



ORNITHOLOGISCHER ANZEIGER

Zeitschrift bayerischer und baden-württembergischer Ornithologen

Band 52 – Heft 3

März 2014

Ornithol. Anz., 52: 113–141

Winterliche Wasservogelbestände am Chiemsee 1970 bis 2010: Einflussfaktoren, Bestandsentwicklung und Konsequenzen für den Artenschutz*

Wolfgang Kufner und Hans Utschick

– In Gedenken an Dr. Michael Lohmann († 31. Juli 2013**) –

Ich bedanke mich für sämtliche Erfahrungen, Belehrungen und Einbindungen in die Chiemsee-Ornithologie

Wintering waterfowl at the Chiemsee 1970 – 2010: factors of influence, population development and consequences for species protection

Using data from the International Waterbird counts (seasons 1969/70–2010/11), factors were identified which strongly influence the waterbird populations passing through and wintering at the Chiemsee. Alongside developments in European climate, supraregional changes in migration and wintering traditions were considered, as well as Chiemsee-specific factors such as nutrient status or disturbance. The parameter system which confers dynamism in these waterbird populations is very complex. In general the following factors of influence are decisive:

Decreasing precipitation in the Mediterranean area in the last 40 years has caused increasing numbers of migrating waterbirds at the Chiemsee. However, several successive, dry years in southern Europe explain a temporary reduction in passage birds at the lake, whereas wetter years led to a strong increase because of an improvement in habitat-qualities. Local precipitation in winter does not influence livestock. High precipitation in March at the Chiemsee, average precipitation in the breeding areas of Chiemsee waterbirds along the coasts of eastern North Sea and southern Baltic Sea (chiefly Coot *Fulica atra* and Pintail *Anas acuta*) and low rainfall in northern Italy and the Balkans led to higher populations at the Chiemsee in the following winter. It appears that if March is dry, especially in northern Italy, the foundation for a high individual fitness is laid, this leading to a rapid return to the breeding areas, an early start to the breeding season and consequent high success in breeding. Cold winters in the Mediterranean area were followed by markedly low counts of most waterbird species wintering there during the subsequent spring migration at the Chiemsee.

* Bachelorarbeit an der TU München

** Nachruf s. Görges Hohlt in diesem Heft, S. 193–194

Conversely, mild temperatures in the breeding grounds lead to higher counts of waterfowl at the Chiemsee in the following winter because of greater breeding success. Temperatures in the second half of April, or in the Balkans in the first half of May, are crucial.

Most species, especially omni- and herbivores, show immigration towards the Chiemsee until the sum of all negative daily average temperatures in that winter (the "cold sum") reaches 120–150. Further frost beyond this level caused birds to move away. Mallard (*Anas platyrhynchos*) and Coot (*Fulica atra*) reacted differently (temporary switch to nearby ice-free running waters). Heron species decrease in proportion to the regional cold sum (migration away and mortality due to cold).

National and international trends among resting and breeding waterbirds are also evident at the Chiemsee (northward displacement of main wintering areas, shortened migrations etc.)

Although densities of fish in the lake have reduced in the last 20 years following improvement of water quality, populations of piscivorous birds have shown sustained increases reflecting international developments. The highest recorded densities of piscivores, herbivores and mud fauna consumers were reached at mean water qualities. In the last 15 years close correlations between waterbird populations and food supply were evident.

The majority of waterbird species react negatively to anthropogenic disturbance (tourism) of the Chiemsee. Goosander and Divers are particularly affected, and probably flee to quiet areas further from the lakeside. This could influence counts of these species on busy days.

The severity of winters in northern and eastern European areas only influenced winter populations at the Chiemsee to a minor extent. Should birds fleeing from cold in the north-east fly on beyond southern Bavaria because of severe weather in early winter, others that normally spend the winter further north may be displaced southward, so that counts at the lake are little affected. Conditions along the Central Europe-Mediterranean Sea-Flyway are of major importance here (those along the Northwestern Europe-Flyway less so).

The weather situation in the northern Atlantic also has consequences for a few waterbird species at the Chiemsee but only affects autumn counts. In mid winter and spring no influence is evident.

According to climate parameters and the expected effects of climate change, a positive development for the waterbird populations at the Chiemsee can be predicted. Conservation efforts are necessary for waterbirds wintering at and migrating over the Chiemsee and in northern Italy.

Wolfgang Kufner, Geigelsteinstr. 19, D-83259 Schleching
E-Mail: wolfgang_kuefner@hotmail.de

Dr. Hans Utschick, Lehrstuhl für Tierökologie der TU München,
Hans-Carl-von-Carlotitz-Platz 2, D-83354 Freising

Einleitung

Die Avifaunistik am Chiemsee kann mittlerweile auf eine lange Geschichte zurückblicken. Während aus der ersten Hälfte des 20. Jh. nur wenige „Überlieferungen“ von Vögeln existieren, erschienen bereits in den 1950er und 1960er Jahren regelmäßig Beobachtungslisten. Zu diesen Pionieren der Chiemseeavifaunistik zählen zweifelsohne Heinrich Frieling, Görgo Hohlt und Michael Lohmann (Lohmann 1999). Ab Ende der 1960er Jahre begannen dann die ersten internationalen Wasservogelzählungen am Chiemsee, die bis heute fortgeführt werden. Damit lässt sich nun auf eine gut

45 Jahre lange Zeitreihe zurückblicken, die die Hauptdatengrundlage dieser Arbeit darstellt.

Bereits früh kristallisierte sich heraus, welche Bedeutung dem Chiemsee als Rasthabitat für Wasservögel zukommt: „Wegen seiner Bedeutung als Rast- und Überwinterungsgewässer für nord- und osteuropäische Vögel gehört der Chiemsee seit 1976 zu den geschützten Feuchtgebieten internationaler Bedeutung (Ramsargebiet). Indem wir Wintergästen sowie durchziehenden Wat- und Wasservögeln am Chiemsee Schutz vor Verfolgung und Störungen gewähren, leisten wir [...] einen wichtigen Beitrag zum internationalen Vogelschutz“ (Lohmann 2006).



Abb. 1. Blick von der Kampenwand auf den Chiemsee. – *Kampenwand's view over the Chiemsee.*

Foto: W. Küfner.

Die Arbeit zielt vor allem darauf ab, diese 40-jährige Datenreihe in Form einer Dokumentation der langfristigen Bestandsentwicklung auszuwerten und die Ursachen und Einflussfaktoren herauszufinden, die für die entsprechenden Arten oder Artengilden entscheidend für die jeweilige Entwicklung waren. Dabei werden zunächst Hypothesen formuliert, die dann durch Korrelationsanalysen mit entsprechenden Parametern verifiziert oder auch falsifiziert werden. Anhand dieser Erkenntnisse soll dann diese Bestandsentwicklung unter natur- und artenschutzfachlichen Gesichtspunkten bewertet werden, woraus sich Empfehlungen zum Naturschutzmanagement ergeben sollen.

Untersuchungsgebiet

Der direkt am Alpenrand gelegene Chiemsee (Abb. 1), im Süden umsäumt von den Chiemgauer Alpen und im Norden von Endmoränen, ist vom Entstehungstyp ein Becken-Toteis-See. Er entstand nach der letzten Eiszeit, der Würmeiszeit, vor ca. 15.000 Jahren nach Abschmelzen des großen Chiemseegletschers. Die zahlreichen Eiszeiten und unterschiedlich starken Gletschervorstöße formten schließlich 5 Endmoränengalerien, an denen sich das Schmelzwasser schließlich zum Ur-Chiemsee aufstaute. Starke alpine Verfüllung, Sedimentation und Verlandung ließen den See bis heute auf ein Drittel bis Viertel der einstigen Größe schrumpfen. Helvetische Härtlingsschwellen von Wester- und Osterbuchberg, ehemals Inseln im Süden des Ur-Chiemsees, konnten aber beträchtliche Mengen der Geschiebe- und Schwebstoff-

frachten abhalten. So wurde das südliche Becken komplett verfüllt und erscheint heute als große Moorflächen. Die alttertiäre Sohle liegt hier bis zu 250 m tiefer (Schaumburg 1992).

Die Verlandung des Chiemsees wird heute hauptsächlich durch die Tiroler Ache fortgeführt, was sich auch imposant im größten Binnendelta Mitteleuropas, dem Achendelta, zeigt (Abb. 2). Allein „in den letzten 200 Jahren [hat das Delta sich] fast 2 km in den See vorgeschoben und eine zusätzliche Fläche von rund 500 ha aufgeschüttet“ (Lohmann 2006). Auch heute gewinnt das Delta jährlich etwa 1 ha Land, womit sich mit diesem Trend für den Chiemsee noch eine Lebensdauer von etwa 7000 Jahren ergäbe (Lohmann 2006).



Abb. 2. Luftaufnahme des Tiroler Achendeltas. – *Aerial view over the delta of Tiroler Ache.*

Foto: M. Lohmann

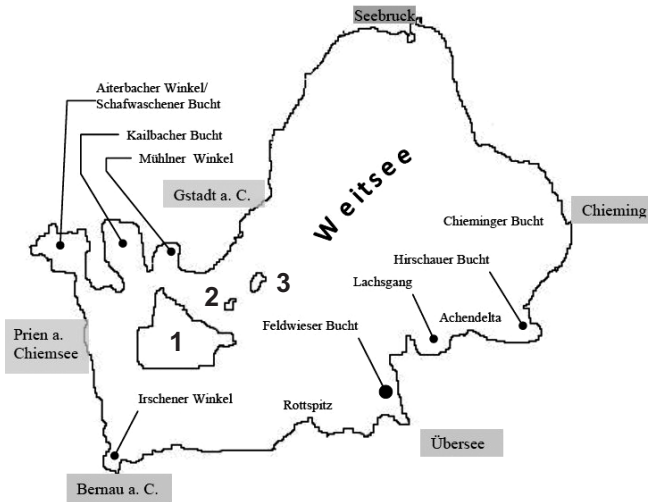


Abb. 3. Topografie des Chiemsees, Inseln: 1 Herren-, 2 Kraut-, 3 Fraueninsel. – *Topography of Chiemsee, islands: 1 Herren-, 2 Kraut-, 3 Fraueninsel.*

Die Wasservogelzählungen am Chiemsee erfolgen in drei Zählstrecken, dem Südufer vom Achendelta bis Prien, dem Nordwestufer von Prien bis Seebruck und dem Ostufer von Seebruck bis zum Achendelta (Abb. 3). Vor allem das Südufer und südliche Ostufer beherbergt zahlreiche teils seichte Buchten mit Irschener Winkel im Westen und den beiden Buchten Lachsgang und Hirschauer Bucht westlich und östlich des Achendeltas. Da sie nur seicht sind, zeichnen sich die Buchten durch hohe Produktivität aus. Des Weiteren finden sich hier auch die größten Nährstoffeinträge mit der Mündung der Tiroler Ache, deren Einstrom 68 % des Abflusses der Alz bei Seebruck entspricht (Schaumburg 1992). Weitere

7 % entstammen der Prien, die im Westen einmündet. Dadurch weisen Schafwaschener, Hirschauer und Chieminger Bucht auch meist einen höheren Schwefstoffanteil auf als andere Seebereiche. Zudem besitzt „von allen bayerischen Naturseen [...] der Chiemsee den stärksten Zu- und Abfluss“ (Schaumburg 1992). Die restlichen 25 % entstammen hauptsächlich der Bernauer Ache, der Rott, dem Überseer Bach und dem Rothgraben, die allesamt am Südufer in den Chiemsee münden (Schaumburg 1992). So bieten diese hinter Landzungen und/oder quer zur Hauptwindrichtung windgeschützten Buchten neben großen Makrophyten- und Algenbeständen auch Schwimmblattvegetation mit reicher Kleintierfauna. Deshalb gelten diese Buchten auch häufig als „Hot Spots“ der Arten- und Individuenzahl am Chiemsee, vor allem bei den Gründelenten.

Als einer der größten Seen in Südbayern spielt der Chiemsee auch quantitativ eine entscheidende Rolle für in Süddeutschland überwinternde Wasservögel (Tab. 1).

Material und Methoden

Bestandsdaten der Wasservögel am Chiemsee 1970–2010. Die in dieser Arbeit verwendeten Daten stammen aus den internationalen Wasservogelzählungen, die vor allem im Januar, seit den 1990er Jahren auch konsequent von September bis April systematisch alle Wasservögel erfassen. Dazu zählen alle See- und Lappentaucher, Kormorane, Schwäne, Gänse, Säger, Gründel-

Tab. 1. Durchschnittliche und absolute Wintermaxima der Wasservögel (See- und Lappentaucher, Kormorane, Schwäne, Gänse, Säger, Gründel- und Tauchenten) von 1990–1996 am Chiemsee im Vergleich mit anderen südbayerischen Seen (nach Lohmann 2006). – *Mean and absolute winter-maxima of waterbirds (divers, cormorants, swans, geese, sawbills, dabbling ducks and diving ducks) between 1990 and 1996 at the Chiemsee in comparison with other lakes in southern Bavaria (according to Lohmann 2006).*

Wasservögel (Gäste)	Chiemsee	Ammersee	Starnberger See	Bodensee
Ø Wintermaximum	22 000	13 900	18 100	219 000
Maximum 1990–1996	26 100	20 700	21 300	244 000

und Tauchenten. Gezählt wird immer zur Monatsmitte, vorwiegend samstags, bei terminlichen oder witterungsbedingten Problemen auch sonntags. Bei ungünstigen Wetterverhältnissen können auch Verschiebungen um eine Woche auftreten. Ausfälle von Zählern konnten zumindest in den letzten 20 Jahren meist kompensiert werden, sodass kaum Zählücken vorhanden sind. In den zwei Jahrzehnten zuvor hingegen führten Ausfälle einzelner Zähler des Öfteren zum Fehlen ganzer Zählstrecken, weshalb viele Monatsserien in den 1970ern und 1980ern unvollständig sind.

Die Limikolen, Reiher und Möwen werden in dieser Arbeit nicht systematisch berücksichtigt. Sie werden erst ab 1994 regelmäßig mit erfasst. Da allerdings die Bestände mancher dieser Arten von Bedeutung sind, werden zusätzliche Daten aus Einzel- und Zufallsbeobachtungen aus den 42 Wintersaisons mit verwendet. Hierzu liegen Daten über den kompletten Zeitraum vor. Grau- und Silberreiher wurden häufig von Beginn an mit dokumentiert, sodass diese Zählreihen durch Einzelbeobachtungen ergänzt und teils mit in die Berechnungen aufgenommen werden.

Aufgrund der Problematik, dass alle 8 Zählungen pro Saison konstant erst ab den 1990ern durchgeführt wurden, werden die Kennzahlen der Wasservogelbestände in dieser Arbeit auf der Basis von Maximalwerten des entsprechenden Zeitraums (z. B. komplette Zählseason oder nur Herbstmonate) berechnet.

Potenzielle Einflussfaktoren auf die Wasservogelbestände am Chiemsee. Es werden Klima-, Lebensraum- und biogeografische Parameter, von denen ein Einfluss auf die Wasservogelbestände des Chiemsees postuliert werden kann, definiert und mithilfe von Spearman-Korrelationen auf Zusammenhänge geprüft. Bei nach Spearman hochkorrelierenden Parametern ($r_s > 0,7$; $p < 0,001$) wird der Parametersatz entsprechend gefiltert bzw. in „Superparametern“ komprimiert. Für diesen reduzierten Parametersatz werden dann Hypothesen bezüglich seiner Auswirkungen auf die Chiemseebestände erstellt und anschließend überprüft.

Der Chiemsee gilt, wie bereits einleitend erwähnt, als bedeutendes Rast- und Überwinterungshabitat für in Nord- und Osteuropa brütende Wasservögel. Um in dieser Arbeit Ursachen für bestimmte Bestandsentwicklungen ergründen zu können, werden zunächst die Quellgebiete für Chiemsee-Wasservögel analysiert.

Zur Analyse wurden Beringungsergebnisse der Internetseite <http://www.euring.org> mittels „Migration Mapping Tool“ (<http://blx1.bto.org/ai-eu/>) verwendet und die Untersuchungsgebiete „Italien & Schweiz & Österreich“ und „Deutschland & Dänemark“ gewählt und ausgewertet.

Sudfeldt et al. (2000) sprechen bei den süd-deutschen Rastbeständen von Gründelenten meist von Vögeln des Zentraleuropa-Mittelmeer-Flyway mit Quellgebieten vor allem östlich der Ostsee, der im Bereich der deutschen Mittelgebirge mit dem nordwesteuropäischen Flyway zusammen trifft, dessen Populationen aus Skandinavien stammend in der Regel in den Niederlanden und Großbritannien überwintern. Allerdings kann es in härteren Wintern zu Kältefluchten aus besagten Gebieten nach Zentraleuropa kommen (Sudfeldt et al. 2000).

In den meisten Fällen zeigen die Beringungsergebnisse, dass im Raum Oberbayern/Tirol/Salzburg überwinternde oder durchziehende Vögel von der deutsch-dänischen-südschwedischen Ostsee (im weiteren Verlauf als Südkandinavien behandelt), dem Baltikum oder aus Russland, teils bis Westsibirien, entstammen (für das Beispiel Reiherente s. Abb. 4).

Bei denen das Chiemseegebiet nur als Durchzügler nutzenden Arten ist auch die Lage ihres Überwinterungshabitats von Bedeutung – z. B. Krickenten ziehen bis zur Poebene und nach Kroatien, Tafelenten unter anderem bis nach Griechenland. Lediglich bei Reiherenten wurde zugleich auch Zug bis zur Iberischen Halbinsel beobachtet. Knäkenten als Spezialfall und einziger Sommergast, gelegentlich auch Brutgast, vollziehen Zugwege bis nach Westafrika.

Damit sind, abgesehen von wenigen Ausnahmen, die Haupteinzugsgebiete der am Chiemsee durchziehenden und überwinternden Zugvögel das Baltikum und Russland und gelangen i. d. R. bis Norditalien und auf den Balkan. Kältefluchten der Nordwesteuropäischen Flyway-Population nach Bayern durch härtere Winter in Großbritannien und den Niederlanden sind möglich (Sudfeldt 2000).

Für die anschließenden Korrelationsanalysen wurden schließlich folgende Einflussfaktoren herangezogen:

Nordatlantischer Oszillations-Index: (NAO) von Herbst (September bis November) und Winter (Dezember bis März)

Winter- und Herbsttemperaturen in Quellgebieten der Chiemsee-Wasservögel: Zunächst

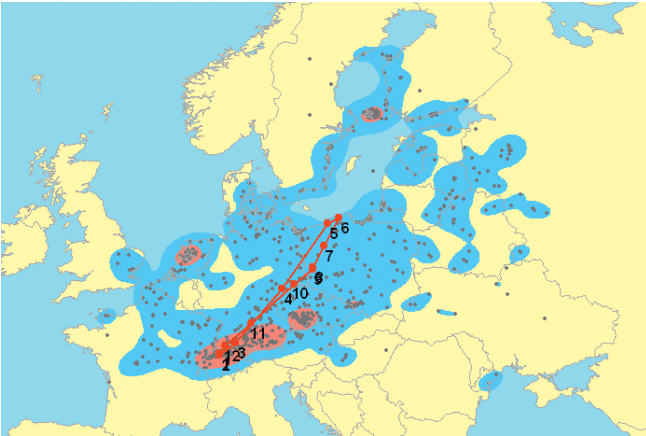


Abb. 4. Jahreslebensraum von am Alpenrand überwinternden mitteleuropäischen Reiherenten *Aythya fuligula*. Hauptkonzentrationen von Wiederfinden in Rot (50 % aller Funde) und Blau (95 %), 1–12 = Aufenthaltsschwerpunkte von Jan–Dez, graue Punkte = Ringfunde. – *Annual living space of central european Tufted Ducks Aythya fuligula wintering at Alps' northern edge. Main concentrations of recaptures in red (50 % of all findings) and blue (95 %), 1–12 = focal points of stays from Jan–Dec, grey dots = recaptures of ringed birds.* (www.euring.org).

wurden von Wetterstationen (siehe Anhang) in den Quellgebieten Nordskandinavien, Südskandinavien, Westrussland, Baltikum und Niederlande die jeweiligen Mittelwerte verschiedener Parameter, durch die die Winterhärte beschrieben werden kann, abgefragt. Korrelationsanalysen zwischen den Parametern und Quellgebieten hatten zur Folge, dass Kältesummen zur Untersuchung herangezogen werden sollen, wie auch Ijnsen (1988) vorschlägt. Weiterhin konnten die Quellgebiete im Winter zu zwei, im Herbst auf drei Überregionen zusammengefasst werden.

Wintertemperaturen in Oberbayern/Chiemsee: Die Kältesummen wurden als Mittelwert der Daten von München und Salzburg errechnet. Ein Vergleich mit Vereisungsdaten des Chiemsees zeigte auf, dass mit einer Vereisung im großflächigen Stil offenbar ab einer Kältesumme von 150 zu rechnen ist (Abb. 5).

Wintertemperaturen im Mittelmeerraum: Für die Betrachtung im Mittelmeerraum überwinternder Vögel wurden die Kältesummen aus Stationen (s. Anhang) der Regionen Iberische Halbinsel, Südfrankreich, Italien und Balkan gemittelt. Die ersten beiden Gebiete waren

hoch korreliert und wurden zusammengefasst. Mangels Frost- bzw. Eistagen erfolgte die Ermittlung der Kältesummen nach einer Subtraktion der Tagesmittelwerte mit 5, folglich werden Tage unter 5°C berücksichtigt. Dies entspricht nach Månsson et al. (2011) auch Tagen mit Vegetationsstillstand.

Brutzeittemperatur am Chiemsee und in den Quellgebieten: Die Brut- und Durchzugsgebiete am Chiemsee rastender Vögel sind Nord-, Südskanandinavien, Westrussland, Baltikum, Niederlande, Oberbayern/Chiemsee, Norditalien und Balkan. Aufgrund der hier zutreffenden großen Bedeutung einzelner Kälteeinbrüche erfolgt die Betrachtung in Halbmonatsschritten. Abgesehen von den beiden nördlichsten Gebieten, finden sich unter den anderen starke Korrelationen. Damit werden die weiteren zu den zwei Großräumen „54°N“ und „Ostalpen“ zusammengefasst. Die verwendeten Wetterstationen finden sich im Anhang.

Brutzeitniederschläge am Chiemsee und in den Quellgebieten: Für alle bisher genannten Regionen werden aus mehreren Stationen (s. Anhang) die jeweiligen Monatsniederschläge berechnet. Aufgrund starker Korrelationen unter diesen Gebieten können zur Vereinfachung für die nachfolgenden Analysen die drei Regionen Niederlande, Südskanandinavien, Baltikum erneut als „54°N“ zusammengefasst werden.

Niederschläge und Trockenperioden im Mittelmeerraum: Berechnung der Jahresniederschläge der vier mediterranen Regionen Iberische Halbinsel, Südfrankreich, Italien und Balkan anhand Mittelung der Werte mehrerer Stationen (s. Anhang) und Abgleich mit öffentlich dokumentierten Dürrekatastrophen. Neben den in www.uni-protokolle.de/Lexikon/Wettergeschichte.html aufgelisteten Dürrejahre erfolgten auch 2001 und 2005 Dürren.

Niederschläge und Wasserstände am Chiemsee: Tägliche Pegeldata des Chiemsees werden anhand der Berechnung von Niedrig- und Hochwassertagen mit dem regionalen Niederschlag (gemittelt aus den Stationen Salzburg und München) verglichen. Da sich hierbei starke Korrelationen zeigen und sich tägliche Pegeldata

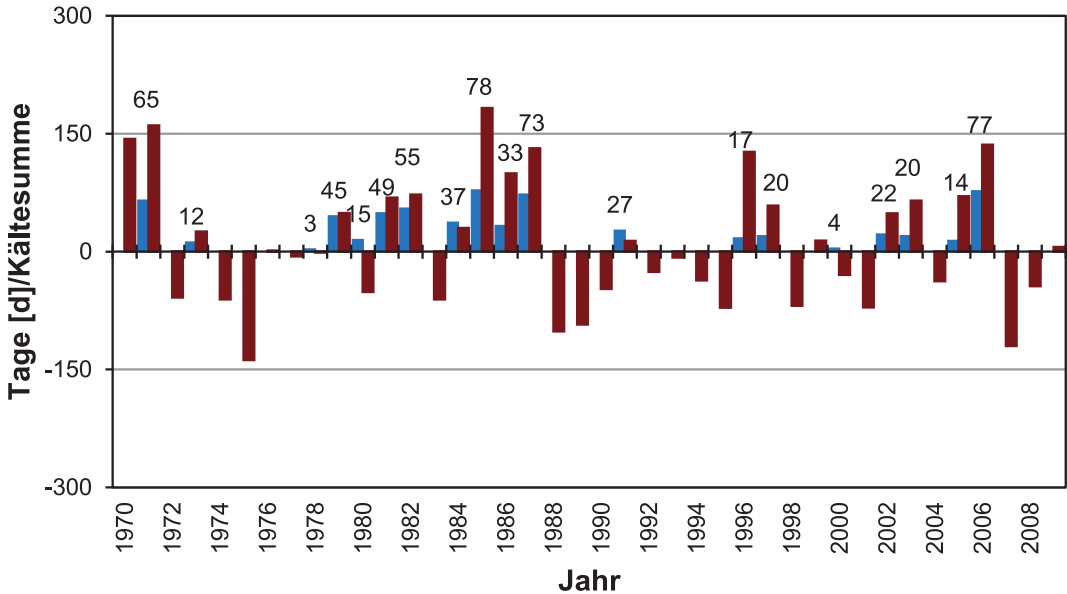


Abb. 5. Vereisung und um den Wert 150 reduzierte Kältesumme am Chiemsee. Blaue Säulen mit Zahlenangaben: Anzahl an Tagen von 1970–2009, an denen der Chiemsee großflächig zugefroren war und die Einstellung der Schifffahrt auf dem Chiemsee erforderlich machte. Rote Säulen: Abweichung der Kältesumme vom Wert 150. – *Freezing and with the value of 150 subtracted cold sums at the Chiemsee. Blue columns with values: number of days between 1970 and 2009 with an ice cover over a wide area causing discontinuance of shipping on the lake. Red columns: deviation of cold sums from the value 150.*

(Quelle/source: Ludwig Feßler, Chiemseeschifffahrt)

als Grundlage für Analysen mit Saisondaten der Wasservögel als schwierig erweisen, werden die Niederschlagssummen weiter verwendet.

Wasserqualität, Nahrungsreichtum und Fouragierbedingungen im Chiemsee: Eutrophierung, Chlorophyll-a-Gehalt, Sichttiefe: Zwischen der Phosphatkonzentration, deren Datenreihe länger ist, und dem Chlorophyll-a-Gehalt finden sich starke Korrelationen ($r_s = 0,545$; $p = 0,003$). Dies führt zu dem Entschluss, mit der jährlichen Gesamtphosphatkonzentration des Chiemsees weiterzuarbeiten. Da die Sichttiefe dem Mittelwert eines ganzen Jahres entspricht und so kurzfristige starke Eintrübungen nicht hervortreten, wird dieser Parameter als zu unscharf nicht weiter berücksichtigt.

Fischbestand und Fischerei im Chiemsee: Als Indikator für den Fischbestand werden die Fischerträge der Berufsfischer herangezogen.

Refugialfunktion und Beunruhigungen am Chiemsee: Abgleiche mit Fahrgastzahlen der Chiemseeschifffahrt und Jahres-Übernachtungszahlen der Gemeinden zeigen starke Korrela-

tionen ($r_s = 0,877$; $p < 0,0001$). Deshalb werden schließlich die Übernachtungen der Landkreise Rosenheim und Traunstein der Winterhalbjahre verwendet, zumal die Saisonalität der Daten hierbei von Vorteil ist.

Angaben über **Arealverschiebungen und Zugwegverlagerungen** wurden Bezzel et al. (2005) und Sudfeldt et al. (2007, 2008) entnommen.

Alle (letzlich verwendeten) Niederschlags- und Temperaturdaten entstammen der öffentlichen europäischen Wetterstationen-Datenbank <http://eca.knmi.nl>.

Für die statistischen Verfahren und Auswertungen wie Korrelationsanalysen und Diagrammerstellungen werden die Programme Microsoft Excel 2007 und SPSS von IBM verwendet.

Ergebnisse

In der Geschichte der Wasservogelzählungen am Chiemsee wurden insgesamt 31 häufige Wasservogelarten (Enten, Gänse, Säger, Taucher, Schwäne) und 2 häufige Reiherarten (Grau-, Silberreiher)

erfasst. Daneben wurden auch 19 nicht häufige Arten aufgenommen. Diese waren im Untersuchungszeitraum zu selten (< 10 Individuen oder keine Nachweise in mehr als 15 Jahren), um sie in die Analysen mit einbeziehen zu können und wurden so nicht berücksichtigt. Dazu gehören (in Klammern Maximum und Nachweisfrequenz in 42 Wintern):

Eistaucher	<i>Gavia immer</i>	(2/14)
Ohrentaucher	<i>Podiceps auritus</i>	(9/35)
Zwergschwan	<i>Cygnus columbianus</i>	(2/5)
Seidenreiher	<i>Egretta garzetta</i>	(3/9)
Purpurreiher	<i>Ardea purpurea</i>	(2/9)
Rohrdommel	<i>Botaurus stellaris</i>	(3/28)
Blässgans	<i>Anser albifrons</i>	(67/8)
Saatgans	<i>Anser fabalis</i>	(50/9)
Weißwangengans	<i>Branta leucopsis</i>	(4/10)
Ringelgans	<i>Branta bernicla</i>	(2/1)
Rothalsgans	<i>Branta ruficollis</i>	(1/1)
Nilgans	<i>Alopochen aegyptiacus</i>	(2/1)

Schneegans	<i>Anser caerulescens</i>	(2/5)
Moorente	<i>Aythya nyroca</i>	(6/16)
Eisente	<i>Clangula hyemalis</i>	(4/25)
Trauerente	<i>Melanitta nigra</i>	(7/14)
Mittelsäger	<i>Mergus serrator</i>	(20/11)
Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>	(18/26)
Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>	(2/7)

Außerdem finden sich in den Beobachtungslisten auch 17 Limikolenarten, die allerdings erst seit 1994 durchgehend mit erfasst wurden und nicht in die Analyse mit einbezogen werden. Lediglich vom Großen Brachvogel *Numenius arquata* finden sich auch vorher ausreichend Beobachtungen, sodass dieser in den folgenden Analysen mit bearbeitet wird. Darüber hinaus wurden auch sechs Möwenarten dokumentiert, wovon lediglich die Mittelmeermöwe *Larus michahellis* eine verwendbare Datengrundlage bietet.

Damit stehen 35 Arten für weitere Auswertungen zur Verfügung (Tab. 2).

Tab. 2. Chiemsee-Maximalwerte für die acht Zählmonate im 42-jährigen Untersuchungszeitraum von 1969/1970 bis 2010/2011 (Max.) sowie Frequenz (N = Anzahl der Winter mit Nachweisen der Art) für die 35 häufigsten Wasservogelarten. Die beiden rechten Spalten zeigen die Zuordnung zu ökologischen Gilden bzgl. Trophie (Tr.) und Zugtyp (Z). Trophietypen: H – herbivor, F – Fischfresser, I – Insektenfresser, O – omnivor, S – Schlammfauna-/Kleintierfresser. Zugtypen: Die Unterscheidung nach Zugtypen wird anhand ihrer Phänologie im Verlauf des Winters bestimmt. Wintergast (W): 65% der Summe der acht Monate entfallen auf die Monate November–Februar, Durchzügler (D): 65% der Summe entfallen auf die Monate September–Oktober und März–April, weitere Arten ohne besondere Aufteilung sind Jahresvögel (J). Als Zugvögel gelten Durchzügler und Wintergäste zusammen. Teildurchzügler sind Wintergäste mit deutlichem Durchzugsgipfel i.d.R. im Herbst (WD). Die Wintersummen berechnen sich aus den höchsten in 42 Zählwintern dokumentierten Maxima der jeweiligen Monate. – *Maxima at the Chiemsee for each of the eight counting months, in the whole 42-year period from 1969/1970 to 2010/2011 (Max.) and frequency (N = number of winters with records of the species) for the 35 main waterbird species. The two columns on the right show the allocations to ecological guilds with the trophy (Tr.) and type of migration (Z). Types of trophy: H – herbivore, F – piscivore, I – insectivore, O – omnivore, S – mud fauna consumer. Types of migration: differentiation according to the phenology during the winter. Winter visitor (W): 65% of the sum for the whole season appear between November and February; passage migrants (D): 65% of the sum for the whole season appear in September – October and March – April; the remaining species without any special phenology are classed as annual birds (J). Both passage migrants and winter visitors are migrant species. Birds with a clear peak at passage times (usually in autumn) but which remain through the winter are classed as WD, winter visitors plus passage. The maximum winter count is the highest count in any of the eight months over all 42 winters.*

Art/species	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Max.	N	Tr.	Z
Prachtaucher <i>Gavia arctica</i>	1	16	17	15	7	5	9	7	17	37	F	W
Sternaucher <i>Gavia stellata</i>	0	1	4	14	7	11	17	5	17	27	F	W
Haubentaucher <i>Podiceps cristatus</i>	360	427	413	505	577	356	521	313	577	42	FIS	J

Art/species	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Max.	N	Tr.	Z
Rothalstaucher <i>Podiceps grisegena</i>	5	10	18	12	5	3	3	2	18	33	FIS	WD
Schwarzhalstaucher <i>Podiceps nigricollis</i>	29	24	26	19	14	27	78	106	106	41	IS	D
Zwergtaucher <i>Tachybaptus ruficollis</i>	56	120	130	77	121	53	53	96	130	42	FIS	WD
Kormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	668	1010	160	108	192	180	53	70	1010	40	F	D
Graureiher <i>Ardea cinerea</i>	125	308	50	59	46	40	28	30	308	41	FIS	W
Silberreiher* <i>Casmerodius albus</i>	43	37	40	42	51	37	50	18	51	18	FIS	J
Höckerschwan <i>Cygnus olor</i>	275	382	325	276	219	192	230	57	382	42	H	J
Singschwan <i>Cygnus cygnus</i>	0	0	2	10	9	8	10	0	10	27	H	WD
Graugans <i>Anser anser</i>	685	655	584	658	522	396	406	221	685	33	H	J
Kanadagans* <i>Branta canadensis</i>	6	8	27	13	13	8	8	3	27	16	H	W
Brandgans* <i>Tadorna tadorna</i>	4	2	5	16	33	9	8	2	33	19	HIS	WD
Rostgans* <i>Tadorna ferruginea</i>	9	3	2	1	6	4	3	2	12	21	H	W
Streifengans* <i>Anser indicus</i>	7	4	7	10	7	6	3	3	10	24	H	W
Pfeifente <i>Anas penelope</i>	43	43	52	19	6	31	56	6	56	40	H	WD
Schnatterente <i>Anas strepera</i>	382	643	405	400	241	178	111	55	643	42	H	J
Krickente <i>Anas crecca</i>	370	327	590	356	306	388	384	102	590	42	HI	WD
Knäkente <i>Anas querquedula</i>	15	6	1	0	2	3	66	32	66	32	HIS	DS
Löffelente <i>Anas clypeata</i>	105	149	281	210	21	9	12	21	281	42	O	WD
Spießente <i>Anas acuta</i>	14	59	155	53	60	49	56	13	155	39	H	WD
Stockente <i>Anas platyrhynchos</i>	877	1670	4434	3154	3609	2948	2032	280	4434	42	O	W
Kolbenente <i>Netta rufina</i>	855	613	768	349	105	322	154	162	855	41	H	WD
Tafelente <i>Aythya ferina</i>	4629	6380	5778	5511	5421	1237	878	66	6380	42	HIS	J
Reiherente <i>Aythya fuligula</i>	8303	10266	16639	10686	10857	4429	3133	862	16639	42	HIS	J
Bergente <i>Aythya marila</i>	0	2	14	11	22	8	14	6	22	34	HF	W

Art/species	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Max.	N	Tr.	Z
Eiderente <i>Somateria mollissima</i>	23	39	20	11	18	10	13	8	39	30	S	J
Samtente <i>Melanitta fusca</i>	1	5	16	31	38	35	26	20	38	34	S	W
Schellente <i>Bucephala clangula</i>	52	106	1392	1910	2080	2193	1074	142	2193	42	FIS	W
Zwergsäger <i>Mergellus albellus</i>	0	1	16	7	8	6	8	0	16	29	FIS	W
Gänsesäger <i>Mergus merganser</i>	55	49	104	178	102	90	103	13	178	42	F	W
Blässhuhn <i>Fulica atra</i>	11450	16391	18938	16257	15384	11054	11082	1697	18938	42	O(H)	W
Großer Brachvogel <i>Numenius arquata</i>	270	268	153	230	206	203	212	46	270	32	O	J
Mittelmeermöwe <i>Larus michahellis</i>	350	208	190	173	124	103	77	60	350	27	O	J

* Brand-, Kanada-, Rost-, Streifengans und Silberreiher werden trotz Nachweis in weniger als 27 Wintern mit aufgenommen, da diese erst spät am Chiemsee auftauchten und die typische Bestandsentwicklung für die bayerischen Winterrastbestände erkennen lassen.

Aus den monatlichen Maximal- und Mittelwerten der 42 Zählwinter geht klar hervor, dass vor allem im Spätherbst das größte Aufkommen am Chiemsee ist (Abb. 6). Danach – selbst im Hochwinter – wieder abnehmende Zahlen könnten unter anderem auf das sich im Laufe des Winters verminderte Nahrungsangebot durch Abweiden und Absterben zurückgehen.

Überblick der Entwicklung der Wasservogelbestände im Untersuchungszeitraum

Die 35 berücksichtigten und häufigen Chiemsee-Wasservogelarten werden nach der Stärke ihrer Bestandsänderungen gruppiert und analysiert. Nach van Strien et al. (2001) und Wahl & Sudfeldt (2005) gelten Zu- oder Abnahmen um > 1%/Jahr als signifikante Veränderung. Bei der 42-jährigen

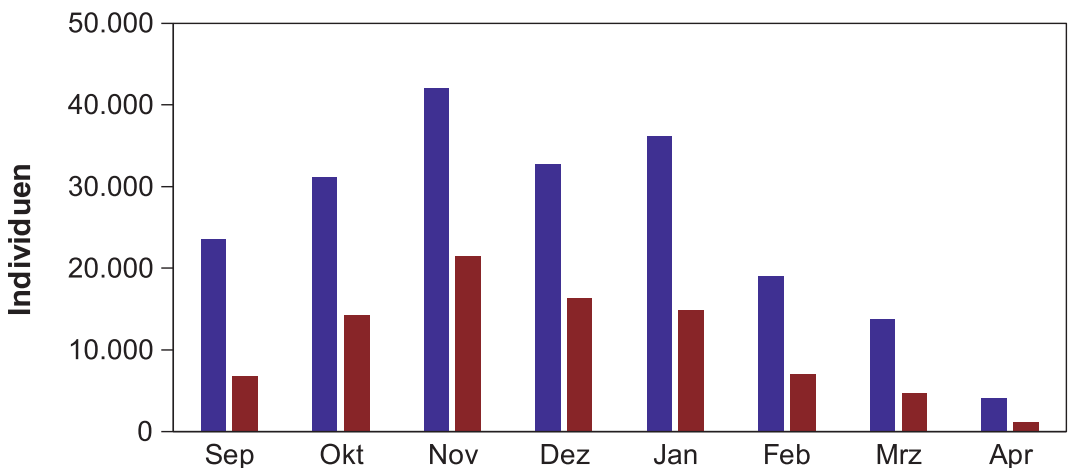


Abb. 6. Phänologie der Wasservogelbestände (35 Arten) am Chiemsee von 1969/70 bis 2010/11. Maxima (blau) und Mittelwerte (rot). – Phenology of waterbird livestock (35 species) at the Chiemsee from 1969/70 to 2010/11. Maxima (blue) and mean values (red).

Zählserie am Chiemsee liegt diese Signifikanzgrenze damit bei 42 %. Die Bestandsentwicklung wird dazu mit einer Pearson-Regression charakterisiert und anhand der Werte aus der Regressionsgleichung für 1969/70 und 2010/11 quantifiziert. Bei im Untersuchungszeitraum neu hinzu gekommenen Arten wird eine für den Zeitraum 1990/91 bis 2010/11 bezogene Regressionsgleichung zugrunde gelegt.

Neubesiedler mit positiver Bestandsentwicklung. Graugans, Kanadagans, Rostgans, Streifengans, Brandgans, Silberreiher, Mittelmeermöwe (Abb. 7).

Positive Bestandsentwicklung im gesamten Untersuchungszeitraum. Singschwan, Bergente, Samtente, Sterntaucher, Prachtaucher, Pfeifente, Spießente, Gänsesäger, Schwarzhalstaucher und Haubentaucher, Löffelente, Schnatterente, Kolbenente.

Stagnierende Bestandsentwicklung. Stockente, Krickente, Zwergsäger.

Negative Bestandsentwicklung. Eiderente, Zwergtaucher, Rothalstaucher.

Starke Bestandsschwankungen. Knäkenente, Reiherente, Tafelente, Schellente, Blässhuhn, Kormoran und Höckerschwan (Optimum in 1980er Jahren).

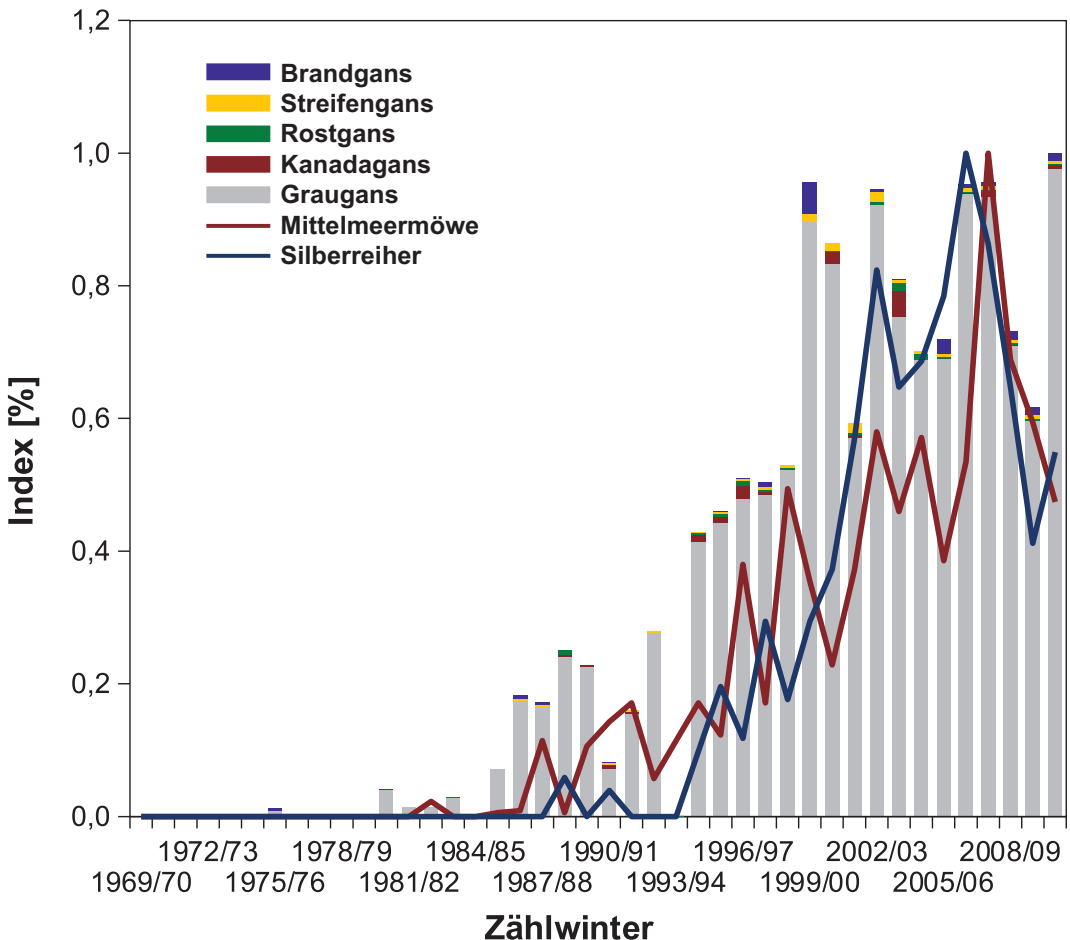


Abb. 7. Am Höchstwert (vgl. Tab. 10 und 11; Index = 1,0) normierte Bestandsentwicklung (bei Gänsen am Gesamtgänsebestand) von Arten mit Bestandszunahmen von > 300 % im Untersuchungszeitraum. Alle Arten etablierten sich erst in den 1980er Jahren. – *By the maximum (cp. Tab. 10 and 11; index = 1.0) standardized livestock development (Geese by whole livestock of all geese) of species with livestock increases over 300 % within the investigation period. All species became established not until the 1980s.*

Bestandsentwicklung ökologischer Wasservogelgilden: Pflanzenfresser (+ 63 %) und Schlammsaunaafresser (+ 108 %) nehmen im Bestand zu, zeigen nach 2000 aber rückläufige Trends. Wenig Änderung ergibt sich im Bestand der Allesfresser (+ 12 %). Bei den Fischfressern nahmen die Taucher (Zunahme über den ganzen Zeitraum; + 75 %) nach einem massiven Einbruch zu Beginn der 1980er Jahre wieder kontinuierlich zu und haben mittlerweile fast wieder die Werte aus den 1970ern erreicht. Baumbrütende Arten wie Kormorane, Säger und Reiher (+ 867 %) weisen dagegen in der letzten Dekade wieder negative Entwicklungen auf, nachdem sie drei Dekaden lang zugenommen hatten, in den 1990ern explosionsartig.

Einflussfaktoren

Nordatlantischer Oszillations-Index (NAO-Index). Hypothese: Ein steigender NAO-Index (warme, feuchte Winter, starke Westwinde) bedeutet für das Chiemseegebiet sinkende Wintervogelbestände infolge von Zugwegverkürzungen im quantitativ maßgeblichen zentral-europäischen Flyway trotz etwas mehr Vögeln aus dem nordwesteuropäischen Flyway (Ostverdriftung).

Fazit: Nordatlantische Großwetterlagen, wie sie durch die NAO-Indizes beschrieben werden, beeinflussen am Chiemsee nur wenige Arten

(Tab. 3) und bei diesen nur die Herbstbestände. Für die Bestände im Hochwinter und Frühjahr sind sie bedeutungslos. Auf ganze Zuggilden ist ebenfalls kein Einfluss erkennbar.

Kältesumme in den Herkunftsgebieten. Hypothese: Je kälter die Herbst- und Winter in den Herkunftsgebieten (Quellgebieten) der Winterwasservogelbestände am Chiemsee, umso früher ziehen die Wasservögel ein und in umso größeren Kontingenten und umso weiter südlich überwintern sie (positive Korrelation zwischen der Kältesumme in den Quellgebieten und dem Wintervogelmaximum am Chiemsee).

Neben Korrelationsanalysen zwischen den Kältesummen von Herbst und Winter der beiden Quellgebiete (NW- und NO-Europa) und der Herbst- und Winterbestände der Zugvögel wurden auf selber Basis auch Untersuchungen mit Artbeständen durchgeführt. Einzig bei der Eiderente ($r_s = 0,477$; $p = 0,001$) zeigt sich eine markante Kälteflucht. Bei den Herbstbeständen von Graureiher, Kormoran, Kolbenente und Pfeifente sowie den Winterbeständen von Stockente und Höckerschwan sind leichte Kältefluchten zu erkennen, die teils auch zu einem Bestandsanstieg am Chiemsee infolge von Zuzug führen können.

Fazit: Bezzel & Engler (1985) sprechen von einem „schwachen Einfluss“ von kalten Wintern auf die süddeutschen Winterrastbestände. Für

Tab. 3. Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (oberer Wert) und Signifikanz (unterer Wert) zwischen dem Winter- und Herbst-NAO-Index und den Zählwinterdaten der verschiedenen Zuggilden links, rechts den Herbstbeständen signifikant reagierender Arten. Signifikante Beziehungen sind fett dargestellt.– Spearman's rank correlation coefficient (upper value) and significance (lower value) between winter- and autumn-NAO-Index and data of counting winters of different migrant guilds on the left half of the table and of principal species on the right half. Significant relations are shown in bold.

	Durch- zügler	Winter- gäste	Jahres- vögel	Zug- vögel	Zugvögel (Herbst)	Zwerg- taucher	Kormo- ran	Grau- reier	Silber- reier	Kanada- gans	Löffel- ente	Tafel- ente	Samt- ente
NAO- Index Winter (Dez.– März)	0,261	-0,016	0,231	-0,006	0,091	-0,369	0,370	0,509	-0,033	0,344	0,336	0,338	0,358
	0,095	0,919	0,141	0,972	0,565	0,016	0,016	0,001	0,834	0,026	0,029	0,028	0,020
NAO- Index Herbst (Sept.– Nov.)	-0,079	0,033	-0,078	0,024	-0,081	0,039	-0,196	0,134	-0,306	-0,057	-0,209	-0,065	0,005
	0,621	0,839	0,625	0,879	0,608	0,807	0,214	0,399	0,049	0,718	0,184	0,683	0,977

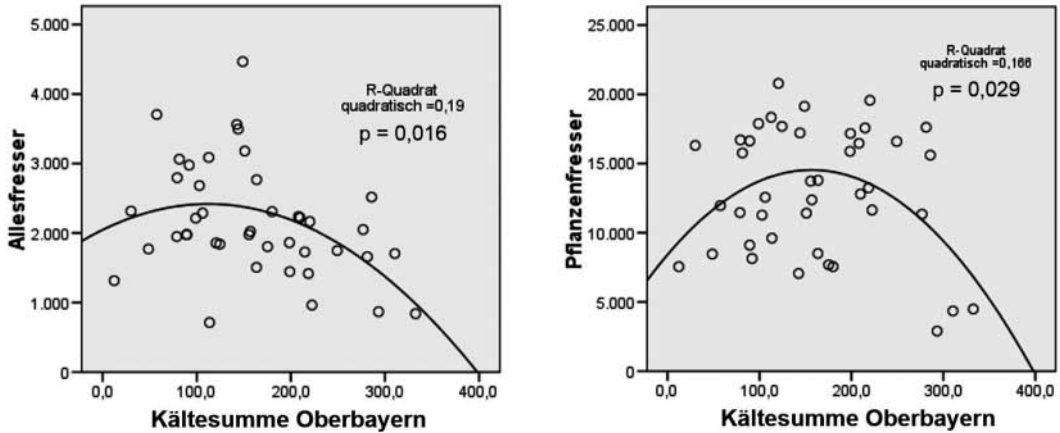


Abb. 8 (links). Beziehung zwischen der Kältesumme Oberbayerns und dem Bestand der omnivoren Wasservögel. Signifikanzniveau der quadratischen Regression mit Allesfressern 0,016. – *Relation between cold sums in Upper Bavaria and livestock of omnivore waterbirds. Significance level of quadratic regression with omnivores 0.016.*

Abb. 9 (rechts). Beziehung zwischen der Kältesumme Oberbayerns und dem Bestand der herbivoren Wasservögel. Signifikanzniveau der quadratischen Regression mit Pflanzenfressern 0,029. – *Relation between cold sums in Upper Bavaria and livestock of herbivore waterbirds. Significance level of quadratic regression with herbivores 0.029.*

das Chiemseegebiet bestätigt sich dies, wobei sich anscheinend sinkende Bestände durch Südbayern überspringende Kälteflüchtlinge und steigende Bestände durch kältebedingte Südverschiebungen von Überwinterungszentren die Waage halten. Zudem ist dieser Einfluss im das Chiemseegebiet dominierenden Zentraleuropa-Mittelmeer-Flyway ($r_s = 0,208$; $p = 0,198$) stärker ausgeprägt als im Nordwesteuropa-Flyway ($r_s = 0,188$; $p = 0,244$). Wegen der hohen Korrelation zwischen Quellgebiets- und Chiemsee-Kältesummen könnten auch kältebedingte Bestandsverlagerungen im südbayerischen Raum (z. B. Konzentrationseffekte auf den Chiemsee in harten südbayerischen Wintern) eine Rolle spielen (v. a. beim Höcker-schan).

Kältesumme in Oberbayern und am Chiemsee.

Hypothese: Bis zu einer Kältesumme von 150 nehmen die Wasservogelzahlen am Chiemsee infolge eines regionalen Zuzugs aus zufrierenden Gewässern der Umgebung (z. B. Simssee, Waginger See) zu. Steigt die Kältesumme über 150 an, so friert auch der Chiemsee großflächig zu, was zu massiv sinkenden Vogelzahlen führt. Reaktiv sind vor allem herbivore Vogelarten, die

kleine flache und daher früh zufrierende Gewässer und Buchten bevorzugen, sowie Reiher, die an ebenfalls schnell zufrierenden Gräben und Kleingewässern bevorzugt Nahrung suchen. Eine solche Beziehung lässt sich bei Alles- (Abb. 8) wie auch Pflanzenfressern (Abb. 9) erkennen. Unter Ausschluss der „trägen“ dominanten Arten Blässhuhn und Stockente sowie den Durchzügler (65 % des Bestandes entfallen auf September/Oktober bzw. März/April) entsteht eine signifikant negative Beziehung, was nun auf eine klare Kälteflucht zurückgeführt werden kann (Abb. 10).

Fazit: Die Hypothese „Zunahme bis Kältesumme 150, danach Abnahme infolge lokaler Kälteflucht“ kann nicht nur für die Herbivoren, sondern auch für die Omnivoren bestätigt werden. Bei den meisten Arten beginnt diese Kälteflucht bereits bei Kältesumme 120. Dominante Arten wie Stockente oder Blässhuhn könnten womöglich vorübergehend auf nahe eisfreie Gewässer ausweichen, während seltenere Arten die Region verlassen. Reiher zeigen auch am Chiemsee erneut einen Rückgang mit steigender regionaler Kältesumme, vermutlich sowohl durch Kälteflucht als auch Winterverluste.

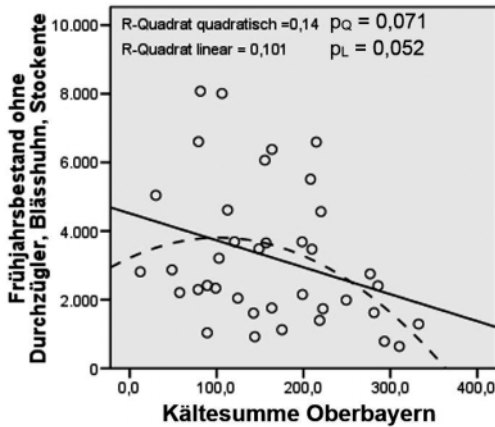


Abb. 10. Beziehung zwischen dem Chiemsee-Frühjahrsbestand (Februar–April) von Wasservögeln (ohne Stockente, Blässhuhn und überwiegend durchziehenden Arten) und den Kältesummen für Oberbayern. Daten der Jahre 1973, 1976 und 1984 aufgrund größerer Zählrücken in den Monaten Februar bis April ausgeklammert. – *Relation between Chiemsee-livestock in spring (Feb–Apr) of waterbirds (without Mallard, Coot and species mainly marching through the area) and cold sums of Upper Bavaria. Data of the years 1973, 1976 and 1984 were excluded because of greater counting lacks in the months between February and April.*

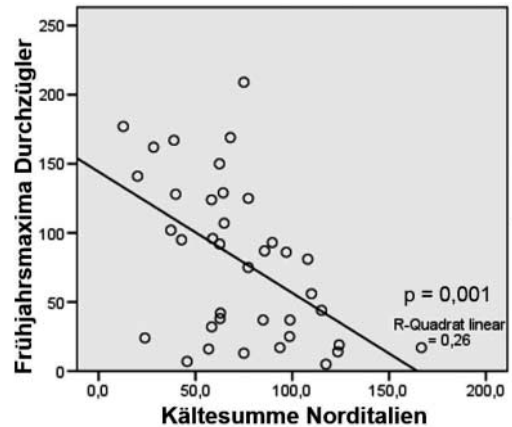


Abb. 11. Beziehung zwischen den norditalienischen Kältesummen und dem Chiemsee-Durchzüglerbestand im Frühjahr (Februar–April). Daten der Jahre 1973, 1976 und 1984 wurden aufgrund größerer Zählrücken in den Monaten Februar bis April ausgeklammert. – *Relation between north-Italian cold sums and spring-livestock (Feb–Apr) of waterbirds migrating through at the Chiemsee. Data of the years 1973, 1976 and 1984 were excluded because of greater counting lacks in the months between February and April.*

Kältesumme im Mittelmeerraum. Hypothese: Kalte Winter im Mittelmeerraum und auf dem Balkan führen vor allem im folgenden Frühjahr zu sinkenden Chiemseevogelzahlen (Durchzügler), aufgrund hoher Wintermortalität in den mediterranen Hauptüberwinterungsgebieten, die durch intensive Bejagung bei der Suche nach noch südlicheren Ausweichräumen verstärkt wird.

Abb. 11 zeigt den signifikanten Einfluss der norditalienischen Winter auf die Frühjahrsbestände von überwiegend durchziehenden Arten am Chiemsee ($r_s = -0,48$; $p = 0,001$). Das westliche Mittelmeer ($r_s = -0,274$; $p = 0,095$) zeigt dagegen einen geringeren Einfluss, der Balkan ($r_s = -0,11$; $p = 0,51$) gar einen nicht signifikanten. Vermutlich leiden die am Chiemsee von Februar bis März auf dem Weg in ihre nordischen Brutgebiete durchziehenden Wasservögel unter kälteren Wintern im mediterranen Überwinterungshabitat (Nahrungsmangel bei angespanntem Wärmehaushalt, Energieverluste und erhöhte

Mortalität während der Suche nach Ausweichgebieten etc.).

Bei Analysen auf Artenbasis treten vor allem folgende Arten teils mit hochsignifikanten Reaktionen bezüglich der norditalienischen Kältesumme hervor: Pracht-, Hauben-, Rothals-, Schwarzhals-, Zwergtaucher, Kormoran, Silberreiher, Graugans, Schnatterente, Tafel-, Reiher-, Eider-, Schellente, Blässhuhn und der große Brachvogel. Bei den meisten dieser Vögel kann über Beringungsergebnisse ein Austausch über die Alpen nach Norditalien bestätigt werden. So konnten diese zu einer neuen Gilde „Transalpenzieher“ zusammengefasst werden, die ausnahmslos Kältefluchten zeigen (Abb. 12). Zwar sind diese Kältesummen den oberbayerischen ähnlich, allerdings korrelieren die Bestände der neuen Zug-Gilde mit dieser nicht signifikant. Knäk- und Schellente zeigen auch Abhängigkeiten mit den Bedingungen im westlichen Mittelmeerraum (Austausch durch Ringfunde bestätigt!).

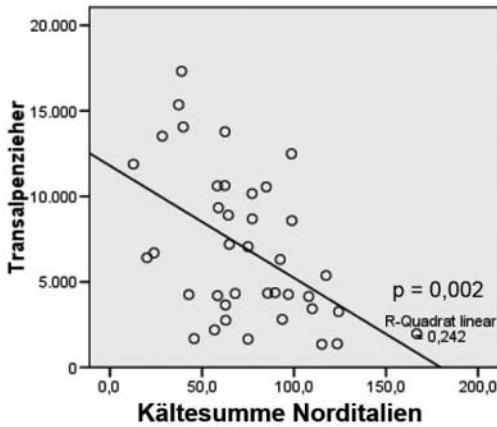


Abb. 12. Beziehung zw. norditalienischer Kältesumme und den Transalpenziehern. $r_s = -0,472$; $p = 0,002$. – Relation between north-Italian cold sums and the „Trans-Alp-Migrators“.

Fazit: Die Hypothese wird nur für die norditalienischen Winterquartiere bestätigt, nicht für den Balkan (Ausnahme: Rothalstaucher) und den westlichen Mittelmeerraum (Ausnahmen: Knäk- und Schellente).

Klimabedingungen während der Reproduktionsphase – Temperaturen. Hypothese: Niedrige Temperaturen in sensiblen Halbmonaten (v. a. Wintereinbrüche am Anfang der Brutsaison) führen zu Brutverlusten und rückläufigen Chiemsee-Wasservogelbeständen im Folgewinter. Zu berücksichtigen ist dabei die Abhängigkeit des Brutbeginns vom Breitengrad (im Süden früher).

Unter Ausschluss des über 50% stellenden Blässhuhns ergeben sich signifikant positive Beziehungen zwischen den Temperaturen in den Brutgebieten und der Summe des übrigen Wasservogelbestandes. Bei der Analyse auf Artenbasis (Tab. 4) wird deutlich, dass vor allem die Bedingungen in bestimmten Monatshälften von Bedeutung sein müssen. Die große Bedeutung der Verhältnisse zu Brutbeginn (Elphick 2007), in Mitteleuropa Ende April bis Mai (Singer 2000), bestätigt sich. Je mehr Vegetationstage (Tage $> 5^\circ\text{C}$), desto besser ist die Nahrungsgrundlage ausgeprägt. Laut Schaumburg (1992) endet im Chiemsee die Vollzirkulation i. d. R. Ende April, zu diesem Zeitpunkt werden zumeist auch die 5°C im Wasser überschritten. Andererseits muss mit sinkenden Temperaturen (Kälteeinbrüche) wohl mit Verlusten hinsichtlich Bestand und Bruterfolg gerechnet werden.

Fazit: Die Hypothese, dass sich die Temperaturbedingungen während der Reproduktions-

Tab. 4. Relativer Anteil signifikant reagierender Arten der Chiemsee-Gesamtwinterbestände von 35 Wasservogelarten und durchschnittlicher Spearman-Korrelationskoeffizient aller 35 Arten mit Halbmonatsmitteltemperaturen der Brutperioden in den Quellgebieten. Hohe Anteile signifikanter Arten und hohe mittlere Korrelationskoeffizienten sind fett gedruckt dargestellt, besonders erhöhte Werte fett gedruckt und rot. – Relative contribution of principal species to the overall winter counts of 35 waterbird species at the Chiemsee and mean Spearman's rank correlation coefficient of all 35 species related to the mean temperatures by half-month during the breeding period in the areas of origin. High shares of significant acting species and high mean correlation coefficients are emphasised in bold, especially high values additionally in red.

Quellgebiete		März		April		Mai		Juni	
		1. Hälfte	2. Hälfte	1. Hälfte	2. Hälfte	1. Hälfte	2. Hälfte	1. Hälfte	2. Hälfte
Nord-skandinavien	sign. Arten	0%	0%	9%	54%	0%	3%	0%	0%
	r_s -Mittel	0,067	0,048	0,081	0,261	0,049	-0,081	0,024	-0,039
Westrussland	sign. Arten	23%	0%	6%	43%	3%	0%	6%	9%
	r_s -Mittel	0,201	-0,010	0,070	0,248	-0,007	0,043	0,106	0,130
54°N	sign. Arten	11%	14%	29%	66%	17%	0%	3%	11%
	r_s -Mittel	0,146	0,089	0,135	0,281	0,132	0,035	0,105	0,132
Ostalpen	sign. Arten	17%	0%	11%	37%	43%	34%	14%	51%
	r_s -Mittel	0,171	0,045	0,087	0,221	0,264	0,207	0,104	0,222
Balkan	sign. Arten	11%	3%	9%	31%	34%	3%	3%	14%
	r_s -Mittel	0,135	-0,120	0,011	0,168	0,210	0,077	0,048	0,168

periode in den Quellgebieten der am Chiemsee überwinternden oder durchziehenden Wasservögel auf die Chiemseebestände auswirken, wird für alle Quellgebiete, vor allem aber für die östliche Nordsee und die Ostsee, bestätigt. In Nord- und Osteuropa sind dabei vor allem die Temperaturen in der 2. Aprilhälfte entscheidend, im Ostalpenraum und dem Balkan sogar Abschnitte im Mai und Juni. Hohe Temperaturen in diesen Monaten induzieren frühen Brutbeginn und geringe Jungvogelmortalitäten, Kälteeinbrüche starke Brutverluste.

Klimabedingungen während der Reproduktionsphase – Niederschlag. Hypothese: Mittlere Niederschlagssummen während der Brutperiode fördern den Bruterfolg und führen zu steigenden Chiemsee-Wasservogelzahlen. Zu hohe Niederschläge verursachen Brutverluste durch Unterkühlung, zu niedrige durch sinkende Habitatqualitäten und Nahrungsmangel.

Neben signifikanten Beziehungen des Gesamtwasservogelbestandes im Folgewinter mit den südlichen drei Regionen (Tab. 5) ergeben sich bei der Analyse der einzelnen Brutarealgilden

(Gruppierung der Wasservögel nach der geografischen Lage ihrer Kernbrutgebiete) ebenfalls signifikante Zusammenhänge. Allerdings sind diese stets negativ mit den März-Niederschlägen von Balkan und Norditalien korreliert, in der Gesamtbetrachtung hingegen positiv mit Bayern. Auch die Untersuchung auf Artenbasis zeigt bei bis zu der Hälfte der herangezogenen Arten Signifikanz.

Diese negativen Korrelationen beruhen auf einem steigenden Bestand, je trockener der März ist. Das muss zur Folge haben, dass im Hauptrückzugsmonat März individuelle Fitness und Bruterfolg höher sein können, andererseits schlechte Wetterbedingungen zu Bestandseinbußen führen. Auch Elphick (2007) spricht von Zugunterbrechungen bis teils lebensbedrohlichen Umständen bei Schlechtwetter und dem Ausnutzen von Hochdrucklagen und Drucksystemen für ihren Rückzug. Damit könnte auch die positive Scheinkorrelation mit den März-Niederschlägen in Bayern zu erklären sein. Hohe Niederschläge in Bayern, oft im Alpennordstau begründet, gehen häufig auf ein östlicher gelegenes Tiefdruckgebiet zurück. Schlechtwetterbedingte Rasten am

Chiemsee können aufgrund ausbleibender Bestandsanstiege im selben Frühjahr ausgeschlossen werden. Auch der weiter östlich stattfindende Rückzug insektenfressender Vögel (Elphick 2007) kann hier greifen (9 der 11 signifikant reagierenden Arten am Chiemsee sind insektivor), sodass sie im Herbstzug des Folgewinters höhere Bestände aufweisen. Förderlicher Weise zeigt auch eine Analyse des gesamten Zugvogelbestandes des Folgewinters mit den regionalen März-Niederschlägen positive Beziehungen ($r_s = 0,414$; $p = 0,007$).

Die ursprüngliche Hypothese verifiziert sich dagegen nur bei Spießente und Blässhuhn (Abb. 13) bzgl. der Niederschlagsbedingungen zw. Niederlande und Baltikum in April bzw. März.

Fazit: Die Hypothese kann nur für 2 von 35 Wasservogelarten und nur für Quellgebiete um den 54. Breitengrad bestätigt werden (Spießente, Blässhuhn). Stattdessen erweisen sich die März-Bedingungen

Tab. 5. Spearman-Korrelationen zwischen dem Gesamtwinter-Wasservogelbestand am Chiemsee und den Niederschlagssummen in den Quellgebieten während der Brutperiode (obere Zeile: r_s ; untere Zeile: p). Nur im März und nur mit den bayrischen bzw. mediterranen Quellgebieten bestehen Zusammenhänge (fette und rote Werte = signifikant). – *Spearman-correlations between the waterbird livestock of the whole winter at the Chiemsee and precipitation values in the areas of origin during the breeding period (line above: r_s ; line below: p). Significant correlations (in bold and red) were only obtained in March and only from the Bavarian and Mediterranean areas.*

	März	April	Mai	Juni
Nordskandinavien	-0,027 0,866	0,047 0,773	0,147 0,360	0,180 0,259
Westrussland	-0,017 0,917	0,056 0,727	0,129 0,422	-0,110 0,494
54°N	-0,043 0,788	0,171 0,286	0,050 0,756	-0,069 0,669
Bayern	0,312 0,047	0,033 0,837	0,203 0,203	-0,249 0,117
N-Italien	-0,372 0,017	0,139 0,386	0,012 0,940	-0,087 0,589
Balkan	-0,380 0,016	-0,125 0,435	-0,262 0,097	-0,094 0,557

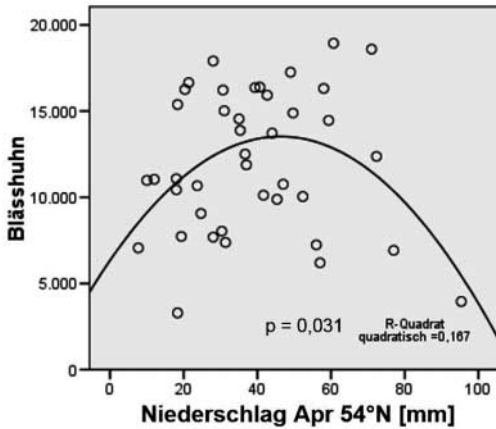


Abb. 13. Abhängigkeit des Blässhuhn-Bestands am Chiemsee vom Niederschlag in mm im vorangegangenen April am 54°N. Niederschlags-optimum bei ca. 50 mm. $p = 0,031$; $R^2 = 0,167$. – *Dependence of Coot-livestock at the Chiemsee on precipitation in mm in preceding April in the area "54°N". Optimum of precipitation at approx. 50 mm.*

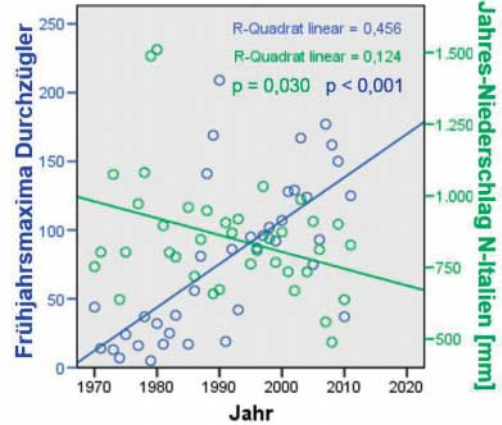


Abb. 14. Langfristige Entwicklung der Jahresniederschläge in Norditalien (grün) und Wasservogelmaxima am Chiemsee von 1970/71 bis 2010/2011 (blau). – *Long-term development of annual precipitation in northern Italy (green) and maxima in spring of migrating waterbirds at the Chiemsee from 1970/71 to 2010/11 (blue).*

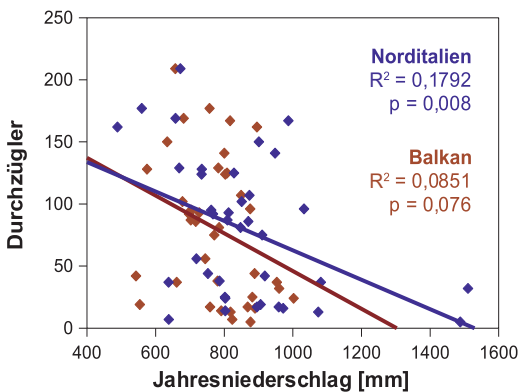


Abb. 15. Beziehung zwischen Durchzügler-Bestand im Frühjahr und dem Jahresniederschlag in Norditalien (blau) und Balkan (rot), je mit Regressionsgeraden mit Bestimmtheitsmaß. Die Jahre 1972, 1976, 1984, 1994 wurden entfernt, da unzureichende Datenlage. – *Relation between spring-livestock of waterbirds migrating through the investigated area and the annual precipitation in northern Italy (blue) and on the Balkans (red), each with regression line with coefficient of determination. The years 1972, 1976, 1984, 1994 were excluded because of insufficient data.*

bezüglich des Niederschlages auf dem Balkan und in Norditalien als wichtige Faktoren. In der Chiemseeregion scheinen vor allem Durchzügler positiv auf Schlechtwetterlagen zu reagieren, dem überregionale Wetterzusammenhänge bzgl. einer dadurch entstehenden Südlage über Osteuropa zugrunde liegen könnten. Der so erleichterte Rückflug resultiert schließlich in einem höheren Durchzügler-Bestand am Chiemsee im Folgewinter.

Niederschlagsentwicklung im Mittelmeerraum. Hypothese: Infolge sinkender Habitatqualitäten durch nicht ausreichende Niederschlagsmengen im Mittelmeerraum kommt es am Chiemsee dauerhaft zu einer Zunahme sowohl der Durchzügler (v. a. im Frühjahr) als auch durch Zugwegverkürzungen der Herbstvögel und Überwinterer. Im Folgefrühjahr direkt aber vorübergehende Bestandseinbrüche der durchziehenden Chiemsee-Wasservogel durch die sinkenden Habitatqualitäten.

Nur die jährlichen Niederschläge in Norditalien und auf dem Balkan zeigen signifikante Auswirkungen auf den Bestand der Durchzügler (Abb. 15). Längerfristig ist eine Dürreflucht erkennbar (Abb. 14), da mit der Zeit abnehmende

Niederschläge in den beiden Regionen mit zunehmenden Beständen ziehender Wasservögel einhergehen. Selbst die Herbst-Durchzüglerbestände zeigen Korrelationen, obwohl besagte Gebiete noch nicht erreicht sind. Dies könnte auf Lernprozesse und Zugtraditionsveränderungen aufgrund von Dürreperioden zurückzuführen sein oder unterliegt der Steuerung durch noch unbekannte Faktoren.

Aus Abb.16 ist zu erahnen, dass vor allem Chiemsee-Durchzügler nach trockeneren Jahren Einbrüche zeigen. So folgen nach Jahren mit unterdurchschnittlichem Niederschlag (= „Trockenjahr“)

1969, 1983, 1989, 2000, 2003, 2006 und 2007 in Norditalien rückläufige oder zumindest stagnierende Bestände bei den durchziehenden Vögeln. Deutlich ist auch, dass auf zwei Trockenjahre ($< 0,1\%$) hintereinander teils drastische Einbrüche auftreten, wie nach 1988 und 1989 bzw. 2006 und 2007, was auch für die Entwicklung von klimainduzierten Traditionsveränderungen sprechen kann. Bei den Teildurchzüglern lässt sich ebenfalls ein Zusammenhang erkennen. Zwischen 1974 und 1979 folgt der Bestand dem Niederschlagsgeschehen auf dem Balkan (nach positivem Indexwert Anstieg und umgekehrt). Dazu kommen

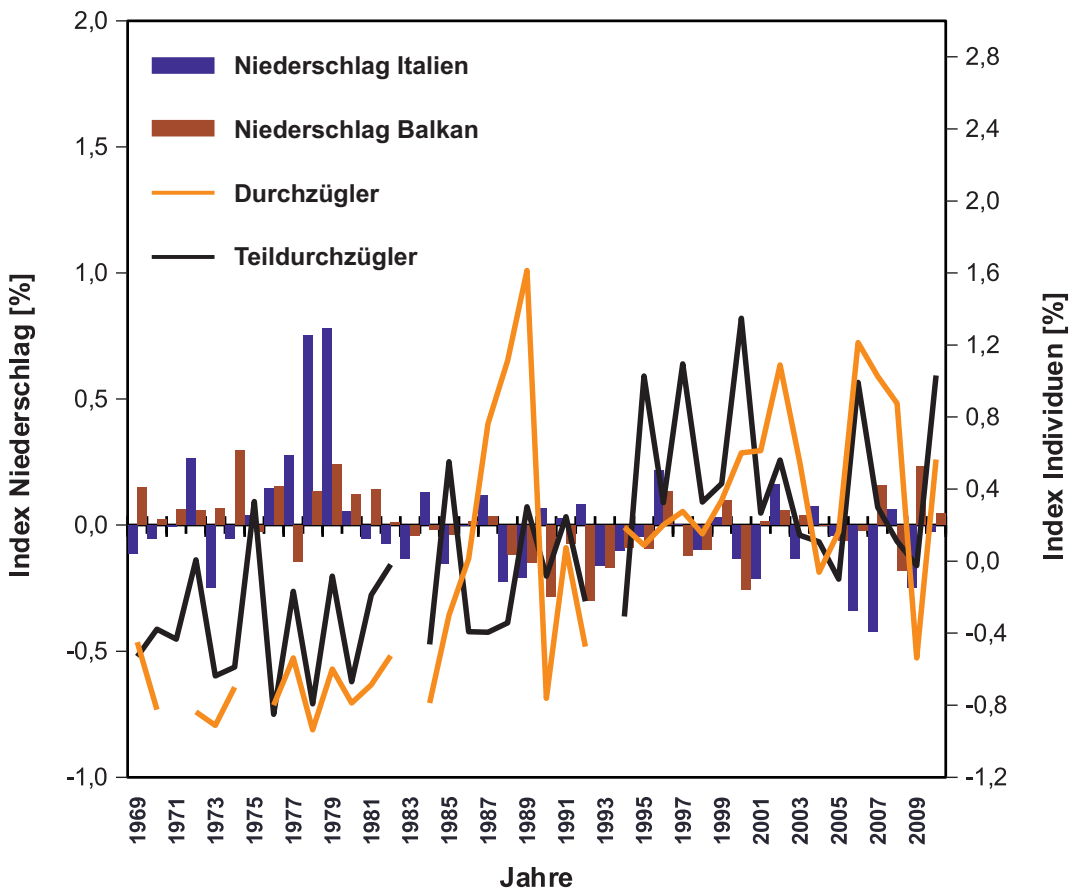


Abb. 16. Entwicklung der Frühjahrsbestände der Chiemsee-Durchzügler bzw. -Teildurchzügler (Wintergäste mit Durchzug) in Relation zu den Jahresniederschlägen in Norditalien und auf dem Balkan. Niederschläge und Vogelzahlen jeweils am Mittelwert des Untersuchungszeitraums normiert (Quotient - 1). – *Development of spring livestock of waterbirds completely and respectively partially (winter-guest with transit) migrating through the investigated area related to annual precipitations in northern Italy and on the Balkans. Precipitations and bird values each are standardized by the mean value within the investigated period (quotient subtracted with 1).*

Tab. 6. p-Werte der Spearman-Korrelationen zwischen den Nahrungsgilden der Pflanzen- und Schlammfaunafresser und den regionalen Niederschlägen verschiedener Zeitabschnitte. – *p-values of Spearman's correlation between trophic guilds of plant- and mud fauna consumers and regional precipitation annually (left) in summer (centre) and in autumn.*

	Jahresniederschlag	Sommerniederschlag	Herbstniederschlag
Pflanzenfresser	0,546	0,765	0,664
Schlammfaunafresser	0,318	0,208	0,357

Bestandsrückgänge nach den Trockenjahren 1989–1994 und teils dramatische nach 2000 und 2009, während nach dem nassen Jahr 2010 der Bestand wieder hochschnellt.

Fazit: Die Hypothese kann weitgehend bestätigt werden. Mit insgesamt im Untersuchungszeitraum rückläufigen Niederschlägen im Mittelmeerraum steigen die Chiemsee-Bestände der durchziehenden Wasservögel. Mehrere aufeinanderfolgende Trockenjahre im Hauptüberwinterungsgebiet führen zu vorübergehenden Bestandseinbrüchen bei den ziehenden Vögeln, feuchtere Perioden zu starken Bestandsanstiegen. Auslöser dieser Reaktionen sind vermutlich Zugtraditionsveränderungen, die auf Dauer zum Bestandsanstieg am Chiemsee führen. Bezeichnend ist auch die größere Bedeutung der Situation in Norditalien und dem Balkan, nicht aber des westlichen Mittelmeerraumes (Zentraleuropa-Mittelmeer-Flyway-Theorie der Chiemsee-Vögel).

Niederschlagsentwicklung in Oberbayern und am Chiemsee. Hypothese: Geringere regionale Jahresniederschläge und Chiemseewasserstände führen im Winter und zu den Zugzeiten zu höheren Wasservogelzahlen, da sie die Nahrungssuche erleichtern und zumindest in der Vegetationsperiode die Produktivität in den für Wasservögel besonders wichtigen Flachwasserzonen fördern. Hohe Niederschläge in der Brutperiode haben zudem niederschlagsbedingte Brutverluste (sinkende Jungvogelzahlen) zur Folge. Bei herbivoren und omnivoren Arten (Stockente etc.) können störungsarme Ausweichhabitate wie überschwemmtes Grünland diese Effekte abmildern.

Sämtliche Analysen zwischen den regionalen Niederschlagsentwicklungen in verschiedenen Zeitabschnitten und Nahrungsgilden erbrachten keine signifikanten Zusammenhänge (Tab. 6).

Fazit: Die Hypothese hat sich als falsch erwiesen. Ein möglicher Einfluss der Niederschlagsentwicklung auf die Sommervogelbestände des Chiemsees wurde nicht überprüft.

Nährstoffangebot im Chiemsee. Hypothese: In oligo- bis mesotrophen Gewässern wie dem Chiemsee fördert Eutrophierung das Algen- und Makrophytenwachstum und damit die Produktivität in den darauf aufbauenden Nahrungsketten. Sinkende Phosphatkonzentrationen führen daher zu sinkenden Wasservogelbeständen. Sehr hohe bzw. sehr niedrige Phosphatkonzentrationen bedingen niedrige Wasservogelbestände.

Zunächst scheint eine negative Beziehung zwischen den Pflanzenfressern und dem Phosphatgehalt zu existieren (Abb. 17). Doch bei getrennter Betrachtung vor und vor allem nach 1994 ergeben sich die erwarteten positiven Korrelationen hauptsächlich mit den Pflanzen- und

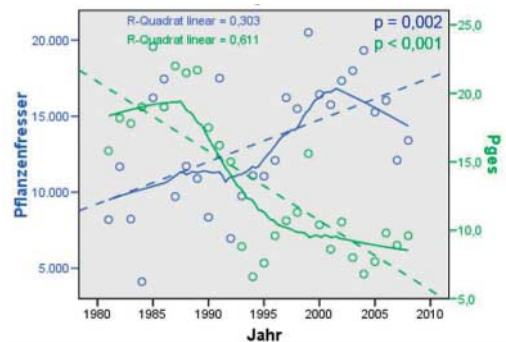


Abb. 17. Entwicklung des Pflanzenfresserbestandes (blau) und der Gesamtposphatkonzentration [$\mu\text{g/l}$] von 1980–2010. – *Development of herbivore-livestock (blue) and concentration of total phosphate [$\mu\text{g/l}$] between 1980 and 2010.*

Schlammfaunafressern in der Summe (Abb. 18). Andere Effekte wie überregionale Bestandsveränderungen können diese Beziehung maskiert haben. Vor allem bei der Graugans ist nach beginnender Bestandsättigung eine positive Korre-

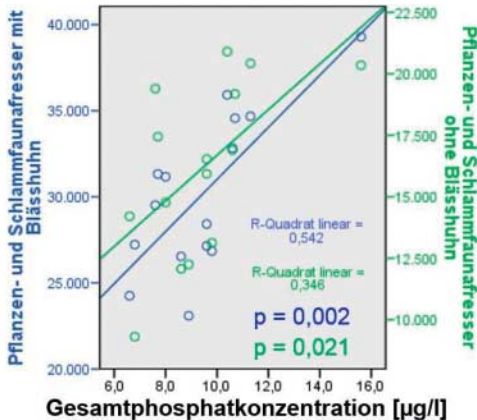


Abb. 18. Beziehung des Pflanzen-/Schlammfaunafresser-Jahresbestandes am Chiemsee (mit und ohne Blässhuhn) zur Gesamtphosphatkonzentration [$\mu\text{g/l}$] von 1994–2008. – Relation between annual livestock of plant-/mud fauna consumers at the Chiemsee (with and without Coot) and concentration of total phosphate [$\mu\text{g/l}$] between 1994 and 2008.

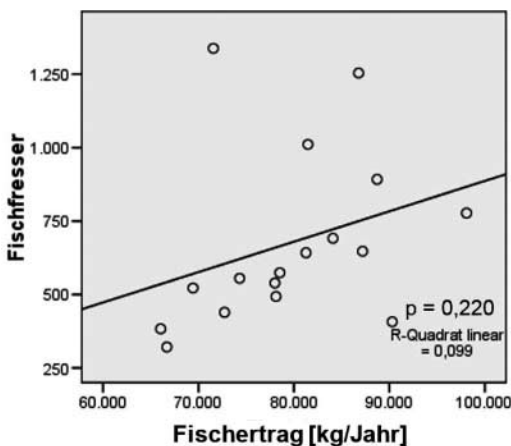


Abb. 19. Beziehung zwischen den Fischerträgen und den ganzjährigen Chiemsee-Fischfressermaxima von 1994–2010. $r_s = 0,493$; $p = 0,045$. – Relation between fish yield and piscivore-maxima of the whole year at the Chiemsee from 1994 to 2010.

lation zu erkennen ($r_s = 0,6$; $p = 0,067$), ebenso bei der Schellente ($r_s = 0,676$; $p = 0,006$).

Fazit: Die Hypothese kann im Prinzip bestätigt werden. Bei Arten mit nachhaltiger Bestandszunahme im Untersuchungszeitraum wird die Beziehung durch die Zeitachse und die damit korrelierende Abnahme des Phosphatgehalts überlagert, was zu nicht plausiblen, negativen Scheinkorrelationen zwischen Chiemsee-Wasservogelbeständen und Eutrophierungsgrad führen kann.

Fischangebot im Chiemsee. Hypothese: Sinkende Fischerträge bzw. Fischdichten führen zu niedrigen Zahlen bei fischfressenden Vogelarten.

Ähnlich dem Nährstoffangebot (s. o.) verhalten sich hier die Beziehungen zwischen Fischertrag und Fischfresserbestand. Erst bei einer gesonderten Betrachtung nach 1994 erkennt man eine positive Korrelation (Abb. 19).

Fazit: Die Hypothese kann nur ab der Inbetriebnahme der Ringkanalisation bestätigt werden. Die Gültigkeit der Hypothese über den kompletten Untersuchungszeitraum, auch zu den hohen Fischdichten, wie sie davor vorlagen, ist wegen der Überlagerung mit populationsdynamischen Langzeiteffekten nicht erklärbar.

Tourismus am Chiemsee. Hypothese: Beunruhigung senkt die Chiemsee-Wasservogelzahlen durch Vergrämungseffekte, kann aber bei Einzelarten über Winterfütterung lokal Bestände auch vergrößern (z. B. Höckerschwan oder Graugänse im siedlungsnahen Bereich).

Korrelationsanalysen zeigen keine übergreifende signifikante Beziehung. Lediglich auf Artenbasis treten einige Arten hervor, die alleamt signifikant negativ auf Übernachtungszahlen reagieren, darunter v. a. Lappentaucher (Tab. 7).

Fazit: Die Hypothese kann bestätigt werden, scheint aber nur für wenige Arten von signifikanter Bedeutung zu sein (v. a. Taucher und Säger). Statt Vergrämungen aus der Region treten offenbar nur Abdrängungen in weniger optimale Lebensräume auf. Die Intensität von Winterfütterungen scheint von der touristischen Entwicklung unabhängig zu sein. Reaktiv sind vor allem Lappentaucher, die sich womöglich an ruhigere oder uferfernere Bereiche zurückziehen, sodass sie bei größerem Trubel am Ufer bei den Zählungen nicht oder nur noch selten dokumentiert werden.

Tab. 7. Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (oberer Wert) und Signifikanzen (unterer Wert) der sechs signifikant reagierenden Arten bzgl. der Winterübernachtungen in den Landkreisen Rosenheim und Traunstein. – *Spearman's rank correlation coefficient (upper value) and significances (lower value) of six principal species related to the overnight stays in winter in the districts of Rosenheim and Traunstein.*

	Prachttaucher	Schwarzhalstaucher	Zwergtaucher	Brandgans	Krickente	Gänseäger
Übernachtungen	-0,369 0,034	-0,393 0,035	-0,375 0,045	-0,368 0,050	-0,624 0,000	-0,444 0,016

Überregionale Populationsdynamik. Hypothese: Zugwegverkürzungen und die Nordverschiebung von Bruträumen führen bei Chiemsee-Wasservögeln zu sich verändernden Wintervogelzahlen. Bei Arten mit starken Bestandszunahmen in Bayern (besonders bei anthropogen begründeten Populationen) steigen auch die Ganzjahreszahlen am Chiemsee. Sich verändernde Zugtraditionen führen zu stochastischen Schwankungen.

Die von Sudfeldt et al. (2008) berechneten Bestandstrends können auch für den Chiemsee weitgehend bestätigt werden (Tab. 8). Diese Entwicklungen seien hauptsächlich auf Nordostverlagerungen der Winterhabitate (Klimawandel) und den damit verbundenen geringeren Jagddruck verglichen mit Süd- und Westeuropa und

Profit aufgrund der Zugwegverkürzung zurückzuführen. Weiterhin soll sich auch bereits die Vergrößerung der Wasserfläche in Deutschland positiv bemerkbar machen (Flutung von Tagebauen) (Sudfeldt et al. 2007, 2008).

Auch der Vergleich mit den Daten der bayerischen Brutbestände aus Bezzel et al. (2005) zeigt überwiegend ähnliche Trends. Die geringe Zahl abweichender Arten kann zumeist auf bereits aufgezeigte Einflussfaktoren von Klima oder Nahrungsangebot zurückgeführt werden.

Fazit: Die Hypothese wird bestätigt. Bis auf wenige Ausnahmen, die mit regionalen Entwicklungen begründet werden können, spiegeln sich internationale und nationale Trends in den Rast- und Brutbeständen auch am Chiemsee wider.

Tab. 8. Wasservögel mit signifikanter Entwicklung der Rastbestände von 1980/81 bis 2004/05 in Deutschland im Vergleich mit der Entwicklung am Chiemsee. Die Daten der deutschen Entwicklung stammen aus Sudfeldt et al. (2008). Aufgrund der stellenweisen Unsicherheit der Daten und zur Vermeidung von zufälligen Ausreißern werden zur Trendberechnung für den Chiemsee die Mittelwerte von 1978/79–1982/83 und 2002/03–2006/07 stellvertretend für die beiden von Sudfeldt et al. (2008) verwendeten Winter herangezogen. Bei einem nicht vorhandenen oder zu geringen Ausgangsbestand werden auch die absoluten Werte in Individuen angegeben. – *Significant changes in waterbird populations in Germany between 1980/81 and 2004/05 compared to population development at the Chiemsee. National data from Sudfeldt et al. (2008). Trend calculations for the Chiemsee rely on mean values between 1978/79–1982/83 and 2002/03–2006/07 respectively to represent the two winters investigated by Sudfeldt et al. (2008). Where initial counts were very low or non-existent, absolute values are also shown.*

Art	Entwicklung Deutschland	Entwicklung Chiemsee
Höckerschwan	+ 20–50 %	- 16 %
Singschwan	> + 50 %	+ 67 %
Graugans	> + 50 %	+ 5610 % (+ 549,8 Ind.)
Schnatterente	> + 50 %	+ 333 %
Pfeifente	> + 50 %	+ 320 %
Stockente	- 20–50 %	+ 28 %
Kolbenente	> + 50 %	+ 234 %
Bergente	bis 92/93: + 50 %, danach - 50 %	+ 233 % (+ 33 % + 363 %)
Haubentaucher	> + 50 %	+ 91 %
Kormoran	> + 50 %	+ 1430 % (+ 131,6 Ind.)

Diskussion

Fehlerdiskussion

Wasservogel­daten. Die Wasservogel­zähl­daten vom Chiemsee im bearbeiteten Untersuchungszeitraum weisen vor allem bis zum Zählwinter 1993/94 einige Lücken auf. So fehlen häufig mehrere Monate und ganze Zählstrecken. Grund dafür ist, dass früher die internationale Wasservogel­zählung zunächst nur auf den Januar konzentriert war und erst später 8 Zählungen von September bis April gefordert wurden.

Dieser Problematik wegen mussten vor allem bei Berechnungen mit Frühjahrsbeständen (Februar–April) einzelne Jahre ausgeklammert werden. Weiterhin können aufgrund der steigenden Zähl­frequenz positive Entwicklungen vorgetäuscht sein.

Parameter – Datengrundlage. Die untersuchten Parameter gehören zu den Bereichen Klima, Gewässerzustand, Fischerei, Tourismus und (inter)nationalen ornithologischen Ergebnissen. Bei den Klimaparametern, die der öffentlichen Internetseite <http://eca.knmi.nl> entstammen, weisen nur die niederländischen und deutschen Parameter keine Datenlücken auf. So erfolgten Mittelwertberechnungen v. a. von ost- und südeuropäischen Daten teilweise uneinheitlich mit verschiedenen Bezugsorten oder ganze Jahre mussten ausgeschlossen werden.

Bezüglich des Gewässerzustands wurde in dieser Arbeit nur der Phosphat­gehalt berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um Jahreswerte, die aus sechs Untersuchungen im Weitsee aus je elf Tiefenbereichen bis über Grund gemittelt wurden (Schaumburg 1992). Fraglich ist dabei die Aussagekraft eines solchen Mittelwerts, zumal die Wasservögel statt dem Weitsee meist seichte, zuflussnahe Buchten aufsuchen. Inwieweit die lokalen Werte in den Buchten vom Weitsee-Jahresmittel abweichen, gilt es zu überprüfen.

Zu den Fischerträgen beschreibt Lohmann (2009) eine regelmäßige Unterschätzung der Fangzahlen und darin zudem das Nichtberücksichtigen der von den ca. 2.000 Sportfischern dem See entnommenen Fische. Da die Fischdichte des Chiemsees ohnehin nur locker mit den Erträgen korrelieren dürfte und Zusammenhänge nur relativ, im Vergleich der Jahre, zum Ausdruck kommen, sind diese Defizite eher unerheblich. Wichtiger erscheint die Tatsache, dass für Fischer

vor allem Fische > 20 cm von Bedeutung sind, für die meisten Wasservögel eher solche unter 20 cm. Diese werden von Fischerträgen am Chiemsee nicht erfasst, dürften aber immerhin mit diesen korrelieren. Wissenschaftliche Bestandsuntersuchungen zum Chiemsee-Fischbestand fehlen.

Die Tourismusdaten basieren auf Übernachtungszahlen in den an den Chiemsee angrenzenden Landkreisen Rosenheim und Traunstein. Genauere Daten über einen längeren Zeitraum, z. B. von den Anrainergemeinden in der Wintersaison, waren nicht verfügbar. Wie sich diese Übernachtungszahlen auf die Landkreise verteilen (z. B. Verschiebung der touristischen Aktivitäten ins Gebirge durch Skitourismus), geht aus den Daten nicht hervor. Zudem beziehen sich die Übernachtungszahlen nur auf Betriebe mit mehr als acht Betten. Kleinere Einrichtungen oder Campingplätze werden dabei nicht erfasst. Wie groß sich die dadurch entstehende Abweichung bemisst, gilt es zu prüfen.

Parameter – Datenqualität. Die in der Arbeit verwendeten Korrelationen und Regressionen setzen z. T. eine Normalverteilung der Parameterwerte voraus. Dies war häufig nicht der Fall. Bei zweigipfeligen Verteilungen wie beim Phosphat­gehalt wurde dies durch eine Auftrennung in zwei Zeitreihen berücksichtigt (Abb. 20).

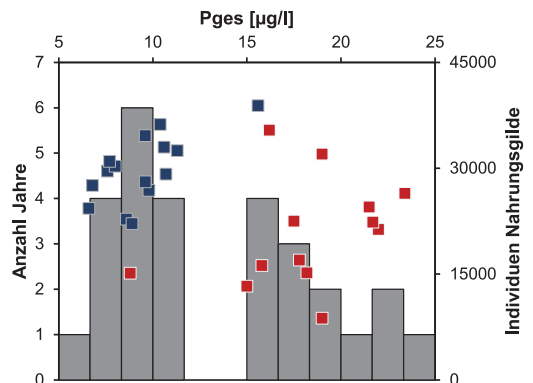


Abb. 20. Anzahl der Jahre mit bestimmten Gesamtphosphatkonzentrationen (Histogramm) und Beziehung zum Chiemsee-Jahresmaxima der Pflanzen-/Schlammfaunafresser vor 1994 (rot) und nach 1994 (blau). – Number of years with certain concentrations of total phosphate (histogram) and relation to the annual Chiemsee-maxima of plant-/mud fauna consumers before 1994 (red) and after 1994 (blue).

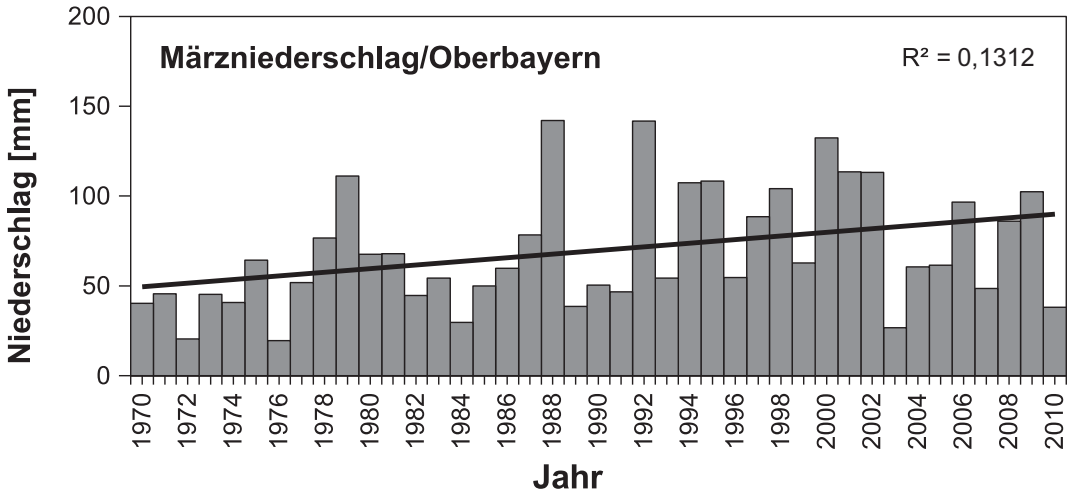


Abb. 21. Entwicklung der März-Niederschlagssumme in mm in Oberbayern von 1970 bis 2010. – *Development of march-precipitation in mm in Upper Bavaria from 1970 to 2010.*

Andererseits ist bei normalverteilten Daten zu beachten: Wenn sich die Verteilungen, z. B. seltenerer Arten wie dem Singschwan und Parameterwerten wie etwa Kältesummen bei geringer Streuung um die jeweiligen Mittelwerte stark überlagern, kann es zu Scheinkorrelationen kommen. Bei einer starken Streuung der Kältesummen wäre die Wahrscheinlichkeit, dass hohe Singschwanzahlen und mittlere Kältesummen zusammentreffen, deutlich geringer.

Ausreißer wurden meist von den Berechnungen ausgeschlossen.

Naturschutzfachliche Bewertung der Bestandentwicklungen

Einfluss großklimatischer Veränderungen. Die Analyse der Klimaparameter schreibt den Niederschlagssummen der Quellgebiete zur Brutzeit, den Niederschlägen und Temperaturen in südlicheren Überwinterungshabitaten und der Härte der Winter in den Quellgebieten und auch am Chiemsee eine signifikante Bedeutung bezüglich der Chiemsee-Winterwasserrastbestände zu. Die Wasservogelzahlen am Chiemsee steigen bei:

- milderem Wintern im Mittelmeerraum
- milderem Halbmonatsmitteltemperaturen der 2. Aprilhälfte im Brutareal
- sinkenden März-Niederschlagssummen in Norditalien und auf dem Balkan

- steigenden März-Niederschlagssummen am Chiemsee
- sinkenden Jahresniederschlägen im Mittelmeerraum (hier wahrscheinlich aufgrund von Zugtraditionsveränderungen).

Im Laufe des Klimawandels sind alle diese Parameter in eben dieser Entwicklung begriffen, wie auch bereits im Untersuchungsraum festzustellen ist (Abb. 21). Dazu finden mit zunehmender Härte der Winter in den nordischen Kältegebieten Südverschiebungen statt und am Chiemsee ein Zuzug von Wasservögeln bis etwa Kältesumme 120–150, bevor der See zufriert. Durch den Klimawandel werden diese Südverschiebungen sich reduzieren, das Zufrieren des Sees aber ebenso. So würden sich international verminderter Zuzug und regional verminderter Abzug die Waage halten.

Der insgesamt durchwegs positive Trend ist allerdings kritisch zu beachten, da dieser durch die im Untersuchungszeitraum ansteigende Frequenz an Wasservogelzählungen vorgetäuscht sein könnte. Aufgrund des klimawandelbedingten Rückgangs der mediterranen Niederschläge und der Kältesummen europaweit sollte dennoch mit einem Zuwachs der Winterwasservogelzahlen am Chiemsee zu rechnen sein. Damit wird der Chiemsee auch für die nord- und osteuropäischen Wasservogelpopulationen als Über-

winterungshabitat an Bedeutung gewinnen. Aktuell ablaufende Ausweitungen der Wasservogel-Brutareale (Feige et al. 2008) durch ihre teils klimawandelbedingten Nordverlagerungen (Lehikoinen & Jaatinen 2011) könnten die positive Entwicklung der Wasservogelzahlen am Chiemsee zusätzlich unterstützen. Deshalb sind Schutzmaßnahmen für diese Wasservogel am Chiemsee unerlässlich und mit steigendem Maß auch durchzuführen (s. u.).

Einfluss lokaler Veränderungen. Die Analyse lokaler Einflussparameter hat beim Eutrophiegrad, beim Fischbestand und bei der touristischen Frequentierung des Chiemsees signifikante Beziehungen mit den winterlichen Chiemsee-Wasservogelzahlen ergeben. So sind zwar die Bestandsentwicklungen am Chiemsee eng mit dem Zustand und Nährstoffangebot des Sees korreliert (vgl. Suter 1991, Utschick 1976), werden aber von der überregionalen Populationsdynamik überlagert. Die Verbesserung der Wasserqualität hatte so trotz geringerer Fischdichten im Chiemsee größere Fischfresser-Bestandszahlen zur Folge. Da damit der Chiemsee offenbar auch als See mit oligotrophem Charakter solch hohe Zahlen an Wasservögeln (ca. 42.000 Individuen im Jahr 2000) beherbergen kann, ist von einer künstlichen Erhöhung der Nährstoffzufuhr abzuraten. Die prognostizierten, durch den Klimawandel sich häufenden Starkniederschläge und Hochwasser würden ohnehin zu verstärkten Einträgen von Schwebstoffen führen. Eine solche „Verschlechterung“ der Wasserqualität zeigte sich bereits in den Jahren 1999, 2002 und 2005, als innerhalb weniger Jahre starke Hochwasser auftraten. So könnte eine künftig am Chiemsee steigende Zahl an überwinterten und durchziehenden Wasservögeln ohne Zutun des Menschen bezüglich des Nahrungsangebots vom Chiemsee getragen werden.

Der Tourismus wirkt sich auf den Großteil der Wasservogelarten tendenziell negativ aus, wobei hauptsächlich nur Säger und Taucher betroffen sind. Da im Untersuchungszeitraum die Gästeübernachtungen aber rückläufig sind, wäre diesbezüglich eine Entspannung dieses Konfliktpotenzials zu erwarten. Zunehmendes Umweltbewusstsein in der Bevölkerung, sich verstärkendes Engagement im umweltverträglichen Naturtourismus (z. B. Bau von Beobachtungstürmen seit 2005, Besucherlenkung) usw. könnten dieser Entwicklung beisteuern.

Kapazitätsgrenzen. Kapazitätsgrenzen geben wieder, wie viele Tiere ein Habitat „verkräftet“. Überschreitungen der Grenzkapazität hätten anschließende Bestandsrückgänge zurück auf diese Grenze zur Folge. Meist hängt die Kapazität von Durchzugs- und Winterhabitaten vom Nahrungsangebot ab, während in der Brutsaison vermehrt Habitatqualitäten mitentscheiden. Da am Chiemsee der Großteil der Wasservogel nicht heimisch ist und auf nord- und osteuropäischen Populationen beruht, ist es schwierig, Kapazitätsgrenzen zu berechnen, zumal die Vögel zur Zugzeit geselliger sind. Lediglich bei sich neu etablierenden und exponentiell zunehmenden Arten, wie der Graugans, ist eine Interpolation auf eine Kapazitätsgrenze sinnvoll, auch als Prognose, wie lange der Anstieg noch anhalten könnte. Nachhaltige Veränderungen im Nahrungsangebot, z. B. durch anhaltende Eutrophierung durch immer häufiger werdende starke Hochwasser, könnten allerdings die errechneten Grenzkapazitäten stark verändern. Auch die Etablierung neuer Zugtraditionen zum Chiemsee, weitere Aussetzungen oder sich regional aufbauende Brutbestände könnten Abweichungen verursachen.

Am Chiemsee haben sich im Untersuchungszeitraum Grau-, Kanada-, Rost-, Streifen-, Brandgans, Silberreiher und Mittelmeermöwe neu etabliert und ihre Bestände sind noch in starker Zunahme begriffen. Abb. 22 zeigt das Ergebnis der Grenzkapazitätsberechnungen für die Graugans. In Tab. 9 sind die Kennwerte (Grenzkapazität K, Obergrenze von Maximal-

Tab. 9. Kapazitätsgrenze, Maximalkapazitäten und Mittelwert mit Standardabweichung der letzten zehn Zählwinter für die sieben Arten mit stetig anwachsendem Bestand. – *Capacity limit, maximal capacities and mean values with standard deviation based on counts in the last ten winters for the seven species showing continual increase.*

	K	K _{Max}	Mittelwert
Graugans	531	1020	545,3 ± 106,5
Kanadagans	3	25	4 ± 8,3
Streifengans	6	10	4,8 ± 2,8
Rostgans	5	7	3,4 ± 2,6
Brandgans	7	30	5,3 ± 5,0
Silberreiher	34	82	32,3 ± 14,3
Mittelmeermöwe	194	376	198,1 ± 63,4

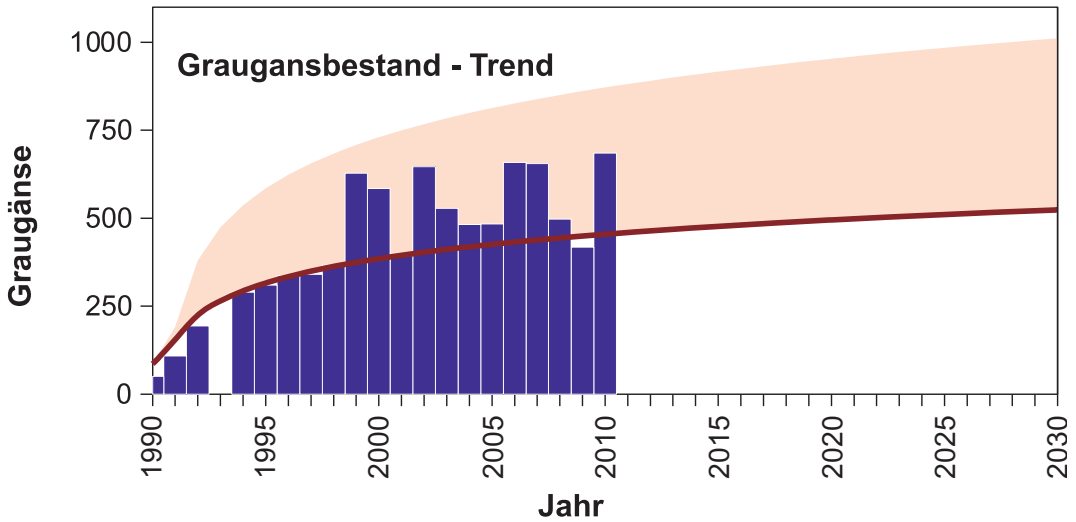


Abb. 22. Entwicklung des Graugansbestands (blau) am Chiemsee (Zählmaxima ab 1990/91) mit Trendlinie (rot; asymptotische Annäherung an die Grenzkapazität K) und Streubereich für Maximalwerte (rosa; asymptotische Annäherung der Obergrenze an die Maximalwert-Grenzkapazität K_{Max}). – Development of livestock of Grey-lag Goose (blue) at the Chiemsee (counted maxima from 1990/91) with trend line (red; asymptotic approximation to capacity limit K) and scatter range for maxima (pink; asymptotic approximation of ceiling to the maximum value-capacity limit K_{Max}).

werten K_{Max}) auch für die übrigen Arten dargestellt. Die Relationen zwischen K und K_{Max} deuten an, wie stark der bisherige Bestand von unregelmäßigen größeren Trupps geprägt war. Die Bestandsgrößen der sieben Arten liegen mittlerweile nahe an der Grenzkapazität und die Bestandsdynamik beginnt sich zu beruhigen. Beobachtungen der nächsten Jahre werden zeigen, ob die Bestände sich den errechneten Grenzkapazitäten annähern.

Empfehlungen zur nachhaltigen Sicherung der Chiemsee-Wasservogelbestände

Regional: Bezüglich des Tourismus-Faktors bestehen bereits Verordnungen über die bayerische Schifffahrtsordnung und der Chiemsee-Schutzverordnung über das Gebiet als Landschaftsschutzgebiet von 1986 (geändert 2003 und 2005), die bereits Abstände zum Ufer für Wassersportler und das Meiden von mit Wasserpflanzen bewachsenen Bereichen vorsehen.

Besonderes Augenmerk bezüglich der Schutzmaßnahmen gilt den seichten Buchten (Schafwaschener Bucht, Irschener Winkel, Lachsgang

und Hirschauer Bucht beiderseits des Achendeltas), da diese die wichtigsten und für die Wasservögel bedeutendsten Gebiete sind. Für eine Ausweitung der Schutzbestimmungen im Bereich des Achendeltas, wie etwa die Entfernung der TAL (Schutzeinrichtung für Ölnfälle durch die Transalpine Ölleitung) am Lachsgang oder Sperrung sämtlicher deltanaher Kanäle, setzte sich Dr. Michael Lohmann bereits lange Jahre ein. Weiterhin sind Beschränkungen des Einsatzes der „Seekuh“, die Algen und Makrophyten von vor allem öffentlich zugänglichen Uferbereichen entfernt, etwa auf wenige Wochen im Sommer anzustreben. Bereits Lohmann (2009) bewertet den Einsatz der „Seekuh“ kritisch und beschreibt negative Auswirkungen über alle Nahrungsbeziehungen bis hin zu Fischen und Vögeln.

Angesichts der Auswirkungen jagdlicher Aktivitäten, die sich bis 500 m in Schutzgebiete hinein negativ auswirken können und bei einem gänzlichen Verbot zur Verdopplung des Bestandes der Wasservögel führen kann (Schneider 1986, Frenzel & Schneider 1987), ist es erstrebenswert, die Jagd nicht nur in Vogelschutzgebieten (z. B. Achendelta) zu untersagen, sondern auch

in mindestens ca. 500 m breiten an Schutzgebiete angrenzende Korridore zu unterbinden. Auch wäre es förderlich, die winterliche Jagd in den von Wasservögeln präferierten Buchten zu untersagen. Damit sind auch Kormoran-Aktionen (Vergrämungen, Abschüsse), die ihre Schlafbäume hauptsächlich im Achendelta aufsuchen, als kritisch zu bewerten.

Positiv auswirken würde sich infolgedessen auch, wenn der vorgeschriebene Abstand zum Ufer von Motor- und Segelbooten der bayerischen Schifffahrtsordnung von 300 bzw. 100 m ebenfalls auf 500 m ausgeweitet wird und man auch nicht motorisierte Wasserfahrzeuge (z. B. Paddelboote, Kajaks) in die Regelung mit aufnimmt.

International: Aus den Analysen ergeben sich besonders Norditalien als Überwinterungsgebiet und die Bereiche um den 54. Breitengrad als Quell- und Brutareal der Chiemsee-Wasservogel als bedeutend. Nur bei verbessertem Schutz dieser Habitate kann der Chiemsee sein Potenzial als wesentliches Trittsteinbiotop für den europäischen Vogelzug voll abrufen.

Zusammenfassung

Anhand von Daten der Internationalen Wasservogelzählung (Zählperioden 1969/70 – 2010/11) wurden die Faktoren ermittelt, die am Chiemsee Durchzügler- und Winterbestände von Wasservögeln entscheidend beeinflussen. Berücksichtigt wurden dabei neben dem europaweiten Klimageschehen und überregionalen Veränderungen bei Zug- und Überwinterungstraditionen auch chiemseespezifische Faktoren wie das Nährstoffangebot oder das Beunruhigungsregime. Das für die Dynamik der Wasservogelbestände am Chiemsee verantwortliche Parametersystem ist sehr komplex. Entscheidend sind vor allem folgende Einflussfaktoren:

In den letzten 40 Jahren rückläufige Jahresniederschläge im Mittelmeerraum führen zu steigenden Chiemsee-Beständen der durchziehenden Wasservogel. Mehrere aufeinanderfolgende Trockenjahre in Südeuropa bedingen am Chiemsee allerdings vorübergehende Bestandseinbrüche bei den Durchzüglern, feuchtere Perioden starke Bestandsanstiege aufgrund dadurch steigender Habitatqualitäten. Winterniederschläge in der Chiemseeregion beeinflussen die Bestände dagegen nicht. Hohe regionale März-niederschläge, mittlere in den Brutgebieten der Chiemseewasser-

vogel an der östlichen Nord- und südlichen Ostseeküste (v. a. bei Blässhuhn und Spießente) sowie niedrige in Norditalien und auf dem Balkan bewirken am Chiemsee hohe Bestände im Folgewinter. Besonders in Norditalien scheint in niederschlagsarmen Märzmonaten die Grundlage für hohe individuelle Fitness gelegt zu werden, die einen raschen Rückflug in die Brutgebiete, einen möglichst frühen Start in die Brutsaison und damit einen hohen Bruterfolg nach sich zieht.

Kältewinter im Mittelmeerraum bewirken am Chiemsee bei den meisten der dort überwinternden Wasservogelarten geringere Zahlen beim Frühjahrsdurchzug. Milde Temperaturen in den Brutgebieten der Chiemsee-Rastbestände wirken sich dagegen infolge höherer Bruterfolge positiv auf Bestandszahlen im Folgewinter aus. Entscheidend ist dabei der Temperaturverlauf in der 2. April-, auf dem Balkan der der 1. Maihälfte.

Bei den meisten Arten, insbesondere bei Omni- und Herbivoren, findet bis zu einer regionalen Kältesumme von 120–150 am Chiemsee ein Zuzug statt. Bei höheren Kältesummen setzt eine Kälteflucht ein. Stockente und Blässhuhn zeigen dieses Verhalten nicht (vorübergehendes Ausweichen auf eisfreie Fließgewässer der Region). Die Bestände der Reiherarten sinken am Chiemsee proportional zur regionalen Kältesumme (Kälteflucht und Winterverluste).

Internationale und nationale Trends in den Rast- und Brutbeständen (nordwärtige Verlagerung von Kernarealen der Winterverbreitung oder Zugwegverkürzungen etc.) spiegeln sich auch am Chiemsee wider.

Obwohl die Fischdichten im Chiemsee nach Verbesserung der Wasserqualität (Ringkanalisation) stark gesunken sind, haben die Bestände fischfressender Arten im Kontext mit überregionalen Entwicklungen in den letzten 20 Jahren nachhaltig zugenommen. Ihre höchsten Bestandsdichten erreichen sie, wie auch Pflanzen- oder Schlammfaunafresser, am Chiemsee bei mittleren Wasserqualitäten. Bei Betrachtung der letzten 15 Jahre lassen sich aber jeweils enge Beziehungen zum Nahrungsangebot beobachten.

Die meisten Arten reagieren negativ auf anthropogene winterliche Frequentierung (Tourismus) des Chiemsees, v. a. Säger und Lappentaucher, die sich womöglich an ruhigere oder uferfernere Bereiche zurückziehen und so bei größerem Trubel am Ufer bei den Zählungen nicht oder nur noch selten dokumentiert werden.

Die Härte der Winter in den nord- und osteuropäischen Quellgebieten der Chiemsee-Wasservögel beeinflusst die Chiemsee-Winterbestände nur schwach. Sinkende Bestandszahlen durch Südbayern in früh und stark einsetzenden Wintern eventuell überspringende Kälteflüchtlinge werden möglicherweise durch steigende Bestände infolge kältebedingter Südverlagerungen von Überwinterungszentren ausgeglichen. Maßgeblich sind dabei für den Chiemsee v. a. die Bedingungen auf dem Zentraleuropa-Mittelmeer-Flyway (weniger auf dem Nordwesteuropa-Flyway).

Auch nordatlantische Großwetterlagen beeinflussen am Chiemsee nur wenige Arten und bei diesen nur die Herbstbestände. Für die Bestände im Hochwinter und Frühjahr sind sie bedeutungslos.

In Bezug auf die Klimaparameter lassen sich hinsichtlich der Klimaerwärmung stets positive Entwicklungen für die Wasservogelbestände am Chiemsee prognostizieren, die aufgrund der ansteigenden Zählfrequenz im Untersuchungszeitraum auch kritisch zu bewerten sind. Deshalb sind Schutzbemühungen für die am Chiemsee überwinternden und durchziehenden Wasservögel von großer Bedeutung, besonders in Norditalien und am Chiemsee selbst.

Dank. Ich bedanke mich bei den zahlreichen Wasservogelzählern, die über vier Jahrzehnte gewissenhaft bis zu acht Mal pro Winter in den Morgenstunden die Ufer des Chiemsees aufsuchten, um Wasservögel zu zählen. Ihre Arbeit stellte das Fundament der durchgeführten Untersuchungen dar. Weiterhin bedanke ich mich bei allen, die sämtliche Daten, Informationen und Unterlagen für all die verschiedenen Parameter zur Verfügung stellten: Susanne Trautwein und dem Wasserwirtschaftsamt Traunstein, Desirée Bammesberger, Ludwig Feßler und der Chiemseeschiffahrt/Ludwig Feßler KG, Johann Höger, Hannes Krauss, Thomas Lex und der Fischereigenossenschaft Chiemsee, Klaus Moritz und dem Wasserwirtschaftsamt Rosenheim und Helena Pirchner. Besonderer Dank gilt auch Dr. Michael Lohmann, der alle Wasservogelzählern zur Verfügung stellte, zu verschiedenen Parametern beratend zur Seite stand und schließlich auch Korrektur las. Prof. Dr. Reinhard Schopf danke ich für die Begutachtung der Thesis. Vor allem gilt es aber, sich bei Dr. Hans Utschick zu bedanken, der immer tatkräftig und gewissenhaft die Bachelorarbeit betreute, unterstützte und zahlreiche Anregungen vortrug.

Literatur

- Bezzel, E. & U. Engler (1985): Rastbestände von Schwimmvögeln in Südbayern. Anz. ornithol. Ges. Bayern 24: 39–58.
- Bezzel, E., I. Geiersberger, G. v. Lossow & R. Pfeifer (2005): Brutvögel in Bayern. Verbreitung 1996 bis 1999. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Elphick, J. (2007): Atlas of Bird Migration. Marshall Editions, London.
- Feige, N., H. P. van der Jeugd, A. J. van der Graaf, K. Larsson, A. Leito & J. Stahl (2008): New established breeding sites of the Barnacle Goose *Branta leucopsis* in North-western Europe – an overview of breeding habitats and colony development. Vogelwelt 129: 244–252.
- Frenzel, P. & M. Schneider (1987): Ökologische Untersuchungen an überwinternden Wasservögeln im Ermatinger Becken (Bodensee): Die Auswirkungen von Jagd, Schifffahrt und Freizeitaktivitäten. Ornithol. Jh. Bad.-Württ. 1987: 53–79.
- Ijnsen, F. (1988): Hetkarakteriseren van winters. Zenit 15: 50–58.
- Lehikoinen, A. & K. Jaatinen (2011): Delayed autumn migration in northern European waterfowl. J. Ornithol. 153: 563–570.
- Lohmann, M. (1999): Die Vögel des Chiemgaus, Avifauna des Chiemsees und seines Umlandes. Ornithologische Arbeitsgemeinschaft Chiemsee, unveröffentlichtes Manuskript.
- Lohmann, M. (2006): Chiemsee-Naturführer. Columba Verlag, Übersee
- Lohmann, M. & A. Hartl (2009): Der Chiemsee – Leben unter Wasser. Columba Verlag, Übersee.
- Månsson, J. & L. Hämäläinen (2011): Spring stop-over patterns of migrating Whooper Swans (*Cygnus cygnus*): temperature as a predictor over a 10-year period. J. Ornithol. 153: 477–483.
- Schaumburg, J. (1992): Zur Limnologie des Chiemsees. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München.
- Schneider, M. (1986): Auswirkungen eines Jagdschutzgebiets auf die Wasservögel im Ermatinger Becken (Bodensee). Ornithol. Jh. Bad.-Württ. 2: 1–46.
- Singer, D. (2000): Die Vögel Mitteleuropas. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- Sudfeldt, C., N. Anthes, J. Wahl (2000): Stand und Perspektiven des Wasservogelmonitorings in Deutschland. Vogelwelt 121: 307–317.

- Sudfeldt, C., R. Dröschmeister, C. Grüneberg, A. Mitschke, H. Schöpf & J. Wahl (2007): Vögel in Deutschland – 2007. DDA, BfN, LAG, VSW, Münster.
- Sudfeldt, C., R. Dröschmeister, C. Grüneberg, S. Jaehne, A. Mitschke, J. Wahl (2008): Vögel in Deutschland – 2008. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- Suter, W. (1982): Die Bedeutung von Untersee-Ende/Hochrhein (Bodensee) als wichtiges Überwinterungsgewässer für Tauchenten (*Aythya*, *Bucephala*) und Blässhuhn (*Fulica atra*). Ornithol. Beob. 79: 73–96.
- Suter, W. (1991): Der Einfluss fischfressender Vogelarten auf Süßwasserfisch-Bestände – eine Übersicht. J. Ornithol. 132: 29–45.
- Suter, W. (1991): Überwinternde Wasservögel auf Schweizer Seen: Welche Gewässereigenschaften bestimmen Arten- und Individuenzahl? Ornithol. Beob. 88: 111–140.
- Utschick, H. (1976): Die Wasservögel als Indikatoren für den ökologischen Zustand von Seen. Verh. ornithol. Ges. Bayern 22: 395–438.
- Van Strien, A. J., J. Pannekoek & D.W. Gibbons (2001): Indexing European bird population trends using results of national monitoring schemes: a trial of a new method. Bird Study 48: 200–213.
- Wahl, J. & C. Sudfeldt (2005), Phänologie und Rastbestandsentwicklung der Gründelentenarten (*Anas spec.*) im Winterhalbjahr in Deutschland. Vogelwelt 126, 75–91.
- Wahl, J., J. Blew, S. Garthe, K. Günther, J. Mooij & C. Sudfeldt (2003): Überwinternde Wasser- und Watvögel in Deutschland: Bestandsgrößen und Trends ausgewählter Vogelarten für den Zeitraum 1990–2000. Ber. Vogelschutz 40, 91–103.
- Wahl, J., A. Degen, T. Heinicke, K. Koffijberg, J. Mooij, J. Naacke & C. Sudfeldt (2005): Rundbrief zum Wasservogelmonitoring (August 2005). Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster.

Eingegangen am 9. September 2013

Angenommen nach Revision am 4. Januar 2014



Wolfgang Kufner, Jg. 1989, seit 2009 Student der Biologie an der Technischen Universität München. 2012 erfolgte der Abschluss zum Bachelor of Science mit obiger Arbeit über Chiemseewasservögel, seither Master-Student. Die Masterarbeit wird sich mit Brutvogelbeständen im Bergmischwald und Zusammenhängen mit klimatischen Faktoren befassen.



Dr. Hans Utschick, Jg. 1949, Diplombiologe; seit 1980 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der LMU München, ab 1999 an der TU München (Forstwissenschaften); ornithologische Schwerpunkte: Graureiher, Innstauseen, Einsatz von Vogeldaten in Landschaftsplanung und Naturschutz.

Für die Ermittlung der Klima-Parameter verwendete Wetterstationen aus <http://eca.knmi.nl>:

	Temperatur	Niederschlag
Nordskandinavien	Helsinki (FIN), Östersund (N), Murmansk (RUS), Jyväskylä (FIN)	Helsinki (FIN), Östersund (N), Murmansk (RUS), Jyväskylä (FIN)
Südschandinavien	Kopenhagen (DK), Rostock (D), Hamburg (D), Stockholm (S), Växjö (S)	Kopenhagen (DK), Rostock (D), Hamburg (D), Stockholm (S), Växjö (S)
Westrussland	Minsk (BY), Kiew (UA), Moskau (RUS)	Minsk (BY), Kiew (UA), Moskau (RUS)
Baltikum	Leba (PL), Klaipeda (LT), Kaliningrad (RUS)	Leba (PL), Klaipeda (LT), Kaliningrad (RUS)
Niederlande	Den Helder, Schiphol, Leeuwarden, Groningen (alle NL)	Den Helder, Amsterdam, Sneek, Groningen (alle NL)
Oberbayern/Chiemsee (Nord)Italien	München (D), Salzburg (A) Rom, Bologna, Mailand, Brindisi* (alle I)	München (D), Salzburg (A) Rom, Genua, Ferrara, Brindisi
Iberische Halbinsel	San Sebastian, Valencia, Malaga, Madrid (E), Porto, Lissabon (P)	San Sebastian, Valencia, Malaga, Madrid (E), Porto, Lissabon (P)
Südfrankreich	Marseille, Toulouse-Blagnac, Bordeaux-Merignac, Perpignan (alle F)	Marseille, Le Masegros, Bordeaux, Orange (alle F)
Balkan	Korfu, Larissa*, Methioni*, Samos*, Lamia* (GR), Belgrad (SRB), Tirana (AL), Sarajevo (BIH)	Korfu, Larissa**, Methioni**, Samos** (GR), Tirana (AL), Belgrad (SRB), Sarajevo (BIH)

* Stationen nur bei den Wintertemperaturen im Mittelmeerraum mitverwendet.

** Stationen nur bei den Niederschlägen und Trockenperioden im Mittelmeerraum verwendet

Anhang – appendix

Datenquellen:

Fahrgastzahlen und Vereisungstage des Chiemsees: Chiemseeschiffahrt/Ludwig Feßler KG (Ludwig Feßler)

Fischerträge des Chiemsees: Fischereigenossenschaft Chiemsee (Thomas Lex)

NAO-Index:

<http://climatedataguide.ucar.edu/guidance/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-pc-based>

Pegelstände Chiemsee: Wasserwirtschaftsamt Rosenheim (Klaus Moritz)

Pegelstände Herrenchiemsee und Wasserstandsmarken des Chiemsees: Hochwassernachrichtendienst Bayern (vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, <http://www.hnd.bayern.de>)

Temperatur- und Niederschlagsdaten: Klein Tank, A.M.G. and Coauthors, 2002. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. Int. J. of Climatol., 22, 1441–1453. Data and metadata available at <http://eca.knmi.nl>.

Übernachtungszahlen Landkreis Traunstein und Rosenheim: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (<https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis>)

Überregionale Populationsdynamik: Bezzel et al. (2005), Sudfeldt et al. (2007, 2008)

Wasserqualität des Chiemsees (Phosphatgehalt, Sichttiefe, Chlorophyll-a-Gehalt): Wasserwirtschaftsamt Traunstein (Susanne Trautwein)

Wasservogelzählungen: Bereitgestellt von Dr. Michael Lohmann.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ornithologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: [52_3](#)

Autor(en)/Author(s): Kufner Wolfgang, Utschik Hans

Artikel/Article: [Winterliche Wasservogelbestände am Chiemsee 1970 bis 2010: Einflussfaktoren, Bestandsentwicklung und Konsequenzen für den Artenschutz 113-141](#)