

Langfristige Änderungen von Abundanz und räumlicher Verteilung mausernder Wasservogelarten nach Änderungen von Trophiestatus, Fischbesatz und Wasserstand im Ramsar-Gebiet “Ismaninger Speichersee mit Fischteichen”

Eberhard von Krosigk und Peter Köhler

Summary

Long-term changes of abundance and spatial distribution of moulting waterbirds following changes of trophic state, fish stock and water level in the Ramsar site “Ismaninger Speichersee mit Fischteichen”

Following a significant reduction of nutrients, the trophic state of the Ramsar site “Ismaninger Speichersee mit Fischteichen” turned between 1988 and 1999 from polytrophic to eutrophic in the reservoir and from hypertrophic to polytrophic in the fishponds. Accordingly, aquatic flora and both invertebrate and fish fauna changed. In addition, in parts of the site fish stocks were lowered and water levels raised between 1996 and 1999. Consequently, abundances, spatial distribution and dominance of the eight most common waterbirds have changed markedly. Their former totals of daily maxima during wing moult exceeded 50,000 on 8 km² water surface. These totals were reduced to a mean of 29,000 in the years 1994-1999. Unparalleled to regional trends, mean daily maxima of the years 1994-1999 decreased greatly in Pochard *Aythya ferina* (-76 %), Black-necked Grebe *Podiceps nigricollis* (-50 %) and in Tufted Duck *A. fuligula* (-41 %). This was accompanied by massive decreases of great chironomid midges and other invertebrates. Mute Swan *Cygnus olor*, Mallard *A. platyrhynchos*, and Coot *Fulica atra* decreased between 21 % and 12 %. Numbers of Gadwall *A. strepera* remained high. This species compensated the decreasing mass and availability of macrophytic algae (*Cladophorales* and *Hydrodictyon*) in the reservoir by shifting to ponds stocked with low or no carp *Cyprinus carpio*. Red-crested Pochard *Netta rufina* increased between 1994 and 1999 by 31 %. It was benefitted by the spreading of stonewort *Chara* and pondweeds *Zannichellia* and *Potamogeton*, which it could reach even with raised water levels. Comparing the dominance in the years 1988 and 1999, Black-necked Grebe, Pochard and Tufted Duck, preferring animal food, together decreased from 73 % to 30 %. The relative proportions of the herbivorous species Mute Swan, Gadwall and Red-crested Pochard together increased from 15 % to 51 %.

Key words: waterbirds, wing moult, trophic state, fish stock, water level, Ismaninger Speichersee mit Fischteichen.

1. Einleitung

Eine Mauerstradition am Ismaninger Speichersee mit seinen Fischteichen besteht bereits seit 1930 (WÜST 1951). Erste detaillierte Studien zur Schwingenmauser stammen von BEZZEL (1959, 1964). In der Folge-

zeit stiegen die Zahlen der Mauerströgel im Gebiet fortlaufend an (VON KROSIGK 1988). Sommerliche Tagesmaxima erreichten Anfang der 70er Jahre fast 50 000 Vögel (WÜST 1978). Daraus können in Einzeljah-

ren Gesamtzahlen bis zu 100 000 Mauservögeln abgeleitet werden. Diese Größenordnung blieb im Wesentlichen bis 1994 unverändert. Wiederfunde eines Berinngungsprogrammes 1978-1986 belegten einen Einzugsbereich Ismaninger Mausergäste von Spanien über ganz Mitteleuropa bis nach Russland (KÖHLER 1984, 1994, SIEGNER 1984, 1988, KÖHLER & KÖHLER 1996 und unveröff.). Bestimmend für diesen traditionsgeführten Mauserzug nach Ismaning war die sonst kaum mehr anzutreffende Kombination von verlässlichem Nahrungsreichtum und Sicherheit vor menschlichen Störungen. Dies sind auch die Gründe für die zahlreichen Qualifikationen des Gebietes: Europareservat; seit 1973 Feuchtgebiet Internationaler Bedeutung nach den Kriterien des Ramsar Abkommens; auf Vorschlag des Deutschen Rates für Vogelschutz seit 1987 "Important Bird Area"; schließlich seit kurzem von der Bayerischen Staatsregierung gemäß der Europäischen Vogelschutzrichtlinie als "Special Protection Area" auf die Vorschlagsliste zur Meldung nach Brüssel gesetzt.

Seit 1994 sind mit der deutlichen Verringerung der Nährstofffracht im zufließenden Wasser die langjährig hohen Bestände vor allem von Tafelente, Reiherente und Schwarzhalstaucher drastisch zurückgegangen. Kein anderes bayerisches Ramsar-Gebiet war in der Lage, die gefährdete

Funktion des Ismaninger Speichersees und der Fischteiche als Mauserzentrum von europaweiter Bedeutung auszugleichen.

1996 konnte die "Ramsar-Arbeitsgruppe Ismaninger Teichgebiet der OGiB" zeigen, dass eine Extensivierung der Karpfenwirtschaft verlorengegangene Mauserkapazität zum Teil ausgleichen kann (KÖHLER et al. 1997). Deshalb hat das Bayerische Landesamt für Umweltschutz 1997 und 1998 "Untersuchungen zur Sicherung der zukünftigen Ernährungssituation mausernder Wasservögel durch eine veränderte Bewirtschaftung" gefördert. Zusammenfassend wird über die Ergebnisse 1996-1999 in einer parallel in diesem Heft erscheinenden Arbeit berichtet (KÖHLER et al. 2000).

Die geförderten Untersuchungen waren auftragsgemäß auf die Fischteiche beschränkt. Dies hat die Rolle des Speichersees in den Hintergrund gerückt. Die vorliegende Arbeit soll deshalb zunächst belegen, dass beide Gebietsteile, Fischteiche und Speichersee, entscheidend zur Funktion des Mausergebietes beitragen. Wir zeigen, wie die acht häufigsten mausernden Wasservogelarten den See bzw. die Teiche unterschiedlich bevorzugt haben. Weiter beschreiben wir, wie sich Abundanzen und Dominanz dieser Arten zwischen 1988 und 1999 entwickelt haben als Folge von Änderungen in Trophie, Fischbesatz und Wasserstand.

2. Material und Methode

2.1 Datenerhebung

Die seit Jahrzehnten monatlich durchgeführten Wasservogelzählungen werden von EvK seit 1988 in wöchentlichem Turnus und ganzjährig vorgenommen. In identischem Vorgehen werden die Fischteiche einzeln jeweils morgens und vormittags ausgezählt, nachmittags folgt der

Speichersee. Diese räumlich-zeitliche Standardisierung gewährleistet ein hohes Maß an Vergleichbarkeit. Dabei bleibt auch eine mögliche Unterschätzung der in den Fischteichen anwesenden Vögel über die Jahre im wesentlichen gleich: Tagsüber suchen nämlich vor allem Gründelenten häufig Ruhezonen in der Ufervegetation der Dämme auf und entziehen sich dabei ei-

ner vollständigen Erfassung. Weiter wechseln selbst während der Mauserzeit viele der noch oder wieder flugfähigen Enten von den Ruhebereichen im Speichersee nachmittags zur Nahrungsaufnahme in die Fischteiche.

Darüberhinaus werden protokolliert:

- Das sommerliche Auftreten aufschwimmender makrophytischer Algen und Gefäßpflanzen als geschätzte Ausdehnung an der Wasseroberfläche. Diese relativen Werte erlauben den Vergleich der Jahre untereinander. Insbesondere die am Grund fest wurzelnden, kurzwüchsigen Armelechteralgen und Wasserpest konnten dabei nicht erfasst werden.
- Der nachmittägliche Pegelstand im Unterwasser des Speicherseekraftwerkes, also am Einlauf des Westbeckens des Speichersees (Eigenablesung).

Die submerse Flora der südlichen Flachwasserzonen des Speichersees wurde 1998 bis zu 140 cm Tiefe in Linientaxierung erfaßt (Details bei VON KROSIGK in KÖHLER et al. 1998).

Die Daten zur Veränderung von Trophie und Wasserchemie stammen vom Wasserwirtschaftsamt München. Es handelt sich durchgängig um Ablaufwerte. Vielfach handelt es sich dabei um Rohdaten; Angaben zu Chlorophyll a für den Speichersee lagen vor als Ganzjahreswerte für 3-Jahres-Zeiträume.

2.2 Auswertung

Von 22 hier mausernden Wasservogelarten werden die acht häufigsten Arten aus-

gewertet: Schwarzhalstaucher *Podiceps nigricollis*, Höckerschwan *Cygnus olor*, Schnatterente *Anas strepera*, Stockente *A. platyrhynchos*, Kolbenente *Netta rufina*, Tafelente *Aythya ferina*, Reiherente *A. fuligula* und Bläßhuhn *Fulica atra*. Aus den wöchentlich ermittelten Zahlen werden für jede dieser Arten die Tagesmaxima zu deren Mauserhöhepunkt in den 12 Jahren 1988-1999 herangezogen. Für das Bläßhuhn werden Mittelwerte des Monats August verwendet. Sie werden jeweils getrennt dargestellt für den Speichersee, für die Fischteiche und, als Summe daraus, für das Gesamtgebiet. Zu den Verlaufskurven wird die prozentuale Verteilung auf See bzw. Teiche angegeben. Da sich die Wasserflächen von Speichersee und Fischteichen verhalten wie 75:25, zeigen Prozentanteile höher als 75 % für den See bzw. höher als 25 % für die Teiche entsprechend überproportionale Verteilungen im betreffenden Bereich. In gleicher Weise wurde mit den zu einem "Gesamtbestand" aufsummierten Werten der acht Arten verfahren.

An dieser Stelle muss betont werden, dass weder dieser "Gesamtbestand" noch die zugrundeliegenden Tagesmaxima der einzelnen Arten verstanden werden dürfen als die Gesamtmenge der im Gebiet mausernden Individuen. Letztere ist bei weitem höher und ergibt sich erst bei Berücksichtigung des ausgeprägten Fließgleichgewichtes aus zuwandernden, mausernden und wieder abwandernden Vögeln (z.B. für die Schnatterente KÖHLER 1991, KÖHLER et al. 1995).

Dank

Der Bayernwerk Wasserkraft AG (BWK, Direktor Hermann Stadlberger, Peter Beck, Christian Merkel) danken wir für die Bereitschaft, ornithologische Belange und Versuchsanord-

nungen nach Möglichkeit zu berücksichtigen, für Zugangs- und Fahrgenehmigungen sowie für die Überlassung und Kommentierung von Daten, insbesondere zum Fischbestand im See

und zum Fischbesatz in den Teichen. Herrn Thomas Henschel sei gedankt für die bereitwillige Zusammenstellung und Erläuterung der Daten des Wasserwirtschaftsamtes München, sowie Frau Suzanne Fiebig für die Durch-

sicht der englischen Textteile. Besonderer Dank gilt Dr. Ursula Köhler. Sie hat durch zahlreiche Anregungen und kritische Beiträge erheblichen Anteil an dieser Arbeit.

3. Beschreibung des Gebietes und der Veränderungen der ökologischen Rahmenbedingungen

Das Ismaninger Teichgebiet besteht aus einem Speichersee und einer Fischteichanlage und nimmt insgesamt knapp 10 km² ein (Übersichtsskizze in KÖHLER et al. 1997). Es liegt ca 10 km NE München, Oberbayern, (48°14N, 11°41E). Das Gebiet entstand 1929 und dient der Stromerzeugung aus Wasserkraft und der biologischen Nachreinigung der Münchner Abwässer. Es ist Betriebsgelände der BWK und der Öffentlichkeit nicht zugänglich. Deshalb und wegen seines abwasserbürtigen Nahrungsreichtums hat das Gebiet seit Anbeginn eine überragende Bedeutung für Wasservögel. Immer schon ließen einzelne Arten eine unterschiedliche Bevorzugung von See und Teichen erkennen.

3.1 Speichersee

Der Speichersee ist etwa 7,3 km lang und 1 km breit, seine reine Wasserfläche beträgt etwa 580 ha. An seinem Südufer ist er über die gesamte Länge bei mittlerem Pegelstand nicht tiefer als 30 cm; zum Nordufer hin nimmt die Wassertiefe mit einem Gefälle von etwa 4 Promille bis auf 4,8 m in der Strömungsrinne zu. Der See wird von Flusswasser aus dem Mittleren-Isar-Kanal durchflossen, dem bis 1989 ganzjährig vorgeklärtes Abwasser zugeetzt war. Bei einer Durchflussrate von 3-5 Tagen ist der See als polymiktischer Flachwassersee zu charakterisieren (GRIMMINGER et al. 1979).

Dem Süddamm des größeren Westbäckens ist ein 4 km langer, 40-70 m breiter,

reich gegliederter Streifen aus "Auwald" und Schilffeldern vorgelagert. Die Jagd auf Wasservögel war bereits seit 1958 weitgehend eingeschränkt, seit 1990 ist sie im Gesamtgebiet völlig eingestellt. Kommerzielle Fischerei wird seit 1964 nicht mehr betrieben, Sportfischerei ist an einzelnen Außendämmen gestattet.

3.2 Fischteiche

Unmittelbar südlich des Speichersees erstreckt sich eine Kette von 30 je 5-8 ha großen Abwasser-Fischteichen, deren reine Wasserfläche etwa 200 ha beträgt. Sie sind in ihrem Südteil bis zu 50 cm tief, nach Norden zu werden sie bis zu 2,5 m tief. Ihr Wasserstand bleibt bei einer Durchflussrate von 2-4 Tagen den ganzen Sommer über unverändert, sie sind deshalb als flache, polymiktische Teiche zu charakterisieren. In diesen "Abwachsteichen" werden zwischen April und Oktober zwei-sömmerige Karpfen gemästet. Sie – und die hier brütenden und mausernden Wasservögel – leben von dem Nahrungsnetz, das sich in der durchgeleiteten Mischung aus Flusswasser und vorgereinigtem Abwasser der Stadt München entwickelt. In der Vergangenheit trug die Karpfenmästung so zur biologischen Nachreinigung der Abwässer bei. Nach dem Abfischen der Karpfen bleiben die Teiche zwischen November und März ohne Wasser.

Zu den genannten großen Teichen kommen noch etwa 55 weitere kleinere Halte-rungs- bzw. Versuchsteiche von zusam-

men ca. 20 ha Wasserfläche und mit ausgedehnten Verlandungs- und Röhrichtbeständen. Sie tragen entscheidend zur Strukturvielfalt des Gebietes bei und sind für eine Reihe von Arten hauptsächlicher Lebensraum im Gesamtgebiet. Für die hier untersuchten acht Wasservogelarten haben sie allerdings geringere Bedeutung. Den zahlreichen Dämmen der Teichkette entspricht eine über 50 km lange Uferlinie mit üppiger Strauchvegetation und Röh-

richtbeständen. Wasservogelbruten werden wegen guter Deckungsmöglichkeiten fast ausschließlich hier getätigt.

3.3 Veränderungen ökologischer Parameter in Speichersee und Fischteichen

Die im Folgenden ausführlicher dargestellten Veränderungen sind in Tab. 1 zusammengefaßt.

Tab. 1: Chronologie markanter Veränderungen von Nährstoffzufuhr, Fischbesatz und Wasserstand, Ismaninger Speichersee mit Fischteichen. Die fortlaufende Numerierung bezieht sich auf die Abb. 3. – *Chronology of marked changes of nutrient input, fish stock and water level, Ismaning Reservoir and Fish Ponds. Numerical code refers to fig. 3.*

1	August 1988	Reduzierung von Phosphor und Ammonium im Speichersee <i>Reduction of Phosphorus and ammonia in the reservoir</i>
2	1992	Weitere Reduzierung von Phosphor (s. Tab. 2) <i>Further reduction of Phosphorus (see Tab. 2)</i>
3	Ende 1993	Eliminierung von Ammonium (s. Tab. 2) <i>Elimination of Ammonia (see Tab. 2)</i>
4	1996-1999	Verringerter Karpfenbesatz in den Teichen <i>Reduced stocks of carp <i>Cyprinus carpio</i> in the ponds</i>
5	Juli 1997	Starke Verringerung des autochthonen Fischbestandes im See <i>Significant reduction of the natural fish populations in the reservoir</i>
6	1999	Dauerhaft erhöhte Wasserstände im See <i>Raised water levels in the reservoir</i>

3.3.1 Verringerung der Nährstoffzufuhr, Veränderungen des Trophiestatus und der submersen Flora

Der Trophiestatus des Gebietes hat sich zwischen 1988 und 1999 deutlich geändert, beim Speichersee von polytroph zu eutroph, bei den Teichen von hypertroph zu polytroph (T. Henschel, WWA München, mdl.). Dies zeigt sich an veränderten gewässerchemischen Parametern (Tab. 2) sowie am davon verursachten Wandel der submersen Flora (Abb. 1). Im See gingen zunächst die sommerlichen Dominanzen von Phytoplankton zurück, dokumentiert

durch die Abnahme der 0,95-Perzentile von Chlorophyll a. Desgleichen nahmen ab die bislang dominierenden makrophytischen Astalgen (*Cladophorales*) und die 1988, 1991 und letztmals 1994 massenhaft auftretenden Netzalgen (*Hydrodictyon*). Seit etwa 1990 siedelten sich Armleuchteralgen *Characeae* an, bisher unbedeutende Vorkommen folgender Gefäßpflanzen weiteten sich aus: Wasserpest *Elodea*, Kammlaichkraut *Potamogeton pectinatus*, Teichfaden *Zannichellia palustris*, 3 Hahnenfuß-Arten *Ranunculus trichophyllus*, *R. circinatus* und *R. fluitans*, Ähriges Tausendblatt *Myriophyllum spicatum*.

1998 fanden sich bei Linientaxierungen

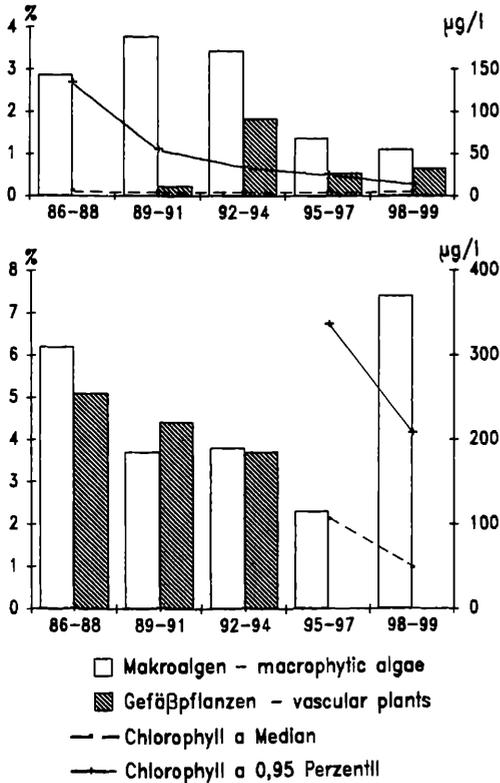


Abb. 1: Änderungen von Chlorophyll a und der submersen Flora von 1986 bis 1999 im Speichersee (oben) und in den Fischteichen (unten): Mittlere relative Bedeckung der Wasseroberfläche mit makrophytischen Algen (*Cladophorales*, später *Hydrodictyon*, ohne *Chara*), und Gefäßpflanzen (*Zannichellia* und *Potamogeton* im See, *Zannichellia* und anfangs auch *Lemna gibba* in den Fischteichen). Mittelwerte aus wöchentlichen Erfassungen von Mitte Mai bis Mitte August, zusammengefasst in 3-Jahreszeiträumen; Chlorophyll a: Ganzjahreswerte. – *Changes 1986-1999 in Chlorophyll a and aquatic vegetation in the reservoir (upper graph) and the fishponds: Mean relative cover of the water surface with macrophytic algae (Cladophorales, later Hydrodictyon, without Chara) and with aquatic vascular plants (Zannichellia and Potamogeton in the reservoir; Zannichellia and initially also Lemna gibba in the fishponds). Median values from weekly checks mid-May to mid-August, combined in three-year periods. Chlorophyll a: all-year values.*

Tab. 2: Änderungen wasserchemischer Daten vom Auslauf des Speichersees bzw. der Fischteiche. Medianwerte (mg/l, nach Rohdaten WWA München, unveröff.) für die Monate April-Oktober (Sommer) und November-März (Winter). – *Changes in waterchemical data below the reservoir and the fishponds. Median values (mg/l, from raw data WWA München, unpubl.): April-October (summer) and November-March (winter).*

	Fischteiche (Sommer) <i>fishponds (summer)</i>			See (Sommer) <i>reservoir (summer)</i>			See (Winter) <i>reservoir (winter)</i>		
	P _{ges}	NH ₄	NO ₃	P _{ges}	NH ₄	NO ₃	P _{ges}	NH ₄	NO ₃
1988	0,84	5,11	0,7	0,32	1,85	0,8			
1989	0,87	5,06	1,1	0,17	0,61	0,9	0,38	2,6	1,1
1993	0,31	6,4	1,1	0,05	0,19	0,8			
1994	0,25	0,05	8,4	0,05	0,04	1,3	0,11	0,95	3,4
1995	0,43	0,02	14	0,04	0,02	1,1	0,1	0,03	4,5
1998	0,38	0,02	15	0,03	0,02	0,7			
1999	0,24	0,03	8	0,03	0,03	1	0,06	0,04	3,1

(8 Transsekte bis 140 cm Wassertiefe) die folgenden prozentualen Bodenbedeckungen: Makrophytische Grünalgen *Cladophorales*, *Hydrodictyon*, vereinzelt *Enteromorpha* 13 %, Armleuchteralgen *Chara spec.* 48 %, Laichkräuter und Teichfaden *Potamogetonaceae* & *Zannichellia palustris* 24 %, Hahnenfuß-Arten *Ranunculaceae* 15 % (VON KROSIGK in KÖHLER et al. 1998).

Auch in den Teichen gab es bis 1993 ein Nebeneinander von Phytoplankton, Makroalgen und Gefäßpflanzen (*Zannichellia*; *Lemna gibba* mit teils völliger Bedeckung einzelner Teiche). 1994 und 1995 verschwanden die Makroalgen und Gefäßpflanzen weitgehend. Seit 1996 entwickeln sie sich vorwiegend bei niedrigem oder fehlendem Karpfenbesatz, *L. gibba* blieb verschwunden. In hoch besetzten Karpfenteichen dominiert Phytoplankton.

Die dargestellten Veränderungen der Trophie bzw. Verschiebungen des Artenspektrums der Primärproduzenten gehen zurück auf einschneidende Erweiterungen der vorgeschalteten Klärtechnik: Bis Juli 1988 wurde das gesamte vorgeklärte Abwasser Münchens zur biologischen Nachreinigung durch Speichersee und Fischteiche (April-Oktober) bzw. nur durch den See (November-März) geleitet.

Mit Inbetriebnahme eines neuen Großklärwerkes bekommt das Gebiet seit August 1988 nur noch etwa die halbe Abwassermenge. Für Speichersee und Fischteiche hat das unterschiedliche Auswirkungen: Der Speichersee erhält von April bis Oktober im Wesentlichen nur noch Flusswasser (Tab. 1, Punkt 1); nur zwischen November und März wird die halbierte Abwassermenge zugemischt. In den Fischteichen dagegen änderte sich die Nährstoffsituation 1988 noch kaum, da die verbleibende Abwassermenge zwischen April und Oktober nunmehr fast völlig in die

Fischteiche geleitet wird. Das verbleibende Abwasserdargebot wurde 1992 und 1993 zwei weiteren Reinigungsschritten unterworfen (Tab. 1, Punkte 2 und 3). Im Ergebnis steht einer erheblichen Verringerung bei Gesamt-Phosphor und der Elimination von Ammonium ein Anstieg der Nitratwerte gegenüber (Tab. 2, nach Rohdaten des Wasserwirtschaftsamtes München, T. Henschel).

3.3.2 Veränderungen der Invertebratenfauna

Im Unterschied zur Avifauna hat die submerse Fauna des Gebietes in der Vergangenheit kaum Beachtung gefunden. Im Zuge der Untersuchungen zur Sicherung der Nahrungsgrundlagen mausernder Wasservogel wurde 1997 die Invertebratenfauna der Fischteiche und ihre Nutzung durch Karpfen und Wasservogel untersucht (BOHL 1997, HOLLER 1998, NIEDERMEIER 1998, VON BRANDT 1997). Weiter zurückliegend gibt es systematische Untersuchungen nur vereinzelt, nicht in längeren Zeitreihen und insbesondere nicht über den Zeitraum der eben geschilderten Änderung der Trophie.

Augenfällig, aber nicht weiter dokumentiert ist das weitgehende Verschwinden der Massen von großen Zuckmücken *Chironomidae*. Ihre Vorkommen waren vormals so dicht, dass mehrfach öffentlich darüber Klage geführt und das Einschreiten der Behörden gefordert wurde. Heute sind lediglich mengenmäßig extreme Rückgänge und Verschiebungen zu Arten kleinerer Körpergröße festzuhalten. Erhebliche Abnahmen der Biomassen auch anderer Taxa und Formen (z.B. *Tubificidae*, *Lymnaea*, *Cladocera*, *Trichoptera*, *Ephemeroptera*, *Corixa*) sind entsprechend anzunehmen.

3.3.3 Veränderungen im Fischbestand des Speichersees und im Karpfenbesatz der Fischteiche

Wasservögel und Fische stehen in engen Wechselbeziehungen zueinander (McNICOL & WAYLAND 1992, GILES 1994, MALLORY et al. 1994, PYKAL & JANDA 1994). Ergebnisse für die Fischteiche sind ausführlich bei KÖHLER et al. (1997, 2000) dargestellt. Für den Speichersee gibt es dazu keine Untersuchungen. Gleichwohl müssen entsprechende Zusammenhänge wie in den Fischteichen angenommen werden. Deshalb fassen wir wenigstens die vorhandenen Daten zu Fischbestand und Artenspektrum des Speichersees zusammen.

Ein Fischbesatz hat hier in den vergangenen Jahrzehnten nur ausnahmsweise und in geringem Umfang stattgefunden. Trotzdem galt der See früher als ausgesprochen fischreich (Tab. 3).

Für die Jahre 1948-1967 nennt BECK (1984) als zu etwa gleichen Teilen häufigste Arten Karpfen *Cyprinus carpio*, Brachsen *Abramis brama* und Rotaugen *Rutilus rutilus*. Bereits in diesem Zeitraum wurden die jährlichen Karpfenausbeuten jedoch

als rückläufig beschrieben. Zur Illustration der Fischdichte gegen Ende der 60er Jahre sei erwähnt, dass bei einer kommerziellen Fangaktion an der sog. Querdamm-schleuse der Fang so groß war, dass sogar ein massenfang-geeignetes Hochsee-Fischnetz riss.

1976 hat eine eintägige Befischung mit einer einzigen Großreuse ohne diversifizierte Stellnetze folgendes Spektrum erbracht: Häufigste Altfische waren Schlei *Tinca tinca* und Rotaugen, mit deutlichem Abstand gefolgt von Brachsen. Weniger zahlreich waren vertreten Aal *Anguilla anguilla*, Rotfeder *Scardinius erythrophthalmus*, Karpfen, Hecht *Esox lucidus* und Karausche *Carassius carassius* (WISSMATH 1997). Der See war bekannt für einen Fischreichtum, "wie er gewöhnlich nur in Karpfenteichen anzutreffen ist" mit kapitalen Karpfen, Rotaugen und Hechten (KÖLBING 1978). Nach eigenen regelmäßigen Beobachtungen seit 1978 bestanden fischreiche Verhältnisse mindestens bis 1985, und noch 1992 war der See berühmt für seine riesigen Brachsen (NAUEN 1993).

Aber auch 1994-1997 gibt es mehrfach Beobachtungen, die auf einen gewissen Fischreichtum hinweisen, evtl. aber auf

Tab. 3: Veränderungen des Fischbestandes im Speichersee: Fischreichtum und häufigste Arten (nach BECK 1984, WISSMATH 1997 und eigenen Beobachtungen) – *Changes in the natural fish populations of the reservoir: Fish richness and commonest species (after BECK 1984, WISSMATH 1997 and own observations).*

ca. 1950 bis 1969	ca. 1970 bis 1989	ca. 1990 bis 1999
fischreich <i>rich in fish</i>	fischreich <i>rich in fish</i>	weniger fischreich ? <i>less rich in fish ?</i>
Karpfen – Carp <i>Cyprinus carpio</i>	Schlei – Tench <i>Tinca tinca</i>	?
Brachsen – Bream <i>Abramis brama</i>	Rotaugen – Roach <i>Rutilus rutilus</i>	Renke – Whitefish <i>Coregonus spec.</i>
Rotaugen – Roach <i>Rutilus rutilus</i>	Brachsen – Bream <i>Abramis brama</i>	Laube – Bleak <i>Alburnus alburnus</i>

ein sich änderndes Artenspektrum: Im Spätsommer und Herbst dieser Jahre machten große Gruppen durchziehende Kormorane spektakulär und erfolgreich Treibjagd auf schlanke Fische, die Renken gewesen sein könnten (siehe unten).

Anfang Juli 1997 hat eine eintägige, rasche und fast völlige Entleerung des Sees den vorhandenen Fischbestand in erheblichem Umfang verringert (Tab. 1, Punkt 5). Wie groß und welcher Zusammensetzung der Fischbestand vor dieser Entleerung war muss offen bleiben. Entsprechend wurde kurz darauf bei einer systematischen Probebefischung ein weitgehendes Fehlen von Fisch festgestellt. Herausragend war allerdings ein immer noch als sensationell bezeichnetes Vorkommen von Renken *Coregonus spec.*, das von der Altersstruktur her u.a. eine reproduktionsfähige Renkenpopulation und besonders gute Reproduktionsbedingungen bereits für den Winter 1989/1990 belegte. Darüberhinaus wurden Laube *Alburnus alburnus*, Barsch *Perca fluviatilis* und Hecht gefunden (WISSMATH 1997).

Übersichtlicher stellt sich die Situation in den Fischteichen dar. Hier wurden bis 1995 pro Hektar Teichfläche etwa 500 zwei- bzw. dreisömmerige Karpfen mit einem Körpergewicht von ca. 800 g (zur Vermeidung von Verlusten durch Kormorane) eingesetzt. Die Fische lebten ohne weitere Zufütterung ausschließlich von dem abwasserbürtig sich entwickelnden Nahrungsnetz. Von 1996 bis 1999 hat BWK Teiche in wechselnder Anzahl geringer oder gar nicht mit Karpfen besetzt. Im Vergleich zu einer vollen fischereilichen Nutzung war durch den Minderbesatz mit Karpfen das Nahrungsangebot für Wasservögel in den Fischteichen folgen-

dermaßen verändert: 1996 leicht erhöht, 1997 deutlich erhöht, 1998 und 1999 stärker als 1996 aber geringer als 1997 erhöht (Tab. 1, Punkt 4). Einzelheiten dazu in diesem Heft bei KÖHLER et al. (2000).

Ein Grund für den geschilderten Minderbesatz waren verringerte Abwachsraten, wie sie auch im Vergleich von Karpfen aus unterschiedlich dicht besetzten Teichen erkennbar wurden (BOHL 1997): In Teichen mit 500 Karpfen/ha waren Körpergewicht, Korpulenzfaktor, Darmfüllung und relative Sättigung beim Fang messbar kleiner als in Teichen mit 150 Karpfen/ha.

3.3.4 Veränderungen des Wasserstandes im Speichersee

Der See ist Kopfspeicher für 4 unterhalb liegende Wasserkraftwerke. Im Normalbetrieb schwanken seine Wasserstände innerhalb von 80 cm (GRIMMINGER et al. 1979). Anfang 1999 hat die Dauer sehr hoher Pegelstände im obersten Grenzbereich merklich zugenommen (Abb. 2) infolge hohen Schmelzwasserabflusses im Gebirge und verbunden mit starker Wassertrübung. Die Wassertiefen lagen in der Zeit des Zuzuges der Mauservögel und des Schwingenabwurfes (Juni, Juli) um etwa einen halben Meter über den langjährigen Mittelwerten der Vergleichsmomente. Dieser gering erscheinende Betrag brachte wegen des nur mit etwa 4 Promille abfallenden Seebodens große und bei mittleren Pegeln noch zugängliche Anteile des Grundes aus der Reichweite nahrungsuchender Wasservögel. Für die Mauserzeit 1999 ist diese herausragende Erhöhung der Wasserstände deshalb in Tab. 1, Punkt 6 angeführt.

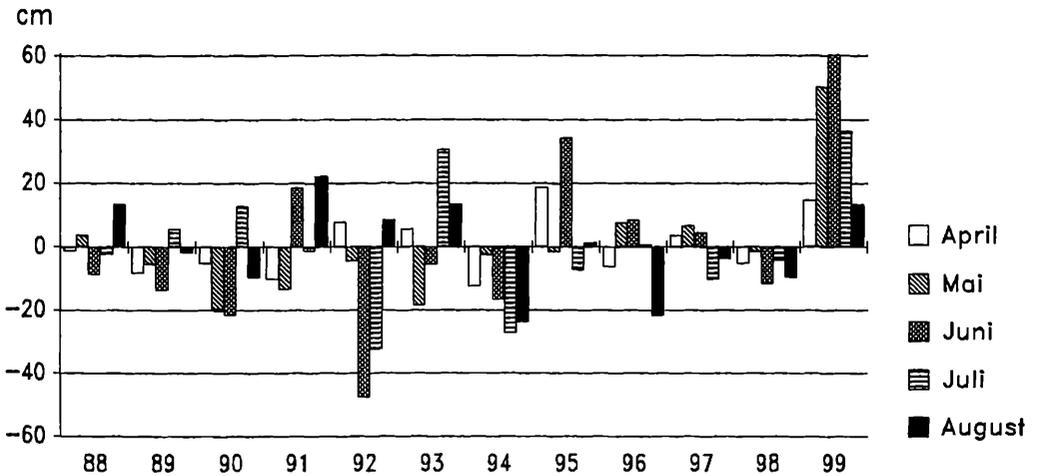


Abb. 2: Pegelstände des Speichersees 1988-1999: Abweichungen von den monatlichen 12-Jahres-Mittelwerten. – Water marks of the reservoir 1988-1999: Deviations from monthly 12-year means.

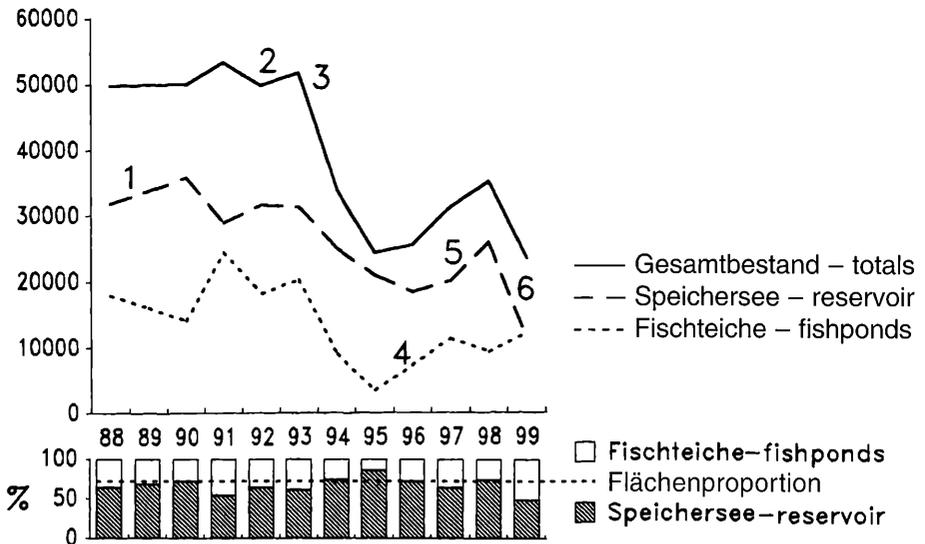


Abb. 3: Summierte Tagesmaxima von acht häufigen Wasservogelarten (s. Abb. 4*) zu ihrem jeweiligen Mauserhöhepunkt, sowie Änderungen ökologischer Einflußfaktoren (Punkte 1-6, s. Tab. 1), Ismaninger Speichersee mit Fischeichen. Stehen die Zahlen bei "Gesamtgebiet", betreffen die Änderungen beide Gebietsteile. Säulendiagramm: Räumliche Verteilung (%) auf Speichersee und Fischeiche. Die Punktlinie unterteilt die Säulen im Verhältnis der Wasserflächen. – Totals of daily maxima of eight common species of waterbirds (see Fig. 4*) at their respective peaks of flight feather moult, and changes of ecological key factors (numbers 1-6, see Tab. 1), Ismaning Reservoir and Fish Ponds. Numbers with "Gesamtgebiet" (both reservoir and ponds) indicate that changes relate to both areas. Bar graphs below the time axis: Percentages of the abundances shown for reservoir and fish ponds. The dashed line across the columns shows the proportional size of the reservoir relative to the fishponds.

4. Ergebnisse

4.1 Zeitliche Entwicklung und räumliche Verteilung der "Gesamtbestände"

Bei der Entwicklung der "Gesamtbestände" der acht untersuchten Arten im Gebiet (nicht zu verwechseln mit den tatsächlichen jährlichen Gesamtzahlen an Mauservögeln dieser Arten) lassen sich zwischen 1988 und 1999 zwei Phasen abgrenzen (Abb. 3). Zwischen 1988 und 1993 bleiben die Zahlen nahezu konstant: Im Durchschnitt betragen die summierten Mausermaxima der acht Arten jährlich etwa 50 800 (49 817-53 403) Vögel. Die zweite Phase ab 1994 ist dagegen gekennzeichnet durch starke Rückgänge: 1995 wurden nur noch 24 414 Vögel registriert. 1996 bis 1998 stiegen die Zahlen wieder an, fielen aber 1999 mit 23 530 Vögeln noch unter den Tiefstand von 1995 zurück. Dies entspricht einem Rückgang um fast 54 %.

Auffällig ist, dass die starken Bestandsrückgänge 1994 und 1995 unmittelbar nach der Eliminierung von Ammonium einsetzen (s. Tab. 1, Punkt 3 und Tab. 2). Auf die Effekte der Verringerung des natürlichen Fischbestandes im See und des Karpfenbesatzes in den Teichen, sowie hoher Wasserstände im See (Abb. 3, Punkte 4, 5 und 6) wird in der Diskussion eingegangen.

Allgemein läßt sich sagen, dass 1988-1993 der Anteil aller in den Fischteichen mausernder Vögel im Mittel 36,5 % (28,3-45,8 %) ausmachte. Er sank bis 1995 auf unter 14 %. 1996-1998 entsprach die Verteilung der Vögel etwa derjenigen der Jahre 1988-1993, allerdings auf deutlich abgesenktem Niveau. Während flächenbezogen also schon immer überproportional viele Vögel in den Fischteichen mauserten, konzentrierten sich 1999 erstmals auch absolut mehr Vögel in den Fischteichen (52 %) als im Speichersee.

4.2 Zeitliche Entwicklung der Mausermaxima und räumliche Verteilung der acht untersuchten Wasservogelarten

Die Ergebnisse zu diesen beiden Themen werden dargestellt in Abb. 4, der die Tagesmaxima 1988-1999 zum Datum der jeweiligen Mauserhöhepunkte zu Grunde liegen, in der Regel also im Juli und August. Damit wird im Folgenden jede der 8 Arten kurz charakterisiert hinsichtlich Veränderungen ihrer räumlichen Verteilung und zeitlicher Entwicklung ihrer Mausermaxima. Letztere werden schließlich unter 4.3 zusammengefasst.

Schwarzhalstaucher

Mausermaxima: Bis 1993 ohne Tendenz, im Mittel 902 Vögel im Gesamtgebiet. Ab 1994 starke Abnahmen, bis 1999 im Mittel nur noch 449 Vögel, entsprechend einer Halbierung der vormaligen Bestände.

Flächenbezogene Verteilung: Bis 1993 deutlich überproportional in den Teichen, seit 1994 (nur) dort starke Abnahmen, Verteilung seitdem ausgeglichen. 1997 positive Reaktion auf ein deutlich verbessertes Nahrungsangebot in den Teichen durch intensivierten Besatz mit Karpfen.

Höckerschwan

Mausermaxima: Bis 1992 ansteigend, dann rückläufig.

Flächenbezogene Verteilung: Von 1988-1998 konstant sehr stark auf den See konzentriert, im Mittel mauserten nur 8,1 % aller Vögel in den Teichen, weil dort revierhaltende Paare Mauserkonzentrationen meist verhindern. 1999 dagegen markanter Umschwung mit 56,7 % aller Mauservögel dort, als Reaktion auf stark erhöhte Wasserstände im See.

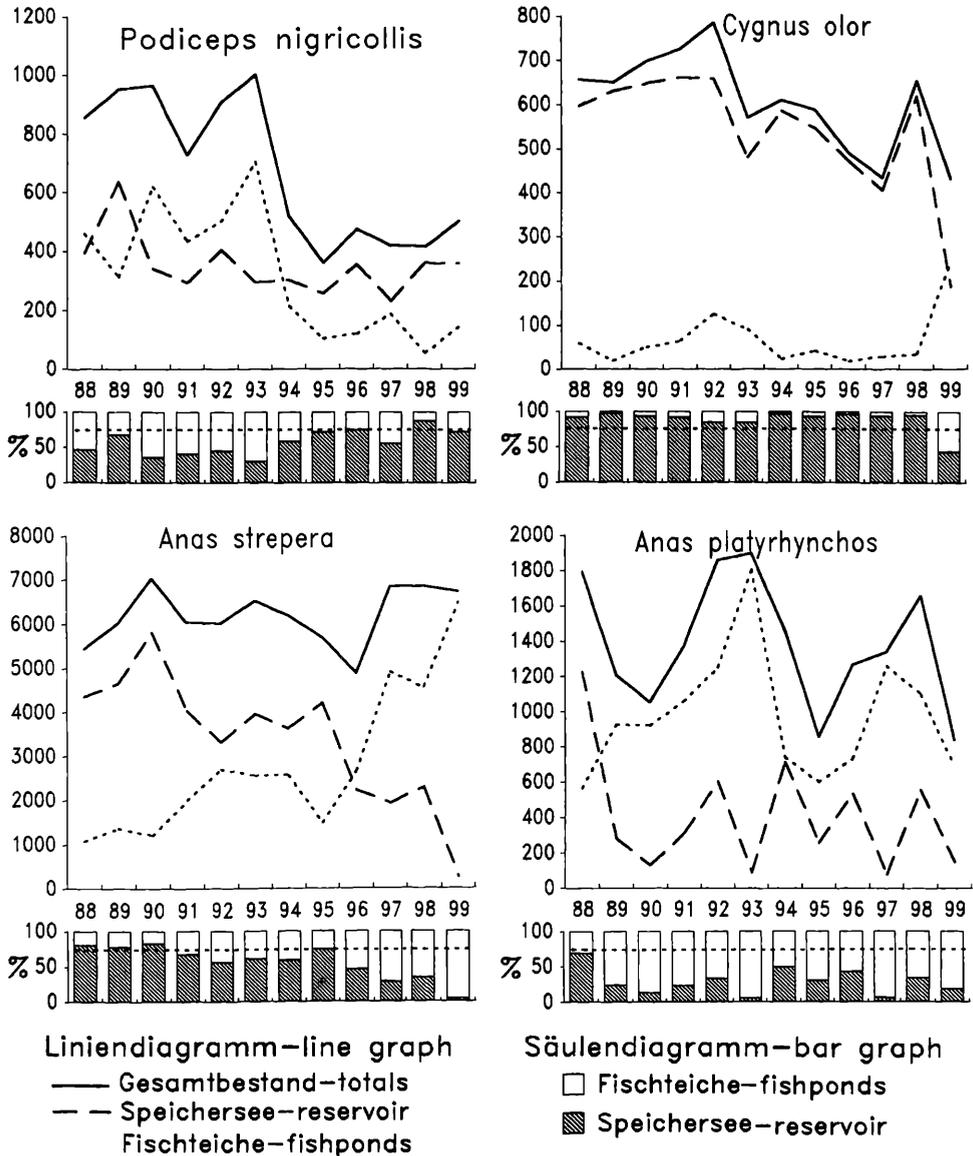
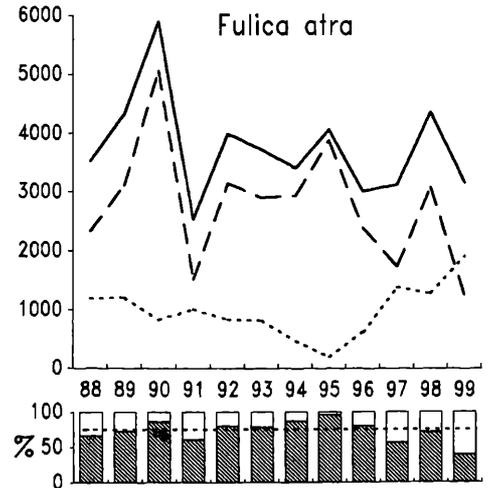
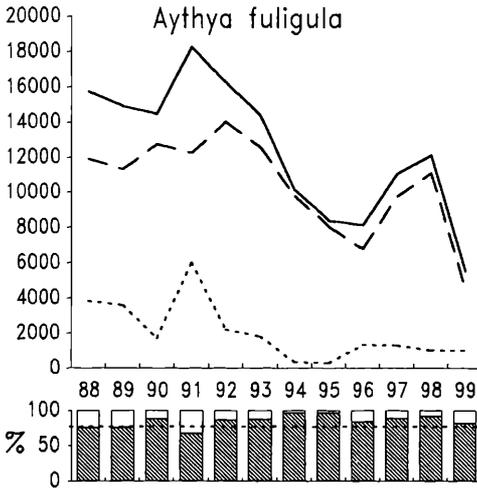
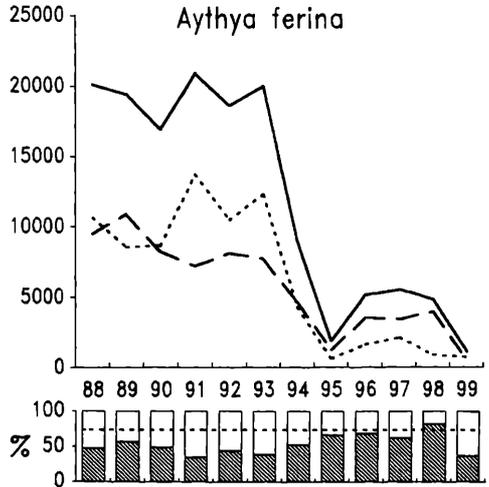
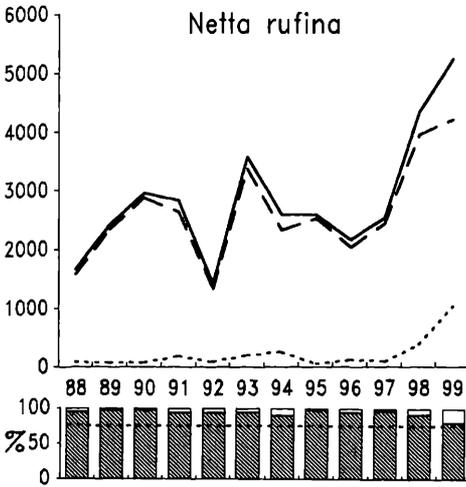


Abb. 4: Tagesmaxima von acht häufigen Wasservogelarten* zu ihrem jeweiligen Mauserhöhepunkt. Säulendiagramm: Räumliche Verteilung (%) auf Speichersee und Fischteiche. Die Punktlinie unterteilt die Säulen im Verhältnis der Wasserflächen. – Daily maxima of eight common species of waterbirds* at their peaks of flight feather moult. Bar graphs below the time axis: Spatial distribution (%) in the reservoir and the fish ponds respectively. The dashed line across the columns shows the proportional size of the reservoir relative to the fishponds.

* Schwarzhalstaucher – Black-necked Grebe *Podiceps nigricollis*, Höckerschwan – Mute Swan *Cygnus olor*, Schnatterente – Gadwall *Anas strepera*, Stockente – Mallard *A. platyrhynchos*, Kolbenente – Red-crested Pochard *Netta rufina*, Tafelente – Pochard *Aythya ferina*, Reiherente – Tufted Duck *A. fuligula*, Blässhuhn – Coot *Fulica atra*.



Schnatterente

Mausermaxima: Bis 1990 ansteigend, bis 1996 leicht abnehmend, dann erneute Zunahme.

Flächenbezogene Verteilung: Bis 1990 geringfügig gehäuft im See, seitdem kontinuierliche Verlagerung der Bestände in die Fischteiche, mit Ausnahme von 1995, als dort keine Wasservegetation vorhanden war. Schließlich 1999 zu 96 % dort mausernd.

Stockente

Mausermaxima: Stark schwankend zwischen ein- und zweitausend Vögeln.

Flächenbezogene Verteilung: Konstant stark überproportional in den Teichen mausernd.

Kolbenente

Mausermaxima: Insgesamt deutlich zunehmende Tendenz unterbrochen von 2 Einbrüchen 1991 und 1992 bzw. 1994 bis 1996.

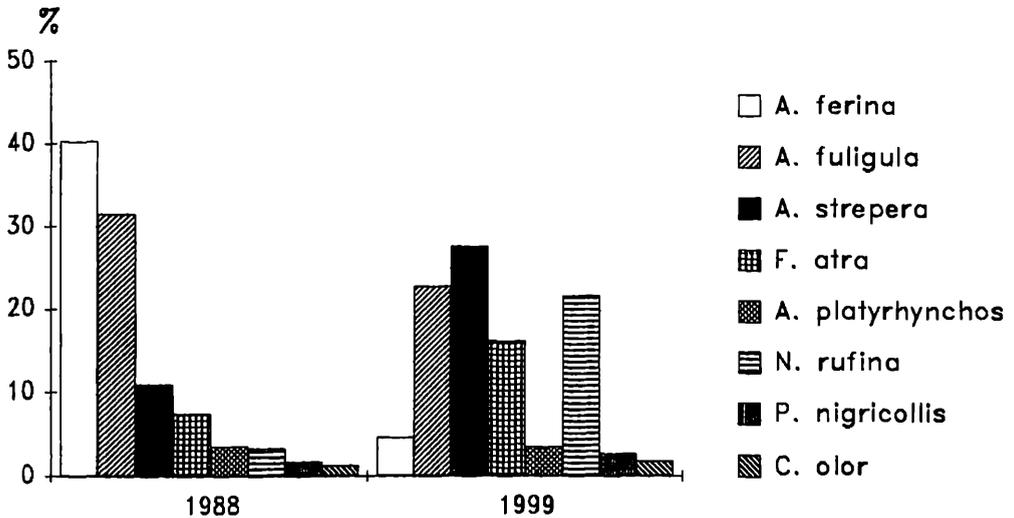


Abb. 5: Vergleich der Dominanzstruktur der 8 Arten in den Jahren 1988 und 1999. – Comparison of the structure in dominance of the eight species in the years 1988 and 1999.

Flächenbezogene Verteilung: Stark überproportional im See mausernd, 1998 und 1999 auch in den Teichen zunehmend.

Tafelente

Mausermaxima: Seit Jahrzehnten und bis 1993 um 20 000 Vögel, 1990 geringfügiger, 1994 und 1995 drastischer Rückgang um 91 %. Nach angedeuteter Erholung 1996-1998 schließlich 1999 Tiefstand bei nur noch 6 % bezogen auf 1993.

Flächenbezogene Verteilung: Bis 1994 und wieder 1999 stark überproportional in den Fischteichen, weniger ausgeprägt 1995-1997. 1998 zum einzigen Mal höhere Dichte im See.

Reiherente

Mausermaxima: Bis 1993 zwischen etwa 14 000 und 16 000 schwankend, starke Verluste 1994-1996, deutliche Erholung 1997 und 1998, 1999 schließlich nur noch 5519. Flächenbezogene Verteilung: 1988 und 1989 ohne Häufung, 1991 einmalig bevorzugt in den Teichen, sonst stark überpro-

portional im See mausernd.

Bläßhuhn

Gemittelte Augustzahlen: Stark schwankend zwischen etwa 2 500 und 5 900 Vögeln.

Flächenbezogene Verteilung: Ebenfalls stark schwankend, in 5 Jahren ausgeglichen, in 3 Jahren bevorzugt im See, in 4 Jahren in den Teichen, hier besonders ausgeprägt 1999.

4.3 Veränderungen in Abundanz und Dominanz der untersuchten Arten

Im Vergleich von 1988-1993 mit 1994-1999 ergeben sich für die acht Arten unterschiedliche Entwicklungen der durchschnittlichen Abundanzen. In Tab. 4 sind die Arten nach dem Ausmaß der mittleren prozentualen Veränderung ihrer Mausermaxima gegenüber der ersten Periode geordnet. Bei den drei Arten mit den durchschnittlich stärksten Abnahmen, Tafelenten (-76 %), Schwarzhalstaucher (-50 %)

und Reiherente (–41 %) handelt es sich um die Arten mit dem am stärksten tierisch geprägten Nahrungsspektrum. Alle drei Arten hatten in den Fischteichen überproportional hohe Einbußen. Leicht rückgängig waren Höckerschwan, Stockente und Bläßhuhn, während die herbivoren Arten Schnatterente und Kolbenente unverändert blieben bzw. anstiegen.

Die Folge dieser artspezifisch unterschiedlichen Entwicklungen ist nicht nur eine massive Verringerung der Wasservogelabundanzen im Gebiet, sondern auch eine extreme Verschiebung in der Dominanzstruktur. Dabei handelt es sich um die prozentualen Anteile der einzelnen Arten an der Gesamtzahl der untersuchten Arten. Abb. 5 stellt diesen Umbruch

Tab. 4: Mittelwerte aus den Tagesmaxima der Abb. 4 für die 1. und 2. Hälfte des Untersuchungszeitraumes, und prozentuale Abnahmen / Zunahmen zwischen diesen Perioden. – *Means of the daily maxima of fig. 4 for the 1st and 2nd halves of the study period, and percentage of decrease / increase between these periods.*

			1988-1993	1994-1999	
			Mittlere Anzahl	Mittlere Anzahl	Zu-/ Abnahmen
			<i>mean number</i>	<i>mean number</i>	<i>increase/decrease</i>
Arten mit starken Rückgängen – <i>markedly decreasing species</i>					
Tafelente	See	<i>reservoir</i>	8620	2883	–67 %
<i>A. ferina</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	10729	1718	–84 %
	Summe	<i>total</i>	19350	4600	–76 %
Schwarzhalstaucher	See	<i>reservoir</i>	395	311	–21 %
<i>P. nigricollis</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	507	138	–73 %
	Summe	<i>total</i>	902	449	–50 %
Reiherente	See	<i>reservoir</i>	12460	8314	–33 %
<i>A. fuligula</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	3203	902	–72 %
	Summe	<i>total</i>	15663	9216	–41 %
Arten mit leichten Rückgängen – <i>decreasing species</i>					
Höckerschwan	See	<i>reservoir</i>	613	470	–23 %
<i>C. olor</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	68	66	–4 %
	Summe	<i>total</i>	681	535	–21 %
Stockente	See	<i>reservoir</i>	442	382	–14 %
<i>A. platyrhynchos</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	1089	855	–21 %
	Summe	<i>total</i>	1531	1237	–19 %
Bläßhuhn	See	<i>reservoir</i>	3019	2546	–16 %
<i>F. atra</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	987	981	0 %
	Summe	<i>total</i>	4005	3527	–12 %
Arten mit gleichbleibendem oder zunehmendem Bestand – <i>unchanged or increasing species</i>					
Schnatterente	See	<i>reservoir</i>	4359	2419	–44 %
<i>A. strepera</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	1824	3773	207 %
	Summe	<i>total</i>	6183	6192	0 %
Kolbenente	See	<i>reservoir</i>	2361	2923	24 %
<i>N. rufina</i>	Teiche	<i>fishponds</i>	122	329	269 %
	Summe	<i>total</i>	2483	3252	31 %

dar für die beiden Randjahre 1988 und 1999 des Untersuchungszeitraumes. Die mit über 40 % vormals häufigste Art Tafelente nimmt 1999 nur noch einen Anteil von 4,6 % ein. Auch der Anteil der Reiherente ging zurück. Stark angestiegen sind dagegen die relativen Anteile der Schnatterente (häufigste Art 1999), der Kolben-

ente und des Bläßhuhns. Zusammenfassend ging der Anteil der Arten mit eher tierisch geprägtem Nahrungsspektrum (Tafelente, Reiherente, Schwarzhalstau-cher) von 73,5 % auf 30 % zurück, während der Anteil der Herbivoren (Schnatterente, Kolbenente, Höckerschwan) von 15,5 % auf 51 % zunahm.

5. Diskussion

Das erste der beiden eingangs gestellten Themen war, die unterschiedliche Bedeutung der beiden Gebietsteile Speichersee und Fischteiche für die acht am zahlreichsten mausernden Wasservogelarten phänologisch zu beschreiben. Damit wollen wir gleichzeitig Material liefern für die gegenwärtige Diskussion um eventuell zu verändernde Nutzungsformen und Wasserdotierungen insbesondere für die Fischteiche.

Wie die Abb. 4 zeigt, bevorzugten die drei Arten Höckerschwan, Kolbenente und Reiherente klar den Speichersee zur Mauser, ihre Flächendichte war dort in (fast) allen Jahren deutlich höher. Vier Arten mausernten dagegen flächenbezogen zahlreicher in den Fischteichen: Schwarzhalstau-cher, Schnatterente, Stockente und Tafelente, während das Bläßhuhn keine einheitliche Tendenz erkennen lässt. Die Bevorzugung eines Gebietsteiles kann sich im Lauf der Jahre allmählich verschieben wie bei der Schnatterente. Sie kann aber auch in Jahresfrist wechseln, wenn sich entscheidende Umweltfaktoren rasch ändern. Dies zeigt sich exemplarisch im Jahr 1999 bei Höckerschwan, Tafel- und Reiherente, Bläßhuhn sowie nochmals bei der Schnatterente. Nachdem sich durch anhaltend erhöhte Wasserstände und Wassertrübung im See die Erreichbarkeit ihrer Nahrungsquellen verschlechtert hatte,

waren diese Arten gezwungen, in die Fischteiche auszuweichen, oder das Gebiet insgesamt wieder zu verlassen.

Im Hauptteil der Arbeit wollten wir darstellen, wie die Wasservögel zahlenmäßig und räumlich auf die Veränderungen reagieren, die zwischen 1988 und 1999 bei Nährstoffzufuhr, Fischbestand und Wasserständen stattgefunden haben. Dazu muss zunächst weiter ausgeholt und gezeigt werden, dass Zu- oder Abnahmen in Ismaning nicht etwa nur durch Populationschwankungen in den Herkunftsregionen oder Verlagerungen hin zu anderen Mauserplätzen beeinflusst sind, sondern insbesondere durch das örtliche Nahrungsangebot.

Nach Ismaning kommen zur sommerlichen Schwingenmauser Kolbenenten bis aus Nordostspanien und Frankreich, Schwarzhalstau-cher, Schnatterenten, Tafelenten, Bläßhühner u.a. aus ganz Mitteleuropa, Reiherenten aus Nordosteuropa und sogar Westsibirien. Stockenten und Höckerschwäne dagegen haben eher lokale Herkunftsgebiete. Den Winter verbringt die Mehrzahl dieser Vögel in Zentraleuropa und im westlichen Mittelmeerraum (SIEGNER 1988, KÖHLER 1994, KÖHLER & KÖHLER 1996 und unveröff.).

Neueste Trendanalysen für diese Regionen (SCOTT & ROSE 1996; ROSE & SCOTT 1997) gehen meist zurück auf ROSE (1995).

Danach waren im Zeitraum 1984-1993 die jährlichen prozentualen Raten für Zu- bzw. Abnahme bei folgenden ausgewählten Arten signifikant: Kolbenente stark zunehmend, Bläßhuhn abnehmend. Nicht signifikant waren die Trends von Schnatterente (zunehmend), Tafelente (-0,94 % in Zentraleuropa bzw. -1,48 % W Mittelmeerraum) und Reiherente (-0,19 % bzw. +4,22 %). Für die unmittelbaren Folgejahre können ähnliche Raten erwartet werden. Für den Zeitraum 1988-1995, der die beiden Jahre starker Bestandseinbußen in Ismaning einschließt, gibt es außerdem Brutzeit-Trendanalysen für Tschechien, also für eines der Herkunftsgebiete Ismaninger Mauservögel (MUSIL 1995). Sie stimmen weitgehend mit ROSE (1995) überein und beschreiben darüber hinaus leichte, nicht signifikante Abnahmen beim Schwarzhalstaucher. Beide Trendanalysen enthalten also keine Hinweise auf überregional starke Abnahmen bei Schwarzhalstaucher, Tafel- und Reiherente Mitte der 90er Jahre. Es liegt deshalb nahe, die Ursachen für die plötzlichen Einbrüche der Ismaninger Mauserbestände 1994 und 1995 vor Ort zu suchen. Möglicherweise sind seit 1994 Tafelenten zur Mauser an den Bodensee weitergezogen. Dafür würden noch höhere Zahlen aus der Vormausertezeit in Ismaning und gestiegene Septemberzahlen am Bodensee sprechen (SCHNEIDER-JACOBY 1999). Ob 1994 und 1995 angestiegene Mauserbestände in Ostholstein (KOOP 1996) ebenfalls auf wieder abgewanderte Ismaninger Mauservögel zurückgehen, muss offen bleiben.

Wasservögel sind während der etwa vierwöchigen Erneuerung ihrer Schwingen völlig flugunfähig. In dieser Phase sind ihre Ansprüche an die zuverlässige Verfügbarkeit von ausreichender Nahrung besonders hoch. So wählen am Myvatn, Island, vier Tauchentenarten alljährlich vor

Beginn der Schwingenmauser diejenigen Seebereiche bzw. Flussabschnitte mit dem artspezifisch größten Nahrungsangebot. Reiherenten verlassen die Insel noch vor der Mauser, wenn ihr Nahrungsspektrum nicht ausreichend vertreten ist (EINARSSON & GARDARSSON 2000). Die räumlichen Verteilungsmuster Ismaninger Mauservögel in Teichen mit unterschiedlichem Karpfenbesatz sind ebenfalls eine Antwort auf unterschiedlich großen Nahrungsreichtum (KÖHLER et al. 1997, 2000). Auch für die Häufigkeit der Arten in Ismaning und ihre Verteilung auf Speichersee und Fischteiche werden deshalb die spezifischen Nahrungsangebote eine zentrale Rolle spielen. Die starken Abnahmen seit 1994 und 1995 ohne überregionale Entsprechungen weisen somit auf eine Schmälerung der Nahrungsbasis.

Im Folgenden versuchen wir zunächst die ersten Jahre des Untersuchungszeitraumes zu rekonstruieren, in denen der See noch polytroph (sehr nährstoffreich) war, die Teiche sogar als hypertroph (extrem nährstoffreich) eingestuft waren (Henschel, Wasserwirtschaftsamt München). See und Teiche waren einerseits dominiert von Phytoplankton. Filtrierende Wasserflöhe *Daphnia* konnten aber immer wieder so hohe Bestände aufbauen, dass sie durch Konsumption die Phytoplanktondominanz brachen. Im dann transparenteren Wasser entwickelten sich deshalb auch aufschwimmende Makroalgen (*Cladophorales*, später *Hydrodictyon*), die herbivore Vogelarten wie Höcker- schwan, Schnatter- und Kolbenente in hohen Zahlen ernährten. Sehr hoch waren auch die Dichten von großen Zuckmücken *Chironomidae*, vermutlich auch von Röhrenwürmern *Tubificidae* und anderen Makroinvertebraten. Der See war weithin berühmt für seine starken Bestände an autochthonen Fischarten, die das üppige

tierische Nahrungsspektrum nutzten und zu kapitaler Größe heranwuchsen.

Auf noch reicherer Nahrungsgrundlage wuchs in den Fischteichen der Standardbesatz von 500 Karpfen pro Hektar ohne Zufütterung in einem Sommer zur Marktreife heran. Trotz weithin ähnlicher Nahrungsspektren hatten Schwarzhalstaucher, Tafel- und Reiherente mit diesen hohen Fischdichten seit Jahrzehnten koexistiert (CRAMP & SIMMONS 1977, RUTSCHKE 1990, BOHL 1997; zur Bevorzugung von Makroinvertebraten bei Tafel- und Reiherente: WILLI 1970). Die beiden Tauchenten erreichten sogar weit höhere Konzentrationen als die herbivoren Wasservögel und dominierten zusammen mit fast 72 %. Zur Illustration des vormaligen Nahrungsreichtums in Ismaning sei erwähnt, dass in Südböhmen Tafel- und Reiherente Teiche mit älteren Fischkohorten vermutlich aufgrund von Nahrungskonkurrenz meiden (STORCH & MUSIL 2000).

Schon vor und während der ersten Jahre des Untersuchungszeitraumes wurde die Zufuhr von organischen, biologisch abbaubaren Stoffen stark vermindert. Schließlich wurde Ende 1993 im zufließenden Wasser Ammonium eliminiert, Phosphat deutlich reduziert. Die Folge all dieser Verringerungsschritte war zunächst eine Veränderung des Trophiestatus; der Speichersee wurde nun als eutroph (nährstoffreich) klassifiziert, die Teiche als polytroph (HENSCHEL 1997, zit. S. 133).

Diese Veränderungen gehen einher mit entsprechenden Änderungen in Zusammensetzung und Biomasse aller beteiligten Lebensgemeinschaften. Viele Glieder der kausalen Kette zwischen den Verringerungsschritten der Nährstoffzufuhr einerseits und den beobachteten Abnahmen einiger Wasservogelarten andererseits sind leider nicht systematisch untersucht worden. Dies gilt weniger für die autotrophe

Primärproduktion (Phytoplankton, makrophytische Algen und submerse Gefäßpflanzen) als vielmehr für die darauf aufbauenden Konsumentenebenen sowie für das heterotroph begründete Nahrungsnetz, das auf dem mikrobiellen Abbau organischer Stoffe aufbaut. Bekanntlich sind beide Systeme vielfach miteinander vernetzt und rückgekoppelt. Die auffällige zeitliche Nähe zwischen der Eliminierung von Ammonium und Phosphor im zufließenden Wasser und den drastischen Bestandseinbußen vor allem bei den drei karnivor geprägten Wasservogelarten kann somit nur hypothetisch interpretiert werden.

Denkbar wäre als Folge des Wegfalles von Ammonium ein rascher Zusammenbruch vermutlich umfangreicher Vorkommen von nitrifizierenden Bakterien (*Nitrosomonas* und *Nitrobacter*) und des darauf aufbauenden Nahrungsnetzes. Die weitgehende Verringerung von Phosphor insbesondere im Speichersee geht dort einher mit einer markanten Abnahme von Phytoplankton. In der Folge beider Abläufe würden schließlich auf höheren Ebenen bis dahin häufige Taxa abnehmen, die im Nahrungsspektrum von Schwarzhalstaucher, Tafelente und Reiherente wichtig sind (v.a. WILLI 1970, CRAMP & SIMMONS 1977, RUTSCHKE 1990). An dieser Stelle sind u.a. wieder Larven und Imagines der großen Zuckmückenarten zu nennen, bei denen mengenmäßig extreme Rückgänge und abnehmende Körpergröße augenfällig waren. Der Rückgang von Phytoplankton im See dürfte begleitet gewesen sein von Abnahmen filtrierender Wasserflöhe, insbesondere der vorher häufigen *Daphnia magna*. Zudem könnte eine nachlassende Sedimentation von Phytoplankton wiederum Abundanzen und Größe von Chironomiden negativ beeinflussen (nach Ergebnissen in Fischteichen mit niedri-

gem Karpfenbesatz, HOLLER 1998). Mit der (nicht dokumentierten) Abnahme der Saprobie ist in gleicher Weise ein Rückgang der vormals umfangreichen Vorkommen von Röhrenwürmern anzunehmen, wie er z.B. von REICHHOLF et al. (1994) für den Unteren Inn beschrieben worden ist.

Verschärft wird eine reduzierte Beutedichte durch erhöhte Wasserstände, wie sie erstmals im See 1999 auftraten. Dann sind bei mittleren Pegeln noch zugängliche Anteile des Seebodens für nahrungsuchende Tauchenten nicht mehr mit Energiegewinn nutzbar.

In den Teichen war im Unterschied zum See die Reduktion der Phosphorgehalte weniger stark. Die Elimination von NH_4 führte aber auch hier 1994 und 1995 zu deutlichen Verlusten im Makrozoobenthos. Benthophage Wasservogelarten erreichten pro Tauchgang bei niedriger Beutedichte keine positive Energiebilanz mehr, sie waren gezwungen, das Gebiet zu verlassen. Bei gleicher Besatzdichte nutzten Karpfen offenbar in größerem Umfang als vorher Daphnien. In der Folge wurde Phytoplankton weniger konsumiert und behinderte 1994 und 1995 weitgehend die Entwicklung bodenwachsender Makroalgen durch Abschattung (s. Abb. 1). Dadurch verkleinerte sich auch die Nahrungsbasis herbivorer und omnivorer Arten. Bei niedrigem oder fehlendem Karpfenbesatz dagegen, wie er seit 1996 in einigen Teichen eingeführt wurde, entwickeln sich entsprechend höhere Daphnienbestände, mit den geschilderten positiven Folgen für Makroalgen, Gefäßpflanzen und herbivore Vogelarten (POKORNY & PECHAR 2000). Diese Zusammenhänge werden ausführlich bei KÖHLER et al. (2000) diskutiert.

An dieser Stelle sei kurz auf die Fischfauna des Speichersees eingegangen, ohne dabei einer fachkundigen Analyse vorzugreifen. Aus den wenigen Daten könnte

eine ähnliche Entwicklung ablesbar sein wie bei Schwarzhalstaucher, Tafel- und Reiherente: Bis Ende der 1980er Jahre sind Arten stark vertreten, deren Nahrungsspektrum vor allem im Makrozoobenthos liegt. Unklar ist, ob und wann eine Abnahme dieser Arten eingesetzt hat. 1989/1990 hat sich ohne menschliches Zutun ein später als sensationell bezeichnetes Vorkommen von Renken *Coregonus spec.* zu Füßen einer florierenden Kolonie aus Kormoranen und Graureihern etabliert (WISSMATH 1997). Dies hängt möglicherweise ebenfalls mit einem sich ändernden tierischen Nahrungsangebot zusammen. Unbekannt ist, ob diese Renkenpopulation zu den auf Zooplankton spezialisierten Schwebrenken zu rechnen ist, oder eher zu Bodenrenken mit einem Nahrungsspektrum vor allem im Makrozoobenthos. Entsprechend ist ihr Einfluß auf die Nahrungsgrundlage mausernder Wasservögel unterschiedlich.

Vor diesem Hintergrund muss deshalb offen bleiben, inwieweit 1996 bis 1998 geringfügig wieder ansteigende Bestände von Schwarzhalstaucher, Tafel- und Reiherente zusammenhängen mit einem verbesserten Nahrungsangebot infolge veränderter oder durch die Leerung des Sees 1997 verringerter Fischbestände.

Die Präsenz fischfressender Vogelarten soll ebenfalls kurz geschildert werden, ihre Rolle bei den genannten Entwicklungen ist nicht detailliert untersucht: Nach einer Einzelbrut 1977 hat sich seit 1980 eine Kolonie von anfänglich 7 Paaren des Kormorans *Phalacrocorax carbo* etabliert, die zwischen 1988 und 1997 aus durchschnittlich 112 (71-142) Paaren bestand (VON KROSIGK 1992, 1998; PFISTER & RENNAU 1999). Dazu kommen hohe Anzahlen von Durchzüglern und Wintergästen. Im gleichen Zeitraum brüteten 46 (26-68) Paare Graureiher *Ardea cinerea* im Gebiet.

Die oben angesprochenen positiven Folgen für herbivore Vogelarten sollen noch weiter erläutert werden. Höckerschwan, Schnatter- und Kolbenente sind durch die verringerte Nährstoffzufuhr aus unterschiedlichen Gründen nicht betroffen worden. Die Abnahme von Ast- und Netzalgen im See wurde dort ausgeglichen durch eine rasche Ausbreitung von Armleuchteralgen *Characeae* und Gefäßpflanzen wie Teichfaden *Zannichellia palustris* und Kammlaichkraut *Potamogeton pectinatus*. Höckerschwäne zeigten kaum eine Reaktion auf diesen Umschwung. Erst bei stark angehobenen Wasserständen wirkte sich für sie aus, dass die im Seeboden wurzelnden Armleuchteralgen und Laichkräuter nicht an die Oberfläche aufschwimmen wie vorher die makrophytischen Grünalgen. Die Kolbenente profitierte sogar von der starken Zunahme der Armleuchteralgen im See, die sie im Unterschied zu Schwan und Gründelenten auch bei tieferen Wasserständen tauchend erreichen kann. Die Schnatterente und andere Arten fanden seit 1996 in den Teichen ohne bzw. mit reduziertem Karpfenbesatz und den dort vorhandenen Beständen an Makroalgen eine Kompensation für verringerte bzw. bei hohem Wasser nicht erreichbare pflanzliche Nahrung im See. In der Bilanz hat somit die beschriebene Abnahme der Trophie die herbivoren Arten Schnatterente und Kolbenente nicht

beeinträchtigt bzw. sogar gefördert. Bläuhuhn, Stockente und Höckerschwan zeigen dagegen leichtere Rückgänge zwischen 12 und 22 %. Losgelöst von großräumigen Trends nehmen dagegen die drei karnivor geprägten Arten Schwarzhals-Taucher, Tafel- und Reiherente nach der Elimination von Ammonium rasch und stark ab.

Im Vergleich der beiden Randjahre des Untersuchungszeitraumes ergibt sich, dass nach Rückführung des Trophiestatus des Gebietes, und mit höheren Wasserständen und verringerten Fischbeständen als Kofaktoren, die summierten Tagesmaxima zur Mauserzeit der acht untersuchten Arten von fast 50 000 auf 23 500 Vögel zurückgegangen sind.

Über Abundanzänderungen von Wasservögeln im Zuge von Änderungen bei Trophie, Fischbestand und Wasserstand an Seen in Schweden und den Niederlanden und an Fischteichen in Tschechien wurde vor kurzem auch auf der dritten Konferenz der Arbeitsgruppe Wasservögel der Internationalen Gesellschaft für Limnologie SIL berichtet (BLINDOW & HARGEBY 2000, NOORDHUIS & TULP 2000, POKORNY & PECHAR 2000). Neben einer Reihe von Entsprechungen fallen auch Unterschiede zur geschilderten Entwicklung in Ismaning auf. Ein gründlicher Vergleich wird aber erst nach Erscheinen der Originalarbeiten möglich sein.

Zusammenfassung

Im Verlauf einer deutlichen Reduzierung der Nährstoffzufuhr hat sich zwischen 1988 und 1999 der Trophiestatus des Ramsar-Gebietes "Ismaninger Speichersee mit Fischteichen" verändert, im See von polytroph zu eutroph, in den Teichen von hypertroph zu polytroph. Entsprechend wandelten sich submerse Flora, Invertebraten- und Fischfauna. 1996-1999 wurden zudem in Teilbereichen Fischbestände verringert und Wasserstände erhöht.

In der Folge haben sich 1988-1999 Abundanz, räumliche Verteilung und Dominanzstruktur bei den acht häufigsten Wasservogelarten wesentlich verändert. Ihre summierten Tagesmaxima zur Mauserzeit überstiegen im Mittel der Jahre 1988-1993 50 000 Vögel auf einer Wasserfläche von etwa 8 km². Diese Summen sind auf durchschnittlich 29 000 in den Jahren 1994-1999 zurückgegangen. Ohne Parallele mit regionalen Trends nahmen die gemittelten Tagesmaxima der Jahre 1994-1999 stark ab bei Tafelente *Aythya ferina* (-76 %), Schwarzhalstaucher *Podiceps nigricollis* (-50 %) und Reiherente *A. fuligula* (-41 %). Dies geht einher mit

massiven Rückgängen u.a. bei großen Zuckmücken *Chironomidae* und anderen Invertebraten. Höckerschwan *Cygnus olor*, Stockente *Anas platyrhynchos* und Bläßhuhn *Fulica atra* nahmen zwischen 21 % und 12 % ab. Die Bestände der Schnatterente *A. strepera* blieben unverändert hoch. Die Art konnte abnehmende Menge und Erreichbarkeit von Makroalgen *Cladophorales* und *Hydrodictyon* im See durch Wechsel in Teiche mit niedrigem Besatz mit Karpfen *Cyprinus carpio* kompensieren. Die Kolbenente *Netta rufina* nahm im Mittel der zweiten Zeithälfte um 31 % zu. Sie profitierte von der Ausbreitung von Armeleuchteralgen *Chara* und Laichkräutern *Zannichellia* und *Potamogeton* im See, die sie auch bei höherem Wasserstand nutzen konnte. Im Dominanzvergleich der Randjahre 1988 und 1999 haben Schwarzhalstaucher, Tafel- und Reiherente (mit tierisch geprägtem Nahrungsspektrum) zusammen von 73 % auf 30 % abgenommen. Dagegen nahm der relative Anteil der herbivoren Arten Höckerschwan, Schnatter- und Kolbenente zusammen von 15 % auf 51 % zu.

Literatur

- BECK, P. (1984): Das Teichgut Birkenhof der Kraftwerkstreppe Mittlere Isar. Österr. Wasserwirtschaft, Jg. 36 (5/6): 127-129.
- BEZZEL, E. (1959): Beiträge zur Biologie der Geschlechter bei Entenvögeln. Anz. orn. Ges. Bayern 5: 269-355.
- (1964): Zur Ökologie der Brutmauser bei Enten. Anz. orn. Ges. Bayern 7: 43-79.
- BLINDOW, I. & A. HARGEBY (2000): Waterfowl abundance as related to trophic status and food web structure in shallow eutrophic lakes. *Sylvia* 36: 26.
- BOHL, E. (1997): Stichprobenuntersuchung zum Nahrungsspektrum von Karpfen in Teichen im Gut Birkenhof/Ismaning. Unveröffentlichter Ergebnisbericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Institut für Wasserforschung.
- BRANDT, I. VON (1997): Analyse der Kropfproben mausernder Wasservögel – Zur Sicherung der zukünftigen Ernährungssituation im Ramsar-Gebiet Ismaninger Speichersee mit Fischteichen durch veränderte Bewirtschaftung. Unveröffentl. Bericht im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz.
- CRAMP, S. & K. E. L. SIMMONS (1977): Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Bd.1. Oxford Univ. Press.
- EINARSSON, A. & A. GARDARSSON (2000): Moulting diving ducks track changes in food supply. *Sylvia* 36: 45.
- GILES, N. (1994): Tufted Duck (*Aythya fuligula*) habitat use and brood survival increases after fish removal from gravel pit lakes. *Hydrobiologia* 279/280: 387-392.

- GRIMMINGER, H., G. MICHLER & C. STEINBERG (1979): Der Speichersee. Sonderdruck aus den Mitt. der Geographischen Gesellschaft in München, 64.
- HOLLER, S. (1998): Einfluß verschiedener Karpfenbesatzdichten auf die Biozönosen großflächiger Abwasserklärteiche. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Fakultät für Biologie (Abteilung Aquatische Ökologie) der LMU München.
- KÖHLER, P. (1984): Fundliste in Süddeutschland beringter Schwimmenten. *Auspicium* 7(4): 302-305.
- (1991): Mauserzug, Schwingenmauser, Paarbildung und Wegzug der Schnatterente *Anas strepera* im Ismaninger Teichgebiet. *Orn. Anz.* 30: 115-149.
- (1994): Wanderungen mitteleuropäischer Schnatterenten (*Anas strepera*). Eine Auswertung von Ringfunddaten. *Vogelwarte* 37: 253-269.
- KÖHLER, P., U. KÖHLER, E. VON KROSIGK & U. FIRSCHING (1995): Dauerpaare trotz Mauserzug? Paarbildung während der Familienauflösung bei Schnatterenten *Anas strepera*. *J. Orn.* 136: 167-175.
- KÖHLER P. & U. KÖHLER (1996): Eine Auswertung von Ringfunden der Tafelente (*Aythya ferina*) angesichts der zusammenbrechenden Mausertradition im Ismaninger Teichgebiet. *Vogelwarte* 38: 225-234.
- KÖHLER, U., P. KÖHLER, E. VON KROSIGK & U. FIRSCHING (1997): Einfluß der Karpfenbewirtschaftung auf die Kapazität des Ismaninger Teichgebiets für mausernde Wasservögel. *Orn. Anz.* 36: 83-92.
- KÖHLER, U., P. KÖHLER, U. FIRSCHING & E. VON KROSIGK (2000): Einfluß unterschiedlicher Besatzdichten von Karpfen *Cyprinus carpio* auf die Verteilung mausernder Wasservögel in den Fischteichen des Ismaninger Teichgebietes in den Jahren 1996-1999. *Orn. Anz.*
- KÖLBING, A. (1978): Angelreviere Europas. Seen im deutschen Alpenvorland. BLV, München.
- KROSIGK, E. VON (1988): Ergebnisse der Schwimmvogelzählungen im Ismaninger Teichgebiet zwischen 1967 und 1986. *Verh. orn. Ges. Bayern* 24 (6): 591-606.
- (1992): Das Europa-Reservat Ismaninger Teichgebiet. 37. Bericht: 1988-1991. *Orn. Anz.* 31: 97-135.
- (1998): Das Europa-Reservat Ismaninger Teichgebiet. 38. Bericht: 1992-1993. *Orn. Anz.* 38: 169-192.
- (1998): Anhang 2 in: KÖHLER, U., P. KÖHLER, E. VON KROSIGK & U. FIRSCHING. Untersuchungen zur Sicherung der zukünftigen Ernährungssituation mausernder Wasservögel im Ramsar-Gebiet Ismaninger Speichersee mit Fischteichen durch veränderte Bewirtschaftung 1998. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz
- MALLORY, M. L., P. J. BLANCHER, P. J. WEATHERHEAD & D. K. MCNICOL (1994): Presence or absence of fish as a cue to macroinvertebrate abundance in boreal wetlands. *Hydrobiologia* 279/280: 345-351.
- MCNICOL, D. K. & M. WAYLAND (1992): Distribution of waterfowl broods in Sudbury area lakes in relation to fish, macroinvertebrates, and water chemistry. *Can. J. Aquat. Sci.* 49 (Suppl.1): 122-133.
- MUSIL, P. (1995): Changes in numbers of water and wetland birds on fishponds in the Trebon Basin in 1988-1995 (Tschechisch mit englischer Zusammenfassung). In: *Vyznamná Ptací Uzemí V České Republice, Praha 1995.*
- NAUEN, R. (1993): Die Brassen-Qual. *Blinker* 5.
- NIEDERMEIER, M. (1998): Auswirkungen von Karpfen auf die Makro- und Meiofauna nährstoffreicher Teiche. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Fakultät für Biologie (Abteilung Aquatische Ökologie) der LMU München.
- NOORDHUIS, R. & I. TULP (2000): Response of waterbirds to drastic changes in food availability in shallow Lake Veluwe, The Netherlands. *Sylvia* 36: 24-25.
- PFISTER, H. & H. RENNANAU (1999): Europareservat Ismaninger Teichgebiet: 39. Bericht: 1994-1997. *Orn. Anz.* 38: 73-106.
- POKORNY, J. & L. PECHAR (2000): Development of fishpond ecosystems in the Czech Republic: Role of management and nutrient input (Limnological review). *Sylvia* 36: 8-14.
- PYKAL, J. & J. JANDA (1994): Početnost vodních ptáku na jihoceskyh rybnících ve vztahu k rybnícnímu hospodarení. *Sylvia* 30: 3-11.
- ROSE, P. M. (Ed.) (1995): Western Palearctic and South West Asia Waterfowl Census 1994. *IWRB Publ.* 35.

- ROSE, P.M. & D.A. SCOTT (1997): Waterfowl Population Estimates – 2nd Edition. Wetlands International Publ. 44, Wageningen, The Netherlands.
- REICHHOLF, J., K. BILLINGER, H. REICHHOLF-RIEHM & F. SEGIETH (1994): Die Wasservögel am Unteren Inn. Mitt. Zool. Ges. Braunau 6 (1): 1-92.
- SCHNEIDER-JACOBY, M. (1999): Tafelente – *A. ferrina*. In: HEINE, G., H. JACOBY, H. LEUZINGER & H. STARK: Die Vögel des Bodenseegebietes. Ornith. Jahreshefte für Baden-Württemberg 14/15: 280-284.
- SCOTT, D. A. & P. M. ROSE (1996): Atlas of Anatidae Populations in Africa and Western Eurasia. Wetlands International Publ. 41, Wageningen.
- SIEGNER, J. (1984): Ringfunde in Süddeutschland beringter Reiherenten (*Aythya fuligula*). Auspucium 7(4): 315-323.
- (1988): Ergebnisse der Reiherenten (*Aythya fuligula*)-Beringung im Ismaninger Teichgebiet. Anz. orn. Ges. Bayern 27: 77-98.
- STORCH, D. & P. MUSIL (2000): Factors affecting water bird habitat selection and its changes: a longterm study on fishponds in the Trebon Basin. Sylvia 36: 20.
- WISSMATH, P. (1997): Untersuchung der Fischpopulation am Speichersee im Zusammenhang mit der Kanalsanierung Haltung 1. Unveröffentlichter Bericht der Fachberatung Fischerei, Bezirk Oberbayern.
- WILLI, P. (1970): Zugverhalten, Aktivität, Nahrung und Nahrungserwerb auf dem Klingnauer Stausee häufig auftretender Anatiden, insbesondere von Krickente, Tafelente und Reiherente. Orn.Beob. 67 (4): 141-217.
- WÜST, W. (1951): Entwicklung einer Mauserstation der Kolbenente *Netta rufina* (Pall.) bei Ismaning. Anz. Ornith. Ges. Bay. 4 (1): 22-28.
- (1978): Europareservat Ismaninger Teichgebiet: 31. Bericht. Anz. orn. Ges. Bayern 17: 9-36.

Eberhard von Krosigk, Ludmillastr. 3, D-81543 München
 Dr. Peter Köhler, Rosenstr. 18, D-85774 Unterföhring

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ornithologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [39_2-3](#)

Autor(en)/Author(s): Krosigk Eberhard v., Köhler Peter

Artikel/Article: [Langfristige Änderungen von Abundanz und räumlicher Verteilung mausernder Wasservogelarten nach Änderungen von Trophiestatus, Fischbesatz und Wasserstand im Ramsar-Gebiet "Ismaninger Speichersee mit Fischteichen" 135-157](#)