

Endbericht für das Forschungsprojekt

Quantifizierung der Sterblichkeit von Aalen
in deutschen Binnengewässern
(FKZ 2807HS010)

Teilvorhaben
„Nahrungsuntersuchungen beim Kormoran“

Dr. Nicole Sonntag

Stefan Weiel

Natalie Busch

Henriette Schwemmer

Nils Guse

PD Dr. Stefan Garthe

Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ)
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



Im Auftrag des Leibniz-Instituts für Meereswissenschaften
an der Universität Kiel, IFM-GEOMAR

Büsum, Juni 2012

Autoren

Dr. Nicole Sonntag, Stefan Weiel, Natalie Busch, Henriette Schwemmer, Nils Guse, PD Dr. Stefan Garthe

FTZ Westküste, Universität Kiel, Büsum

Projektkoordination

PD Dr. Reinhold Hanel

Leibniz-Institut für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR) Kiel, Fachbereich Marine Ökologie – Evolutionsökologie Mariner Fische

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Hamburg, Fachbereich Fischereiökologie

Anmerkung

Dieser Bericht ist durch das Leibniz-Institut für Meereswissenschaften der Universität Kiel im Rahmen des oben genannten Forschungsvorhabens gefördert worden. Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein bei den Autoren. Der Eigentümer behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des Auftraggebers zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden. Der Bericht gibt die Auffassung und die Meinung der Autoren wieder, diese müssen nicht mit der Meinung des Auftraggebers übereinstimmen.

Büsum, Juni 2012

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung.....	84
Einleitung.....	86
Material und Methoden.....	87
Untersuchungsgebiet	87
Nahrungskonsumptionsmodell für das Jahr 2010.....	89
Anzahl der Kormorane im Untersuchungsgebiet	89
Energiegebedarf der Kormorane.....	90
Nahrungsanalysen zur Bestimmung der Nahrungszusammensetzung.....	92
Energiegehalt der Nahrung	101
Nahrungsassimilationseffizienz	103
Erstellung des Nahrungskonsumptionsmodells	103
Aktionsräume und Jagdstrategien im Bereich der Plöner Seenplatte	105
Vergleich mit früheren Jahren.....	106
<i>Kormoranbestand</i>	106
<i>Nahrungszusammensetzung</i>	107
Ergebnisse	107
Kormoranbestand im Untersuchungsgebiet	107
Nahrungszusammensetzung und Stetigkeit.....	108
Längen der konsumierten Beutefische.....	117
Konsumierte Biomasse.....	121
Auftreten von Aal	125
Gesamtkonsumtion durch Kormorane im Schwentine-System 2010	126
Aktionsradien und Jagdstrategie.....	127
Vergleich mit früheren Jahren.....	129
<i>Entwicklung des Kormoranbestandes</i>	129
<i>Nahrungszusammensetzung</i>	130
Diskussion.....	132
Komponenten des Nahrungskonsumptionsmodells	133
Allgemeine Interpretation der Ergebnisse der Nahrungsanalysen	141
Gesamtkonsumtion durch Kormorane im Schwentine-System.....	145
Danksagung	147
Literaturverzeichnis.....	148
Anhang I.....	154
Anhang II.....	155

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Quantifizierung der Sterblichkeit von Aalen im Schwentine-System in Schleswig-Holstein wurde ein Teilprojekt zur Untersuchung der Bestandsgröße und Nahrung von Kormoranen initiiert, um mit Hilfe eines bioenergetischen Modells die jährliche Konsumtion von Aal durch Kormorane abzuschätzen. Im Einzugsbereich der Schwentine befinden sich die größten Kormoranansammlungen im Plöner Raum mit der Kolonie GÜSDORFER TEICH. Im Jahr 2010 betrug der Brutbestand 360 Paare, zur Nachbrutzeit hielten sich zeitweise über 4.000 Vögel im Gebiet auf. Nahrungsanalysen erfolgten anhand von Speiballen, die im Zeitraum April bis August 2010 in der Kolonie GÜSDORFER TEICH gesammelt wurden, sowie anhand von Mageninhaltsanalysen an Tieren, die im Rahmen der Kormoranverordnung Schleswig-Holsteins in den Monaten Januar bis März 2009, Januar 2010 und September 2010 auf Seen innerhalb des Untersuchungsgebietes geschossen wurden. Daneben wurden zur Brutzeit monatliche Synchronzählungen und Verhaltensbeobachtungen an den Nahrungsgewässern durchgeführt. Das Nahrungskonsumptionsmodell setzte sich aus folgenden Parametern zusammen: Anzahl der Kormorane im Untersuchungsgebiet (Daten aus einem Projekt des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein), relative Biomassenanteile der konsumierten Beutefischarten (vorliegende Studie) und aus der Literatur entnommenen Werten zum täglichen Energiebedarf und zur Nahrungsassimilationseffizienz von Kormoranen sowie zum Energiegehalt der Beutefische.

Fische bildeten in allen Proben die Hauptnahrungskomponente, während Invertebraten nur einen sehr geringen Anteil am Nahrungsspektrum ausmachten. In den Wintermonaten waren Plötze, Flussbarsch und Stint die Hauptbeutearten, wobei es Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsjahren 2009 und 2010 gab. Im Sommer stellten Flussbarsch, Stint, Kaulbarsch und Plötze die größten Anteile im Beutespektrum. Während in den Monaten April bis Juni größere Exemplare des Flussbarsches und die Plötze dominierten, wurden im Zeitraum Juli bis September überwiegend Stinte sowie kleinere Flussbarsche konsumiert. Zudem nahm der Anteil weiterer Schwarmfischarten wie Kaulbarsch und kleine Hechte im Nahrungsspektrum zu, so dass sich im Laufe des Sommers eine zunehmende Bedeutung von Schwarmfischen als Beute der Kormorane erkennen ließ. Beobachtungen an den

Nahrungsgewässern bestätigten die Ergebnisse, da der Großteil der Kormorane am Großen Plöner See der Schwarmjagd nachging. Bezüglich der konsumierten Biomasse war der Flussbarsch in allen Sommermonaten die dominierende Art. Auch marine Beutefischarten konnten in den Proben nachgewiesen werden. Ihre Bedeutung nahm im Laufe der Brutzeit deutlich ab und stieg erst in der Nachbrutzeit wieder an. Aal war nur in geringer Anzahl in den Proben enthalten: Zwei Exemplare wurden in einem Magen aus dem März 2009 nachgewiesen, 7 Tiere in den Speiballen aus dem Zeitraum Mai bis August 2010. Das Längenspektrum der messbaren Individuen betrug 29-74 cm, der Anteil an der konsumierten Biomasse lag im Winter zwischen 13 % (Winter 2009) und 0 % (Januar 2010), im Sommer bei maximal 5 % im Monat Juni. Insgesamt werden die Ergebnisse aus dem Sommer sowohl bezüglich der Hauptbeutearten als auch bezüglich des geringen Auftretens von Aal und der großen Bedeutung von Schwarmfischen durch frühere Studien im Untersuchungsgebiet bestätigt. Im Winter dominierten Flussbarsch und Plötze (2009) bzw. Stint und Plötze (2010) das Nahrungsspektrum. Zwar war die Stichprobe im Vergleich zum Sommer deutlich geringer, doch wurde in den insgesamt 43 untersuchten Mägen nur in einer Probe Aal nachgewiesen. Beim Nahrungserwerb durch Einzeljagd, wie sie insbesondere außerhalb des Brutgeschäfts durchgeführt wird, lässt sich eine gewisse Bedeutung des Aals im Nahrungsspektrum der Kormorane vermuten. Der Anteil der Einzeljäger am Gesamtbestand ist jedoch insbesondere im Sommerhalbjahr gering und die Bedeutung dieser Jagdstrategie hat durch die Zunahme der Schwarmjagd seit den 1990er Jahren deutlich abgenommen.

Die im bioenergetischen Modell berechnete Gesamtkonsumption durch Kormorane im Schwentine-System im Jahr 2010 lag bei ca. 74 t Fisch, wobei der Flussbarsch mit 43 % den größten Anteil stellte. Auf Aal entfiel ein Anteil von 1,6 %, entsprechend einer Gesamtkonsumption von etwa 1,2 t. Eine rückwirkende Berechnung der Gesamtkonsumption von Aal und anderen Beutefischarten im Nahrungskonsumptionsmodell war nicht möglich. Daten zur jährlichen Nutzungsintensität von Kormoranen, ihrer Jagdstrategie sowie zur prozentualen Häufigkeit des Auftretens verschiedener Beutearten oder Artgruppen deuten jedoch darauf hin, dass sich die Aalkonsumption zumindest seit Beginn der 2000er Jahre im Mittel in etwa in der gleichen Größenordnung bewegt haben dürfte.

EINLEITUNG

Der Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) ist in Deutschland ein regelmäßiger und weit verbreiteter Brutvogel. Im Jahr 2010 betrug der Brutbestand 21.318 Paare (Jan Kieckbusch, pers. Mitteilung). Auf Schleswig-Holstein entfiel davon mit 2.341 Paaren an 11 Brutplätzen ein Anteil von 11 %. Hinter Spitzenreiter Mecklenburg-Vorpommern besitzt Schleswig-Holstein damit zusammen mit Brandenburg einen der größten Anteile am deutschen Brutbestand (Kieckbusch & Koop, 2010). Neben Brutvögeln halten sich in Deutschland auch Durchzügler und überwinternde Kormorane auf, so dass die Art ganzjährig anzutreffen ist. Die meisten Tiere gehören dabei der Unterart *sinensis* an, nur an der Küste halten sich zeitweise Vögel der atlantischen Nominatform *carbo* auf, insbesondere auf Helgoland (Mendel et al., 2008; Dierschke et al., 2011).

Als fischfressende Vogelart wurde der Kormoran in der Vergangenheit beinahe ausgerottet. Auch in heutiger Zeit, da sich die Bestände wieder erholt haben, werden insbesondere von Seiten der Fischer, Teichwirte, Sport- und Hobbyangler immer wieder Forderungen nach einer Bekämpfung und Regulierung der Kormoranbestände laut. Diese haben in einigen Bundesländern zu Ausnahmeregelungen für die nach europäischem Recht sowie nach dem Bundesnaturschutzgesetz und der Bundesartenschutzverordnung besonders geschützten Vogelart (Czybulka, 2006) geführt. In Schleswig-Holstein wurde im Jahr 2006 eine Landesverordnung zur Abwehr von Schäden durch Kormorane erlassen, die Eingriffe in Kormorankolonien sowie Abschüsse von Tieren außerhalb der Brutzeit ermöglicht (Gesetz- und Verordnungsblatt Schleswig-Holstein 2006, 30.3.2006). Im Jahr 2011 wurde diese Kormoranverordnung verlängert.

Vor dem Hintergrund der starken, europaweiten Gefährdung des Aals (*Anguilla anguilla*) wurde im Jahr 2008 vom Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel ein Forschungsprojekt zur Quantifizierung der Sterblichkeit von Aalen im Schwentine-System in Schleswig-Holstein initiiert. Neben verschiedenen Untersuchungen, u.a. zum Wanderverhalten und Gesundheitszustand der Tiere, sollte dabei auch der Aspekt des Wegfraßes von Aal durch den Kormoran Berücksichtigung finden. In diesem Zusammenhang wurde das Teilvorhaben „Nahrungsuntersuchungen beim Kormoran“ an das Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (Büsum) der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vergeben, um anhand detaillierter Analysen die Bedeutung von Aal im Nahrungsspektrum von Kormoranen im Vergleich zu anderen Beutefischarten abzuschätzen. Dabei sollte berechnet werden, welche Menge an Aal dem Schwentine-System jährlich durch den Kormoran entnommen wird, um bewerten zu können, welchen Stellenwert der Wegfraß durch Kormorane im Vergleich zu anderen Sterblichkeitsfaktoren des Aals einnimmt. Die Erhebung der benötigten Daten konzentrierte sich überwiegend auf das Jahr 2010. Zusätzlich wurden im Rahmen des vorliegenden Projektes aber auch bereits vorhandene Untersuchungen und Daten zum Kormoran im Einzugsbereich der Schwentine recherchiert und zusammengestellt, um für einen möglichst langen Zeitraum eine rückwirkende Einschätzung zur Konsumption von Aal durch Kormorane vornehmen zu können.

MATERIAL UND METHODEN

UNTERSUCHUNGSGEBIET

Innerhalb des Einzugsbereiches der Schwentine und im Bereich der Plöner Seenplatte befindet sich derzeit nur eine Kormorankolonie. Diese liegt am GUSDORFER TEICH nahe der Ortschaft Wittmoldt, ca. 6 km nordwestlich von Plön (Abb. 1, 2) und ist die größte Brutkolonie im Binnenland von Schleswig-Holstein. Die nächsten größeren Kormorankolonien befinden sich am Hemmelmarker See und am Stoffsee (Kreis Rendsburg) sowie auf Fehmarn (Kieckbusch & Koop, 2010).

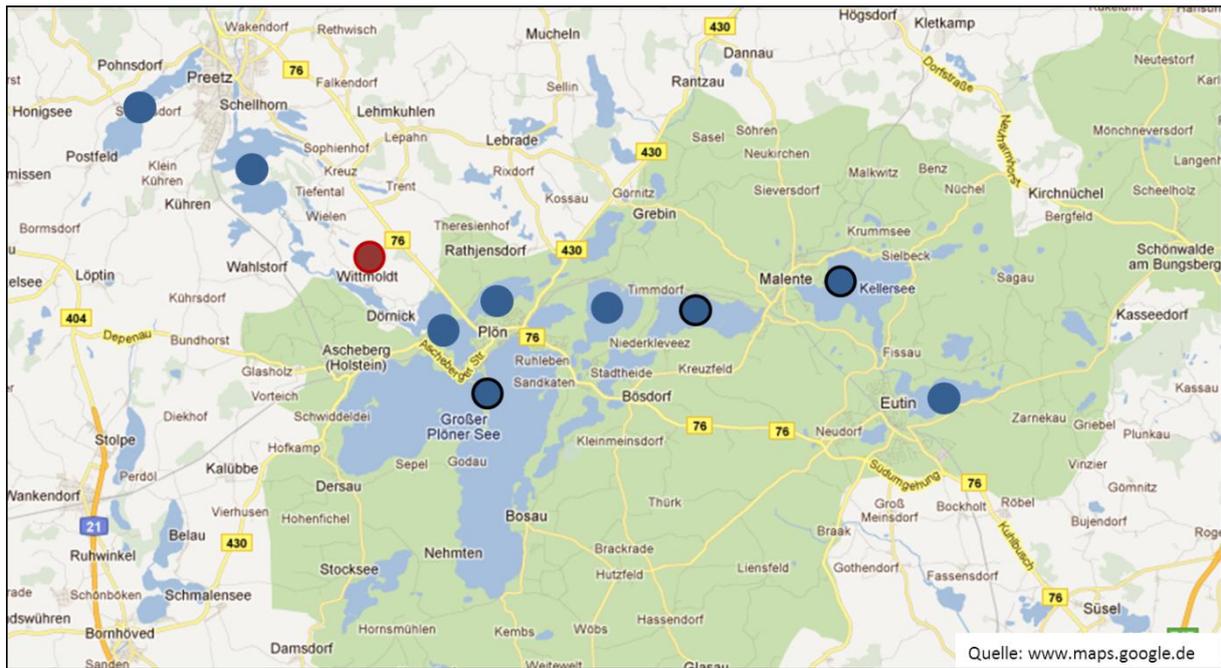


Abb. 1. Lage der Kormorankolonie „Güsdorfer Teich“ (roter Kreis) im Einzugsbereich der Schwentine. Blaue Kreise: Untersuchungsgebiete zur Erfassung der Aktionsräume und Jagdstrategien im Jahr 2010; schwarze Umrandung: Herkunft geschossener Kormorane für die Nahrungsanalysen. Details siehe Text.



Abb. 2. Ausschnitte aus der Kormorankolonie Güsdorfer Teich. Unter den drei dargestellten großen Brutbäumen wurden von April bis August 2010 Speiballen für die Nahrungsanalysen gesammelt.

NAHRUNGSKONSUMPTIONSMODELL FÜR DAS JAHR 2010

Zur Berechnung der Gesamtkonsumption von Aal und anderen Beutefischarten durch Kormorane im Schwentine-System wurde ein Nahrungskonsumptionsmodell herangezogen, welches von der ICES-Arbeitsgruppe „Seevogelökologie“ im Jahr 1996 für Seevögel der Nordsee publiziert (Tasker & Furness, 1996) und von Garthe et al. (in Vorb.) im Rahmen eines Projektes zur Quantifizierung der Interaktionen zwischen Seevögeln und Fischen als Grundlage für ein ökosystemverträgliches Fischereimanagement (EU-Projekt BECAUSE) weiterentwickelt wurde. Folgende Informationen werden für das Modell benötigt:

- Anzahl der Kormorane im Untersuchungsgebiet
- Energiebedarf der Kormorane
- Nahrungszusammensetzung (relative Biomasse-Anteile)
- Energiegehalt der Nahrung
- Nahrungsassimilationseffizienz

ANZAHL DER KORMORANE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Der **Brutbestand** 2010 in der Kolonie GUSDORFER TEICH wurde von Kieckbusch & Koop (2010) im Rahmen ornithologischer Begleituntersuchungen zum Kormoran im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MLUR) des Landes Schleswig-Holstein durch Auszählen besetzter Nester im April ermittelt. Mitte Juni bis Anfang Juli wurde zudem der Teilbruterfolg (Anzahl fast flügger Jungen pro erfolgreiches Paar) bestimmt.

Zur Erfassung des **Rastbestandes** 2010 im Untersuchungsgebiet erfolgte ganzjährig in jeder Dekade eines Monats eine Zählung an den Kormoran-Schlafplätzen im Plöner Raum (Heidensee, GUSDORFER TEICH, ASCHEBERG, STERIN). Diese Zählungen wurden ebenfalls im Rahmen ornithologischer Begleituntersuchungen zum Kormoran im Auftrag des MLUR von Bernd Koop durchgeführt.

ENERGIEGEBEDARF DER KORMORANE

Zur Abschätzung des täglichen Energie- und Nahrungsbedarfes von Kormoranen wurden inzwischen mehrere Methoden etabliert und publiziert, teilweise unter Angabe der spezifischen Vor- und Nachteile (z.B. Grémillet et al., 1995; Schmid et al., 1995; Grémillet & Wilson, 1999; Keller & Visser, 1999; Grémillet et al., 2000; Grémillet et al., 2003; Wilson et al., 2006; siehe Carss & DAFIWG, 1997 für eine Zusammenstellung). Eine direkte Quantifizierung der täglichen Nahrungsmenge von Kormoranen durch die Analyse von Mageninhalten oder Speiballen wird dabei als problematisch eingestuft (Grémillet & Plös, 1994; Carss & DAFIWG, 1997). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden folgende publizierte Untersuchungen herangezogen: Werte für den Energiebedarf adulter Kormorane während der Brutzeit wurden aus der Studie von Grémillet et al. (1995) übernommen, die auf einer durch direkte Beobachtung erstellten Zeit-Budget-Analyse der verschiedenen Aktivitäten von Kormoranen basiert und dabei zwischen verschiedenen Phasen der Brutzeit unterscheidet. Die entsprechenden Untersuchungen wurden in der ehemaligen Kormorankolonie am Selenter See in Schleswig-Holstein durchgeführt, die weniger als 20 km von der Kolonie GUSDORFER TEICH entfernt liegt. Die energetischen Kosten, die mit den verschiedenen beobachteten Aktivitäten verbunden sind, wurden von den Autoren durch experimentelle Ermittlung des Sauerstoffverbrauchs gefangener Tiere in einer sog. Respirationskammer direkt berechnet oder aus der Literatur entnommen. Zur Bestimmung des täglichen Energiebedarfs für Küken war die Technik jedoch zum Zeitpunkt der Studie von Grémillet et al. (1995) noch nicht ausgereift (vgl. Grémillet et al., 2000). Daher wurde für kleine bzw. größere Küken jeweils deren prozentualer Anteil am Energiebedarf adulter Tiere aus einer Studie von Grémillet et al. (2000) an Kormoranen in der Normandie berechnet und dieser Wert auf die adulten Tiere vom Selenter See (Grémillet et al., 1995) bezogen, um den Energiebedarf der Küken abzuschätzen.

Entsprechend der Untersuchungen von Grémillet et al. (1995) wurde für die Eibebrütung ein Zeitraum von 30 Tagen, für die Aufzucht junger Küken ein Zeitraum 10 Tagen und für die Aufzucht älterer Küken ein Zeitraum von 40 Tagen angesetzt. Pro Brutpaar wurden 3 kleine Küken (Grémillet et al., 2000) bzw. 2 größere Küken (basierend auf den Untersuchungen zum Teilbruterfolg in der GUSDORFER KOLONIE im Jahr 2010, s.u.) angenommen. Nach Grémillet et al. (1995) kann für Nichtbrüter in etwa der gleiche Energiebedarf wie für brütende Tiere angenommen werden. Da keine Kosten für die Eiproduktion anfallen, wurde für das

vorliegende Modell für Nichtbrüter der Wert brütender Männchen übernommen. Dieser Wert wurde im Zeitraum April bis September auch für Brutvögel außerhalb des eigentlichen Brutgeschäftes von 80 Tagen angesetzt.

Werte für den täglichen Energiebedarf von Kormoranen im Winter wurden von Keller & Visser (1999) übernommen, einer Untersuchung an Vögeln am Chiemsee in Bayern, die auf dem Einsatz stabiler Isotope (doppelt markiertes Wasser) bei freilebenden Vögeln beruht. Als Winterzeitraum wurden die Monate Oktober bis März definiert.

Die entsprechenden Werte aus den genannten Studien, die in das vorliegende Nahrungskonsumptionsmodell eingegangen sind, sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1. Angaben zum täglichen Energiebedarf von Kormoranen zur Brutzeit und im Winter. Die Werte stellen den reinen Energiebedarf dar, bezogen auf eine Nahrungsassimilationseffizienz von 100 %.

	Zeitraum	Energiebedarf kJ/Tag	Quelle
Brutzeit			
Männchen, brütend	Mai	759,8	Grémillet et al. (1995)
Weibchen, brütend	Mai	788,5	Grémillet et al. (1995)
Nichtbrüter	Apr. - Sept.	759,8	Grémillet et al. (1995)
Elterntier mit 1,5 jungen Küken (3 kleine Küken pro Brut)	Juni (10 Tage)	1180,5	Grémillet et al. (1995) & Grémillet et al. (2000)
Elterntier mit 1 älterem Küken (2 größere Küken pro Brut)	Juni (20 Tage), Juli (20 Tage)	1814,18	Grémillet et al. (1995) & Grémillet et al. (2000)
Brutvögel außerhalb des Brutgeschäftes	April, Juli (11 Tage), Aug., Sept.	759.8	Grémillet et al. (1995)
Winter			
adultes / immatures Tier	Okt. - Mrz.	2094	Keller & Visser (1999)

NAHRUNGSANALYSEN ZUR BESTIMMUNG DER NAHRUNGSZUSAMMENSETZUNG

Zur Untersuchung der Nahrungszusammensetzung der Kormorane im Schwentine-System wurden Analysen von Speiballen und Mägen durchgeführt. Speiballen geben Hinweise auf die Nahrung der Tiere einer Brutkolonie oder eines Schlafplatzes, während die Mägen geschossener Kormorane im Idealfall die Nahrung am betreffenden Gewässer wiedergeben. Dabei besteht die Gefahr, dass Vögel an einem Gewässer fressen, aber an einem anderen geschossen werden. Im Fall der vorliegenden Studie wird davon ausgegangen, dass die geschossenen Kormorane nicht an einem Gewässer außerhalb des Schwentine-Systems auf Beutejagd waren und die Ergebnisse daher für das Untersuchungsgebiet repräsentativ sind.

Speiballen – Sammlung und Aufbereitung der Proben

In den Monaten April bis August 2010 wurden in der Kormorankolonie Gүsdorfer Teich monatlich 40-50 Speiballen (Auswürgungen unverdaulicher Beutereste) unterhalb dreier großer Nistbäume eingesammelt (siehe Abb. 2). Dabei wurde darauf geachtet, nur möglichst frische und vollständig von einer festen Schleimhülle umschlossene Proben zu nehmen. Sammeldatum und Stichprobenumfang sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tab.2. Datum und Probenumfang der zur Brutzeit 2010 in der Kormorankolonie Gүsdorfer Teich gesammelten und analysierten Speiballen.

Sammeldatum	Anzahl gesammelter Speiballen
April	48
24.04.2010	48
Mai	41
18.05.2010	32
20.05.2010	09
Juni	47
08.06.2010	29
23.06.2010	18
Juli	46
09.07.2010	22
21.07.2010	24
August	27
16.08.2010	27
Gesamt	209

Die Speiballen wurden im Labor durch kurzzeitiges Einweichen in stark verdünnter Natronlauge von der Schleimhülle befreit. Alle enthaltenen Nahrungsreste wurden an der Luft oder im Trockenschrank bei maximal 50°C sorgfältig getrocknet und für die weitere Analyse archiviert.

Magenanalysen – Sammlung und Aufbereitung der Proben

Insgesamt wurden die Mageninhalte von 52 Kormoranen analysiert. Diese wurden von Fischern im Rahmen der am 11. März 2006 erlassenen und im März 2011 verlängerten Landesverordnung zur Abwehr von Schäden durch Kormorane (Gesetz- und Verordnungsblatt Schleswig-Holstein 2006, 30.03.2006) im Bereich der Holsteinischen Seenplatte geschossen und für das vorliegende Projekt zur Verfügung gestellt. Der Hauptanteil der Proben stammt aus dem Jahr 2010, einige auch aus dem Jahr 2009. Da es sich bei letzteren um Tiere aus den Wintermonaten handelte und die Stichprobe aus dieser Jahreszeit im Jahr 2010 relativ gering war, werden die Daten aus 2009 bei den Ergebnissen ebenfalls dargestellt. Tabelle 3 gibt einen Überblick über Abschussdatum und -ort der analysierten Tiere.

Tab. 3. Überblick über die Herkunft der analysierten Mägen von Kormoranen, die im Rahmen der Kormoranverordnung des Landes Schleswig-Holstein im Bereich der Holsteinischen Seenplatte geschossen und dem vorliegenden Projekt zur Verfügung gestellt wurden. Zur Lage der Seen siehe Abb. 1.

Abschussdatum	Abschussort	Anzahl Tiere
Januar 2009 13.01.2009	Dieksee	3 3
Februar 2009 16.02.2009 16.02.2009	Dieksee Kellersee	4 1 3
März 2009 05.03.2009 05.03.2009 ohne genauere Angabe	Dieksee Kellersee Kellersee	11 1 3 7
Januar 2010 07.01.2010 15.01.2010 29.01.2010	Kellersee Kellersee Kellersee	25 4 14 7
September 2010 13.09.2010 ohne genauere Angabe	Großer Plöner See Großer Plöner See	9 6 3
Gesamt		52

Nach Abholung bei den Fischern wurden die Kormorane tiefgekühlt gelagert und ca. 24 h vor den Sektionen aufgetaut. Die Sektionen wurden am FTZ Westküste gemäß der Anleitung von van Franeker (2004) durchgeführt (Abb. 3). Die Altersbestimmung erfolgte basierend auf der Entwicklung der Geschlechtsorgane und dem Vorhandensein bzw. Fehlen der *Bursa fabricius* (Leopold et al., 2000). Anhand einer groben äußerlichen Betrachtung wurde zudem der Gesundheitszustand der inneren Organe beurteilt. Dabei wurden bei keinem Tier makroskopische Organauffälligkeiten beobachtet, die auf eine Erkrankung hätten schließen lassen. Abschließend wurde der Magen (einschließlich Schlund) entnommen und bis zur weiteren Analyse tiefgefroren aufbewahrt. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Proben.



Abb. 3. Sektion von Kormoranen zur Entnahme der Mägen am FTZ Westküste in Büsum.

Tab. 4. Übersicht über Geschlecht und Alter der im Rahmen des Projektes seziierten Kormorane aus dem Bereich der Holsteinischen Seenplatte.

Geschlecht	Alter	Jan. 2009	Feb. 2009	März 2009	Jan. 2010	Sept. 2010
Männchen	adult		2	7	6	
	immatur	2	2	1	10	6
Weibchen	adult			2	7	
	immatur	1		1	2	3

Zur Analyse der Mageninhalte wurden Schlund und Magen vorsichtig der Länge nach aufgeschnitten. Ganze oder angebaute Fische wurden entnommen und eingefroren bzw. in Ethanol konserviert. Anschließend wurde der restliche Inhalt vorsichtig in ein Becherglas ausgespült und so lange unter einem leichten Wasserstrahl gespült, bis die zur Identifikation nutzbaren Beutereste gereinigt waren. Anschließend wurden die Beutereste abgesiebt, an der Luft oder im Trockenschrank bei max. 50°C getrocknet und bis zur weiteren Analyse archiviert.

Durchführung der Nahrungsanalysen

Das im Folgenden beschriebene Vorgehen wurde sowohl für die in den Speiballen als auch in den Mägen gefundenen Beutereste angewandt.

Bestimmung der Beutereste

Alle Hartstrukturen, die zur Analyse der Beutereste herangezogen werden können, wurden aus den Proben aussortiert (Abb. 4).

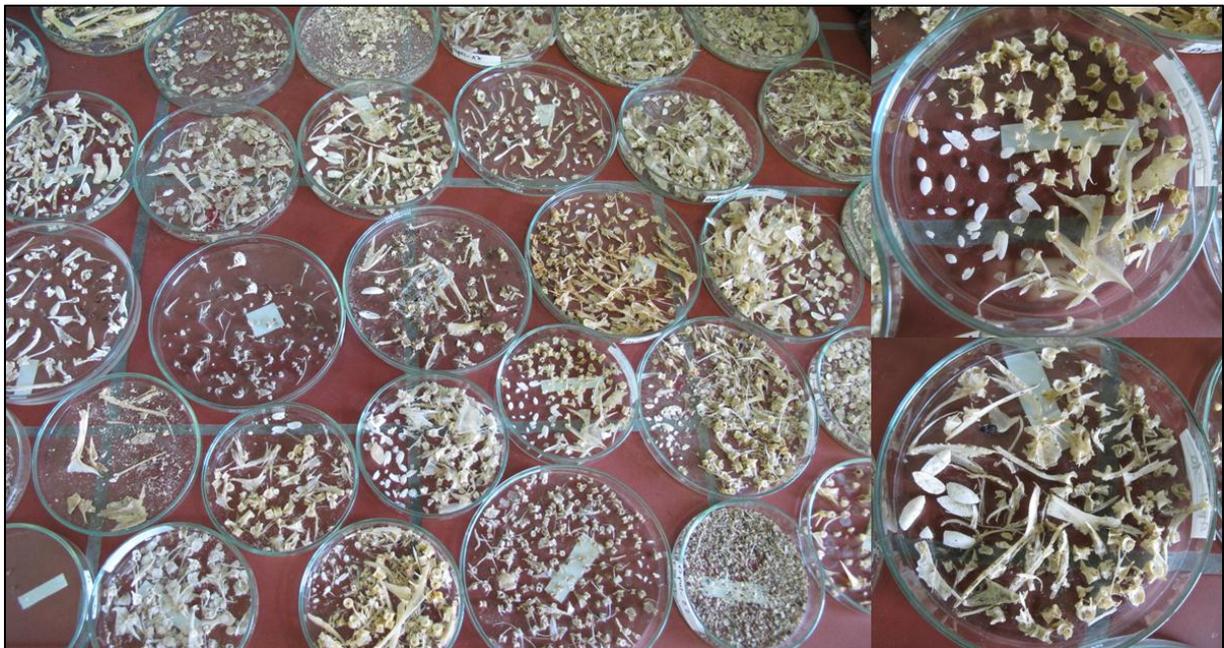


Abb. 4. Aus Mägen und Speiballen aussortierte Beutereste zur Analyse der Nahrung von Kormoranen.

Die Bestimmung der Beutereste erfolgte stets bis auf das niedrigstmögliche Taxon. Fische wurden anhand von Otolithen (kalkige Gehörsteinchen im Innenohrsystem), verschiedenen Elementen des Skelettes (z.B. Kiefer) sowie Schuppen identifiziert (Abb. 5). Die Bestimmung der Otolithen erfolgte anhand von Härkönen (1986) und Leopold et al. (2001). Prämaxillen (Teile des Oberkiefers) und Wirbel wurden nach Watt et al. (1997), Schuppen, Kiemendeckel und Schlundknochen (bei Karpfenfischen) nach März (1972) bestimmt. Zur Bestimmung von Kauplatten bei Karpfenfischen wurde Veldkamp (1995) herangezogen. In einigen Fällen konnten Heringsfische anhand von Gaskammern (Otic Bullae) nach Blaxter & Hunter (1982) und Stichlinge anhand der Rücken- und Bauchstacheln nach Leopold et al. (2001) identifiziert werden. Darüber hinaus wurde eine institutseigene Vergleichssammlung zur Bestimmung der Fischreste herangezogen. Teilweise konnten Beutereste nur auf Familienniveau und in sehr wenigen Fällen nur als unbestimmte Fische angesprochen werden. Die Bestimmung ganzer bzw. angedauter Fische aus Schlund und Magen erfolgte anhand von Muus & Nielsen (1999), Gebhardt & Ness (1997) sowie institutsinterner Bestimmungsschlüssel.

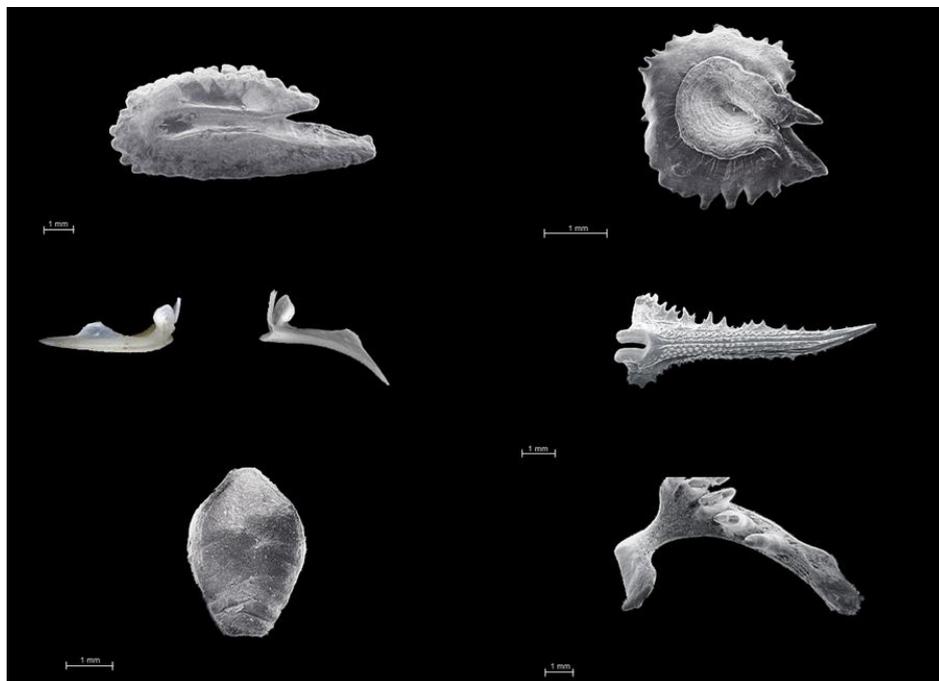


Abb. 5. Beispiele für verschiedene artspezifische Elemente des Fischskelettes, die zur Bestimmung der Beuteorganismen von Kormoranen herangezogen wurden. Otolith von Flussbarsch (oben links) und Plötze (oben rechts), Prämaxillen aus dem Oberkiefer von Flussbarsch (Mitte links), Bauchstachel vom Dreistachligen Stichling (Mitte rechts), Kauplatte (unten links) und Schlundzahn (unten rechts) der Plötze. Alle Abbildungen aus Leopold et al. (2001).

Die gefundenen Kiefer von Seeringelwürmern (Polychaeta, Fam. Nereidae) sowie Reste von Krebstieren (Crustacea), Muscheln (Mollusca) und Schnecken (Gastropoda) konnten nicht auf Artniveau bestimmt werden und wurden lediglich den Kategorien „Seeringelwürmer“, „Krebstiere“ und „Weichtiere“ zugeordnet.

Abschätzung der Beuteanzahlen

Die Anzahl der Beutetiere pro Vogel stellt einen Minimumwert dar. Beim Herleiten dieses Wertes wurde schrittweise vorgegangen. Ganze oder leicht angedaute Fische wurden direkt gezählt und aussortiert. Anschließend wurden die paarig vorkommenden Überreste wie Otolithen, Kiefer, Schlundknochen etc. als rechts, links oder unbekannt angesprochen und so weit wie möglich zu Paaren zugeordnet. Die Sortierung erfolgte dabei anhand der Größe, Abnutzung, Farbe und Form der entsprechenden Überreste einer Fischart. Anschließend wurden einzelne rechte und einzelne linke Exemplare sowie passende Paare jeweils als ein Fisch gezählt. Diese Vorgehensweise wurde angewandt, wenn in einer Probe bis zu 50 Otolithen, Kiefer etc. einer Fischart vorhanden waren. Bei >50 bis 100 paarig vorkommenden Beuteresten einer Art wurden diese nur in die drei Kategorien rechts, links und unbekannt eingeteilt und die Fischanzahl daraus abgeleitet. Bei >100 paarig vorkommenden Beuteresten einer Fischart wurde lediglich deren Gesamtzahl ermittelt und die Fischanzahl durch Halbierung dieser Gesamtzahl bestimmt.

Für jede Hartstrukturgruppe (Otolithen, Kiefer, Bauchstachel etc.) wurde die Anzahl einer Fischart pro Probe getrennt ermittelt. Die endgültige Beuteanzahl wurde dann durch den hierbei festgestellten höchsten Wert einer Fischart festgelegt. Auf diese Weise wurde die definitive Mindestanzahl an konsumierten Fischen abgeleitet.

Mit den paarig vorkommenden Kiefern der Seeringelwürmer wurde entsprechend verfahren. Bei Resten von Krebstieren und Weichtieren war meist keine Bestimmung der Anzahl möglich, so dass lediglich eine Einteilung in die Kategorien „anwesend“ und „abwesend“ erfolgte.

Abschätzung von Beutelänge und -biomasse

Einige Beutereste lassen neben einer Bestimmung der Beutart auch Rückschlüsse auf die konsumierte Beutelänge und Biomasse zu. Das Vermessen von Otolithen, Kauplatten bei Karpfenfischen und Bauchstacheln bei Stichlingen zur Berechnung der ursprünglichen Beutegröße erfolgte mit einem Stereomikroskop (Olympus SZH 10 Research Stereo) in Verbindung mit einer Digitalkamera (Olympus Camedia). Die Vergrößerung war variabel und reichte von 10,5 bis 100fach. Die Nahrungsreste wurden digital fotografiert und mit Hilfe der Olympus DP-Soft Version 3.2 Software vermessen. Die Vergrößerungen wurden zuvor kalibriert, die Genauigkeit der Messungen lag bei 0,05 mm. Bei Otolithen und Bauchstacheln wurden Länge und Höhe gemäß Leopold et al. (2001) vermessen (Abb. 6). Die Mehrheit der gefundenen Otolithen und Bauchstacheln wies Abnutzungsspuren durch den Verdauungsprozess auf. Da Berechnungen der Fischlänge, die auf abgenutzten Otolithen und Stacheln beruhen, zu einer systematischen Unterschätzung der ursprünglichen Fischgröße führen, wurden die Messwerte dem Grad ihrer Abnutzung entsprechend korrigiert (vgl. Leopold et al. 2001). Dafür wurden die Otolithen und Stacheln in 4 unterschiedliche Abnutzungsklassen (engl. „wear classes“) eingeteilt (vgl. Guse 2005, Leopold et al. 2001; Abb. 6). Als Otolithen der Klasse 0 galten diejenigen, die offenbar noch komplett erhalten und nicht abgenutzt waren. Klasse 1 bedeutete geschätzte 5 %, Klasse 2 geschätzte 10 % geringere Größe infolge der Abnutzung (15 % bei Stichlingsstacheln). Dementsprechend wurden die Objekte auf ihre ursprüngliche Größe hin korrigiert. Klasse 3 enthielt Otolithen und Stacheln, die so stark abgenutzt waren, dass ihre ursprüngliche Größe nicht mehr zuverlässig abgeschätzt werden konnte.

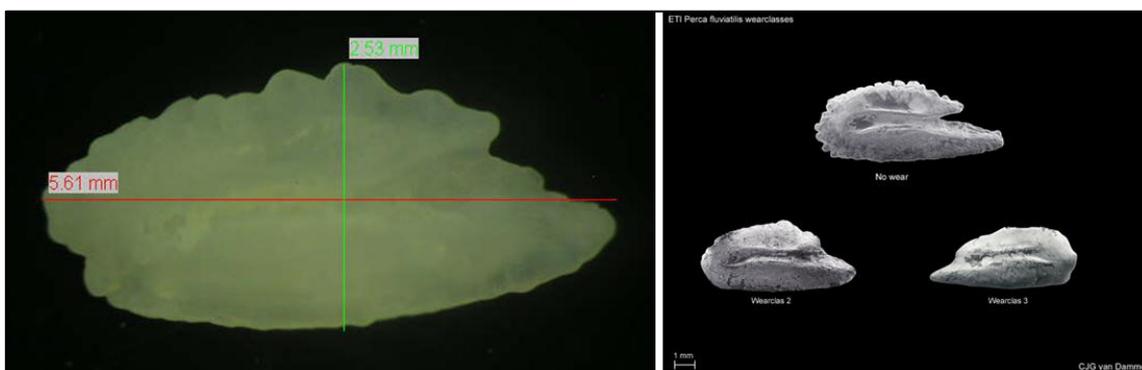


Abb. 6. Vermessung eines Otolithen zur Bestimmung der Fischlänge (links) und unterschiedliche Abnutzungsklassen bei Otolithen (rechts; Abb. aus Leopold et al. 2001) am Beispiel des Flussbarsches.

Die Berechnung der ursprünglichen **Beutelängen** aus den Messwerten der Otolithen erfolgte anhand der Regressionsgleichungen in Leopold et al. (2001). Für Karausche / Giebel wurden die Formeln in Tarkan et al. (2007) verwendet. Die Formeln für die Berechnung der Stichlingsgrößen anhand ihrer Bauchstacheln stammten von M.F. Leopold (unveröff.). In den meisten Fällen wurde pro Beuteindividuum eine Fischlänge sowohl aus der Länge als auch aus der Höhe der Otolithen bzw. Bauchstacheln ermittelt und die endgültige Fischlänge aus dem Mittelwert beider Maße errechnet. Erfolgte die Berechnung der Längenwerte für die Plötze nicht anhand von Otolithen, sondern durch Höhenmessung der Kauplatten, so wurde die in Veldkamp (1995) angegebene Formel herangezogen.

Bei Arten, die aufgrund sehr ähnlicher Otolithen häufig nicht auf Artniveau bestimmt, jedoch vermessen werden konnten (insbesondere Grundeln und Plattfische), wurde die Regressionsformel derjenigen Art verwendet, die innerhalb einer Probe oder innerhalb eines Probenmonats am häufigsten auf Artniveau bestimmt werden konnte.

In einigen Proben waren so viele Otolithen einer Fischart vorhanden, dass für die Berechnung der durchschnittlichen Fischlänge nur eine Unterprobe ausgewertet werden konnte. Dazu wurden die messbaren Otolithen in linke und rechte Exemplare eingeteilt und von einer Seite 20-30 zufällig ausgewählte Exemplare vermessen.

Bei Beutefischen, die nur anhand von Nahrungsresten nachgewiesen werden konnten, die keine Rückschlüsse auf die konsumierte Beutelänge zulassen (z.B. Wirbel, Schuppen, Unterkiefer), wurde, soweit möglich, die ungefähre Beutelänge durch Vergleich mit Resten derjenigen Exemplare abgeschätzt, von denen Längendaten vorlagen. Einem Hecht, der beispielsweise nur anhand von Kieferresten nachgewiesen wurde, wurden dabei die Längenwerte eines anderen Hechtes zugewiesen, dessen Kieferreste in etwa die gleiche Größe hatten und dessen Länge anhand von zusätzlich gefundenen Otolithen berechnet werden konnte.

Die konsumierte **Fischbiomasse** wurde aus der Beutetierlänge anhand der artspezifischen Längengewichtsbeziehungen in Leopold et al. (2001) berechnet. Zur Berechnung der Biomasse aus den Längen der Bauchstacheln von Stichlingen wurde die Formel von Thiel (1990) herangezogen. Fischen, bei denen aufgrund von starker Abnutzung der

Skelettelemente (wear class 3, siehe oben) oder dem Fehlen von Strukturen, die eine Längenbestimmung ermöglichen, keine Längenmessung erfolgen konnte, oder die im Rahmen der oben beschriebenen Zufallsauswahl nicht vermessen wurden, wurde der Median der Biomasse aller in der jeweiligen Probe vorhandenen und vermessenen Individuen der entsprechenden Art zugeordnet. Waren in einer Probe nur unmessbare Individuen einer Art vorhanden, so wurde diesen der Median der Biomasse aller im gleichen Monat vorhandenen und gemessenen Individuen der entsprechenden Art zugeordnet. Tauchten in allen Proben eines Monats nur unmessbare Individuen einer Art auf, so wurde diesen der Median der Biomasse derjenigen Individuen gleicher Art zugeordnet, die in den Proben eines bezüglich der Jahreszeit vergleichbaren Monats vorhanden waren. Bei Individuen, die nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten, wurde entsprechend dem Vorgehen bei der Längenbestimmung die Regressionsformel derjenigen Art verwendet, die am häufigsten auf Artniveau bestimmt werden konnte. Individuen, die nur auf Familienniveau bestimmt und nicht vermessen werden konnten, wurden die Formeln für die am häufigsten in einer Probe bzw. in einem Monat gefundenen Vertreter dieser Fischfamilie zugeordnet. So wurde beispielsweise für die meisten unbestimmten Karpfenfische die Formel der Plötze herangezogen, da dies gewöhnlich die am häufigsten innerhalb einer Probe bzw. eines Monats gefundene Karpfenart war.

Auf diese Weise konnte allen gefundenen Fischresten ein Biomassewert zugeordnet werden. Lediglich Beutereste, die nur als „Fisch spec.“ angesprochen werden konnten, wurden nicht in die Biomasseberechnung einbezogen.

ENERGIEGEHALT DER NAHRUNG

Um den täglichen Energiebedarf der Kormorane (angegeben in kJ/Tag) in die täglich aufgenommene Fischmenge in Gramm umrechnen zu können, muss die Energiedichte der verschiedenen Beutfische bekannt sein. Folgende Werte wurden für die relevanten Fischarten aus der Literatur entnommen (Tab. 5):

Tab. 5. Energiedichten von Beutefischen der Kormorane im Schwentine-System, zusammengestellt aus verschiedenen Publikationen.

Beuteart / -kategorie	Energiedichte (kJ/Gramm)	Quelle
Aal	11,49	Schreckenbach et al. (2001)
Aalmutter	3,94	Härkönen & Heide-Jørgensen (1991)
Brasse	6,98	Wert von Karpfen übernommen
Dorsch	4	Siehe Garthe et al. (1996)
Flussbarsch	4,84	Schreckenbach et al. (2001)
Giebel/Karusche	6,98	Wert von Karpfen übernommen
Grundeln (<i>P. microps/ minutus</i>)	3,56	Berechnet nach Beerman (2010) aus dem Median der Fischlänge der vorliegenden Studie
Hecht	4,98	Schreckenbach et al. (2001)
Heringsfische	6,5	Siehe Garthe et al. (1996)
Karpfen	6,98	Schreckenbach et al. (2001)
Kaulbarsch	4,83	Schreckenbach et al. (2001)
Plattfische	4	Siehe Garthe et al. (1996)
Plötze	5,08	Schreckenbach et al. (2001)
Rotfeder	4,88	Schreckenbach et al. (2001)
Schleie	3,83	Schreckenbach et al. (2001)
Schwarzgrundel	3,56	Wert von <i>P. microps/ minutus</i> übernommen
Dreistachliger Stichling	3,8	Massias & Becker (1990)
Stint	3,37	Berechnet nach Temming & Herrmann (2003) aus dem Median der Fischlänge der vorliegenden Studie
Zander	5,40	Schreckenbach et al. (2001)

Bei unbestimmten Karpfenfischen wurde der Wert der Plötze zugrunde gelegt, weil der Großteil der unbestimmten Otolithen vermutlich dieser Art zuzuordnen ist.

NAHRUNGSASSIMILATIONSEFFIZIENZ

Die Effizienz, mit der die in der Nahrung enthaltene Energie genutzt, d.h. im Stoffwechsel in körpereigene Substanzen umgewandelt werden kann, variiert zwischen verschiedenen Beutearten und vermutlich auch zwischen verschiedenen Seevogelarten (z.B. Castro et al., 1989; Hilton et al., 2000). Basierend auf Brugger (1993) wurde im Rahmen der vorliegenden Studie für fischfressende Kormorane eine Assimilationseffizienz von 77,6 % angenommen.

ERSTELLUNG DES NAHRUNGSKONSUMPTIONSMODELLS

Die Erstellung des Modells erfolgte basierend auf den Daten zum Kormoranbestand und zur Nahrungszusammensetzung aus dem Jahr 2010. Für jede Beutefischart wurde die aufs Jahr bezogene Gesamtkonsumption durch den Kormoran getrennt berechnet. Um eine möglichst hohe Genauigkeit des Nahrungskonsumptionsmodells zu erreichen, wurden gemäß der zeitlichen Auflösung der Bestandserfassungen (3 Zählungen pro Monat) zunächst die jeweiligen Berechnungen für jede Dekade eines Monats durchgeführt und diese anschließend zu einer Jahressumme addiert. Des Weiteren wurde beim Kormoranbestand zwischen Nichtbrütern, brütenden Altvögeln und kleine bzw. große Junge fütternden Altvögeln unterschieden und die entsprechenden Werte für den Energiebedarf aus der Literatur entnommen (siehe oben; Tab. 1). Der Nichtbrüterbestand wurde für die Monate April bis September aus der Differenz von Rast- und Brutbestand ermittelt.

Bei den monatlich vorhandenen Daten zur Nahrungszusammensetzung (relative Biomasseanteile aus den Analysen der Speiballen und Mägen aus dem Jahr 2010) wurden die entsprechenden Werte für jede Dekade eines Monats übernommen. Da aus den Wintermonaten im Jahr 2010 lediglich Daten zur Nahrungszusammensetzung aus dem Januar vorhanden waren, wurden diese Werte auf die übrigen Wintermonate (Februar bis März und Oktober bis Dezember) übertragen. Um die unterschiedlichen Energiedichten der verschiedenen Beutefischarten zu berücksichtigen, wurden die relativen Biomasseanteile vor Eingang in das Modell auf einen standardisierten Wert pro Vogel pro Tag umgerechnet.

Im ersten Schritt des Modells wurde der Energiebedarf der im Untersuchungsgebiet anwesenden Kormorane, getrennt für den unterschiedlichen Brutstatus, wie oben

angegeben, als kJ pro Tag berechnet und anschließend für die angenommene Nahrungsassimilationseffizienz von 77,6 % korrigiert. Gemäß ihrer Biomasseanteile im Nahrungsspektrum wurde danach der relative Beitrag jeder Beutekategorie am täglichen Energiebedarf der Kormorane berechnet. Unter Berücksichtigung der artspezifischen Unterschiede im Energiegehalt der verschiedenen Beutfische wurden diese Werte dann in die Einheit „Gramm Fisch pro Tag“ überführt und schließlich durch Multiplikation dieser Werte mit der Anzahl der Tage, die sich die Kormorane im Untersuchungsgebiet aufhielten, die Gesamtkonsumtion jeder Fischart in Tonnen für das Jahr 2010 errechnet (Abb. 7).

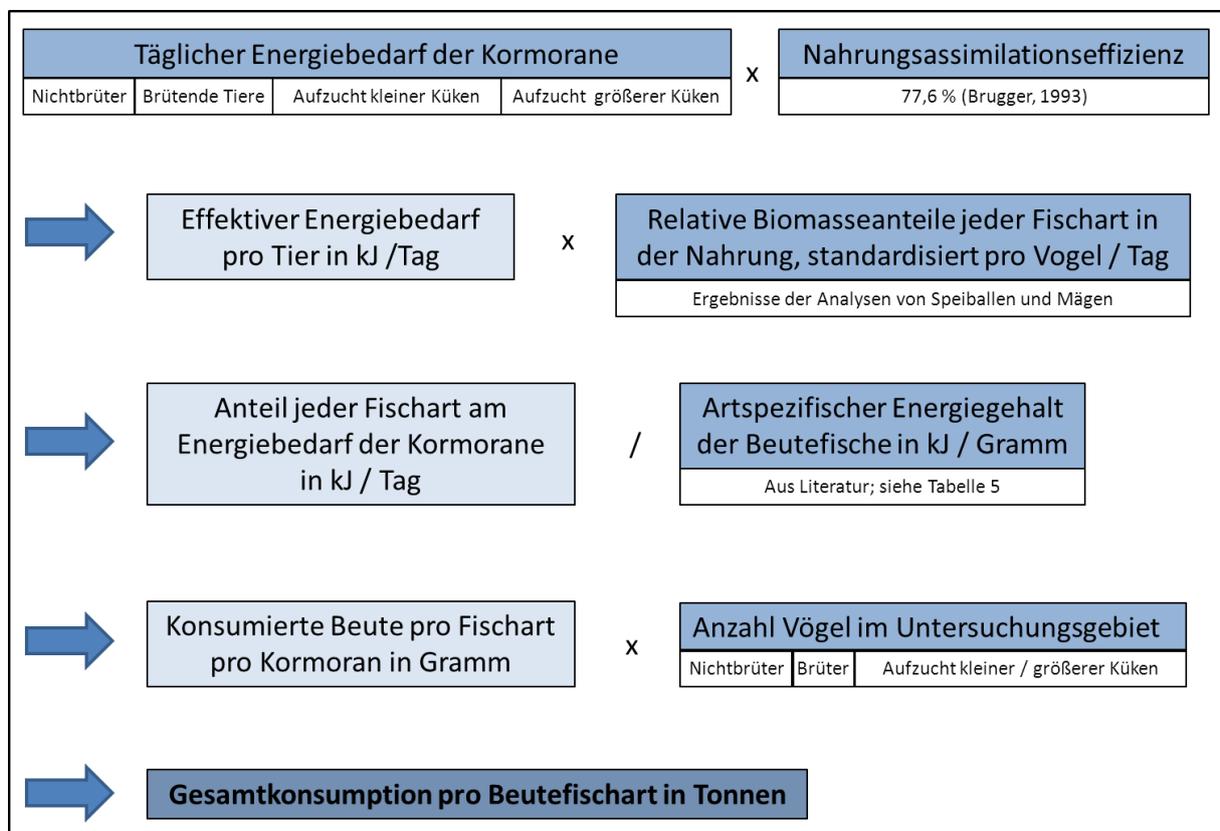


Abb. 7. Schematische Darstellung der verschiedenen Schritte beim Nahrungskonsumptionsmodell. Die Daten wurden für jede Dekade eines Monats dem Schema entsprechend berechnet und anschließend über das ganze Jahr summiert.

Sensitivitätsanalyse

Alle Eingangsparameter in das Nahrungskonsumptionsmodell unterliegen einer gewissen Variabilität, die jedoch nicht quantifiziert werden kann. Um das 95 %-Konfidenzintervall der jährlichen Gesamtkonsumption zu berechnen, wurde die von Stratoudakis (1999) vorgeschlagene Methode angewandt. Für die drei wichtigsten Komponenten des Modells, deren Produkt die Gesamtfraßmenge bestimmt – Anzahl der Vögel, Energiebedarf und Assimilationseffizienz – wurde eine Variation von 15 %, 20 % und 3 % angenommen. Dies resultierte in einem kombinierten Variationskoeffizienten von 25 %.

AKTIONSRÄUME UND JAGDSTRATEGIEN IM BEREICH DER PLÖNER SEENPLATTE

Um darzulegen, welche Gewässer von Kormoranen im Einzugsbereich der Schwentine überwiegend als Nahrungsgewässer genutzt werden, wurden von Mai bis Oktober 2010 in Zusammenarbeit mit B. Koop und J. Kieckbusch monatliche Synchronzählungen an den wichtigsten Seen innerhalb des Untersuchungsgebietes durchgeführt. Die Erfassungen erfolgten vormittags an jeweils einem Termin pro Monat (Tab. 6). Kontrolliert wurden dabei von mehreren Stellen aus die Gewässer Postsee, Lanker See, Trammer See, Kleiner Plöner See, Großer Plöner See, Behler See, Dieksee, Kellersee und Großer Eutiner See (siehe auch Abb. 1). Mehrere Personen waren an den Zählungen beteiligt, um eine möglichst synchrone Erfassung zu gewährleisten. Gleichzeitig wurden an den Zählterminen von Mai bis August in der Kolonie Gүsdorfer Teich von der Morgendämmerung an bis zum Ende der Hauptaktivität die in die Nahrungsgebiete abfliegenden Kormorane mit Anzahl und Abflugrichtung erfasst. Durch intensiven Telefon-Kontakt zwischen den verschiedenen Beobachtern konnten die Kolonieabflüge oft direkt mit den Beobachtungen an den Seen in Zusammenhang gebracht werden. Um Informationen zur Jagdstrategie der Kormorane zu erhalten, wurden bei den an den Gewässern erfassten Tieren zusätzlich Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Dabei wurde besondere Aufmerksamkeit auf die beiden Kategorien „Einzeljagd“ und „Schwarmjagd“ gelegt.

Tab. 6. Übersicht über die Durchführung von Kormoran-Synchronzählungen an Gewässern im Einzugsbereich der Schwentine und von Abflugbeobachtungen in der Kolonie Güsdorfer Teich im Jahr 2010. Die Erfassungen erfolgten durch B. Koop, J. Kieckbusch und Mitarbeiter des FTZ Westküste.

	20.05.	23.06.	21.07.	16.08.	08.09.	12.10.
Postsee	x	x	x	x	x	x
Lanker See	x	x	x	x	x	x
Trammer See	x	-	x	x	x	-
Kleiner Plöner See	x	x	x	x	x	x
Großer Plöner See	x	x	x	x	x	x
Behler See	x	x	x	x	x	x
Dieksee	x	x	x	x	x	x
Kellersee	x	x	x	x	x	x
Großer Eutiner See	x	x	x	x	x	x
Abflugbeobachtungen	x	x	x	x	-	-

VERGLEICH MIT FRÜHEREN JAHREN

Zur Einordnung und Bewertung der Ergebnisse der vorliegenden Studie wurden bereits vorhandene Daten zum Kormoranbestand und zur Nahrungszusammensetzung aus dem Untersuchungsgebiet recherchiert und zusammengestellt.

Kormoranbestand

Für das Jahr **2009** liegen, analog zum Jahr 2010, Zählungen des Rastbestandes an den Schlafplätzen im Plöner Raum aus jeder Dekade eines Monats vor. Im Januar, Februar und Dezember wurde jeweils nur in der mittleren Dekade eine Zählung durchgeführt. Für die Jahre **1984** bis **2008** liegen in einer lückenlosen Datenreihe Informationen zur jährlichen Nutzungsintensität in Kormorantagen, erhalten durch die Aufsummierung der täglichen Kormoranzahlen, im Plöner Raum vor. Die Berechnungen erfolgten basierend auf zweiwöchigen, bzw. zur Hauptvorkommenszeit wöchentlichen, Brutbestands- und Schlafplatzzählungen sowie Erfassungen während der Nahrungssuche. Des Weiteren liegen für alle genannten Jahre die Brutbestände der Kolonien im Einzugsbereich des Plöner Raumes vor. Alle Daten wurden von B. Koop und J. Kieckbusch zur Verfügung gestellt (siehe auch Kieckbusch & Koop 2008, 2009, 2010).

Nahrungszusammensetzung

Für das Untersuchungsgebiet liegen aus mehreren Jahren Speiballenuntersuchungen vor, die Rückschlüsse auf die Nahrungszusammensetzung im Sommerhalbjahr ermöglichen. In den Jahren **2007** bis **2009** wurden Speiballen der Kolonie GUSDORFER TEICH analysiert (2007: Mai bis September, N = 868; 2008: Mai bis August, N = 458; 2009: Mai bis September, N = 373). Aus dem Jahr **2000** sowie den Jahren **2002** bis **2006** existieren Untersuchungen von Speiballen aus der ehemaligen KORMORANKOLONIE HEIDENSEE, die sich in unmittelbarer Nähe zum Großen Plöner See befand (2000: April bis August, N = 554; 2002: April bis Juli, N = 379; 2003: April bis Oktober, N = 908; 2004: April bis August, N = 737; 2005: April bis August, N = 911; 2006: April bis August, N = 877). Alle Daten wurden von B. Koop und J. Kieckbusch zur Verfügung gestellt. Die Daten beinhalten die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Beutefischarten in den jeweils untersuchten Proben, ermöglichen jedoch keine Aussage über die Anzahl bzw. Biomasse der konsumierten Beutefische. Des Weiteren liegen aus dem Untersuchungsgebiet noch einzelne Studien zur Nahrungszusammensetzung aus den 1990er Jahren vor (J. Kieckbusch, pers. Mitt.), die jedoch keine detaillierten Informationen auf Basis einzelner Beutefischarten liefern und daher nicht berücksichtigt wurden.

ERGEBNISSE

KORMORANBESTAND IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Der **Brutbestand** in der Kolonie GUSDORFER TEICH betrug im Jahr 2010 360 Paare, 25 Brutpaare weniger als im Vorjahr (Kieckbusch & Koop, 2010). Basierend auf dem Teilbruterfolg von 1,9 Jungvögeln pro erfolgreichem Brutpaar (Kieckbusch & Koop, 2010) ergibt sich eine maximale Anzahl von 684 Küken. Da einige Nester aufgegeben wurden und nicht alle Paare ihr Gelege erfolgreich aufziehen konnten, lagen der Gesamtbruterfolg und damit die eigentliche Kükenanzahl unter diesem Wert (B. Koop, mdl.).

Der **Rastbestand** im Plöner Raum zeigte im Jahresverlauf deutliche Schwankungen (Abb. 8). Im Winter wurden nur geringe Anzahlen registriert, im Februar hielten sich keine Kormorane

im Gebiet auf. Ab Anfang April stiegen die Zahlen kontinuierlich an und erreichten mit dem Einsetzen des Herbstzuges im August mit über 4.000 Tieren ihr Maximum. Zur dritten Septemberdekade nahm der Bestand dann deutlich ab und pendelte sich ab Oktober auf den geringen Winterbestand ein. Im Dezember waren aufgrund der starken Vereisung der Gewässer keine Kormorane im Untersuchungsgebiet anwesend (B. Koop, mdl.).

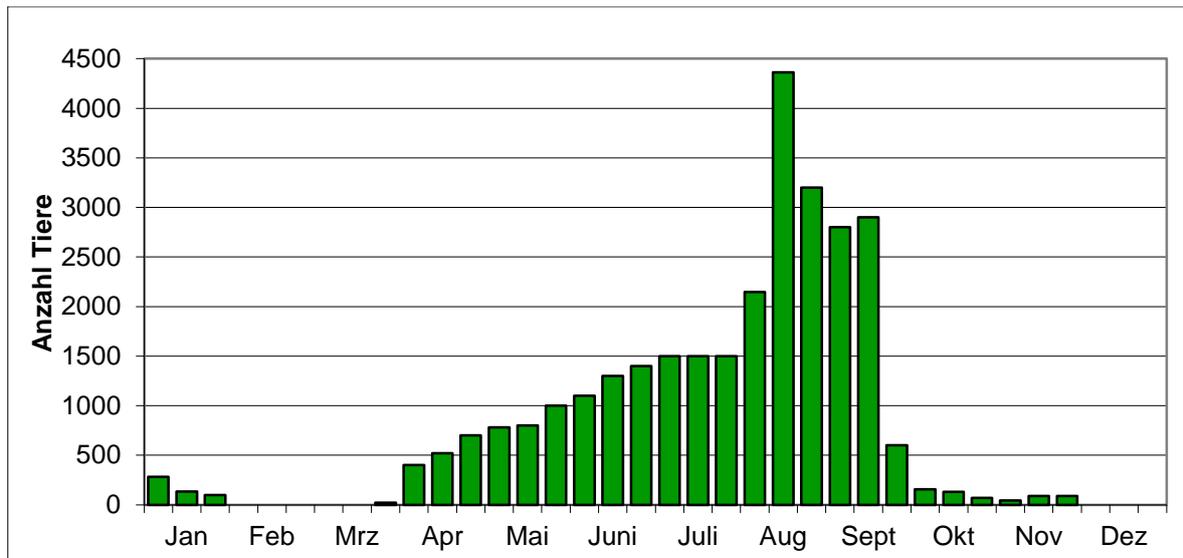


Abb. 8. Rastbestand des Kormorans im Bereich der Plöner Seenplatte im Jahr 2010, verändert nach Kieckbusch & Koop (2010). Die Zählungen schließen die Brut- und Schlafplätze GUSDORFER TEICH, HEIDENSEE sowie die Inseln STERIN und ASCHEBERG im Großen Plöner See ein.

NÄHRUNGSZUSAMMENSETZUNG UND STETIGKEIT

50 der 52 Mägen enthielten Beutereste und wurden in die weitere Analyse einbezogen. Insgesamt konnten in den 209 Speiballen und 50 Mägen Reste von 8.935 Beutefischen aus 12 verschiedenen Fischfamilien nachgewiesen werden. 66 Fischreste konnten keiner Art oder Familie zugeordnet werden. Sie sind in den Ergebnissen als Kategorie „Fisch spec.“ dargestellt. Wirbellose Tiere wurden aus den Gruppen Seeringelwürmer, Krebstiere und Weichtiere nachgewiesen. In den meisten Fällen handelte es sich um Reste von kleinen oder sehr kleinen Individuen, die möglicherweise sekundär als Beute der Nahrungsfische aufgenommen wurden. Einzelne Krebstiere erreichten jedoch auch eine Größe, die sie als direkte Kormorannahrung qualifiziert. Auch bei den gefundenen Ringelwürmern könnte es sich teilweise um direkt aufgenommene Nahrungsorganismen handeln. Da Wirbellose

insgesamt aber nur in sehr geringer Anzahl und Frequenz in den Proben nachgewiesen wurden (Ringelwürmer in 1 Magen und 13 Speiballen, Krebstiere in 2 Mägen und 20 Speiballen) und allenfalls eine sehr untergeordnete Bedeutung im Nahrungsspektrum der Kormorane im Schwentine-System im Jahr 2010 haben, wurden sie bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt. Fischeier waren in 2 Mägen und in 7 Speiballen enthalten. Eine detaillierte Übersicht über alle gefundenen Fischreste findet sich in Anhang I, eine Liste mit deutschen und wissenschaftlichen Bezeichnungen aller genannten Fischarten und Fischfamilien in Anhang II.

In 41 Proben traten Fischarten oder -familien auf, die ausschließlich in marinen Gewässern vorkommen. Zu diesen zählen Dorsch, Aalmutter, Grundeln, Plattfische (der Familie Pleuronectidae) und Heringsfische. Diese Arten / Familien wurden für die grafische Darstellung der Nahrungszusammensetzung zur Kategorie „marine Arten“ zusammengefasst. Der in den Proben am häufigsten vorkommende Vertreter der Karpfenfische war die Plötze. Die meisten der nicht bestimmbareren Karpfenfische dürften daher ebenfalls dieser Art angehören. Daneben wurden einige weitere Arten aus der Familie nachgewiesen (Karpfen, Giebel/Karausche, Rotfeder, Schleie). Da sie in nur sehr geringer Anzahl auftraten, wurden sie zur Kategorie „andere Karpfenfische“ zusammengefasst. Arten, die in einzelnen Proben weniger als 1 % der Nahrungszusammensetzung ausmachten, wurden zur Kategorie „übrige Arten“ zusammengefasst (außer marine Arten).

Winter 2009

Aufgrund der kleinen Stichprobe wurden die Ergebnisse aus dem Winter 2009 (Januar bis März) zusammengefasst und nicht monatlich getrennt dargestellt. In den 18 Mägen aus diesem Zeitraum wurden insgesamt 661 Beutefische nachgewiesen. 5 Fische konnten keiner Art oder Familie zugeordnet werden. Den größten Anteil machten Flussbarsche und Plötzen mit 49 % bzw. 42 % aller gefundenen Beutefische aus (Abb. 9). Beide Arten hatten auch die größte Stetigkeit (Häufigkeit des Auftretens innerhalb aller untersuchten Proben) und wurden in 72 % bzw. 89 % aller Proben nachgewiesen (Abb. 10). Aal wurde in einem Magen aus dem März 2009 gefunden (2 Individuen).

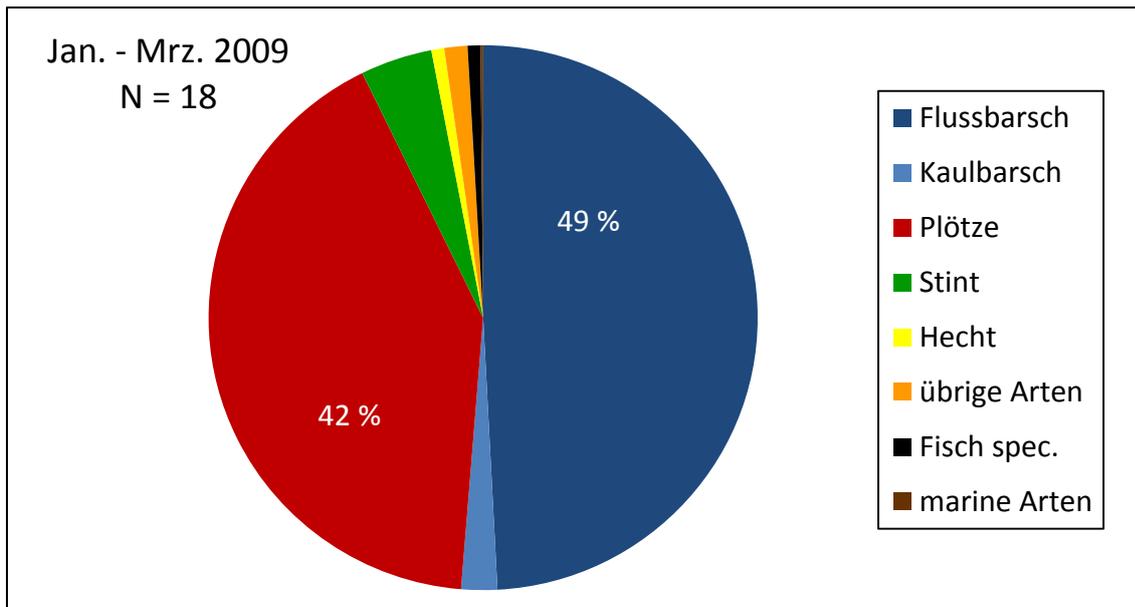


Abb. 9. Relative Nahrungszusammensetzung (Anzahl der Fische) von Kormoranen im Schwentine-System. Analysiert wurden 18 Kormoranmägen aus dem Zeitraum Januar bis März 2009. Die Gesamtzahl der nachgewiesenen Fische betrug 661. Aal ist mit einem Anteil von 0,3 % in der Kategorie „übrige Arten“ enthalten.

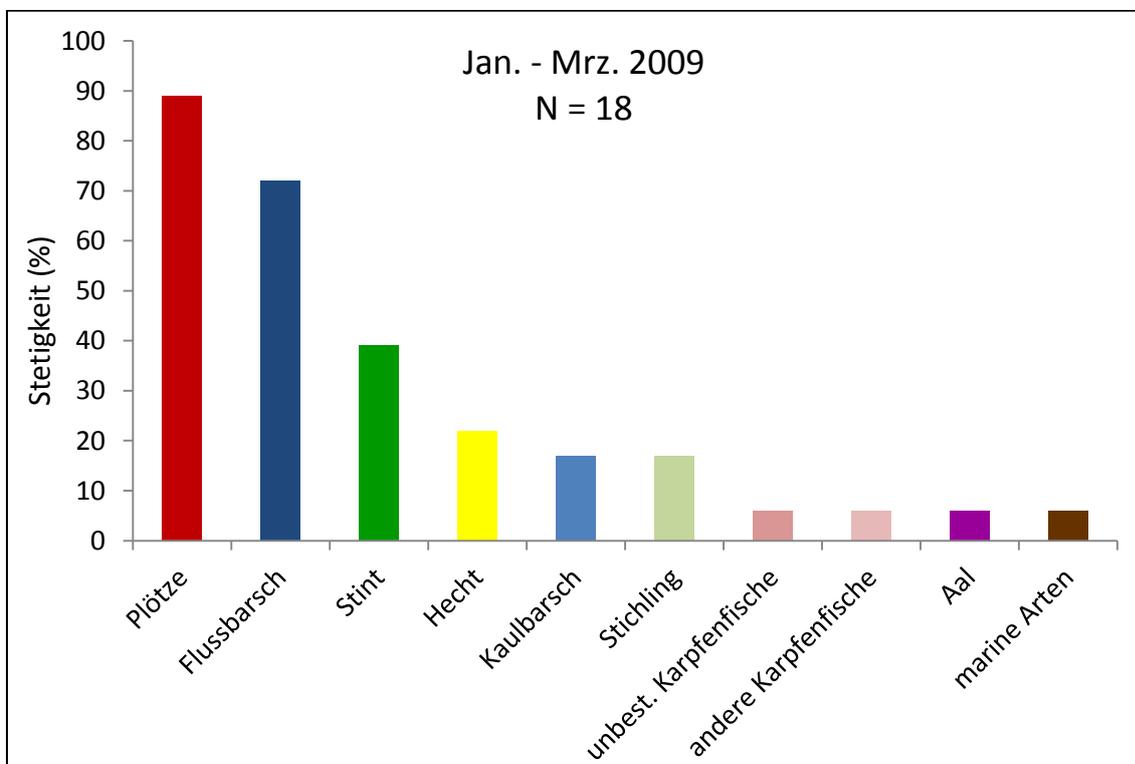


Abb. 10. Prozentuale Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Beutekategorien aus Mageninhaltanalysen beim Kormoran im Schwentine-System im Zeitraum Januar bis März 2009.

Winter 2010

In den 23 Mägen mit Beuteresten aus dem **Januar 2010** wurden insgesamt 1.965 Beutefische nachgewiesen. Alle Beutereste konnten zumindest auf Familienniveau bestimmt werden. Den größten Anteil machten Stinte mit 62 % aller gefundenen Beutefische aus, gefolgt von der Plötze mit 32 %. Auf den Flussbarsch entfielen 4 % aller nachgewiesenen Beutefische (Abb. 11). Die größte Stetigkeit in den Proben wies die Plötze mit 87 % auf, gefolgt von Flussbarsch und Stint, die in 61 % und 57 % aller analysierten Proben enthalten waren (Abb. 12). Aale wurden nicht gefunden.

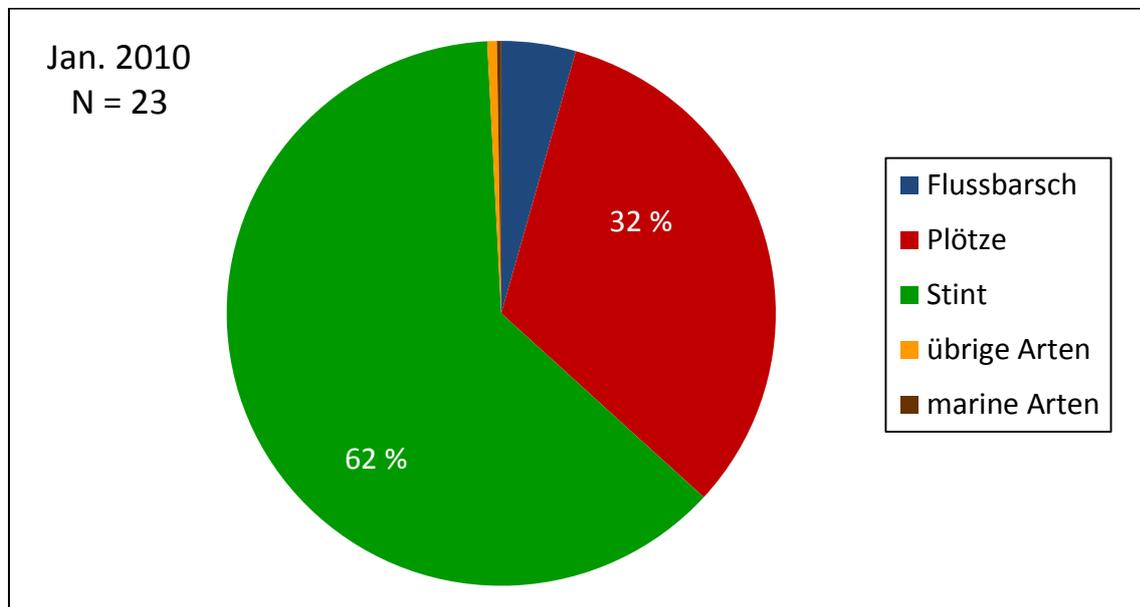


Abb. 11. Relative Nahrungszusammensetzung (Anzahl der Fische) von Kormoranen im Schwentine-System. Analysiert wurden 25 Kormoranmägen aus dem Januar 2010, von denen 23 Beutereste enthielten. Die Gesamtzahl der nachgewiesenen Fische betrug 1.965.

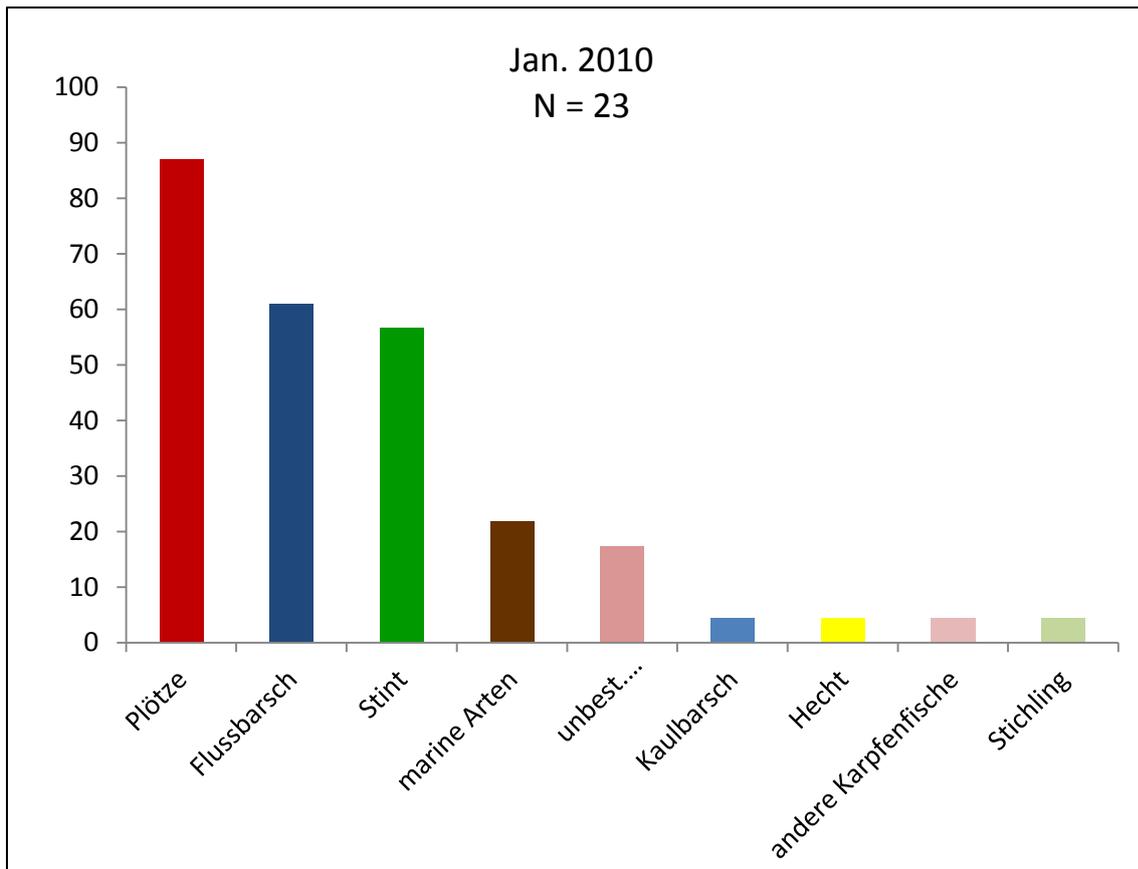


Abb. 12. Prozentuale Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Beutekategorien aus Mageninhaltsanalysen beim Kormoran im Schwentine-System im Januar 2010.

Sommer 2010

In den 218 Proben aus dem Zeitraum April bis September 2010 (209 Speiballen, 9 Mägen) wurden insgesamt 6.309 Beutefische gefunden. Den größten Anteil machten Stint und Flussbarsch mit jeweils 38 % und 34 % aller gefundenen Beutefische aus. Auf den Kaulbarsch entfielen 15 % (Abb. 13). 61 Fische konnten keiner Art oder Familie zugeordnet werden. Die größte Stetigkeit in den Proben wies der Flussbarsch mit 85 % auf, gefolgt von Kaulbarsch (54 %) und Stint (39 %) (Abb. 14). Aal wurde in 7 Proben nachgewiesen (insg. 7 Individuen).

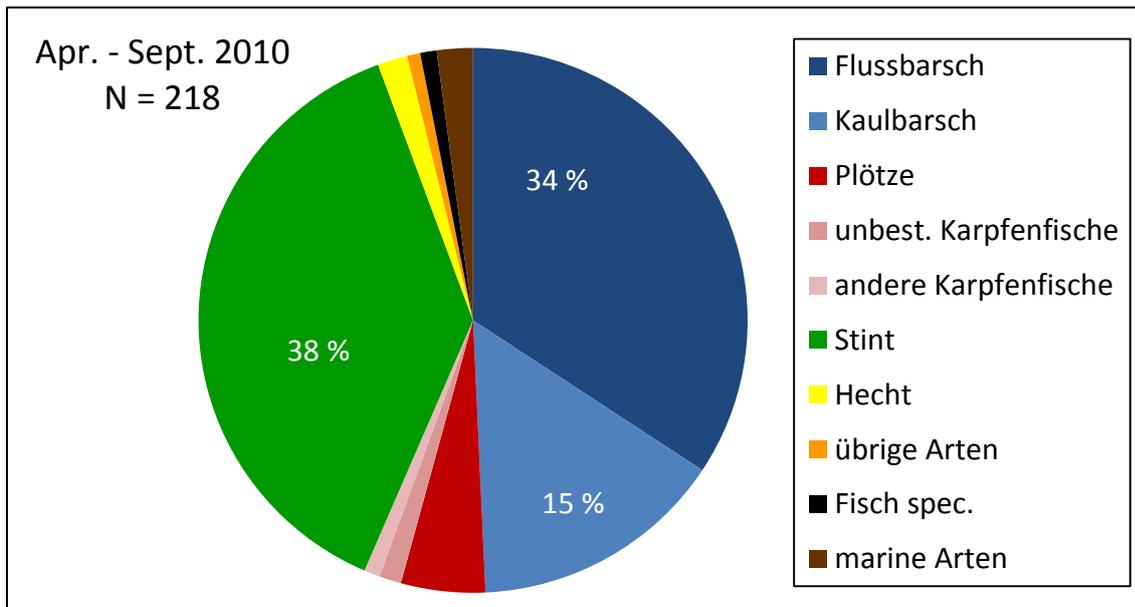


Abb. 13. Relative Nahrungszusammensetzung (Anzahl der Fische) von Kormoranen im Schwentine-System. Analysiert wurden 218 Proben aus dem Zeitraum April bis September 2010. Die Gesamtzahl der nachgewiesenen Fische betrug 6.309. Aal ist mit einem Anteil von 0,1 % in der Kategorie „übrige Arten“ enthalten.

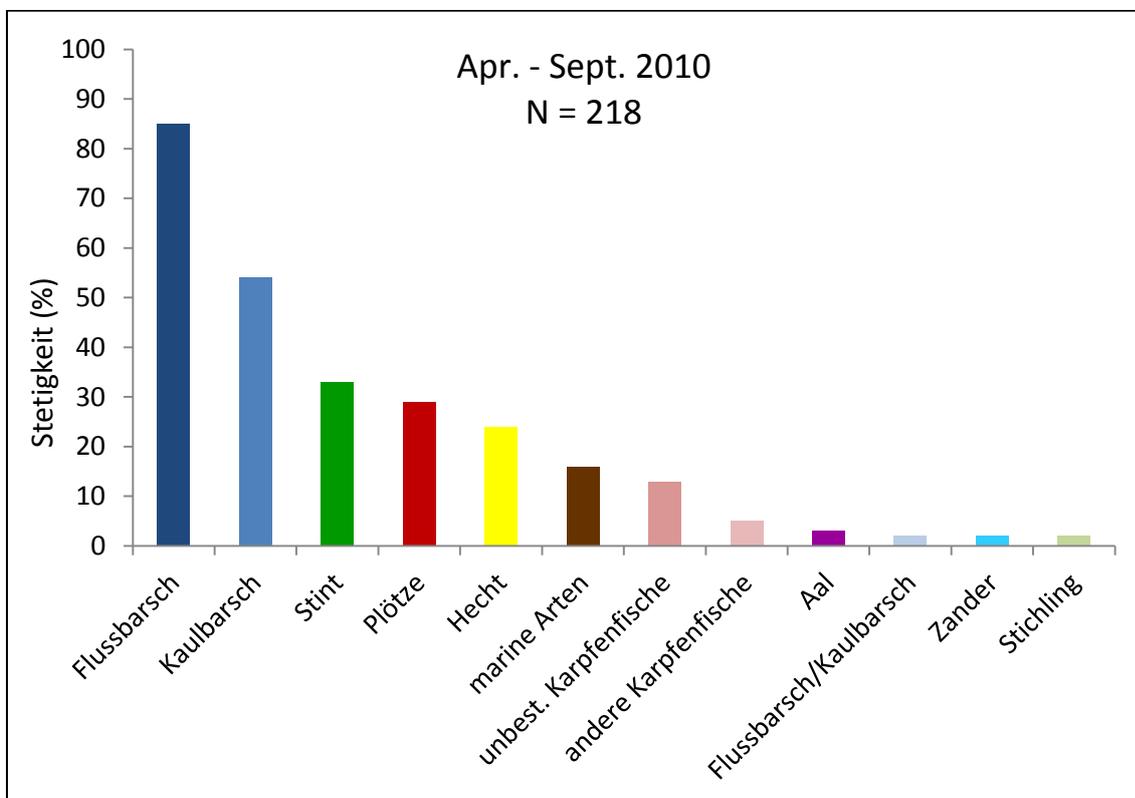


Abb. 14. Prozentuale Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Beutekategorien aus Nahrungsanalysen beim Kormoran im Schwentine-System im Zeitraum April bis September 2010.

Betrachtet man die Nahrungszusammensetzung der einzelnen Monate getrennt, so fallen deutliche Unterschiede auf (Abb. 15 und 16). Von April bis Juli dominierten Barsche (Flussbarsch und Kaulbarsch) das Nahrungsspektrum, im Juni erreichten sie einen Anteil von knapp 80 % an allen in den Proben enthaltenen Beutefischen. Während im April und Mai auch Karpfenfische (insbesondere die Plötze) mit jeweils über 25 % noch eine deutliche Rolle spielten, ging ihr Anteil ab Juni stark zurück. Gleichzeitig stieg der Anteil der Stinte im Nahrungsspektrum an und dominierte die Zusammensetzung im August und September, während sich die zahlenmäßige Bedeutung der Barsche in diesen Monaten reduzierte. Aal wurde in den Monaten Mai (1 Individuum), Juni (2 Ind.), Juli (3 Ind.) und August (1 Ind.) nachgewiesen.

Marine Nahrungsbestandteile machten im April 11 % aller gefundenen Beutereste aus, im weiteren Verlauf der Brutzeit sank ihr Anteil stetig von Monat zu Monat. Im August wurden keine marinen Beutereste in den Proben gefunden, im September betrug ihr Anteil 1 %.

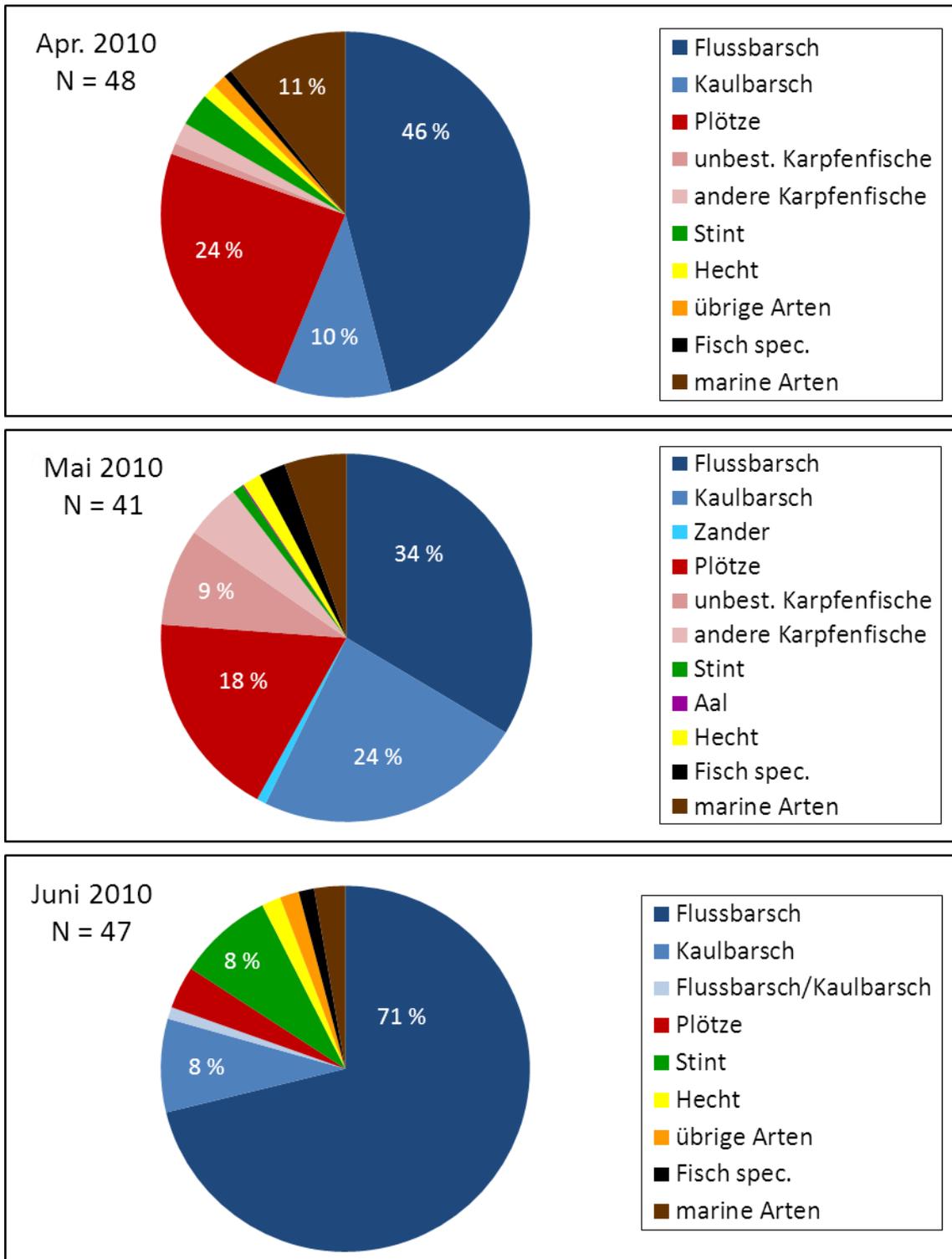


Abb. 15. Monatliche relative Nahrungszusammensetzung (Anzahl der Fische) von Kormoranen im Schwentine-System, basierend auf Speiballenuntersuchungen im Zeitraum April bis Juni 2010. Die Anzahl der nachgewiesenen Fische betrug 413 im April, 738 im Mai und 957 im Juni. Aal ist mit einem Anteil von 0,1 % (Mai) und 0,2 % (Juni) in der Kategorie „übrige Arten“ enthalten. In den Proben aus dem April wurden keine Aale nachgewiesen.

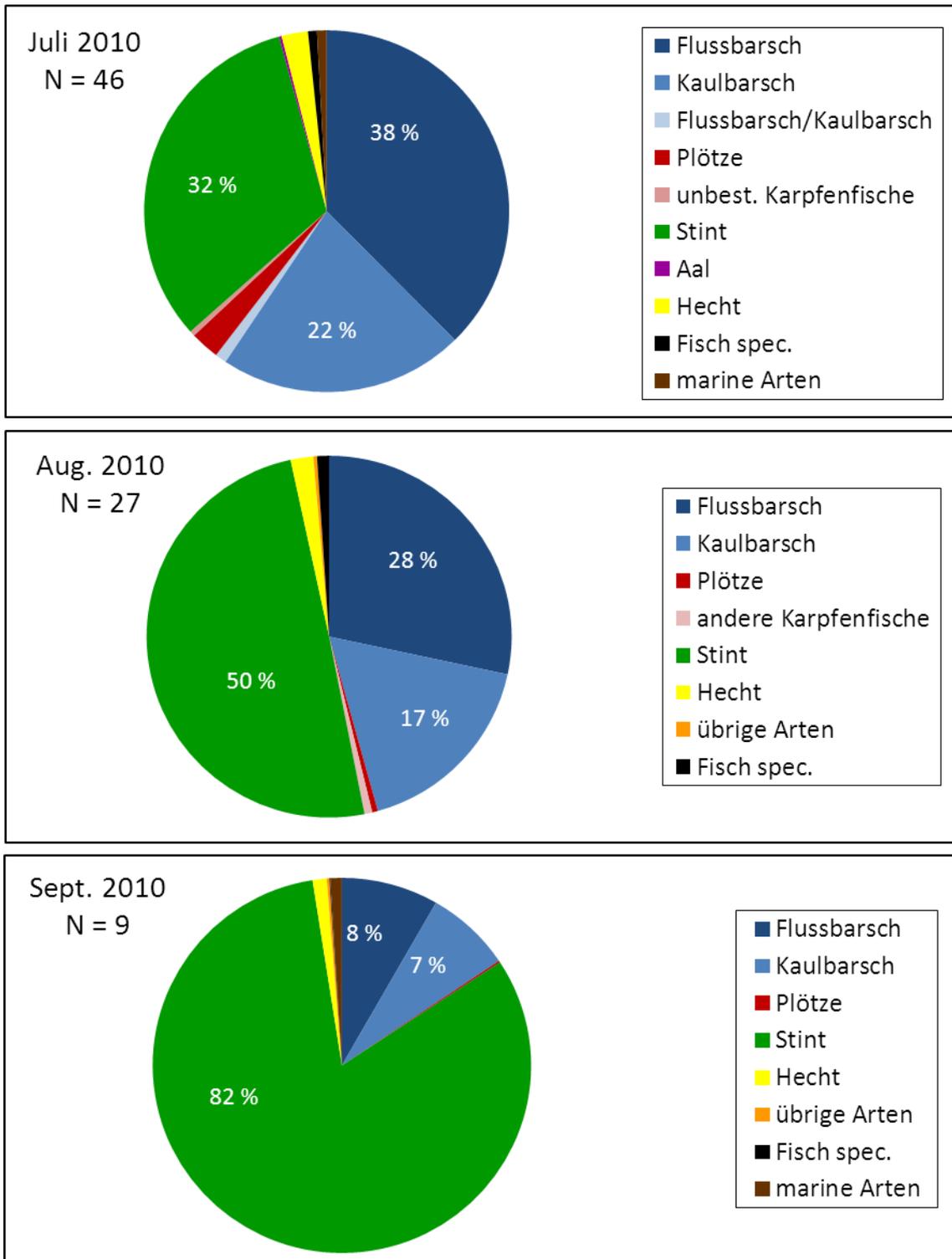


Abb. 16. Monatliche relative Nahrungszusammensetzung (Anzahl der Fische) von Kormoranen im Schwentine-System, basierend auf Speiballen- und Magenuntersuchungen im Zeitraum Juli bis September 2010. Die Anzahl der nachgewiesenen Fische betrug 1.282 im Juli, 1.591 im August und 1.328 im September. Der Anteil von Aal betrug 0,2 % im Juli; im August ist Aal mit einem Anteil von 0,1 % in der Kategorie „übrige Arten“ enthalten. Im September wurden keine Aale nachgewiesen.

Die prozentuale Häufigkeit des Auftretens der Hauptnahrungsarten bzw. Kategorien in den Proben unterstreicht die Ergebnisse der monatlichen Nahrungszusammensetzung. Kaulbarsch, Stint und Hecht nahmen in ihrer Stetigkeit im Verlauf der Brutzeit zu, die Plötze sowie marine Arten hingegen ab. Der Flussbarsch wies im Verlauf der gesamten Brutzeit ein hohes Auftreten auf, mit nur mäßigen Unterschieden zwischen den einzelnen Monaten (Abb. 17).

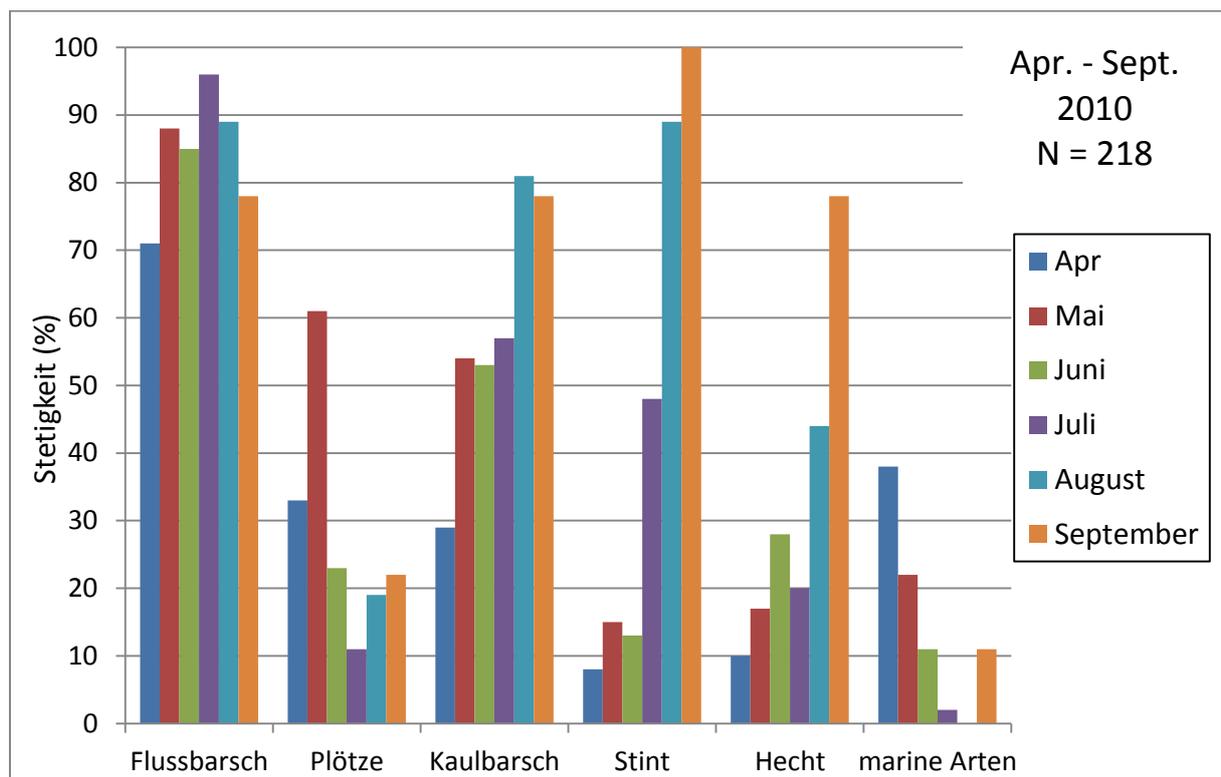


Abb. 17. Monatliche prozentuale Häufigkeit des Auftretens der Hauptbeutekategorien des Kormorans im Schwentine-System im Zeitraum April bis September 2010.

LÄNGEN DER KONSUMIERTEN BEUTEFISCHE

Das Größenspektrum der konsumierten Fische variierte – auch innerhalb einer Fischart – erheblich und reichte von einer minimal gefundenen Fischlänge von 1,4 cm (Stint) bis zu einer maximalen Länge von 74 cm (Aal). Insgesamt wurden eher kleine und mittelgroße Exemplare gefressen, der Median der meisten Arten lag unter 20 cm (Tab. 7). Für die wichtigsten Beutefischarten ist die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Fischlängen in Abb. 18 dargestellt. Bei allen Arten wird auch hier die Dominanz der kleinen und mittleren

Beutefischgrößen sichtbar. Vergleicht man die Ergebnisse der Längenmessungen von Flussbarsch, Plötze und Hecht, die eine große Spannweite im Größenspektrum aufweisen, mit der Nahrungszusammensetzung der einzelnen Proben, so wird deutlich, dass die meisten Kormorane viele kleine bis mittlere Exemplare dieser Fischarten gefressen haben, während bei nur wenigen Kormoranen einzelne, große Vertreter nachgewiesen wurden. Ein Beispiel für die große Varianz der konsumierten Fischlängen ist am Beispiel der Plötze in Abbildung 19 dargestellt.

Tab. 7. Minimalwert, Median und Maximalwert der Länge aller in Mägen und Speiballen von Kormoranen gefundenen Beutefische, für die eine Längenbestimmung anhand von direkter Messung oder Rückrechnung aus Maßen verschiedener Fischreste (Otolithen, Kauplatten, Stacheln) möglich war.

Fischart /-familie	N	Minimum	Median	Maximum
Aal	8	29.1	50.3	74.0
Aalmutter	1	20.1	20.1	20.1
Dorsch	53	5.0	30.0	38.6
Flussbarsch	1464	2.9	9.2	31.1
Giebel/Karausche	19	8.9	13.8	22.1
Grundeln (<i>Pomatoschistus spec.</i>)	7	3.6	4.3	5.4
Hecht	85	8.8	24.0	44.9
Hering	4	20.1	23.3	23.6
Karpfen	26	8.0	12.9	26.0
Kaulbarsch	752	3.2	7.8	14.7
Plattfische (Pleuronectidae)	12	10.2	18.5	21.0
Plötze	919	4.3	7.0	32.5
Rotfeder	4	12.2	17.6	22.2
Schleie	1	18.8	18.8	18.8
Schwarzgrundel	2	5.0	7.3	9.6
Stichling	6	4.2	4.9	6.1
Stint	1088	1.4	5.1	11.0
Zander	7	13.1	16.5	29.2

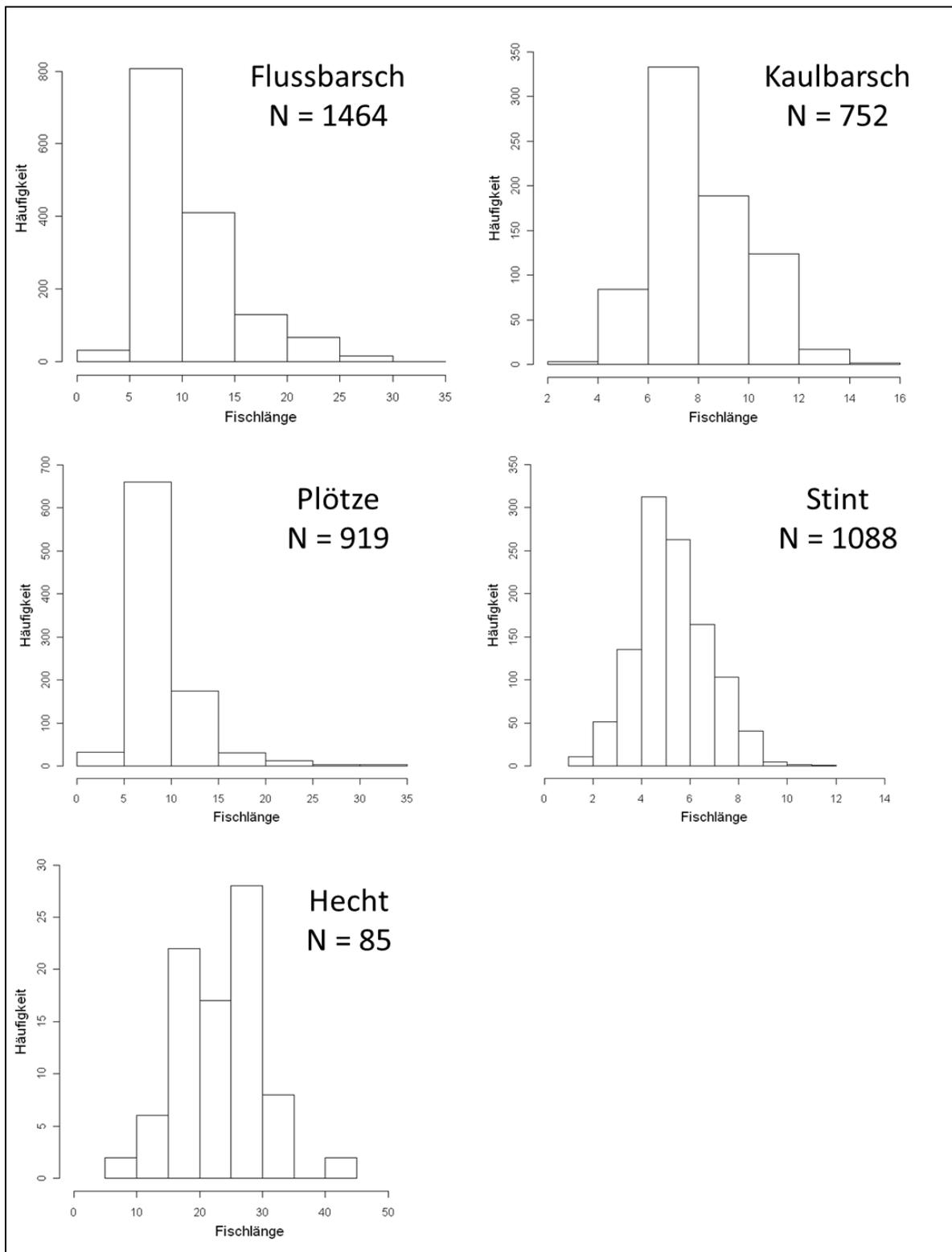


Abb. 18. Häufigkeitsverteilung der von Kormoranen im Schwentine-System konsumierten Fischlängen der häufigsten Beutefischarten. N gibt die Anzahl aller gemessenen Fische (direkte Längenmessung oder Messung der Otolithen / Kauplatten) aller analysierten Proben (Winter 2009, Januar 2010, April bis September 2010) an. Beachte die unterschiedlichen Skalierungen der Achsen.



Abb. 19. Größenspektrum der im Schlund bzw. Magen von Kormoranen gefundenen Plötzen. Während in der Mehrzahl der Proben mehrere kleine bis mittelgroße Plötzen nachgewiesen wurden (links, dargestellt ist der Inhalt eines Magens), fraßen einzelne Kormorane auch große Exemplare (rechts).

Beim Flussbarsch konnten im Sommer 2010 Unterschiede in der Fischlänge zwischen den einzelnen Monaten festgestellt werden (Abb. 20). Im April und Mai waren die konsumierten Fischlängen signifikant größer als in allen anderen Monaten (p jeweils $< 0,001$, alle Kombinationen), während zwischen den beiden Monaten April und Mai kein signifikanter Unterschied festzustellen war ($p = 0,2$). Ein weiterer statistisch belegter Unterschied in der Fischlänge ergab sich zudem zwischen Juni und August sowie zwischen Juli und August (p jeweils $< 0,001$). Bei den übrigen Monatskombinationen ergab der Test keine signifikanten Unterschiede in der Länge der konsumierten Flussbarsche.

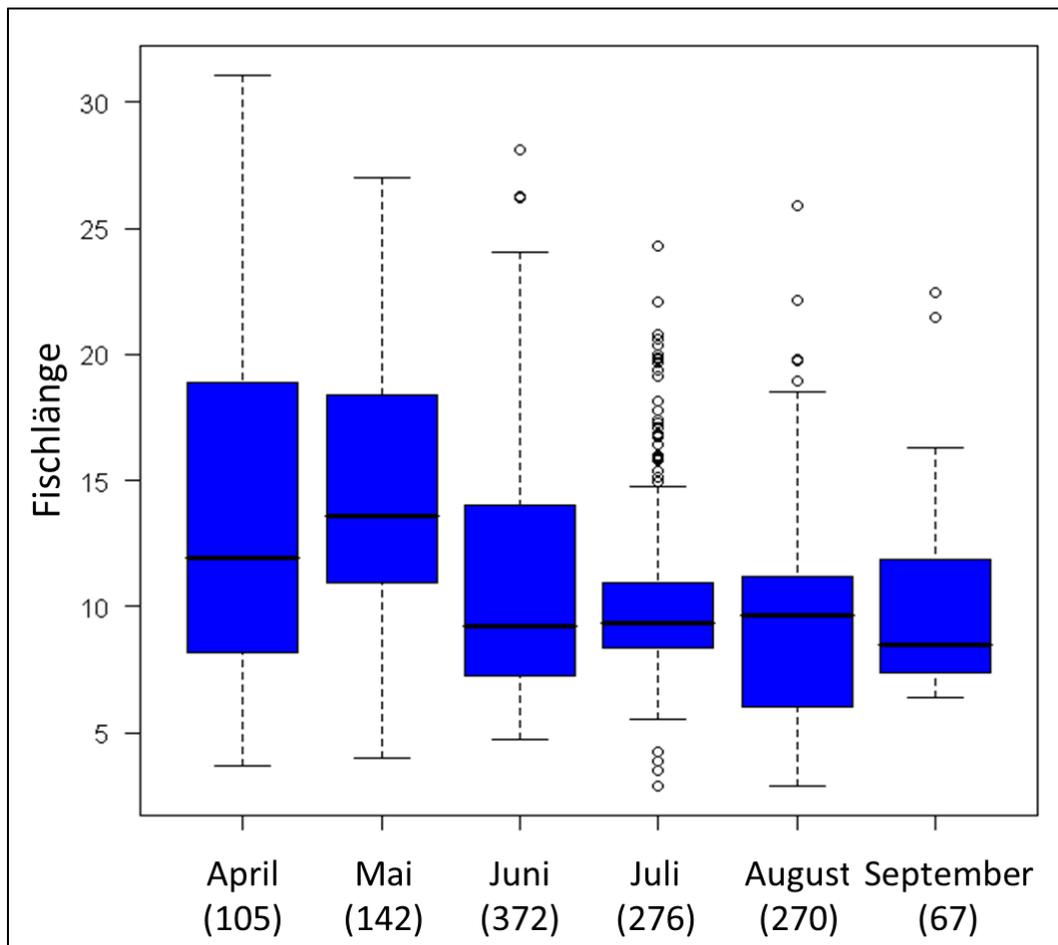


Abb. 20. Saisonale Unterschiede in der Fischlänge der von Kormoranen konsumierten Flussbarsche im Zeitraum April bis September 2010, basierend auf der Vermessung von Fischen oder Otolithen. Die Zahl unter den Monatsnamen gibt die Anzahl der vermessenen Individuen an.

KONSUMIERTE BIOMASSE

Bezüglich der Biomasse dominierten im Winter 2009 Plötze und Flussbarsch die Nahrung von Kormoranen mit einem Anteil von jeweils 39 % und 33 % an der gesamten konsumierten Biomasse (Abb. 21) und spiegeln somit weitgehend das zahlenmäßige Auftreten der beiden Beutearten wieder (vgl. Abb. 9). Im Januar 2010 dominierte in der Biomasseverteilung die Plötze mit 68 %, während der Stint, der in diesem Zeitraum zahlenmäßig den höchsten Anteil am Nahrungsspektrum stellte (vgl. Abb. 11), nur einen Biomasseanteil von 10 % an der gesamten konsumierten Biomasse aufwies (Abb. 22). Im Sommer 2010 dominierte von April bis Juni der Flussbarsch das Nahrungsspektrum bezüglich Biomasse, mit einem Anteil von 42 % bis 58 % an der gesamten konsumierten Biomasse pro Monat. An zweiter Stelle folgten in allen drei Monaten marine Arten, insbesondere bedingt durch die hohen Biomasseanteile

großer Dorschexemplare (Abb. 23). Von Juli bis September spielten Flussbarsche weiterhin eine wichtige Rolle, gleichzeitig nahmen die Biomasseanteile von Kaulbarsch und Hecht deutlich zu, während marine Arten in der Bedeutung abnahmen. Stint besaß trotz seiner zahlenmäßigen Dominanz im Zeitraum Juli bis September (vgl. Abb. 16) bezüglich der konsumierten Biomasse nur eine untergeordnete Bedeutung (Abb. 24).

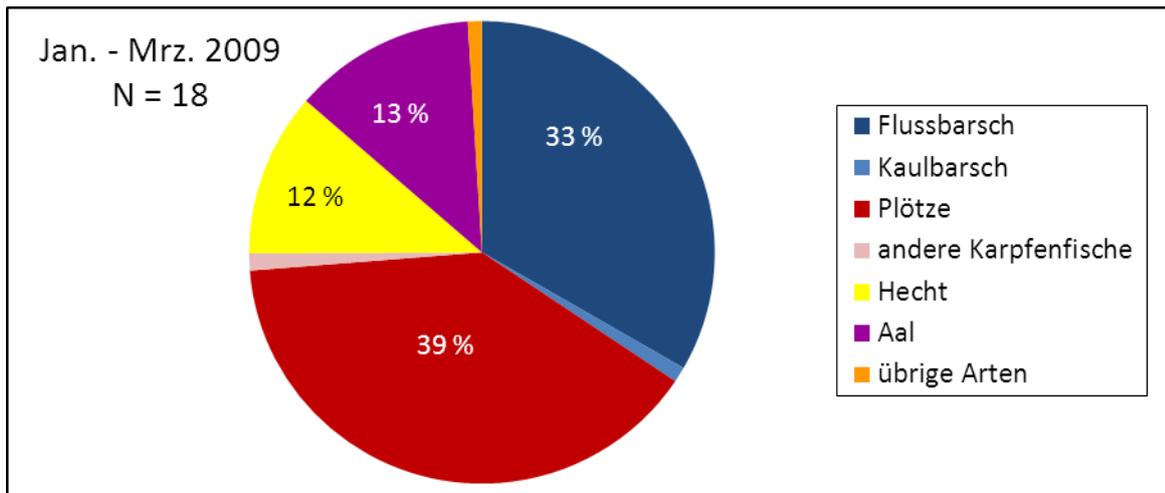


Abb. 21. Relative Biomasseanteile der verschiedenen Beutekomponenten in der Nahrung von Kormoranen im Schwentine-System. Analysiert wurden 18 Kormoranmägen aus dem Zeitraum Januar bis März 2009.

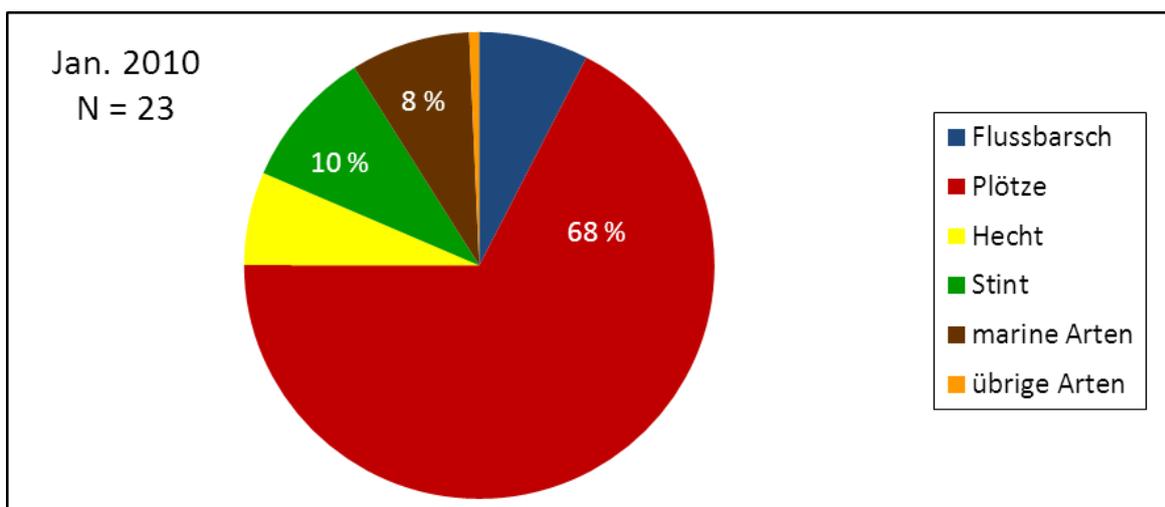


Abb. 22. Relative Biomasseanteile der verschiedenen Beutekomponenten in der Nahrung von Kormoranen im Schwentine-System. Analysiert wurden 25 Kormoranmägen aus dem Januar 2010, von denen 23 Beutereste enthielten.

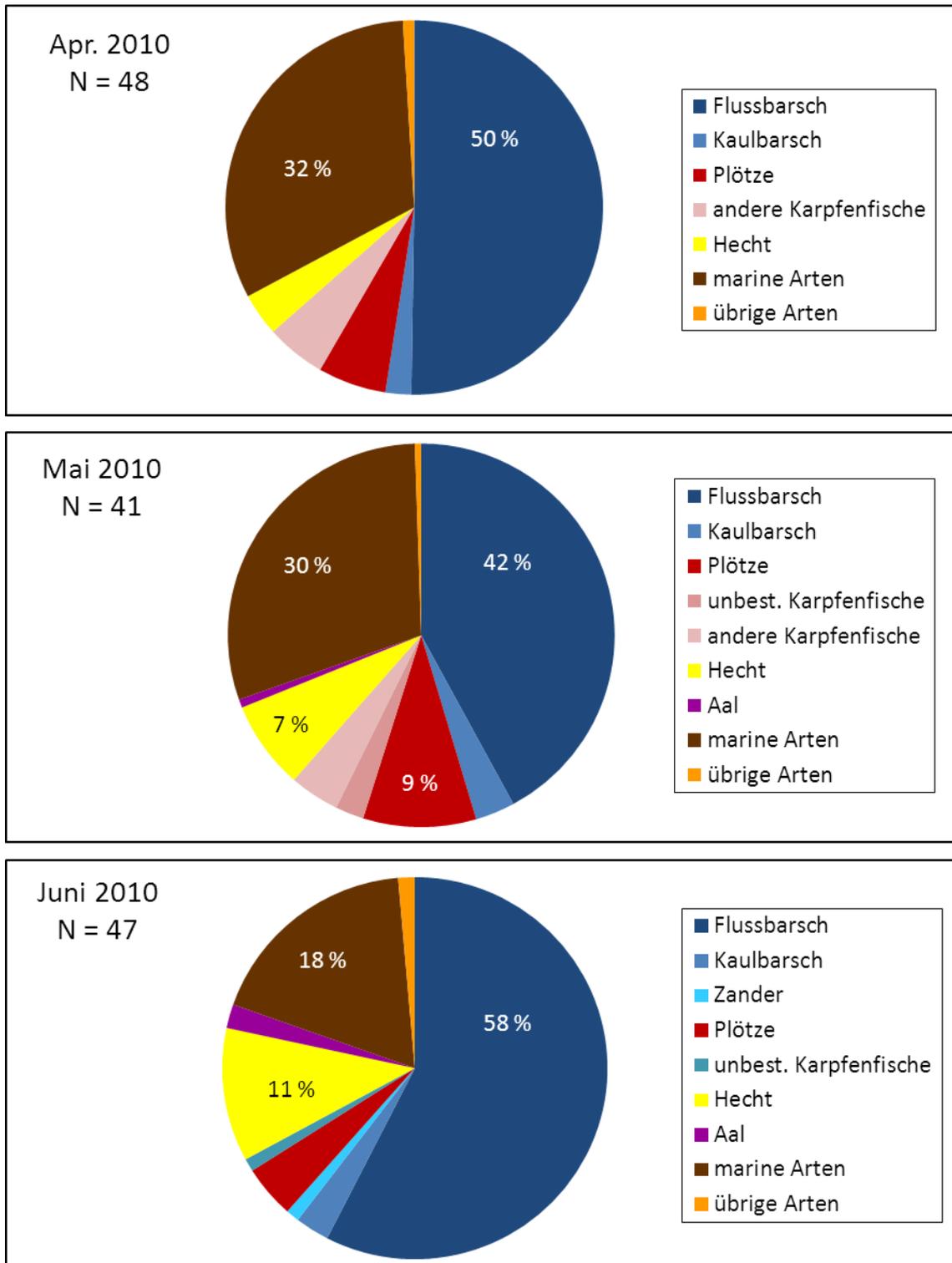


Abb. 23. Relative monatliche Biomasseanteile der verschiedenen Beutekomponenten in der Nahrung von Kormoranen im Schwentine-System, basierend auf Speiballenuntersuchungen im Zeitraum April bis Juni 2010.

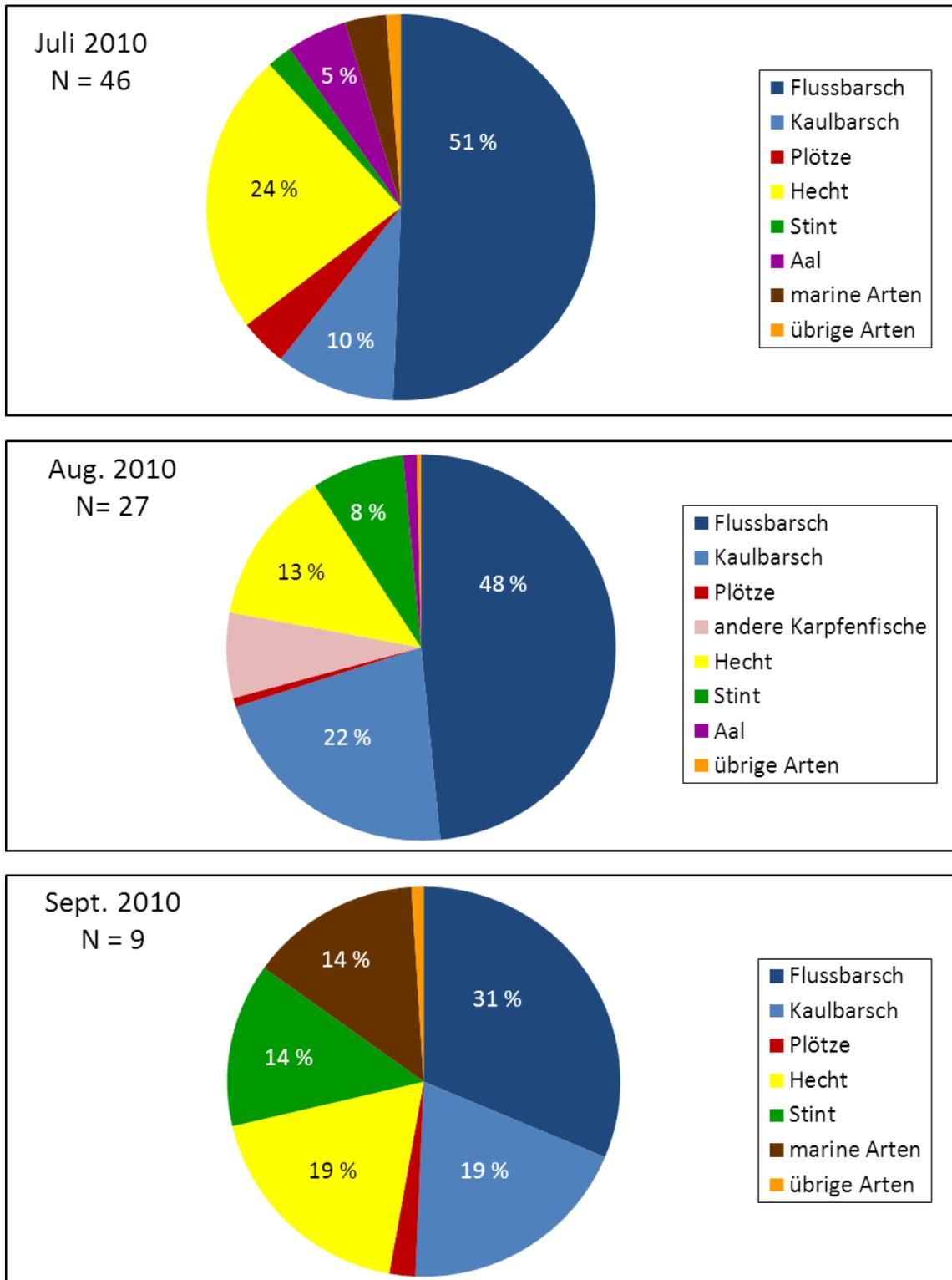


Abb. 24. Relative monatliche Biomasseanteile der verschiedenen Beutekomponenten in der Nahrung von Kormoranen im Schwentine-System, basierend auf Speiballen- und Magenuntersuchungen im Zeitraum Juli bis September 2010.

AUFTRETEN VON AAL

Beutereste von Aal waren sowohl in den untersuchten Mägen als auch in den Speiballen enthalten. In den 209 Speiballen und 34 Mägen aus dem Jahr 2010 wurden insgesamt 7 Aale nachgewiesen (Tab. 8). Dies entspricht einem Anteil von $< 0.1\%$ an allen gefundenen Beutefischen. In den 18 Magenproben aus dem Zeitraum Januar bis März 2009 wurden insgesamt 2 Aale gefunden (0.3% aller konsumierten Fische). Auf Monatsbasis betrachtet lag das zahlenmäßige Vorkommen von Aal stets unter 1% aller konsumierten Fische. Das Größenspektrum der messbaren Aale reichte von 29 cm bis 74 cm, der Median lag bei 50 cm (siehe Abb. 25 und Tab. 8). Bezogen auf die konsumierte Biomasse erreichte der Aal im Zeitraum Januar bis März 2009 mit 12% den Maximalwert. Im Juli 2010 betrug der Anteil an Aal 5% , im Juni 2% und im Mai und August jeweils 1% der konsumierten Biomasse (vgl. auch Abb. 21, 23, 24).



Abb. 25. Vorkommen eines andgedauten Aales im Magen/Schlund eines Kormorans mit einer Gesamtlänge von > 70 cm.

Tab. 8. Anzahl der in den Nahrungsproben von Kormoranen gefundenen Aale in den Jahren 2009 und 2010. Die Daten der Speiballenanalysen aus dem Jahr 2009 wurden als Vergleichswerte dargestellt und stammen von B. Koop und J. Kieckbusch (pers. Mitt.). TL: Totallänge, berechnet durch Otolithenvermessung (s. Text).

	Anzahl Aale 2010	Anzahl Aale 2009
Mägen	N = 32 Proben	N = 18 Proben
Januar	0	0
Februar	keine Proben	0
März	keine Proben	2 (TL: 52 cm / 74 cm)
September	0	
Speiballen	N = 209 Proben	N = 373 Proben
April	0	keine Proben
Mai	1 (TL: 49 cm)	2
Juni	2 (TL: 29 cm / 58 cm)	0
Juli	3 (TL: 49 cm / 55 cm / ?)	1
August	1 (TL: 41 cm)	3
September	keine Proben	0
Gesamt	N = 243 Proben	N = 391 Proben
	7	8

GESAMTKONSUMPTION DURCH KORMORANE IM SCHWENTINE-SYSTEM 2010

Im Jahr 2010 haben die im Jahresverlauf anwesenden Kormorane insgesamt ca. 74 t Fisch konsumiert (Tab. 9). Das 95 %-Konfidenzintervall betrug 46-120 t. Mit 43 % entfiel der größte Anteil an der Gesamtkonsumption auf den Flussbarsch, gefolgt von Hecht (14 %), Kaulbarsch (11 %), Plötze und Dorsch (jeweils 9 %), Stint (6 %) und Giebel/Karausehe (2 %). Auf den Aal entfiel ein Anteil von 1,6 %, entsprechend einer Gesamtfraßmenge von etwa 1,2 t. Bei allen anderen Fischarten lag der Anteil an der Gesamtkonsumption jeweils unter 1 %.

Tab. 9. Gesamtkonsumption verschiedener Fischarten durch Kormorane im Schwentine-System im Jahr 2010.

Fischart / -familie	Gesamtkonsumption [t]
Flussbarsch	31.9
Hecht	10.4
Kaulbarsch	8.8
Dorsch	6.4
Plötze	6.3
Stint	4.3
Giebel / Karausche	1.3
Aal	1.2
Plattfische (Pleuronectidae)	0.6
Heringsfische (Clupeidae)	0.6
Rotfeder	0.4
unbestimmte Karpfenfische (Cyprinidae)	0.4
Karpfen	0.3
Aalmutter	0.2
Zander	0.2
Fluss- / Kaulbarsch	0.2
Grundeln (Gobiidae)	0.03
Stichling	0.01
Schleie	< 0.001

AKTIONSRADIEN UND JAGDSTRATEGIE

Von Mai bis September 2010 suchten die meisten Kormorane den Großen Plöner See als Nahrungsgewässer auf, während auf den anderen untersuchten Seen nur sehr geringe Anzahlen beobachtet wurden (Tab. 10; siehe auch Kieckbusch & Koop, 2010). Dabei gingen die Kormorane auf dem Großen Plöner See überwiegend gemeinsam der Schwarmjagd nach. Bei den Beobachtungen an den übrigen Gewässern handelte es sich größtenteils um überfliegende oder rastende Tiere - nur wenige Kormorane wurden beim Nahrungstauchen beobachtet, dann aber überwiegend einzeln. Nur am 21. Juli gingen am Dieksee acht Kormorane der gemeinschaftlichen Jagd nach. Erst im Oktober, als die meisten Kormorane das Untersuchungsgebiet bereits verlassen hatten, hielten sich auch an den anderen Gewässern teilweise etwas höhere Anzahlen auf, während am Großen Plöner See kaum noch Vögel beobachtet wurden (Tab. 10).

Tab. 10. Anzahlen beobachteter Kormorane bei den Synchronzählungen an den Gewässern im Schwentine-System im Jahr 2010.

	20.05.	23.06.	21.07.	16.08.	08.09.	12.10.
Postsee	8	2	1	4	6	102
Lanker See	2	1	0	3	8	38
Trammer See	0	-	1	4	2	-
Kleiner Plöner See	0	0	2	34	0	75
Großer Plöner See	606	1050	1500	4370	2760	3
Behler See	1	7	2	3	11	2
Dieksee	3	5	39	16	6	11
Kellersee	1	0	1	7	0	3
Großer Eutiner See	3	0	0	1	5	4

Die Abflugrichtungen aus der Kolonie Gүsdorfer Teich in die Nahrungsgebiete lassen sich gut mit den Beobachtungen an den Gewässern in Einklang bringen. Die meisten Kormorane verließen den Brutplatz in den Monaten Mai bis August in großen Gruppen in südsüdöstliche bis südsüdwestliche Richtungen, in der sich der Große Plöner See befindet, während nur wenige Vögel in andere Richtungen abflogen (Abb. 26).

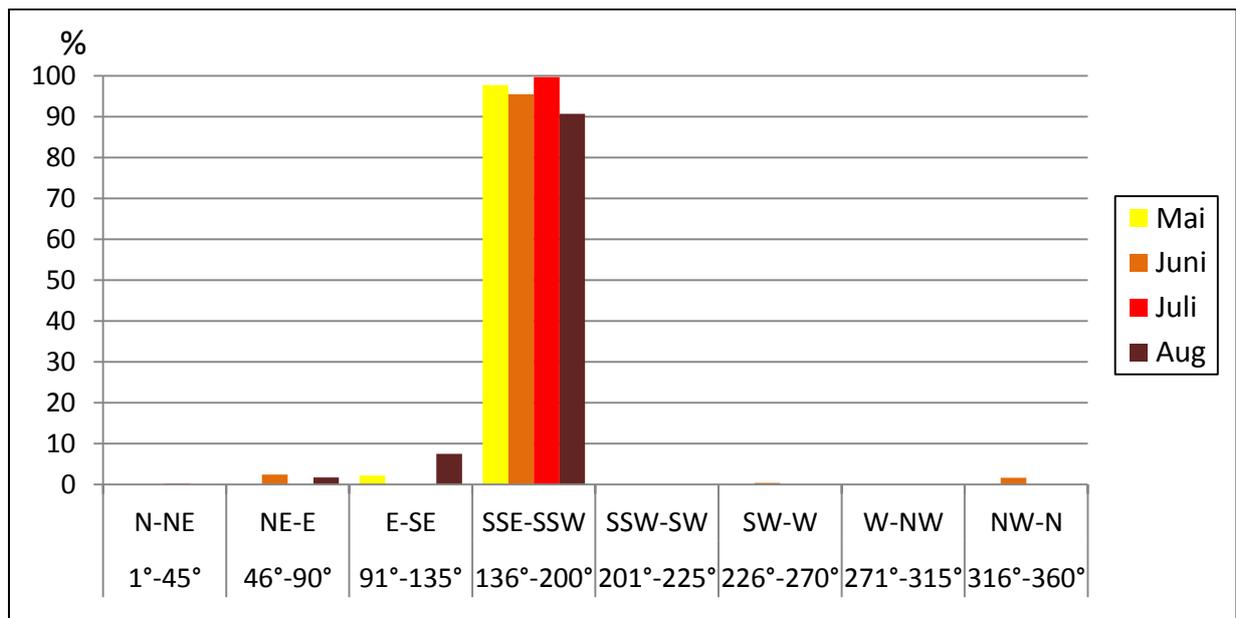


Abb. 26. Abflugrichtungen (prozentuale Anteile) der Kormorane aus der Kolonie Gүsdorfer Teich auf dem Weg in die Nahrungsgebiete im Jahr 2010.

VERGLEICH MIT FRÜHEREN JAHREN

Entwicklung des Kormoranbestandes

Nach einer fast jährlichen Zunahme in den 1980er und 1990er Jahren schwankt die Anzahl der jährlichen Kormorantage seit Ende der 1990er Jahre auf ähnlichem Niveau (Abb. 27). Der extrem niedrige Wert der Nutzungsintensität im Jahr 2008 ist auf intensive Vergrämungsmaßnahmen am Großen Plöner See zurückzuführen (Kieckbusch & Koop, 2010). Eine nennenswerte Brutansiedlung im Plöner Raum erfolgte im Jahr 1995 am Heidensee, mit ansteigenden Brutpaarzahlen bis zum Jahr 2000. Bedingt durch Koloniaufgaben nach der Durchführung von Vergrämungsmaßnahmen im Rahmen der Kormoranverordnung und Kolonieverlagerungen zum Güssdorfer Teich weist der Brutbestand seither deutliche Schwankungen auf. Seit dem Jahr 2008 ist die Kolonie Güssdorfer Teich die einzige Brutkolonie im Untersuchungsgebiet.

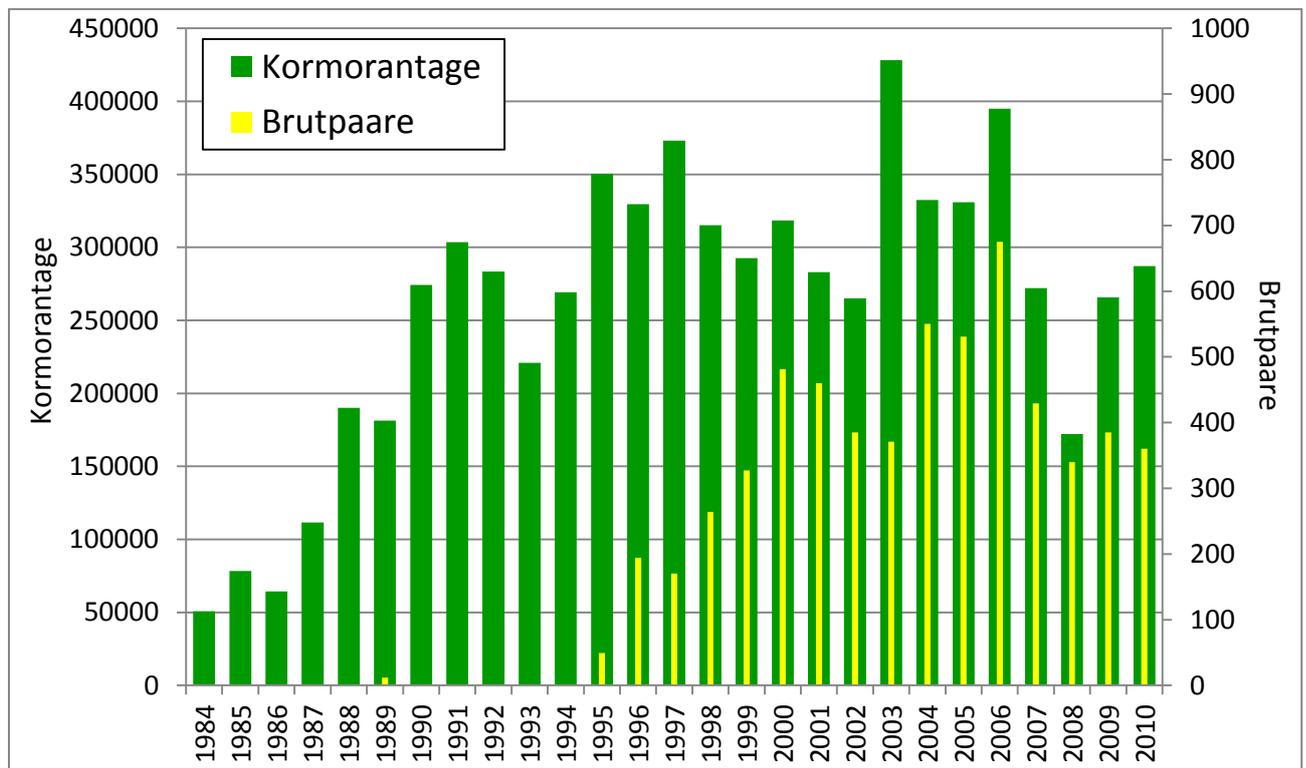


Abb. 27. Entwicklung der jährlichen Nutzungsintensität der Kormorane im Plöner Raum von 1984 bis 2010 (Kormorantage, grüne Balken) sowie des Brutbestandes der Kolonien im Einzugsbereich (gelbe Balken), verändert nach Kieckbusch & Koop (2010).

Ein Vergleich der Daten von 2010 mit den ebenfalls auf Dekadenbasis vorliegenden Zählungen aus dem Jahr 2009 zeigt große Übereinstimmungen im saisonalen Verlauf innerhalb eines Jahres (Abb. 28, vgl. Abb. 8). Die Zahl der Kormorantage als Ausdruck der jährlichen Nutzungsintensität im Plöner Raum wird insbesondere durch den Brutbestand April bis August sowie durch den Rastbestand von Juli bis September bestimmt, während sich im Winter meist nur eine geringe Anzahl an Kormoranen im Gebiet aufhält.

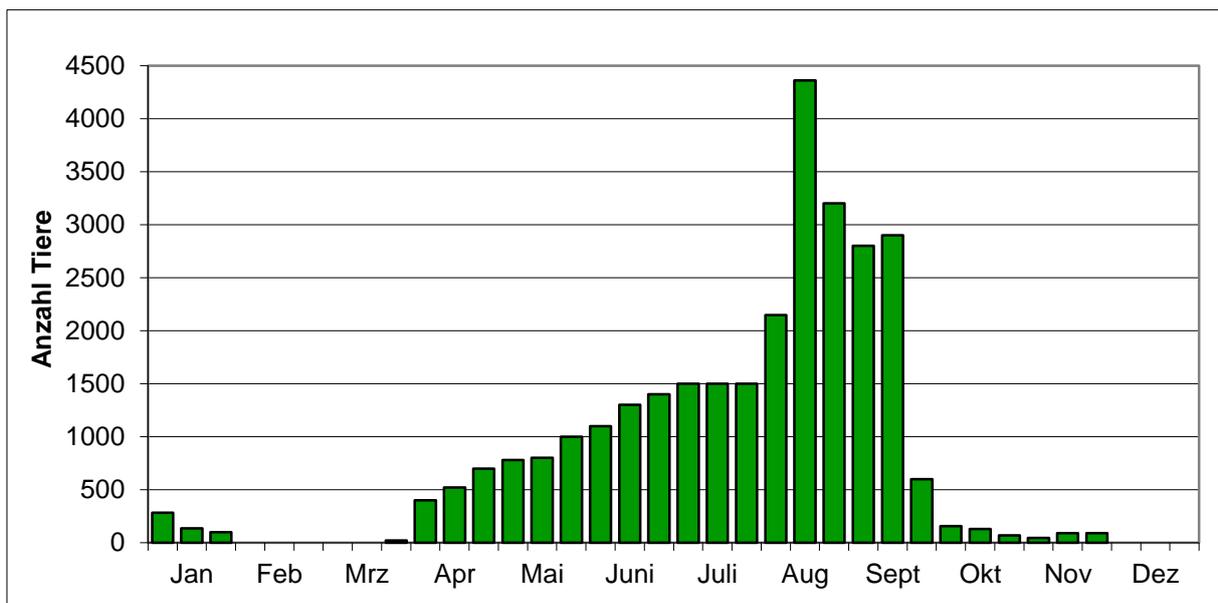


Abb. 28. Rastbestand des Kormorans im Bereich der Plöner Seenplatte im Jahr 2009, verändert nach Kieckbusch & Koop (2009). Die Zählungen schließen die Brut- und Schlafplätze Güssdorfer Teich, Heidensee sowie die Inseln Sterin und Ascheberg im Großen Plöner See ein.

Nahrungszusammensetzung

Die Ergebnisse der Speiballenanalysen früherer Jahre bestätigen einerseits die Dominanz der vier Arten Flussbarsch, Plötze, Stint und Kaulbarsch, andererseits die geringe Bedeutung von Aal und die hohe Bedeutung von Schwarmfischarten im Nahrungsspektrum der Kormorane im Schwentine-System. Die Untersuchungen in der Kolonie Güssdorfer Teich in den Jahren 2007 bis 2009 ergaben nur geringe Schwankungen der prozentualen Häufigkeit des Auftretens von größeren Flussbarschen und Weißfischen (30,4 bis 33,1 %), Schwarmfischen (58,2 bis 60,5 %) und Aal (1,5 bis 1,8 %), und belegen damit eine große Konstanz in der Stetigkeit dieser Arten bzw. Artgruppen in den Nahrungsproben (siehe auch Kieckbusch & Koop 2008, 2009). Die größten Schwankungen zwischen verschiedenen Jahren traten bei

Kaulbarsch und Stint auf. Auch zahlenmäßig bestärkt das geringe Auftreten von Aal in den Speiballenanalysen von 2009 die Ergebnisse aus dem Jahr 2010 (siehe Tab. 8). In der Kolonie Heidensee lagen, basierend auf Untersuchungen in den Jahren 2000 sowie 2002-2006, die prozentualen Häufigkeiten des Auftretens zwischen 30 % und 55,7 % bei größeren Flussbarschen und Weißfischen und zwischen 39,6 % und 64,8 % bei kleinen Schwarmfischen. Beide Gruppen zusammen stellten Anteile von 89,5 % bis 97,1 % an der prozentualen Häufigkeit in allen untersuchten Proben. Die größten Schwankungen waren wiederum bei Stint und Kaulbarsch zu verzeichnen. Die Häufigkeit von Aal in den Proben variierte zwischen 0,9 und 1,9 %. Auch die Speiballenanalysen aus der Kolonie Heidensee weisen damit eine hohe Konstanz in der Stetigkeit der wichtigsten Beutefischarten bzw. Artgruppen im Nahrungsspektrum der Kormorane im Schwentine-System auf. Für den Winter liegen weitaus weniger Informationen vor. Bei Magenanalysen von 240 Kormoranen, die im Zeitraum August 1993 bis März 1994 sowie August bis November 1994 am Kellersee geschossen wurden, war Aal in knapp 50 % aller Mägen enthalten (Kieckbusch & Koop, 1996). Insgesamt wird die Repräsentativität und Aussagekraft der Ergebnisse aus dem Jahr 2010 zumindest durch die Daten der letzten zehn Jahre unterstützt. Zusammen mit der Entwicklung der Nutzungsintensität in Form von Kormorantagen und unter der Annahme einer vergleichbaren Saisonalität im Auftreten der Vögel im Jahresverlauf (siehe oben) lassen sich zudem Rückschlüsse auf die Entwicklung der jährlichen Aalkonsumption im Schwentine-System ziehen, wenngleich eine detaillierte Rückrechnung der Gesamtfraßmenge mit dem bioenergetischen Modell nicht möglich ist, da bei den älteren Untersuchungen die Speiballen nach der Hauptnahrungskomponente und der Stetigkeit, nicht aber hinsichtlich der Beuteanzahl und Biomasse ausgewertet wurden. Danach kann zumindest für die 2000er Jahre eine über die Jahre gemittelt etwa gleichbleibende Gesamtkonsumption an Aal durch die Kormorane angenommen werden. Rechnet man den Wert von 1,2 t konsumierten Aal aus dem Jahr 2010 auf die Kormorantage der Jahre 2000 bis 2009 um, so ergeben sich Werte im Bereich von 0,7 t im Jahr 2008 bis 1,8 t im Jahr 2003 (Tab. 11).

Tab. 11. Geschätzte Gesamtkonsumtion an Aal durch Kormorane im Schwentine-System in den Jahren 2000-2009, basierend auf der Umrechnung der Gesamtfraßmenge von 2010 auf die Anzahl der Kormorantage der früheren Jahre.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Kormoran- tage	318.000	283.000	265.000	428.300	332.400	331.000	395.000	272.000	172.250	265.777
Fraßmenge Aal (t)	1.3	1.2	1.1	1.8	1.4	1.4	1.7	1.1	0.7	1.1

DISKUSSION

Die Ermittlung des täglichen Energie- und Nahrungsbedarfes von Kormoranen ist schon seit langer Zeit von besonderem Interesse. Die Thematik ist insbesondere auch artenschutzrechtlich von großer Bedeutung, da Kormorane aufgrund vermeintlicher Konkurrenz mit dem Menschen um die Ressource Fisch immer wieder in die Kritik geraten und sich auf diese Konkurrenz auch Ausnahmeregelungen zur Vergrämung und Tötung dieser nach internationalem und nationalem Recht besonders geschützten Vogelart (siehe Czybulka, 2006) begründen (z.B. Gesetz- und Verordnungsblatt Schleswig-Holstein 2006, 2011; Kormoranlandesverordnung Mecklenburg-Vorpommern vom 12.07.2007, http://mv.juris.de/mv/gesamt/KormV_MV_2007.htm). Zur Abschätzung der täglich aufgenommenen Nahrungsmenge beim Kormoran haben sich in den letzten Jahrzehnten mehrere Methoden etabliert, so z.B. der Einsatz von doppelt markiertem Wasser (Keller & Visser, 1999) und von Magentemperatursensoren (Grémillet & Plös, 1994), automatisches Wiegen (Grémillet et al., 2000) sowie die Messung des Sauerstoffverbrauchs verschiedener Aktivitäten in Verbindung mit der Erstellung von Zeit-Aktivitäts-Budgets (z.B. Grémillet et al., 1995; Grémillet et al., 2003). Direkte Berechnungen der täglich konsumierten Nahrungsmenge können anhand der Analysen von Mageninhalten und Speiballen erfolgen, doch wird diese Methode aufgrund des Verlustes und der Abnutzung von Beuteresten, insbesondere Otolithen, als problematisch eingestuft (z.B. Grémillet & Plös, 1994). Bei

Magenanalysen ist meist unklar, welchen Anteil einer Tagesmahlzeit der enthaltene Mageninhalt repräsentiert. Bei Speiballen gibt es unterschiedliche Angaben zur täglichen Produktionsrate. Zijlstra & van Eerden (1995) beobachteten bei in Gefangenschaft gehaltenen Tieren die Produktion eines Speiballens pro Tag, unabhängig von der Anzahl der Fütterungsereignisse. Der Speiballen wurde in den frühen Morgenstunden ausgewürgt und enthielt nur Bestandteile der Nahrung vom Vortag, nicht aber von weiter zurückliegenden Tagen, und spiegelte daher eine Tagesmahlzeit wieder. Bei kamerabasierten Untersuchungen freilebender Kormorane an einem Winterrastplatz auf Helgoland beobachteten Hüppop und Fründt (2002) die Abgabe von 0,33 bis 1 (im Mittel 0,74) Speiballen pro Nacht, bevorzugt in der letzten Stunde vor Sonnenaufgang. In keiner der beiden Studien wurde die Abgabe von mehr als einem Speiballen pro Tag registriert. Bei jungen Kormoranen in Gefangenschaft wurde festgestellt, dass diese bis zum Alter von zwei Monaten keine Speiballen produzieren. Danach stieg die Speiballenrate langsam an und erreichte nach sieben Monaten eine Rate von 0,87 Speiballen pro Tag (Trauttmansdorff & Wassermann, 1995). Aufgrund dieser genannten Unsicherheiten wurde im Rahmen des vorliegenden Modells die tägliche Nahrungsmenge der Kormorane im Schwentine-System nicht anhand der analysierten Mageninhalte und Speiballen errechnet, sondern es wurde ein bioenergetisches Modell zur Abschätzung der jährlichen Gesamtkonsumption verschiedener Fischarten erstellt, ein gebräuchlicher Ansatz, der schon mehrmals zur Abschätzung der Nahrungskonsumption von Seevögeln herangezogen wurde (z.B. Furness, 1978; Tasker & Furness, 1996; Barrett et al., 2002, Garthe et al., in Vorb.). In das Modell sind verschiedene Eingangsparameter eingegangen, die mit unterschiedlichen Unsicherheiten behaftet sind. Sie sollen im Folgenden ausführlich diskutiert werden.

KOMPONENTEN DES NAHRUNGSKONSUMPTIONSMODELLS

Kormoranbestand

Brut- und Rastbestand des Kormorans im Untersuchungsgebiet wurden von B. Koop erfasst, der schon seit mehreren Jahrzehnten Kormorane im Plöner Raum untersucht und dem das Gebiet sowie alle Schlaf-, Rast- und Brutplätze der Kormorane bestens bekannt sind (siehe

Kieckbusch & Koop, 2008, 2009, 2010). Jeweils drei Zählungen pro Monat tragen den stark schwankenden Rastbeständen im Jahresverlauf Rechnung und gewährleisten eine hohe Genauigkeit der Bestandszahlen.

Täglicher Energiebedarf der Kormorane

Zur Abschätzung des täglichen Energiebedarfs von Kormoranen während der Brutzeit wurde die Studie von Grémillet et al. (1995) herangezogen, die auf einer durch direkte Beobachtung erstellte Zeit-Budget-Analyse der verschiedenen Aktivitäten der Kormorane basiert. Dies ermöglicht eine Berechnung des Energiebedarfes während verschiedener Phasen der Brutzeit, ohne nennenswerte Störungen der Tiere. Abweichungen von der realen Situation können sich dabei durch unbekannte Aktivitätsmuster der Tiere außerhalb der Kolonie sowie durch den unbekannt Einfluss von Wetterbedingungen auf den Stoffwechsel ergeben; eine von Grémillet et al. (1995) durchgeführte Sensitivitätsanalyse ergab jedoch nur geringfügige Erhöhungen der täglichen Nahrungsmenge bei einer Änderung der entsprechenden Werte im Modell (höhere angenommene Zeitanteile für die Aktivitäten „schwimmen“ und „fliegen“). Durch die räumliche Nähe der Studie zum vorliegenden Untersuchungsgebiet lassen sich die Ergebnisse von Grémillet et al. (1995) gut auf das vorliegende Projekt übertragen, da die Entfernungen von der Kolonie zu den Nahrungsgebieten vergleichbar sind. Zudem wurden von Grémillet et al. (1995) die Aktivitäten während verschiedener Phasen der Brutzeit ermittelt, um so dem unterschiedlichen Energiebedarf der Elterntiere bei Brut, Aufzucht junger Küken und Aufzucht älterer Küken gerecht zu werden. Grémillet et al. (1995) geben auch Werte für den Energiebedarf der Küken an, stellten bei späteren Untersuchungen in der Normandie jedoch fest, dass diese wohl zu gering sind, da die Methodik für Küken zum Zeitpunkt der Untersuchungen noch nicht ausgereift war (Grémillet et al., 2000). Durch die Übertragung der in der Normandie gefundenen Anteile des Energiebedarfs der Küken am Energiebedarf der Adulttiere auf die Studie am Selenter See (Grémillet et al., 1995) wurde dieser Tatsache Rechnung getragen und eine möglichst realistische Abschätzung der Werte angestrebt. Durch die Angabe von Werten für kleinere und größere Küken wurde zudem der unterschiedliche Energiebedarf während der Wachstumsphase berücksichtigt. Die energetischen Kosten, die mit den einzelnen beobachteten Aktivitäten der Kormorane verbunden sind, wurden in den beiden Studien jeweils entweder aus der Literatur

entnommen oder durch experimentelle Ermittlung des Sauerstoffverbrauchs gefangener Tiere in einer sog. Respirationkammer von den Autoren direkt berechnet. Derartige Versuche sind methodisch inzwischen gut etabliert. Durch lange Eingewöhnungs- und Trainingsphasen der Tiere vor Beginn der Messungen wird zudem der Einfluss von Stress auf die Ergebnisse so gering wie möglich gehalten (siehe auch Diskussion in Grémillet et al., 1995 und Grémillet et al., 2000). Werte für den täglichen Energiebedarf im Winter bzw. außerhalb der Brutzeit wurden von Keller & Visser (1999) übernommen, einer Studie am Chiemsee in Bayern, die auf dem Einsatz von doppelt markiertem Wasser bei freilebenden Kormoranen basiert. Bei dieser Methode wird durch die Verwendung stabiler Isotope die CO₂-Produktion gemessen und anhand eines Respirationsquotienten in den täglichen Energiebedarf umgerechnet (siehe z.B. Lifson et al., 1955). Die Technik stellt daher einen direkteren Weg zur Messung des täglichen Energie- und Nahrungsbedarfes dar als andere Methoden und fand inzwischen Anwendung bei zahlreichen freilebenden Tierarten (Carss & DAFIWG, 1997). Beim Einsatz der Methode ist die Beachtung einiger Aspekte wichtig, die einen Einfluss auf das Untersuchungsergebnis haben könnten (siehe Carss & DAFIWG, 1997). Keller & Visser (1999) haben die möglichen Einflussgrößen weitgehend berücksichtigt und diskutiert und geben an, dass ihre Ergebnisse methodenbedingt möglicherweise etwas höher liegen als die realen Werte. Neben Keller & Visser (1999) haben auch Grémillet et al. (2003) den Energie- und Nahrungsbedarf von Kormoranen im Winter errechnet, basierend auf einer Abschätzung der verschiedenen Aktivitäten freilebender Kormorane der Unterart *carbo* in Schottland mittels Radiotelemetrie. Ihr Wert für den täglichen Energiebedarf liegt etwas höher als derjenige von Keller & Visser (1999) für die Unterart *sinensis*. Berechnungen ergaben jedoch, dass dieser Unterschied vermutlich in den unterschiedlichen Bedingungen in den beiden Untersuchungsgebieten begründet liegt (Grémillet et al., 2003). Zudem könnten auch die unterschiedlichen Unterarten der Kormorane in beiden Studien eine Rolle spielen, da Tiere der Unterart *carbo* ein etwa 10 % höheres Gewicht haben als *sinensis* (siehe Grémillet et al., 2000).

Von den Eingangsfaktoren in das Nahrungskonsumptionsmodell sind die Angaben zum täglichen Energiebedarf der Kormorane sicherlich mit den größten Unsicherheiten behaftet. Publierte Werte lassen sich nur bedingt auf andere Gebiete übertragen, da sich variierende Umweltbedingungen und die speziellen Gegebenheiten jeder Kolonie auf den Energieverbrauch und damit den Nahrungsbedarf auswirken (z.B. Grémillet & Wilson, 1999).

Durch das Heranziehen unterschiedlicher Werte für Sommer und Winter, die Berücksichtigung verschiedener Phasen während der Brutzeit und die Übernahme eines Großteils der Werte aus einer Studie aus der unmittelbaren Nähe des Untersuchungsgebietes wurde versucht, eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Werte und damit eine möglichst hohe Genauigkeit des Modells zu erzielen.

Nahrungszusammensetzung

Zur Analyse der Nahrung von See- und Wasservögeln werden zahlreiche verschiedene Methoden angewandt, von der direkten Beobachtung bei der Nahrungsaufnahme oder der Fütterung der Küken, über die Analyse des Mageninhaltes tot gefundener bzw. geschossener Tiere oder durch Magenspülungen erhaltener Proben bis hin zu indirekten Methoden wie die Untersuchung von Speiballen, Auswürgungen und Kot oder die Entnahme von Gewebe zur Analyse stabiler Isotope und Fettsäuren. Jede Methode hat Vor- und Nachteile, sowohl hinsichtlich der Gewinnung der Proben als auch der Aussagekraft der Ergebnisse (siehe z.B. Zusammenstellung von Duffy & Jackson, 1986 und Aktualisierung von Barrett et al., 2007). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zur Abschätzung der Nahrungszusammensetzung sowie der Länge und Biomasse der konsumierten Beute von Kormoranen Analysen von Speiballen und Mageninhalten durchgeführt. Kormorane würgen unverdauliche Nahrungsreste regelmäßig in Form von Speiballen aus. Diese sind von einer festen Schleimhülle umgeben und somit als kompakte Einheit ohne Verlust einzelner Teile gut zu sammeln. Da Kormorane in Kolonien brüten und sich zudem zu Rast- und Schlafgemeinschaften an traditionellen Plätzen sammeln, können sowohl während als auch außerhalb der Brutzeit Speiballen regelmäßig unter den Kolonie- bzw. Schlafbäumen sowie an Rastplätzen gesammelt werden. Dabei kann eine große Stichprobe erzielt werden. Bei entsprechendem Verhalten der Probensammler ist die Störung für die Tiere meist sehr gering. Die Sammlung von Speiballen in der Kormorankolonie GUSDORFER TEICH im Jahr 2010 setzt eine bestehende Datenreihe zur Nahrung von Kormoranen in diesem Gebiet fort (siehe Kieckbusch & Koop, 2008, 2009, 2010). Dadurch lassen sich die Daten gut in einen mehrjährigen Kontext einordnen und die Ergebnisse in ihrer Beständigkeit überprüfen. Die im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchten Mägen und Speiballen wurden nicht zur Ermittlung der täglich konsumierten Nahrungsmenge herangezogen, sondern nur zur Bestimmung der Nahrungszusammensetzung. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die

Anzahl der Stichproben eine entsprechende Repräsentativität der Ergebnisse gewährleistet. Dies ist insbesondere im Sommer der Fall. Eine gewisse Unsicherheit ergibt sich für den Winter, da aus dem Jahr 2010 lediglich Proben aus dem Januar vorliegen und diese Ergebnisse auf die übrigen Wintermonate übertragen wurden. Alle häufigen Beutefischarten und Beuteobjekte konnten sowohl in den Mägen als auch in den Speiballen nachgewiesen werden. Auch Suter (1997) fand bei seiner Nahrungsstudie an Kormoranen keine grundsätzlichen Unterschiede in den gefundenen Beutearten zwischen beiden Probenarten.

Die Analyse von Speiballen und Mageninhalten erfordert einen relativ geringen finanziellen Aufwand und kann mit einem geringen Bedarf an Geräten und Materialien durchgeführt werden. Der zeitliche Aufwand für die Untersuchung kann jedoch beträchtlich sein. Wichtig ist, dass alle gefundenen Beutereste hinsichtlich der Artzugehörigkeit geprüft und in die Abschätzung der Beuteanzahlen einbezogen werden (siehe Material und Methoden). Hierzu ist eine gute Kenntnis der Skelettelemente der verschiedenen Beutearten wichtig. In der vorliegenden Studie wurde dies durch sehr erfahrenes Personal sowie durch eine umfangreiche Spezialliteratur und eine viele Fischarten umfassende Vergleichssammlung gewährleistet. Insbesondere bei der Analyse von Mägen und Schlund ist darauf zu achten, dass nicht nur ganze oder teilweise angedaute Beutereste einbezogen werden, sondern auch sämtliche bereits stark verdauten Beutereste, von denen nur noch Otolithen oder andere Skelettelemente vorhanden sind, um Fehleinschätzungen bei der Bedeutung verschiedener Fischarten zu vermeiden.

Ein generelles Problem bei Nahrungsanalysen anhand von Speiballen und Mageninhalten ist der Verlust von Otolithen und anderen Beuteresten durch den Verdauungsprozess. Zijlstra & van Eerden (1995) fanden bei Fütterungsversuchen in Gefangenschaft gehaltener Kormorane nur 56 % aller in Form ganzer Fische gefütterten Kaulbarsch-Otolithen in den Speiballen wieder. Beim Flussbarsch betrug die Entdeckungsrate lediglich 3 %, von einigen Fischarten, wie Rotaugen oder Zander, wurden gar keine Otolithen in den Speiballen gefunden. Die Studie ergab außerdem, dass die Entdeckungsrate von Otolithen größerer Fische deutlich höher ist als diejenige kleiner Exemplare. So wurden von Kaulbarschen kleiner 10 cm Länge nur 49 % der Otolithen in den Speiballen wiedergefunden, bei Fischen größer 20 cm Körperlänge betrug die Wiederentdeckungsrate hingegen 84 % (Zijlstra & van Eerden, 1995). Wortmann & Spratte (1987) beschreiben, ebenfalls basierend auf

Fütterungsversuchen von Kormoranen in Gefangenschaft, eine Wiederentdeckungsrate verfütterter Fische in Speiballen von 100 % bei Flussbarsch, 62 % bei Cypriniden und 40 % bei Aalen. Johnstone et al. (1990) schlussfolgern aus ihren Untersuchungen an in Gefangenschaft gehaltenen Krähenscharben (*Phalacrocorax aristotelis*), dass von Sandaalen < 16 cm, Heringsfischen < 14 cm und Dorschen < 19 cm so gut wie keine Otolithen in Speiballen wiedergefunden werden. Die Autoren beschreiben zudem Unterschiede in den Wiederfundraten von Sandaal und Sprotte bei männlichen und weiblichen Vögeln. Soweit aus den Methoden ersichtlich, wurden bei allen drei genannten Studien die Wiederfundraten verfütterter Fische nur anhand von Otolithen, nicht aber anhand anderer Skelettelemente bestimmt. Fütterungsversuche in Gefangenschaft sollen häufig Aufschluss darüber geben, in welchem Maße Verdauungsvorgänge die Ergebnisse von Nahrungsanalysen anhand von Speiballen oder Mageninhalten beeinflussen. Der Verdauungsprozess freilebender Vögel ist jedoch keineswegs konstant, sondern hängt von verschiedenen Faktoren ab, u.a. vom Kalziumbedarf der Tiere (Duffy & Laurenson, 1983; siehe auch Zijlstra & van Eerden, 1995). Stress beeinflusst einerseits die Kalziumausscheidung (Kienholz, 1986, zit. in Zijlstra & van Eerden, 1995) und kann somit die Verdauung von Otolithen beeinflussen. Auf der anderen Seite erhöht Stress die Produktion von Magensäure und kann auch auf diese Weise zu einer erhöhten Verdauung von Otolithen und anderen Beuteresten beitragen (Brooks, 1967 in Zijlstra & van Eerden, 1995). Ergebnisse aus Studien an Kormoranen in Gefangenschaft, die für die Fütterungsversuche aus dem Sozialgefüge der Gruppe herausgenommen werden müssen und daher in besonderem Maße Stress ausgesetzt sind, sind daher nicht uneingeschränkt aussagekräftig. Dies wird auch durch die unterschiedlichen Ergebnisse der beiden Studien von Wortmann & Spratte (1987) und Zijlstra & van Eerden (1995) verdeutlicht. Die Problematik des Verlustes von Otolithen und anderen Beuteresten durch Verdauungsprozesse besteht jedoch zweifelsohne und muss bei der Interpretation der Nahrungsanalysen berücksichtigt werden. Insbesondere die Ermittlung der täglichen konsumierten Nahrungsmenge anhand von Magenanalysen und Speiballen muss aufgrund der oben genannten Aspekte kritisch betrachtet werden (siehe auch Grémillet & Plös, 1994). Auf der anderen Seite zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie jedoch deutlich, dass bei freilebenden Kormoranen durchaus auch Otolithen kleiner Fischarten oder Exemplare sowohl in Speiballen als auch in Mägen gefunden werden können. So enthielten die analysierten Proben auch die sehr kleinen Otolithen von Grundeln.

Otolithen vom Stint, die meist nur eine Länge von 1-2 mm aufwiesen, stellten sogar die am häufigsten in den Proben enthaltenen Otolithen dar, mit regelmäßig mehr als 100 Exemplaren pro Probe. Auch die Mehrzahl der Otolithen der Plötze wies nur eine Länge von weniger als 2 mm auf und war in teilweise hoher Anzahl in den Proben enthalten. Darüber hinaus wurden auch zahlreiche Exemplare der unspezifischen Otolithen gefunden, von denen sich jeweils zwei Paare im Labyrinthsystem im Innenohr von Fischen befinden und die meist deutlich kleiner sind als das dritte, artspezifische Otolithenpaar (siehe z.B. Härkönen, 1986). Auch Suter (1997) fand bei Speiballenuntersuchungen von Kormoranen in der Schweiz zahlreiche Otolithen kleiner Fischarten und -individuen. Da vom Verlust durch Verdauungsprozesse gerade solche kleinen Skelettelemente besonders betroffen sind (Zijlstra & van Eerden, 1995; Suter, 1997), sollte eine Unterschätzung der Beuteanzahlen hauptsächlich Stinte, Grundeln, Stichlinge sowie kleine Individuen von Plötze und anderen Arten betreffen (und nur sofern keine weiteren Skelettelemente vorhanden sind, die eine Identifikation erlauben). So besitzen Karpfenfische sehr robuste Schlundzähne und Kauplatten, die auch bei Verlust der kleinen Otolithen einen artspezifischen Nachweis erlauben (siehe Veldkamp, 1995); bei Stichlingen werden häufig die Rücken- oder Seitenstacheln gefunden (siehe Leopold et al, 2001). Arten wie Dorsch, Aal, Hecht und Zander haben vergleichsweise große und robuste Otolithen. Zudem besitzen diese Arten massive Elemente (z.B. Kieferknochen) im Schädel skelett, die das Entdecken der Art auch bei Verlust der Otolithen gut ermöglichen. Heringsfische, die sehr zerbrechliche Otolithen besitzen, können – wie in der vorliegenden Studie erfolgt – meist anhand der besser erhaltungsfähigen Otic Bullae oder der charakteristischen Wirbel nachgewiesen werden. Eine gewisse Unterrepräsentativität kleiner Beutefische in den Nahrungsproben kann nicht völlig ausgeschlossen werden, doch kann die Genauigkeit und Vollständigkeit der Ergebnisse deutlich erhöht werden, wenn nicht nur Otolithen, sondern alle gefundenen Nahrungsreste bei den Nahrungsanalysen berücksichtigt und auf ihre Artzugehörigkeit hin überprüft werden. Dies ist umso mehr von Bedeutung, da van Dobben (1952, zitiert in Wortmann & Spratte, 1987) beschreibt, dass der pH-Wert der Magensäure in Abhängigkeit von der Fraßmenge stark variiert. Die Magensäure wird umso stärker neutralisiert, je mehr Fische gefressen werden. Bei größeren Aalen, die häufig einzeln gefressen werden, kann es dadurch zu einer sehr schnellen Zersetzung des Kopfbereiches und insbesondere der Otolithen kommen. Daher ist ergänzend die Analyse anderer Skelettelemente, z.B. der robusteren

Schädelknochen sowie der Wirbel nötig, um auch einzeln gefressene Fische in Magenproben nachweisen zu können. Proben, in denen durch den Verdauungsprozess keinerlei Skelettelemente mehr enthalten sind, müssen von den Analysen ausgeschlossen werden. Da diese genannten Aspekte im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen alle sorgfältig berücksichtigt wurden, stets alle Nahrungsreste auf Artzugehörigkeit hin überprüft wurden und auch Otolithen und andere Skelettelemente von sehr kleinen Fischen zahlreich in den Proben enthalten waren, gehen wir davon aus, dass die Analysen hinsichtlich der Nahrungszusammensetzung der Kormorane im Schwentine-System eine hohe Genauigkeit und Repräsentativität besitzen.

Ein anderes Problem besteht darin, dass es durch Abnutzungerscheinungen der Skelettelemente zu Fehleinschätzungen bei der Berechnung der Beutefischlänge und somit der konsumierten Biomasse kommen kann (Zijlstra & van Eerden, 1995; Suter & Morel, 1996; Leopold et al., 2001). Dieser Tatsache wurde in der vorliegenden Studie durch die Anwendung von Korrekturfaktoren für verschiedene Abnutzungsgrade Rechnung getragen. Jeder zur Längenbestimmung geeignete Beuterest (Otolithen und Bauchstacheln) wurde einzeln auf seinen Abnutzungsgrad hin kontrolliert und der Messwert mit dem entsprechenden Korrekturfaktor nach Leopold et al. (2001) verrechnet, während sehr stark abgenutzte Otolithen (Abnutzung > 10 %) und Bauchstacheln (Abnutzung > 15 %) ganz von der Längenmessung ausgeschlossen wurden. Dadurch wurde angestrebt, den Fehler in der Längen- und Biomasseabschätzung möglichst gering zu halten.

Energiegehalt der Nahrung

Der Gesamtenergiegehalt von Fischen wird maßgeblich von dem Gewebe bestimmt, welches den höchsten Fettgehalt aufweist. Fette Fische wie der Aal erreichen daher deutlich höhere Werte als magere Fischarten, wie z.B. die Schleie (Schreckenbach et al., 2001). Fett- und Energiegehalt bei Fischen stehen zudem meist in direktem Zusammenhang mit dem Ernährungszustand (und somit auch mit der Jahreszeit), Wachstum und eventuell vorhandenen Stressfaktoren. Generell nimmt der Energiegehalt meist mit zunehmender Größe sowie beim Erreichen der Geschlechtsreife zu (Hislop et al., 1991, Pedersen & Hislop, 2001, Schreckenbach et al., 2001). Um das Nahrungskonsumptionsmodell der vorliegenden Studie möglichst allgemein zu halten, und da nicht für alle relevanten Fischarten die nötigen

Informationen vorliegen, wurde, unabhängig von den verschiedenen Einflussfaktoren, mit nur einem Energiewert pro Fischart gerechnet. Die sich daraus ergebende Ungenauigkeit wird als nur gering eingestuft.

Nahrungsassimilationseffizienz

Untersuchungen an zahlreichen Seevogelarten ergaben bei der Fütterung von Fischnahrung eine Assimilationseffizienz zwischen 71 und 85 % (siehe Zusammenstellung in Garthe et al., in Vorb.). Für die vorliegende Studie wurde für den Kormoran der Wert der nahe verwandten Art *Phalacrocorax auritus* übernommen (Brugger, 1993), der mit 77,6 % sehr gut innerhalb der Wertespanne für Fisch fressende Seevögel liegt.

ALLGEMEINE INTERPRETATION DER ERGEBNISSE DER NAHRUNGSANALYSEN

Die Ergebnisse der Speiballenuntersuchungen aus der Kolonie GUSDORFER TEICH im Jahr 2010 werden durch die Ergebnisse der langjährigen Datenreihe ab dem Jahr 2000 aus dem Untersuchungsgebiet unterstützt: Bezüglich ihrer Stetigkeit im Vorkommen in den untersuchten Proben zählen die vier Arten Flussbarsch, Plötze, Stint und Kaulbarsch zu den wichtigsten Beutefischarten der Kormorane im Sommer, wobei Stint und Kaulbarsch die größten Schwankungen zwischen verschiedenen Jahren aufweisen; Aal, Zander und Hecht traten in den Untersuchungsjahren 2000 bis 2009 jeweils nur in einer sehr geringen Anzahl der Speiballen auf. Während der Flussbarsch über den gesamten Sommer 2010 eine hohe Bedeutung hatte, nahm die Bedeutung der Plötze im Verlauf der Brutzeit ab. Im Gegensatz dazu nahmen kleine Schwarmfischarten wie Kaulbarsch, Stint und kleine Hechte im Verlauf der Brutzeit an Bedeutung zu. Auch in den Vorjahren wurde eine derartige Zunahme der Bedeutung von Schwarmfischarten im Nahrungsspektrum im Laufe der Brutzeit beobachtet. Marine Beutefischarten nahmen gegenläufig dazu im Verlauf der Brutzeit 2010 an Bedeutung im Nahrungsspektrum ab, ein Trend, der ebenfalls bereits in den Vorjahren dokumentiert wurde (siehe z.B. Kieckbusch & Koop, 2008, 2009). In der frühen Phase des Brutgeschäftes nehmen anscheinend noch einige Kormorane den Weg zur etwa 22 bis 30 km entfernten Ostsee auf sich, während mit fortschreitender Brutphase der Anteil mariner Beutearten deutlich abnimmt und schließlich Null erreicht. Während auch Kormorane aus

anderen Binnenland-Kolonien in Schleswig-Holstein nur außerhalb des eigentlichen Brutgeschäftes die Ostsee als Nahrungsgewässer nutzen, stellt diese für Kormorane der küstennahen Kolonien auch während der Brutzeit das Hauptnahrungshabitat dar. Das Nahrungsspektrum umfasst dabei u.a. Arten wie Dorsch, Aalmutter, Seeskorpion und Grundeln (Kieckbusch & Koop, 1996). Insgesamt drei Speiballen aus den Monaten April und Mai 2010 stammten von Kormoranen, die offensichtlich in Teichwirtschaften gefischt hatten, da sie Beutereste von Karpfen enthielten.

Die Ergebnisse der langjährigen Datenreihe im Untersuchungsgebiet zeigen deutlich, dass Schwarmfische – Kaulbarsch, Stint sowie kleine Exemplare von Flussbarsch, Plötze und Hecht – im Sommer die Hauptnahrungsgrundlage der Kormorane im Schwentine-System darstellen, wobei jährweise Schwankungen im Vorkommen der einzelnen Fischarten dabei vermutlich zu ihrer unterschiedlichen Repräsentativität in den Speiballen führen. Die genannten Arten leben in gemischten Kleinfischschwärmen und halten sich im Sommer, wenn warme Wassertemperaturen zu einer Schichtung der Gewässer führen, in den oberen Wasserschichten auf. Durch gemeinsam im Trupp fischende Kormorane (sog. Schwarmjagd) können sie dort von den Vögeln leicht erbeutet werden (Kieckbusch & Koop, 2010). Dies wird bestätigt durch die Synchronbeobachtungen an den Nahrungsgewässern in Zusammenhang mit den Abflugrichtungen aus der Kolonie: Sowohl im Jahr 2010 als auch in den Vorjahren war der Große Plöner See im Sommer das Hauptnahrungsgewässer innerhalb des Untersuchungsgebietes, wobei der Großteil der Kormorane dort Nahrung durch Schwarmjagd erbeutete (siehe vorliegende Untersuchung sowie z.B. Kieckbusch & Koop, 1996, 2008, 2009). Das hohe Vorkommen kleiner Schwarmfische scheint somit von zentraler Bedeutung für die Kormorane im Plöner Raum zu sein. Sehr bemerkenswert ist dabei die hohe Stabilität im zeitlich-räumlichen Vorkommen der Kormorane, die sich bereits seit zwei Jahrzehnten in hoher Anzahl in diesem Gebiet aufhalten. Dies deutet darauf hin, dass sich die bevorzugt genutzten Beutefischbestände von Jahr zu Jahr wieder neu regenerieren und somit den hohen Fraßdruck durch die Kormorane kompensieren können (Kieckbusch & Koop, 2010). Auch für andere Fisch fressende Vogelarten stellt dieses hohe und verlässliche Schwarmfischangebot eine wichtige Nahrungsgrundlage dar, die Ausweisung des Großen Plöner Sees als EU-Vogelschutzgebiet, in der die Erhaltung einer günstigen Nahrungssituation für Haubentaucher und Kormoran festgeschrieben ist, verleiht dieser großen Bedeutung des Gebietes auch eine rechtliche Grundlage (Kieckbusch & Koop, 2010).

Andere Fischarten, wie Aal, Zander, Stichling oder verschiedene Karpfenartige werden von Kormoranen zusätzlich zu den Hauptbeutearten, vermutlich je nach ihrer Häufigkeit und Verfügbarkeit, erbeutet. Dies bestätigt, dass Kormorane Nahrungsopportunisten sind, die sich von den am häufigsten vorkommenden und am einfachsten zu erbeutenden Nahrungsorganismen ernähren, wie dies schon in zahlreichen Studien dokumentiert wurde (z.B. Keller, 1998; Ubl, 2004; von Lindeiner, 2006; Winkler, 2010). Entsprechend weist der Anteil an Aal im Beutespektrum Unterschiede zwischen verschiedenen Gebieten auf. Bei Speiballenuntersuchungen weiterer Kolonien in Schleswig-Holstein aus dem Jahr 1994 war Aal am Pugumer See (Mai-August, N = 111), am Hemmelmarker See (April-August, N = 318) und am Selenter See (Mai-Oktober, N = 582) jeweils in weniger als 5 % der untersuchten Proben vorhanden. Bei der Einteilung nach Hauptnahrungskomponenten lag die Kategorie „Aal, Hecht, Zander“ in den drei Gebieten jeweils in einer Größenordnung von etwa 5 %. Untersuchungen von 655 Speiballen vom Schlafplatz Heidensee aus dem Zeitraum Juli bis Oktober 1993 wiesen hingegen eine Stetigkeit von Aal von etwa 18 % aller analysierten Proben auf (Kieckbusch & Koop, 1996). Im darauffolgenden Jahr war der Anteil jedoch wieder geringer (N = 537 Speiballen; Kieckbusch & Koop, unveröffentlicht). Speiballenuntersuchungen der Kormorankolonie auf der Insel Heuwiese (Mecklenburg-Vorpommern) ergaben im Juni 1997 keine Aale in den Proben (N = 145), im Mai 1999 wurde in 92 Proben 1 Aal dokumentiert, entsprechend einem Anteil von 0,1 % an allen Beuteresten bzw. 0,9 % der konsumierten Biomasse. Den größten Biomasseanteil in den beiden Zeiträumen besaßen Flussbarsch und Plötze bzw. Dorsch und Plötze (Preuss, 2000, zusammengestellt in Ubl, 2006). In 83 Mägen geschossener Kormorane aus dem Greifswalder Bodden (Mecklenburg-Vorpommern) im Zeitraum November 2002 bis Juli 2003 wurden insgesamt 2 Aale nachgewiesen, jeweils in einer Probe aus dem März und April, deren Anteil 0,2 % an allen Beuteindividuen bzw. 3,1 % an der Biomasse-Gesamtkonsumption betrug. Die größten Biomasseanteile wurden von Hering, Dreistachligem Stichling und Flussbarsch gestellt (Ubl, 2004). Winkler (2010) gibt als Ergebnis seiner Untersuchungen von etwa 450 Speiballen der beiden großen Kolonien Peenemünde und Niederhof (Mecklenburg-Vorpommern) 4 nachgewiesene Aale in den Proben von Niederhof aus dem Juli 2004 an, entsprechend einem Anteil von 0,6 % an allen gefundenen Beutefischen. In den Stichproben von Niederhof im Juli 2002 und Peenemünde im Juli 2001 waren keine Aale enthalten. Bezogen auf die beiden Untersuchungsgebiete gemeinsam

besaß der Dreistachlige Stichling die größte Individuenhäufigkeit, Karpfenartige und Barschartige die größten prozentualen Biomasseanteile. Daneben erwähnt Winkler (2010) aber auch ältere Ergebnisse aus der Vogelwarte Hiddensee, die für den Zeitraum 1959-1968 einen zahlenmäßigen Aalanteil von fast 20 % beschreiben.

Aus dem Winter gibt es deutlich weniger Studien zur Nahrungsökologie des Kormorans. Bei den im Rahmen des vorliegenden Projektes untersuchten Mägen dominierten drei Arten das Nahrungsspektrum bezüglich Anzahl und Stetigkeit: Flussbarsch und Plötze im Winter 2009, Stint und Plötze im Winter 2010. Anderen Beutearten kam zahlenmäßig nur eine geringe Bedeutung an der Nahrungszusammensetzung zu. Bezüglich konsumierter Biomasse hatte die Plötze in beiden Jahren den größten Anteil. Aal war nur in einem Magen aus dem März 2009 vom Kellersee enthalten. Die beiden nachgewiesenen Exemplare stellten aufgrund ihrer beachtlichen Länge einen Biomasseanteil von 13 % an der Gesamtbiomasse aus dem Winter 2009. Insgesamt ist die Stichprobe im Winter deutlich geringer als im Sommer. Dennoch muss der Tatsache, dass in den 43 untersuchten Mägen aus dem Winter 2009 und 2010 Aal nur in einer Probe und nur in geringer Anzahl nachgewiesen wurde, eine gewisse Repräsentativität zugestanden werden. Kieckbusch & Koop (1996) wiesen bei Magenanalysen von 240 Kormoranen, die im Zeitraum August 1993 bis März 1994 sowie August bis November 1994 am Kellersee geschossen wurden, Aal in knapp 50 % aller Mägen sowie ein auch zahlenmäßig höheres Vorkommen dieser Art auf. Wie auch bei den Proben aus dem März 2009 wurde der Aal dabei von den Vögeln durch Einzeljagd erbeutet. Auch bei den höheren Aalanteilen vom Schlafplatz Heidensee im Jahr 1993 (siehe oben) handelte es sich zumindest bei einem Teil der Vögel um „Einzeljäger“. Aal kann daher bei dieser Art des Nahrungserwerbs zumindest lokal eine größere Rolle für den Kormoran einnehmen (siehe Kieckbusch & Koop, 1996). Einzeljagd war jedoch insbesondere in den früheren Jahren die „Standardjagdmethod“ des Kormorans, während die Schwarmjagd erst mit den ansteigenden Beständen in den 1990er Jahren zunehmend an Bedeutung gewann (J. Kieckbusch, pers. Mitt.). Heute dominiert die Schwarmjagd ganz überwiegend als Jagdstrategie, während es insbesondere in den Sommermonaten nur noch wenige Einzeljäger gibt. Es gibt also vermutlich eine zeitliche Entwicklung in der Bedeutung von Aal im Nahrungsspektrum des Kormorans, so dass sich die Ergebnisse der Untersuchungen Anfang der 1990er Jahre deutlich von den heutigen unterscheiden und daher auch nicht auf die jetzige Situation übertragen werden können. Bei der Einzeljagd wird Aal weiterhin durch

Kormorane erbeutet, doch hat in Bezug auf den Gesamtbestand an Kormoranen diese Jagdstrategie deutlich an Bedeutung verloren.

Bei Untersuchungen an unterschiedlichen Gewässertypen in Bayern dominierten im Nahrungsspektrum von Kormoranen auch im Winter überwiegend Scharmfische oder Arten, die zu hohen Fischdichten zusammenstehen, wobei keine Hinweise auf das Jagdverhalten gegeben werden. Der prozentuale Anteil von Aal an den gefundenen Beutfischen betrug hier, je nach Gewässertyp, zwischen 0,5 % und 3,6 % (Keller, 1998). Insgesamt kann auch im Winter von einer opportunistischen Ernährungsweise des Kormorans ausgegangen werden.

Zusammengefasst betrachtet belegen die verschiedenen Studien, dass die Nahrungszusammensetzung des Kormorans häufig große saisonale Unterschiede aufweist und selbst in benachbarten Untersuchungsgebieten stark variieren kann, so dass Hochrechnungen zur Konsumption bestimmter Fischarten durch Kormorane – basierend auf lokalen Einzeluntersuchungen und daraus abgeleitete Schlussfolgerungen zur Auswirkung von Kormoranen auf Fischpopulationen – meist nur wenig aussagekräftig sind (siehe auch Suter, 1997; Winkler, 2010). Schwarmfische als dominierende Beuteorganismen des Kormorans, wie für den Großen Plöner See im Sommer gezeigt, wurden auch für weitere Nahrungsgewässer des Kormorans in Schleswig-Holstein beschrieben (Kieckbusch & Koop, 1996) sowie beispielsweise auch für Süddeutschland und die Schweiz (Suter, 1997; Keller, 1998). Auch in weiteren, europaweiten Studien zur Nahrungsökologie des Kormorans wird deutlich, dass in größeren, natürlichen oder naturnahen Gewässern die am häufigsten auftretenden Fischarten jeweils den größten Anteil am Nahrungsspektrum des Kormorans stellen, während wirtschaftlich bedeutende Arten wie der Aal in besonderen Situationen oder zu bestimmten Jahreszeiten in der Nahrung vorkommen (z.B. van Rijn & van Eerden, 2006; siehe Zusammenfassung der achten internationalen Kormorankonferenz der Wetlands International Cormorant Research Group in Kieckbusch, 2011).

GESAMTKONSUMPTION DURCH KORMORANE IM SCHWENTINE-SYSTEM

Die Kolonie GUSDORFER TEICH ist eine der größten Brutkolonien des Kormorans in Schleswig-Holstein. Eine ebenso hohe Bedeutung hat der spätsommerliche Rastbestand im Plöner Raum (Kieckbusch & Koop, 2010). Intensive Untersuchungen in den letzten Jahren haben

gezeigt, dass sich die Kormorane überwiegend von wirtschaftlich unbedeutenden Fischarten ernähren und offenbar keinen negativen Einfluss auf ihre Hauptbeutefischbestände ausüben. Aal war in allen Untersuchungsjahren nur in einem geringen Anteil der Proben enthalten. Hinsichtlich der aufs Jahr hochgerechneten Gesamtkonsumption ist der prozentuale Anteil von Aal an der Gesamtfraßmenge im Vergleich zu anderen Beutefischarten sehr gering, so dass er nicht als eine der Hauptbeutearten von Kormoranen im Schwentine-System eingestuft werden kann. Während in Teichwirtschaften und kleineren Fließgewässern die Konsumption wirtschaftlich bedeutender Fischarten durch den Kormoran teilweise beträchtlich sein kann (z.B. Herrmann, 2006; von Lindeiner, 2006) und daher verschiedene Lösungsansätze diskutiert werden müssen, ernähren sich Kormorane in größeren, naturnahen Systemen, wie dem Schwentine-System, überwiegend von wirtschaftlich unbedeutenden Fischarten, während Arten wie Aal oder Zander meist nur einen geringen Anteil am Nahrungsspektrum ausmachen und allenfalls lokal eine gewisse Bedeutung haben können. In dem der vorliegenden Studie übergeordneten Projekt zur Quantifizierung der Sterblichkeit von Aalen im Schwentine-System werden derzeit verschiedene Faktoren bearbeitet, die als Ursache für die abnehmenden Aalfangmengen im Schwentine-System in Frage kommen könnten. Untersuchungen in anderen Gebieten haben bereits gezeigt, dass Abnahmen in Fischbeständen ursächlich meist durch Faktoren wie Gewässerverschmutzung und -verbauung oder zu hoher Fischereidruck begründet sind (z.B. Knief, 1994; von Lindeiner, 2006). Auf einen durch derartige Komponenten bereits reduzierten Fischbestand kann sich der natürliche Fraßdruck durch Vögel dann unter Umständen verstärkt bemerkbar machen. Zur Stabilisierung bzw. Erhöhung einzelner Fischbestände sind jedoch in erster Linie die primären, anthropogen begründeten Ursachen zu bekämpfen, bevor über Regulierungen natürlicher Ökosystemkomponenten nachgedacht werden kann. Auch wenn eine detaillierte rückwirkende Berechnung der Gesamtfraßmenge an Aal durch die Kormorane im Schwentine-System aufgrund der Heterogenität der vorhandenen Daten nicht möglich ist, so lassen die Informationen zur jährlichen Nutzungsintensität von Kormoranen im Untersuchungsgebiet, zu ihrer Jagdstrategie sowie zur prozentualen Häufigkeit des Auftretens verschiedener Beutearten jedoch vermuten, dass sich die Aalkonsumption zumindest seit Beginn der 2000er Jahre im Mittel in etwa in der gleichen Größenordnung bewegt haben dürfte. Die auf diesen Annahmen basierte

Übertragung der Gesamtfraßmenge von 2010 auf die Kormorantage der letzten zehn Jahre ergab insgesamt nur eine geringe Schwankungsbreite der Werte.

DANKSAGUNG

Als Teil des Vorhabens zur Quantifizierung der Sterblichkeit von Aal im Schwentine-System wurde das Projekt vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz finanziell gefördert. Projektbearbeiter am IFM GEOMAR waren Enno Prigge und Dr. Lasse Marohn. Sie organisierten die Abholung der geschossenen Kormorane von den Fischern.

Herzlicher Dank geht an Bernd Koop und Jan Kieckbusch für die Unterstützung bei den Synchronzählungen und Speiballensammlungen und die Überlassung von Daten zu Bestandszahlen und Nahrungsanalysen. Franziska Güpner, Lasse Marohn und Enno Prigge unterstützten uns ebenfalls bei den Synchronzählungen und der Sammlung von Speiballen. Beim Sortieren und Analysieren der Nahrungsproben war die Hilfe von Malte Bickel, Phil Duchesne, Franziska Güpner und Susanne Kühn unerlässlich.

LITERATURVERZEICHNIS

Ball, J.R., Esler, D. & Schmutz, J.A. 2007. Proximate composition, energetic value, and relative abundance of prey from the inshore eastern Bering Sea: implications for piscivorous predators. *Polar Biology* 30: 699-708.

Barrett, R. T., Anker-Nilssen, T., Gabrielsen, G. W. & Chapdelaine, G. 2002. Food consumption by seabirds in Norwegian waters. *ICES Journal of Marine Science* 59: 43-57.

Barrett, R. T., Camphuysen, C. J., Anker-Nilssen, T., Chardine, J. W., Furness, R. W., Garthe, S., Hüppop, O., Leopold, M. F., Montevecchi, W. A. & Veit, R. R. 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1675-1691.

Beerman, A.S. 2010. The diet of 148 harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) from the Dutch North Sea, with special reference to the prey family Gobiidae. MSc Thesis in Biology, Wageningen University, Report 004/2010.

Blaxter, J.H.S. & Hunter, J.R. 1982. The biology of the clupeoid fishes. *Advances in Marine Biology* 20: 1-223.

Brooks, F.P. 1967. Central neural control of acid secretion. In: *Handbook of Physiology. Section 6: Alimentary Canal*. American Physical Society, Washington D.C.

Brugger, K. E. 1993. Digestibility of fish species by double-crested cormorants. *Condor* 95: 25-32.

Carss, D.N. & DAFIWG (The Diet Assessment and Food Intake Working Group) 1997. Techniques for assessing cormorant diet and food intake: towards a consensus view. *Supplementi di Ricerche Biologia Selvaggina XXVI*: 197-230.

Castro, G., Stoyan, N., & Myers, J. P. 1989. Assimilation efficiency in birds – a function of taxon or food type. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 92: 271-278.

Czybulka, D. 2006. Der Kormoran als geschützte Art. In Herzig, F. & Böhnke, A. (Bearb.): *Fachtagung Kormorane 2006. Tagungsband mit den Beiträgen der Fachtagung vom 26. – 27. September 2006 in Stralsund*. BfN-Skripten 204, 15-27.

Dierschke, J., Dierschke, V., Hüppop, K., Hüppop, O. & Jachmann, K.F. 2011. *Die Vogelwelt der Insel Helgoland*. OAG Helgoland, Helgoland.

- Duffy, D.C. & Jackson, S. 1986. Diet studies of seabirds: a review of methods. *Colonial Waterbirds* 9: 1-17.
- Duffy, D.C. & Laurenson, L.J.B. 1983. Pellets of Cape Cormorants as indicators of diet. *Condor* 85: 305-307.
- Furness, R. W. 1978. Energy requirements of seabird communities: a bioenergetics model. *Journal of Animal Ecology* 47: 39-53.
- Garthe, S., Camphuysen, C. J. & Furness, R. W. 1996. Amounts of discards by commercial fisheries and their significance as food for seabirds in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 136: 1-11.
- Garthe, S., Camphuysen, C. J., Furness, R. W. & Kubetzki, U. (i. Vorb.): Food consumption by seabirds in the North Sea. Unveröff. Manuskript.
- Gebhardt, H. & Ness, A. 1997. Fische. Die heimischen Süßwasserfische sowie Arten der Nord- und Ostsee. BLV Naturführer, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.
- Grémillet, D.J.H. & Plös, A.L. 1994. The use of stomach temperature records for the calculation of daily food intake in cormorants. *Journal of Experimental Biology* 189: 105-115.
- Grémillet, D.J.H., Schmid, D. & Culik, B. 1995. Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Marine Ecology Progress Series* 121: 1-9.
- Grémillet, D.J.H. & Wilson, R.P. 1999. A life in the fast lane: energetics and foraging strategies of the great cormorant. *Behavioral Ecology* 10: 516-524.
- Grémillet, D.J.H., Storch, S. & Peters, G. 2000. Determining food requirements in marine top predators: a comparison of three independent techniques in Great Cormorants, *Phalacrocorax carbo carb*. *Canadian Journal of Zoology* 78: 1567-1579.
- Grémillet, D.J.H., Wright, G., Lauder, A., Carss, D.N. & Wanless, S. 2003. Modelling the daily food requirements of wintering great cormorants: a bioenergetics tool for wildlife management. *Journal of Applied Ecology* 40: 266-277.
- Guse, N., 2005. Diet of a piscivorous top predator in the Baltic Sea – the red-throated diver (*Gavia 149arbor149e*) in the Pomeranian Bight. Diploma thesis, University of Kiel, Germany, 107 S.
- Härkönen, T. 1986. Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic. Danbiu Aps, Hellerup, 256 S.

- Härkönen, T. & Heide-Jørgensen, M.P. 1991. The 150arbor seal *Phoca vitulina* as a predator in the Skagerrak. *Ophelia* 34: 191-207.
- Herrmann, C. 2006. Bestandsentwicklung und Kormoranmanagement in Mecklenburg-Vorpommern. In Herzig, F. & Böhnke, A. (Bearb.): Fachtagung Kormorane 2006. Tagungsband mit den Beiträgen der Fachtagung vom 26. – 27. September 2006 in Stralsund. BfN-Skripten 204, 48-71..
- Hilton, G. M., Furness, R. W., & Houston, D. C. 2000. A comparative study of digestion in North Atlantic seabirds. *Journal of Avian Biology* 31: 36-46.
- Hislop, J. R. G., Harris, M. P., & Smith, J. G. M. 1991. Variation in the calorific value and total energy content of the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*) and other fish preyed on by seabirds. *Journal of Zoology, London*, 224: 501-517.
- Hüppop, O. & Fründt, A. 2002. Zur Speiballen-Produktion freilebender Kormorane (*Phalacrocorax carbo*) im Winter. *Jahresbericht des Instituts für Vogelforschung* 5: 11-12.
- Johnstone, I.G., Harris, M.P., Wanless, S. & Graves, J.A. 1990. The usefulness of pellets for assessing the diet of adult Shags *Phalacrocorax aristotelis*. *Bird Study* 37: 5-11.
- Keller, T. 1998. Die Nahrung von Kormoranen (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Bayern. *Journal of Ornithology* 139: 389-400.
- Keller, T.M. & Visser, G.H. 1999. Daily energy expenditure of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering at Lake Chiemsee, southern Germany. *Ardea* 87: 61-69.
- Kieckbusch, J. 2011. 8. Internationale Kormorantagung in den Niederlanden November 2011. *Die Vogelwelt* 132: VII-IX.
- Kieckbusch, J. & Koop, B. 1996. Brutbestand, Rastverbreitung und Nahrungsökologie des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Schleswig-Holstein. *Corax* 16: 335-355.
- Kieckbusch, J. & Koop, B. 2008. Ornithologische Begleituntersuchungen zum Kormoran. Bericht für 2008. Bericht im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, 43 S.
- Kieckbusch, J. & Koop, B. 2009. Ornithologische Begleituntersuchungen zum Kormoran. Bericht für 2009. Bericht im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, 46 S.

Kieckbusch, J. & Koop, B. 2010. Ornithologische Begleituntersuchungen zum Kormoran. Bericht für 2010. Bericht im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, 47 S.

Knief, W. 1994. Zum sogenannten Kormoran-„Problem“. Eine Stellungnahme der Deutschen Vogelschutzwarten zum Kormoran – Bestand, Verbreitung, Nahrungsökologie, Managementmaßnahmen. *Natur und Landschaft* 69: 251-258.

Leopold, M.F., van Damme, C.J.G., Philippart, C.J.M. & Winter, C.J.N. 2001. Otoliths of North Sea fish: interactive guide of identification of fish from the SE North Sea, Wadden Sea and adjacent fresh waters by means of otoliths and other hard parts. CD-Rom, ETI, Amsterdam.

Leopold, M.F., van Leeuwen, P.W., Horn, H. & Camphuysen, C.J. 2000. Grote Ijsduiker *Gavia immer* eet kleine visjes: een verdronken vogel geeft geheimen prijs. *Limosa* 73: 135-143.

Lifson, N., Gordon, G.B. & McClintock, R. 1955. Measurement of total carbon dioxide production by means of $D_2^{18}O$. *Journal of Applied Physiology* 7: 704-710.

März, R. 1972. Gewöll- und Rupfungskunde. Akademie Verlag, Berlin.

Massias, A. & Becker, P.H. 1990. Nutritive value of food and growth in Common Tern *Sterna hirundo* chicks. *Ornis Scandinavica* 21: 187-194.

Mendel, B., Sonntag, N., Wahl, J., Schwemmer, P., Dries, H., Guse, N., Müller, S. & Garthe, S. 2008. Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee. Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihren marinen Lebensraum. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 61, Bundesamt für Naturschutz, Bonn- Bad Godesberg, 427 S.

Muus, B.J. & Nielsen, J.G. 1999. Die Meeresfische Europas in Nordsee, Ostsee und Atlantik. Franckh-Kosmos, Stuttgart, 336 S.

Pedersen, J. & Hislop, J. R. G. 2001. Seasonal variations in the energy density of fishes in the North Sea. *Journal of Fish Biology* 59: 380-389.

R Development Core Team, 2008. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.

Schmid, D., Grémillet, D.J.H. & Culik B.M. 1995. Energetics of underwater swimming in the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). *Marine Biology* 123: 875-881.

Schreckenbach, K., Knösche, R. & Ebert, K. 2001. Nutrient and energy content of freshwater fishes. *Journal of Applied Ichthyology* 17: 142-144.

- Stratoudakis, Y. 1999. Recommendations for improving the estimation of the number of seabirds potentially sustained by fisheries discards. *Marine Ecology Progress Series* 176: 307-309.
- Suter, W. 1997. Roach rules: shoaling fish are a constant factor in the diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Switzerland. *Ardea* 85: 9-27.
- Suter, W. & Morel, P. 1996. Pellet analysis in the assessment of great cormorant *Phalacrocorax carbo* diet: Reducing biases from otolith wear when reconstructing fish length. *Colonial Waterbirds* 19: 280-284.
- Tarkan, A.S., Gürsoy Gaygusuz, C., Gaygusuz, Ö. & Acipinar, H. 2007. Use of bone and otolith measures for size-estimation of fish in predator-prey studies. *Folia Zoologica* 56: 328-336.
- Tasker, M. L. & Furness, R. W. 1996. Estimation of food consumption by seabirds in the North Sea. ICES Cooperative Research Report 216: 6-42.
- Temming, A. & Herrmann, J.-P. 2003. Gastric evacuation in cod. Prey-specific evacuation rates for use in North Sea, Baltic Sea and Barents Sea multi-species models. *Fisheries Research* 63: 21-41.
- Thiel, R. 1990. Untersuchungen zur Ökologie der Jung- und Kleinfischgemeinschaften in einem Boddengewässer der südlichen Ostsee. Doktorarbeit, Universität Rostock.
- Trauttmansdorff, J. & Wassermann, G. 1995. Number of pellets produced by immature cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* 83: 133–134.
- Ubl, C. 2004. Untersuchungen zum Nahrungsspektrum des Kormorans im Bereich des Greifswalder Boddens. *Fischerei und Fischmarkt in Mecklenburg-Vorpommern* 4: 32-38.
- Ubl, C. 2006. Problematik der Abschätzung von fischereilichen Schäden durch Kormorane in Küstengewässern. In Herzig, F. & Böhnke, A. (Bearb.): *Fachtagung Kormorane 2006. Tagungsband mit den Beiträgen der Fachtagung vom 26. – 27. September 2006 in Stralsund.* BfN-Skripten 204, 141-151.
- Winkler, H.M. 2010. Die Nahrung des Kormorans. *Der Falke* 57, Sonderheft: 21-25.
- Van Franeker, J.A. 2004. Save the North Sea Fulmar-Litter-EcoQO manual part 1: collection and dissection procedures. Wageningen, Alterra, 38 S.

van Rijn, S. & van Eerden, M.R. 2006. Cormorants in the Lake IJsselmeer area, The Netherlands: competitor or indicator? In Herzig, F. & Böhnke, A. (Bearb.): Fachtagung Kormorane 2006. Tagungsband mit den Beiträgen der Fachtagung vom 26. – 27. September 2006 in Stralsund. BfN-Skripten 204, 192-198.

Veldkamp, R. 1995. The use of chewing pads for estimating the consumption of cyprinids by cormorants *Phalacrocorax carbo*. *Ardea* 83: 135-138.

Von Lindeiner, A. 2006. Erfahrungen mit dem Kormoranmanagement in Süddeutschland. In Herzig, F. & Böhnke, A. (Bearb.): Fachtagung Kormorane 2006. Tagungsband mit den Beiträgen der Fachtagung vom 26. – 27. September 2006 in Stralsund. BfN-Skripten 204, 207-219.

Watt, J., Pierce, G.J. & Boyle, P.R. 1997. Guide to the identification of North Sea fish using premaxillae and vertebrae. ICES Cooperative Research Report 220, 231 S.

Wilson, R.P., White, C.R., Quintana, F., Halsey, L.G., Liebsch, N., Martin, G.R. & Butler, P.J. 2006. Moving towards acceleration for estimates of activity-specific metabolic rate in free-living animals; the case of the cormorant. *Journal of Animal Ecology* 75: 1081-1090.

Wortmann, H. & Spratte, S. 1987. Nahrungsuntersuchungen am Kormoran (*Phalacrocorax carbo*). Die Auswirkungen der Kormorane auf die schleswig-holsteinische Binnenfischerei. Fischereiamt des Landes Schleswig-Holstein, 104 S.

Zijlstra, M. & van Eerden, M. R. 1995. Pellet production and the use of otoliths in determining the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: trials with captive birds. *Ardea* 83: 123–131.

ANHANG I. Absolute Anzahlen (A) und absolute Häufigkeit des Vorkommens (Stetigkeit, S) der verschiedenen Fische im Nahrungsspektrum von Kormoranen im Schwentine-System in den Jahren 2009 und 2010. Für wissenschaftliche Artbezeichnungen siehe Anhang II.

	Januar 2009 N = 3		Februar 2009 N = 4		März 2009 N = 11		Januar 2010 N = 23		April 2010 N = 48		Mai 2010 N = 41		Juni 2010 N = 47		Juli 2010 N = 46		August 2010 N = 27		September 2010 N = 9	
	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S
Flussbarsch	1	1	82	3	242	9	86	14	190	34	248	36	681	40	482	44	451	24	110	7
Kaulbarsch	0	0	1	1	13	2	1	1	42	15	174	22	79	25	279	26	276	22	97	7
Flussbarsch / Kaulbarsch	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	10	1	13	2	2	1	0	0
Zander	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0
Plötze	104	3	17	4	153	9	637	20	100	16	134	25	36	11	33	5	8	5	2	2
Rotfeder	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	1	0	0
Karpfen	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Giebel / Karausche	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7	1	0	0	0	0	10	4	1	1
Schleie	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0
unbestimmte Karpfenfische	2	1	0	0	0	0	4	4	4	3	63	12	7	7	6	5	2	1	0	0
Stint	0	0	21	3	7	4	1226	13	12	4	7	6	80	6	415	22	791	24	1086	9
Aal	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	1	1	0	0
Hecht	3	2	0	0	2	2	4	1	5	5	12	7	16	13	30	9	32	12	16	7
unbestimmte Stichlinge	3	2	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2
Dorsch	0	0	1	1	0	0	0	0	28	13	25	9	13	4	2	1	0	0	2	1
Sandgrundel / Strandgrundel	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	4	1	0	0	0	0	0	0	10	1
Schwarzgrundel	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0
unbestimmte Grundeln	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0
Aalmutter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0
Flunder / Kliesche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0
unbestimmte Plattfische	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	9	1	0	0	1	1
Hering	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
unbestimmte Heringsfische	0	0	0	0	0	0	5	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fisch spec.	0	0	3	1	2	1	0	0	3	3	17	11	13	8	10	5	17	9	1	1
GESAMT	114		125		422		1965		413		738		957		1282		1591		1328	

ANHANG II. Alphabetische Liste der im Text verwendeten Fischnamen / -kategorien mit zugehöriger wissenschaftlicher Art- und Familienbezeichnung.

Art / Kategorie	Wissenschaftlicher Name	Familie
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguillidae
Aalmutter	<i>Zoarces viviparus</i>	Zoarcidae
Barsche	Percidae	Percidae
Brasse	<i>Abramis brama</i>	Cyprinidae
Dorsch	<i>Gadus morhua</i>	Gadidae
Dreistachliger Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Gasterosteidae
Flunder	<i>Platichthys flesus</i>	Pleuronectidae
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	Percidae
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	Cyprinidae
Grundeln	Gobiidae	Gobiidae
Hecht	<i>Esox lucius</i>	Esocidae
Hering	<i>Clupea harengus</i>	Clupeidae
Heringsfische	Clupeidae	Clupeidae
Karausche	<i>Carassius carassius</i>	Cyprinidae
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae
Karpfenfische	Cyprinidae	Cyprinidae
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Percidae
Kliesche	<i>Limanda limanda</i>	Pleuronectidae
Plattfische, unbestimmt	hier: Pleuronectidae	Pleuronectidae
Plötze (Rotauge)	<i>Rutilus rutilus</i>	Cyprinidae
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Cyprinidae
Sandgrundel	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Gobiidae
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	Cyprinidae
Schwarzgrundel	<i>Gobius niger</i>	Gobiidae
Seeskorpion	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Cottidae
Sprotte	<i>Sprattus sprattus</i>	Clupeidae
Stichlinge	<i>Gasterosteus spec.</i>	Gasterosteidae
Stint	<i>Osmerus eperlanus</i>	Osmeridae
Strandgrundel	<i>Pomatoschistus microps</i>	Gobiidae
Zander	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Percidae

