiben. Nur der Anteil an Jochalgen (Zieralgen) ist im nördlichen Neusiedler See höher als im Süden, während der Prozentsatz der Blaualgen im südlichen Abschnitt größer ist. Dieser recht deutliche Unterschied in der Verteilung könnte im höheren Nährstoffangebot im Nordteil des Sees (Zufluss durch die Wulka) begründet sein. Denkbar ist auch, dass durch die geringere Windangriffsfläche im Südteil des Sees eine schwächere Aufwirbelung von Algen erfolgt und damit geringere Biomassen im Freiwasser auftreten.

Wer mit dem Boot über den offenen See fährt, nimmt den Schilfgürtel nur als schmalen Saum am Horizont wahr.

Langzeitentwicklung

Eine Eutrophierungsphase, die ab den späten 1960er Jahren bis in die erste Hälfte der 1980er Jahre andauerte, führte zu einem verstärkten Wachstum planktischer Algen und zu einer deutlichen Veränderung des gesamten Ökosystems. Ab Mitte der 1980er Jahre ging die externe Nährstoffbelastung wieder zurück und stieg nur in den Jahren 2003/2004

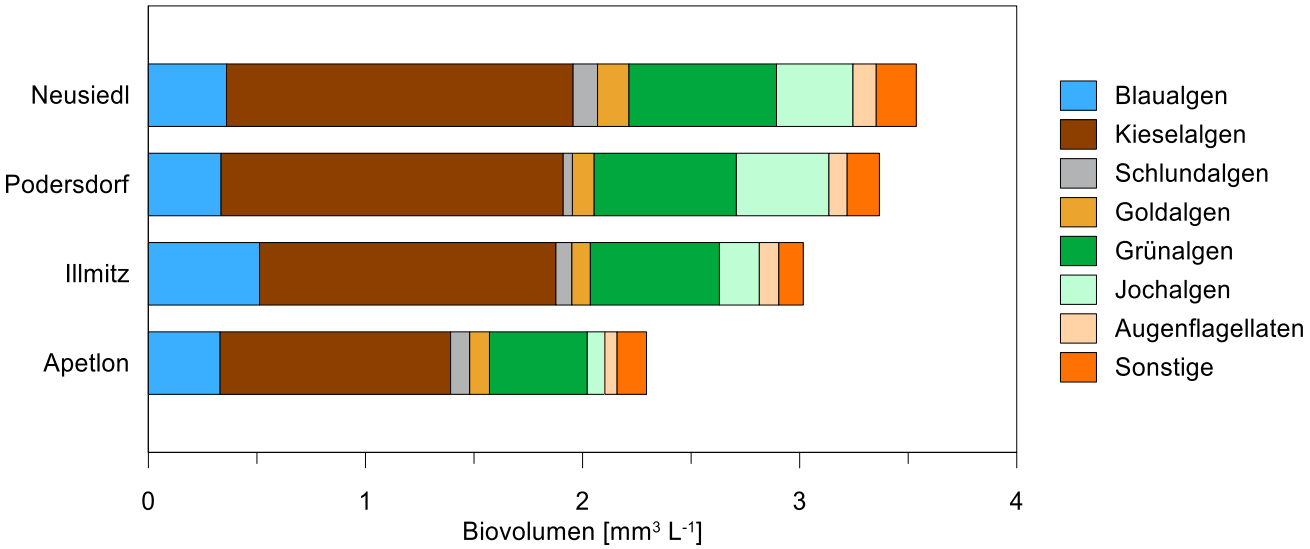


Abbildung 9. Das Phytoplankton weist in verschiedenen Bereichen des Neusiedler Sees eine unterschiedliche Zusammensetzung auf. Von Norden nach Süden nimmt zudem die Algenbiomasse (ausgedrückt als Biovolumen) ab (Mittelwert über den Zeitraum 2008–2014).

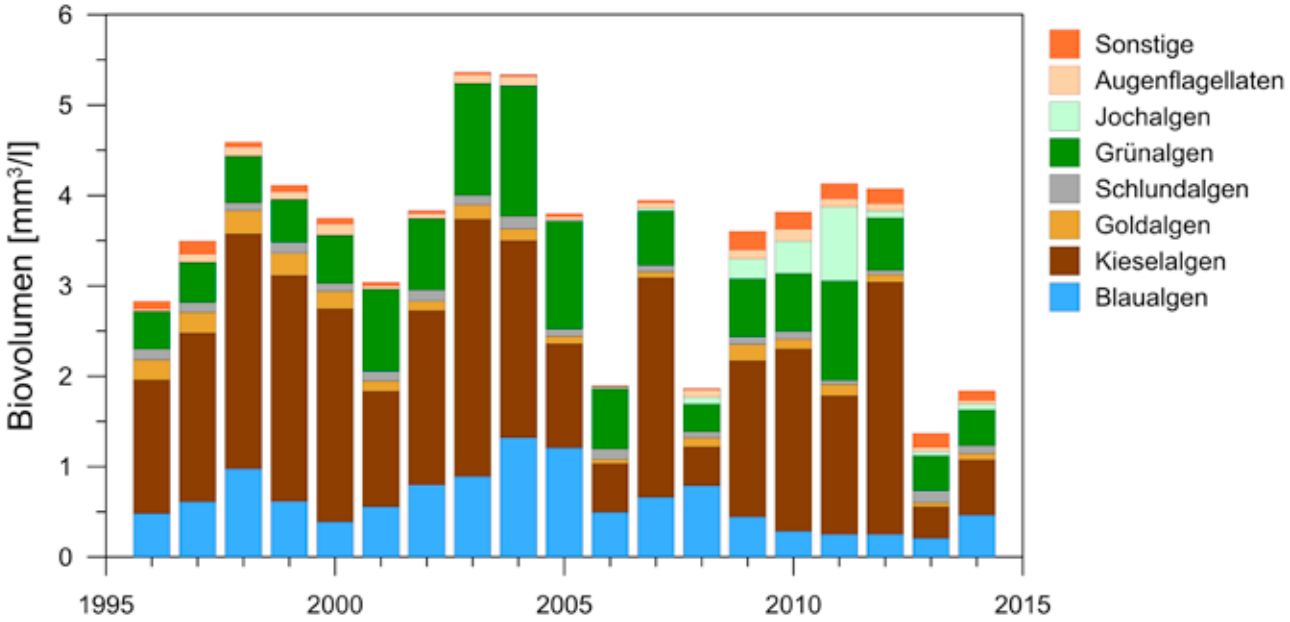


Abbildung 10. Zusammensetzung der Algenklassen zwischen 1995 und 2014 im Jahresmittel (jeweils 8–10 Untersuchungstermine und 1–4 Messstellen im offenen See).

zwischenzeitlich wieder an (Abbildung 3, S. 10).

Die Phase von 1995 bis 2004 ist besonders interessant, weil neben dem vorübergehenden Anstieg der Gesamtphosphor-Konzentration auch ein stetiger Abfall des Wasserstandes gegeben war, der zum weitgehenden Trockenfallen des Schilfgürtels in den Jahren 2003 und 2004 führte. Das Algenplankton reagierte auf das verbesserte Nährstoffangebot, und das Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons nahm von etwa 2 mm^3/l im Jahr 1995 auf über 5 mm^3/l in den Jahren 2003 und 2004 zu. Mit steigendem Wasserstand in den letzten zehn Jahren entspannte sich die Situation wieder, obwohl die Jahre 2009 bis 2012 erneut relativ hohe mittlere Gesamtbiovolumina von bis zu 4 mm^3/l brachten. In dieser Phase kam es auch zu leichten Verschiebungen in den relativen Anteilen der Algenklassen: Der Blaualgenanteil sank, während die Bedeutung der Zieralgen (vorwiegend *Cosmarium*) zunahm. 2013 und 2014 lagen die mittleren Biovolumina zwischen 1 und 2 mm^3/l (Abbildung 10).

Diese Detaildarstellung verdeutlicht, dass im Neusiedler See nicht nur räumliche Unterschiede im Vorkommen des Algenplanktons bestehen, sondern dass dieses auch eine ausgeprägte zeitliche Variabilität aufweist. Der See ist hoch dynamisch – so wie es sich für einen Steppensee gehört.

Im Herbst 2003 war der mittlere Wasserstand des Sees besonders niedrig.

Lebensgemeinschaften des Schilfgürtels

Untersuchungsprogramm im Jahr 2014

Während das Plankton des offenen Neusiedler Sees seit Jahrzehnten gut dokumentiert wird, gibt es über die Lebensgemeinschaften des Schilfgürtels nur wenige Informationen. Nur in ausgewählten Freiwasserbereichen innerhalb des Schilfgürtels – wie dem Ruster Poschn nahe Illmitz – werden seit längerem die Algen und das tierische Plankton untersucht.

Im Rahmen der im Jahr 2014 durchgeführten Studie wollten wir herausfinden, inwieweit die Schilfpflanzen und der Gewässergrund als Substrat von Algen und Wirbellosen und damit von potentiellen Fischnährtieren genutzt werden.

An drei Terminen im Frühjahr und Sommer 2014 (März, Mai, Juli) wurden Proben aus dem Bereich der Illmitzer Bucht, des äußeren und inneren Schilfgürtels sowie des Ruster Poschn entnommen (Abbildung 11). Die Probenahmen konzentrierten sich auf das Sediment und den Schilfaufwuchs, berücksichtigten aber zum Vergleich auch das Freiwasser zur Beschreibung der planktischen Lebensgemeinschaften (siehe Foto auf S. 11).

Die Beprobung des Sediments erfolgte mit Plexiglas-Rohren (so genannte Cores). Anhand der Schlammproben wurden im Labor die Korngrößenverteilung, der Wassergehalt und der organische Gehalt analysiert.

Abbildung 11. Karte der Illmitzer Bucht am Ostrand des Neusiedler Sees mit den vier Probenahmebereichen im Frühjahr und Sommer 2014.

Die auf Schlamm und als Aufwuchs auf den Schilfpflanzen lebenden Algen sowie die Wirbellosen auf diesen beiden Substraten wurden unter dem Mikroskop bestimmt und gezählt.

Die Angaben zu den Fischen in diesem Bericht stammen nicht aus der genannten Untersuchung, sondern aus früheren Aufnahmen [6, 8, 9] und dem laufenden Nationalpark-Monitoring. Sie werden hier exemplarisch vorgestellt.

Planktische Algen in Rohrlacken und Blänken

Zwischen den dichten Schilfbeständen gibt es immer wieder freie Wasserstellen. Diese so genannten Blänken sowie die größeren Rohrlacken bieten für das Phytoplankton Lebensbedingungen, die sich von jenen des offenen Sees deutlich unterscheiden. Zum einen sind die windbedingten starken Wasserturbulenzen und mechanischen Beanspruchungen hier wesentlich geringer ausgeprägt, zum anderen sind die Lichtverhältnisse besser als im offenen See. Als limitierende Faktoren für das Wachstum der Planktonalgen treten daher anstelle des Lichts die Nährstoffe. Außerdem kann es im Schilfgürtel aufgrund der hohen Produktion an organischem Material häufig zu Sauerstoffzehrungen kommen.

Durch den häufigen Wasseraustausch mit dem offenen See bildet sich allerdings an den Freiwasserstandorten im Schilfgürtel kein eigenständiges Phytoplankton. Es handelt sich vielmehr um ein an die jeweiligen Bedingungen angepasstes Plankton, das im Grunde aus den gleichen Arten besteht wie das Plankton im offenen See, wenn auch in unterschiedlichen Häufigkeiten. Die Gegenüberstellung des Planktons der beiden Rohrlacken „Ruster Poschn“ und „Hoadaseppl-poschnlucka“ (in der großen Schilf-

insel im Süden) mit dem offenen See zeigt ein ähnliches Verteilungsmuster und vor allem auch ähnliche Gesamtbiomassen der planktischen Algen (Abbildung 12).

Die Biomasse (= Biovolumen) des Phytoplanktons, also die Menge an planktischen Algen, ist in den Rohrlacken ähnlich hoch wie im offenen See, der Unterschied ist mehr qualitativer Natur. So liegen die relativen Anteile der Kieselalge *Campylodiscus* an der Gesamtbiomasse der Algen im offenen See deutlich höher als im Schilfgürtel, was mit erhöhten Sedimentationsraten dieser großen und schweren Art erklärt werden kann (Abbildung 13 links). Auch andere Kieselalgenarten wie *Surirella peisonis* (benannt nach dem Neusiedler See, in der Antike als *lacus peisonis* bezeichnet), die kleinzellige Blaualge *Aphanocapsa incerta*, die Jochalge *Cosmarium* oder Vertreter der Grünalgengattung *Pediastrum* finden sich im offenen See häufiger als in den Schilfgürtelbereichen. Umgekehrt kommen Schlundalgen wie *Cryptomonas erosa* und *Plagioselmis nannoplanctica* (Abbildung 13 rechts), zart gebaute Formen unter den Kieselalgen, die Augenflagellaten *Euglena acus* und *E. oxyuris* oder die Panzerflagellaten *Gymnodinium* und *Peridinium* im geschützten Schilfgürtel in höheren Dichten vor.

Euglena ehrenbergii

Euglena acus

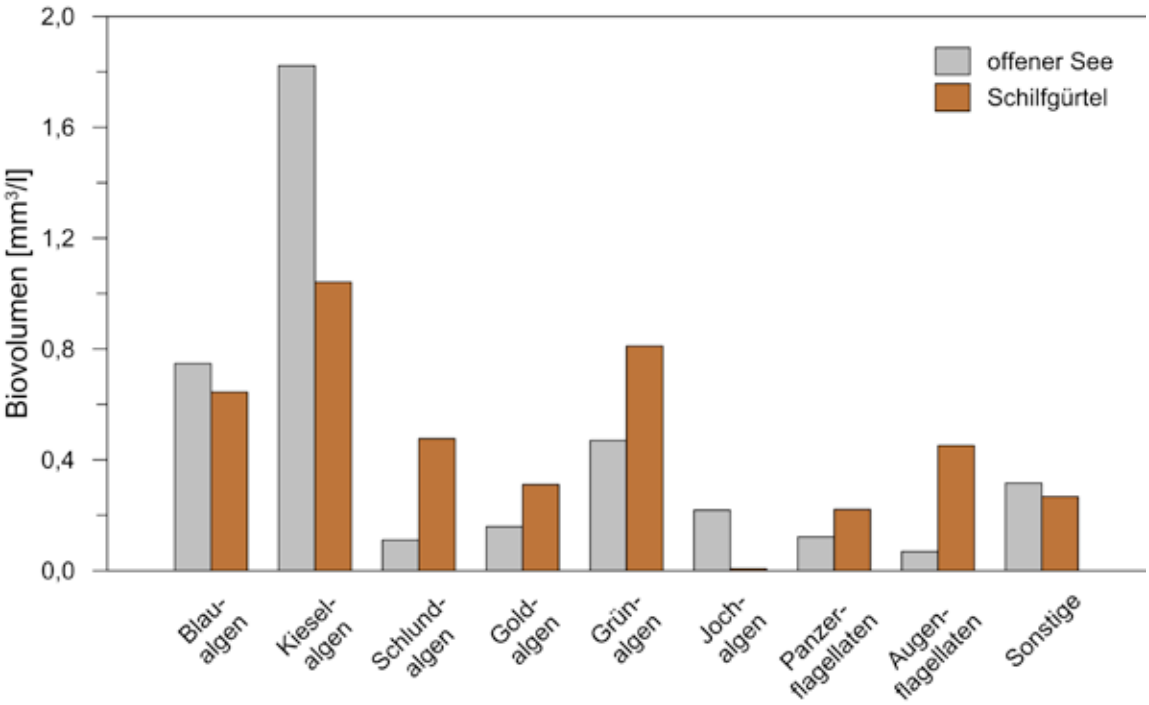


Abbildung 12. Mittlere Gesamtbiovolumina (= Biomasse) der einzelnen Algenklassen im offenen See und im Schilfgürtel (Rohrlacken Ruster Poschn und Hoadsepplposchnlucka). Daten von 1996–2006 und 2014.

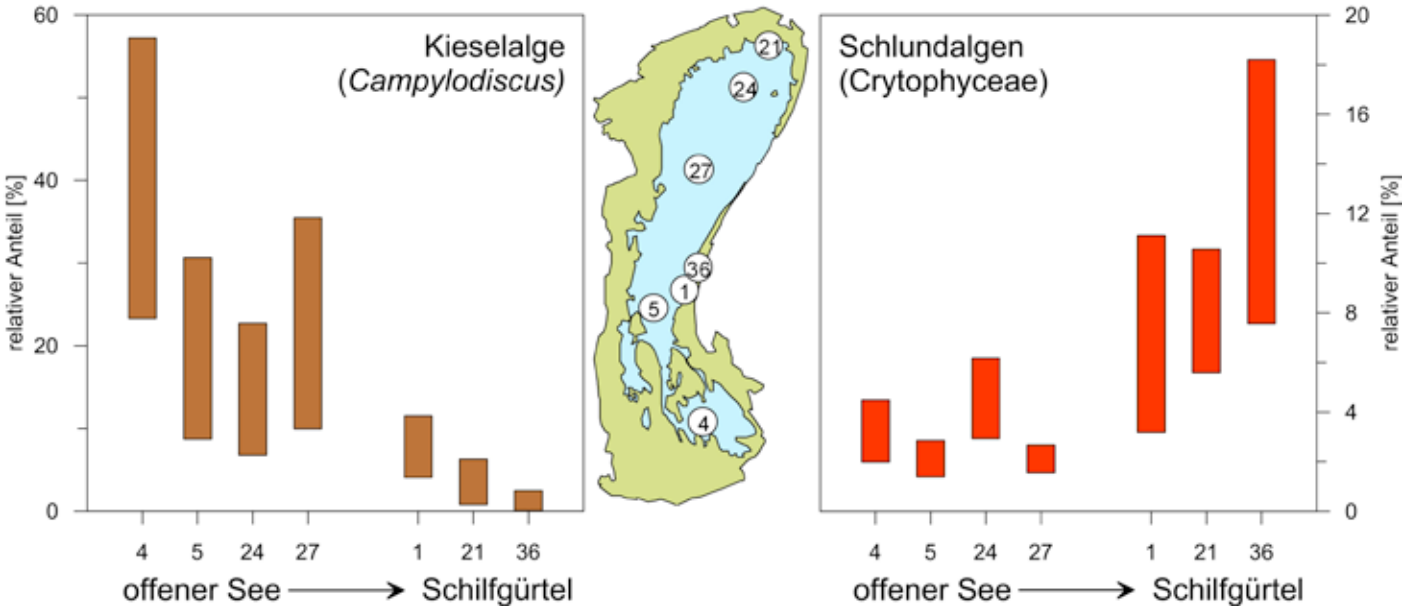
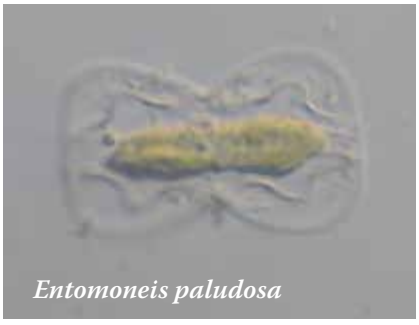


Abbildung 13. Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Kieselalge *Campylodiscus* und der Schlundalgen (als relativer Anteil am Gesamtbiovolumen der Algen).

Insgesamt dominieren in den Rohrlacken und Blänken des Schilfgürtels bewegliche Formen mit Schwimmgeißeln sowie zarte Formen, die durch höhere Wachstumsraten gekennzeichnet sind. Große, schwere und langsam wachsende Arten mit dicken Zellwänden sowie große Kolonien treten seltener auf als im offenen See. Die Gesamtbiomasse der planktischen Algen ist jedoch im Schilfgürtel ähnlich jener in der Freiwasserzone.

Cryptomonas cf. *erosa*


Entomoneis paludosa

Das tierische Plankton: Rädertiere und Kleinkrebse

Die wichtigsten Vertreter im Zooplankton

Zu den wichtigsten tierischen Organismen, die den offenen Wasserkörper als Dauerschweber besiedeln, zählen die Rädertiere und Kleinkrebse, darunter vor allem Ruderfuß- und Blattfußkrebse. Sie stellen ein wichtiges Bindeglied zwischen den Algen, Einzellern und Bakterien, also ihrer Nahrung, und den Fischen dar.

Allen im Neusiedler See lebenden Zooplanktern gemeinsam ist eine hohe Salztoleranz. In diesem Zusammenhang ist zu allererst der Ruderfußkrebs *Arctodiaptomus spinosus* zu nennen, ein echter Sodaspezialist, der außer im Seewinkel und der pannonischen Tiefebene nur noch in Alkaligewässern der Türkei und des Iran zu finden ist. Der durch Carotinoide rot gefärbte Kleinkrebs ernährt sich neben planktischen Algen auch von Bakterien und organischem Detritus.

Arctodiaptomus spinosus **(Ruderfußkrebs)**

Bosmina **(Blattfußkrebs)**

Erwachsene Tiere von *Arctodiaptomus spinosus* sowie die 11 Entwicklungsstadien (so genannte Nauplien und Copepodide) erreichen eine Größe zwischen 0,2 und 1,9 mm. Eben diese kleineren Larvenstadien bilden aber den Hauptanteil der Population, was wahrscheinlich auf den großen Fraßdruck durch planktivore Fische zurückzuführen ist. Die höchsten Individuendichten erreichte *Arctodiaptomus* während der Eutrophierungsphase (1970–1987). Heute dominieren oft andere Arten von Ruderfußkrebsen wie *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops robustus* und der erstmals 1980 nachgewiesene *Cyclops vicinus* die Lebensgemeinschaft [2, 10]. Auch bei diesen Arten herrschen die kleinen Larvenstadien vor.

Unter den Blattfußkrebsen zählt die wärmeliebende *Diaphanosoma mongolianum* im Sommer zu den wichtigsten Vertretern im offenen See. Diese bis zu 1,5 mm große Art ist in Osteuropa weit verbreitet und besiedelt vorzugsweise Gewässer mit erhöhter Leitfähigkeit. Ihre Nahrung, die sich hauptsächlich aus Algen, Bakterien und Feindetritus zusammensetzt, nimmt sie filtrierend auf. Die Filtration des Wassers erfolgt über sogenannte Blattbeine, die Borstenkämme tragen. Andere Arten, die sich vorzugsweise in den Freiwasserflächen des Schilfgürtels aufhalten, sind *Bosmina longirostris, Ceriodaphnia reticulata* oder *Daphnia pulex* sowie *Chydorus sphaericus.*

Die größte Art unter den Blattfußkrebsen stellt mit einer Größe von bis zu 1 cm *Leptodora kindtii* dar. Ihr Auftreten im See wurde erstmals 1977 dokumentiert. Die im offenen See lebende Art ernährt sich räuberisch und entwickelte sich neben den Plankton fressenden Fischen wie Laube und Sichling zu einem relevanten Fressfeind für ihre bevorzugte Beute, die Jugendstadien von *Diaphanosoma* [11].

***Cyclops* (Ruderfußkrebs)**

Die Rädertiere zählen hinsichtlich ihrer Größe zum Mikrozooplankton (20–200 µm). Sie zeichnen sich durch den Besitz eines Räderorgans aus, das sowohl der Fortbewegung als auch dem Nahrungserwerb dient. Die für den Neusiedler See charakteristische Art *Rhinoglena fertoënsis*, die sonst nur aus Salzgewässern Deutschlands und der Slowakei bekannt ist, tritt nur im Winter bei geringen Wassertemperaturen auf [12]. Maßgebend für die Individuendichten im offenen See sind fünf Allerweltsarten, die in einer Vielzahl an Gewässern vorkommen. Dazu zählt z. B. *Brachionus angularis*, der auch im Brackwasser hohe Populationsdichten entwickeln kann. Sein Verwandter *Brachionus plicatilis* besiedelt die stark salzhältigen Sodalacken im Seewinkel. Vorwiegend in den freien Wasserflächen des Schilfgürtels zu finden ist die Gattung *Hexarthra*, ein weiterer typischer Bestandteil von Gesellschaften salzhältiger Gewässer.

Brachionus angularis

Brachionus plicatilis

Standortunterschiede innerhalb des Schilfgürtels und prägende Faktoren

Kaum einem Badegast des Neusiedler Sees wird bewusst sein, wie viele Kleinlebewesen ihn beim Schwimmen umgeben. Die planktischen Organismen, die als Metazooplankton zusammengefasst werden (mehrzellige Vertreter), kommen im Neusiedler See in Dichten von mehreren Hundert Individuen pro Liter vor. An den drei Untersuchungsterminen des Jahres 2014 war eine auffällige Zunahme der Dichten vom offenen See zu den inneren Bereichen des Schilfgürtels festzustellen.

Illmitzer Bucht

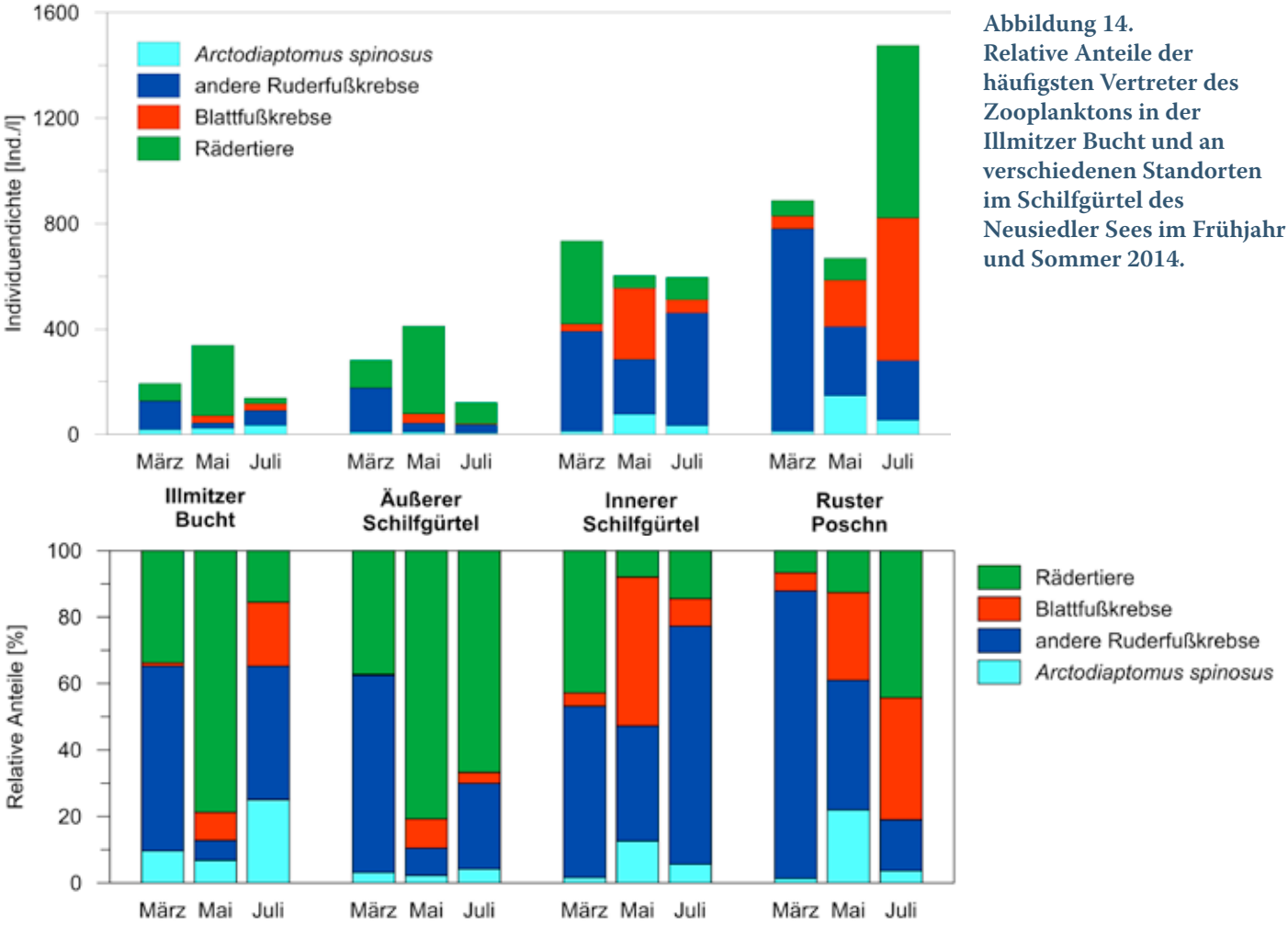


Abbildung 14.
Relative Anteile der häufigsten Vertreter des Zooplanktons in der Illmitzer Bucht und an verschiedenen Standorten im Schilfgürtel des Neusiedler Sees im Frühjahr und Sommer 2014.

Diese Unterschiede überlagern selbst die saisonalen Schwankungen der Planktondichten (Abbildung 14). Was die Zusammensetzung des Zooplanktons betrifft, so ist das räumlich-zeitliche Verteilungsmuster weniger eindeutig, allerdings scheinen die Rädertiere in den inneren Schilfgürtel-Bereichen und im Ruster Poschn eine geringere Bedeutung zu haben als in der Illmitzer Bucht und in den Grenzbereichen zwischen Schilfgürtel und Freiwasser. An manchen Terminen treten dafür die Blattfußkrebse stärker in den Vordergrund (Abbildung 14). Hinsichtlich der Gesamtartenzahl ähneln sich die untersuchten Standorte (Abbildung 15).

Innerer Schilfgürtel

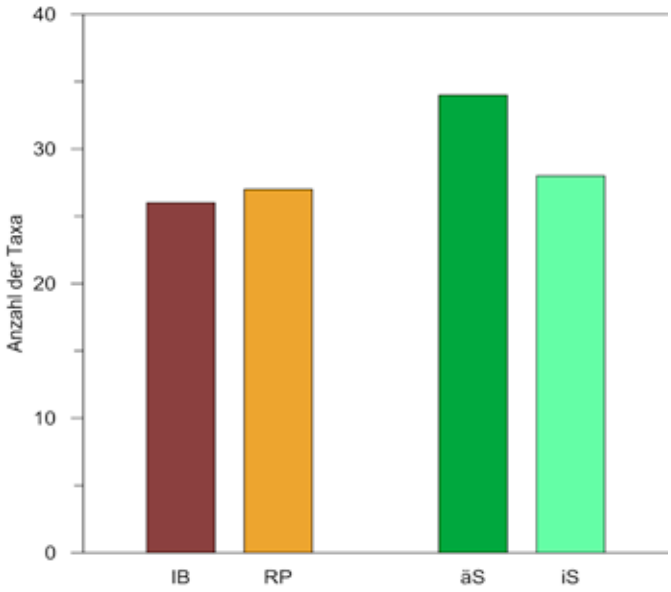


Abbildung 15. Artenzahlen im Zooplankton des Neusiedler Sees, aufsummiert über drei Termine im Frühjahr und Sommer 2014. IB = Illmitzer Bucht, RP = Ruster Poschn, äS/iS = äußerer/innerer Schilfgürtel.

Ruster Poschn, eine Rohrlacke nahe Illmitz.

Äußerer Schilfgürtel

Dass es auch innerhalb der zuvor besprochenen Großgruppen Unterschiede in der räumlichen Verteilung gibt, lässt sich am besten anhand der Gemeinschaft der Blattfußkrebse zeigen, welche je nach Art ganz unterschiedliche räumliche Verteilungsmuster aufweisen (Abbildung 16).

Die qualitativen und quantitativen Unterschiede im Auftreten des Zooplanktons sind nur zu verstehen, wenn man sich die unterschiedlichen Umweltbedingungen im offenen See und im Schilfgürtel vor Augen führt. Wie bei den Algen stellen die ständige Durchmischung des Sees und die hohen Schwebstoffgehalte auch die Zooplankter vor große Herausforderungen. Im offenen See können die durch Windereignisse aus dem Sediment aufgewirbelten Schluff- und Tonpartikel (Trübe) zu einer mechanischen Beschädigung der zarten Wasserbewohner führen und so die Anzahl und die Artenzusammensetzung beeinflussen [13]. Auch im äußeren Schilfgürtel, der im Übergangsbereich noch stark durch den offenen See beeinflusst wird, sind die aufgewirbelten Feinstoffteilchen noch von Bedeutung. Die mechanische Störung und der Schwebstoffgehalt dienen somit als mögliche Erklärung für die geringeren Individuendichten an den bei-

***Bosmina,* das Elefantenrüsselkrebschen aus der Gruppe der Blattfußkrebse. Unter seiner Schale reifen zwei Eier heran, außen drauf haben sich kleine Aufwuchsalgen festgesetzt.**

den durch den offenen See beeinflussten Standorten (Abbildung 14, S. 24).

Ein weiterer Faktor – im Schilfgürtel vermutlich von größerer Bedeutung als im offenen See – ist die Wassertemperatur, die an heißen Sommertagen bis zu 34 °C erreichen kann. Dazu kommen noch extreme tageszeitliche Schwankungen als zusätzlich belastender Faktor. 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.

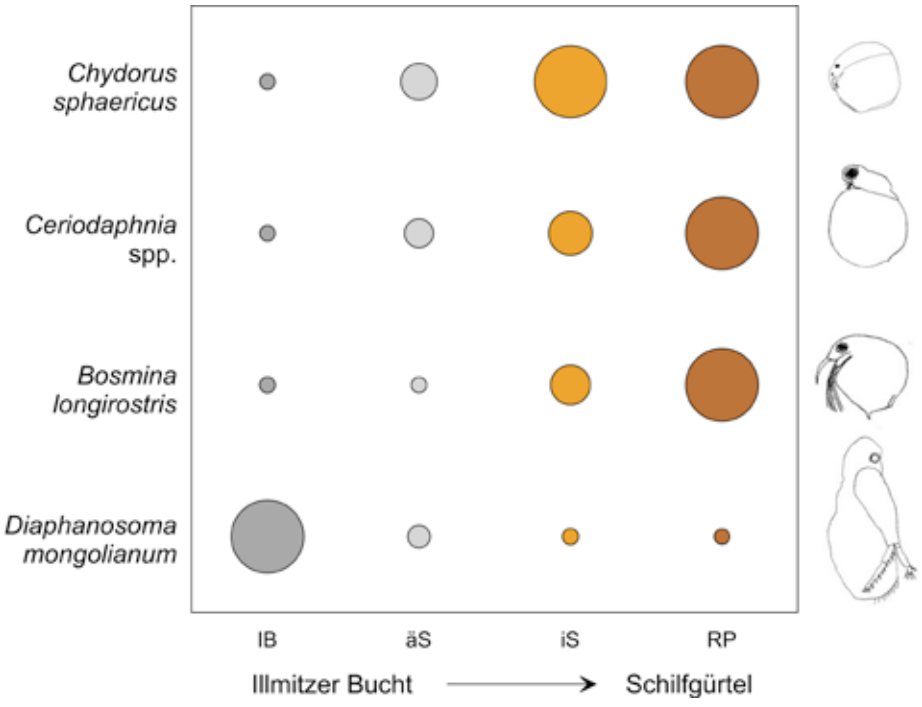


Abbildung 16. Räumliche Unterschiede von Individuendichten und Artenspektrum bei vier Vertretern von Blattfußkrebsen im Randbereich des Neusiedler Sees. Die Größe der Kreise korreliert mit der mittleren Individuendichte. IB = Illmitzer Bucht, äS = äußerer Schilfgürtel, iS = innerer Schilfgürtel, RP = Ruster Poschn.

Schließlich ist die Zooplanktongemeinschaft natürlich auch von der Zusammensetzung und Verteilung der Nahrung abhängig. Das Nahrungsspektrum der filtrierenden Arten umfasst zerfallende organische Substanzen (sog. Detritus), Einzeller und Algen. Bei den Algen, scheint weniger die Quantität, sondern die Qualität, d. h. die Artenzusammensetzung 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 im Schilfgürtel sowie die Standortunterschiede in der Artenzusammensetzung verantwortlich sein.

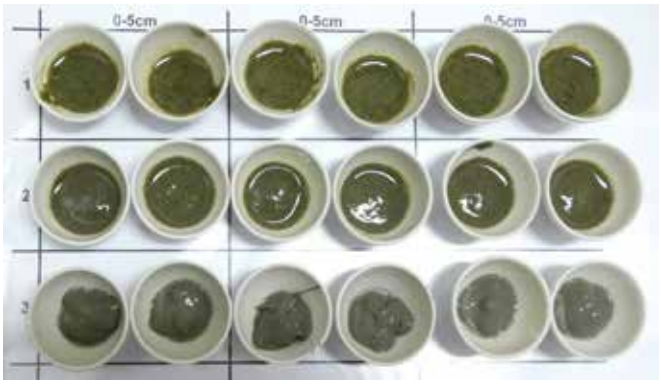
Entlang eines Gradienten zwischen dem offenen See und dem landseitigen Schilfrand verändern sich zahlreiche Umweltfaktoren, welche die Lebensgemeinschaften beeinflussen.

Sediment und Schilf als Substrat für benthische Organismen

Der riesige Schilfgürtel ist ein prägendes Element des Neusiedler Sees. Er ist ein Labyrinth von Kanälen und Blänken, die aquatischen Pflanzen und Tieren potenziell als Lebensraum dienen. Die verfügbare Fläche der Schilfpflanze als Substrat für Algen und Wirbellose ist nicht zu unterschätzen. So beträgt die Oberfläche eines 40 cm langen und 5 mm dicken Schilfhalmes rund 60 cm^2. Bei einer geschätzten Dichte von rund 20 Halmen pro dm^2 ergibt das eine potenziell besiedelbare Schilf-Oberfläche, die um den Faktor 12 höher ist als die entsprechende Fläche am Gewässergrund.

Ältere Halme sind von einer dicken Schicht aus Kiesel- oder anderen Algen überzogen, vermengt mit Pilzen und Bakterien und eingebettet in schleimartige Substanzen, welche die Organismen ausscheiden. Dieser so genannte Biofilm ist Lebensraum für mikroskopisch kleine wirbellose Tiere wie z. B. Fadenwürmer; größere Formen bauen aus den Algenfäden kleine Köcher oder ernähren sich davon. Mitunter können sich in strömungsgeschützten Bereichen des Schilfgürtels auch mehrere Zentimeter lange Zotten von Algen bilden.

Ein gänzlich anderer Lebensraum ist der eigentliche Gewässergrund. Je nach Standort ist das Sediment tonig bis sandig. Ein hoher Anteil



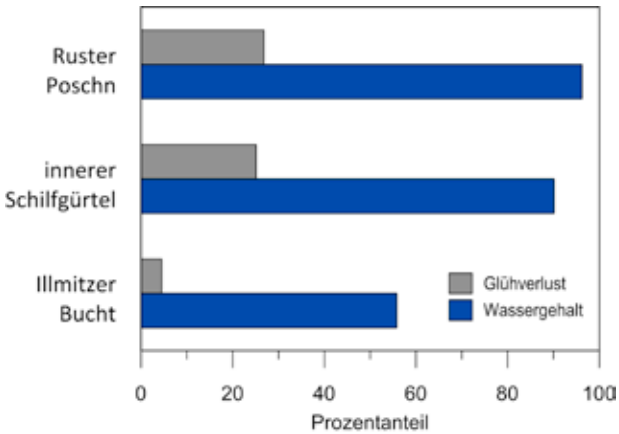


Abbildung 17. Wassergehalt und organischer Gehalt (Glühverlust) in der Illmitzer Bucht, im Inneren Schilfgürtel und im Ruster Poschn.

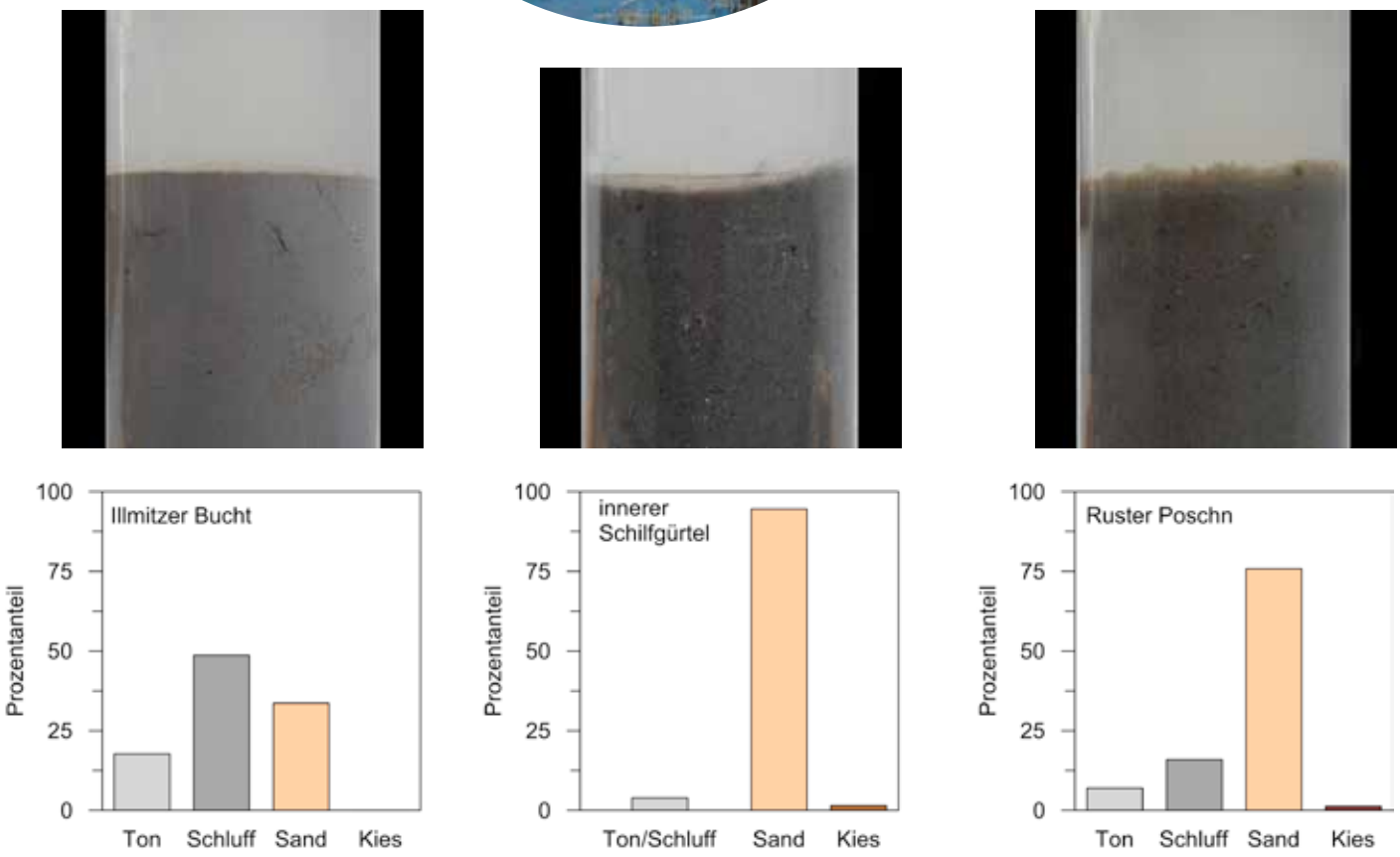


Abbildung 18. Sediment-Cores und Verteilung der Hauptkorngrößenfraktion in der Illmitzer Bucht (links), im Inneren Schilfgürtel (Mitte) und in Ruster Poschn (rechts).

von Feinsediment kennzeichnet den Randbereich der Illmitzer Bucht, allerdings sind hier die organische Auflage und der Wassergehalt des Sediments deutlich geringer als im Schilfgürtel. (In den exponierteren Bereichen der Illmitzer Bucht herrschen sandige bis kiesige Sedimente vor.) Eine ungewöhnliche Sedimentoberfläche kennzeichnet den Gewässergrund im Ruster Poschn: Er ist von einer dicken Schicht blasiger Algenkolonien bedeckt.

Die meisten wirbellosen Tiere leben auf der Oberfläche des Feinsediments und dringen höchstens wenige Millimeter tief in den Schlamm ein. Der Hauptgrund dafür ist, dass der Sauerstoffgehalt bereits knapp unter dem Sediment-Wasser-Grenzbereich gegen null geht. Nur wenige Arten können sauerstoffreiches Wasser in Röhren pumpen, die dann u-förmig auch mehrere Zentimeter tief in den Schlamm reichen können. Unter den Algen finden wir auf der Schlammoberfläche absedimentiertes Plankton, aber auch eigenständige benthische Algen.

Der Algenaufwuchs

Gomphonema dichotomum und *Achnanthidium minutissimum*

Wie bereits weiter oben betont, bieten der schlammige Seeboden und die untergetauchten Schilfhalme gute Substrate für Aufwuchsalgen. Sie können an der Oberfläche des Sediments locker aufsitzen oder auch innerhalb des Schlamms (in den obersten 1 oder 2 mm) leben, brauchen aber ein Minimum an Licht für ihr Wachstum. Während die benthischen Algen im offenen See durch Wind und Wellen häufig ins Freiwasser geschwemmt werden, sind sie im Bereich des Schilfgürtels gut vor Turbulenzen geschützt und finden hier weitaus bessere Lichtverhältnisse vor. Auf den Schilfhalmen bilden Algen gemeinsam mit Bakterien, Pilzen, tierischen Kleinstlebewesen (Protozoen) und organischen Substanzen sogenannte „Biofilme", in denen sehr komplexe Prozesse ablaufen und in denen ein spezielles Mikroklima entstehen kann. Dieser schleimartige Aufwuchs kann hoch produktiv sein und dient auch als Nahrung für andere Wasserbewohner.

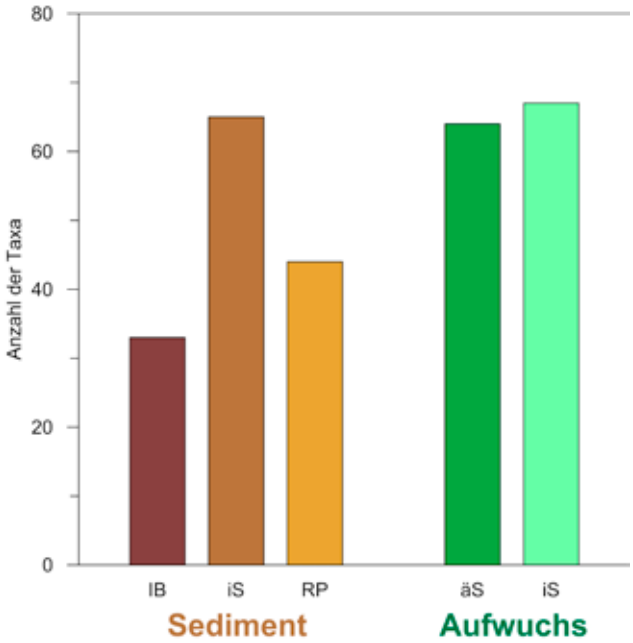


Abbildung 19. Artenzahlen benthischer (substratgebundener) Algen am Sediment und im Schilfaufwuchs, aufsummiert über drei Termine im Frühjahr und Sommer 2014. IB = Illmitzer Bucht, RP = Ruster Poschn, äS/iS = äußerer/innerer Schilfgürtel.

Insgesamt konnten in der Untersuchung des Jahres 2014 128 Taxa (d. h. Arten und nicht auf die Art bestimmbare Organismen) nachgewiesen werden, wobei der größte Anteil auf die Kieselalgen entfällt. Hinsichtlich der Gesamttaxazahl erwies sich die Algengemeinschaft am Sediment des inneren Schilfgürtels und im Schilfaufwuchs als besonders artenreich (Abbildung 19). Am Schlamm der Illmitzer Bucht und im Ruster Poschn kommen hingegen deutlich weniger Arten vor, möglicherweise aufgrund der größeren Wassertiefe und dadurch ungünstigerer Lichtbedingungen.

Die Illmitzer Bucht ist unter den untersuchten Standorten jener, der am stärksten vom offenen See beeinflusst ist. Hier treten relativ artenarme Benthosgesellschaften auf, die fast ausschließlich aus Kieselalgen bestehen. Erwähnenswert sind vor allem der auch im Plankton vorkommende *Campylodiscus bicostatus*, die kettenbildende *Pseudostaurosira brevistriata* und *Staurosirella pinnata.*

Im äußeren Schilfgürtelbereich besteht der Algenaufwuchs – abgesehen von der fädigen Jochalge *Mougeotia* – ebenfalls nur aus Kieselalgen. Häufig wurden die salzliebende, auf langen Gallertstielen sitzende *Gomphonema dichotomum* und die auf diesen Gallertstielen aufwachsende *Achnanthidium minutissimum* nachgewiesen.

Der Algenaufwuchs im inneren Schilfgürtelbereich, der auf Schilf und auf Schlamm recht ähnlich ist, kann als besonders arten- und

Blasige Kolonien der Goldalge *Sarcinochrysis* am Sediment des Ruster Poschn

individuenreich beschrieben werden. Auch hier dominiert die auf langen, dicken Gallertstielen sitzende *Gompohonema*. Die 1 bis 2 mm dicke Gallertschicht macht einen Großteil der Biomasse des „Biofilms" aus. Neben dieser und weiteren Kieselalgen kommen vorwiegend Blaualgen vor, so z. B. die dünnen, blassen und fädigen Formen der Gattung *Leptolyngbya* sowie verschiedene koloniebildende Arten.

Der Sedimentaufwuchs im Ruster Poschn wird von der Goldalge *Sarcinochrysis granifera* dominiert, die kompakte, schleimige Schichten mit darin gleichmäßig verteilten kugeligen Zellen bildet. Bereits im Freiland fallen die blasigen Strukturen an der Sedimentoberfläche auf.

Sarcinochrysis wurde bereits früher von anderen Autoren gefunden und als regelmäßig auftretender Bestandteil des Aufwuchses im Neusiedler See beschrieben [14, 15]. Die Gallerten dieser Goldalge dienen als Aufwuchssubstrat für dünne, fädige Blaualgen der Gattung *Leptolyngbya*. Die häufigsten Kieselalgen am Sediment des Ruster Poschn sind der meroplanktische *Campylodiscus bicostatus* und die kettenbildende *Pseudostaurosira brevistriata*.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Aufwuchs auf Feinsediment (Schlamm) in seenahen Bereichen des Schilfgürtels eher artenarm ist und vorwiegend aus Kieselalgen besteht, während in abgelegeneren Bereichen wie dem Ruster Poschn die Goldalge *Sarcinochrysis granifera* und verschiedene auf ihr aufsitzende Algenarten dominieren. Der Aufwuchs auf Schilf besteht zu einem großen Anteil aus Kieselalgen, die mit langen Gallertstielen festgewachsen sind sowie aus dünnen, fädigen Blaualgen der Gattung *Leptolyngbya*. Innerhalb der „Biofilme" treten auch andere Formen wie koloniebildende Blaualgen häufig auf.

Eine Abschätzung der Algenmenge der substratgebundenen Algen wurde durch Messung des Photosynthese-Pigments Chlorophyll-a vorgenommen. Die Werte variierten 2014 zwischen <1 bis >60 µg cm^{-2}, wobei die höchsten Werte am Sediment des Ruster Poschn mit der Goldalge *Sarcinochrysis* auftraten (Abbildung 20). Bezogen auf die Substratoberfläche, übertrafen die Chlorophyll-a-Werte am Sediment jene im Schilfaufwuchs. Berechnet man jedoch die Algenmenge pro m^2 im Schilfgürtel (vgl. S. 28), so liegen die Algenmengen am Schilfaufwuchs zumindest in der gleichen Größenordnung wie jene am freien Sediment, sind aber je nach Wasserstandsschwankungen auch einer stärkeren Saisonalität unterworfen.

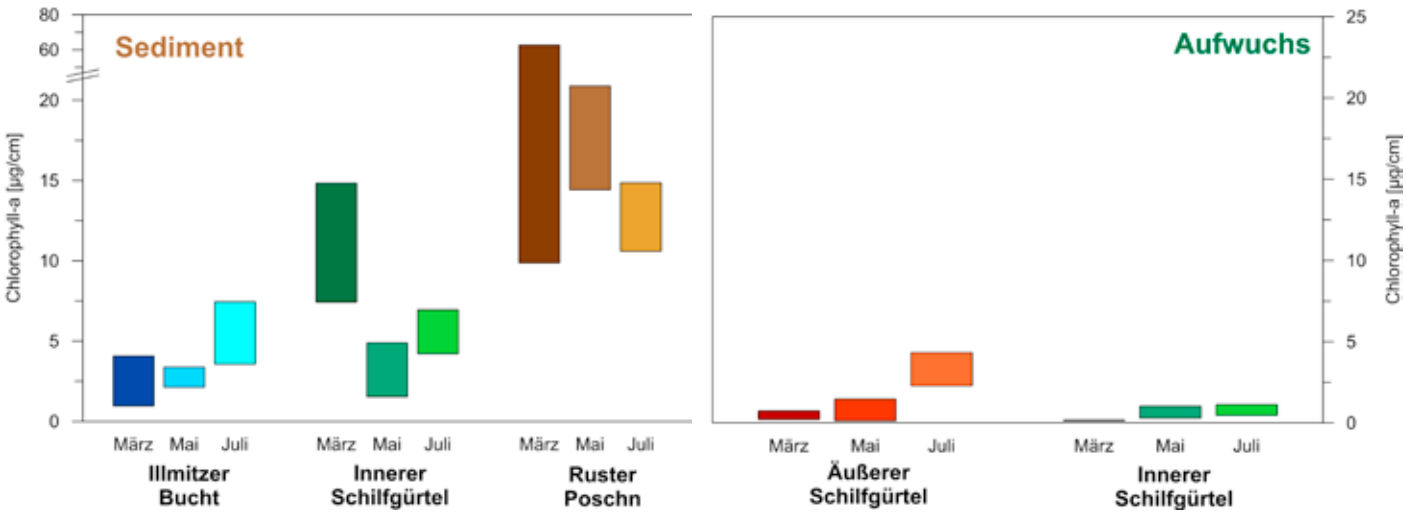
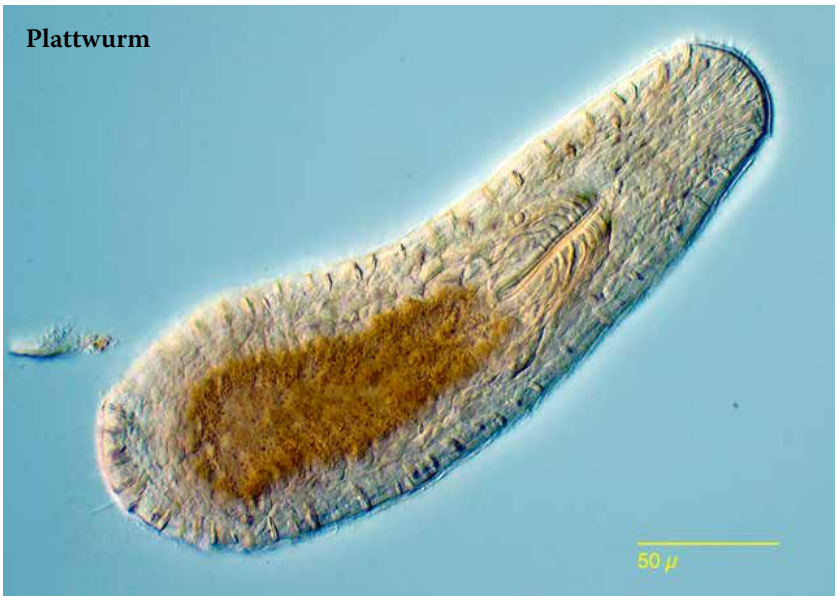


Abbildung 20. Biomasse benthischer Algen (dargestellt als Chlorophyll-a in µg/cm^2) im Sediment und im Schilfaufwuchs des Neusiedler Sees.

Wirbellose Tiere am Gewässergrund und im Aufwuchs



Plattwurm

Bunte Artenvielfalt an „Würmern“ und Insekten

Der Lebensraum einer großen Zahl von Wirbellosen ist das schlammige bis kiesige Sediment sowie der Aufwuchs auf Schilf und untergetauchten Wasserpflanzen. Im offenen See dominieren vier Gruppen: Fadenwürmer (Nematoda), Wenigborster (Oligochaeta), Kleinkrebse (Crustacea) und Zuckmücken (Chironomidae).

Fadenwürmer sind mikroskopisch kleine Würmer, die sich teils von Pflanzensäften und Algen, teils aber auch räuberisch von anderen Kleinlebewesen ernähren. Es gibt auch zahlreiche parasitische Formen und Krankheitserreger. Ebenfalls oft nur unter dem Mikroskop sind manche Kleinkrebse und Wenigborster zu erkennen. Auch hier gibt es Arten, die vorwiegend pflanzliches oder abgestorbenes organisches Material aufnehmen, und solche mit räuberischer Lebensweise. Die Zuckmücken und Wenigborster könnten zumindest Aquarienfreunden bekannt sein. Sie sind im Zoogeschäft als Fischfutter unter der Bezeichnung „rote Mückenlarven“ oder *Tubifex* zu kaufen.

Im Schilfgürtel treten zu den vier genannten Gruppen einige weitere hinzu. Manche sind im Sediment des freien Sees nur selten anzutreffen, so z. B. die Larven von Köcherfliegen, Libellen, Käfern oder Wasserwanzen. Auch Schnecken und Wasserasseln besiedeln vor allem den Schilfgürtel.

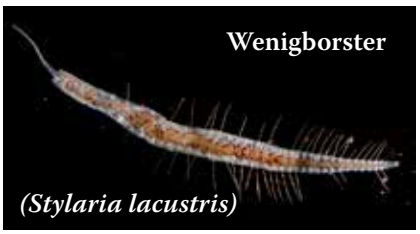
Fadenwurm

Zur räumlichen Verteilung von Wirbellosen im See

Räumliche Unterschiede im Vorkommen, wie sie bereits für das Plankton und den Algenaufwuchs beschrieben wurden, gibt es auch beim tierischen Benthos. So bestimmt im **offenen See** einmal mehr der Windeinfluss die Verteilung, wobei für die Sedimentbewohner naturgemäß vor allem die Struktur und Qualität ihres Lebensraumes, also die Korngrößenverteilung, der organische Gehalt und der Algenaufwuchs, entscheidend sind [16, 17]. Manche Arten unter den Zuckmücken bevorzugen sandigen Untergrund, andere tonige Feinsedimente. Unter den ersteren gibt es auch manche, die sich feine Köcher aus Sandkörnern bauen, um gegen Fressfeinde geschützt zu sein. Möglicherweise verhindert auch das dadurch erhöhte spezifische Gewicht, bei starkem Wind unfreiwillig aufgewirbelt zu werden.

Die Dichten, in denen benthische Wirbellose auf dem Sediment vorkommen, können beträchtlich sein und mehrere 10 000 Ind. pro Quadratmeter erreichen [18]. Allerdings ist die so genannte Sekundärproduktion – also die organische Biomasse, die pro Jahr produziert wird und damit potenziell auch dem nächsten Glied in der Nahrungskette zur Verfügung steht – im Vergleich zu anderen Gewässern eher unterdurchschnittlich [19].

Die Wirbellosenfauna im **Schilfgürtel** zeichnet sich im Vergleich zum offenen See zu allererst durch den höheren Artenreichtum



aus. Bislang wurden mehr als 300 Taxa (Arten oder Gattungen) nachgewiesen. Die höchste Vielfalt ist in Bereichen mit dichter und vielfältiger aquatischer Vegetation gegeben, was den Zusammenhang zwischen dem strukturellen Angebot und der Biodiversität unterstreicht.

Unter den Schilfgürtel-Bewohnern gibt es manche, die als Allerweltsarten zu bezeichnen sind. Andere hingegen sind von naturschutzfachlich hohem Wert, so z. B. unter den Libellen die Keilfleck-Mosaikjungfer und die Große Moosjungfer [1]. Einige Arten sind in Österreich nur aus dem Neusiedler See bekannt (z. B. die Zuckmückenart *Polypedilum nubifer*) oder können als Zeigerarten für den leicht erhöhten Salzgehalt des Sees gelten (z. B. die zu den Hohltieren gehörende *Cordylophora caspia*).

Auch wenn die hohe strukturelle Vielfalt positiv für den Artenreichtum der Wirbellosenfauna im Schilfgürtel ist, sind dort zeitweise auch Bedingungen gegeben, die für das Zoobenthos kritisch sein können. In abgetrennten Teilbereichen kann die starke Sauerstoffzehrung im Hochsommer und Herbst zu völlig sauerstofffreien Verhältnissen führen. Diese Areale fallen dann für wirbellose Tiere zumindest vorübergehend als Lebensraum aus.

Artenverteilung und Individuendichten im Jahr 2014

Die Untersuchung der Wirbellosenfauna des Neusiedler Sees im Jahr 2014 brachte den Nachweis von 162 Taxa aus 17 Großgruppen. Überraschenderweise unterschied sich die Artenzahl an den drei Sedimentstandorten nur unwesentlich, und auch beim Aufwuchs war kein signifikanter Unterschied zwischen dem äußeren und dem inneren Schilfgürtel gegeben. Umso deutlicher weicht die Diversität von Wirbellosen im Aufwuchs von jener im Sediment ab (Abbildung 21).

Auch im Vergleich der taxonomischen Zusammensetzung besteht ein klarer Unterschied zwischen den beiden Habitaten (Abbildung 23). Im Sediment finden wir überwiegend die Larven von Zuckmücken, daneben bilden Kleinkrebse einen hohen Anteil der Gesamtindividuendichte. Im Aufwuchs ist diese Gruppe vorherrschend, in erster Linie mit der anspruchslosen Art *Chydorus sphaericus*. Es finden sich aber auch Vertreter von Großgruppen, die das freie Sediment – in der Illmitzer Bucht wie im Schilfgürtel – weitgehend meiden. Der Unterschied in der Gesamtartenzahl und in der Diversität der Großgruppen kann dahingehend gedeutet werden, dass das Sediment für eine Reihe von Arten als Lebensraum weniger geeignet ist als der Aufwuchs, sei es in

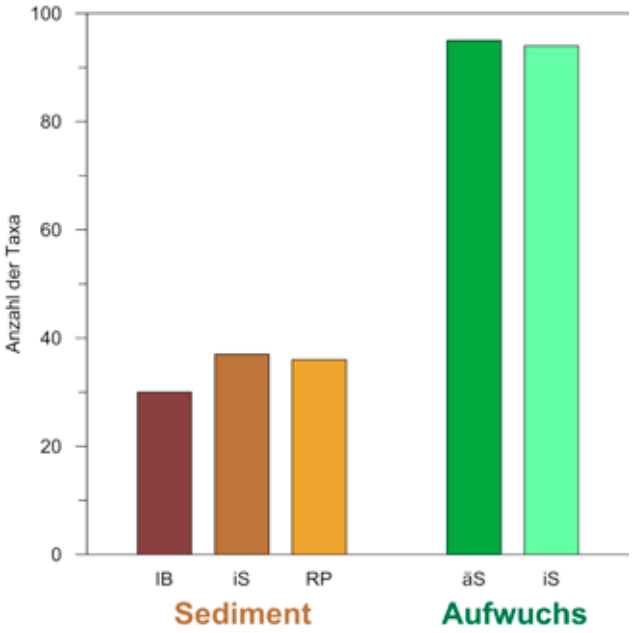


Abbildung 21. Artenzahlen im Makrozoobenthos des Neusiedler Sees, aufsummiert über drei Termine im Frühjahr und Sommer 2014. IB = Illmitzer Bucht, RP = Ruster Poschn, äS/iS = äußerer/innerer Schilfgürtel.

Hinblick auf die Sauerstoffversorgung, sei es aufgrund des ungünstigeren Nahrungsangebots.

Die Bandbreite der Individuendichten pro dm^2 Oberfläche des besiedelten Substrats (Sediment, Schilfaufwuchs) ist in der Abbildung 22 dargestellt. Die Werte schwanken zwischen unter zehn und mehreren 100 Ind./dm^2 und liegen in der Größenordnung früherer Aufnahmen am Neusiedler See [18, 20, 21]. Im Vergleich zu anderen Flachseen mit ähnlicher Produktivität sind die Abundanzen im Neusiedler See als gering bis durchschnittlich zu bezeichnen.

Für die Frage der Bedeutung der Wirbellosen im Schilfgürtel als Nahrung für benthivore Fische ist festzuhalten, dass es auf den ersten Blick keinen erkennbaren Abfall der Dichten vom offenen See (Illmitzer Bucht) in Richtung innerer Schilfgürtelbereiche gibt. Hier ist allerdings die beachtliche saisonale Variabilität zu berücksichtigen. An allen Standorten wurden die mit Abstand höchsten Dichten am ersten Probenahmetermin im März vorgefunden, danach fielen die Abundanzen drastisch ab. Dass die Anzahl an wirbellosen Tieren im Sediment (wie auch am Schilfaufwuchs) im Laufe eines Jahres so stark schwanken kann, ist aus früheren Untersuchungen des Zoobenthos im offenen See bekannt [18, 20, 21]. Leider fehlen aktuelle Informationen zur Entwicklung im Herbst und Winter; möglicherweise ist die Abnahme der Individuendichten von März bis Juli bis in den Herbst weiter fortzusetzen. Angesichts starker Sauerstoffzehrungen in der zweiten Jahreshälfte ist jedenfalls anzunehmen, dass sich dann sehr wohl ein Gradient mit abnehmenden Individuendichten vom

Kleinkrebs (Ostracoda)

Zuckmückenlarve (Chironomidae)

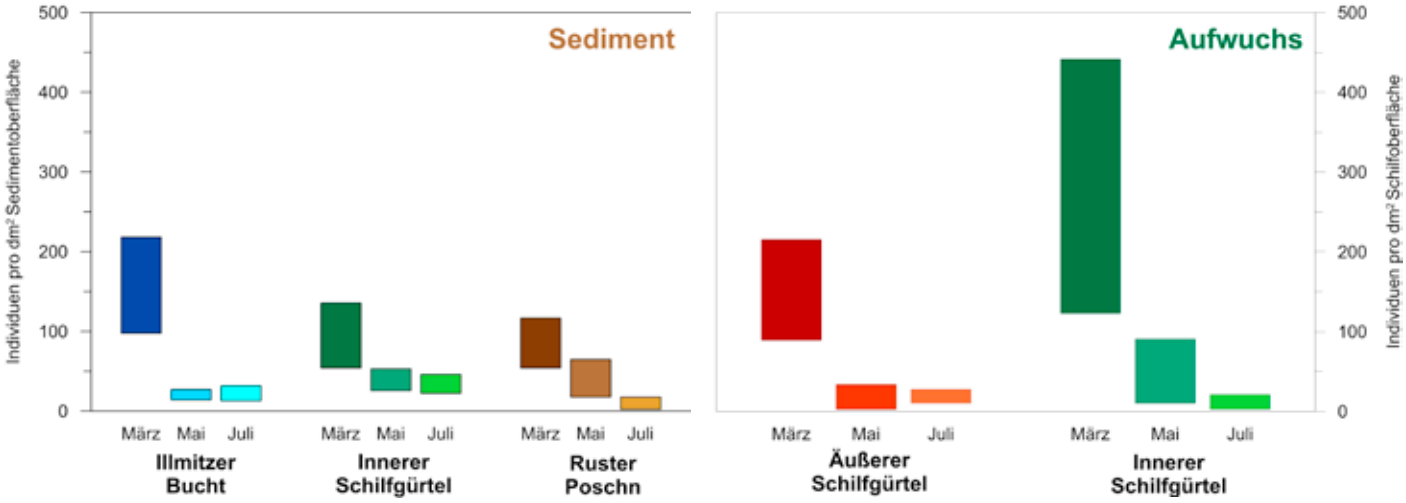


Abbildung 22. Individuendichten benthischer (substratgebundener) Wirbelloser im Sediment und im Schilfaufwuchs des Neusiedler Sees.

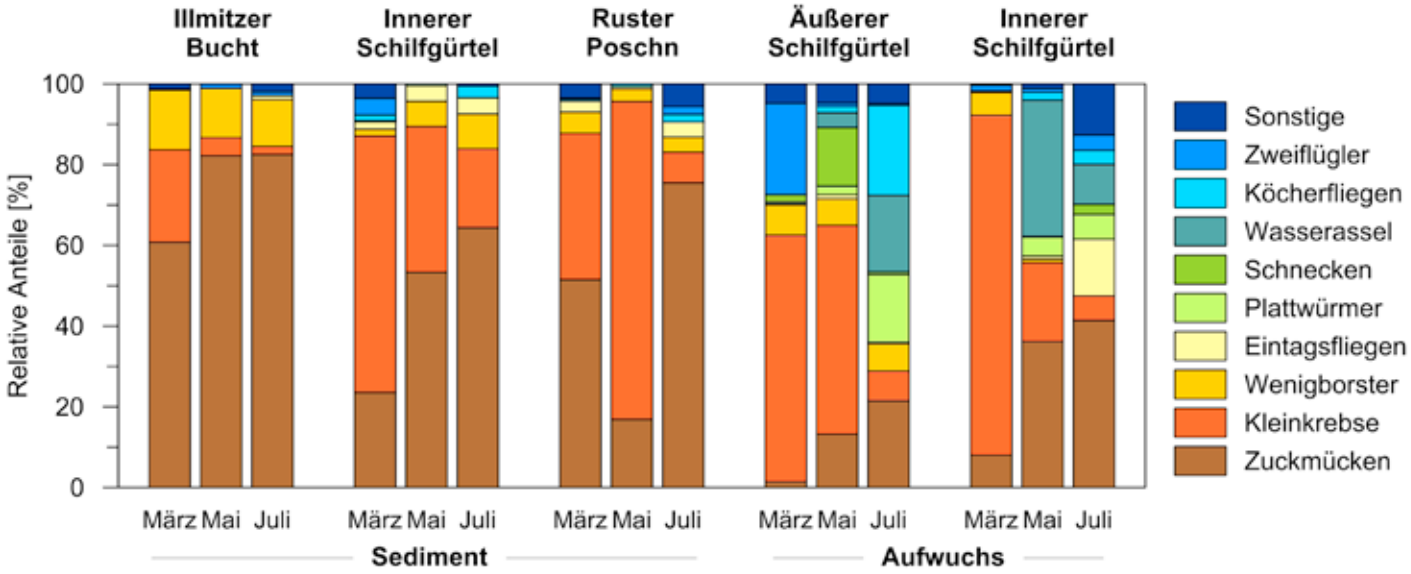


Abbildung 23. Relative Anteile benthischer (substratgebundener) Wirbelloser im Sediment und im Schilfaufwuchs des Neusiedler Sees.

äußeren Schilfrand in Richtung der inneren Schilfgürtelbereiche ausbilden wird. Das würde im Gegensatz zu den Befunden aus der vorliegenden Untersuchung doch ein deutlich schlechteres Nahrungsangebot für Fische bedeuten. Dies nachzuweisen, bleibt aber künftigen Untersuchungen vorbehalten.

Die saisonale Variabilität erschwert auch einen Vergleich zwischen den Abundanzen (Dichten) am Sediment und im Schilfaufwuchs. Auf den ersten Blick sind die Dichten grundsätzlich vergleichbar – zumindest pro Oberfläche des besiedelten Substrats. Allerdings vermittelt dieser Vergleich nicht wirklich einen korrekten Eindruck der tatsächlichen Menge an Wirbellosen im Schilfgürtel und damit des Nahrungsangebots für benthivore (d. h. Wirbellose fressende) Fischarten. Wie im Kapitel „Sediment und Schilf als Substrat für benthische Organismen“ (S. 28) aufgezeigt, steht benthischen Tieren eine vielfach größere Fläche am Schilfaufwuchs als am Gewässergrund zur Verfügung. Somit liegen auch die Gesamtindividuendichten der Wirbellosen im Schilfaufwuchs um ein Vielfaches über jenen am freien Sediment.

Sichling *(Pelecus cultratus)*

Fische

Fischarten des Schilfgürtels

In den letzten zehn Jahren wurden im Neusiedler See 25 Arten nachgewiesen, etliche davon aber nur mit Einzelfunden, so z. B. die Barbe, der Schied, der Schlammpeitzger oder das Moderlieschen (letztgenannte Art nur in Gräben am Seerand auf der ungarischen Seite). Andere wie der Bitterling, der Hundsfisch oder der Nerfling kamen früher im See vor, wurden aber seit den 1950er Jahren nicht mehr gefangen [22]. Dafür tauchte im Herbst 2014 erstmals eine neue Art auf: der Wolgazander. Er dürfte irrtümlich über Besatz in den See gelangt sein.

Regelmäßig gefangen werden 17 Fischarten. Unter ihnen gibt es einige typische Freiwasserarten, so z. B. den **Sichling**. Er ist ein spezialisierter

Planktonfresser, der nur im Frühjahr zur Laichzeit an den Schilfrand kommt. Die **Laube**, eine weitere planktonfressende Freiwasserart und zugleich die dominierende Fischart des offenen Sees, ist etwas häufiger auch in den äußeren Bereichen des Schilfgürtels zu finden. Jungfische von Lauben nutzen sogar Blänken und Rohrlacken in den innersten Bereichen des Schilfgürtels.

Rotfeder *(Scardinius erythrophthalmus)*

Drei typische Arten vieler nährstoffreicher Seen sind die **Rotfeder**, das **Rotauge** und die **Güster**. Diese „Weißfische" ernähren sich vorwiegend von Wirbellosen und pflanzlichem Material. Die drei Arten gehören zu den häufigsten im Schilfgürtel des Neusiedler Sees, unterscheiden sich aber – wie weiter unten noch ausgeführt wird – deutlich hinsichtlich der räumlichen Verteilung innerhalb des Schilfgürtels. Sehr leicht mit der Güster zu verwechseln ist der **Brachsen**, der jedoch etwas größer wird als die Güster und eher selten im Schilfgürtel anzutreffen ist. Rotfeder und Rotauge sind hingegen ab einer gewissen Größe leicht anhand der Färbung der Flossen und des Auges erkennbar. Schwierig und nur mit Erfahrung gelingt die Artbestimmung jedoch bei Jungfischen mit einer Länge von 2–3 cm. Die Identifizierung von Fischlarven nutzt die unterschiedliche Pigmentierung, die jedoch nur unter dem Stereomikroskop zu erkennen ist.

In lockeren Schilfbeständen und verkrauteten Rohrlacken findet man den **Flussbarsch**. Wie bei fast allen heimischen Fischarten beginnt sich der Flussbarsch nach dem Schlupf von Plankton zu ernähren. Er steigt aber bald auf benthische Wirbellose und, ab einer gewissen Körpergröße, auf Fische um.

Flussbarsch
(Perca flvuiatilis)

Rotfeder
in ihrem natürlichen Lebensraum.

Giebel und Karausche sind zwei recht ähnliche Arten aus der Familie der Karpfenfische. Der Giebel gilt als sehr anspruchslos und zeichnet sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit aus. Typische Wohngewässer sind Altarme, Auweiher, Kleingewässer und Gräben des Flach- und Hügellandes. Die Art teilt daher ihren Lebensraum mit der Karausche, welche jedoch in vielen Gewässern konkurrenzschwächer ist als der Giebel und oft nur mehr in Kleingewässern zu finden ist. Im Neusiedler See liegen die letzten Nachweise der Karausche bereits einige Jahre zurück. Etwas häufiger ist noch die **Schleie**

Güster *(Blicca bjoerkna)*

Rotauge *(Rutilus rutilus)*

anzutreffen, die wie die Karausche stark verkrautete Stillwasserbereiche bevorzugt.

Schließlich sind noch zwei Exoten anzuführen: der aus Nordamerika eingeschleppte **Sonnenbarsch** und der aus Asien stammende **Blaubandbärbling**. Letzterer wird nur 8 cm groß, der Sonnenbarsch im Neusiedler See gerade einmal 10–12 cm. Beide ernähren sich, wie auch der Aal, von benthischen Wirbellosen. Detaillierte Nahrungsanalysen konnten aufzeigen, dass sich der Speiseplan dieser Arten dennoch von jenem heimischer benthivorer (also Wirbellose fressender) Arten unterscheidet [23].

Brachsen
(Abramis brama)

Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*)

Karausche (*Carassius carassius*)

Giebel (*Carassius gibelio*)

Zwei sehr ähnliche Arten, die in diesem jungen Altersstadium leicht mit einem Karpfen zu verwechseln sind.

Blaubandbärbling (*Pseudorasbora parva*)

Prägende Faktoren

Fische sind genauso wie andere Organismengruppen den räumlich und zeitlich variierenden Lebensraumbedingungen ausgesetzt. Manche Umweltfaktoren verändern sich in charakteristischer Weise entlang eines Gradienten vom offenen See in Richtung Land. Die Fischgemeinschaft spiegelt das deutlich wider: Mit zunehmender Entfernung vom offenen See nehmen Artenzahl und Individuendichte ab (Abbildung 24). Ausschlaggebend dafür sind die unterschiedliche Struktur der Schilfbestände am windexponierten

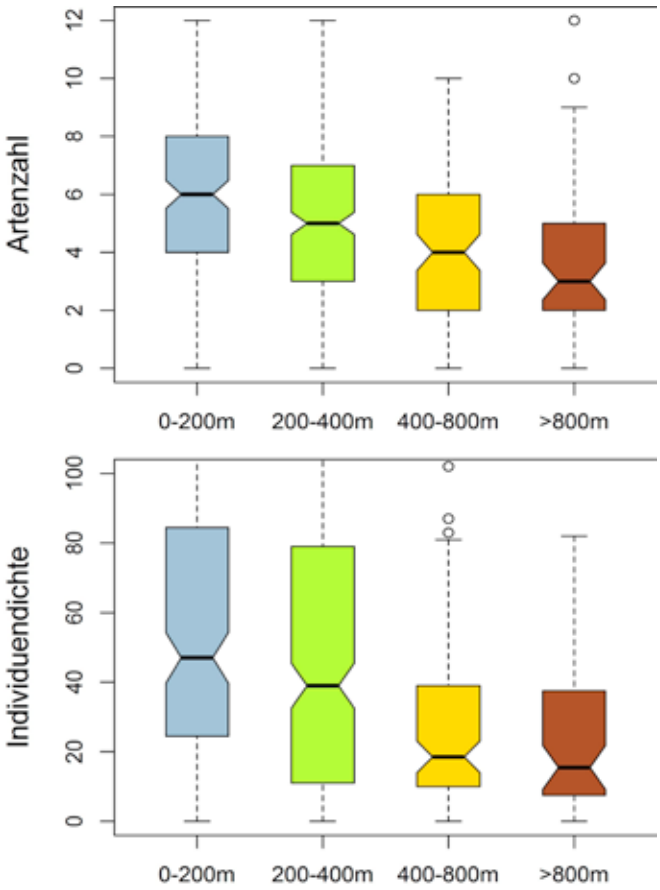


Abbildung 24. Abnahme der Artenzahl und der Individuendichte (Individuen pro 30 m Schilfkante) mit zunehmender Entfernung vom offenen See. Datenbasis: Elektro-Befischungen im Zeitraum 1994–1996 (nach [6]).

Seerand im Vergleich zur Verlandungszone, die Wassertiefe, die unterschiedlichen Lichtverhältnisse (Seetrübe versus Braunwasser) und vor allem die unterschiedliche Sauerstoffversorgung.

Dementsprechend zeichnen sich auch größere und tiefere Rohrlacken durch eine andere Artengemeinschaft aus als enge Kanäle oder verkrautete Blänken. Ein wichtiger Faktor ist auch die Konnektivität von Kanälen und Blänken, welche gemeinsam ein unüberschaubares Labyrinth bilden. Die Frage der Erreichbarkeit eines bestimmten Teillebensraumes im Schilfgürtel ist keineswegs trivial. Nachdem der Wasserstand des Sees infolge von Windeinwirkung auch kurzfristig stark variiert, kann es passieren, dass Fische zwar in Rohrlacken einwandern, diese jedoch bei sinkendem Wasserstand nicht mehr verlassen können. So werden sie mitunter zur leichten Beute von fischfressenden Vögeln, wie z. B. dem Silberreiher, die solche Notsituationen auszunützen wissen [24].

Grundsätzlich bietet der Schilfgürtel aber natürlich eine Vielzahl an Rückzugsmöglichkeiten, die es Fischfressern nicht leicht macht, an ihre Beute heranzukommen. Manche Arten, wie z. B. Sonnenbarsch oder Blaubandbärbling, „stecken" förmlich im dichtesten Schilf. Auch untergetauchte Wasserpflanzen wie der Gewöhnliche Wasserschlauch, das Große Nixenkraut oder die Brackwasser-Armleuchteralge *Chara canescens* bieten Fischen Lebensraum. Bei den umfangreichen Elektro-Befischungen im Schilfgürtel während der 1990er Jahre gal-

ten die dichten Bestände von Armleuchteralgen geradezu als Garant für das Vorkommen von Karauschen und Schleien [6].

Auf Grundlage der zitierten Studie aus den 1990er Jahren lässt sich die unterschiedliche Horizontalverteilung der Fischarten im Schilfgürtel des Neusiedler Sees gut aufzeigen. So wurden manche Arten wie der Wels oder der Zander fast ausschließlich in den äußersten Bereichen des Schilfgürtels im Übergang zum freien See gefangen. Als typische Bewohner des Schilfgürtels erwiesen sich hingegen – neben der bereits erwähnten Karausche und Schleie – die Rotfeder, der Hecht und der Sonnenbarsch. In seenahen Bereichen des Schilfgürtels liegt hingegen der Verbreitungsschwerpunkt des Rotauges (Abbildung 25).

Wie bereits mehrfach betont, sind die Umweltbedingungen im Schilfgürtel des Neusiedler Sees starken zeitlichen Schwankungen unterworfen. Zum Sommer hin, mit steigender Wassertemperatur, kann die Sauerstoffsituation prekär werden. Das lässt sich exemplarisch an der Güster zeigen, einer der häufigsten Weißfischarten des Sees. Die Art laicht im Neusiedler See im Mai am Schilfrand ab. Jungfische fängt man ab Juli vorwiegend in den geschützten Bereichen des inneren Schilfgürtels. Im Spätsommer, wenn der Wasserstand sinkt und in den flacher werdenden Blänken und Kanälen oftmals kritische Sauerstoffkonzentrationen erreicht werden, wandern die Tiere Richtung Schilfrand. Eine ähnliche räumliche Verschiebung im Laufe des Jahres zeigen auch die älteren Altersklassen, welche jedoch generell eher den Schilfrand und – wie aus Netzbefischungen bekannt – das Freiwasser bevorzugen (Abbildung 26).

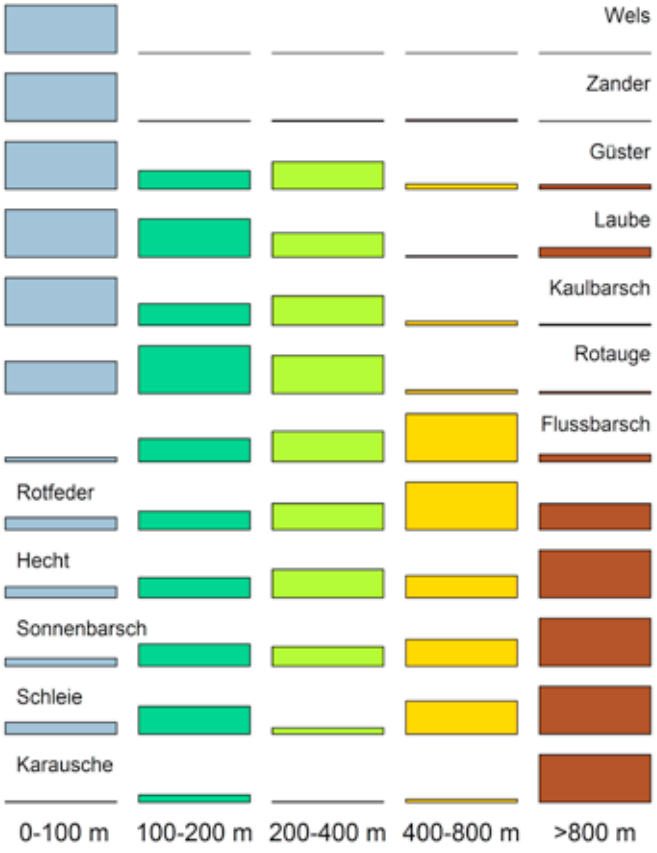


Abbildung 25. Verteilung ausgewählter Fischarten im Schilfgürtel des Neusiedler Sees in Abhängigkeit von der Entfernung zum offenen See. Die Höhe der Balken entspricht dem mittleren relativen Anteil am Gesamtfang bei Elektro-Befischungen im Zeitraum 1994–1996 (nach [6]).

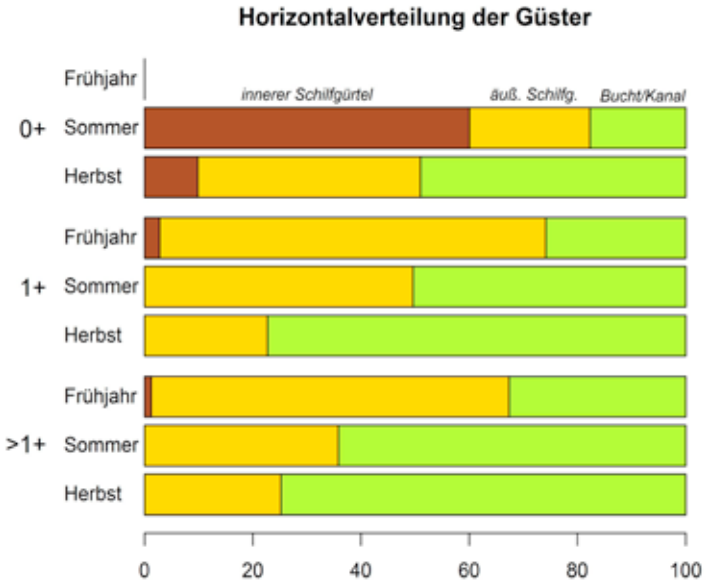


Abbildung 26. Saisonale Verschiebung in der Verbreitung der Güster im Schilfgürtel bei Illmitz, getrennt dargestellt für Jungfische (0+), Einsömmrige (1+) und ältere Tiere (>1+). Datenbasis: Relative Anteile der Individuendichten bei quantitativen Elektro-Befischungen 1994–1996 (nach [6]).

Schutzgut Schlammpeitzger

Unter den weiter oben angeführten Arten des Schilfgürtels wurde eine Art noch nicht hervorgehoben, die eine Besonderheit im Artenspektrum des Neusiedler Sees darstellt: der Schlammpeitzger. Er wird im Anhang II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie angeführt und genießt somit europaweit einen besonderen Schutz. Das hat er auch dringend nötig; durch Flussregulierungen und die Melioration von Sumpf- und Moorgebieten wurde der Lebensraum dieser Art stark eingeengt. Er gilt daher in Österreich als vom Aussterben bedroht [25].

Der Schlammpeitzger wird etwa 20–25 cm groß. Als typischer Vertreter der Familie der Steinbeißer (Cobitidae) weist er einen schlanken, walzenförmigen Körper auf und hat an der Ober- und Unterseite seines Mauls mehrere Barteln, die ihm zur Nahrungssuche dienen. Er ernährt sich also so wie die Mehrheit der Arten des Schilfgürtels von Wirbellosen.

Eine Besonderheit der nachtaktiven Art ist die Fähigkeit zur Darmatmung, die in sauerstoffarmen Gewässern wie Autümpeln und Mooren die Kiemenatmung unterstützt. Dabei wird aus der an der Wasseroberfläche geschluckten Luft im stark durchbluteten Darm der Sauerstoff aufgenommen. Bei Wetterwechsel schwimmt der Schlammpeitzger öfter zur Wasseroberfläche hinauf – ein Verhalten, das ihm den Namen Wetterfisch eingetragen hat.

Der Neusiedler See böte in den sumpfigen Randbereichen, in den Gräben zum Seewinkel und im Hanság einen idealen Lebensraum für den Schlammpeitzger, tatsächlich gibt es immer wieder verstreute Nachweise. Es ist aber davon auszugehen, dass die Art früher weitaus häufiger in der Region anzutreffen war. Im See selbst bzw. im Schilfgürtel wurde sie zuletzt in den 1950er Jahren und danach lange Jahre nicht wieder nachgewiesen. Erst 2011 gelang wieder ein Nachweis im Zuge von Elektro-Befischungen nahe der Wulkamündung. Es ist zu vermuten, dass dieser jüngste Fund das Ergebnis von Besatzmaßnahmen auf ungarischer Seite ist [1].

Schlammpeitzger
(Misgurnus fossilis)

Fischereilich relevante Arten im Schilfgürtel

In den vorangegangenen Kapiteln wurden manche Fischarten erwähnt, welche die meisten Menschen – und oft genug auch Angelfischer – höchstens vom Hörensagen kennen. In der fischereilichen Bewirtschaftung spielen freilich andere Arten eine Rolle: Die „Big Five“ des Neusiedler Sees sind Zander, Hecht, Karpfen, Wels und Aal. Der Aal wird nach wie vor gefangen, die Bestände gehen jedoch seit dem Besatzstopp in den 1990er Jahren zurück.

Zander

Der Zander ist eine räuberische Fischart, die in unseren Breiten in vielen nährstoffreichen, oft trüben Tieflandseen und Augewässern vorkommt. Er laicht im Neusiedler See Ende April / Anfang Mai [6, 8]. Wie bereits erwähnt, bevorzugt der Zander den offenen See und allenfalls die seenahen Bereiche des Schilfgürtels. Zu seinen Beutetieren gehören somit vor allem auch jene Arten, die den Lebensraum mit dem Zander teilen, also Sichling, Güster, Laube und Kaulbarsch, daneben aber Arten des äußeren Schilfgürtels wie Rotauge und Giebel. Der Wechsel von planktivorer zu piscivorer Ernährungsweise dürfte ab einer Totallänge von etwa 5–9 cm erfolgen [8]. Nicht mit dem Zander zu verwechseln ist der Wolgazander, der 2014 erstmals nachgewiesen wurde. Er ist vermutlich über Besatz in den See gelangt.

Wolgazander *(Sander volgensis)*

Zum Wachstum des Zanders liegen erst seit kurzem gesicherte Daten vor. Im Rahmen des Nationalpark-Monitorings wurden aus Tieren unterschiedlicher Größe die so genannten Otolithen (Ohrsteinchen) zur Altersbestimmung herauspräpariert. So wie in der Dendrochronologie das Alter der Bäume anhand der Jahresringe bestimmt werden kann, lässt sich das Alter der Fische anhand von Wachstumsringen in den Otolithen bestimmen. In den beiden letzten Jahren wurden Zander bis etwa 50 cm Totallänge untersucht; sie wiesen ein Alter von ein bis vier Jahren auf. Für den größten im Rahmen des Monitorings gefangenen Zander mit einer Gesamtlänge von 86 cm und einem Gewicht von über 5 kg ist ein Alter von 8–10 Jahren anzunehmen.

Zur Größenverteilung in Abbildung 27 ist anzumerken, dass im Rahmen von Elektro-Befischungen am Schilfrand sicherlich selektiv vor allem kleinere Exemplare gefangen werden. In den Netzen der Berufsfischer ist der Anteil der größeren Zander natürlich höher. Die Verteilung zeigt jedoch, dass es nicht an jungen Zandern mangelt. Die Reproduktion funktioniert offenbar gut.

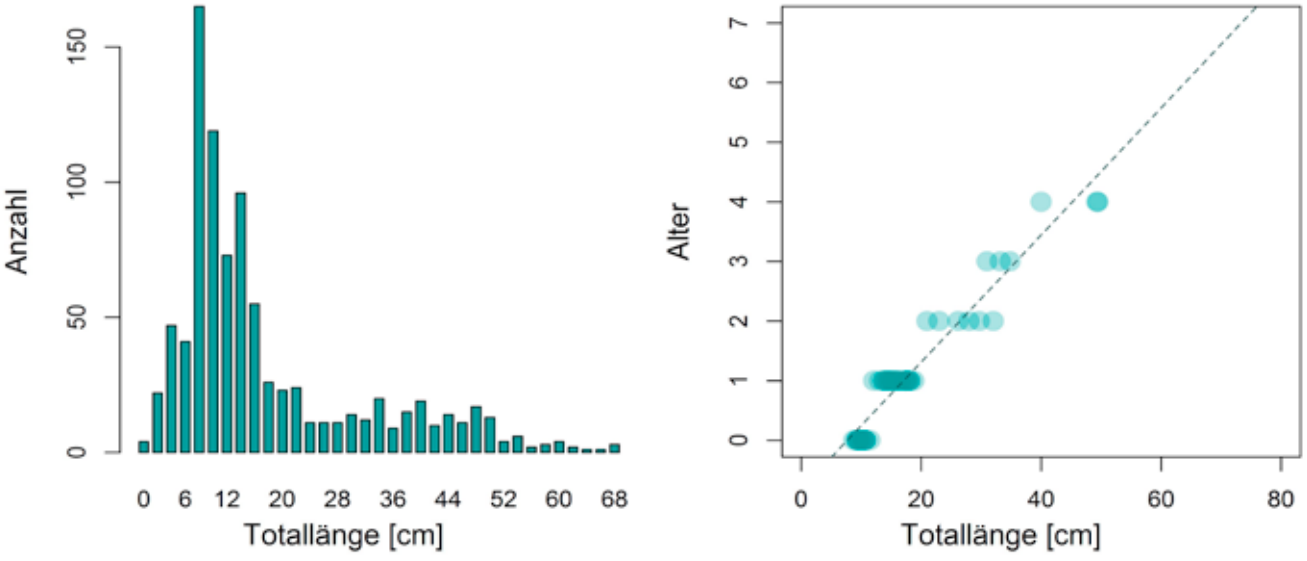


Abbildung 27. Größenverteilung des Zanders bei den Elektro-Befischungen im Rahmen des Nationalpark-Monitorings 1994–2014 (links) und Längen-Alter-Relation des Zanders in den Jahren 2012 und 2013 (rechts).

Karpfen

Karpfen *(Cyprinus carpio)*, langgestreckte Wildform

Der Karpfen wurde bereits in der Antike als Speisefisch geschätzt. Es gibt verschiedene Zuchtformen, die gedrungener und hochrückiger sind als die schlanke, oft prächtig orange gefärbte Wildform, die im Neusiedler See dominiert.

Die Karpfen im Neusiedler See leben teilweise sehr versteckt in schwer zugänglichen Bereichen des Schilfgürtels. Im Rahmen des Nationalpark-Monitorings werden im Zuge der E-Befischungen immer wieder Jungkarpfen bis etwa 10–15 cm neben ausgewachsenen Exemplaren mit 40–60 cm gefangen. Fänge von Tieren mit 20–40 cm gibt es überraschend wenig. Die Größenverteilung unterscheidet sich daher deutlich von jener des Zanders, wo – wie beispielsweise auch bei der Schleie – die jüngeren Altersklassen klar überwiegen (Abbildung 28).

Die größten Exemplare erreichen im Neusiedler See eine Totallänge von 80 cm und mehr als 6 kg (Berufsfischer wissen sicherlich auch von größeren und schwereren Karpfen zu berichten). Wie alt solch große Karpfen sind, kann nur vermutet werden. Nach älteren Untersuchungen [26] erreichen 7-jährige Karpfen eine Länge von rund 60 cm, während sich die „fehlenden" Größenklassen mit 20–40 cm vorwiegend aus 2 und 3-sömmrigen Tieren zusammensetzen [27].

Der Karpfen ernährt sich primär von Wirbellosen, die er mit seinen

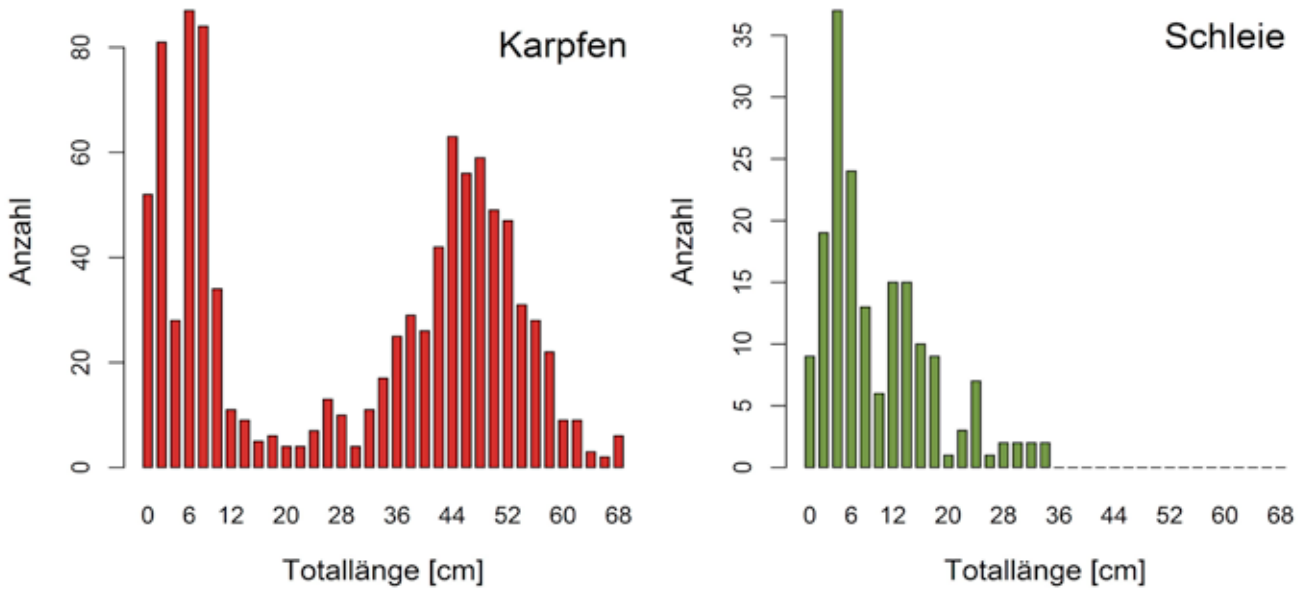


Abbildung 28. Größenverteilung von Karpfen (links) und Schleie (rechts) bei den Elektro-Befischungen im Rahmen des Nationalpark-Monitorings 1994–2014.

Barteln im Schlamm aufspürt. Nach den wenigen Nahrungsanalysen aus früheren Studien zu schließen, sind das vor allem Insektenlarven, Weichtiere und Asseln [6]. Die Artenverteilung der gefressenen Mückenlarven lässt darauf schließen, dass Karpfen nicht nur das Sediment nach Nahrung durchwühlen, sondern auch die wirbellosen Tiere im Schilfaufwuchs fressen. Kleinkrebse dürften hingegen vor allem für Jungkarpfen als Nahrungsquelle dienen. Bei gutem Angebot an Zooplankton können aber auch adulte Fische dieses als Nahrungsquelle nutzen [6, 28]. Im Gegensatz zum Zander ist der Schilfgürtel des Neusiedler Sees für den Karpfen von zentraler Bedeutung – als Laichplatz und Kinderstube ebenso wie für die Ernährung.

Schleie *(Tinca tinca)*

Karpfen *(Cyprinus carpio)*, hochrückige Zuchtform

Hecht

Auch der Hecht ist ein typischer Bewohner des Schilfgürtels. Im Gegensatz zum Zander benötigt dieser optisch orientierte Raubfisch klares Wasser, dass er in den Kanälen und Rohrlacken des Schilfgürtels vorfindet. Der Hecht laicht früher als die meisten Fischarten im Neusiedler See, als optimal wird eine Laichtemperatur von 6–14 °C angegeben [29]. Wie beim Karpfen werden die im Spätwinter und zeitigen Frühjahr überschwemmten Wiesen am Seerand als Laichhabitat genutzt. Bereits Anfang Juni kann man in warmen Jahren junge Hechte mit 10 cm Länge beobachten, gegen Ende Juni haben die am raschesten wachsenden Junghechte eine Länge von bis zu 20 cm, im Herbst (als Einsömmrige) 30–40 cm (Abbildung 29).

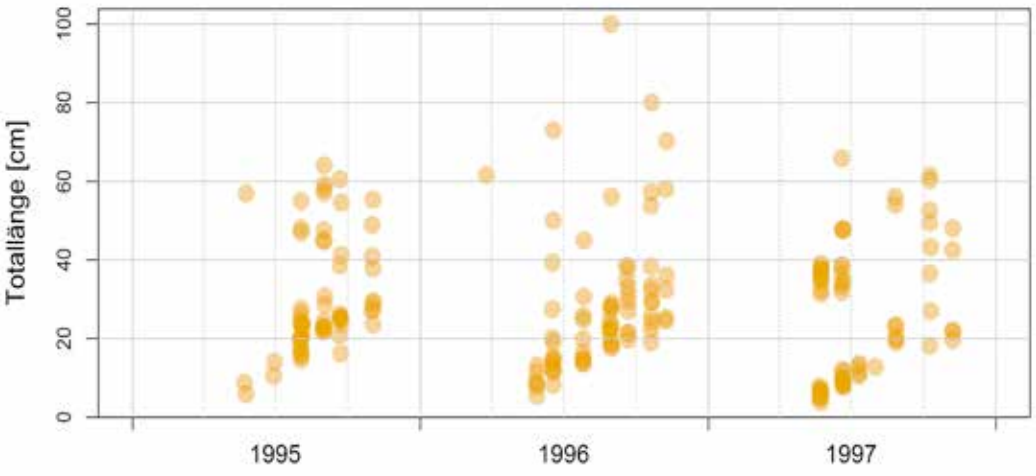


Abbildung 29. Wachstum des Hechts im Neusiedler See in den Jahren 1995–1997 (aus [6], verändert).

Hecht *(Esox lucius)*

Der Hecht geht bereits sehr bald nach dem Schlupf zur räuberischen Lebensweise über. Er ist ein lauernder Jäger, der sich im Dickicht von Unterwasserpflanzen aufhält, um von dort blitzschnell auf seine Beute zuzustoßen. Im Neusiedler See sind Rotfeder, Rotauge und Giebel typische Beutetiere des Hechts.

Wels

Die größte räuberische Fischart des Neusiedler Sees ist der Wels. Die regelmäßigen Fänge von jungen Welsen im laufenden Monitoring des Nationalparks belegen, dass die Reproduktion dieser Art im See gut funktioniert. Die größten Exemplare (bis knapp 1,5 m und mehr als 15 kg) werden tagsüber in tiefen Buchten der äußeren Schilfkante an oft stark exponierten Standorten gefangen, aber auch im Freiwasser, so z. B. im an Wasserpflanzen reichen Südteil des Neusiedler Sees, kommen große Welse vor.

Ähnlich wie beim Zander spielt der Schilfgürtel als Lebensraum für

Wels *(Silurus glanis)*

Wels *(Silurus glanis)*

den Wels eine untergeordnete Rolle, wenngleich der Raubfisch natürlich seine Beutetiere zum Teil von dort bezieht, insbesonders bei niedrigem Wasserstand, wenn diese zunehmend auch in die äußeren Schilfgürtelbereiche und den Freiwasserbereich ausweichen müssen. Seine Beute spürt der Wels mithilfe seiner langen Barteln auf. Das große Maul lässt vermuten, dass der Raubfisch in der Wahl seiner Beutetiere nicht sehr wählerisch ist – vor einem großen Waller sind auch ausgewachsene Giebel mit über 1 kg Gewicht nicht sicher.

Aal

Der Aal galt jahrelang als Brotfisch der Berufsfischer am Neusiedler See. Er wurde etwa ab den 1950er Jahren besetzt, am Höhepunkt der Aalbewirtschaftung in den 1970er Jahren wurden alljährlich bis zu 4,5 Millionen Glasaale in den See entlassen. Sichere Angaben über den Ausfang gibt es nicht, der jährliche Ertrag dürfte zwischen 30 und 200 t gelegen haben [8]. Heute sind die Bestandsdichten und die Ausfänge deutlich geringer – eine Folge des Besatzstopps vor rund 20 Jahren. Dass bis heute Aale gefangen werden, lässt darauf schließen, dass es sehr wohl auch noch in späteren Jahren, wenn auch in geringerem Ausmaß, Aalbesatz gegeben hat.

Das Wachstum des Aals im Neusiedler See galt immer als sehr gut [30], allerdings werden die Tiere nicht sehr groß. Bis vor rund zehn Jahren wurden im Rahmen des Nationalpark-Monitorings ganz überwiegend Aale bis maximal 50 cm gefangen, möglicherweise eine Folge der hohen Bestandsdichten. In den letzten Jahren, bei abnehmenden Dichten, hat jedenfalls die mittlere Größe der Aale zugenommen.

Die Ernährung des Aals wurde in den 1990er Jahren untersucht. Ab einer Gesamtlänge von 50 cm ernährt sich der Aal zunehmend von Fischen, vorwiegend Rotauge, Rotfeder, Güster und jungen Giebeln mit Längen von 5–10 cm. Das Beutespektrum kleinerer Aale umfasst Insekten (Libellenlarven, Käfer etc.), Wasserasseln und Schnecken [8, 31]. Dass die enorm hohen Besatzzahlen nicht ohne Einfluss auf das Ökosystemen des Sees geblieben sind, ist stark zu vermuten, wenngleich eindeutige Indizien fehlen. Das Verschwinden mancher Kleinfischarten wurde jedoch immer wieder auf den Besatz des Aals zurückgeführt [22, 32].

Junger Aal *(Anguilla anguilla)*

Beim sehr niedrigen Wasserstand im Herbst 2003 fiel der Schilfgürtel weitgehend trocken.

Zur Langzeitentwicklung der Fischbestände im Neusiedler See

Der Neusiedler See hat immer wieder dramatische Veränderungen erfahren, die auch die Fischfauna beeinflussten. Ende der 1920er Jahre als der Wasserstand des Sees sehr niedrig war, fror der See in einem langen, kalten Winter fast vollständig bis zum Grund durch und die Fischbestände brachen dramatisch ein. Mit steigendem Wasserstand und mit dem Zuzug von Fischen aus umliegenden Gräben konnten sich die Bestände jedoch wieder erholen. Vom Hecht wird berichtet, dass die Dichten in den überschwemmten Seerandbereichen förmlich „explodierten“ [33].

Fischerboot bei Illmitz

Auch die Ausfänge der Fischer belegen Veränderungen im Laufe des 20. Jahrhunderts. So machte der Anteil von Schleie, Karausche (Giebel?) und Weißfischen in Ungarn in den 1920er Jahren rund ¾ des Gesamtfangs aus. In den 1950er Jahren überwog der Karpfen, in den 1980er und 1990er Jahren der Aal [34].

Innerhalb der letzten paar Jahrzehnte führte die Eutrophierung im Freiwasser des Sees zu Verschiebungen im Zooplankton und in der Folge in der Fischartengemeinschaft. In den letzten ein bis zwei Jahrzehnten konnte hingegen deutlich der Einfluss von Wasserstandsschwankungen auf die Fischfauna dokumentiert werden.

Im Herbst 2003 wurde der niedrigste Wasserstand seit der Regulierung des Sees im Jahr 1965 registriert. Der mittlere Pegel betrug kaum mehr als 115 m ü. A., nachdem nur wenige Jahre zuvor im Jahr 1996 der Höchstwasserstand von 116 m ü. A. gemessen wurde. Die Trocken-

phase am Beginn der 2000er Jahre ließ die Fläche des Schilfgürtels schrumpfen. Im Oktober 2003 lag er weitgehend trocken.

Für die Fischarten des Sees und im Besonderen für die Bewohner des Schilfgürtels führte der niedrige Wasserstand zu einem dramatischen Verlust ihres Lebensraumes. Wie bereits 70 Jahre zuvor konnten sich die Bestände aber nach mehreren niederschlagsreichen Jahren und dem Anstieg des Wasserstandes bis etwa 2008/2009 wieder deutlich erholen. Exemplarisch lässt sich diese Entwicklung anhand der Bestandsdichten des Flussbarsches aufzeigen. Diese Art – wie oben erwähnt ein typischer Vertreter des Schilfgürtels und dichter Wasserpflanzenbestände – wurde Mitte der 1990er Jahre in hohen Dichten gefangen. Mit sinkendem Wasserstand gingen die Fänge zurück und 2003/2004 wurde im Rahmen des Monitorings kein einziger Flussbarsch gefangen. Sobald der Wasserstand angestiegen war und der alte Lebensraum wieder zur Verfügung stand, nahmen auch die Bestände und die Fänge wieder zu (Abbildung 30).

Flussbarsch *(Perca fluviatilis)*

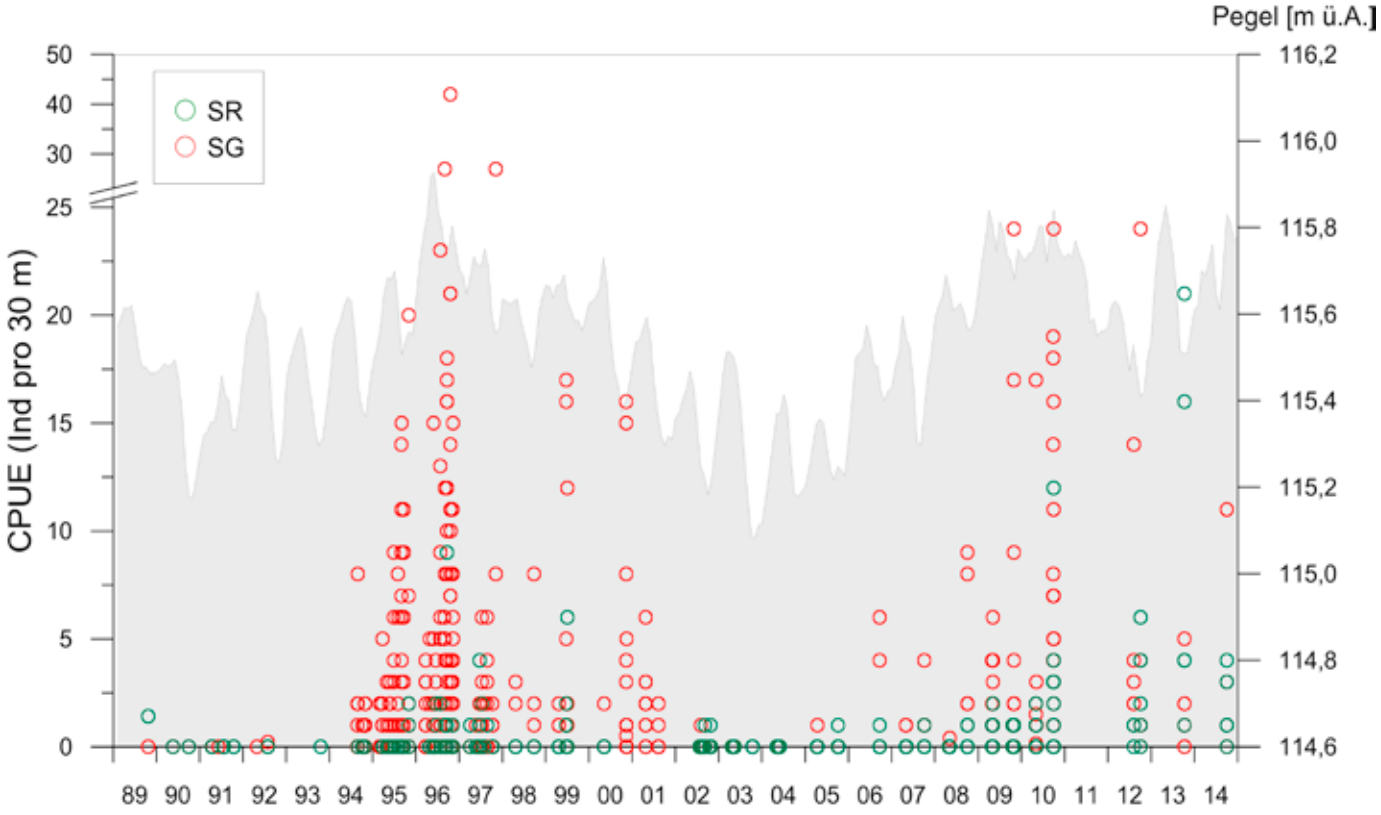
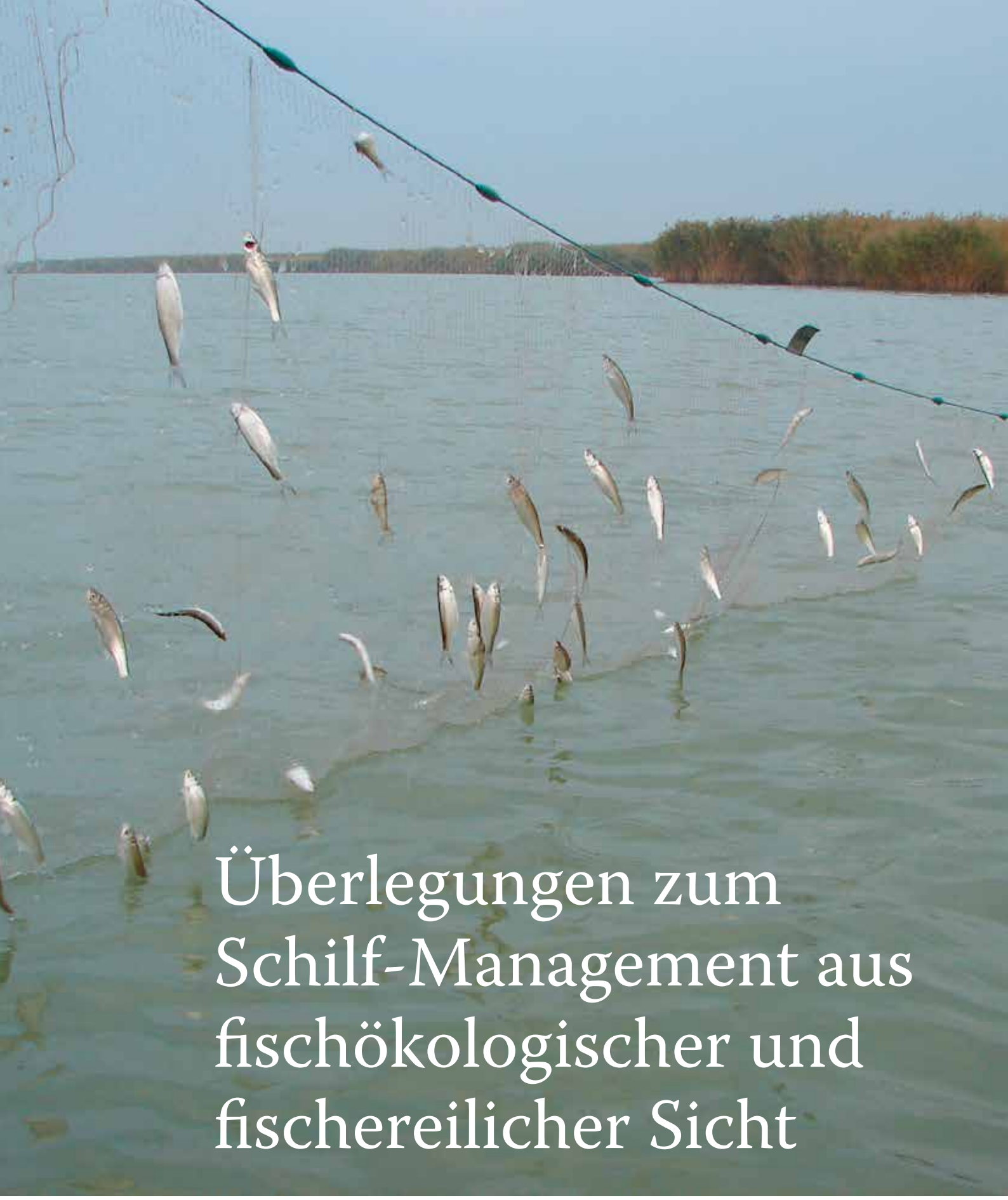


Abbildung 30. Langzeitentwicklung der Bestandsdichten des Flussbarsches am Schilfrand (SR) und im Schilfgürtel (SG) des Neusiedler Sees. Datenquelle: Elektro-Befischungen im Rahmen des Nationalpark-Monitorings und früherer Projekte (Grafik aus [9]) entlang von 30 m-Abschnitten am Schilfrand (Fangzahlen als CPUE „catch per unit effort“).



Überlegungen zum Schilf-Management aus fischökologischer und fischereilicher Sicht

Schilfnutzung – Schilfstruktur

In der vorliegenden Broschüre wurde der Schilfgürtel in erster Linie aus Sicht der aquatischen Lebenswelt betrachtet. Natürlich wird dieser Lebensraum aber auch von anderen Gruppen genutzt: von terrestrischen Wirbellosen, Kleinsäugern, Vögeln – und nicht zuletzt dem Menschen. Schilf wird am Neusiedler See seit langem in Form des Winterschnitts geerntet, manche Areale alljährlich, andere seltener. Im Laufe vieler Jahre hinterließ die Schilfernte deutliche Spuren. Weite Bereiche des rund 180 km² großen Schilfgürtels sind nur sehr schütter bestanden oder weisen offene Wasserflächen auf [1].

Aus ökologischer Sicht ist eine solche Nutzung, die die Schädigung des Schilfs zur Folge hat und in Kauf nimmt, strikt abzulehnen. Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees ist nicht nur für die Vogelwelt, sondern auch für die Fische und Fischnährtiere von zentraler Bedeutung. Durch das Absterben von Schilfpflanzen im inneren Schilfgürtel und die Ausdehnung offener Wasserflächen verringert sich direkt der potenziell besiedelbare Lebensraum für Wirbellose und damit die Nahrungsgrundlage für Fische.

Natürlich ist es nicht das Ziel, einen durchgehend dichten Rohrwald zu schaffen. Der Wasseraustausch mit dem offenen See wäre dann stark eingeschränkt und der Schilfgürtel käme nur mehr für Jungfische oder echte Schilfspezialisten als Lebensraum infrage. Wünschenswert wäre ein Mosaik unterschiedlicher Strukturen. Eine hohe Biodiversität ist am besten mit einer hohen Lebensraumvielfalt zu gewährleisten.

Es ist daher eine nachhaltige Nutzung des Schilfs mit abwechselnder Bewirtschaftung zu fordern, womit unterschiedlich junge Areale und heterogene Lebensraumbedingungen für Algen, Wirbellose und Fische geschaffen werden. In dieser Hinsicht deckt sich die Zielvorstellung aus gewässerökologischer Sicht auch mit der Zielsetzung des Naturschutzes [1, 35].

Schilfkanäle – Gewährleistung eines ausreichenden Wasseraustauschs

Ein anderer Punkt betrifft die Kanäle im Schilfgürtel, von denen manche über die Jahre hinweg stark zugewachsen sind. Vor allem Stichkanäle vom offenen See in Richtung Land sind in den äußersten Bereichen nahe der Schilfkante einer starken Verlandung durch die hier absinkende Seetrübe ausgesetzt. Der Wasseraustausch zwischen Freiwasser und Schilf wird dadurch eingeschränkt.

In den letzten 25 Jahren wurden manche dieser Kanäle „ertüchtigt", das heißt mit speziellen Geräten ausgebaggert. Dadurch wurde es wieder möglich, dass Seewasser auch weiter in den Schilfgürtel transportiert wird. Leider wurde das ausgebaggerte Sediment oft nur links und rechts des Kanals wie ein Längswall aufgeschüttet, was in Hinblick auf die Konnektivität von Freiwasser und Schilfgürtel kontraproduktiv war.

Ziel einer Ertüchtigung von Kanälen muss es sein, einen flächigen Eintrag und Austrag von Nährstoffen, Seetrübe und Sauerstoff zu ermöglichen. Nur wenn dieser regelmäßige Austausch gewährleistet ist, kann der Schilfgürtel seine wichtige Funktion zur Aufrechterhaltung der Wasserqualität des Sees erfüllen [5]. Daneben kommt der Eintrag von sauerstoffreichem Seewasser in den Schilfgürtel planktischen wie benthischen Wirbellosen und Algen und natürlich auch den Fischen zugute. Nicht zuletzt können Fische die erweiterten Kanäle als Wanderkorridor nutzen.

Die Bedeutung von Wasserstandsschwankungen

Der vielleicht wichtigste Punkt betrifft weniger die Schilfstrukturen als den Wasserstand des Sees. In trockenen Jahren geht ein Großteil des Lebensraums für benthische Wirbellose und Fische verloren. Die Befischungen im Rahmen des Nationalpark-Monitorings belegen jedoch, dass sich der Fischbestand nach solch kritischen Phasen mit steigendem Wasserstand rasch wieder erholt. Auch wenn wir über keine Langzeitdaten bei den Algen und Wirbellosen verfügen, so ist doch davon auszugehen, dass auch diese Gruppen gut an die wechselnden Wasserstandsverhältnisse angepasst sind und den Schilfgürtel aus dem Seewinkel oder vom offenen See her wiederbesiedeln können. Auf lange Sicht gesehen, haben daher weder die Wasserstandsschwankungen an sich noch extreme hydrologische Zustände negative Auswirkungen auf die Gewässerökologie.

Gerade das Gegenteil, also eine Einschränkung der Variabilität, kann sich jedoch sehr wohl nachteilig auswirken. Es werden dadurch stabile, um nicht zu sagen: starre Verhältnisse geschaffen, die bestimmten Tier- und Pflanzengruppen Vorteile bringen, andere jedoch zurückdrängen. Auch hier gilt: Eine hohe zeitliche Variabilität und damit Vielfalt an Umweltbedingungen ist am besten geeignet, um eine hohe Biodiversität zu erhalten.

Es ist daher essenziell, Hoch- und Tiefstände in der Wasserstandsentwicklung zuzulassen. Hohe Pegelstände ermöglichen die Ausdehnung des Sees bis in äußerste Randbereiche und vorseeische Wiesen, welche von aquatischen und (semi)terrestrischen Arten genutzt werden können. Für Fische sind diese flachen Randbereiche im Frühjahr zur Laichzeit und im Sommer als Rückzugsort für Jungfische von Bedeutung.

Dass auch die Tiefstände aus limnologischer Sicht wichtig sind, mag auf den ersten Blick weniger einleuchten. Die Einengung des aquatischen Lebens auf einen schmalen Randbereich zwischen offenem See und Schilfgürtel ist natürlich für jene Arten, die an das Leben in den Blänken und Kanälen angepasst sind, kritisch. Arten des Freiwassers profitieren aber von dem verbesserten Nahrungsangebot.

Der Wechsel von hohen und tiefen Wasserständen führt so zu wechselnden Umweltbedingungen, welche einmal diesen, dann wieder den anderen Arten Vorteile verschaffen. Langfristig gesehen, können alle davon profitieren.

Fischökologie *versus* Fischerei

Die Überlegungen zum Schilfmanagement aus gewässerökologischer Sicht sind selbstverständlich auch für die Fischereiwirtschaft relevant. Karpfen und Hecht, aber auch fischereilich weniger bedeutsame Arten wie die Schleie, werden von der Ertüchtigung der Kanäle und einem verstärkten Wasseraustausch profitieren, sei es direkt durch verbesserte Wandermöglichkeiten, sei es indirekt durch die För-

derung von wirbellosen Tieren als ihre Nahrungsgrundlage.

Zander und Wels hingegen können das verbesserte Nahrungsangebot nutzen, wenn die Fischarten des Schilfgürtels bei niedrigem Wasserstand Richtung See drängen. Sie profitieren aber natürlich auch von einer erfolgreichen Reproduktion von Rotfeder, Rotauge und Güster bei höheren Wasserständen.

Was den Karpfen betrifft, so ist davon auszugehen, dass sich hohe Wasserstände positiv auf die Reproduktion dieser Art auswirken. Wie kurzfristig die schwankenden Verhältnisse im Schilfgürtel in der Populationsentwicklung des Zanders – und damit im Ausfang der Berufsfischer – spürbar werden, ist hingegen weniger klar. Hier ist noch einiges an Forschungsarbeit zu leisten.

Resümee

Am Beginn der Studie der vorliegenden Broschüre stand die Frage, inwieweit der Schilfgürtel des Neusiedler Sees von Algen und Wirbellosen besiedelt wird und ob diese eine ausreichende Nahrungsgrundlage für Fische im Schilfgürtel darstellen. Aus den fischökologischen Untersuchungen der 1990er Jahre wissen wir, dass die Fischbestände in den inneren Bereichen des Schilfgürtels deutlich geringer sind als am Schilfrand. Dennoch werden auch die isolierten Areale – zu unterschiedlichen Zeiten in unterschiedlichem Ausmaß – von Jungfischen wie Adulttieren genutzt.

Die Aufnahmen der Algen und wirbellosen Tiere in der Illmitzer Bucht und im Schilfgürtel belegen, dass auch die abgeschiedensten Bereiche des Sees als Lebensraum für aquatische Pflanzen und Tiere genutzt werden. Entlang der Probenstellen vom offenen See in Richtung Land war bei den Untersuchungen im Jahr 2014 weder eine Verarmung der Biozönose noch eine Abnahme der Individuendichten festzustellen (Abbildung 31). Dies lässt einen ersten vorsichtigen Schluss zu, dass ein Mangel an Nahrung offenbar nicht der entscheidende Faktor für die geringen Fischdichten in den inneren Bereichen des Schilfgürtels ist.

Freilich gibt die aktuelle Studie nur einen ersten Einblick. Wie betont fehlen Aufnahmen vom Spätsommer, Herbst und Winter. Die Probenahmen waren auch auf ein überschaubares Areal in der Nähe der Biologischen Station Illmitz beschränkt, und die Verhältnisse am Westufer – beispielsweise in dem sehr breiten Abschnitts des Schilfgürtels auf Höhe von Purbach – sind sicherlich nur eingeschränkt mit jenen am Ostufer vergleichbar. Wir wissen auch noch wenig über einige limnologische Prozesse, welche weiter oben erwähnt wurden, so z. B. die Austauschvorgänge zwischen offenem See und Schilfgürtel, also die Verteilung, Ablagerung und Erosion von Schwebstoffen und damit einhergehend die Deposition und Rücklösung von Nährstoffen. Schließlich besteht auch hinsichtlich der Wanderungen der Fische ein großes Fragezeichen. Befischungen sind punktuelle Aufnahmen, die nur bei ausreichend hoher räumlicher Dichte und zeitlicher Frequenz ein

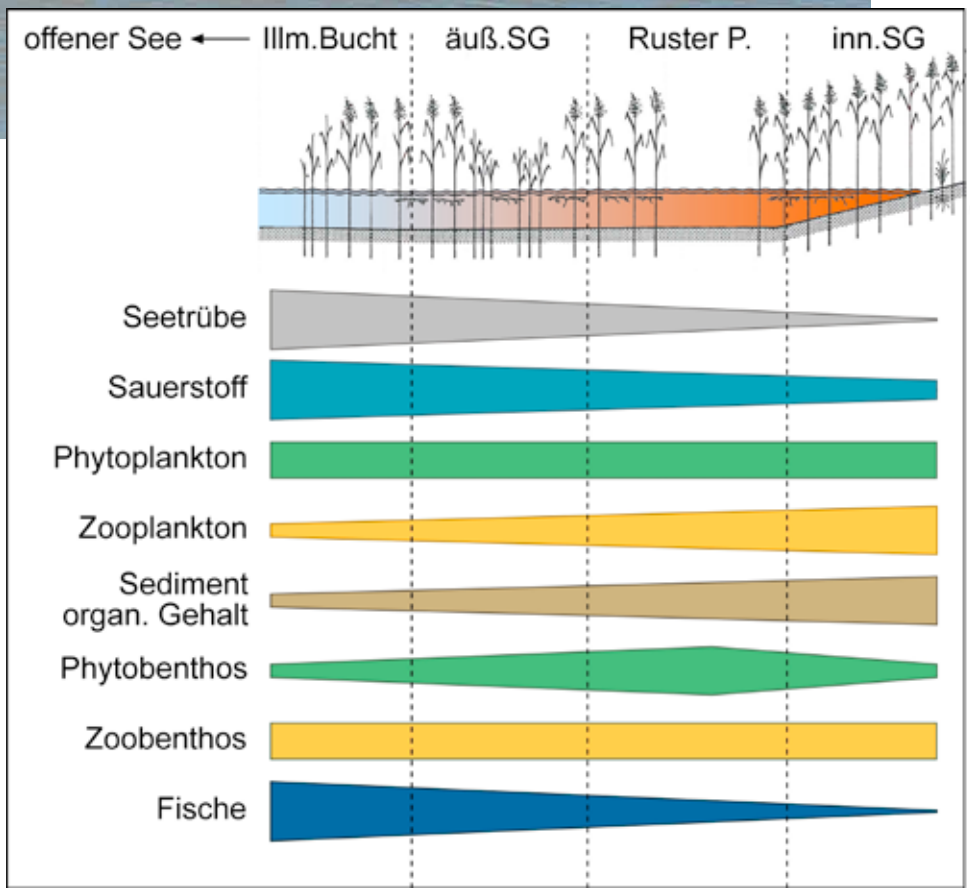


Abbildung 31. Räumliche Veränderungen der Seetrübe, des Sauerstoffgehalts , der Sedimentqualität und der Dichte und Biomasse der wichtigsten aquatischen Lebensgemeinschaften im Schilfgürtel des Neusiedler Sees (Frühjahr und Sommer 2014) von der Illmitzer Bucht über den äußeren Schilfgürtel und den Ruster Poschn zu den landseitigen Bereichen des inneren Schilfgürtels.

grobes Bild von saisonalen Wanderungen vermitteln können. Unser Wissen dazu beruht auf den umfangreichen Erhebungen von Mitte der 1990er Jahre.

Dennoch – die Ergebnisse der Studie sind von großem Wert für eine ökologische Beurteilung des Schilfgürtels als Lebensraum für die aquatischen Lebensgemeinschaften des Neusiedler Sees sowie eine Abschätzung zur Bedeutung der Algen und Wirbellosen als Nahrungsgrundlage für die Fische dieses einzigartigen Ökosystems. Es bleibt zu hoffen, dass damit ein Anfang für weitere Untersuchungen gesetzt ist. An naturschutzfachlichen, ökologischen und fischereilichen Fragen mangelt es nicht.

Ansprechpartner im Burgenland

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

Naturschutzbund Burgenland
Esterhazystraße 15, 7000 Eisenstadt
www.naturschutzbund-burgenland.at
Dr. Klaus Michalek
Telefon: 0664 8453047,
E-Mail: klaus.michalek@aon.at

Amt der Burgenländischen Landesregierung
Abteilung 5 - Hauptreferat für Natur- und Umweltschutz
Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt. Referatsleiter: Mag. Anton Koo
Telefon: 057-600/2810, E-Mail: post.abteilung5@bgld.gv.at

Impressum: „Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees: Lebensraum für Kleinlebewesen und Fische". „Neusiedler See Fischerei – Nahrungsgrundlagen". Gefördert aus Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums Schwerpunkt 3, Maßnahme 323a- Erhaltung und Verbesserung des ländlichen Erbes - Naturschutz. **Projektträger, Eigentümer, Herausgeber und Bezugsquelle:** Naturschutzbund Burgenland, Esterhazystraße 15, 7000 Eisenstadt, www.naturschutzbund-burgenland.at. **Projektverantwortlichkeit:** Dr. Klaus Michalek. **Fotos:** Alle Fotos Georg Wolfram & Monika Großschartner außer: Abb. 4, 5, 7, 8: Harald Krisa; Abb. 6: Jan Trübsbach (www.planktonforum.eu); S. 21 li.u.: Judith Römer; S. 21 li.o: Andreas Meybohm (www.planktonforum.eu); S. 30: Daša Hlúbiková; S. 36 m.: Roland Krammer; S. 41: Georg Fürnweger; S. 42: Thomas Spindler; S. 22 u., S. 23 o.+li.u., S. 26, S. 32, S. 33, S. 34: Michael Plewka (http://www.plingfactory.de); S. 36 u.: Olaf Nies; S. 37 o.li.: Algirdas, S. 37 re.m.u.: H. Krisp; S. 37 re.u.: Seotaro. Die Fotorechte bleiben bei den Autoren, Verwendung der Fotos aus Wikipedia und Planktonforum nach Wikipedia Commons bzw. http://creativecommons.org. **Text:** Mag. Dr. Georg Wolfram, Mag. Dr. Monika Großschartner, Mag. Dr. Harald Krisa – unter der Mitarbeit von: DI Georg Fürnweger, Mag. Philipp Wenzl, DI Wolfram Stockinger, Dr. Daša Hlúbiková, Ing. Silvia Hintermaier. **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: 978-3-902632-36-4

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.

[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, G., K.P. Zulka, R. Albert, J. Danihelka, E. Eder, W. Fröhlich, T. Holzer, W.E. Holzinger, H.-J. Huber, I. Korner, A. Lang, K. Mazzucco, N. Milasowszky, I. Oberleitner, W. Rabitsch, N. Sauberer, M. Schagerl, B.C. Schlick-Steiner, F.M. Steiner, & K.-H. Steiner, (2006):** Salzlebensräume in Österreich. Wien: Umweltbundesamt.

[4] **Kubu, G., (2010):** Grundlagen und Ergebnisse der Experten zur Neufassung der Wehrbetriebsordnung für die Wehranlage Mekszikópuszta am Rand des Neusiedler Sees, Studie i.A. des Amts der Bgld. Landesregierung: Wien - Eisenstadt. p. 6.

[5] **Wolfram, G. & A. Herzig (2013):** Nährstoffbilanz Neusiedler See. Wiener Mitteilungen. 228: p. 317-338.

[6] **Wolfram, G., E. Mikschi, A. Wolfram-Wais, & A. Hain, (2001):** Fischökologische Untersuchung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees, Studie i.A. des Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel: Wien. p. 174.

[7] **Kusel-Fetzmann, E. (2002):** Die Euglenophytenflora des Neusiedler Sees (Burgenland, Österreich). Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich. 32: p. 1-115.

[8] **Herzig, A., E. Mikschi, B. Auer, A. Hain, A. Wais, & G. Wolfram (1994)**: Fischbiologische Untersuchung des Neusiedler See. BFB-Bericht. 82: p. 1-125.

[9] **Wolfram, G., E. Sigmund, & E. Mikschi, (2013):** Fischökologisches Monitoring Neusiedler See 2012, Studie i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel: Wien. p. 32.

[10] **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.

[11] **Herzig, A. (1995):** *Leptodora kindti:* efficient predator and preferred prey item in Neusiedler See, Austria. Hydrobiologia. 307: p. 273-282.

[12] **Herzig, A. (1980):** Ten years quantitative data on a population of *Rhinoglena fertoensis* (Brachionidae, Monogononta). Hydrobiologia. 73: p. 161-167.

[13] **Leitner, C. (1990):** Einfluß von Turbulenz und Trübe auf Diaphanosoma mongolianum. BFB-Bericht. 74: p. 83-95.

[14] **Kusel-Fetzmann, E., (1979):** The algal vegetation of Neusiedlersee, 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. 171-202.

[15] **Tschermak-Woess, E. (1972):** Über die Haptophycee *Sarcinochrysis granifera* aus dem Neusiedlersee. Österr. Bot. Z. 121: p. 235-255.

[16] **Schiemer, F. (1978):** Verteilung und Systematik der freilebenden Nematoden des Neusiedlersees. Hydrobiologia. 58(2): p. 167-194.

[17] **Wolfram, G. (1996):** Distribution and production of chironomids (Diptera: Chironomidae) in a shallow, alkaline lake (Neusiedler See, Austria). Hydrobiologia. 318(1-2): p. 103-115.

[18] **Wolfram, G., (1993):** Untersuchung der benthischen Lebensgemeinschaft des Neusiedler Sees, Dipl.arb. Univ. Wien. p. 99.

[19] **Lindegaard, C. (1989):** A review of secondary production of zoobenthos in freshwater ecosystems with special reference to Chironomidae (Diptera). Acta Biol. Debr. Oecol. Hung. 3: p. 231-240.

[20] **Schiemer, F., (1979):** The benthic community 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. 337-384.

[21] **Salbrechter, M., (2001):** Die quantitative Beschreibung der Oligochaetenbiozönose im Benthos des Neusiedler Sees, Universität Wien: Wien.

[22] **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.

[23] **Wolfram-Wais, A., G. Wolfram, B. Auer, E. Mikschi, & A. Hain (1999):** Feeding habits of two introduced fish species (*Lepomis gibbosus, Pseudorasbora parva*) in Neusiedler See (Austria), with special reference to chironomid larvae (Diptera: Chironomidae). Hydrobiologia. 408/409: p. 123-129.

[24] **Nemeth, E., G. Wolfram, P. Grubbauer, M. Rössler, A. Schuster, E. Mikschi, & A. Herzig, (2003):** Interaction between fish and colonial wading birds within reed beds of Lake Neusiedl, Austria, in Interactions between fish and birds: implications for management, I. Cowx, Editor, Blackwell Science. p. 139-150.

[25] **Wolfram, G. & E. Mikschi, (2007):** Rote Liste der Fische (Pisces) Österreichs, in Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs, Teil 2: Kriechtiere, Lurche, Fische, Nachtfalter, Weichtiere, U.u.W. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Editor, Böhlau Verlag: Wien - Köln - Weimar. p. 515.

[26] **Unterüberbacher, H., (1958):** Über Wachstum und Lebensweise des Karpfens im Neusiedler See, Diss. Univ. Wien. p. 89.

[27] **Waidbacher, H. (1985):** Fischereibiologische Untersuchungen am Neusiedler See unter besonderer Berücksichtigung des Aales. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland. 72: p. 469-525.

[28] **Lammens, E. & W. Hoogenboezem, (1991):** Diets and feeding behaviour, in Cyprinid Fishes. Systematics, biology and exploitation, I.J. Winfield and J.S. Nelson, Editors, Chapman & Hall: London.

[29] **Craig, J.F. (ed.), (1996):** Pike. Biology and exploitation. Chapman & Hall, London.

[30] **Hacker, R., (1979):** Fishes and fisheries in Neusiedlersee, 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. 423-438.

[31] **Waidbacher, H., (1984):** Fischereibiologische Untersuchungen am Neusiedler See unter besonderer Berücksichtigung des Aales, Diss. Univ. Wien. p. 117.

[32] **Herzig-Straschil, B. (1989):** Die Entwicklung der Fischfauna des Neusiedler Sees. Vogelschutz in Österreich. 3: p. 19-22.

[33] **Varga, L. (1932):** Katastrophen der Biozönosen des Fertö. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 19: p. 189-294.

[34] **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 Fertö according to the literature data and our investigations (2003-2008)]. Pisces Hungarici. 3: p. 65-82.

[35] **Nemeth, E., M. Dvorak, T. Knoll, B. Kohler, S. Mühlbacher & F. Werba (2014):** Managementplan für den Neusiedler See als Teil des Europaschutzgebiets Neusiedler See - Nordöstliches Leithagebirge. Studie im Auftrag des Vereins BERTA (Burgenländische Einrichtung zur Realisierung Technischer Agrarprojekte), BirdLife Österreich, Wien, 245 pp.

ISBN: 978-3-902632-36-4