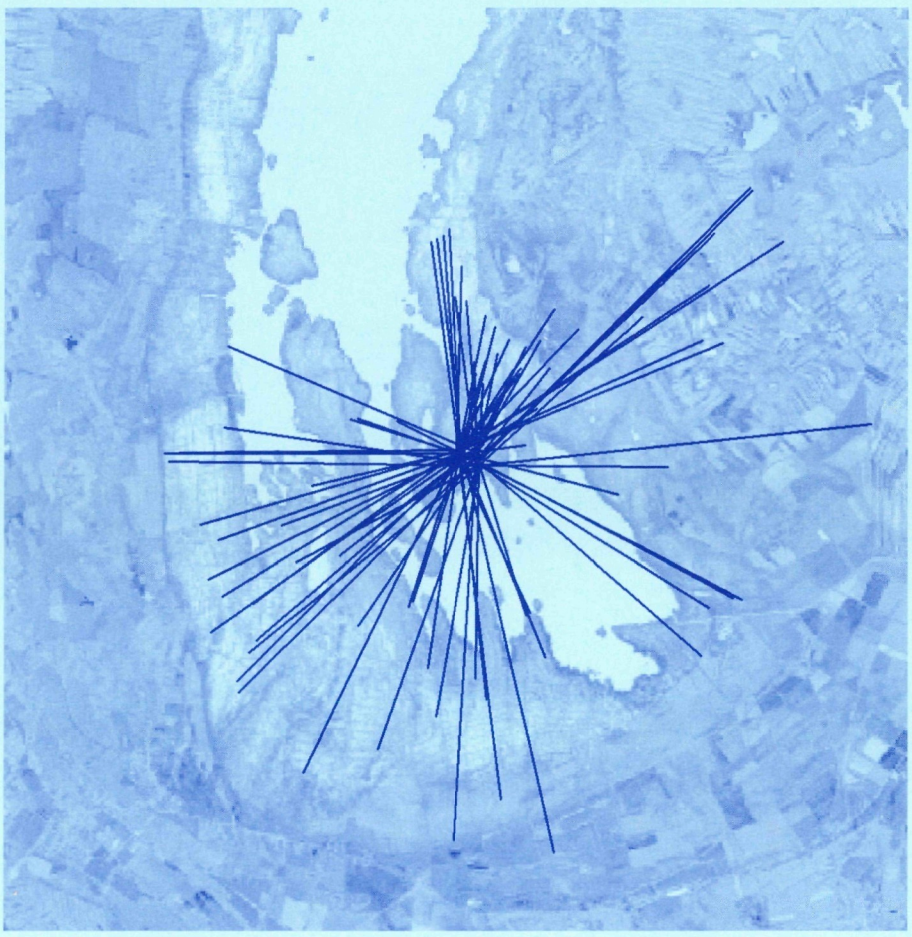
© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BIOLOGISCHE STATION NEUSIEDLER SEE
BIOLOGISCHES FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BURGENLAND

BFB - Bericht 92

E. Nemeth, P. Grubbauer, M. Rössler & A. Schuster

Ökologische Untersuchungen an den Reihern und Löfflern des Neusiedler See - Gebietes



Illmitz 2004

ISSN 0257-3105

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BIOLOGISCHE STATION NEUSIEDLER SEE
BIOLOGISCHES FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BURGENLAND

BFB-Bericht 92

E. Nemeth, P. Grubbauer, M. Rössler & A. Schuster

Ökologische Untersuchungen an den Reihern und Löfflern des Neusiedler See - Gebietes

Habitatwahl, Nahrungsökologie, Bruterfolg, Populationsentwicklung und Schutz der in Kolonien brütenden Schreitvögel

Illmitz 2004

ISSN 0257-3105

Titelbild: Nahrungsflüge der Silberreiher aus der Kolonie auf der großen Schilfinsel im Jahr 2000.

Eigentümer, Herausgeber, Verleger:
Biologisches Forschungsinstitut Burgenland, A - 7142 Illmitz
Schriftleitung: Univ. Prof. Dr. A. Herzig
Layout: Ing. F. Rauchwarter
Druck: Doncsecs, Pinkafeld
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor.
Für den Inhalt ist der Autor verantwortlich.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1. Einleitung 4

2. Methoden 5

3. Ergebnisse und Diskussion 6
   3.1 Bestandsentwicklung 1998-2001 6
   3.2 Habitatwahl des Silberreihers 8
   3.3 Vergleich der Habitatwahl von Silber-, Purpur-, Graureiher und Löffler 12
   3.4 Reiher und Fische - der Schilfgürtel als Fischfalle 14
   3.5 Bruterfolg der Silberreiher 16
   3.6 Populationsentwicklung des Silberreihers 17

4. Diskussion aus der Sicht des Arten- und Naturschutzes 19

5. Danksagung 20

6. Literaturverzeichnis 21

Vorwort

Der Bericht stellt Ergebnisse des Nationalpark-Projektes "Ökologie und Nahrungswahl in Kolonien brütender Reiherarten" dar. Er ist so gegliedert, dass den einzelnen Abschnitten mit unterschiedlichen Ergebnissen ein allgemeiner Methodenteil vorangestellt ist. Zusätzliche Methoden werden in den jeweiligen Kapiteln vorgestellt. Die Resultate werden in den einzelnen Kapiteln diskutiert, während sich der Abschnitt "Schlussfolgerungen für den Arten- und Naturschutz" um die Zusammenschau aller Ergebnisse aus der Sicht des Vogelschutzes bemüht. Der Löffler als "Nicht-Reiher" war ursprünglich nicht Ziel dieser Studie. Wir hatten jedoch die Möglichkeit, wichtige Daten zu dieser gefährdeten Art zu erheben und erweiterten daher unsere Untersuchung auf alle in Kolonien brütenden Schreitvögel.

Erwin Nemeth

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BFB-Bericht 92
Biologische **F**orschung **B**urgenland, Illmitz 2004

Ökologie der Reiher und Löffler des Neusiedler See - Gebietes

Habitatwahl, Nahrungsökologie, Bruterfolg, Populationsentwicklung und Schutz der in Kolonien brütenden Schreitvögel

E. Nemeth, P. Grubbauer, M. Rössler & A. Schuster

Konrad Lorenz Institut für Vergleichende Verhaltensforschung, Savoyenstraße 1a, A-1160 Wien.

Kurzfassung: Die Bestände der in Kolonien brütenden Schreitvögel des Neusiedler See – Gebietes, vor allem die Vorkommen des Silberreihers (*Ardea alba*), des Purpurreihers (*Ardea purpurea*) und des Löfflers (*Platalea leucorodia*), sind von herausragender internationaler Bedeutung. Das Ziel unserer drei-jährigen Untersuchung war es, die ökologischen Ansprüche dieser Arten zu erfassen und so wichtige Voraussetzungen für den zukünftigen Schutz zu schaffen. Dabei stand die hier häufigste Art, der Silberreiher (ca. 600-700 Brutpaare), im Mittelpunkt; von dieser Art wurde neben der Nutzung des Lebensraumes auch der Bruterfolg erfasst. Unsere Ergebnisse zeigen, dass während der Brutsaison für Reiher und Löffler der Schilfgürtel das am häufigsten genutzte Nahrungsgebiet ist. Fische sind die Hauptnahrung aller untersuchten Schreitvögel, Reiher und Löffler fressen pro Jahr ca. 12 % des gesamten Fischbestandes des Schilfgürtels. Da sie meist nicht kommerziell genutzte Arten jagen, kann ein nennenswerter Einfluss auf die Erwerbsfischerei ausgeschlossen werden. Der Bruterfolg der Silberreiher in den Jahren 1998-2000 lag mit durchschnittlich 1,3 Jungen pro angefangenem Nest etwa so hoch wie bei anderen Standorten mit stabilen Populationen; das zeigt, dass der in den letzten Jahren stark zugenommene Bestand des Silberreihers noch immer ausreichend Nahrung für seine Jungen findet. Neben diesem erfreulichen Ergebnis geben unsere Daten auch Anlass zur Sorge. Der Schilfgürtel, der für Reiher und Löffler, sowohl das Nist- als auch das zentrale Nahrungshabitat ist, ist schnellen Veränderungsprozessen unterworfen. Schilfsterben im zentralen Schilfgürtel und Verlandung am Rand des Röhrichts stellen auf lange Sicht eine Bedrohung für das gesamte Ökosystem dar. Wir diskutieren mögliche Maßnahmen, die diese Prozesse zumindest verlangsamen können.

Abstract: The populations of several colonial waterbird species (Great White Egret, *Ardea alba*, Purple Heron, *Ardea purpurea* and Spoonbill *Platalea leucorodia)* at Neusiedler See are of international importance for bird conservation. The main aim of our three-year investigation was to study the ecology of the egrets to determine important factors for their conservation. The main species under investigation was the Great White Egret (*Ardea alba*). Our analyses show that fish of open water areas within the reed belt of Neusiedler See are the main type of prey during the breeding season. The impact of fish-eating birds on the fish population is estimated. Piscivorous birds eat about 12% of total standing stock within the reed belt. Competition between fish-eating birds and commercial fisheries is considered to be negligible. Reproductive success in Great White Egrets was on average 1.3 young per started nest, a value probably high enough to maintaine at present a high population size (600-700 breeding pairs). However, though the current situation of the wetland seems to be favourable for piscivorous waterbirds, long-term changes in the whole ecosystem give reasons for concern. The die back of *Phragmites* in the central parts of the reed beds and the silting up at the edges of the reed areas are threats to the whole wetland. We discuss possible management measures to counteract these processes.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1. Einleitung

Reiher sind wichtige Indikatoren für den ökologischen Gesamtzustand eines Feuchtgebietes (Hafner & Fasola, 1992; Kushlan, 1993). Ihre Körpergröße, ihr Vorkommen in Kolonien und ihre oft sehr spezialisierte Lebensweise am Ende einer Nahrungskette machen sie empfindlich gegenüber direkten Störungen und negativen Umwelteinflüssen. Der Vogelschutz am Neusiedler See bemühte sich von Beginn an um die Bewahrung der in Kolonien brütenden Schreitvögel (Schenk, 1918; Seitz, 1937; König, 1939; Dick et al., 1994; Grüll, 1994; Festetics & Leisler, 1999). Seit 1981 wurden die Bestandszahlen der in Kolonien brütenden Reiher und Löffler regelmäßig von einem Flugzeug aus erfasst (Grüll, 1994); diese Zeitreihe der Bestandszahlen und die anscheinend unterschiedliche Bestandsentwicklung von Purpur- und Silberreiher bildeten den Ausgangspunkt des vorliegenden Projektes. Während sich der Brutbestand des Silberreihers am Neusiedler See von ca. 200 Paaren Anfang der 1980er Jahre auf über 600 Brutpaare Ende der neunziger Jahre mehr als verdreifachte (Grüll & Ranner, 1998), schien der Bestand des Purpurreihers mit ca. 80-100 Brutpaaren in den neunziger Jahren auf einem - verglichen zu den siebziger Jahren - niedrigen Niveau zu stagnieren (Abb. 1). Daher war es naheliegend zu fragen, welche Bedingungen zu einer solch divergenten Entwicklung führen können.

Um es vorwegzunehmen: Schon im ersten Untersuchungsjahr konnten wir den vermeintlichen Gegensatz in der Bestandsentwicklung des Purpur- und Silberreihers weitgehend klären. Durch mehrmalige und genaue Zählungen entdeckten wir, dass der Brutbestand des Purpurreihers im Jahr 1998 dreimal so hoch war, wie in den Jahren zuvor angenommen (280 statt 90 Brutpaare)! Damit sind die früheren Zählungen seit 1986 kaum mehr zu interpretieren; mittlerweile halten wir es für möglich, dass in diesem Zeitraum parallel zu den Silberreihern auch die Zahl der brütenden Purpurreiher angestiegen ist.

Damit hatte sich die Forschungsrichtung des Projektes verändert: Wichtig wurde die Frage, welche Faktoren das Wachstum der Silberreiherpopulation und vielleicht auch anderer Schreitvogelbestände hervorgerufen haben.

Grundsätzlich wird die Bestandsentwicklung einer Art durch Änderungen in der Natalität, Mortalität, Emigration oder Immigration gesteuert. Für das Wachstum der Reiherpopulationen kommen z. B. geringere Mortalität im Winter durch wärmeres Klima, andere Zugrouten und Überwinterungsstrategien (Grüll, 1998), oder Immigration in Frage. Es lag nicht im Bereich unserer Möglichkeiten, diese zum Teil großräumig ablaufenden Prozesse zu untersuchen. Wir konzentrierten uns auf jene Faktoren, die im Neusiedler See - Gebiet die Reiherpopulationen beeinflussen können. Vor allem untersuchten wir zwei Fragen: Welche Nahrung und welche Habitate wurden von den Reiherarten in der Brutsaison bevorzugt genutzt, und wie groß ist die Reproduktionsrate der hier brütenden Reiher. Weiterführend war es dann möglich zu fragen, ob sich in den letzten Jahren wichtige Habitate oder Faktoren aus der Sicht des Silberreihers oder anderer Arten verändert hatten.

Von keiner Schreitvogelart des Neusiedler See – Gebietes waren entsprechende Daten vorhanden, um die dokumentierten Bestandsveränderungen zu erklären. Daher war es unser primäres Ziel, verlässliche, quantitative Daten zur Habitatwahl zu erheben. Während der Purpurreiher aufgrund seiner kryptischen Lebensweise äußerst schwierig zu beobachten ist, ist der Silberreiher ein höchst auffälliger Vogel. Dank seiner weißen Färbung ist es möglich, diese Art in seinem Nahrungshabitat vom Flugzeug aus effektiv zu erfassen. Der Silberreiher stand auch deswegen im Mittelpunkt unseres Projektes.

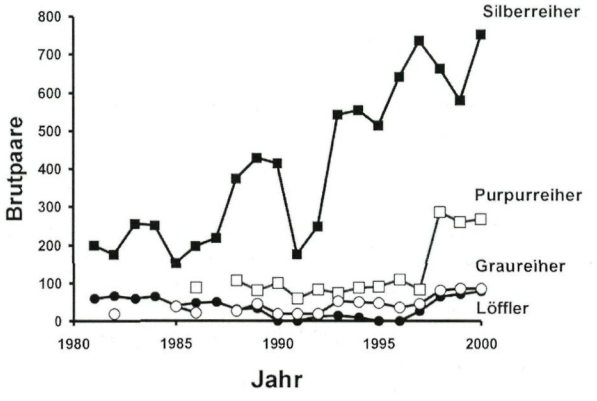


Abb. 1: Bestandsentwicklung der Schreitvögel am Neusiedler See. Die Zunahme des Brutbestandes des Purpurreihers im Jahr 1998 fällt mit der Einführung einer neuen Zählmethode zusammen.

Im Rahmen der Untersuchungen der Habitatansprüche ergaben sich neue, ökologisch interessante Fragen: an erster Stelle ist hier die Beziehung der Reiher zu den Fischen des Neusiedler Sees zu nennen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Fische des Schilfgürtels die Hauptnahrung der Reiher und Löffler sind. Mit Hilfe unserer Methodik (Zählungen vom Flugzeug aus, Beobachtung der nahrungssuchenden Reiher, Erfassung der Nahrungsflüge einzelner Arten und Videoaufnahmen der Jungen an den Nestern) war es möglich, den Fischverbrauch aller Reiher und Löffler zu berechnen. Durch eine äußerst produktive Zusammenarbeit mit dem Nationalpark-Projekt "Fischökologische Untersuchung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees" konnten wir den Einfluss der Reiher auf die Fischpopulationen quantifizieren (Nemeth et al., 2003; Abschnitt 3.4).

Eine weitere Fragestellung betraf die Unterschiede in der Habitatwahl der unterschiedlichen Schreitvogelarten (Abschnitt 3.4). Unsere Ergebnisse zeigen, welche Gebiete für welche Art von Bedeutung sind und erlauben auch Aussagen über die Zukunft des gesamten Ökosystems (Abschnitt 4).

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

2. Methoden

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasste das österreichische und ungarische Neusiedler See - Gebiet und den Seewinkel (Abb. 2). Eine umfassende Darstellung des Gebietes aus der Sicht des Naturschutzes findet sich z.B. in Dick et. al. (1994). Die Flüge waren auf den österreichischen Teil beschränkt. Die Feldarbeit erfolgte in den Monaten März bis August der Jahre 1998 bis 2001.

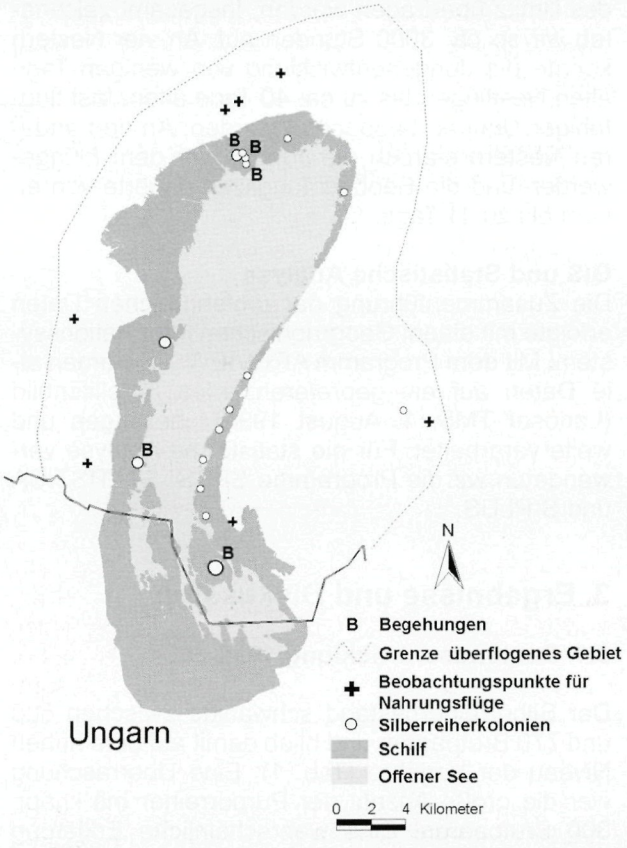


Abb. 2: Untersuchungsgebiet Neusiedler See - Seewinkel. Die überflogene Fläche umfaßt 640 km^2. Die weißen Kreise bezeichnen Silberreiherkolonien (siehe auch Abb. 3). Die mit großem "B" gekennzeichneten Kolonien wurden mindestens in einer Saison mehrmals besucht, um den Bruterfolg festzustellen. Die Beobachtungspunkte für aus den Kolonien fliegende Reiher benutzten wir in den in den Jahren 1999 und 2000.

Flüge

Das Untersuchungsgebiet wurde in den Jahren 1998 - 2000, soweit es das Wetter zuließ, regelmäßig wöchentlich von Anfang April bis Ende September mit einer Piper PA-18 überflogen. Die Flüge erfolgten jeweils am späten Vormittag (9-13h) und dauerten ca. 2,5 bis 4 Stunden. Während der Brutsaisonen 1998, 1999, 2000 und 2001 wurden insgesamt 58 Flüge durchgeführt.

Wir bestimmten die Koloniegröße in Brutpaaren für Silber-, Grau-, Purpurreiher und Löffler und machten Nahaufnahmen von den Nestern der Silberreiher, um so die Jungen zu zählen und den Bruterfolg zu ermitteln. In 49 Flügen erfassten wir alle nahrungssuchenden Silberreiher (insgesamt 13.652 Beobachtungen). Dabei wurde jeder nahrungssuchende Reiher verortet und mit einer Genauigkeit von ca. 200 m in eine Karte eingetragen. Fliegende oder rastende Vögel wurden von der Analyse ausgeschlossen. Die aus organisatorischen Gründen festgelegte Flugzeit erlaubte keine Aussagen über tageszeitliche Muster bei der Nahrungswahl der Reiher. Ein Vergleich der Beobachtungen einzelner, fressender Reiher am Morgen mit Beobachtungen am späten Vormittag (siehe unten) zeigte, dass sie morgens zwar mehr fressen, sie aber auch am späten Vormittag im selben Habitat zu finden sind.

Im zeitigen Frühjahr (März) suchten die Silberreiher wahrscheinlich auch außerhalb unseres Untersuchungsgebietes nach Nahrung (Abschnitt 3.2).

Zuordnung der Nahrungshabitate zu den Habitattypen

Die aufgesuchten Nahrungsgebiete wurden nach der Hauptbeute für Reiher in Fisch-, Amphibien- und terrestrische ("Mäuse"-) Habitate eingeteilt. Die jeweils häufigste Nahrung in den einzelnen Gebieten wurde durch die Beobachtung fressender Reiher (siehe unten) ermittelt. Im Frühjahr 2000 erfassten wir in nächtlichen Kartierungen die Vorkommen verschiedener Anuren- und Froschlurcharten, um amphibiendominierte, aquatische Habitate festlegen zu können. Diese Habitate waren vor allem durch eine hohe Dichte von einigen Amphibienarten charakterisiert, die meist temporäre und oft üppig bewachsenene Gewässer bevorzugen (Cabela et al., 2001) und empfindlich auf die Gegenwart von Fischen reagieren (Laubfrosch *Hyla arborea*, Rotbauchunke *Bombina bombina*, Knoblauchkröte *Pelobates fuscus*, Teichmolch *Triturus vulgaris* und Donaukammmolch *Triturus cristatus dobrogicus*). Es kamen in diesem Habitattyp weiters große Wasserinsekten und deren Larven häufiger vor (Dytiscidae and Hydrophilidae). Fischhabitate hingegen beinhalteten neben dominanten Fischarten einen unbekannten Anteil an Wasserfröschen (*Rana lessonae* und *Rana kl. esculenta*) und Wasserinsekten.

Die Beute in terrestrischen Habitaten bestand vor allem aus kleinen Nagetieren und Insektenfressern (Nordische Wühlmaus *Microtus oeconomus*, Feldmaus *Microtus arvalis*, und Maulwurf *Talpa europaea*), gefolgt von Eidechsen (Zauneidechse *Lacerta agilis*) und terrestrischen Insekten.

Bobachtung fressender Reiher

Wir beobachteten fressende Reiher in verschiedenen Habitaten (v.a. Schilfgürtel, Wiesen, Äcker und Lacken). Die Beobachtungen pro Reiher dauerten von wenigen Minuten bis zu 45 Minuten. Folgende Variable wurden dabei erfasst: Jagdtechnik (Stehen, Gehen und Laufen), Schrittzahl/Zeiteinheit, erfolglose und erfolgreiche Attacken und Beuteart und Beutegröße in Bezug zur Schnabellänge (Bayer, 1985). Neben dem Beutespektrum wurde so vor

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

allem die "Profitabilität" (*P*) einzelner Habitate bewertet:

P = Biomasse (g)/Jagddauer (min)

Insgesamt wurden in den drei Jahren an 59 Tagen 810 Nahrungsprotokolle mit durchschnittlich 8 Minuten angefertigt.

Begehungen der Kolonien
Das Begehen der Kolonien zur Kontrolle der Nester sollte eine stichprobenartige Erfassung der Jungenanzahl pro Nest ermöglichen; damit überprüften wir unsere neu entwickelte Methode, die Jungenzahl vom Flugzeug aus zu zählen. Zudem sammelten wir ausgewürgte Jungennahrung und tote Jungvögel, um Nahrungsspektrum und Hinweise auf Mortalitätsursachen zu erfassen. Um die Störung möglichst gering zu halten, hielten wir uns nie länger als eine Stunde in den Kolonien auf. Zwischen einzelnen Begehungen einer Kolonie wählten wir einen Abstand von mindestens 2 Wochen. Bei zusätzlichen Begehungen nach der Brutsaison sammelten wir Nahrungsreste, um das Beutespektrum möglichst vollständig zu erfassen. Insgesamt besuchten wir 1998 und 1999 6 Kolonien in 18 Begehungen. Die zweitgrößte Reiherkolonie im Neusiedler See – Gebiet in Oggau wurde in keinem der drei Untersuchungsjahre besucht; sie diente als Kontrolle, um Einflüsse der Begehungen auf andere Kolonien festzustellen. In der Kolonie auf der Großen Schilfinsel stellten wir nach Begehungen im Jahr 1999 vermehrt Brutverluste fest. Auf zwei Routen mit jeweils 16 Nestern kam es bei mehr als 90 Prozent der Nester zu Verlusten(!). Die wahrscheinlichste Ursache war eine verstärkte Prädation durch Rohrweihen. Kennzeichnend für die beiden Routen mit den Brutausfällen war, dass bei der ersten von drei Begehungen in den meisten Nestern die Jungen noch nicht geschlüpft waren. Bei anderen Routen war der Begehungstermin später (Mörbisch und Winden) und wir konnten keine vermehrten Nestverluste durch Rohrweihen feststellen. Die Gefährdung der Nester durch unsere Begehungen widerspricht Angaben aus der Literatur, in der auch Besuche während der "Eiphase" für unproblematisch gehalten werden (Frederick & Collopy, 1989). Jedenfalls war es uns Anlass genug im Jahr 2000 weitere Koloniebesuche zu unterlassen.

Nahrungsflüge der Reiher
Wir beobachteten von erhöhten Punkten aus (Hackelsberg, Ruster Höhenzug, Sandecker Turm und Siloturm in St.Andrä) die Kolonien bei Jois, Winden, Oggau, Mörbisch, St.Andräe und auf der Großen Schilfinsel. Dabei wurden einzelne, aus der Kolonie ausfliegende Reiher mit Fernrohr so weit wie möglich verfolgt, die Flugdauer notiert und ihre Landepunkte in Karten eingetragen. 1999 beobachteten wir Silberreiher und Purpurreiher, 2000 auch Löffler und Graureiher. Insgesamt wurden 1065 ausfliegende Reiher und Löffler und 6 Kolonien erfasst (gesamte Beobachtungszeit 210 Stunden).

Video
Im Laufe der Brutsaison 1999 montierten wir an 12 Nestern der Silberreiherkolonie auf der Großen Schilfinsel Videokameras. Die Videosignale wurden über ca. 150–250 m lange Kabel an eine Umsetzerstation geschickt. Dort erfolgte die Umwandlung in Lichtsignale, die über einen Lichtwellenleiter auf einer 6,7 km langen Strecke ins Seebad Illmitz weiter geleitet wurden. Hier wurden die Signale von Tagesanbruch bis zur Dunkelheit auf Videorecordern aufgezeichnet. Maximal waren sieben Kameras gleichzeitig in Betrieb. Eine Fernsehkamera lieferte Farbbilder, die live für Besucher des Seebades Illmitz übertragen wurden. Insgesamt zeichneten wir so ca. 3000 Stunden auf. An vier Nestern konnte die Jungenentwicklung von wenigen Tage alten Nestlingen bis zu ca. 40 Tage alten, fast flugfähigen Jungen beobachtet werden. An den anderen Nestern starben die Jungen vor dem Flüggewerden und die Beobachtungszeit dauerte von einem bis zu 11 Tage.

GIS und Statistische Analyse
Die Zusammenführung der umfangreichen Daten erfolgte mit einem Geographischen Informationssystem. Mit dem Programm ARCVIEW 3.2 wurden alle Daten auf ein georeferenziertes Satellitenbild (Landsat TM5, 1. August 1994) übertragen und weiterverarbeitet. Für die statistische Analyse verwendeten wir die Programme SPSS, STATISTICA und S-PLUS.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Bestandsentwicklung 1998-2001

Der Silberreiherbestand schwankte zwischen 580 und 770 Brutpaaren und blieb damit auf dem hohen Niveau der Vorjahre (Tab. 1). Eine Überraschung war die große Anzahl der Purpurreiher mit knapp 300 Brutpaaren. Eine wahrscheinliche Erklärung dafür ist die Unterschätzung des Bestandes in früheren Jahren und die verbesserte Erfassungsmöglichkeit im Rahmen dieses Projektes. Der Purpurreiher wählt als Brutplatz dichtere Schilfgebiete und ist daher schwieriger aus der Luft zu zählen. Eine optimale Erfassung gelingt bei einem möglichst senkrechten Blick auf die Nester. Sobald man davon abweicht, läuft man Gefahr tiefer im Schilf liegende Nester zu übersehen.
Die zweite Überraschung war die Entdeckung neuer Brutvogelarten im Schilfgürtel. So fanden wir 1998 mindestens 40 Nester des Nachtreihers in der großen Reiherkolonie der Schilfinsel und damit das in diesem Jahr größte Vorkommen dieser Art in Österreich. Wenig später entdeckten wir mit 3-5 Brutpaaren des Seidenreihers eine neue Brutvogelart für Österreich. Bruten des Seidenreihers konnten auch in den nächsten Jahren bestätigt werden. Ein Vergleich mit Beobachtungsdaten von Seidenreihern zur Brutzeit aus den letzten 30 Jahren lässt es wahrscheinlich erscheinen, dass die Art auch schon in früheren Zeiten Brutversuche unternahm (Schuster et al., 1998).

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Brutpaare der Schreitvögel 1998-2001 im österreichischen Teil des Schilfgürtels. Bei Nachtreiher und Seidenreiher beruhen die Zahlen zum Teil nicht auf gezählten Nestern, sondern auf Beobachtungen adulter Vögel in den Kolonien oder Jungvögel im Gebiet.

	1998	1999	2000	2001
Silberreiher	682	579	763	607
Purpurreiher	284	256	291	298
Graureiher	113	96	90	144
Seidenreiher	3	1-5	5-10	>1
Nachtreiher	41	5-10	1-10	mind.11
Löffler	63	75	77	40

Am St.Andräer Zicksee wurde erstmals eine Silberreiherkolonie außerhalb des Schilfgürtels des Neusiedler Sees gefunden. Die Größe dieser Kolonie sank von 31 Brutpaaren im Jahr 2000 auf 12 im Jahr 2001 (Abb. 3). Wie wir aus der Beobachtung der Nahrungsflüge aus einzelnen Kolonien wissen, ernähren sich die Vögel der St.Andräer Kolonie fast ausschließlich in den Lacken des Seewinkels (Nemeth et al. im Druck). Im Sommer 2000 kam es zu einem Fischsterben an einigen Lacken. Daher ist es wahrscheinlich, dass das verminderte Nahrungsangebot im Jahr 2001 in dieser Kolonie einen Rückgang verursachte.

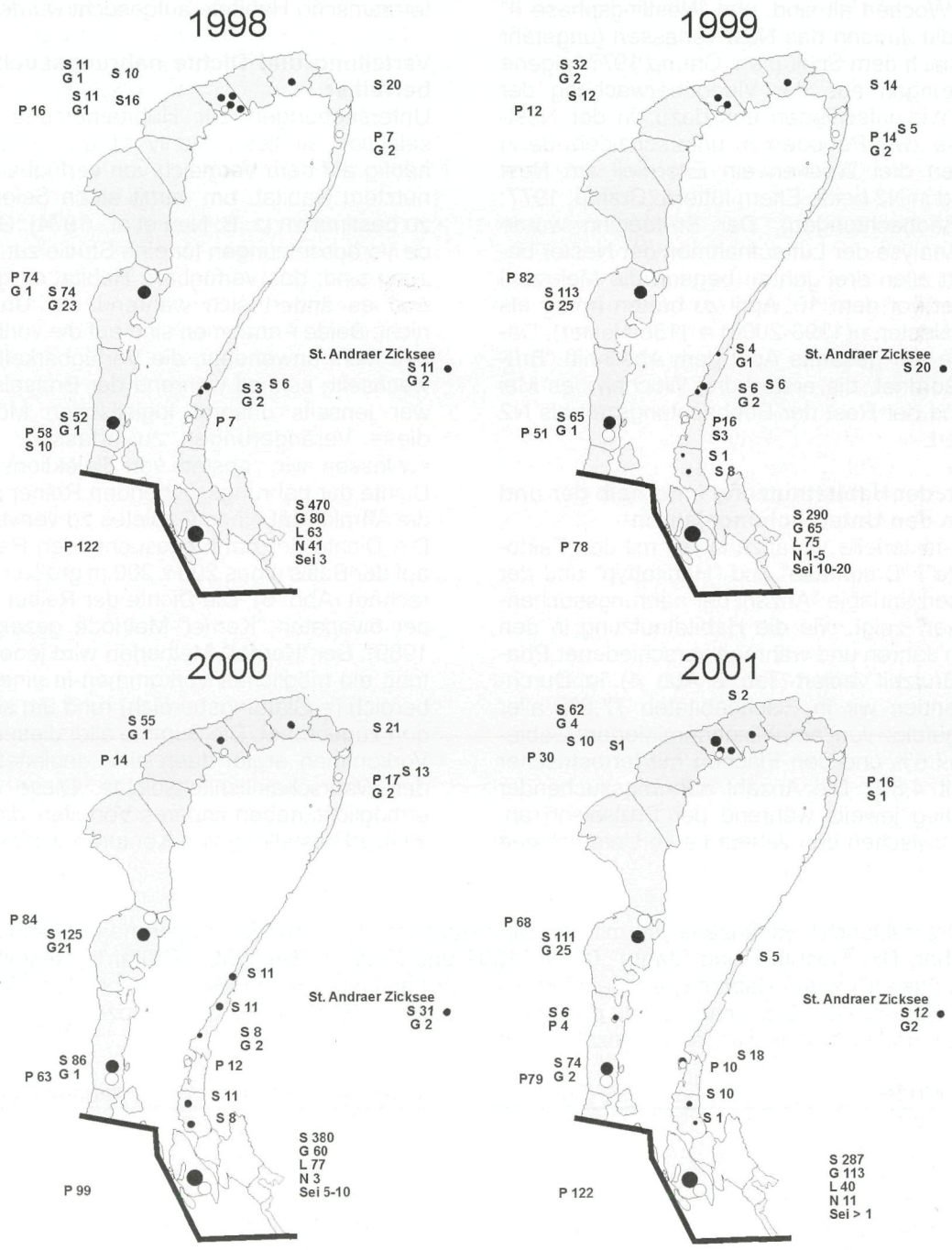


Abb. 3: Brutkolonien der Silber-(S), Purpur-(P), Grau- (G) ,Nacht-(N), Seidenreiher (Sei) und Löffler (L) im Zeitraum 1998 – 2001. Punkte - Silberreiher; Kreise - Purpurreiher.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1999 und 2000 kam es zur Gründung einiger neuer Kolonien (Abb. 3). In allen Fällen befanden sich die Kolonien in häufig aufgesuchten Nahrungsgebieten des Schilfgürtels (vgl. Abschnitt 3.2).

3.2 Habitatwahl des Silberreihers

Die quantitative Analyse der Habitatnutzung stand am Anfang unserer Untersuchungen. Sie bildete die Grundlage für alle weiteren Schlussfolgerungen im Bezug auf Arten- und Biotopschutz. Die folgenden Resultate basieren auf der Erfassung nahrungssuchender Silberreiher aus dem Flugzeug (siehe Methoden). In der Analyse teilten wir die Brutsaison in drei Phasen: "Brüten" (27 Tage, Cramp, 1977), "Nestlingsphase I" (N1) bis die Jungen drei Wochen alt sind, und "Nestlingsphase II" (N2) bis die Jungen das Nest verlassen (ungefähr 45 Tage nach dem Schlüpfen, Cramp 1977, eigene Beobachtungen aus der Videoüberwachung der Nester). Wir entschieden uns dazu, in der Nestlingsphase zwei Perioden zu unterscheiden, da in den ersten drei Wochen ein Elternteil am Nest bleibt, und in N2 beide Eltern füttern (Cramp, 1977; eigene Beobachtungen). Der Brutbeginn wurde aus der Analyse der Luftaufnahmen der Nester bestimmt. In allen drei Jahren begann die Mehrzahl der Reiher vor dem 10. April zu brüten (mehr als 60% der Nester, n(1998-2000) = 1186 Nester). Daher wurde der gesamte April dem Abschnitt "Brüten" zugeordnet, die ersten drei Wochen des Mai als N1 und der Rest der Beobachtungszeit als N2 klassifiziert.

Vergleich der Habitatnutzung innerhalb der und zwischen den Untersuchungsjahren

Eine drei-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren "Jahre", "Brutphase" und "Habitattyp" und der abhängigen Variable "Anzahl der nahrungssuchenden Reiher" zeigt, wie die Habitatnutzung in den einzelnen Jahren und während verschiedener Phasen der Brutzeit variiert (Tab. 2, Abb. 4). Im Durchschnitt fanden wir in Fischhabitaten 77,6% aller Reiher, gefolgt von amphibiendominierten Gebieten mit 17,6% und den Flächen mit terrestrischer Beute mit 4,8%. Die Anzahl nahrungssuchender Reiher stieg jeweils während der Brutsaison an, während zwischen den Jahren kaum Unterschiede festzustellen waren (Abb. 4). Diese Zunahme lässt sich auf einen Anstieg der Anzahl an Reihern in den Fischhabitaten zurückführen, währenddessen amphibiendominierte und terrestrische Habitate weniger oft aufgesucht wurden (Abb. 5, daher auch die hohe Varianzaufklärung in der Interaktion Brutperiode x Beutetyp, Tab. 2).
Andere Einflussgrößen tragen nur sehr wenig zur erklärten Gesamtvariation bei. Es ist allerdings zu bedenken, dass Änderungen in Nicht-Fischhabitaten nicht viel zur Gesamtvarianz beitragen können, weil Amphibien und terrestrische Beute weit weniger häufig sind als Fische. Ein Vergleich der weniger oft genutzten Gebiete zeigt, dass Amphibienhabitate am häufigsten 1999 und 2000 genutzt wurden, während im Jahr 2000 dreimal so oft als sonst terrestrische Habitate aufgesucht wurden (Abb. 5).

Verteilung und Dichte nahrungssuchender Silberreiher

Untersuchungen zur Habitatnutzung ("resource selection studies", Manly et al., 1993) basieren häufig auf dem Vergleich von verfügbarem mit genutztem Habitat, um damit einen Selektionsindex zu bestimmen (z. B. Neu et al., 1974). Grundlegende Voraussetzungen für eine Studie zur Habitatnutzung sind: das verfügbare Habitat ist gut definiert und es ändert sich während der Untersuchung nicht. Beide Annahmen sind auf die vorliegende Arbeit nicht anwendbar, die Verfügbarkeit der Beute wechselte schnell während der Brutsaison und es war jenseits unserer logistischen Möglichkeiten diese Veränderungen zu erfassen. Daher beschlossen wir anstatt von Selektionsindices die Dichte der nahrungssuchenden Reiher als Maß für die Attraktivität eines Gebietes zu verwenden.
Die Dichte der nahrungssuchenden Reiher wurde auf der Basis eines 200 x 200 m großen Rasters errechnet (Abb. 6). Die Dichte der Reiher wird mit einer bivariaten "Kernel"-Methode gezeigt (Worton, 1989). Bei "Kernel"-Methoden wird jeder Beobachtung ein mögliches Vorkommen in einem Fensterbereich (= Glättungsbereich) rund um seinem Fundort zugeordnet. Die Summe aller dieser möglichen Vorkommen ergibt dann eine geglättete Funktion der Wahrscheinlichkeitsdichte. Diese Darstellung ermöglicht, neben anderen Vorteilen, die relativ objektive Herstellung von Konturen wahrscheinlichen

Tab. 2: Drei-faktorielle Varianzanalyse mit der Varianzaufklärung für die Zählungen nahrungssuchender Silberreiher. Die Faktoren sind "Jahre" (1998, 1999 und 2000) x "Brutzeit" ("Brüten", "Nestphase I" and "Nestphase II") x drei Habitattypen, definiert nach der häufigsten Beute (Fisch, Amphibien, kleine Säugetiere). Es wird kein Signifikanzniveau gezeigt, weil bei jeder Zählung mit dem Flugzeug die gesamte Population und nicht eine Stichprobe gezählt wurde.

Modell	Fg	Quadratsummen	Varianzanteil
Jahr	2	17206.1	1.1
Brutphase	2	149715.5	9.4
Beute	2	781701.9	49.9
Jahr x Brutphase	4	9815.7	0.6
Jahr x Beute	4	24422.7	1.5
Brutphase x Beute	4	269216.4	17.2
Jahr x Brutphase x Beute	8	48913.7	2.7
Fehler	81	264588.5	17

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

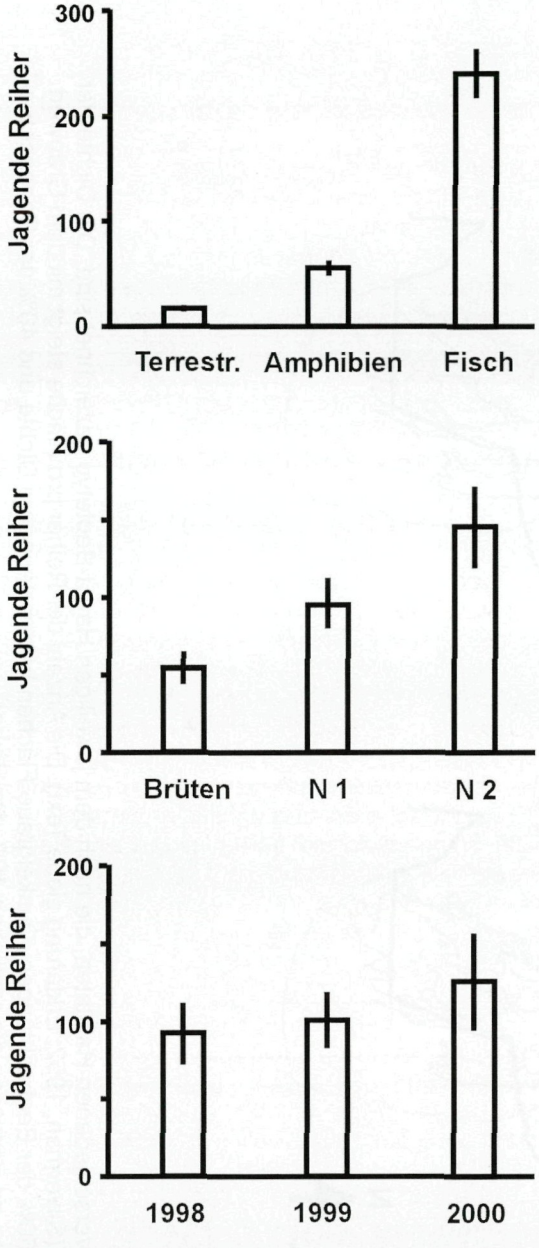


Abb. 4: Mittelwerte der Haupteffekte (±Standardfehler) der 3-faktoriellen (Jahre, Brutphase und Habitat) Varianzanalyse mit der Anzahl der nahrungssuchenden Reiher als abhängigen Variablen. Die Einteilung der Brutphasen ist im Text erklärt.

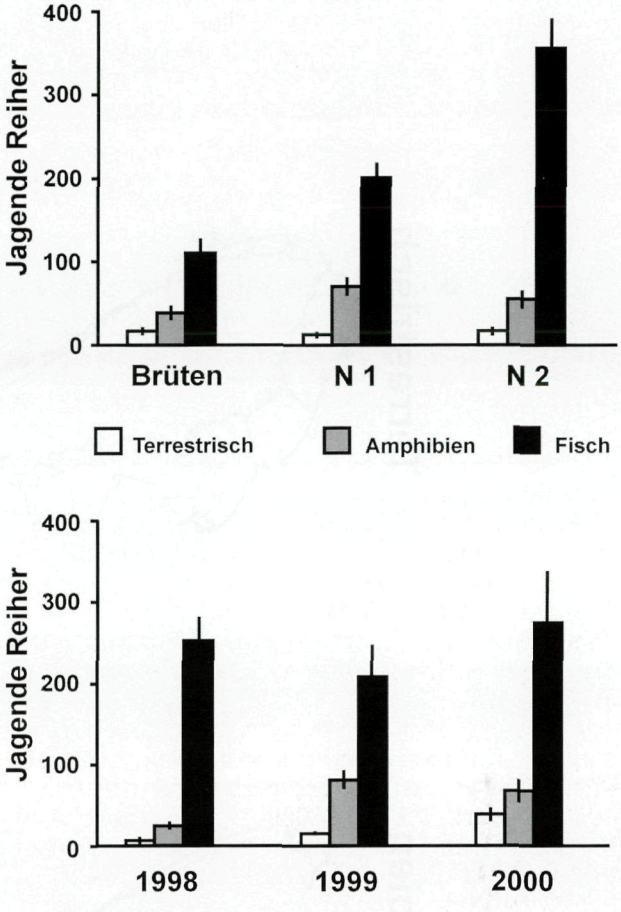


Abb. 5: Drei-faktorielle (Jahre, Brutphase und Habitat) Varianzanalyse mit der Anzahl der nahrungssuchenden Reiher als abhängigen Variablen. Mittelwerte (± Standardfehler) der Interaktionen Brutphase x Habitat und Jahr x Habitat.

Auftretens (siehe Silverman, 1952). Wir nahmen einen Glättungsfaktor von 200 m der ungefähr unserer Genauigkeit bei der Positionsbestimmung der Reiher entspricht. Die Verteilung der einzelnen genutzten Habitate zeigte, dass erwartungsgemäß die genutzten Fischhabitate hauptsächlich im Schilfgürtel liegen und Amphibienhabitate im Seewinkel. Wieder analysierten wir die Daten mit einer drei-faktoriellen ANOVA mit den Faktoren "Jahr", "Brutphase" und "Habitattyp"; diesmal wählten wir als abhängige Variable die "Dichte der nahrungssuchenden Reiher" (Individuen/km^2), wobei nur genutzte Flächen auf der Basis eines 200 x 200 m-Rasters berücksichtigt wurden. Die Varianzanalyse erklärte nur 26 % (angepasstes r^2) der Gesamtvarianz der Werte für die Reiherdichte in Individuen pro km^2 genutzter Fläche. Das ist ein niedriger Wert verglichen mit der hohen Varianzaufklärung in der vorhergehenden Analyse der Anzahl der Reiher pro Habitattyp (Tab. 2). Es bedeutet, dass die Variation in den Dichtewerten von Flug zu Flug größer ist als zwischen den Faktoren (v.a. den Brutphasen).

Berechnet man die durchschnittliche Dichte für die einzelnen Habitate und Jahre für die annähernd gleichen Flugtermine (Tab. 3), dann war in zwei von drei Jahren die Dichte der Vögel in Fischhabitaten am höchsten. In allen drei Habitaten fanden wir eine große Variabilität in der Dichte der Vögel pro Flächeneinheit.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

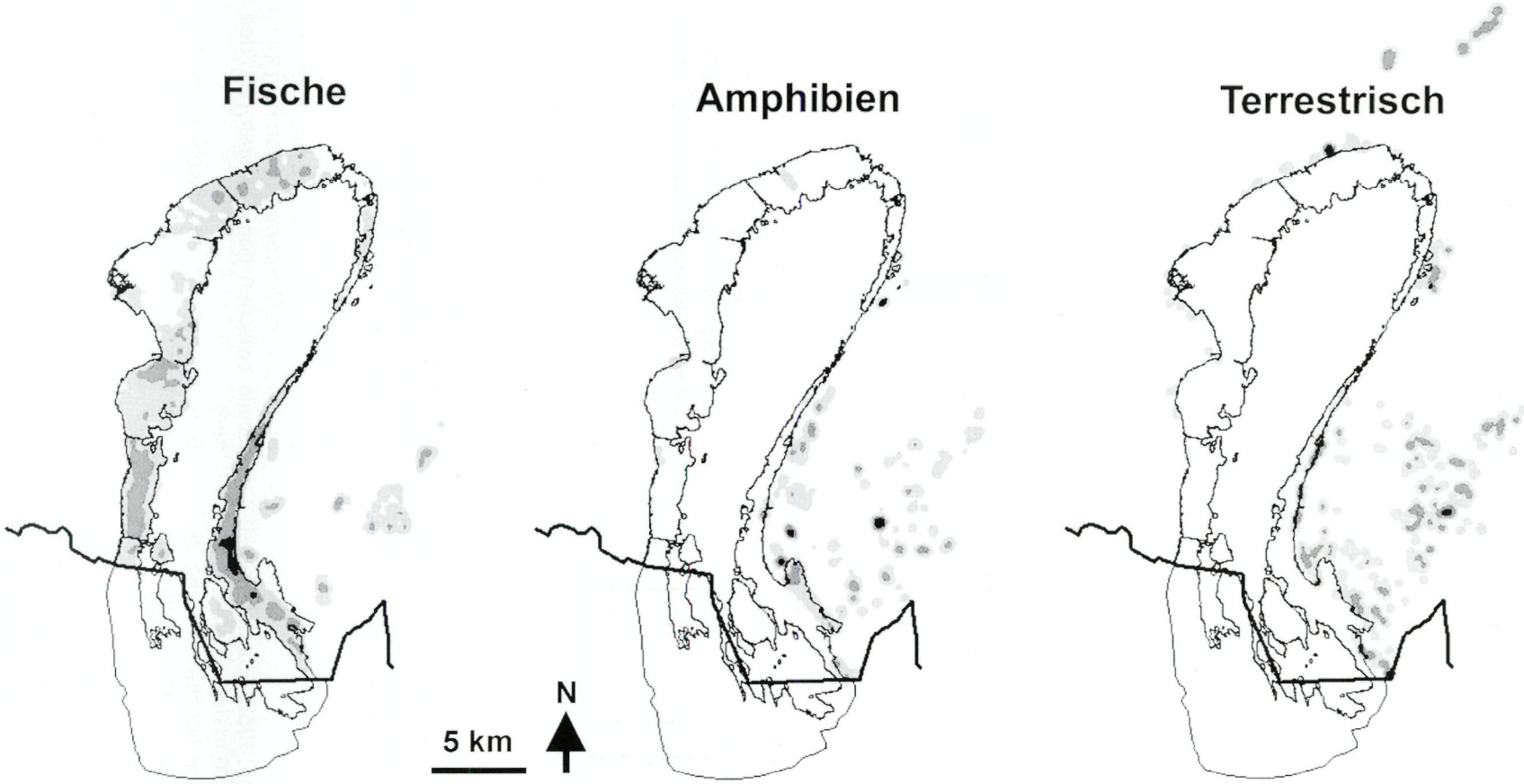


Abb. 6: Verteilung der nahrungssuchenden Reiher in verschiedenen Habitaten, die nach dem jeweiligen Haupt-Beutetyp bezeichnet sind. Die Dichte der Reiher wird mit einer "Kernel"-Methode dargestellt (Silverman, 1952; Erklärung siehe Text). Die Anzahl der Reiher pro Fläche steigt mit dem Grauwert. Schwarze Flächen haben die höchste Dichte und 50% der Beobachtungen. Dunkelgraue Flächen haben geringere Dichte und 40% der Beobachtungen. Hellgraue Flächen haben die geringste Dichte und umfassen die restlichen 10% der Reiher.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Wenn wir die Wiederholbarkeit (*R*) (Krebs, 1989)

$$\text{Repeatability} = S_A^2/(S_E^2+S_A^2)$$

S_A^2 = Varianz zwischen den Gruppen
S_E^2 = Varianz innerhalb der Gruppen

der Dichtewerte einzelner Jahre zwischen den Jahren vergleichen, finden wir die höchste Kontinuität in Fischhabitaten, gefolgt von amphibiendominierten Habitaten. Terrestrische Habitate zeigten in der Nutzung eine extrem niedrige Wiederholbarkeit (Tab. 3).

Wasserhaushalt und aquatische Beute

In allen drei Untersuchungsjahren sank während der Brutsaison der Wasserspiegel im Neusiedler See und in der Langen Lacke, die hier stellvertretend für alle Lacken steht. Die Anzahl der nahrungssuchenden Reiher in Fischhabitaten erhöhte sich linear während der Brutsaison. In der Nutzung amphibiendominierter Habitate finden wir 1999 und 2000 zwei Höhepunkte jeweils im April und Juni (Abb. 7).

Tab. 3: Dichte nahrungssuchender Silberreiher (Individuen/km^2) in verschiedenen Habitaten in drei Jahren und "Wiederholbarkeit" ("repeatabilty", Krebs, 1989; siehe Text) der Dichtewerte. Daten von 8 Flügen pro Jahr, die ungefähr zu denselben Zeitpunkten (± 2 Tage) der jeweiligen Jahre absolviert wurden. Dichtewerte wurden auf der Basis eines 200 m-Rasters bestimmt. Nur besetzte Raster wurden verwendet. Angegeben sind Mittelwerte ± Standardabweichung.

Habitat	1998	1999	2000	"Wiederholbarkeit" in 3 Jahren
Fische	2.3 (± 0.32)	2.18 (± 0.62)	2.68 (± 0.51)	0.52
Amphibien	1.9 (± 0.35)	2.88 (± 0.91)	2.57 (± 0.86)	0.21
Terrestrisch	1.9 (± 1.1)	2.25 (± 0.62)	2.37 ± (0.78)	0.004

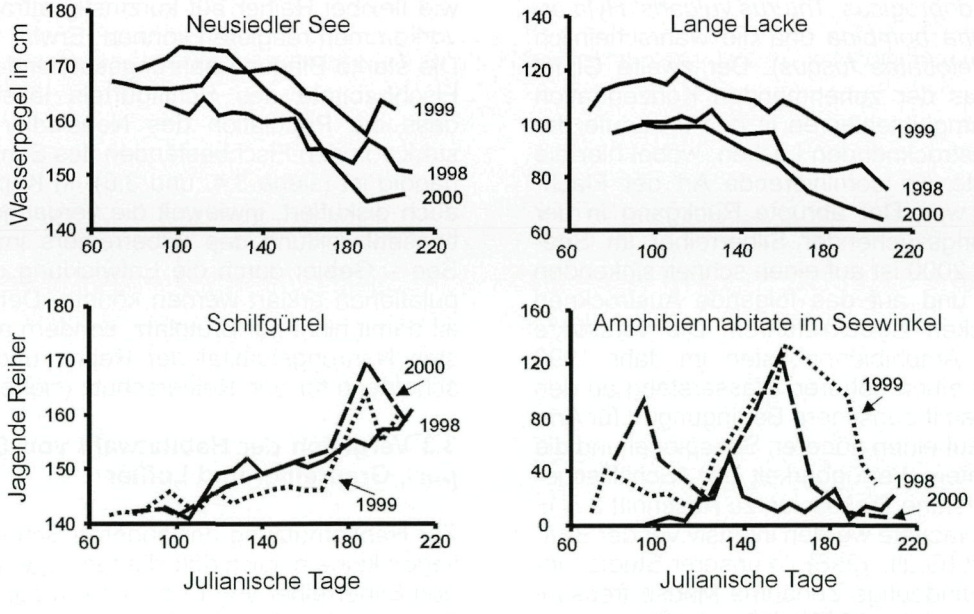


Abb. 7: Wasserstand (cm) im Neusiedler See gemessen in Mörbisch und Wasserstand am tiefsten Punkt der Langen Lacke im Seewinkel. Darunter die zu den jeweiligen Meßtagen festgestellten nahrungssuchenden Reiher im Schilfgürtel und an den Lacken des Seewinkels.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diskussion

In den drei Jahren jagten die Vögel vor allem in fischdominierten Habitaten. Unter den Fischhabitaten war der Schilfgürtel des Neusiedler Sees das wichtigste Nahrungsgebiet. Die Nutzungsintensität fischdominierter Habitate verstärkte sich während der Brutsaison und erreichte ihren Höhepunkt in der späten Nestlingsphase. Der sinkende Wasserstand während dieser Zeit begünstigt durch die Topographie der Blänken im Schilf die Jagd auf Fische. Die offenen Wasserflächen innerhalb des Schilfes (ungefähr 20% des gesamten Schilfgürtels, Nemeth unpubl. Daten) sind wichtige Laichplätze für mehrere Fischarten (siehe 3.4). Da nur wenige Verbindungen zum offenen Wasser des Sees bestehen, wird der Schilfgürtel während des Frühsommers zur Fischfalle. Der sinkende Wasserspiegel zwingt die Fische sich in tiefere Becken ohne Verbindung zum See zurückzuziehen. In vielen dieser Blänken kommt es durch die Nachtatmung der Algen und Makrophyten zu Sauerstoffarmut. Dann müssen Fische morgens in der dünnen sauerstoffreicheren Schicht an der Oberfläche der Blänken atmen. Dadurch werden sie besonders leichte Beute für Reiher, ein Vorgang, der lokal sogar zum Verschwinden der Fische führen könnte (Nemeth et al., 2003; siehe Abschnitt 3.4).

Amphibien sind eine weniger häufig gefangene Nahrung, aber die Dichtewerte jagender Reiher zeigen, dass sie zumindest für bestimmte Zeiten eine sehr attraktive Beute sein können. 1999 und 2000 nutzten die Reiher mehr amphibiendominierte Habitate und die Dichtewerte fressender Reiher zeigten zwei Gipfel (Abb. 7). Der erste fällt mit der Laichzeit der betroffenen Amphibienarten zusammen (*Triturus dobrogicus, Triturus vulgaris, Hyla arborea, Bombina bombina* und die wahrscheinlich gefressene *Pelobates fuscus*). Der zweite Gipfel ergibt sich aus der zunehmenden Konzentration von großen Amphibienlarven in den im Laufe der Brutsaison austrocknenden Lacken, wobei hier die Knoblauchkröte die dominierende Art der Flachwasserzonen war. Der abrupte Rückgang in der Anzahl nahrungssuchender Silberreiher im Seewinkel im Mai 2000 ist auf einen schnell sinkenden Wasserpegel und auf das folgende Austrocknen mehrerer Lacken zurückzuführen. Die verstärkte Nutzung von Amphibienhabitaten im Jahr 1999 kann man auf einen höheren Wasserstand an den Lacken und damit günstigere Bedingungen für Amphibien oder auf einen höheren Seespiegel und die damit schlechtere Verfügbarkeit der "Schilffische" zurückführen (siehe Diskussion zu Abschnitt 3.5).

Terrestrische Habitate werden intensiv vor der Brutsaison genutzt (Grüll, 1998). In unserer Studie fanden wir eine eindeutige Zunahme Mäuse fressender Reiher im Jahr 2000. Offensichtlich waren Kleinsäuger in diesem Jahr besonders häufig. In demselben Jahr gab es auch eine höhere Anzahl an Brutpaaren der Sumpfohreule (*Asio flammeus*, Grüll persönliche Mitteilung), eine Art, die Feldmäuse als Beute benötigt und vermehrt in Jahren mit Feldmausgradationen auftritt (Roselaar, 1985).

Wenn wir die Dichtewerte nahrungssuchender Reiher in einem Habitattyp als ein Maß für die Attraktivität dieses Habitats interpretieren, dann sind fischdominierte Habitate nicht nur die am häufigsten genutzten, sondern auch die attraktivsten Nahrungsgebiete. Vergleicht man die Wiederholbarkeit der Dichtewerte im selben Habitat zu denselben Zeitpunkten zwischen den Jahren, dann zeigt sich, dass Fischhabitate die höchsten Werte haben und daher die am besten voraussagbare Ressource bieten (Tab. 3). In amphibiendominierten Habitaten ist die Dichte nahrungssuchender Reiher weniger voraussagbar, während beim Vergleich der Jahre keine Wiederholbarkeit der Werte in terrestrischen Habitaten festzustellen ist.

Die Zunahme der Anzahl nahrungssuchender Reiher während der Brutsaison hatte wahrscheinlich mehrere Gründe. Eine Erklärung könnte sein, dass am Beginn der Brutsaison ein höherer Anteil der Reiher in größeren Distanzen von den Kolonien jagt und sich daher außerhalb des Untersuchungsgebietes befindet. Wir können diese Möglichkeit für den Zeitraum des Brütens nicht ausschließen, sehr wohl aber für die Nestlingsphase. Während dieser Zeit beobachteten wir Ausflüge einzelner Reiher aus den Kolonien (siehe Methoden), um das Nahrungsgebiet einzelner Kolonien zu bestimmen. 95% der Reiher landeten innerhalb unseres Untersuchungsgebietes. Daher erklärt eher der zunehmende Nahrungsbedarf der Jungvögel den Anstieg der Anzahl der nahrungssuchenden Reiher in der Brutsaison.

Die große Variation in der Wahl der Nahrungshabitate innerhalb der Brutsaisonen zeigt auch, dass für kurze Zeit amphibiendominierte (Abb. 7) oder terrestrische Habitate wichtig sein können (siehe Abschnitt 3.2). Diese Variation belegt einmal mehr, wie flexibel Reiher auf kurzfristig attraktive Beutevorkommen reagieren können (Erwin, 1985).

Die starke Bindung nahrungssuchender Reiher an Fischhabitate des Schilfgürtels lässt vermuten, dass die Population des Neusiedler Sees sehr stark von den Fischbeständen des Schilfgürtels abhängig ist (siehe 3.4. und 3.6). In Kapitel 3.6 wird auch diskutiert, inwieweit die vergangene Populationsentwicklung des Silberreihers im Neusiedler See – Gebiet durch die Entwicklung der Fischpopulationen erklärt werden könnte. Der Schilfgürtel ist damit nicht nur Brutplatz, sondern auch wichtigstes Nahrungshabitat der Reiher und damit entscheidend für den Reiherschutz (siehe Kapitel 4).

3.3 Vergleich der Habitatwahl von Silber-, Purpur-, Graureiher und Löffler

Zur Habitatnutzung der anderen Schreitvogelarten liegen keine ähnlich detaillierten Ergebnisse wie für den Silberreiher vor. Dennoch ermöglichte uns die Auswertung der Ausflüge nahrungssuchender Schreitvögel aus den Kolonien der Großen Schilfinsel und der Purpurreiherkolonie in Mörbisch (siehe Abb. 3) einen Artvergleich.

Den Erwartungen entsprechend war der Purpurreiher am stärksten an den See und den Rohrwald gebunden (Tab. 4), der Unterschied zum Silberreicher ist jedoch nicht signifikant (Tab. 4, die Kategorien "Blänken" und "Schilf/Seerand" sind zusam-

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4: Nutzung der Fischhabitate und des Schilfgürtels, in denen aus der Kolonie Große Schilfinsel ausfliegende Schreitvögel gelandet sind. Alle Beobachtungen aus der Brutsaison 2000, der ungarische Schilfgürtel ist auch erfasst. Die Angabe der Häufigkeiten erfolgt in Prozent aller Beobachtungen. Die Kategorie "Alle Fischhabitate" umfasst sowohl Lacken als auch den Großteil des Schilfgürtels.

Art	Beobachtungen	Alle Fisch-Habitate	Blänken im Schilf	Schilf/Seerand
Purpurreiher	116	92	73	11
Silberreiher	194	95	76	5
Graureiher	56	92	57	18
Löffler	156	90	61	0

mengefasst, Chi^2–Test, Fg. = 1, n = 310, n. s.). Der Schilfgürtel ist auch für Graureiher und Löffler das am häufigsten genutzte Habitat (Tab. 4).
Für den südöstlichen Bereich des Schilfgürtels erfassten wir auch den Zusammenhang zwischen Wassertiefe, Schilfstruktur und Verteilung der unterschiedlichen Arten mit Hilfe von Infrarotbildern und dem vorliegenden digitalen Geländeprofil von Csaplovics (1989). Mit der Einschränkung, dass die Genauigkeit in der Angabe der Wassertiefe im unbekannten Ausmaß durch die kleinräumige Variation der Bodentopographie und durch die Ungenauigkeiten in der Positionsangabe für die Schreitvögel beeinflusst wird, zeigen sich doch deutliche Unterschiede in der Nutzung des Schilfgürtels. Löffler nutzten signifikant flachere Bereiche des Schilfgürtels als alle anderen Arten (Wassertiefe, Mann-Whitney-U-test, $p < 0,01$; Tab. 5) im Vergleich zu anderen Arten. Ebenso bevorzugten sie offenere Bereiche im Schilf (Mann-Whitney-U-test, $p < 0,05$ im Vergleich zum Graureiher und $p < 0,01$ im Vergleich zu Purpur- und Silberreiher; Tab. 5). Bei den Reihern nutzten Graureiher offenere Gebiete als Silber- und Purpurreiher (Mann Whitney-U-test, $p < 0,01$; Tab. 5). Zwischen Silber- und Purpurreiher zeigten sich weder in der Wassertiefe noch im Anteil der Blänken signifikante Unterschiede (Mann Whitney-U-test; Tab. 5).
In diesem Zusammenhang sind auch weitere Befunde zu den Nahrungsflügen interessant. So erbrachte ein Vergleich der Ausflüge der Purpur- und Silberreiher aus den Kolonien aus Mörbisch keine Trennung dieser Arten in der Nutzung unterschiedlicher Bereiche des Schilfgürtels (sowohl für Blänken als auch für die Wassertiefen, Mann Whitney-U-test, n.s., n(Silber) = 68, n(Purpur) = 54). Großräumig ergaben sich Unterschiede in den Ausflugsrichtungen aus der Kolonie der Großen Schilfinsel (Abb. 8). Auffallend ist hier die starke Nutzung des ungarischen Teils durch die Purpurreiher.

Diskussion

Zumindest im Jahr 2000 war für alle Schreitvögel der Schilfgürtel des Neusiedler Sees das wichtigste Nahrungsgebiet. Der Purpurreiher, der morphologisch und aufgrund seines kryptischen Aussehens von allen untersuchten Schreitvögeln am besten an den Schilflebensraum angepasst ist (Cramp, 1977), nutzt dieses Habitat am meisten (Tab. 4). Zusammen mit dem Graureiher sucht er auch öfter als der Silberreiher den Schilf/Seerand auf. Im Vergleich zum Silberreiher scheinen diese beiden Arten verstärkt die "stand and wait"–Jagdtechnik (Kushlan, 1976) anzuwenden, während der Silberreiher - nicht zuletzt wegen seiner längeren Beine (Tarsus-Metatarsus-Länge, Tab. 5) - vor allem in der "slowly walking"-Technik (Kushlan, 1976) jagt. Innerhalb des Schilfgürtels suchten Silber- und Purpurreiher in bezug auf Wassertiefe und Anteil an offenen Wasserflächen ähnliche Gebiete auf (Tab. 5). Artunterschiede lassen sich wahrscheinlich erst in der Mikrohabitatwahl erkennen: der Purpurreiher kann stehend an Blänkenrändern seine kryptische Färbung einsetzen, während der Silberreiher viel öfter watend und in Gruppen angetroffen wird. Hinweise auf einen Unterschied in der Habitatnutzung geben die Ausflugsrichtungen aus der Großen Schilfinsel und Daten von einer Begehung der großen Purpurreiherkolonie im Jahr 1998. Die Purpurreiher flogen vermehrt in den ungarischen Teil des Schilfgürtels (Abb. 8). Bei nachbrutzeitli-

Tab. 5: Länge des Tarsus-Metarsus (Beinlänge) bei einzelnen Schreitvogelarten und Nutzung unterschiedlicher Wassertiefen und Schilfgebiete (beides Mittelwerte). Daten basieren auf Vögel, die aus der Kolonie "Große Schilfinsel" ausgeflogen und im österreichischen Schilfgürtel gelandet sind. Die Wassertiefe wurde aus dem Bodenprofil von Csaplovics (1989) und dem jeweiligen Wasserstand am Beobachtungstag berechnet. Die Blänken sind der Anteil an offenen Schilfflächen in %, die Werte basieren auf einer Analyse von Infrarot-Luftbildern (Dvorak et al., 1995; Nemeth et al., 2001).

	N der Beobachtungen landender Reiher	Beinlänge in cm (n ist jeweils 8)	Wassertiefe in cm	Blänken in %
Silberreiher	54	30.55	53	0.37
Purpurreiher	23	18.35	45	0.32
Graureiher	19	21.89	48	0.46
Löffler	23	23.7	20	0.58

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

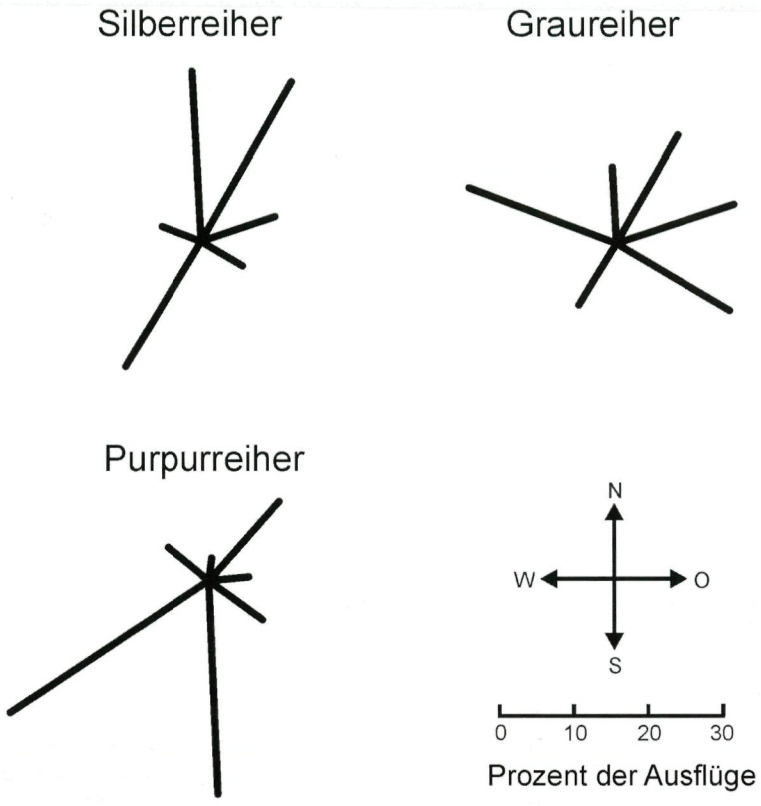


Abb. 8: Ausflugsrichtungen der drei Reiherarten aus den Kolonien der Großen Schilfinsel am 31.5.1998 in den ersten 4 Morgenstunden von 4:45 bis 8:45. Die Ausflüge wurden von 6 Personen erfaßt, die möglichst konzentrisch um die Schilfinsel postiert waren.

auf der Großen Schilfinsel fanden wir in Nestern des Purpurreihers mehr Reste von Fischen mit Gesamtlängen größer als 10 cm (Chi^2-Test, $p < 0,01$, n = 19 Nester des Silberreihers und 12 Nester des Purpurreihers). Beides weist auf eine Nutzung tieferer Kanäle hin, die vermehrt in Ungarn anzutreffen sind und wahrscheinlich von größeren Fischen bewohnt werden.
Eine Überraschung war das häufige Auftreten des Löfflers im Schilfgürtel. Die Art ist bekannt dafür, hauptsächlich die Lacken des Seewinkels zu nutzen (Müller, 1987). Die vermehrte Nahrungssuche im Schilfgürtel könnte auf ein sehr schlechtes Nahrungsangebot der Lacken im eher trockenen Jahr 2000 zurückzuführen sein. In Jahren mit sehr hohen Wasserständen dürfte sich die Verteilung aller Schreitvogelarten in Richtung Seewinkel bzw. Seevorgelände verschieben.
Unerwartet hoch ist für den Löffler der hohe Anteil an der Nutzung von fisch-dominierten Habitaten. Ähnliche Befunde gibt es aus Spanien, wo gezeigt wurde, dass Fische die Hauptnahrung der jungen Löffler sind (Aquilera et al., 1996). Wir glauben daher, dass der Bestand des Löfflers in weitaus höherem Ausmaß, als bisher angenommen, von den Fischbeständen im Schilfgürtel und in den flachen Lacken des Seewinkels abhängt. Da der Löffler die kürzesten Beine hat und nur im Gehen jagen kann, ist es einsichtig, dass er die flachsten Bereiche des Schilfgürtels nutzt (Tab. 5).

3.4 Reiher und Fische - der Schilfgürtel als Fischfalle

Da die Fische des Schilfgürtels ihrer Biomasse nach die wichtigste Nahrung für alle Schreitvögel sind, sind die Fischpopulationen dieses Gebietes von zentraler Bedeutung für die Populationen aller fischfressenden Schreitvögel. Daran anschließend stellt sich die Frage, wie viele Fische gefressen werden und ob Fischpopulationen von den Reihern beeinflusst werden. In Kooperation mit dem Nationalpark-Projekt "Fischökologische Untersuchung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees" konnten wir darauf eine Antwort finden (Nemeth et al., 2003). Erstmals konnte quantitativ der Einfluss der Reiher und Löffler auf die Fische des Schilfgürtels und des gesamten Sees bestimmt werden.

Methoden
Die Untersuchungen der "Fischgruppe" beschränkten sich v.a. auf einzelne Teilgebiete des Schilfgürtels. In drei Untersuchungsjahren wurden diese Gebiete von August 1994 bis November 1997 an 27 Terminen, die ein bis drei Tage dauerten (insgesamt 68 Tage), mittels Elektrobefischung besammelt (Details zur Methode der Dichtebestimmung in Nemeth et al., 2003; Wolfram et al., 2004).
Die Habitatnutzung der Reiher und Löffler wurde mit Hilfe von Zählungen der nahrungssuchenden Silberreiher aus der Luft und der Beobachtungen der vier häufigsten Schreitvogelarten (Purpurreiher, Silberreiher, Graureiher und Löffler) ermittelt (Kapi-

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 6: Schreitvögel am Neusiedler See und die Menge an aufgenommenen Fisch von April bis September 2000 (aus Nemeth et al. 2003)

Art	Silberreiher	Purpurreiher	Graureiher	Löffler	Summe
Brutpaare	753	307	85	77	1222
% fressen im Schilfgürtel	80	82	56	61	77
% fressen an Schilf/See Kante	2	8	16	0	23
Gesamter Konsum an Fischen (Tonnen)	50.8	18.4	8.3	5.7	83.2
Gesamte Fischaufnahme (Tonnen)	40.6	15.1	4.7	3.5	63.8
Gesamte Fischaufnahme Schilf/See-Kante	1.0	1.5	1.3	0	3.9
Fischaufnahme kg pro ha im Schilfgürtel	2.3	0.9	0.3	0.2	3.8
% des Fischbestandes im Schilfgürtels	7.0	2.7	1.0	<1	11.7
% "Schilffische" 3–25 cm	12.7	5.1	1.8	1.0	21.3

tel 2). Am Boden beobachteten wir die Futteraufnahme an geeigneten Orten für das jeweilige Habitat (Kapitel 2). Die Beutegrößen für Silberreiher wurden anhand des Schnabels geschätzt und als ein Vielfaches eines Viertels der Schnabellänge (15,1 cm, n = 8; Messungen an Bälgen des Naturhistorischen Museums Wien) angegeben (Bayer, 1985). Die Videoüberwachung erlaubte uns Beutegrößen und -typen an zwölf Nestern zu bestimmen. Der artspezifische Nahrungsbedarf wurde aus der Literatur abgeleitet (Marion, 2000). Der tägliche Bedarf wurde für adulte Tiere und Jungvögel errechnet. Für Graureiher benutzten wir die Angaben von Feunteun & Marion (1994). In den anderen Fällen errechneten wir den täglichen Nahrungsbedarf gemäß einer Regression zwischen Körpermasse und Nahrungsaufnahme in Kushlan (1976). Die Berechnungsgrundlage war der Brutbestand aller Arten im Jahr 2000. Zur Bestimmung der Nahrungsaufnahme junger Silberreiher verwendeten wir Daten von Mock (1987, schriftl. Mitt.). Die in die Hochrechnung eingehende Anzahl an Jungreihern wird aus den Bruterfolgsdaten abgeleitet (mittlerer Bruterfolg ca. 1,4 flügge Jungvögel pro Nest (siehe Abschnitt 3.5). Für die adulten Tiere wurde angenommen, dass sie von April bis September im Gebiet fressen, bei den Jungvögeln rechneten wir mit einer Aufenthaltsdauer bis Ende August.

Resultate

Eine Hochrechnung ergab, dass alle Schreitvögel zusammen im Jahr ca. 83 Tonnen Fisch oder 11,7 % des gesamten Fischbestandes im Schilfgürtel konsumieren (Tab. 6). Beschränkt man sich auf die Größenklassen, die vom Silberreiher bevorzugt gefressen werden (3-25 cm, ohne Aal), ergibt das immerhin ein Viertel des gesamten Fischbestandes im Schilfgürtel. Hochgerechnet auf den gesamten Fischbestand des Neusiedler Sees sind das weniger als bescheidene 4 %. Der Hauptteil der Nahrung besteht wahrscheinlich aus Güster, Giebel und Rotauge. Damit kann ein nennenswerter Einfluss auf die kommerzielle Fischerei ausgeschlossen werden. Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass piscivore Fische, vor allem Zander und Hecht, im Schilfgürtel in einem Jahr ungefähr genauso viele Fische wie die Schreitvögel konsumieren (Nemeth et al., 2003).

Diskussion

Der Schilfgürtel ist ein wichtiger Lebensraum für Jungfische, gleichzeitig wirkt er aber als große Fischreuse. Bei fallenden Wasserständen können einzelne Wasserkörper vom See abgetrennt werden und die Fische sammeln sich auf zunehmend kleineren Flächen. Zusätzlich tritt in solchen Wasserkörpern bei höheren Temperaturen Sauerstoffarmut auf und die Fische sind gezwungen, in der an Sauerstoff reicheren Schicht knapp an der Wasseroberfläche zu atmen. Beide Ereignisse führen zu idealen Jagdbedingungen für Reiher. Unsere Beobachtungen zeigten, dass bei Sauerstoffarmut Reiher 10 mal mehr Fische erbeuten können, als unter Bedingungen ohne Sauerstoffstress: unter diesen Bedingungen können sie innerhalb von 20 Minuten ihren Tagesbedarf an Nahrung decken (Abb. 9).

Als wichtige Frage bleibt jene nach der Beeinflussung der kommerziellen Fischerei durch die Prädation der Reiher. Der in der Untersuchungszeit am häufigsten kommerziell genutzte Fisch war der Aal (mehr als 90%), gefolgt von Karpfen, Hecht und Zander. Der Gesamtfang an Aalen überschritt 100 t pro Jahr in den 1980er Jahren (Herzig et al. 1994), derzeit (2002) dürfte der Wert bei 20 Tonnen pro Jahr liegen. Direkte Konkurrenz zwischen piscivoren Vögeln und Fischerei erscheint unbedeutend, weil die Vögel vor allem kleinere Größenklassen jagen. Wie auch immer, der indirekte Einfluss der Vögel auf die Fische kleinerer Klassen sollte berücksichtigt werden. In Biomasse gerechnet bilden Karpfen, Hecht und Zander die kleiner als 25 cm sind ca. 3.5% der möglichen Beute für fischfressende Vögel. Aale könnten zu einem unbestimmten Ausmaß von Purpurreiher und Graureiher gefressen werden, für den Silberreiher sind sie sicher die seltene Ausnahme (Aale wurden nur einmal bei Videoaufnahmen der fütternden Altvögel bestimmt). Daher können wir annehmen, dass die von Reihern konsumierten Aale keinen Einfluss auf die kommerzielle Ernte haben.

Der mögliche Einfluss der "Schilffische" auf die historische Populationsentwicklung der Silberreiher wird im Kapitel 3.6 diskutiert.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

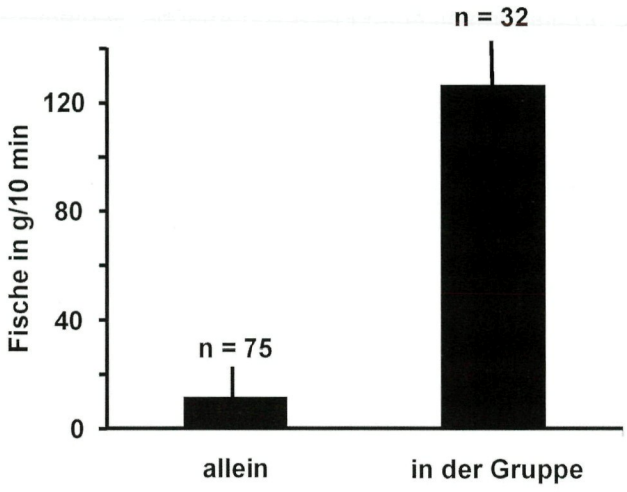


Abb. 9: Durchschnittlich aufgenommene Nahrungsmenge (Biomasse pro Minute ± Standardfehler) von Silberreihern im Schilfgürtel. Rechts in einer Gruppe von Reihern, die Fische fängt, die wegen Sauerstoffmangels gezwungen sind, nahe der Oberfläche zu atmen. Links Fangraten von einzelnen Reihern an anderen Tagen, aber im selben Blänkensystem. Die Biomasse der Fische wurde aus der Regression von Körperlänge zu Masse bestimmt (siehe Herzig et al. 1994).

wird im Kapitel 3.6 diskutiert.

3.5 Bruterfolg der Silberreiher

Ein ausreichender Bruterfolg ist eine Voraussetzung für die positive Entwicklung oder Stabilisierung einer Population. Niedrige Reproduktionsraten (< 1 Junges pro Brutpaar) würden auf derzeit eher ungünstige Verhältnisse für die Reproduktion hinweisen (vgl. Baxter, 1994). Wir erfassten den Bruterfolg 1999-2000, um diesen Ist-Zustand für die Silberreiher abzuschätzen. Dadurch bot sich uns auch die Möglichkeit einzelne Kolonien miteinander zu vergleichen und zu prüfen, ob und wie die Reproduktionsrate zwischen den Kolonien schwankte. Innerhalb der Kolonien war es möglich, frühe und späte Bruten miteinander zu vergleichen.

Resultate

Der Jahresdurchschnitt der Reproduktionsrate für alle Kolonien schwankte zwischen 1,25-1,52 flügge Junge pro Nest (Tab. 7). Größere Unterschiede fanden wir zwischen den Kolonien mit 1,0 bis zu 1,86 flüggen Jungen pro Nest. Die Silberreiher zeigten innerhalb der Kolonien eine große Spannweite beim Brutbeginn (von Ende März bis Ende Mai). Für die Jahre 1999 und 2000 ist es möglich zumindest bei vier Kolonien (Schilfinsel, Mörbisch, Oggau und Winden) frühe (Brutbeginn vor dem 10. April des Jahres) und späte Nester (Brutbeginn nach dem 10. April des Jahres) zu vergleichen. Im Jahr 1999 hatten frühe Bruten mit 1,56 flüggen Jungen pro Nest einen mehr als doppelt so hohen Bruterfolg als späte Bruten mit 0,65 Jungen pro Nest (t-Test, $p < 0{,}001$; n(frühe Bruten) = 152, n(späte Bruten) = 71; zusammengefasste Daten der Kolonien, Mörbisch, Winden und Oggau, Tests sind auch innerhalb jeder Kolonie signifikant). Im Jahr 2000 fanden wir einen höheren mittleren Bruterfolg bei späten Bruten (1,8 Junge/Nest), der im Vergleich zu den früheren Bruten (1,43/Nest) jedoch nicht signifikant war (t-Test, n.s.; n(frühe Bruten) = 294, n(späte Bruten) = 240, zusammengefasste Daten der Kolonien, Große Schilfinsel, Mörbisch, Winden und Oggau, der Bruterfolg ist auch innerhalb jeder Kolonie nicht signifikant unterschiedlich). Ein kleiner, aber unbestimmter Anteil der späten Bruten besteht wahrscheinlich aus Nachbruten.

Tab 7: Bruterfolg der Silberreiher in den Jahren 1998, 1999 und 2000. N ist die Anzahl ausgewerteter Nester pro Kolonie. In der Kolonie auf der Großen Schilfinsel wurde nur ein Teil der Nester ausgewertet, in Klammer ist die gesamte Anzahl an Brutpaaren angegeben. Die ausgewählten Nester der Großen Schilfinsel wurden als repräsentativ für alle Nester dieser Kolonie angesehen und in der Berechnung des Gesamtmittels aller Nester in den einzelnen Jahren wurden die Bruterfolge einzelner Kolonien auf die gesamte Koloniegröße umgerechnet.

	1998		1999		2000	
Kolonien	n	Bruterfolg	n	Bruterfolg	n	Bruterfolg
Jois			15	1.86	18	1.56
Winden2	11	1.27	4	1.75		
Winden3	12	1.67	43	1.51	43	1.47
Winden4	10	1.40				
Oggau	73	1.11	113	1.33	124	1.28
Mörbisch			65	1.07	96	1.5
St. Andrä	11	1.55	20	1.00	30	1.7
Schilfinsel	113(470)	1.59	159(290)	1.21	152(380)	1.58
Gesamt	292(682)	1.52	431(579)	1.25	463(763)	1.51

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diskussion

In der einzigen Studie, die den Bruterfolg der europäischen Art des europäischen Silberreihers untersuchte, fand Warga (1938) am Kisbalaton in sechs Jahren in einer Kolonie von 80 Brutpaaren Werte von 1,13- 3,06 Reiher pro Nest. Bemerkenswert ist, dass Warga auch öfters Nester mit vier Eiern antraf, während wir in unserer Studie ausnahmslos nur Nester mit drei Eiern fanden (n = 98 Nester). Allerdings konnte Warga die Jungen nicht bis zum Flüggewerden verfolgen, da sich seine Daten auf Begehungen von Schilfnestern stützten. Bei dieser Methode ist eine Erfassung des Bruterfolges nach mehr als drei Wochen nicht mehr möglich, da die Jungen bei Annäherung aus dem Nest flüchten. Ebenfalls ist unklar, ob Warga alle angefangenen Nester kannte und sie bei der Berechnung des Bruterfolges berücksichtigen konnte. Daher ist zu erwarten, dass diese Methode höhere Werte liefert als unsere Zählungen, die auf flügge Jungvögel pro angefangener Brut beruhen. Daten von Baumbruten des Silberreihers sind besser zu vergleichen, da dort die Jungen bis zum Flüggewerden beobachtet werden können. Ein Vergleich des durchschnittlichen Bruterfolges in Australien und Nordamerika von 5 verschiedenen Studien, die von 3 bis zu 13 Jahren dauerten, erbrachte durchschnittliche Werte von 0,9 bis 1,8 flügge Junge pro angefangenes Nest (Pratt & Winkler, 1985; Baxter, 1994; Smith & Collopy, 1995). Ein Mittelwert für drei Jahre von 1,39 für die Silberreiher am Neusiedler See entspricht etwa dem Mittel aus diesen Studien über durchwegs stabile Populationen.

Der niedrigere Wert von 1,25 Jungen pro Nest im Jahr 1999 könnte auf ungünstigere Witterungsverhältnisse verbunden mit einer schlechten Verfügbarkeit von Fischen zurückzuführen sein. Smith & Collopy (1995) zeigen in einer Untersuchung am Lake Okeechobee (Florida), dass Silberreiher besonders empfindlich auf tiefe Temperaturen und höhere Wasserstände während der Nestlingszeit reagieren. Bei einem Vergleich der Wetterdaten vom Neusiedler See findet man, dass das Frühjahr 1999 tatsächlich kälter war als jenes der Jahre 2000 und 1998. Im April - Mai 1999 waren die Temperaturen im Tagesmittel um 2,6° C niedriger als jene im Mai 2000, der Unterschied zum Vergleichszeitraum des Jahres 1998 beträgt allerdings nur 0,4°C (berechnet aus den Temperaturaufzeichnungen der Biologischen Station Illmitz). Der höhere Wasserspiegel des Sees im späten Frühjahr 1999 (Abb. 7, Abschnitt 3.2) – eventuell verbunden mit den niederen Temperaturen – könnte eine schlechtere Verfügbarkeit von Fischen bewirkt haben (siehe Abschnitt 3.4) und die vermehrte Mortalität bei den jungen Reihern erklären. Die Videobeobachtungen der Nester im Jahr 1999 zeigten, dass in allen Fällen von Jungenmortalität (n = 8 Nester) die schlechte Nahrungsversorgung die entscheidende Todesursache war. Das erklärt aber nicht den signifikant höheren Bruterfolg früherer Bruten des Jahres 1999. Hier könnten – wie bei vielen anderen Vogelarten - individuelle Unterschiede zwischen erfahrenen Eltern, die früher mit der Brut beginnen und unerfahrenen, später ankommenden Reihern eine Rolle spielen.

Da für die Silberreiher des Neusiedler See – Gebietes Daten zum Bruterfolg aus früheren Jahren und Daten zur Mortalität außerhalb der Brutzeit fehlen, ist es nicht möglich zu entscheiden, wie groß der Bruterfolg früher war und ob ein höherer Bruterfolg am Neusiedler See die Ursache des Populationszuwachses der letzten beiden Jahrzehnte ist. Zumindest kann man feststellen, dass die sehr große Population der Silberreiher am Neusiedler See in den Jahren 1998-2000 einen ausreichend hohen Bruterfolg hatte, um auch in Zukunft auf diesem hohen Niveau verbleiben zu können.

3.6 Populationsentwicklung des Silberreihers

Der Anstieg des Bestandes der Silberreiher am Neusiedler See in den letzten 20 Jahren war auffallend (Abb. 1 und Abb. 10). Damit einher ging eine Arealausweitung des Silberreihers in Mittel- und Westeuropa. In den letzten Jahrzehnten hat die Art ihr Brutareal (Cramp, 1977) nach Nord- und Westeuropa ausgedehnt, z. B nach Holland (Poorter, 1981), Frankreich (Marion & Marion, 1994), Litauen und Italien (Marion et al., 2000; Hafner, 2000). In den vorhergehenden Kapiteln haben wir bereits die starke Abhängigkeit der Schreitvögel von den Fischen während der Brutzeit betont. Sind also die Fische des Schilfgürtels entscheidend für die Populationsentwicklung des Silberreihers? Ein Vergleich mit anderen Reiherarten lehrt uns, dass der Einfluss von Faktoren außerhalb der Brutzeit bei Reihern wahrscheinlich sehr hoch einzustufen ist; seien es verschlechterte Bedingungen für Zugvögel im Überwinterungsgebiet (z.B. Purpurreiher; den Held, 1981) oder bei Standvögel der Einfluss strenger Winter (z.B. Graureiher; Reynolds, 1979). Beim Silberreiher als "Teilzieher" stellte man in den vergangenen Jahren eine Zunahme überwinternder Vögel in Ostösterreich fest. Gleichzeitig erfolgte eine Ausdehnung der Überwinterungsgebiete entlang der Donau nach Westen bis in den süddeutschen Raum. Daher könnte auch hier die Populationsentwicklung entscheidend durch eine Änderung in den Überwinterungsgebieten - möglicherweise verbunden mit einer anderen Nahrungsstrategie (der Jagd auf Feldmäuse) - beeinflusst werden (Grüll, 1998). Da wichtige Daten zur Mortalität im Winter fehlen, kann diese These derzeit nicht endgültig bestätigt werden. Hier soll noch einmal überprüft werden, inwieweit korrelative Hinweise auf die Ursachen der Populationsentwicklung der letzten 20 Jahre gefunden werden können. Dazu untersuchten wir noch einmal statistisch den Einfluss einzelner Umweltfaktoren, wie "Wasserstand des Neusiedler Sees", und "Witterungsfaktoren im Winter" (eine Arbeit, die vor allem auf der Analyse von Grüll, 1998 aufbaut). Höherer Wasserstand bedeutet letztlich mehr Fische als Beute, während strengere Winter vermehrten Abzug und eine höhere Mortalität auf den Zugwegen vermuten lassen. Anschließend diskutieren wir, ob und wie Veränderungen im Bruthabitat die Bestandsentwicklung der Silberreiher während der letzten Jahre beeinflusst haben und ob Prognosen für die Zukunft getroffen werden können.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Ergebnisse

Die Entwicklung des Bestandes der Silberreiher in den letzten 20 Jahren zeigt einen eindeutigen Aufwärtstrend (Regression über die Zeit $r^2 = 0,71$, n = 20, $p < 0,001$; als abhängige Variable wurde der Logarithmus der Bestände des Silberreihers genommen, da Populationsprozesse meist exponentielles Verhalten zeigen). Der Wasserspiegel selbst ändert sich nicht über die Zeit (lineare Regression, Zeit in Jahren mit Wasserspiegel im April, $r^2 = 0,26$, n = 20, n.s.). Setzt man die Entwicklung der Silberreiher in Beziehung zum Wasserstand des Vorjahres findet sich eine positive Korrelation (Pearson Produkt-Moment-Korrelation r = 0,49, n = 20, $p < 0,05$). Allerdings zeigt eine genaue Inspektion der Daten, dass diese Korrelation vor allem auf den Trockenjahren 1985 und 1991 beruht, und wie Grüll & Ranner (1998) bereits festgestellt haben, ist es wahrscheinlich eine negative Reaktion der Population auf extreme Trockenjahre (Abb. 10).

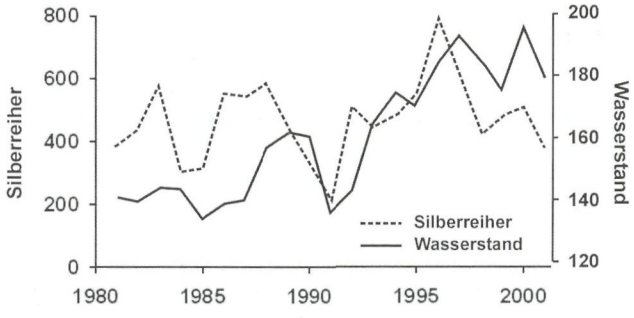


Abb. 10: Populationsentwicklung des Silberreihers am Neusiedler Seeund Wasserpegel des Sees im April (gemessen bei Mörbisch; Daten des Hydrographischen Dienstes Burgenland).

Setzt man die Residuen der Regression Bestand mit Zeit, das heißt die Schwankungen im Populationszuwachs in Beziehung zum Wasserstand, so zeigt sich innerhalb eines Jahres ein mittelstarker aber nicht signifikanter Zusammenhang (r = 0,421, n = 20, p = 0,17). Eindeutiger ist die hohe Korrelation der Schwankungen im Populationswachstum zum Frühjahrswasserstand des Vorjahres mit r = 0,64, n = 20, $p < 0,01$ (Abb. 11).

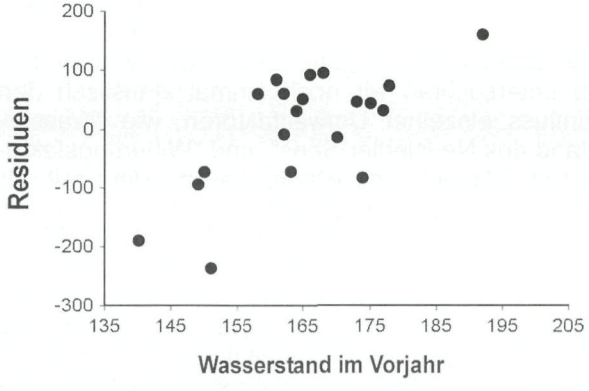


Abb. 11: Wasserpegel im April des Vorjahres und Residuen des Bestandszuwachses der letzten 20 Jahre (1981-2001).

Als Witterungsdaten für den Winter haben wir die durchschnittliche Dauer der Schneedecke in Tagen und die Anzahl der Frosttage des jeweiligen Winters (Datenquelle: Meßstation Podersdorf, mit freundlicher Genehmigung der Zentralanstalt für Meteorologie, Wien) verwendet. Die Tage mit Schneedecke und die Frosttage nahmen in den letzten 20 Jahren ab, dieser Trend ist allerdings (noch?) nicht signifikant (Pearson Produkt-Moment Korrelation, r(Schnee/Zeit) = -0,31, n.s. und r(Frosttage/Zeit) = -0,34. n.s.). Keine dieser Variablen korrelierte signifikant mit den Beständen des Silberreihers, bei den Frosttagen zeigte sich eine Tendenz in Richtung weniger Reiher nach strengeren Wintern (r(Schneedecke/Silberreiher) = -0,312, n = 20, n.s, r(Frosttage / Silberreiher) = -0,44, n = 20, $P < 0,07$). Bei der Betrachtung dieses Zusammenhanges ergab sich allerdings eine interessante Zweiteilung der Daten (Abb. 12). Während bis einschließlich des Jahres 1993 weniger Reiher nach schneereichen Wintern anzutreffen waren (Spearman-Rangkorrelation $r_s = -0,72$, n = 13, $p > 0,05$), so verschwindet dieser Zusammenhang danach ($r_s = -0,13$, n.s.). Allerdings fanden wir keine vergleichbare Tendenz bei den Frosttagen (in den ersten 12 Jahren, $r_s = 0,413$, n.s.)

Diskussion

Wie Grüll und Ranner (1998) bereits gezeigt haben, scheinen die extrem niedrigen Wasserstände der Jahre 1985 und 1991 zu Einbrüchen in der Bestandsentwicklung geführt zu haben. Sieht man aber die Entwicklung der letzten 20 Jahre im langfristigen Trend, dann kann man die Schwankungen im Populationszuwachs auf die Wasserstände des Vorjahres zurückführen (Abb. 11): geringe Wasserpegel im Vorjahr führen zu einer negativen Abweichung und hohe Wasserstände zu einer positiven Abweichung vom positiven Trend. Eine einfache und ökologisch zutreffende Erklärung für diesen Zusammenhang könnte die Abhängigkeit der Reiher von den Fischen im Schilfgürtel liefern (3.5). Mehr Wasser bedeutet bessere Reproduktionsbedingungen für Fische und daher mehr Fische im nächsten Jahr. Die durchschnittliche Beutelänge der Silberreiher betrug ca. 5 cm, das ist eine Größe, die bei vielen Fischarten erst im Alter von einem Jahr erreicht wird. Es bleibt allerdings die Frage, wie die Vögel das Nahrungsangebot für die jeweilige Brutsaison "abschätzen". Es wäre sowohl im Frühjahr vor der Koloniegründung, als auch im Sommer und Herbst des Vorjahres möglich. Langfristige signifikante Wetterveränderungen (z.B. Erwärmung) wurden während der letzten 20 Jahre nicht festgestellt und in den Witterungsdaten finden sich daher, so wie in den Pegelständen, keine Erklärungen für das Populationswachstum. Bemerkenswert ist allerdings das Fehlen der Abhängigkeit der Populationsgröße von der Dauer der Schneedecke nach dem Jahr 1993 (Abb. 12). Dieses Jahr steht am Beginn eines weiteren Wachstums der Brutpopulation. Es ist daher ein auffallendes Indiz dafür, dass eine Änderung der Überwinterungs- oder Nahrungsstrategie im Winter (Grüll 1998) beim Silberreiher den Zuwachs an Brutpaaren hervorrief.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

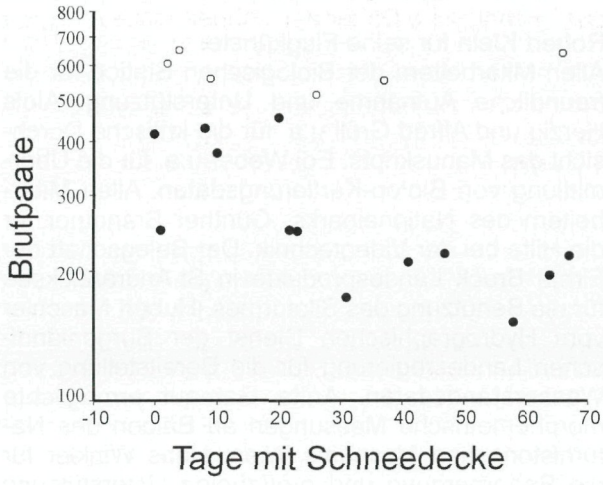


Abb. 12: Anzahl der Tage mit Schneedecke im Winter und Brutpaare der Silberreiher im folgenden Frühjahr. Die dunklen Punkte sind die Jahre vor 1994, die offenen Ringe die Jahre danach. Die Schneedecke wurde in Podersdorf gemessen (y-Achse in logarithmischer Skala).

Die Vervielfachung des Bestandes im Neusiedler See - Gebiet spricht allerdings auch für gravierende Änderungen im Brutgebiet. Wäre das nicht der Fall, müsste man annehmen, dass der Reiherbestand bis jetzt weit unter einem möglichen Sättigungswert lag. Zusätzlich sprechen auch die Zunahme der Anzahl der Purpurreiher, in den letzten Jahren auch der Graureiher (Abb. 1) und der anderen piscivoren Vögel, wie Haubentaucher (eigene Beobachtungen, Nemeth), für ein größeres Nahrungsangebot für piscivore Vogelarten. Zwar liegen keine Daten zum früheren Fischbestand im Schilfgürtel vor; im See jedoch verzehnfachte sich der Bestand an Cypriniden von den späten 1970ern bis zu den 1990er Jahren (Mikschi, Wolfram & Wais, 1996). Es ist daher anzunehmen, dass auch der Bestand an "Schilffischen" zunahm. Ein anderer Prozess, der sich wahrscheinlich positiv auf den Reiherbestand auswirkte, ist das "Schilfsterben" innerhalb des Schilfgürtels (Kapitel 4). Dadurch entsteht ein größerer Anteil an offenen Wasserflächen, der die Verfügbarkeit der Fische für die Reiher erhöht (Kapitel 6). Der langbeinige Silberreiher, der diese Blänken "gehend" am besten nutzen kann, hat offensichtlich am meisten von dieser Entwicklung profitiert. Diese Änderungen im Habitat sind außerordentlich wichtig für die Zukunft des Gebietes und sollen u. a. im nächsten Abschnitt behandelt werden.

4. Diskussion aus der Sicht des Arten- und Naturschutzes

Die derzeitige Situation der Schreitvögel

Der rasante Anstieg der Population des Silberreihers im letzten Jahrzehnt, die relativ hohen Bestände des Purpurreihers, der Erstnachweis der Brut des Seidenreihers und das Vorkommen des Nachtreihers sind positive Nachrichten aus der Sicht des Reiherschutzes. Der Schilfgürtel ist für Purpur- und Silberreiher das bei weitem wichtigste Nahrungshabitat. Daher können wir annehmen, dass Veränderungen im Schilfgürtel die Schreitvogelpopulationen besonders beeinflussen und die Vergangenheit und die Zukunft der Reiherpopulationen mit diesem Habitat verbunden sind. Der relativ hohe Bruterfolg des Silberreihers mit durchschnittlich 1,4 Jungen pro Nest zeigt, dass der, historisch gesehen, wahrscheinlich größte Bestand der letzten hundert Jahre noch immer ausreichend Nahrung findet. Die Population des Neusiedler Sees ist wahrscheinlich eine bedeutende Quelle für die Zunahme und Arealausbreitung des Silberreihers in Westeuropa. Daher kann die Bedeutung des Vorkommens dieser Art für die gesamteuropäische Population (mehr als 50 % aller Silberreiher westlich der Ukraine, Grüll, 1994) als sehr hoch eingeschätzt werden (Marion et al., 2000; Hafner, 2000). Das sehr schnelle Wachstum der Silberreiherpopulation sollte aber auch nachdenklich stimmen; es weist auf laufende Veränderungen im Schilfgürtel hin, dessen weitere Entwicklung für die Schreitvögel, aber auch für andere Organismengruppen von großer Bedeutung sein wird (siehe unten).
Das Vorkommen der Löffler erscheint gefährdet. Diese Art ist mehr von jenen Lacken abhängig, die zumindest zeitweise Fische aufweisen (Lange Lacke, Wörtenlacken oder Darscho). Es bleibt abzuwarten, ob die festgestellte Nutzung des Schilfgürtels in Zukunft einen Ersatz für die seit Jahrzehnten verschlechterten Bedingungen im Seewinkel (Dick et al., 1994) bieten kann.

Reiher und Fische

Obwohl enge Beziehungen zwischen Reiher und Fischpopulationen des Schilfgürtels des Neusiedler Sees existieren, zeigen unsere Ergebnisse ein komplexes Zusammenspiel von Fischvorkommen und Verfügbarkeit der Fische als Reiherbeute (siehe Abschnitt 3.4). Fest steht aber, dass die Voraussetzung für langfristig günstige Ernährungsbedingungen für die Reiher Faktoren sind, die zu hohen Fischdichten im Schilfgürtel führen. Insbesondere sei hier der Wasserstand des Sees und die Wasserstandsregulierung durch den Einserkanal erwähnt. Möglichst hohe Frühjahrswasserstände bieten bessere Bedingungen für die Fischfauna (Wolfram et al., 2003) und eine größere Dynamik in den Wasserständen wird aus der Sicht des Naturschutzes aus vielen Gründen positiv bewertet (vgl. Aumen and Gray, 1995; Managementvorschläge für Lake Okeechobee). Negative Auswirkungen höherer Wasserstände auf die Neststandorte kann man dabei ausschließen, da bei allen Arten die Nesthöhe ausreichend hoch ist (s. Festetics & Leisler, 1999). Ebenso ist das Offenhalten von Kanälen wichtig, um für Fische die Verbindung zwischen Rohrlacken und See aufrecht zu erhalten.

Die Zukunft des Schilfgürtels?

Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees ist ein "von menschlichen Eingriffen geprägter Kulturland-

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

schaftsbiotop, der ohne menschliche Nutzung einer stark beschleunigten Verlandung und Folgeentwicklung in Richtung Verbuschung unterliegt" (Dick et al., 1994). Der zeitliche Faktor dieses Verlandungsprozesses ist derzeit noch immer schwierig abzuschätzen; fest steht, dass er eine dramatische Bedrohung der Vogelfauna des Feuchtgebietes darstellt. Neben der in Jahrzehnten ablaufenden Verlandung, weist die vorliegende Studie auf einen zweiten, wahrscheinlich schneller ablaufenden Prozess innerhalb des Schilfgürtels hin, nämlich das "Schilfsterben". Bereits die Ergebnisse aus dem Nationalpark-Projekt zur Ökologie der Schilfvögel (Dvorak et al., 1995) zeigten in einem Vergleich mit alten Luftaufnahmen, dass der Anteil an offenen Wasserflächen im zentralen Schilfgürtel zugenommen hat. Derzeit sind im österreichischen Schilfbestand ca. 20% der gesamten Schilffläche offene Wasserflächen mit mehr als einem Meter Durchmesser (unpubl. Daten, Nemeth). Dieses "Schilfsterben" ermöglichte in den letzten Jahren wahrscheinlich eine verbesserte Verfügbarkeit von Fischen für Reiher im Schilfgürtel. Die Veränderungen in den Reiherpopulationen werden begleitet von tief greifenden Veränderungen in den Beständen der gesamten Avifauna. Altschilfspezialisten wie das Kleine Sumpfhuhn nehmen zu, während Bewohner starkhalmiger Schilfbestände wie z. B. Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*) und Zwergdommel (*Ixobrychus minutus*) dramatisch zurückgehen (Dvorak et al., 1995). Wie immer gibt es in einem solchen Prozess "Gewinner"- und "Verlierer"-arten. Die spannende Frage aus der Sicht des Naturschutzes betrifft nicht nur die Ursachen dieses Vorganges in biochemischen Prozessen (siehe Dinka, 2002), sondern auch ob und mit welcher Geschwindigkeit er sich fortsetzt. Aus unserer Sicht besteht hier ein dringender Forschungsbedarf. Erst mit dem dann gewonnenen Wissen wird es möglich sein, eine umfassende Beurteilung dieser Prozesse aus der Sicht des Vogelschutzes vorzunehmen.

Das "Schilfsterben" impliziert derzeit zwar positive Aspekte für piscivore Vögel (siehe oben), letztlich wird es sich aber wie die Verlandung negativ auf die Vogelfauna auswirken. Es sollte Aufgabe des Naturschutzes sein, die Ursachen des laufenden Prozesses zu klären, Prognosen für den weiteren Verlauf zu stellen und falls es sich um eine kontinuierliche, nicht aufhaltbare Entwicklung handelt, nach einem Abwägen der Auswirkungen auf verschiedene bedeutende Organismengruppen diesen Prozess zumindest zu verlangsamen. Die schon oben geforderte größtmögliche Dynamik in den Wasserständen und eine ausreichende Verbindung der Wasserkörper des Schilfgürtels mit dem offenen See sind Maßnahmen, die nicht nur dem Reiherschutz, sondern der Erhaltung des gesamten Feuchtgebietes dienen.

Danksagung

Robert Klein für seine Flugkünste.
Allen Mitarbeitern der Biologischen Station für die freundliche Aufnahme und Unterstützung. Alois Herzig und Alfred Grüll u.a. für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Edi Weber u.a. für die Übermittlung von Biotop-Kartierungsdaten. Allen Mitarbeitern des Nationalparks. Günther Brandtner für die Hilfe bei der Videotechnik. Der Belegschaft der Firma Bruck Landesprodukte in St.Andrä/Zicksee für die Benutzung des Siloturmes. Hubert Maschler vom Hydrographischen Dienst der Burgenländischen Landesregierung für die Bereitstellung von Wasserstandsdaten. Anita Gamauf ermöglichte morphometrische Messungen an Bälgen des Naturhistorischen Museums Wien. Hans Winkler für die Beherbergung und großzügige Unterstützung des Projektes am Konrad Lorenz Institut für Vergleichende Verhaltensforschung.
Den Mitarbeitern bei der Kabelverlegung für die Videoüberwachung: Falk Deubner (Alcatel), Franz Fasching (BKF), Stefan Gangl (Bootsverleih), Dieter Hämmerle (Nationalpark), Richard Haider (Nationalpark), Arno Hain, Andreas Jedlich (Alcatel), Robert Klein, Michael Pfeifer (Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland), Josef Potzmann, Otto Potzmann (Elektro Gartner) Fritz Prinkel (BKF), Valentin Schnedl (Bgld.Wasserleitungsverband), Walter Steinwandner (BEWAG) und Kurt Teichmeister (BKF).
Für die großzügige Unterstützung bei der Videoüberwachung der Reihernester danken wir (alphabetisch geordnet): ALCATEL, BEWAG, BKF, BURGENLÄNDISCHE LANDESREGIERUNG, FIRMA GANGL, NATIONALPARK NEUSIEDLER SEE –SEEWINKEL. und WASSERLEITUNGSVERBAND NÖRDLICHES BURGENLAND.
Und den vielen anderen, die hier nicht namentlich genannt werden - ein herzliches Dankeschön!

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

6. Literaturverzeichnis

Aguilera E., C. Ramo & C. De Le Court, 1996. Food and feeding sites of the Eurasian Spoonbill (*Platalea leucorodia*) in Southwestern Spain. Colonial Waterbirds 19:159-166.

Aumen, N.G. & S. Gray, 1995. Research synthesis and management recommendations from a five-year, ecosystem-level study of Lake Okeechobee, Florida (USA). Archiv für Hydrobiologie, Special Issues of Advanced Limnology 45: 343-356.

Bayer R.D., 1985. Bill length of herons and egrets as an estimator of prey size. Colonial Waterbirds 8:104-109.

Baxter G.S., 1994.The influence of synchronous *breeding, natal tree position and rainfall on* egret nestling success. Colonial Waterbirds 17:120-129.

Cabela A., H. Grillitsch & C. Plutzar, 2001. Vergleich der Lebensansprüche, Charakterisierung von Anspruchsgruppen. In: Cabela A., Grillitsch H. & F. Tiedemann (Hrsg.). Atlas zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien und Reptilien Österreichs. Umweltbundesamt, Wien, S. 611-670.

Csaplovics E., 1989. Die geodätische Aufnahme des Bodens des Neusiedler Sees. Wiss. Arbeiten Burgenland 84, Eisenstadt, 53 S.

Cramp S., 1977. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Volume 1 Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford, 722 S.

Den Held J., 1981. Population changes in the Purple Heron in relation to drought in the wintering area. Ardea 69: 185-191.

Dick G., M. Dvorak, A. Grüll, B. Kohler & J. Rauer, 1994. Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Gebiet Neusiedler See - Seewinkel. Umweltbundesamt, Wien, 356 S.

Dinka M., 2002. Nutrient content and biomass of *Phragmites australis* in Lake Fertö/Neusiedl. In: Padisák J. Shallow lakes 2002. International Conference on Limnology of Shallow Lakes. Abstracts. Balatonfüred. Vezprém University Press. S. 42.

Dvorak M., E. Nemeth, S. Tebbich, M. Rössler & K. Busse, 1995. Verbreitung, Bestand und Habitatwahl schilfbewohnender Vogelarten in der Naturzone des Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel. Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland – Bericht 86, Illmitz, 69 S.

Erwin R.M., 1985. Foraging decisions, patch use and seasonality in egrets (Aves: Ciconiiformes). Ecology 66: 837-844.

Feunteun, E. & L. Marion, 1994. Assessment of grey heron predation on fish communities: the case of the largest European colony. Hydrobiologia 279/280: 327-344.

Festetics A. & B. Leisler, 1999. Die Brutkolonien der Reiher und Löffler am Neusiedler See. Bestandsentwicklung, Nistökologie und Schutz. Ökologie der Vögel 21: 269-329.

Frederick C.P. & M.W. Collopy, 1989. Researcher disturbance in colonies of wading birds: effects of frequency of visit and egg-marking on reproductive performance. Colonial Waterbirds 12: 152-157.

Grüll A., 1994. Schilfvögel. In: Dick G., M. Dvorak, A. Grüll, B. Kohler & G. Rauer. Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Gebiet Neusiedler See - Seewinkel, Umweltbundesamt, Wien, 198-207.

Grüll A. & A. Ranner, 1998. Populations of the Great Egret and Purple Heron in relation to ecological factors in the reed belt of the Neusiedler See. Colonial Waterbirds 21: 328-334.

Grüll A., 1998. Veränderungen in der Wahl der Nahrungshabitate beim Silberreiher (*Casmerodius albus*) am Neusiedler See. Egretta 41:1-14.

Hafner H., 2000. Herons in the Mediterranean. In: Kushlan J.A. & H. Hafner (Hrsg.) Heron Conservation. Academic Press, London, 33-54.

Hafner H. & M. Fasola, 1992. The relationship between feeding habitat and colonially nesting Ardeidae. In: Finlayson C. M., G. E. Hollis & T. J. Davis (Hrsg.). Managing Mediterranian wetlands and their birds. QWRBN Special Publication 20, Slimbridge UK.

Hancock J. & J. Kushlan, 1984. The Herons Handbook. Croom Helm, London and Harper & Row, New York, 194-201.

Herzig, A., E. Mikschi, B. Auer, A. Hain, A. Wais, & G. Wolfram, 1994. Fischbiologische Untersuchung des Neusiedler Sees. BFB-Bericht 82: 1-125.

Krebs C. J., 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, New York, USA, 654 S.

König O., 1935. Wunderland der wilden Vögel. Gottschammel & Hammel, Wien,100S.

Kushlan J.A., 1976. Feeding ecology of wading birds. In: A. Sprunt IV, J.C. Odgen & S. Winckler (Hrsg.) Wading Birds. Research Report of the Audubon Society No. 7: 249-297.

Kushlan J.A., 1993. Colonial waterbirds as bioindicators of environmental change. Colonial Waterbirds 16(2), 223-251.

Manly B., L.L. McDonald & D.L.Thomas, 1993. Resource selection in animals. Chapman & Hall, London. 177 S.

Marion L. & P. Marion, 1994. Premières nidifications réussies de la Grand Aigrette Egretta alba en France, au Lac de Grand Lieu. Alauda 62:149-150.

Marion L., 2000. Aquaculture. In: J.A. Kushlan & H. Hafner (Hrsg.) Heron Conservation. London: Academic Press, pp. 269-292.

Marion L., P. Ulenaers & J. Van Vessem, 2000. Herons in Europe.-In: Kushlan J.A. & H. Hafner (Hrsg.). Heron Conservation. Academic Press, London, pp. 1-32.

Mikschi E., G. Wolfram, & A. Wais, 1996. Long-term changes in the fish community of Neusiedler See (Burgenland, Austria). In: A. Kirchhofer & D. Hefti (Hrsg.). Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Birkhauser Verlag, Basel, pp. 111-120.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Mock D.W, T.C. Lamey & B.J. Ploger, 1987. Proximate and ultimate roles of food amounts in regulating egret sibling aggression. Ecology 68: 1760-1772.

Montaneu D. & A. Ranner, 1997. Great White Egret. In: W.J.M. Hagemeijer & M.J. Blair (Hrsg.). The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their Distribution and Abundance. T & AD Poyser, London, pp.48-49.

Müller CH. Y., 1987. Nahrungs- und Ruhehabitate des Löfflers *Platalea leucorodia* am Neusiedler See (Österreich). Ornithologischer Beobachter 84: 237-245.

Nemeth E., M. Dvorak, K. Busse & M. Rössler, 2001. Estimating distribution and density of reed birds by aerial infrared photography. In: Field, R. R. J. Warren, H. Okarma & P.R. Sievert (Hrsg.). Wildlife, Land, and People: Priorities for the 21st Century. Proceedings of the Second International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society, Bethesda, Md, pp. 397-399.

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: Cowx, I. G. (ed.) Interactions between Fish and Birds: Implications for Management. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., Oxford, pp. 139 - 150.

Nemeth E., P. Bossew & Ch. Plutzar, 2004. A distance - dependent estimation of foraging ranges of neighbouring bird colonies. Ecological Modelling, im Druck.

Nemeth E. & A. Schuster, 2004. Temporal and spatial variation of habitat use in the Great White Egret (*Ardea alba*) at Lake Neusiedl, Austria. Bird Study, im Druck.

Neu, C. W., C. R. Byers & J. M. Peek, 1974. A technique for analysis of utilization- availability data. Journal of Wildlife Managament 38: 541-545.

Poorter E., 1981. De Zilverreigers van de Oostvaardersplaasen. De Lepelaar 66:23-24.

Pratt H.M. & D.W. Winkler, 1985. Clutch size, timing of laying, and reproductive success in a colony of Great Blue Herons and Great Egrets. The Auk 102:49-63.

Reynolds C.M., 1979. The heronries census: 1972-1977 population changes and a review. Bird Study 26: 7-12.

Roselaar C.S., 1985. Short-eared Owl. In: S. Cramp (Hrsg). Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Volume IV, Terns to Woodpeckers. Oxford University Press, Oxford, pp. 588 - 601.

Seitz A., 1937. Beobachtungen in den Reiherkolonien des Neusiedler Sees (Österreich) 1935. Beiträge zur Fortpflantzungsbiologie der Vögel 13:13-22.

Schenk J., 1918, Die einstigen und gegenwärtigen Brutkolonien der Edelreiher in Ungarn. Aquila 25:1-69.

Schuster, A., E. Nemeth, A. Grüll. & M. Rössler, 1998. Der Seidenreiher (*Egretta garzetta*) – ein neuer Brutvogel für Österreich. Egretta 2: 64-65.

Silverman B.W., 1952. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Monographs on Statistics and Applied Probability . Chapman & Hall, London, 175 S.

Smith J.P. & M. W. Collopy, 1995. Colony turnover, nest success, and productivity and causes of nest failure among wading birds (Ciconiformes) at Lake Okeechobee (1989-1992). Archiv für Hydrobiologie, Special Issues of Advanced Limnology 45: 287-316.

Warga K., 1938. Phaenologische und nidobiologische Daten aus der Kolonie von *Egretta a. alba* (L.) am Kisbalaton. Proceedings of the International Ornithological Congress 8: 655-663.

Wolfram, G., E. Mikschi & A. Wolfram-Wais, 2004. Fischökologische Untersuchung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees. BFB (Biologische Forschung Burgenland)-Bericht, im Druck.