



**Analyse von Speiballen zur Ermittlung der
Nahrungszusammensetzung von Kormoranen
in den Gebieten Plöner Seen, Untertrave und Schlei**



Abschlussbericht

Auftraggeber: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt,
Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein
Mercatorstraße 3
24106 Kiel

Bearbeiter: Dr. M. Pietrock
B. Sc. N. Sternberg

Technische Mitarbeit: M. Hennecke
B. Sc. J. Witkowski
A. Ney

Zitiervorschlag:

Pietroock, M.; Sternberg, N. 2021. Analyse von Speiballen zur Ermittlung der Nahrungszusammensetzung von Kormoranen in den Gebieten Plöner Seen, Untertrave und Schlei. Bericht im Auftrag des Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein. Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow, 90 pp.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	7
1 Zusammenfassung.....	9
2 Einleitung.....	11
3 Material und Methoden.....	13
3.1 Literatur.....	13
3.2 Vorbereitende Bearbeitung von Speiballen.....	13
3.3 Analyse von Speiballen.....	14
3.4 Ernährungskennzahlen.....	18
3.5 Statistische Analyse.....	19
4 Ergebnisse.....	20
4.1 Literaturrecherche zu Fütterungsexperimenten.....	20
4.2 Speiballenanalysen.....	23
4.2.1 Lokale Artenspektren.....	23
4.2.2 Artenhäufigkeiten.....	26
4.2.3 Individuenhäufigkeiten.....	27
4.2.4 Monatliche Nahrungszusammensetzung.....	29
4.2.5 Biomasse.....	33
4.2.6 Längen-Häufigkeitsverteilungen.....	37
4.2.7 Klassifizierung nach Hauptnahrungskomponenten.....	41
5 Diskussion.....	43
6 Literatur.....	50
7 Anlagen.....	58

Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Anzahl der monatlich nach Methode A / Methode B ausgewerteten Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See (Untertrave).....	15
Tab. 2. Überblick über Fütterungsexperimente mit Kormoranen (<i>Phalacrocorax</i> spp.) und Nachweisraten von Hartstrukturen in Speiballen.....	21
Tab. 3. Nach Lokalisation getrenntes Vorkommen der in Speiballen nachgewiesenen Fischtaxa	24
Tab. 4. Bedeutung ausgewählter Fischtaxa als Nahrungskomponente von Kormoranen des Probennahmeortes Schlei	41
Tab. 5. Bedeutung ausgewählter Fischtaxa als Nahrungskomponente von Kormoranen des Probennahmeortes Güssdorfer Teich.....	42
Tab. 6. Bedeutung ausgewählter Fischtaxa als Nahrungskomponente von Kormoranen des Probennahmeortes Dassower See	42
Tab. 7. Korrekturfaktoren zur Rückberechnung der Fischgröße in Abhängigkeit der Abnutzung der Otolithen.....	58
Tab. 8. Relative Häufigkeiten (%) der in den Kormoranspeiballen identifizierten Fischtaxa .	59
Tab. 9. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei.....	60
Tab. 10. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei...	60
Tab. 11. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei...	61
Tab. 12. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich.....	62
Tab. 13. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich.....	63
Tab. 14. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich.....	64
Tab. 15. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See.....	65
Tab. 16. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See.....	66
Tab. 17. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See.....	67
Tab. 18. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei	68
Tab. 19. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei	68

Tab. 20. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei	69
Tab. 21. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich	69
Tab. 22. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich	70
Tab. 23. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich	71
Tab. 24. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See.....	72
Tab. 25. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See.....	73
Tab. 26. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See.....	74
Tab. 27. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Schlei des Jahres 2019	75
Tab. 28. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Schlei des Jahres 2020	76
Tab. 29. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Schlei des Jahres 2021	77
Tab. 30. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich des Jahres 2019	78
Tab. 31. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich, April 2020.....	79
Tab. 32. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich, Mai-Juli 2020.....	80
Tab. 33. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich, August-September 2020.....	81
Tab. 34. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich des Jahres 2021	82
Tab. 35. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See des Jahres 2019	83
Tab. 36. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See, Februar-August 2020.....	84
Tab. 37. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See, September-Oktober 2020.....	85
Tab. 38. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See des Jahres 2021	86
Tab. 39. Bedeutung verschiedener Fischtaxa als Nahrungskomponente von Kormoranen des Standortes Schlei, basierend auf nach „Methode B“ untersuchten Speiballen.....	87

Tab. 40. Bedeutung verschiedener Fischtaxa als Nahrungskomponente von Kormoranen des Standortes Güssdorfer Teich, basierend auf nach „Methode B“ untersuchten Speiballen ..	88
Tab. 41. Bedeutung verschiedener Fischtaxa als Nahrungskomponente von Kormoranen des Standortes Dassower See, basierend auf nach „Methode B“ untersuchten Speiballen.....	89
Tab. 42. NMDS: Korrelationen zwischen nachgewiesenen Arten und der Position der Speiballen in der Ordination	90

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Lage der Probennahmepunkte Schlei (violett), Güssdorfer Teich (gelb) und Dassower See (braun) sowie schematische Abbildung des jeweiligen Einzugsgebietes zum Nahrungserwerb bei einem etwa 30 km großen Flugradius des Kormorans.	12
Abb. 2. Vorbereitung von Speiballen für die Inhaltsanalyse.....	14
Abb. 3. Beispielhafte Präsentation des Inhalts von Speiballen mit einer hohen Anzahl an Otolithen (a), einer Vielzahl an Hartstrukturen (b) bzw. wenigen Elementen (c)	23
Abb. 4. Nicht-metrische multidimensionale Skalierung (NMDS) basierend auf der Bray-Curtis-Unähnlichkeit der Zusammensetzung von Speiballen der Gebiete Dassower See, Güssdorfer Teich und Schlei	25
Abb. 5. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa bezogen auf die in den Speiballen festgestellten Individuen der Gesamtstichprobe sowie die der Probennahmepunkte Dassower See, Schlei und Güssdorfer Teich.....	26
Abb. 6. Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Fische je Speiballen (bezogen auf die Gesamtstichprobe)	27
Abb. 7. Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Fische je Speiballen (Ausschnitt).....	27
Abb. 8. Boxplots der Verteilung der Anzahl von Fischen je Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See	28
Abb. 9. Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Fische je Speiballen (bezogen auf die Teilstichprobe aller nach „Methode B“ analysierten Speiballen).....	28
Abb. 10. Boxplots der Verteilung der Anzahl von Fischen je Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See	29
Abb. 11. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa in Speiballen des Beprobungspunktes Schlei der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)	30
Abb. 12. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa in Speiballen des Beprobungspunktes Güssdorfer Teich der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)	31
Abb. 13. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa in Speiballen des Beprobungspunktes Dassower See der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)	32
Abb. 14. Boxplots der Verteilung der Biomasse konsumierter Fische je Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See.....	33
Abb. 15. Relativer Anteil die einzelnen Fischarten an der monatlich konsumierten Gesamtbiomasse des Beprobungspunktes Schlei der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts).....	34
Abb. 16. Relativer Anteil die einzelnen Fischarten an der monatlich konsumierten Gesamtbiomasse des Beprobungspunktes Güssdorfer Teich der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)	35
Abb. 17. Relativer Anteil die einzelnen Fischarten an der monatlich konsumierten Gesamtbiomasse des Beprobungspunktes Dassower See der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)	36
Abb. 18. Längen-Häufigkeitsverteilung aller nach „Methode B“ analysierten Fische	37
Abb. 19. Längen-Häufigkeitsverteilungen ausgewählter Fischarten des Probennahmepunktes Schlei (Juli 2019 bis Juli 2021).....	38
Abb. 20. Längen-Häufigkeitsverteilungen ausgewählter Fischarten des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich (Juli 2019 bis Juli 2021)	39
Abb. 21. Längen-Häufigkeitsverteilungen ausgewählter Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See (Juli 2019 bis Juli 2021).....	40

Abkürzungsverzeichnis

Bl	Bleie (<i>Abramis brama</i>)
Do	Dorsch (<i>Gadus morhua</i>)
Fb	Flussbarsch (<i>Perca fluviatilis</i>)
Fl	Flunder (<i>Platichthys flesus</i>)
Gs	Grundeln (Gobiidae)
He	Hecht (<i>Esox lucius</i>)
Hr	Hering (<i>Clupea harengus</i>)
Ka	Karpfen (<i>Cyprinus carpio</i>)
k.A.	keine Angaben
Kb	Kaulbarsch (<i>Gymnocephalus cernua</i>)
Pl	Plötze (<i>Rutilus rutilus</i>)
Rf	Rotfeder (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)
Sf	Schellfisch (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)
St	Stint (<i>Osmerus eperlanus</i>)
Wi	Wittling (<i>Merlangius merlangus</i>)

1 Zusammenfassung

Von drei an schleswig-holsteinischen Gewässern (Schlei, GUSDORFER TEICH, DASSOWER SEE) gelegenen Kormorankolonien wurden im Zeitraum Juli 2019 - Juli 2021 Speiballen des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) gesammelt und untersucht, um vertiefende Aussagen zur Nahrungsökologie dieser Spezies an den betreffenden Lokalitäten zu erhalten. Von den drei Standorten wurden im Labor insgesamt 1093 Speiballen mikroskopisch analysiert und anhand nachgewiesener Hartstrukturen (Gehörsteine, Kauplatten, Kieferknochen etc.) eine Artbestimmung konsumierter Fische vorgenommen. Basierend auf durchgeführten Vermessungen ausgewählter Knochenreste erfolgte an 521 Speiballen durch Anwendung von in der Literatur verfügbaren Regressionsformeln die Rückberechnung der Körpergröße und der Biomasse der konsumierten Fische. Eine Literaturrecherche zu Wiederfundraten von Hartstrukturen von an Kormoranen verfütterten Fischen unterstützte die Auswertung der Felddaten.

In den untersuchten Speiballen wurden insgesamt Reste von 12574 Fischen nachgewiesen, die 35 Taxa zugeordnet werden konnten. Eine Identifikation bis auf Artniveau war bei 33 Taxa möglich. In den an der Schlei und am GUSDORFER TEICH gesammelten Proben kamen vor allem limnische Fischarten vor während in den Speiballen des Beprobungspunktes DASSOWER SEE marine Arten überwogen. Monatliche Variationen in der Artenzusammensetzung und im relativen Anteil der einzelnen Arten wurden an allen drei Standorten vermerkt. Häufig und/oder zahlreich nachgewiesene Beutfische waren an allen drei Standorten Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) und Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*), die je nach Standort relative Häufigkeiten von 9,3-41,8 % (Flussbarsch) bzw. 4,4-11,0 % (Kaulbarsch) erreichten. Die Plötze (*Rutilus rutilus*) wurde regelmäßig nachgewiesen, insbesondere in den Proben von der Schlei und des GUSDORFER TEICHES. Von lokaler Bedeutung waren zudem Vertreter der Grundeln (Gobiidae; Schlei) und der Stint (*Osmerus eperlanus*; GUSDORFER TEICH). In den am DASSOWER SEE gesammelten Speiballen wurden insbesondere Rückstände vom Dorsch (*Gadus morhua*) detektiert. Die relative Häufigkeit dieser Spezies betrug an dieser Probennahmestelle 31,9 %. In den untersuchten Speiballen fanden sich im Mittel (\pm S. D.) Reste von 11,9 (\pm 29,2) Beutfischen. Die meisten Proben enthielten jedoch Hartstrukturen von lediglich ein bis vier Individuen.

Bezüglich der konsumierten Biomasse stellte der Flussbarsch in den an der Schlei gesammelten Speiballen in nahezu allen Monaten den überwiegenden Teil der rückberechneten Gesamtfischbiomasse (17,5-92,1 %). Auch Plötze und Rotfeder nahmen in den verschiedenen Monaten mit Werten bis zu 9,7 % bzw. 20,6 % nennenswerte Anteile ein. Am GUSDORFER TEICH waren Flussbarsch und Plötze ebenfalls von besonderer Bedeutung hinsichtlich ihres Biomasseanteils, der monatlich zwischen 21,6 % und 73, % bzw. 6,4 % und 45,0 % schwankte. Am Probennahmestandort DASSOWER SEE trug der Dorsch mit Werten zwischen 25,1 % und 96,1 % die größten Anteile an der monatlichen Gesamtfischbiomasse. Die rückberechnete Fischbiomasse je Speiballen betrug für die Standorte Schlei, GUSDORFER TEICH und DASSOWER SEE im Durchschnitt 454,7 g, 494,0 g und 787,0 g.

Die Ermittlung der rückberechneten Körperlängen ergab, dass die im Gesamtzeitraum durch Kormorane aller drei Standorte erbeuteten Fische bei gemeinsamer (artübergreifender) Betrachtung zum überwiegenden Teil der Größenklasse 8,4-14,4 cm zugehörig waren. Im Ergebnis einer Längenrückberechnung einer Unterstichprobe wiesen mehr als 37 % der analysierten Fische Körperlängen dieser Größenkategorie auf.

Unter Berücksichtigung der relativen Häufigkeit und der rückberechneten Biomasse der konsumierten Individuen wurden an den Beprobungspunkten Schlei und GUSDORFER TEICH der

Flussbarsch und die Plötze sowie am Dassower See der Dorsch als Hauptnahrungskomponenten der ansässigen Kormorane identifiziert.

2 Einleitung

Der Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) ist ein fischfressender Vogel aus der Familie Phalacrocoracidae, deren Vertreter mit Ausnahme Südamerikas auf allen Kontinenten angetroffen werden (BirdLife International 2018). Global existieren mehrere Unterarten (Subspezies) des Kormorans, deren taxonomischer Status jedoch noch nicht eindeutig geklärt ist. Für Europa werden zwei phänotypisch unterscheidbare Formen vermerkt: die an Binnengewässern sowie im Nord- und Ostseebereich brütende Kontinentalrasse *P. carbo sinensis* sowie die an der atlantischen Küste brütende Küstenrasse *P. carbo carbo* (Guthörl 2006). Darüber hinaus wird von Marion & Le Gentil (2006) eine weitere Unterart, *P. c. norvegicus*, beschrieben, welche an den Küsten Norwegens, Schwedens und der Bretagne anzutreffen ist. Nach Kieckbusch (2014) kommt in Deutschland ausschließlich die Kontinentalrasse vor.

Seit etwa Mitte der 1970er Jahre ist europaweit eine sehr starke Zunahme der Populationsgröße (insbesondere der Kontinentalrasse) des Kormorans zu verzeichnen (Carss 2002), die u. a. auf geänderte Umweltbedingungen (z. B. Gewässereutrophierung), Einschränkungen beim Einsatz von Pestiziden (chlorierte Kohlenwasserstoffe) und internationale Schutzbemühungen zurückgeführt wird (Guthörl 2006). Um das Jahr 2012 war die Brutpopulation des Kormorans in der westlichen Paläarktis (ausgenommen einiger Gebiete Russlands und West-Kasachstans) auf etwa 406.000 - 421.000 Brutpaare angestiegen (Bregnballe et al. 2014). Auch in Deutschland hat die Zahl der jährlich brütenden und überwinternden Kormorane in den letzten drei Dekaden deutlich zugenommen (Flore & Hüppop 1997, Kieckbusch & Knief 2007) und betrug in 2012 etwa 22.500 Brutpaare (Kieckbusch 2014). In Schleswig-Holstein sind brütende Kormorane seit dem Jahre 1982 wieder zu beobachten (Kieckbusch & Koop 1996). In 2020 nisteten in diesem Bundesland etwa 2750 Paare (MELUND 2020); die Zahl der rastenden Vögel wurde für das Jahr 2016 mit bis zu 18.000 angegeben (Koop 2016).

Mit dem Anstieg der Individuenzahlen werden zunehmend auch ökologische und ökonomische Schäden beklagt, v. a. von Seiten des Fischartenschutzes und der Fischerei (Conrad et al. 2002, Görner 2006, Ebel 2012). Eine Vielzahl von Untersuchungen an Fischen aus natürlichen Stand- und Fließgewässern als auch aus künstlich angelegten Teichen belegt die negativen Auswirkungen dieses fischfressenden Prädatoren auf die Kondition, den Gesundheitszustand sowie die Populationsdichte und Größenstruktur verschiedener Fischarten (Schwevers & Adam 1998, Adámek et al. 2007, Kortan et al. 2008, Gaye-Siessegger et al. 2013). Kormorane ernähren sich überwiegend piscivor. Sie nutzen zum Nahrungserwerb ein breites Spektrum an Arten, Größenklassen und Lebensräumen und können daher den Generalisten zugeordnet werden (Andersen et al. 2007, Krebs 2014). Nach Russel et al. (2003) und Emmrich & Düttmann (2011) werden potentielle Beutefische entsprechend ihrer saisonalen und lokalen Verfügbarkeit bejagt und konsumiert. Dementsprechend ist das Beutespektrum jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen (Lehikoinen 2005).

Der Nahrungsbedarf des Kormorans wurde im internationalen Schrifttum bereits mehrfach diskutiert und ist Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen. Die verwendeten Methoden zur Abschätzung des Fischkonsums sind divers und umfassen Beobachtungen, Messungen und Modellierungen, Experimental- und Feldarbeiten sowie Methodenkombinationen (Van Dobben 1952, du Plessis 1957, Brugger 1993, Reichholf 1993, Grémillet & Plös 1994, Keller 1995, Voslamber et al. 1995, Grémillet et al. 1996; Casaux et al. 1997, Grémillet & Wilson 1999, Keller & Visser 1999, Carpentier & Marion 2003, Gagliardi et al. 2007, Emmrich & Düttmann 2011). Die im Rahmen dieser Forschungen ermittelten Werte des täglichen Fischkonsums von Kormoranen liegen im Bereich von ca. 200-2000 g (Van Dobben 1952, Worthmann & Spratte

1987). Allgemein wird heute jedoch ein mittlerer Nahrungsbedarf von 500 g pro Kormoran und Tag als realistisch angesehen (Ridgeway 2010).

Um negative Folgen eines hohen Kormoranaufkommens auf aquatische Biozönosen (insbesondere Fische) in Binnengewässern einzudämmen sowie zur Abwendung erheblicher fischereiwirtschaftlicher Schäden wurden in den verschiedenen deutschen Bundesländern Verordnungen erlassen, die in begrenztem Umfang eine Jagd auf den Kormoran abweichend von § 43 des Bundesnaturschutzgesetzes erlauben. In Schleswig-Holstein trat am 15. August 2019 eine überarbeitete Kormoranverordnung in Kraft, die u. a. Schutzgebiete benennt und die Vergrämung bzw. den Abschuss von Kormoranen auf Binnengewässern regelt (Tiede & Touré 2019). Für seenähnliche Küstengewässer (wie z. B. der Schlei und der Untertrave) konnte ein möglicher fischereiwirtschaftlicher Schaden des Kormorans aufgrund fehlender Daten noch nicht eingeschätzt werden. Um diese Wissenslücken zu füllen, wurde seitens des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) des Landes Schleswig-Holstein ein Projekt initiiert, um durch die Analyse von Speiballen Hinweise zum Nahrungsspektrum und zur Nahrungsmenge von Kormoranen der Kolonien vom GUSDORFER TEICH (*i. e.* Plöner-Seen-Gebiet), der Untertrave und der Schlei zu erlangen (Abb. 1). Zusätzlich zu diesen praktischen Tätigkeiten sollte die Literatur mit Bezug auf Fütterungsexperimente mit Kormoranen gesichtet und ausgewertet werden, um einen Überblick zu erhalten, ob Fischarten und/oder Größenklassen bei einer Speiballenanalyse bevorzugt unberücksichtigt bleiben und somit Resultate von Felduntersuchungen potenziell verfälschen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und der Literaturstudie sind nachfolgend dargestellt.

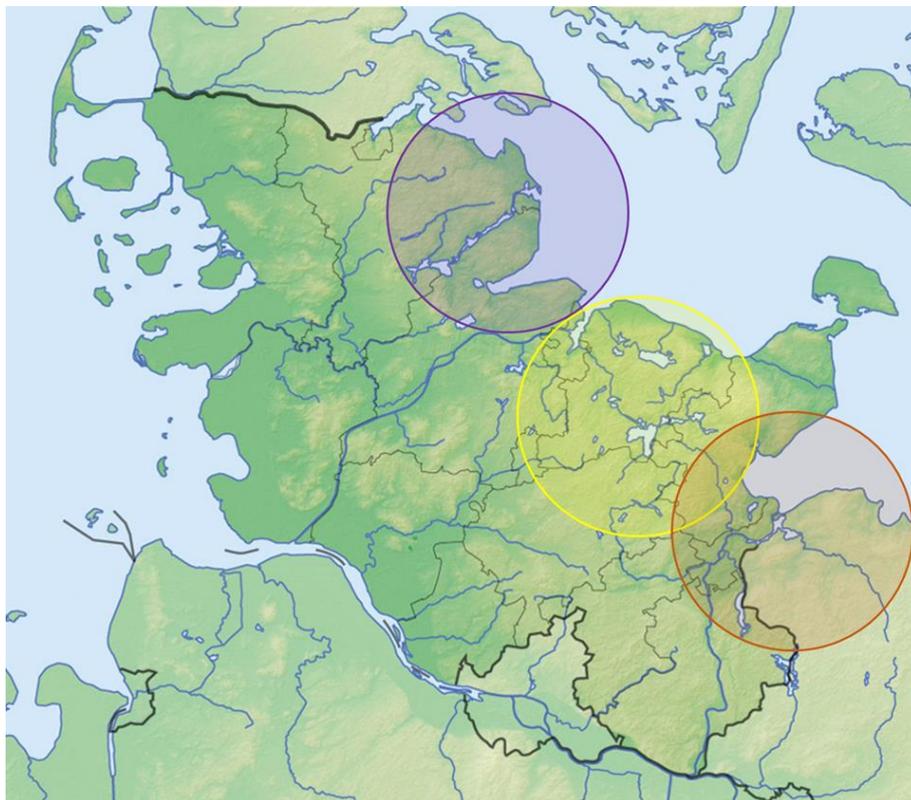


Abb. 1. Lage der Probennahmepunkte Schlei (violett), GUSDORFER TEICH (gelb) und DASSOWER SEE (braun) sowie schematische Abbildung des jeweiligen Einzugsgebietes zum Nahrungserwerb bei einem etwa 30 km großen Flugradius des Kormorans. (Kartenhintergrund: Wikimedia Commons)

3 Material und Methoden

3.1 Literatur

Die Auswertung von Fütterungsexperimenten basierte auf entsprechende Literatur des internationalen Schrifttums, die mittels „Google“, „Google Scholar“ und „Scopus“ recherchiert bzw. auf die im Rahmen entsprechender Fachartikel und Berichte verwiesen wurde. Bei Nutzung der Suchmaschinen wurden in die Eingabemaske folgende Begriffe einzeln und in Kombination sowie in Deutsch und Englisch eingegeben: Kormoran, *Phalacrocorax*, Experiment, experimentell, Labor, Fütterung, Fütterungsversuch, Nahrungsuntersuchung, Obhut (captivity), Speiballenanalyse und Otolithenverdauung (otolith digestion).

Zur Bestimmung von Fischen anhand ihrer artspezifischen anatomischen Merkmale wurde auf Standardwerke der Fischanatomie zurückgegriffen (Suworow 1959, Harder 1964, Fiedler 1991). Darüber hinaus fanden zahlreiche weitere Fachbeiträge Verwendung bei der Zuordnung von Hartstrukturen zu den jeweiligen Arten (Röhler 1932, Veldkamp 1995 a, Knollseisen 1996, Watt et al. 1997, Campana 2004, Assis 2005, März 2007, Emmrich 2008, Svetochewa et al. 2007, Tuset et al. 2008, Bostanci 2009, McBride et al. 2010, Lin et al. 2015, Yilmaz et al. 2015, Bräger & Moritz 2016, He et al. 2017). Ebenso fanden zur Artidentifikation digitale Referenzsammlungen (Leopold et al. 2001, Anonymous 2011, Friedhoff 2019) und IfB-eigene Sammlungen zu Hartstrukturen von Süßwasserfischen Berücksichtigung.

3.2 Vorbereitende Bearbeitung von Speiballen

Durch den Auftraggeber wurden an schleswig-holsteinischen Kormorankolonien im Gebiet der Plöner Seen, der Untertrave (Dassower See) und der Schlei in unregelmäßigen zeitlichen Abständen Speiballen gesammelt und an das IfB verschickt, wo die Proben bis zur Untersuchung tiefgefroren bei -20°C gelagert wurden. Zur Freilegung und Separation der Hartstrukturen wurden die Speiballen nach der Entnahme aus der Kühltruhe einzeln in wassergefüllte 150-ml-Messbecher überführt (Abb. 2). Nach Zugabe einer geringen Menge Spülmittel erfolgte die Aufbewahrung der Proben für einen Zeitraum von etwa 12 Stunden im Trockenschrank (Memmert, UE400) bei einer Temperatur von 50°C. Zur weiteren Bearbeitung wurden die Speiballen jeweils in einen 800-ml-Messbecher überführt und mehrfach mit Wasser gespült. Durch diese Prozedur lösten sich die ummantelnde Schleimhülle (Mukos), Fischknochen und andere Bestandteile voneinander, so dass die in der Wassersäule schwebenden Schleimpartikel nach dem Absetzen der Nahrungsreste vorsichtig dekantiert werden konnten. Nach dieser ersten Reinigung wurden die Nahrungsbestandteile (Fischknochen, Gräten, Otolithen, Schuppen etc.) in eine Petrischale gegeben. Mit Hilfe feiner Pinsel wurden Hartstrukturen weiter gereinigt und mittels einer Pinzette entweder vollständig (Kiemendeckel, Kiefer, Otolithen, Knochenplatten etc.) oder in Form einer Stichprobe (Gräten, Wirbel, Schuppen) in eine neue Petrischale zur Trocknung gegeben. Im letzteren Fall wurde die Anzahl der nicht entnommenen Teile geschätzt und schriftlich vermerkt. Nach einer Trockenzeit von etwa 2-3 Tagen erfolgte die Überführung der luftgetrockneten Hartstrukturen in verschraubbare Plastikgefäße zur weiteren Aufbewahrung.



Abb. 2. Vorbereitung von Speiballen für die Inhaltsanalyse

3.3 Analyse von Speiballen

Laut Angebot des IfB vom 07.02.2020 waren pro Probennahmestelle und Monat zwei Drittel der gesammelten Speiballenproben einer Übersichtsuntersuchung („Methode A“) und ein Drittel einer Detailuntersuchung („Methode B“) zu unterziehen. Die beiden Vorgehensweisen umfassten die Bestimmung bzw. Berechnung folgender Kenngrößen:

Methode A („Übersichtsuntersuchung“)

- Bestimmung der im Speiballen enthaltenen Arten mithilfe von Nahrungsresten (z. B. Otolithen, Skelettstrukturen, Schuppen),
- Abschätzung der Anzahl konsumierter Individuen pro Speiballen,
- Klassifizierung jedes Speiballen nach der Hauptnahrungskomponente,
- Darstellung der monatlichen Nahrungszusammensetzung absolut und relativ je Gebiet (prozentualer Anteil der Arten in den Speiballen, prozentualer Anteil der klassifizierten Speiballen).

Methode B („Detailuntersuchung“)

- Bestimmung der im Speiballen enthaltenen Arten mithilfe von Nahrungsresten (z. B. Otolithen, Skelettstrukturen oder Schuppen),
- Bestimmung der Anzahl konsumierter Individuen pro Speiballen,
- Berechnung der individuellen Länge der konsumierten Arten durch Vermessung der Nahrungsreste und Rückrechnung auf die Fischlänge. Berechnung der Längen-Häufigkeitsverteilung je konsumierter Art und Gebiet und Monat,
- Berechnung der Biomasse der konsumierten Arten durch Vermessung der Nahrungsreste und Rückrechnung auf die Biomasse; Berechnung des relativen Anteils der einzelnen Arten an der gesamten konsumierten Biomasse je Monat und Gebiet.

Die je Monat untersuchte Anzahl an Speiballen ist für die einzelnen Probennahmestellen in Tab. 1 dargestellt.

Zur Bestimmung von fischartspezifischen Hartstrukturen wurden die vorbereiteten (luftgetrockneten) Proben (s. o.) in einer Petrischale ausgebreitet und unter einem

Stereomikroskop (Wild M3Z, Heerbrugg) bei bis zu 40-facher Vergrößerung analysiert. Um einen Überblick über das Spektrum konsumierter Beutefische zu erhalten, wurden in einem ersten Schritt die verschiedenen aus einem Speiballen gewonnenen Strukturen entsprechend ihrer anatomischen Merkmale arrangiert und mit Hilfe von Bestimmungsliteratur (s. 3.1) einzelnen Taxa zugeordnet. Für diese *qualitative* Analyse fanden sämtliche Hartstrukturen Verwendung, d. h. selbst einzelne Schuppen einer Fischart in der Probe dienten als Nachweis, dass diese Spezies Teil der Beute von Kormoranen des betreffenden Beprobungspunktes waren.

Tab. 1. Anzahl der monatlich nach Methode A / Methode B ausgewerteten Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See (Untertrave)

Jahr/Monat	Schlei	Güssdorfer Teich	Dassower See
2019			
Jul		30 / 12	
Aug		31 / 12	14 / 7
Sept	29 / 14	31 / 8	34 / 13
Okt	26 / 14		32 / 16
Nov	31 / 13		31 / 16
Dez	32 / 11		
2020			
Januar	30 / 12		
Feb	33 / 11		6 / 4
Mär			32 / 18
Apr		34 / 32	32 / 23
Mai		33 / 33	
Jun		33 / 10	
Jul		36 / 11	
Aug		32 / 13	16 / 6
Sept		29 / 28	34 / 33
Okt	36 / 13		34 / 12
Nov	30 / 13		
Dez	29 / 8		
2021			
Januar	31 / 11		23 / 15
Feb			
Mär	32 / 12		32 / 11
Apr		30 / 11	20 / 8
Mai		32 / 11	
Jun		31 / 12	
Jul		32 / 14	
Summe	339 / 132	414 / 207	340 / 182
Total	1093 / 521		

Quantitative Aussagen zu von Kormoranen konsumierten Beutefischen anhand mikroskopischer Untersuchungen von Speiballen sind zwangsläufig fehlerbehaftet und

vermitteln nur ein eingeschränkt realistisches Bild über die aufgenommene Nahrung (Jobling & Breiby 1986, Johnstone et al. 1990, Martucci et al. 1993, Harris & Wanless 1993, Carss et al. 1997, McKay et al. 2003). Um dennoch einen Schätzwert zu erhalten, von wieviel Individuen die in einem Speiballen gefundenen Hartstrukturen stammten, wurden in einem ersten Schritt die Gehörsteine¹ mit Hilfe eines Stereomikroskops nach Fischart, Größe und Zustand paarweise angeordnet, wobei jedes Paar von einem linken und rechten Otolithen gebildet wurde. Die Paare wurden gezählt und ihre Anzahl notiert. Wenn Otolithen nur als Einzelexemplare vorhanden waren (z. B. nur ein linker bzw. rechter Otolith bestimmter Form/Größe/Abnutzung in der Probe vorlag), wurden diese Einzelstücke ebenfalls als Nachweis für je einen konsumierten Fisch gewertet und auch diese Anzahl schriftlich festgehalten. Für jede Art reflektierte (beim Fehlen weiterer Strukturen) die Summe aus der Anzahl der Otolithenpaare und Einzelexemplare die Zahl der konsumierten Individuen, deren Überreste Teil des Speiballeninhalts waren. Für jede Fischart wurden diese Berechnungen separat durchgeführt, um durch Addition eine Gesamtzahl von Fischen zu erhalten, die zum Inhalt des untersuchten Speiballens beigetragen hatten.

In einigen Fällen wiesen Speiballen eine deutlich höhere Anzahl (> 100) an Otolithen auf als andere („normale“) Proben. Nach einer visuellen Einschätzung unter Zuhilfenahme des Stereomikroskops, dass die vorliegenden Otolithen allesamt zu Fischen einer Gattung (bzw. Familie) zugehörig waren, wurden die Gehörsteine möglichst gleichmäßig in der Petrischale verteilt, eine Unterstichprobe ausgezählt und darauf basierend die Gesamtzahl an Otolithen in der Petrischale geschätzt. Dieses Procedere betraf knapp 20 Proben der Schlei und eine Probe des Dassower Sees, wobei die Otolithen als jene von Grundeln (*Pomatoschistus* sp. und *Gobius niger*) bzw. Weißfischen (Cyprinidae) identifiziert wurden. Die so geschätzte Anzahl an Otolithen wurde jeweils durch zwei geteilt und so für die entsprechende Probe eine (Mindest-)Anzahl an Fischen des betreffenden Taxons ermittelt. Obgleich diese Angaben Schätzwerte darstellen, wurden sie der Einfachheit halber für die Auswertung als „wahre“ Werte gehandhabt.

Wiesen die in einer Probe befindlichen Knochen- und andere Strukturen (z. B. Kauplatten) auf eine höhere Anzahl konsumierter Individuen hin als sich durch die Addition von Otolithenpaaren und -einzelexemplaren ergab, so wurden genannte Hartstrukturen ebenfalls bei der quantitativen Auswertung entsprechend berücksichtigt (Dirksen et al. 1995). Enthielt z. B. ein Speiballen von einer bestimmten Fischart ein Otolithenpaar, einen Einzelotolithen und drei Unterkieferpaare, so gab in diesem Fall die Anzahl der Unterkieferpaare den Ausschlag für die Mindestzahl an Individuen der betreffenden Spezies, deren Hartstrukturen Teil des Speiballens waren. Für die Berechnung der Mindestzahl der in einem Speiballen enthaltenen (besser: der zu einem Speiballen beitragenden) Fischindividuen wurde somit immer dasjenige anatomische Element berücksichtigt, das für jede Art einen maximalen Zahlenwert hervorbrachte (Guse et al. 2008, Emmrich & Düttmann 2010).

Die Schätzung bzw. die Rückberechnung der Biomassen konsumierter Fische erfolgte überwiegend auf Grundlage der Analyse der Gehörsteine. Zu diesem Zweck wurde das von jedem Fischindividuum verfügbar beste Otolithenexemplar mit Hilfe eines Mikroskops (Laborlux S, Leitz) bzw. einer elektronischen Schublehre vermessen (Leopold et al. 1998). Da die Qualität der Otolithen je nach Verdauungsgrad (Exposition mit Magensäure) variierte, wurde ihr Zustand in folgende Qualitätsstufen unterteilt:

¹ Prinzipiell wurde bei der Analyse der Gehörsteine (Otolithen) auf die Sagittae zurückgegriffen. Lediglich bei den Cypriniden erfolgte die Probenauswertung auf Grundlage der Asterisci.

- 1 – sehr gut (Otolith unbeschädigt, keine oder nur sehr geringe Abnutzungen sichtbar),
- 2 – gut (Otolith unbeschädigt, aber mit erkennbaren Abnutzungen, Sulci optisch noch gut hervortretend),
- 3 – schlecht (Otolith teilweise beschädigt und/oder mit deutlichen Abnutzungen, Sulci noch wahrnehmbar),
- 4 – ungenügend (Otolith beschädigt oder stark angedaut, so dass Sulci nicht mehr erkennbar sind).

Für die Berechnungen wurden nur Gehörsteine der Qualitätsstufen 1 bis 3 verwendet. Um auf die Originalgröße der Gehörsteine zu schließen, wurden in Anlehnung an die Literatur Korrekturfaktoren angewandt (Anhang, Tab. 7). Die in der vorliegenden Studie angewandten Korrekturfaktoren waren unabhängig von der Fischart wie folgt:

- Qualitätsstufe 1: 5 %,
- Qualitätsstufe 2: 11 %,
- Qualitätsstufe 3: 17 %.

Mit Hilfe der so geschätzten Originalgröße der Otolithen wurde nachfolgend durch Anwendung von artspezifischen Regressionsformeln auf die Länge der konsumierten Fische geschlossen (Treasurer 1994; Leopold et al. 1998, 2001; Tarkan et al. 2007; Bostanci 2009; Silva et al. 2013; Yilmaz et al. 2015).

Gelegentlich waren in Speiballen keine Otolithen präsent, doch wiesen andere Hartstrukturen (z. B. Schlundzahnbögen, Kauplatten) auf den Konsum von Fischen hin. In diesen Fällen wurden auch diese Strukturen vermessen und flossen in die Rückberechnung der Körperlängen und Biomassen mit ein, soweit die zur Berechnung notwendigen Formeln der Literatur entnommen werden konnten (Watt et al. 1997, Čech et al. 2008, Emmrich & Düttmann 2011). Die Kalkulation der Körperlänge der verschiedenen Cyprinidenarten erfolgte vorzugsweise auf Basis ihrer Kauplatten (Veldkamp 1995 a, Nienhuis 2000).

Für die Gruppe der nicht näher bestimmten Weißfische („Cyprinidae“) wurde für die Berechnung der Körperlänge ein Mittelwert gebildet, der sich aus den Körperlängen aller Cypriniden der gleichen Lokalität und des gleichen Zeitpunktes (Monats) errechnete. Waren zu dem Zeitpunkt keine Artgenossen mit rückberechneter Körperlänge in der Probe vorhanden, wurde den betroffenen Individuen der Mittelwert ihrer Artverwandten des Vormonats zugeschrieben. In ähnlicher Weise wurde mit Fischen verfahren, die zwar identifiziert werden konnten, aber deren Hartstrukturen bereits stark zerstört waren und sich daher nicht mehr für eine Berechnung eigneten. Diesen Fischen erhielten den Mittelwert der Körperlänge ihrer Artgenossen der gleichen Lokalität und des gleichen Zeitpunktes (Monats). Waren zu dem Zeitpunkt keine Artgenossen mit rückberechneter Körperlänge in der Probe vorhanden, wurde den betroffenen Individuen der Mittelwert ihrer Artgenossen des Vormonats zugeschrieben. Die nicht näher bestimmbareren Fischarten („indet.“) bekamen als Körperlänge den Mittelwert, der sich aus der Berechnung der Körperlängen aller anderen Fische des gleichen Monats und der gleichen Lokalität ergab.

Basierend auf den Körperlängen wurde abschließend die Körpermasse der jeweiligen Individuen ermittelt, wobei wiederum auf Formeln der internationalen Literatur zurückgegriffen wurde (Leopold et al. 1998, 2001; Emmrich & Düttmann 2011; Silva et al. 2013). Für die Berechnung der Körpermasse der Karausche wurde eine für Karpfen bestimmte Formel verwendet, da für erstgenannte Art keine entsprechende Formel gefunden wurde (Leopold et al. 2001). Für die Gruppe „Cyprinidae“ wurde der Mittelwert aus den Körpermassen sämtlicher Weißfische der gleichen Lokalität und desselben Monats

vergleichbarer Körperlänge ($\pm 2,5$ cm) ermittelt und den entsprechenden Individuen der „Cyprinidae“-Gruppe zugewiesen. Die nicht näher bestimmten Arten („indet.“) wurden in ähnlicher Weise behandelt. Sie erhielten entsprechend ihrer definierten Körperlänge (s. o.) und unter Berücksichtigung des Probennahmeortes und -zeitraums den Mittelwert der Biomasse aller anderen Fische vergleichbarer Größe.

3.4 Ernährungskennzahlen

Zur Charakterisierung der in den Speiballen gefundenen Fischtaxa als Nahrungskomponente des Kormorans wurden verschiedene Indizes berechnet, als deren Grundlage die nach „Methode B“ untersuchten Proben dienten.

Die relative Nachweishäufigkeit (% FO, engl.: frequency of occurrence) spiegelt den relativen Anteil der Speiballen wider, in denen eine bestimmte Fischart (bzw. ein Taxon) nachgewiesen wurde. Dieser Index gibt somit den Prozentwert an Kormoranen an, die an einem bestimmten Tag eine konkrete Fischart konsumiert hatten.

$$\% \text{ FO} = 100 \cdot \frac{\text{Anzahl von Speiballen, die eine bestimmte Fischart enthalten}}{\text{Gesamtzahl der untersuchten Speiballen}}$$

Des Weiteren wurde der numerische Anteil einer Art an der Gesamtzahl der konsumierten Beutefische (% N) errechnet, der die Bedeutung einer Art am Beutespektrum eines Räubers reflektiert:

$$\% \text{ N} = 100 \cdot \frac{\text{Anzahl der konsumierten Individuen einer Art}}{\text{Gesamtzahl der konsumierten Individuen}}$$

Die alleinige Betrachtung des %-N-Wertes kann jedoch bei der Bewertung einer Nahrungskomponente zu Missinterpretationen führen, da z. B. die massenhafte Aufnahme kleiner Beutefische zu hohen Werten führt, während die Konsumtion eines großwüchsigen Einzelfisches nur einen geringen Wert hervorbringt. Um auch die Biomasse konsumierter Organismen zu berücksichtigen, wurde daher auch der %-W-Wert berechnet:

$$\% \text{ W} = 100 \cdot \frac{\text{Biomasse der konsumierten Individuen einer Art}}{\text{Gesamtbiomasse aller konsumierten Individuen}}$$

Ähnlich dem %-N-Wert kann auch der %-W-Wert zu Fehlinterpretationen führen, da große Beutetiere, die möglicherweise nur von wenigen Räubern konsumiert wurden, zu hohen %-W-Werten führen (George & Hadley 1979). Aus diesem Grunde werden bei Nahrungsanalysen Kombinationen wie der relative Bedeutungsindex (IRI, index of relative importance) angewandt, der sowohl die Häufigkeit (%FO) als auch die relative Anzahl (% N) und Biomasse (% W) berücksichtigt:

$$\text{IRI} = \% \text{ FO} \cdot (\% \text{ N} + \% \text{ W})$$

Um Studien und Beuteorganismen miteinander vergleichen zu können, wird der IRI ebenfalls in einen Prozentwert überführt (Cortés 1997):

$$\% \text{ IRI} = 100 \cdot \frac{\text{IRI}_{ij}}{\sum_i \text{IRI}_{ij}}$$

3.5 Statistische Analyse

Für Mittelwertvergleiche wurden die Daten hinsichtlich ihrer Verteilung mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung untersucht. Zum Vergleich der Mittelwerte wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet, wobei der Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit (p-Wert) einer Bonferronikorrektur unterzogen wurde.

Gemeinsamkeiten in der Nahrungszusammensetzung der Kormorane zwischen den drei Untersuchungsgebieten wurden unter Anwendung nicht-metrischer multidimensionaler Skalierung (NMDS) untersucht (Shepard 1962 a, b; Kruskal 1964 a, b). Im Wesentlichen ist die NMDS die Ordination einer Gemeinsamkeitsmatrix, dargestellt in einem niedrig-dimensionalen Raum und unter möglichst genauer Beibehaltung der sogenannten Gemeinsamkeitsklassifizierung („similarity ranking“) zwischen den Proben (Fasham 1977). Dem entsprechend sind sich zwei Proben umso ähnlicher, je näher sie in der Ordination beisammen liegen (Fasham 1977). Ob die Ordination den ursprünglichen Daten entspricht und diese akkurat vereinfacht wird mit dem so genannten Stresswert indiziert (Kruskal 1964 b). Ein Stresswert kleiner als 0,2 gilt dabei als gute Repräsentation der Daten (Kruskal 1964 a). Gemeinsamkeiten zwischen den einzelnen Speiballen wurden unter Anwendung der Bray-Curtis-Unähnlichkeit berechnet (Bray & Curtis 1957). Diese kann Werte zwischen 0 (identische Zusammensetzung) und 1 (keine Gemeinsamkeiten) annehmen (Glen 2021). Sie wird berechnet, indem die Summe der absoluten Unterschiede zwischen den Häufigkeiten jeder Art in den zwei verglichenen Proben durch die Summe der Gesamthäufigkeit aller Individuen in den beiden verglichenen Proben geteilt wird (Greenacre 2008). Demnach wird zur Berechnung der Bray-Curtis-Unähnlichkeit für den Vergleich der Proben j und k, mit den Häufigkeiten x von n Arten i und der Gesamthäufigkeit an Individuen in den Proben s , die folgende Formel verwendet (Greenacre 2008):

$$B = \frac{\sum_{k=1}^n |x_{i_1j} - x_{i_1k}| + |x_{i_2j} - x_{i_2k}| + \dots + |x_{i_nj} - x_{i_nk}|}{s_i + s_j}$$

Die NMDS wurde unter der Anwendung einer Wisconsin-Doppelstandardisierung in zwei Dimensionen, mit der Funktion „metamds()“ des R-Pakets „vegan“ durchgeführt (Oksanen et al. 2019). Dabei wurde bei Auftreten von vollständig unterschiedlichen Proben in mehr als 25% der Fälle sogenannte Übersprung-Unähnlichkeiten („step-across dissimilarities“) angewendet. Diese bewirken, dass die berechneten Unähnlichkeiten von Proben ohne gemeinsame Arten (Bray-Curtis-Unähnlichkeit = 1) übersprungen werden. Da sich keine konvergente Lösung finden ließ, wurde die beste Lösung (niedrigster Stresswert) aus über 13000 Ordinationen ausgewählt. Überschneidungen in der Nahrungszusammensetzung wurden für die Untersuchungsgebiete Dassower See, GUSDORFER TEICH und Schlei bestimmt. Von der Analyse ausgeschlossen wurden nicht identifizierbare Individuen sowie solche, die nicht bis auf das Artniveau bestimmen werden konnten. Die Arten Sandgrundel, Strandgrundel, Schwarzgrundel und Fleckengrundel sowie alle nicht bis auf Artniveau bestimmbaren Grundeln wurden als Gobiidae zusammengefasst. Auch leere Speiballen wurden nicht mit in die Ausgangsdaten einbezogen. Um eine möglichst aussagekräftige Darstellung zu ermöglichen, wurden in den Ordinationen auftretende extreme Ausreißer entfernt.

Unter der Anwendung der „vegan“-Funktion „envfit()“ wurde die Ordination mit Vektoren ergänzt. Diese Vektoren indizieren die Korrelation zwischen einer getesteten Variablen (hier das Auftreten einer Art in einem Speiballen) und der Position eines Datenpunktes in der

Ordination. Die Länge eines Vektors ist dabei proportional zur Korrelation. Um die Übersichtlichkeit der Ordination zu garantieren wurden nur Korrelationen mit einem p-Wert kleiner oder gleich 0,001 visualisiert. Signifikante Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung zwischen den Gruppen (hier den Untersuchungsgebieten) wurden zusätzlich durch die Anwendung einer multivariaten Permutationsanalyse der Varianz (PERMANOVA) mit Hilfe der „vegan“-Funktion „adonis()“ bestimmt (Anderson 2001). Über PERMANOVA lässt sich dabei identifizieren, ob sich die metrischen Zentren (Centroide) der getesteten Gruppen unterscheiden (Anderson & Walsh 2013). Ebenso wurden die Daten einer multivariaten Homogenitätsanalyse (PERMDISP) unterzogen (Anderson 2006). Dies erfolgte über die „vegan“-Funktionen „anova()“ und „betadisper()“, welche unter Anwendung einer Typ-I ANOVA testen, ob sich die Gruppen in ihrer Streuung unterscheiden (Anderson & Walsh 2013).

Alle Analysen mit NMDS wurden in RStudio (Version 1.1.463) (RStudio Team 2016) mit R (Version 4.0.0) unter der Anwendung des Pakets „vegan“ durchgeführt (R Core Team 2020, Oksanen et al. 2019). Weitere Informationen zum angewendeten Verfahren finden sich bei Sternberg (2021).

4 Ergebnisse

4.1 Literaturrecherche zu Fütterungsexperimenten

Die Literaturrecherche ergab insgesamt zehn Studien zu Fütterungsversuchen mit in Gefangenschaft gehaltenen Kormoranen. Sechs dieser Studien wurden mit Kormoranen (*P. carbo* bzw. *P. c. sinensis*) durchgeführt, während je eine Studie an der Kapscharbe (*P. capensis*), der Krähscharbe (*P. aristotelis*), der Ohrenscharbe (*P. auritus*) und dem Arktischen Kormoran (*P. atriceps*) erfolgten. Die Ergebnisse dieser Versuche, die sich auf die Speiballenproduktion und Wiederfundraten von Hartstrukturen konzentrierten, sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Wie aus Tab. 2 ersichtlich, sind die Nachweisraten von Hartstrukturen je nach Fischart und Versuchsbedingungen sehr variabel. Nach Verfütterung von Europäischen Aalen wurden entweder keine oder nur in knapp der Hälfte der Fälle Otolithen in Speiballen nachgewiesen (Worthmann & Spratte 1987, Martucci et al. 1993, Cherubini & Mantovani 1997). Beim Flussbarsch hingegen schwanken die Nachweisraten zwischen 2,9 und 100 % (Worthmann & Spratte 1987, Zijlstra & Van Eerden 1995). Martucci et al. (1993) berichteten, dass mit zunehmender Otolithengröße der Futterfische auch die Nachweisrate in den Speiballen anstieg. Zijlstra & Van Eerden (1995) vermerkten, dass die Nachweisrate der Gehörsteine bei kleinen Kaulbarschen (< 10 cm) nur etwa halb so groß war wie bei ihren Artgenossen mit Körperlängen ≥ 20 cm. Auch bei Plötzen wurden signifikant mehr Gaumenplatten und Otolithen gefunden, je größer die Fische waren (McKay et al. 2003). Bei artübergreifenden Vergleichen offenbarte sich, dass insbesondere die robusten Gehörsteine verfütterter Dorschartiger (Gadidae) häufiger in Speiballen wiedergefunden wurden als die von anderen Fischarten (Johnstone et al. 1990).

Tab. 2. Überblick über Fütterungsexperimente mit Kormoranen (*Phalacrocorax* spp.) und Nachweisraten von Hartstrukturen in Speiballen

Art (Anzahl)	Versuchsdauer	Mittlere Anzahl Speiballen/Tag	Futterfische (Anzahl)	Nachweisrate			Referenz
				gesamt (%)	Otolithen (%)	Gaumenplatten (%)	
<i>P. carbo</i> (5)	17 Tage	k. A.	<i>Anguilla anguilla</i> (30) ^a <i>Perca fluviatilis</i> (36) ^a	-	43 100	-	Worthmann & Spratte (1987)
<i>P. carbo</i> (2m, 1f) ^b	27 Tage	0,65	<i>Atherina boyeri</i> (1178) <i>Mugil cephalus</i> (34) <i>Solea vulgaris</i> (12) <i>Anguilla anguilla</i> (26)	-	12,7 83,8 83,3 0	-	Martucci et al. (1993)
<i>P. carbo</i>	50 Tage	0,57	<i>Atherina boyeri</i> (394) <i>Liza aurata</i> (198) <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> (98) <i>Dicentrarchus labrax</i> (65) <i>Anguilla anguilla</i> (35) <i>Sparus auratus</i> (1)	-	41,1 36,9 70,4 64,6 2,9 0	-	Cherubini & Mantovani (1997)
<i>P. c. sinensis</i>	7 Monate	0,11 (Jungvögel, 2 Monate alt); 0,87 (7 Monate alte Tiere)	<i>Salmo</i> sp. Cyprinidae	-	-	-	Trauttmansdorff & Wassermann (1995)
<i>P. c. sinensis</i> (1m, 1f) ^b	16 Tage	1,0	<i>Gymnocephalus cernua</i> (601) <i>Rutilus rutilus</i> (20) <i>Abramis brama</i> (7) <i>Perca fluviatilis</i> (17) <i>Sander lucioperca</i> (6)		56 (49,2 ^c ; 83,5 ^d) 0 0 2,9 0	-	Zijlstra & van Eerden (1995)
<i>P. c. sinensis</i> (1m, 5f) ^b	36 Tage	0,69	<i>Rutilus rutilus</i> (260) <i>Salmo trutta fario</i> (190) <i>Sprattus sprattus</i> (2000)	73 21 0	14 (4 ^e , 17 ^f , 53 ^g) 2 0	36 ^e , 51 ^f , 83 ^g	McKay et al. (2003)
<i>P. capensis</i> (7)	k. A.	1,64 – 1,75 (gesamt) 0,97 – 1,11 (Speiballen mit Inhalt)	<i>Trachurus capensis</i> <i>Engraulis capensis</i> Gesamt	- - 30	- - 33,2	-	Duffy & Laurenson (1983)

Art (Anzahl)	Versuchsdauer	Mittlere Anzahl Speiballen/Tag	Futterfische (Anzahl)	Nachweisrate			Referenz
				gesamt (%)	Otolithen (%)	Gaumenplatten (%)	
<i>P. aristotelis</i> (2m, 2f) ^b	21 Tage	0,86	<i>Ammodytidae</i> (1379) <i>Sprattus sprattus</i> (301) <i>Gadus morhua</i> (67) <i>Clupea harengus</i> (292)	-	36,7 (54m, 20f) ^b 21,6 (27m, 17f) 73,1 (94m, 52f) 22,4 (23m, 21f)	-	Johnstone et al. (1990)
<i>P. auritus</i> (3 x 4)	5 Tage	0,75 (keine Speiballen bei Fütterung mit <i>O. oglinum</i> oder <i>D. cepedianum</i>)	<i>Lepomis macrochirus</i> <i>Ictalurus punctatus</i> <i>Dorosoma cepedianum</i> <i>Opisthonema oglinum</i>	-	-	-	Brugger (1993)
<i>P. atriceps</i> (1)	45 Tage	0,36	<i>Notothenia coriiceps</i> (82) <i>Harpagifer antarcticus</i> (27) <i>Trematomus newnesi</i> (7) <i>Gobionotothen gibberifrons</i> (5) <i>Notothenia rossii</i> (5) <i>Trematomus bernacchii</i> (2) <i>Lindbergichthys nudifrons</i> (1)	-	24,4 62,9 57,1 100 0 50 100	-	Casaux et al. (1995)

^a Ve rfütterung vollständiger Fische, ^bm= männlich, f= weiblich, ^c= kleine Kaulbarsche (< 10 cm), ^d= große Kaulbarsche (≥ 20 cm); ^e= kleine Fische (Plötze: 70 – 125 mm; Bachforelle: 70 – 125 mm), ^f= mittelgroße Fische (Plötze: 125 -185 mm; Bachforelle = 175 – 240 mm), ^g= große Fische (Plötze: 195 – 250 mm; Bachforelle: 195 – 250 mm)

4.2 Speiballenanalysen

Von den an das IfB eingesandten Proben wurden insgesamt 1093 Speiballen lichtmikroskopisch ausgewertet (Tab. 1). Bei 521 Proben (= 47 %) erfolgte eine Analyse entsprechend der „Methode B“ (s. Kap. Analyse von Speiballen). Generell variierte der Inhalt der einzelnen Speiballen sehr stark. In einigen Proben war nur wenig auswertbares Material enthalten, wohingegen andere eine Vielzahl an Knochen, Gräten und anderen Hartstrukturen aufwiesen (Abb. 3). Manche Speiballen enthielten lediglich Otolithen; 43 Speiballen (= 3,9 %) waren ohne Inhalt.



Abb. 3. Beispielhafte Präsentation des Inhalts von Speiballen mit einer hohen Anzahl an Otolithen (a), einer Vielzahl an Hartstrukturen (b) bzw. wenigen Elementen (c)

4.2.1 Lokale Artenspektren

In den Speiballen der drei Untersuchungsstellen konnten folgende 33 Fischarten des limnischen, brackigen und marinen Lebensraumes bis auf Artniveau bestimmt werden:

Plötze (<i>Rutilus rutilus</i>),	Hering (<i>Clupea harengus</i>),
Rotfeder (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>),	Flunder (<i>Platichthys flesus</i>),
Schleie (<i>Tinca tinca</i>),	Kliesche (<i>Limanda limanda</i>),
Karpfen (<i>Cyprinus carpio</i>),	Scholle (<i>Pleuronectes platessa</i>),
Karausche (<i>Carassius carassius</i>),	Doggerscharbe (<i>Hippoglossoides platessoides</i>),
Bleie (<i>Abramis brama</i>),	Klippenbarsch (<i>Ctenolabrus rupestris</i>),
Giebel (<i>Carassius gibelio</i>),	Makrele (<i>Scomber scombrus</i>),
Güster (<i>Blicca bjoerkna</i>),	Köhler (<i>Pollachius virens</i>),
Kaulbarsch (<i>Gymnocephalus cernua</i>),	Dorsch (<i>Gadus morhua</i>),
Flussbarsch (<i>Perca fluviatilis</i>),	Wittling (<i>Merlangius merlangus</i>)
Zander (<i>Sander lucioperca</i>),	Schellfisch (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>),
Hecht (<i>Esox lucius</i>),	Hechtdorsch (<i>Merluccius merluccius</i>),
Dreistachliger Stichling (<i>Gasterosteus aculeatus</i>),	Aalmutter (<i>Zoarces viviparus</i>),
Neunstacheliger Stichling (<i>Pungitius pungitius</i>),	Fleckengrundel (<i>Pomatoschistus pictus</i>),
Kleine Maräne (<i>Coregonus albula</i>),	Sandgrundel (<i>Pomatoschistus minutus</i>),
Stint (<i>Osmerus eperlanus</i>),	Strandgrundel (<i>Pomatoschistus microps</i>),
	Schwarzgrundel (<i>Gobius niger</i>)

Aufgrund zum Teil fortgeschrittener Zerstörung konnten Hartstrukturen in 176 Fällen (= 1,4 %) keiner Fischart zugeordnet werden („indet.“). Aus gleichem Grunde wurden in 335 Fällen (= 2,6 %) Gehörsteine der Weißfische sowie bei 4039 Grundeln (= 32 %) nur bis auf Familienniveau (Cyprinidae bzw. Gobiidae) bestimmt. Das Vorkommen der Fischarten entsprechend des jeweiligen Probennahmeortes ist in Tab. 3 dargestellt.

Tab. 3. Nach Lokalisation getrenntes Vorkommen der in Speiballen nachgewiesenen Fischtaxa

Güsdorfer Teich (26)	Schlei (17)	Dassower See (28)
Rotfeder	Rotfeder	Rotfeder
Plötze	Plötze	Plötze
Karpfen	Karpfen	Karpfen
Bleie	Bleie	Bleie
Güster	Güster	Güster
Schleie		
Karassche		
Giebel		
Cyprinidae	Cyprinidae	Cyprinidae
Kaulbarsch	Kaulbarsch	Kaulbarsch
Flussbarsch	Flussbarsch	Flussbarsch
Zander	Zander	Zander
Hecht	Hecht	Hecht
Dreistachliger Stichling	Dreistachliger Stichling	Dreistachliger Stichling
Neunstachliger Stichling	Neunstachliger Stichling	
Kleine Maräne		
Stint	Stint	Stint
Hering	Hering	Hering
Flunder		Scholle Kliesche Doggerscharbe Flunder
Dorsch	Dorsch	Dorsch
Wittling	Hechtdorsch	Wittling Hechtdorsch Köhler Schellfisch
Strandgrundel	Strandgrundel	Strandgrundel
Schwarzgrundel		Schwarzgrundel
		Sandgrundel
Gobiidae	Gobiidae	Fleckengrundel Gobiidae
Klippenbarsch		
		Aalmutter
Makrele		
indet. ¹	indet.	indet.

¹ unbestimmt (Bestimmung des Taxons nicht möglich)

Neben Hartstrukturen von Fischen wurden zudem auch Reste von Krabben (insbesondere in den Proben des Dassower Sees), Schnecken, Muscheln sowie Pflanzenteile gefunden.

Die statistische Analyse offenbarte, dass sich die Zusammensetzung der Speiballen von Kormoranen aus den Gebieten Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See signifikant voneinander unterschied (PERMANOVA: $F(2, 1031) = 79,14$; $R^2 = 0,133$; $p < 0,001$). Allerdings zeigten die Daten eine nicht-homogene Streuung, die signifikant zwischen den drei Beprobungsgebieten differierte (Typ-I ANOVA: $F(2, 1031) = 9,1$; $p < 0,001$).

Übereinstimmend mit den Ergebnissen der PERMANOVA ließ sich in der NMDS-Ordination erkennen, dass sich die Artenzusammensetzung der Speiballen aus den drei Untersuchungsgebieten unterschied. Dabei bildeten die Datenpunkte der Speiballen vom Dassower See primär einen Cluster auf der rechten Seite der Ordination, während der Cluster der Speiballen des Probennahmeortes Güssdorfer Teich auf der linken Hälfte zu finden war. Der Speiballencluster der Schlei war in der Mitte der Ordination lokalisiert; allerdings überschneidet sich ein Teil dieses Clusters mit dem des Güssdorfer Teiches (Abb. 4).

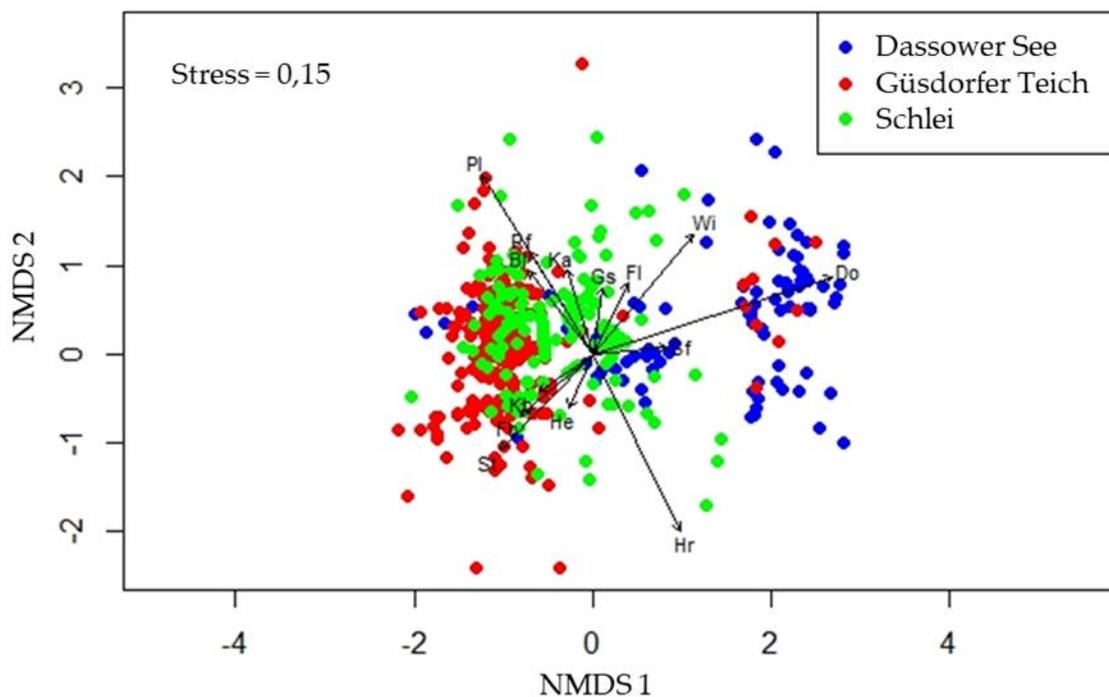


Abb. 4. Nicht-metrische multidimensionale Skalierung (NMDS) basierend auf der Bray-Curtis-Unähnlichkeit der Zusammensetzung von Speiballen der Gebiete Dassower See, Güssdorfer Teich und Schlei. (Jeder Datenpunkt repräsentiert einen Speiballen; die Vektoren bilden signifikante ($p \leq 0,001$) Korrelationen zwischen nachgewiesenen Arten und der Position der Speiballen in der Ordination ab. Zu Artnamen, siehe Abkürzungsverzeichnis.)

Insgesamt waren 24 Arten signifikant mit der Ordination der Speiballen korreliert (s. Anhang Tab. 42). Dabei waren die Vektoren der Arten Aalmutter ($r^2 = 0,011$, $p < 0,01$), Dorsch ($r^2 = 0,311$, $p < 0,001$), Flunder ($r^2 = 0,031$, $p < 0,001$), Kliesche ($r^2 = 0,008$, $p < 0,05$), Schellfisch ($r^2 = 0,028$, $p < 0,001$), Scholle ($r^2 = 0,007$, $p < 0,05$) und Wittling ($r^2 = 0,121$, $p < 0,001$) hauptsächlich in Richtung eines Speiballen-Clusters des Gebietes Dassower See ausgerichtet. Die Vektoren der Arten Klippenbarsch ($r^2 = 0,011$, $p < 0,01$), Makrele ($r^2 = 0,01$, $p < 0,05$) und Stint ($r^2 = 0,088$,

$p < 0,001$) hingegen deuteten auf Speiballen mit dem Ursprung Güssdorfer Teich. Der Vektor für Individuen der Gruppe Gobiidae ($r^2 = 0,022$, $p < 0,001$) zeigte auf Speiballen, die hauptsächlich dem Gebiet Schlei entsprangen.

4.2.2 Artenhäufigkeiten

Die prozentuale Verteilung der Arten (relative Häufigkeiten) gesamt als auch für die einzelnen Probennahmeorte ist in Abb. 5 dargestellt.

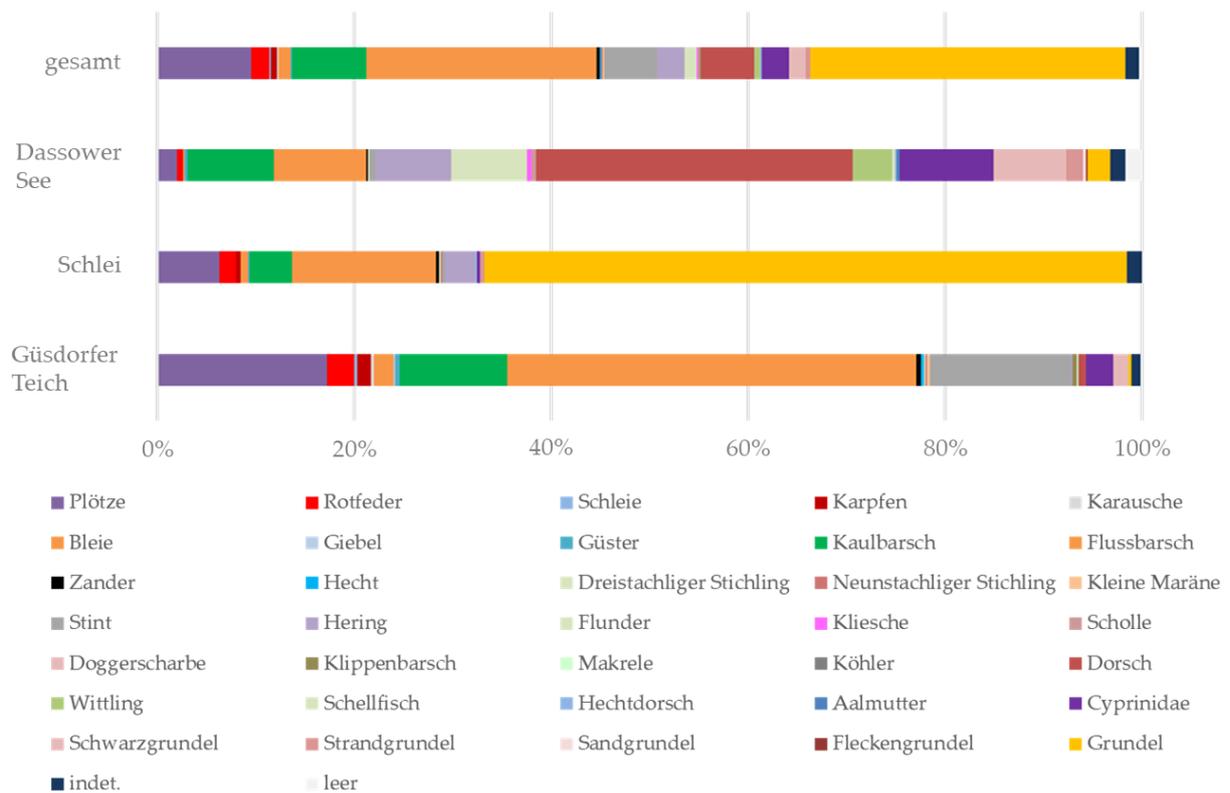


Abb. 5. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa bezogen auf die in den Speiballen festgestellten Individuen der Gesamtstichprobe sowie die der Probennahmepunkte Dassower See, Schlei und Güssdorfer Teich

Wie Abb. 5 entnommen werden kann, waren in der Gesamtstichprobe insbesondere Flussbarsch (23,4 %) und Grundeln (*Pomatoschistus* spp. und *Gobius niger*; gesamt 34,3 %) sehr häufig in den Speiballen nachzuweisen. Ebenso kamen Plötze, Kaulbarsch, Stint und Dorsch häufig in den Proben vor und wiesen relative Häufigkeiten zwischen 9,5 und 5,4 % auf.

An den einzelnen Probennahmestellen waren die prozentualen Verhältnisse sehr different. In den an der Schlei gesammelten Speiballen waren insbesondere Hartstrukturen von Grundeln (65,5 %) nachzuweisen; auch Flussbarsche traten gehäuft auf (14,6 %). In den Proben des Standortes Güssdorfer Teich dominierten die Flussbarsche mit einer relativen Häufigkeit von 41,8 %. Die entsprechenden Werte von Plötze, Kaulbarsch und Stint dieser Lokalität waren 17,2 sowie 11,0 und 14,4 %. In den Speiballen vom Dassower See dominierten die Dorsche mit einer relativen Häufigkeit von 31,9 %. Allgemein waren hier die Verhältnisse der Artenhäufigkeit jedoch relativ ausgeglichen (Abb. 5). Die prozentualen Angaben für die einzelnen Taxa sind in Tab. 8 des Anhangs dargestellt.

4.2.3 Individuenhäufigkeiten

Insgesamt wurden in den Speiballen Hartstrukturen von 12574 Fischen gefunden. Pro untersuchten Speiballen waren im Durchschnitt (\pm S. D.) Reste von 11,9 (\pm 29,2) Individuen nachweisbar. Die Anzahl der Fische je Speiballen war nicht normalverteilt; die meisten Proben enthielten Rückstände von ein bis vier Fischen (Abb. 6 und Abb. 7).

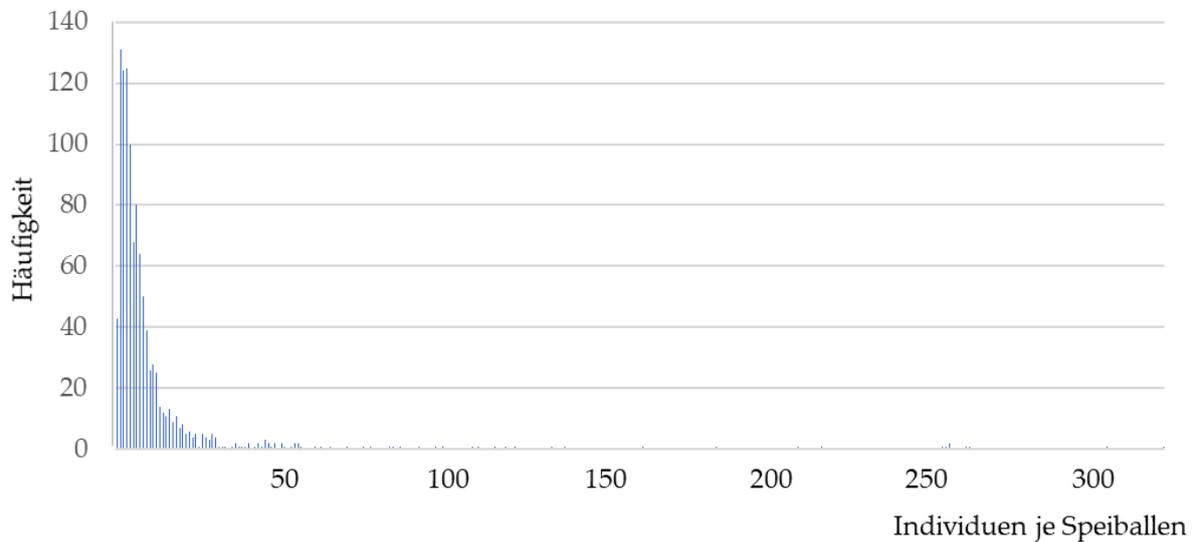


Abb. 6. Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Fische je Speiballen (bezogen auf die Gesamtstichprobe)

Zur deutlicheren Darstellung der Häufigkeiten ist ein Ausschnitt dieser Abbildung nochmals vergrößert wiedergegeben (Abb. 7).

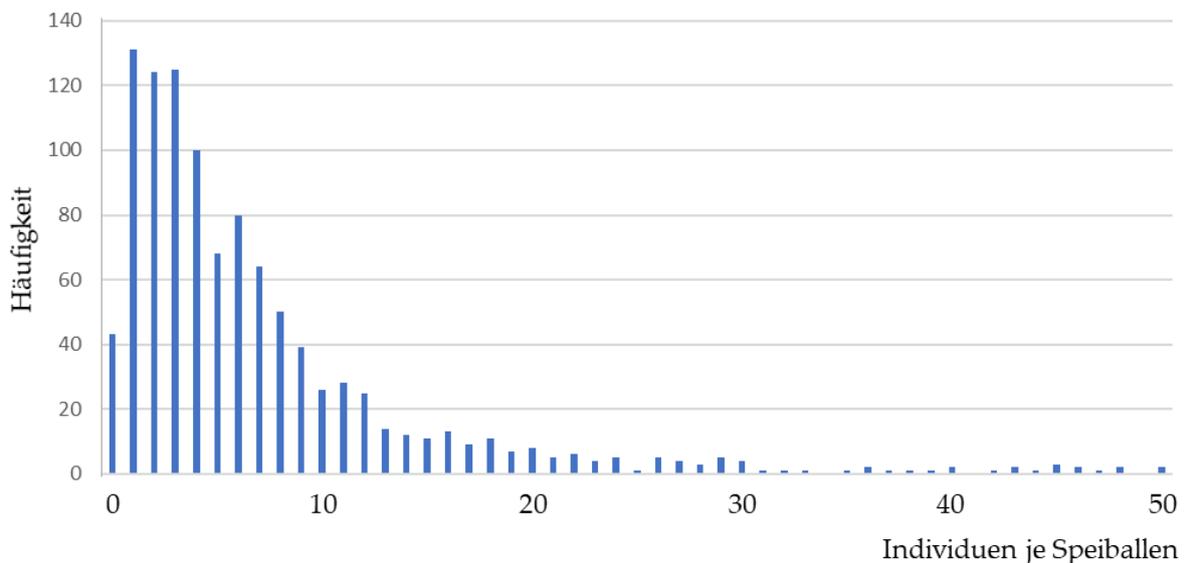


Abb. 7. Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Fische je Speiballen (Ausschnitt)

Die mittlere Anzahl nachgewiesener Fische je Probe war an allen Beprobungspunkten statistisch signifikant verschieden (Mann-Whitney-U-Test mit Bonferronikorrektur, $p < 0,01$). Der Median der je Speiballen nachgewiesenen Fische nahm für den Beprobungspunkt Schlei

einen Wert von 5,0 ein. Für die Probennahmeorte Güssdorfer Teich und Dassower See betrug dieser Wert 7,0 bzw. 3,0 (Abb. 8).

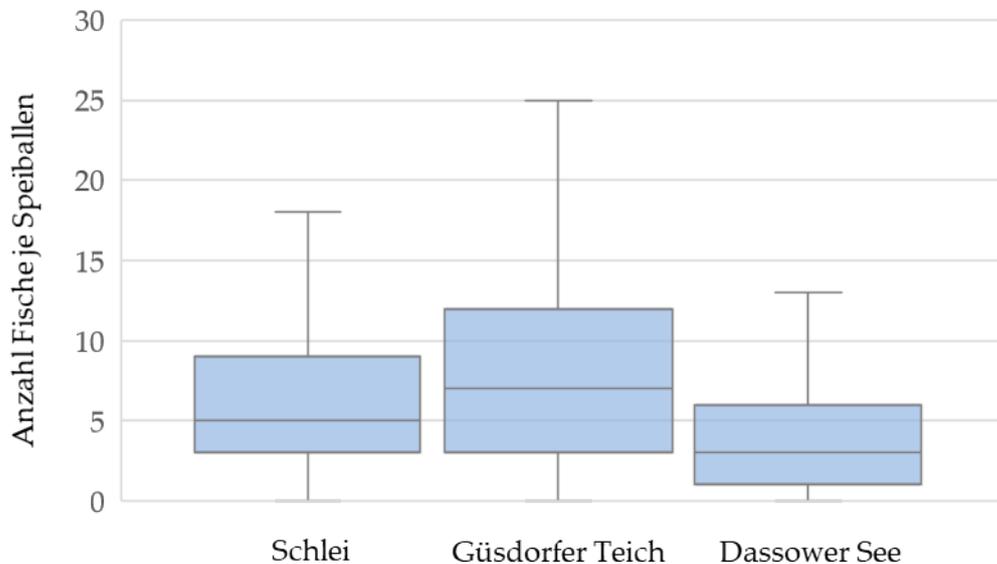


Abb. 8. Boxplots der Verteilung der Anzahl von Fischen je Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See (die Antennen repräsentieren den 1,5-fachen Interquartilsbereich; Ausreißer sind nicht mit abgebildet)

Auch in der nach „Methode B“ untersuchten Stichprobe waren am häufigsten ein bis vier Fische je Speiballen festzustellen. Die maximale Anzahl der in einem Speiballen anhand ihrer Hartstrukturen nachgewiesenen Fische betrug hierbei 60 Individuen (Abb. 9). Statistische Kennwerte der nach „Methode B“ untersuchten Speiballen sind für die einzelnen Probennahmeorte in Abb. 10 dargestellt.

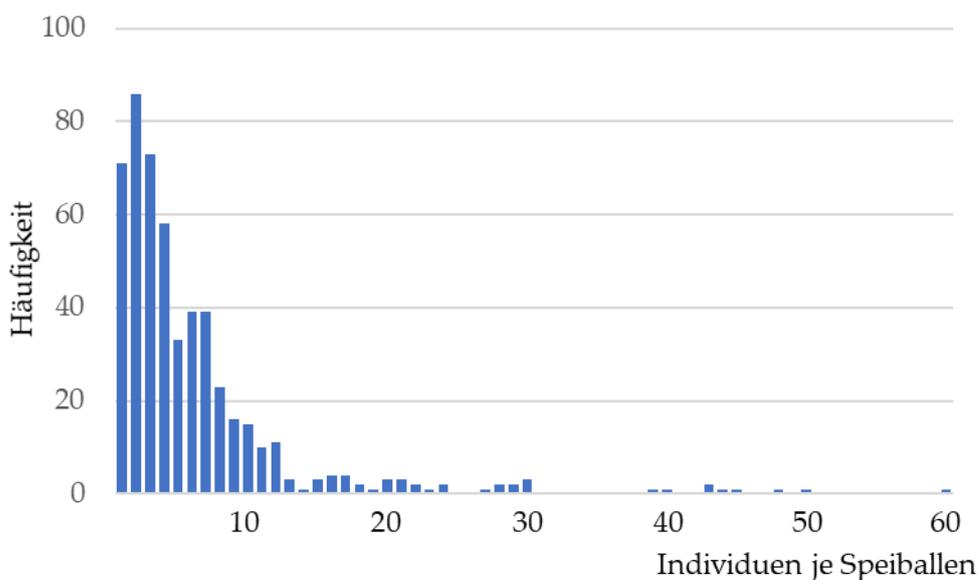


Abb. 9. Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Fische je Speiballen (bezogen auf die Teilstichprobe aller nach „Methode B“ analysierten Speiballen)

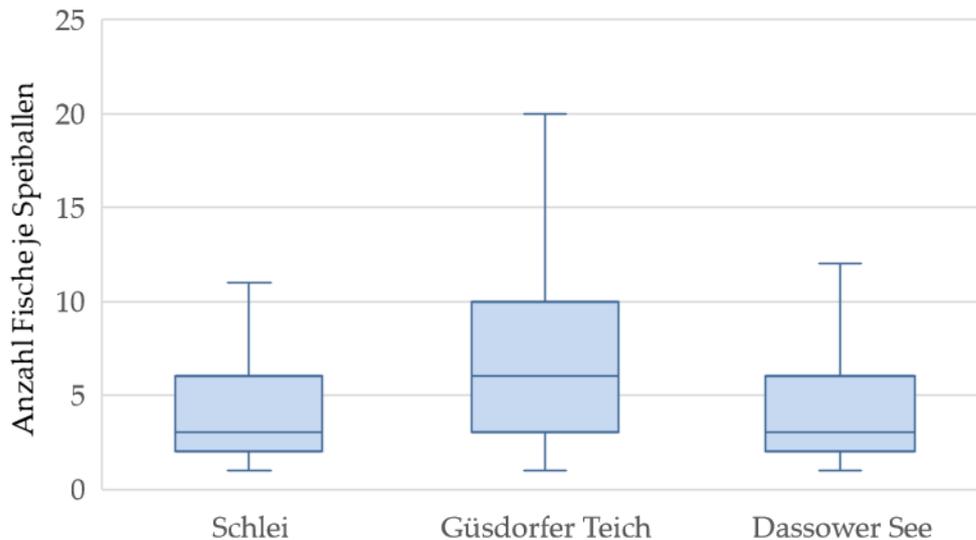


Abb. 10. Boxplots der Verteilung der Anzahl von Fischen je Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güssdorfer Teich und Dassower See (bezogen auf die Teilstichprobe der nach "Methode B" analysierten Speiballen; die Antennen repräsentieren den 1,5-fachen Interquartilsbereich; Ausreißer sind nicht mit abgebildet)

4.2.4 Monatliche Nahrungszusammensetzung

Wie in Abb. 5 dargestellt, wiesen die Speiballen der drei Probennahmeorte eine unterschiedliche Artenzusammensetzung auf und unterschieden sich auch bezüglich der relativen Häufigkeiten des Vorkommens der einzelnen Spezies. Auch innerhalb der einzelnen Standorte traten im Laufe des Untersuchungszeitraums qualitative und quantitative Variationen der Artenzusammensetzung auf. Diese Änderungen sind in Abb. 11 - Abb. 13 dargestellt.

Am Standort Schlei wurden im Herbst 2019 insbesondere Hartstrukturen von Flussbarschen nachgewiesen. Auch Kaulbarsch und Plötze waren häufig vertreten. In der kalten Jahreszeit (Dezember bis Februar) wurden vermehrt Grundeln (Gobiidae) in den Speiballen dieser Lokalität nachgewiesen (Abb. 11).

In den am Güssdorfer Teich gesammelten Speiballen waren vom Frühjahr bis zum Herbst Flussbarsche in höheren Anteilen vertreten. Auch Plötze, Stint und Kaulbarsch wurden in dieser Zeitspanne regelmäßig in vergleichsweise hohen Zahlen detektiert (Abb. 12).

In den Speiballen der Kormorane des Dassower Sees wurde die höchste Artenvielfalt verzeichnet. In den einzelnen Monaten dominierten in wechselnder Weise jeweils ein bis drei Arten (Flussbarsch, Kaulbarsch/Flunder/Flussbarsch, Dorsch/Kaulbarsch etc.). Im Winterhalbjahr 2020/21 waren vermehrt Hartstrukturen von Dorschen aufzufinden (Abb. 13). Sowohl die absoluten als auch die relativen Zahlenwerte der jeweiligen Taxa sind getrennt nach Probennahmeort im Anhang aufgeführt (Tab. 9 - Tab. 17).

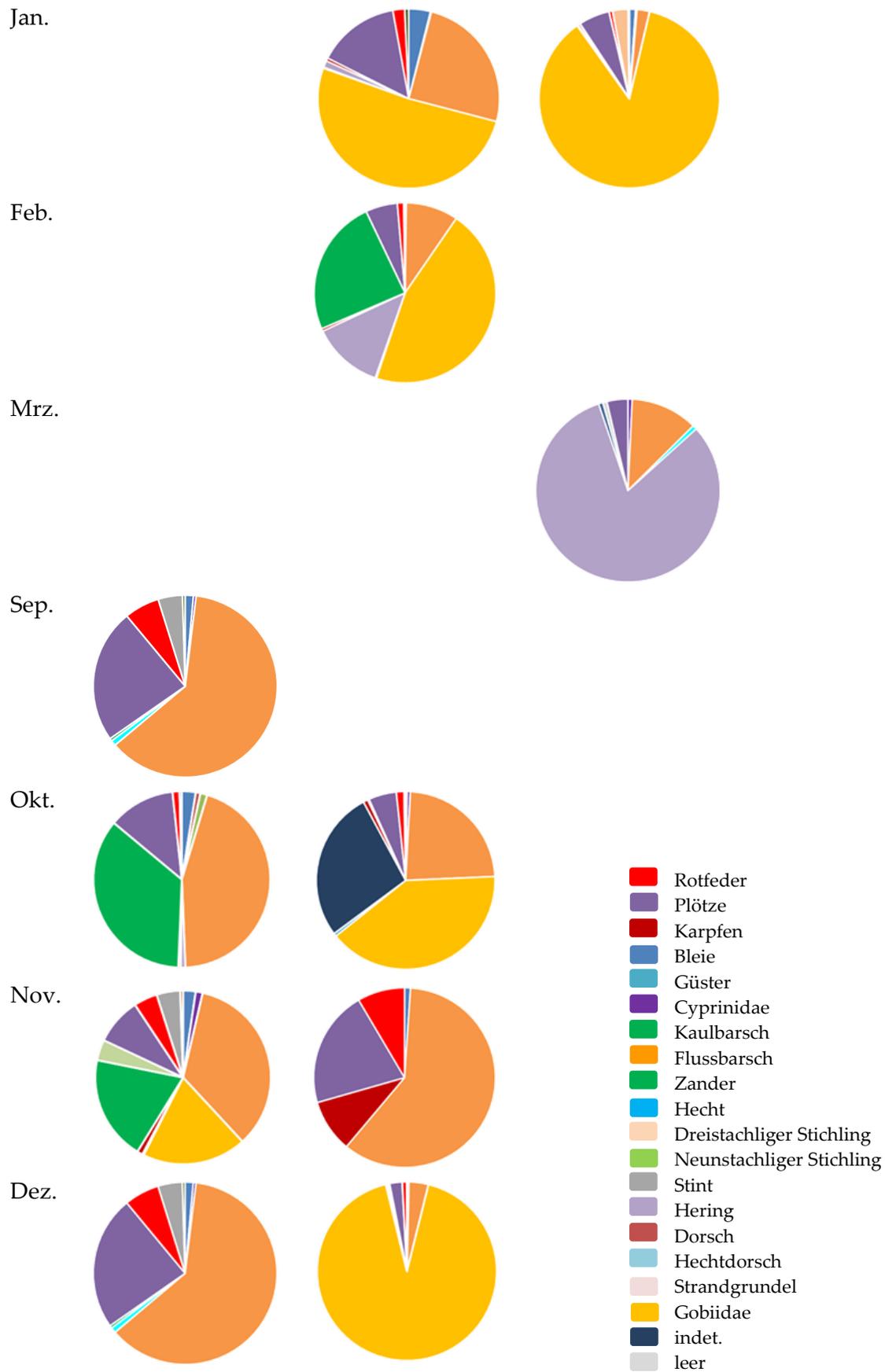


Abb. 11. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa in Speiballen des Beprobungspunktes Schlei der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)

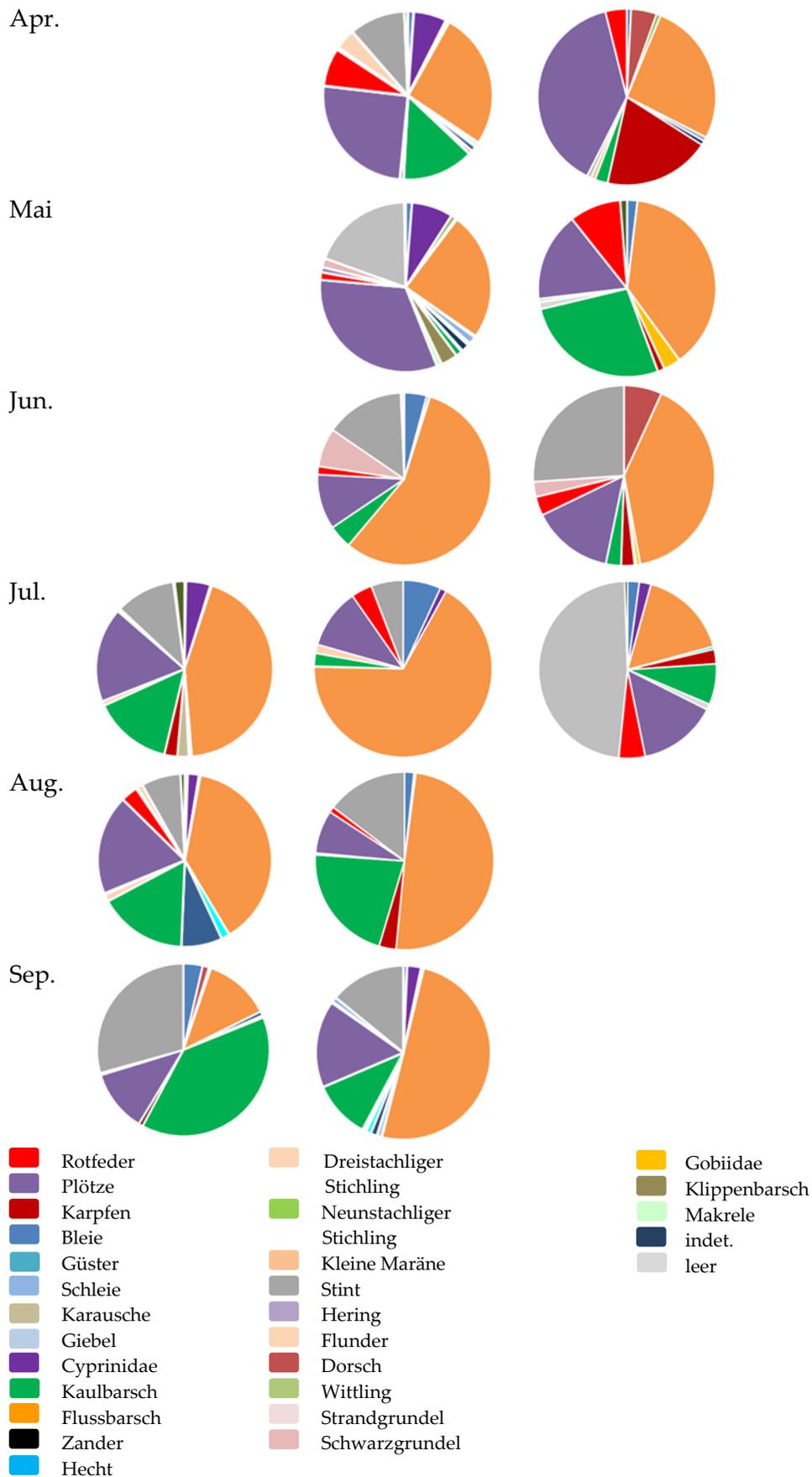


Abb. 12. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa in Speiballen des Beprobungspunktes Güssdorfer Teich der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)

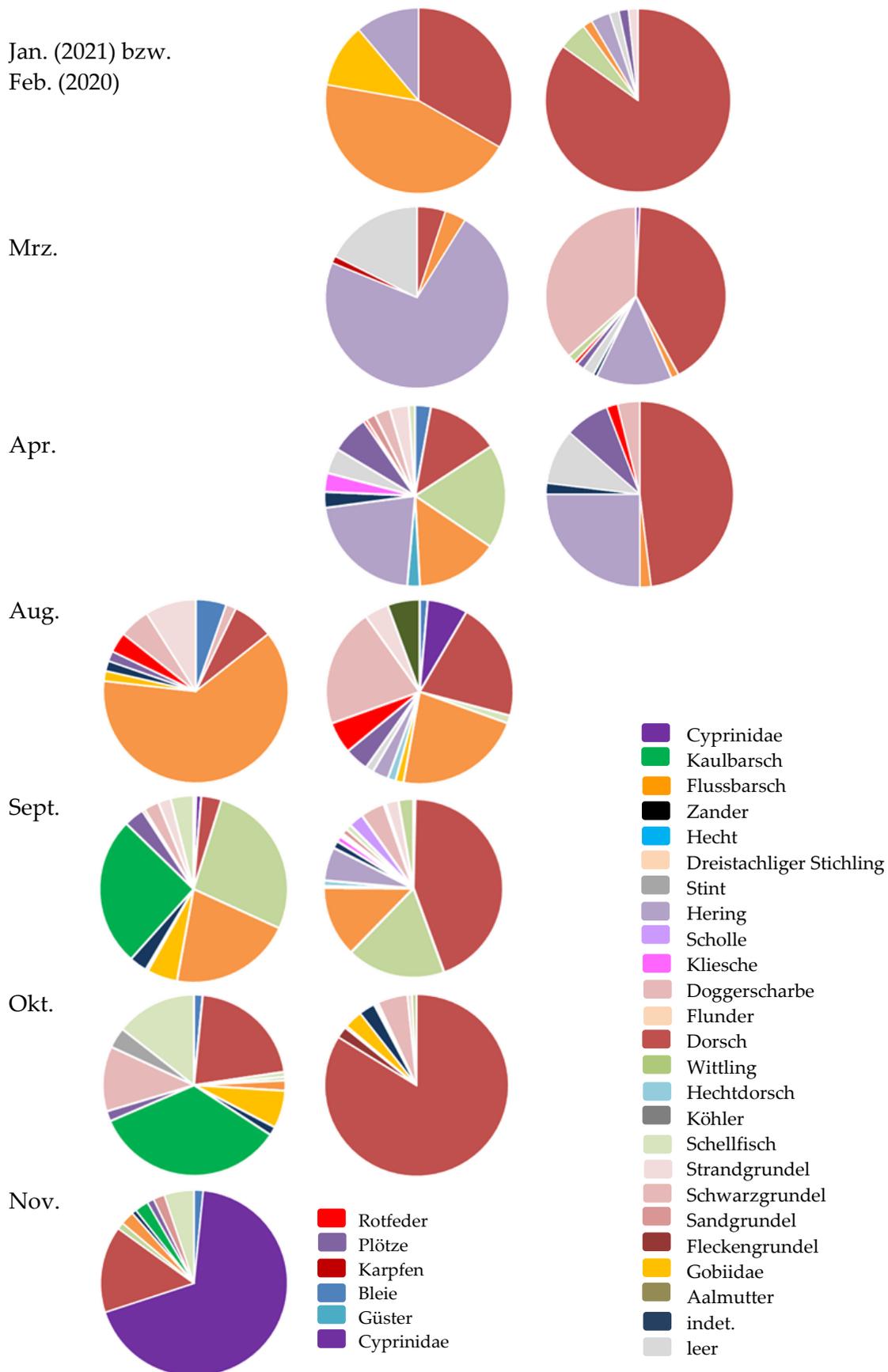


Abb. 13. Relative Häufigkeiten der verschiedenen Fischtaxa in Speiballen des Beprobungspunktes Dassower See der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)

4.2.5 Biomasse

In den nach „Methode B“ analysierten Proben summierte sich die rückberechnete Biomasse auf im Mittel 586,4 g je Speiballen. Getrennt nach den einzelnen Probennahmeorten wurden je Speiballen durchschnittliche Biomassen von 454,7 g (Schlei), 494,0 g (Güsdorfer Teich) und 787,0 g (Dassower See) errechnet (Abb. 14). Die Differenzen in der rückberechneten Biomasse je Speiballen waren beim Vergleich der Standorte Schlei und Güsdorfer Teich nicht signifikant (U-Test, $p > 0,05$). Die rückberechneten Fischbiomassen in den Proben des Dassower Sees hingegen waren signifikant höher als die der beiden anderen Probennahmestellen (Schlei, Güsdorfer Teich; U-Test, $p < 0,001$).

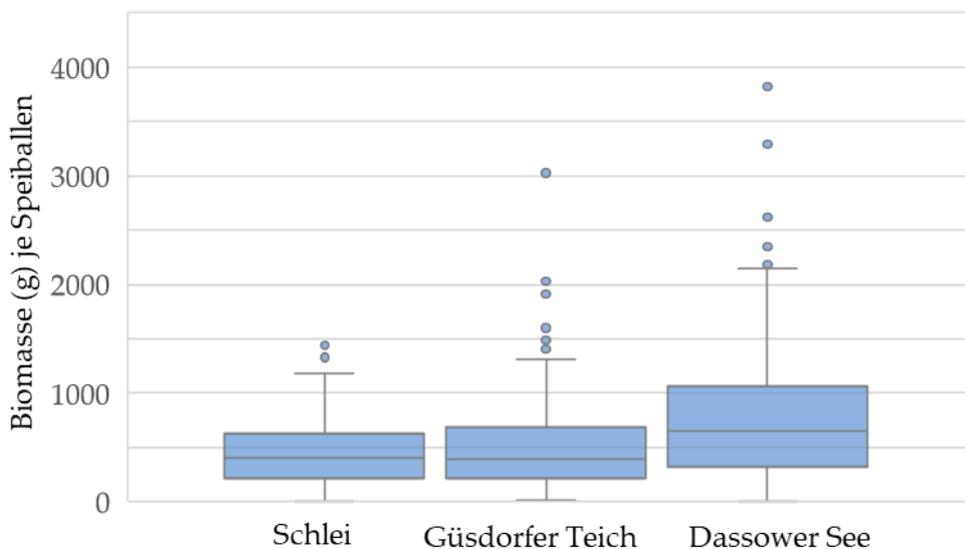


Abb. 14. Boxplots der Verteilung der Biomasse konsumierter Fische je Speiballen der Probennahmeorte Schlei, Güsdorfer Teich und Dassower See (bezogen auf die Teilstichprobe der nach "Methode B" analysierten Speiballen; die Antennen repräsentieren den 1,5-fachen Interquartilsbereich)

Die relativen Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlich konsumierten Gesamtfischbiomasse sind in den Abb. 15 - Abb. 17 nach Standorten getrennt dargestellt. Am Probennahmepunkt Schlei stellte der Flussbarsch in nahezu allen Monaten den überwiegenden Teil der (rückberechneten) Gesamtfischbiomasse. Auch Plötze und Rotfeder nahmen nennenswerte Anteile ein. Mit Eintreffen laichbereiter Heringe im Frühjahr wurden auch diese Fische vorzugsweise konsumiert (Abb. 15). Am Beprobungspunkt Güsdorfer Teich stellten Flussbarsch und Plötze ebenfalls große Anteile an der monatlichen Gesamtfischbiomasse (Abb. 16). In ausgewählten Monaten dominierten bezüglich der konsumierten Biomasse Dorsch bzw. Karpfen. Am Probennahmestandort Dassower See trug der Dorsch die größten Anteile an der monatlichen Gesamtfischbiomasse. Ähnlich wie am Standort Schlei wurden im Frühjahr (Februar bis April) in den am Dassower See gesammelten Speiballen erhöhte Biomasseanteile von Heringen verzeichnet (Abb. 17).

Die exakten Biomasseanteile (absolut und relativ) der einzelnen Fischarten sind in den Tab. 18 bis Tab. 26 des Anhangs angegeben.

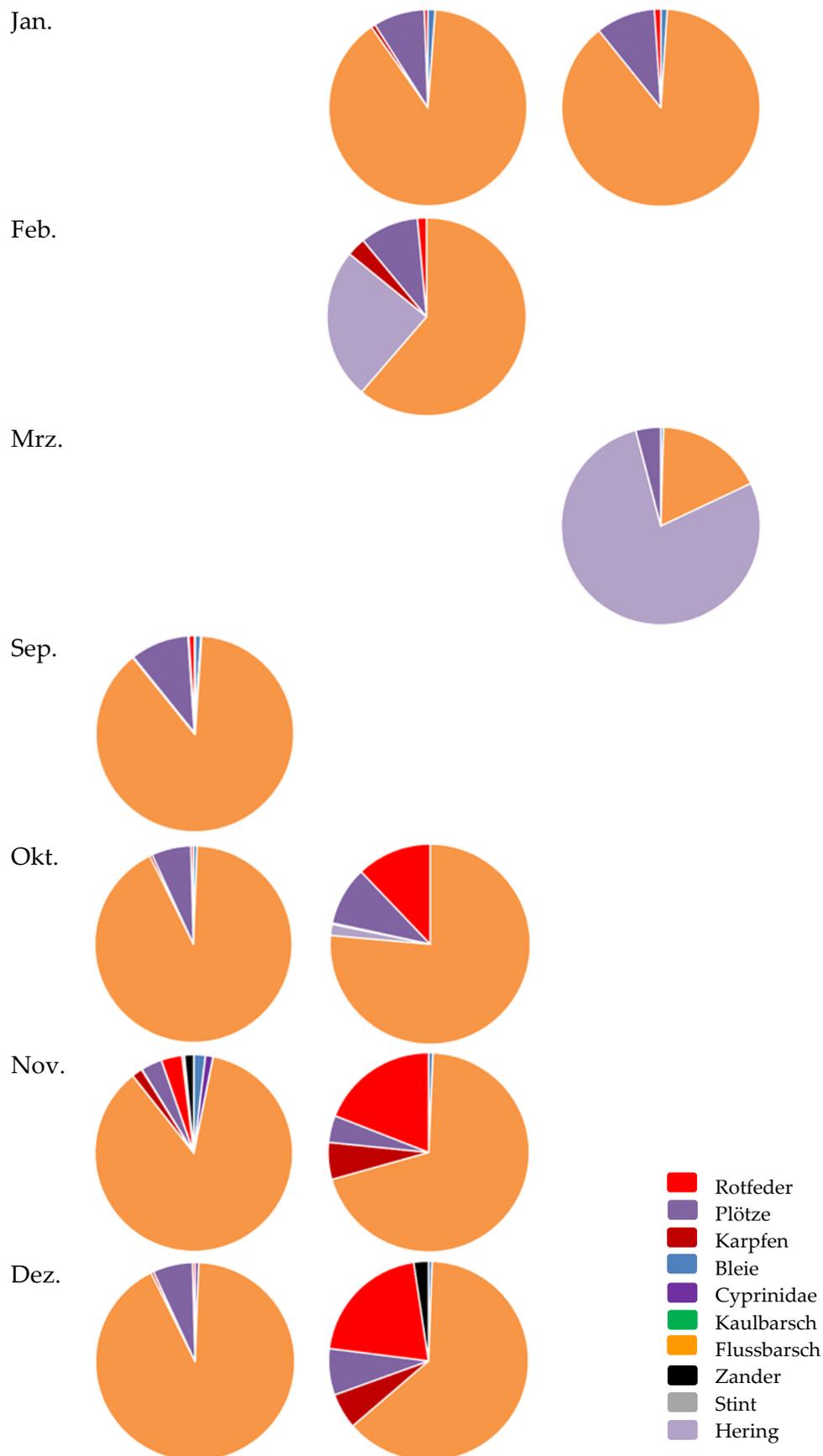


Abb. 15. Relativer Anteil die einzelnen Fischarten an der monatlich konsumierten Gesamtbio­masse des Beprobungspunktes Schlei der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)

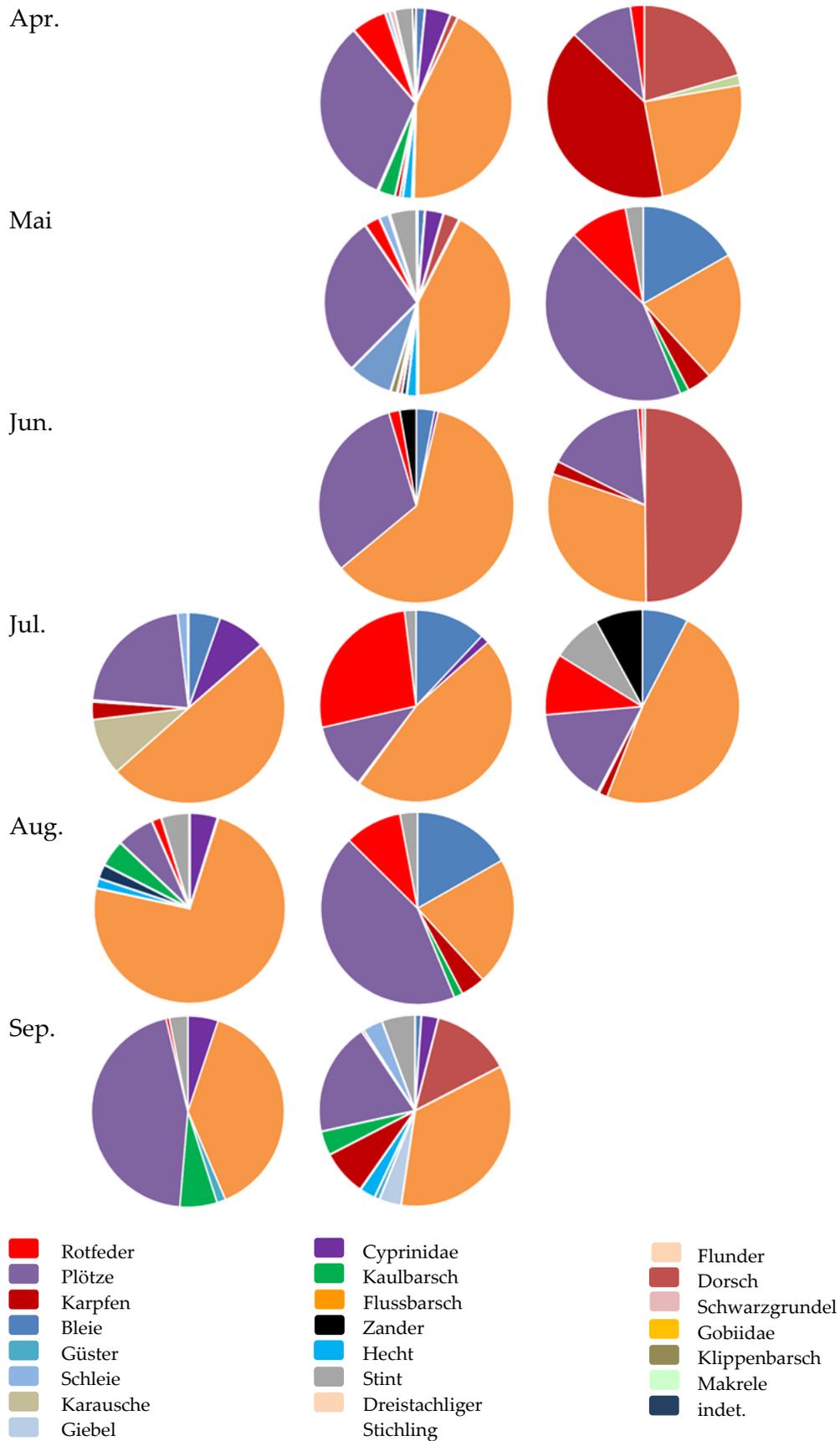


Abb. 16. Relativer Anteil die einzelnen Fischarten an der monatlich konsumierten Gesamtbiomasse des Beprobungspunktes Güssdorfer Teich der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)

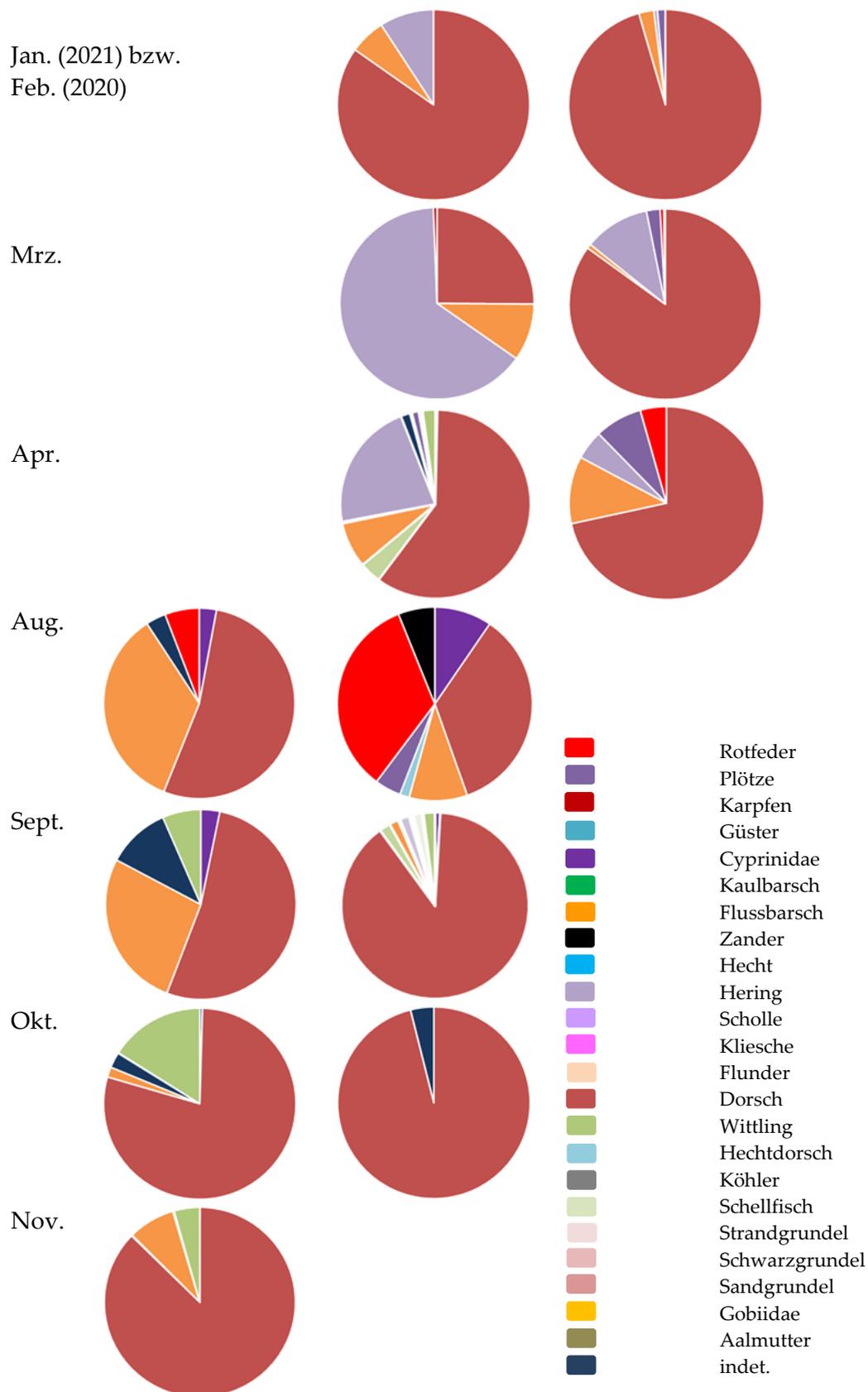


Abb. 17. Relativer Anteil die einzelnen Fischarten an der monatlich konsumierten Gesamtbiomasse des Beprobungspunktes Dassower See der Jahre 2019 (links), 2020 (Mitte) und 2021 (rechts)

4.2.6 Längen-Häufigkeitsverteilungen

Die im Gesamtzeitraum durch die Kormorane aller drei Standorte erbeuteten Fische waren bei gemeinsamer (artübergreifender) Betrachtung überwiegend der Größenklasse 8,4-14,4 cm zugehörig. Über 37 % aller nach „Methode B“ analysierten Fische wiesen Körperlängen dieser Größenkategorie auf (Abb. 18).

Die Körperlängen der Hauptnahrungskomponenten der Proben von der Schlei sind entsprechend ihrer Häufigkeit für den Gesamtzeitraum in Abb. 19. dargestellt. Die vom Kormoran konsumierten Flussbarsche waren in der Mehrzahl zwischen 18 und 26 cm groß. Bei den Plötzen und Rotfedern dominierten die Größenklassen 9-13 cm bzw. 13-19 cm. Von den Heringen wurden an diesem Standort zumeist 18-28 cm große Individuen konsumiert. (Zu den monatlichen Längen-Häufigkeitsverteilungen, siehe Anhang Tab. 27 – Tab. 38).

Am Standort Güssdorfer Teich wiesen die konsumierten Flussbarsche zumeist Körperlängen zwischen 6 – 11 cm sowie 13 -18 cm auf. Die bevorzugten Körperlängen der ebenfalls häufig gefressenen Fischarten Plötze und Rotfeder waren bei beiden Spezies 9-15 cm. Die nachgewiesenen Stinte gehörten überwiegend der Größenklasse 11-13 cm an (Abb. 20).

Am Probennahmepunkt Dassower See waren die von den Kormoranen erbeuteten Dorsche i. d. R. um die 30-35 cm groß (Abb. 21). Deutlich kleiner waren die konsumierten Heringe, deren rückberechnete Körperlänge bei den meisten Individuen Werte zwischen 20 und 22 cm einnahm. Die in den Speiballen dieses Standortes ebenfalls regelmäßig detektierten Flussbarsche fielen vorwiegend in die Größenklasse 9-12 cm, wohingegen erbeutete Wittlinge zumeist 18-24 cm groß waren (Abb. 21).

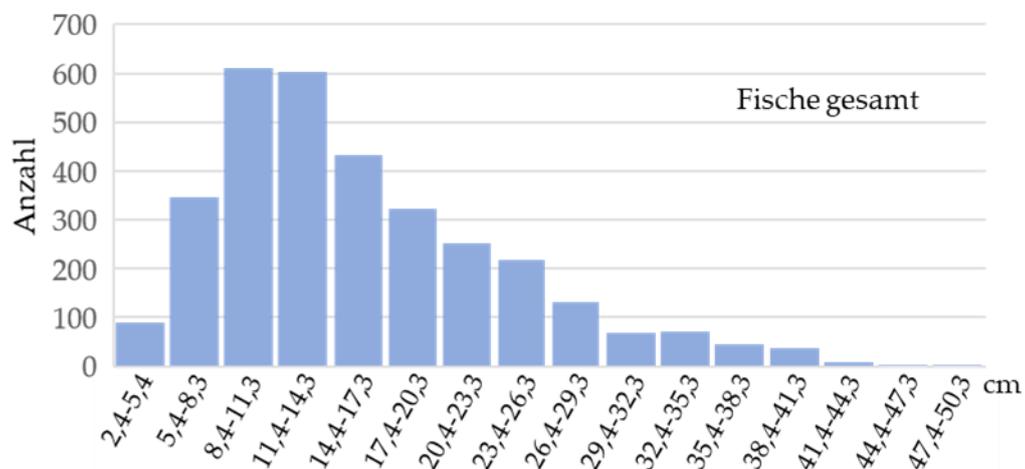


Abb. 18. Längen-Häufigkeitsverteilung aller nach „Methode B“ analysierten Fische

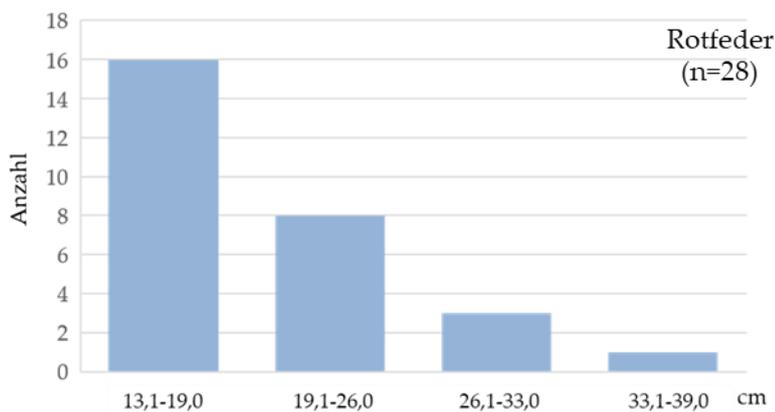
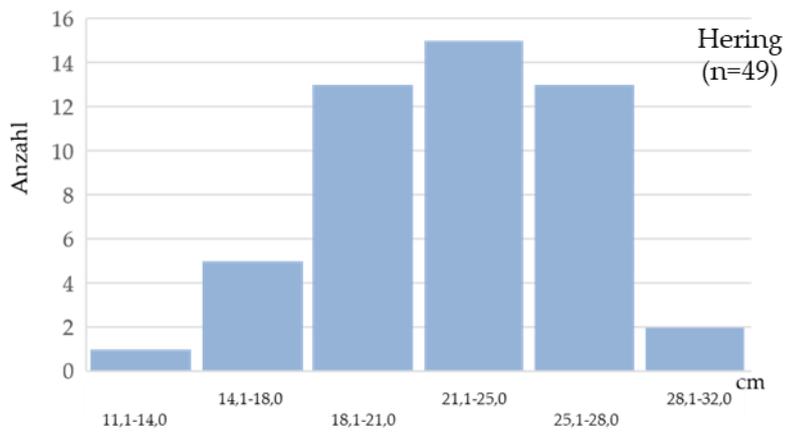
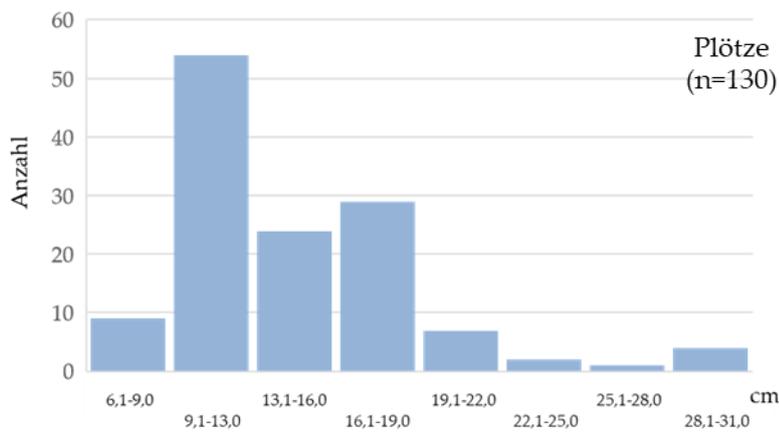
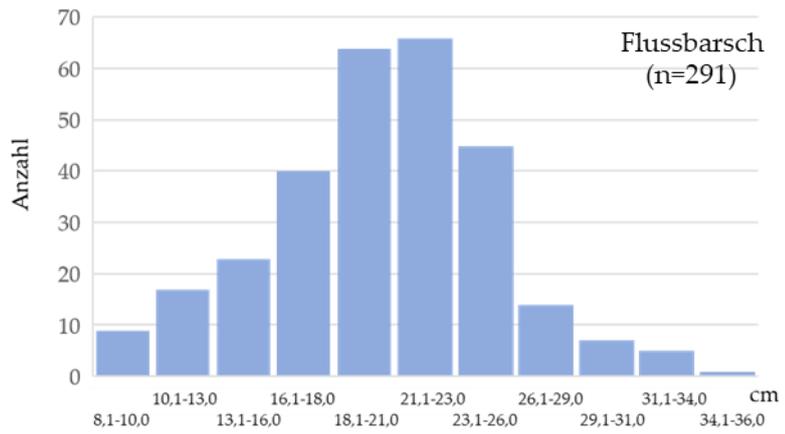


Abb. 19. Längen-Häufigkeitsverteilungen ausgewählter Fischarten des Probennahmepunktes Schlei (Juli 2019 bis Juli 2021)

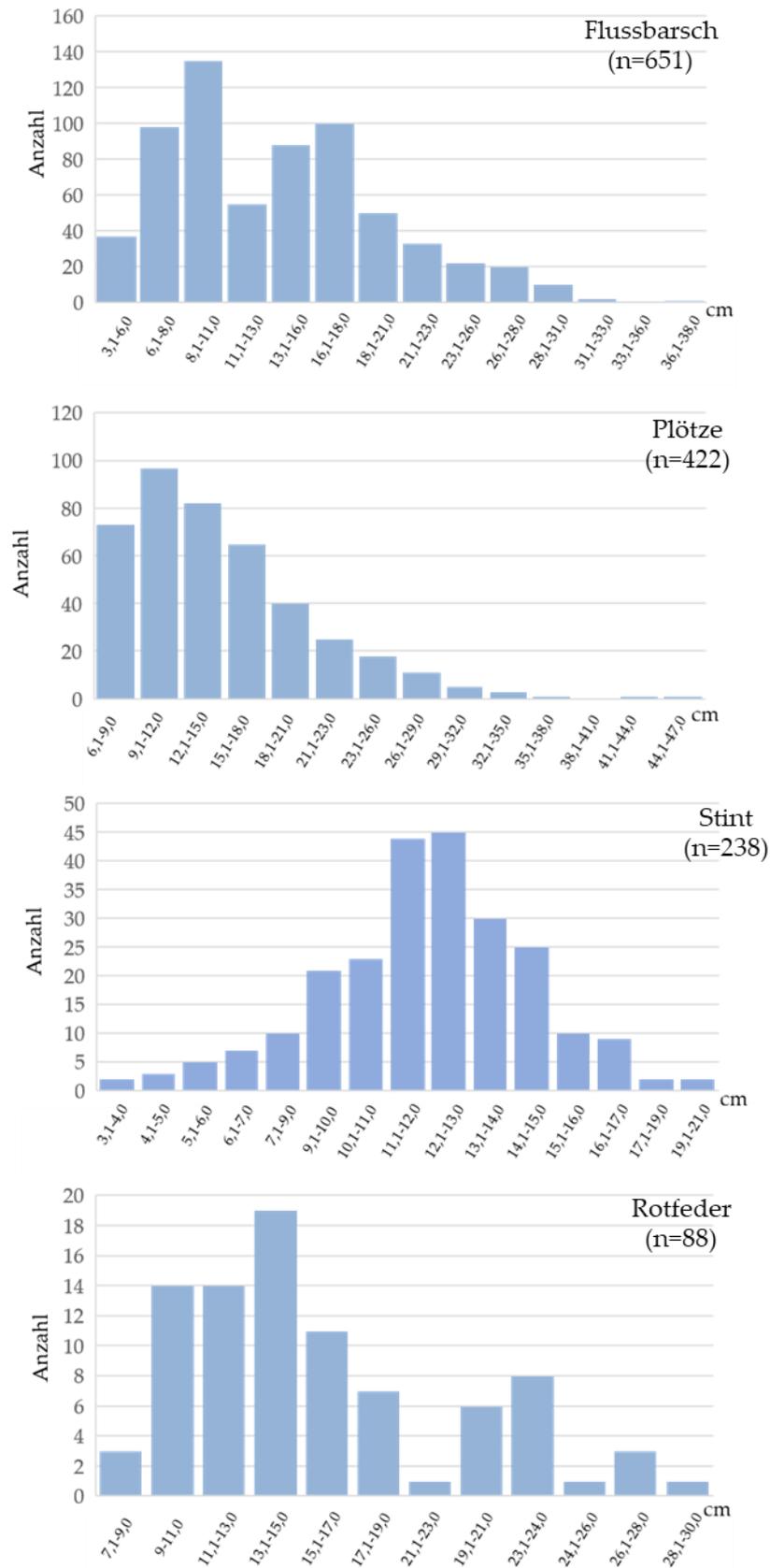


Abb. 20. Längen-Häufigkeitsverteilungen ausgewählter Fischarten des Probennahmepunktes GUSDORFER TEICH (Juli 2019 bis Juli 2021)

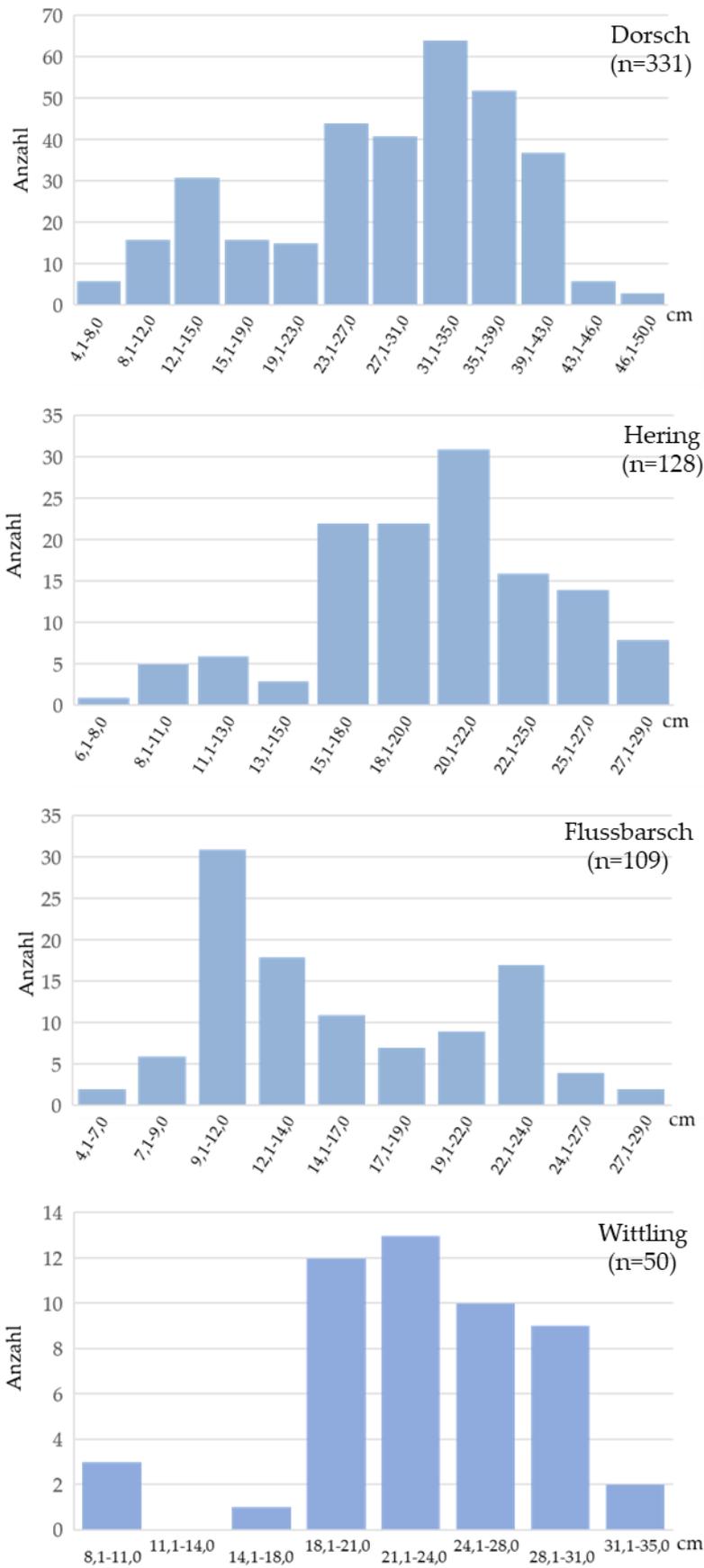


Abb. 21. Längen-Häufigkeitsverteilungen ausgewählter Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See (Juli 2019 bis Juli 2021)

4.2.7 Klassifizierung nach Hauptnahrungskomponenten

Die Hauptnahrungskomponenten der Speiballen sind mit Bezug auf die Individuenzahlen der einzelnen Arten innerhalb der Gesamtstichprobe in Abb. 5 und Tab. 8 dargestellt.

Für die nach „Methode B“ untersuchten Proben, die auch die rückberechneten Biomassen berücksichtigen, wurden spezifische Indizes zur Charakterisierung der Hauptnahrungskomponenten errechnet. Sie sind für ausgewählte Fischarten entsprechend ihrer Bedeutsamkeit als Nahrungskomponente für die jeweiligen Beprobungspunkte in den Tab. 4 - Tab. 6 dargestellt. Berücksichtigung fanden hierbei diejenigen Arten, die bei mindestens einem Index oberhalb der 5%-Marke lagen. Eine vollständige tabellarische Übersicht, die alle Taxa einschließt, befindet sich im Anhang (Tab. 39 - Tab. 41).

In den vollständig untersuchten Speiballen der Kormorane des Standortes Schlei fanden sich insbesondere Flussbarsche wieder, welche als Nahrungsmittel einen relativen Bedeutungsindex (% IRI) von knapp 80 % erreichten. Plötzen waren in fast 50 % der Speiballen vertreten, kamen innerhalb der Proben jedoch seltener als Flussbarsche vor und erzielten somit insgesamt einen IRI-Prozentwert von 12,7. Deutlich geringer waren die entsprechenden Werte anderer Fischarten (Tab. 4).

Tab. 4. Bedeutung ausgewählter Fischarten als Nahrungskomponente von Kormoranen des Probennahmeortes Schlei

Fischart / Taxon	n¹	% FO²	% N³	% W⁴	% IRI⁵
Flussbarsch	291	79,5	53,4	75,0	82,8
Plötze	130	48,4	23,8	8,5	12,7
Hering	49	14,3	9,0	6,7	1,8
Rotfeder	28	18,1	5,1	6,6	1,7
Karpfen	19	13,6	3,4	1,6	0,5

¹: (absolute) Häufigkeit eines Taxons in den nach „Methode B“ untersuchten Speiballen dieses Standortes

²: relative Nachweishäufigkeit eines Taxons an der Gesamtzahl der untersuchten Speiballen dieses Standortes

³: relative Häufigkeit eines Taxons insgesamt, i. e. in Bezug zur Anzahl aller in Speiballen dieses Standortes nachgewiesenen Individuen

⁴: relativer Biomasseanteil eines Taxons an der Gesamtbiomasse aller in den Speiballen nachgewiesenen Individuen dieses Standortes

⁵ Index der relativen Bedeutung eines Taxons als Nahrungskomponente unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Taxons in den Proben als auch insgesamt sowie der Beachtung des relativen Biomasseanteils

In den am GUSDORFER TEICH gesammelten Speiballen waren ebenfalls Flussbarsch und Plötze in mehr als der Hälfte der Speiballen nachweisbar (% FO > 50 %). Ihre %-IRI-Werte waren deutlich höher als die der anderen Fischarten. Stint, Rotfeder und Kaulbarsch wurden gelegentlich konsumiert und kamen in etwa jedem fünften Speiballen vor. Andere Taxa waren als Nahrungsmittel schon von wesentlich untergeordneter Bedeutung (Tab. 5).

Tab. 5. Bedeutung ausgewählter Fischarten als Nahrungskomponente von Kormoranen des Probennahmeortes Güssdorfer Teich

Fischart / Taxon	n¹	% FO²	% N³	% W⁴	% IRI⁵
Flussbarsch	651	73,4	35,0	41,7	61,5
Plötze	422	54,1	22,7	22,7	26,8
Stint	238	21,7	12,8	2,9	3,7
Rotfeder	88	19,3	4,7	6,2	2,3
Kaulbarsch	150	19,8	8,0	1,3	2,0
Cyprinidae	92	17,3	4,9	2,4	1,4
Bleie	34	12,7	1,8	3,2	0,7
Karpfen	39	8,2	2,1	4,7	0,6
Dorsch	21	3,8	1,1	7,1	0,3

¹: (absolute) Häufigkeit eines Taxons in den nach „Methode B“ untersuchten Speiballen dieses Standortes

²: relative Nachweishäufigkeit eines Taxons an der Gesamtzahl der untersuchten Speiballen dieses Standortes

³: relative Häufigkeit eines Taxons insgesamt, i. e. in Bezug zur Anzahl aller in Speiballen dieses Standortes nachgewiesenen Individuen

⁴: relativer Biomasseanteil eines Taxons an der Gesamtbiomasse aller in den Speiballen nachgewiesenen Individuen dieses Standortes

⁵ Index der relativen Bedeutung eines Taxons als Nahrungskomponente unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Taxons in den Proben als auch insgesamt sowie der Beachtung des relativen Biomasseanteils

In den am Dassower See gesammelten Speiballen dominierte eindeutig der Dorsch. In zwei Drittel der nach „Methode B“ analysierten Proben ließen sich Hartstrukturen des Dorsches nachweisen (% FO). Auch innerhalb der einzelnen Speiballen überwog im quantitativen Vergleich (% N) zu anderen Fischarten der Dorsch. Aufgrund der hohen Biomasse dieser Spezies erreichte sie mit sehr hohem Abstand auch den höchsten Verhältniswert als Nahrungskomponente (% IRI, Tab. 6).

Tab. 6. Bedeutung ausgewählter Fischarten als Nahrungskomponente von Kormoranen des Probennahmeortes Dassower See

Fischart / Taxon	n¹	% FO²	% N³	% W⁴	% IRI⁵
Dorsch	331	67,0	38,5	80,3	86,6
Hering	128	25,2	14,9	5,1	5,5
Flussbarsch	108	23,0	12,5	5,3	4,4
Wittling	50	11,5	5,8	3,6	1,1

¹: (absolute) Häufigkeit eines Taxons in den nach „Methode B“ untersuchten Speiballen dieses Standortes

²: relative Nachweishäufigkeit eines Taxons an der Gesamtzahl der untersuchten Speiballen dieses Standortes

³: relative Häufigkeit eines Taxons insgesamt, i. e. in Bezug zur Anzahl aller in Speiballen dieses Standortes nachgewiesenen Individuen

⁴: relativer Biomasseanteil eines Taxons an der Gesamtbiomasse aller in den Speiballen nachgewiesenen Individuen dieses Standortes

⁵ Index der relativen Bedeutung eines Taxons als Nahrungskomponente unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Taxons in den Proben als auch insgesamt sowie der Beachtung des relativen Biomasseanteils

5 Diskussion

Die Analyse von Speiballen ist eine häufig angewandte Methode im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Nahrungsökologie von Vögeln (Montoya et al. 1997, Barrett et al. 2007, Lüdtke 2009, Saufi et al. 2020). Auch mit Blick auf die Ernährungsweise des Kormorans existieren zahlreiche nationale und internationale Studien, die auf der Auswertung von Speiballenproben fußen (Dirksen et al. 1995, Kieckbusch & Koop 1996, Keller 1998, Casaux et al. 1998, Nienhuis 2000, Engström 2001, Grémillet et al. 2004, Klein & Lieser 2005, Čech et al. 2008, Emmrich & Düttmann 2010, Sonntag et al. 2012, Koop 2016, Larsson 2017).

Wie jedwede Methode hat auch die Speiballenanalyse Vor- und Nachteile bezüglich ihrer Anwendbarkeit aufzuweisen und ist in ihrer Aussagekraft auf die Beantwortung ausgewählter Fragestellungen eingegrenzt. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass zu untersuchende Proben auf nicht-invasivem Wege gewonnen werden können und die Vögel während der Probennahme in nur geringem Maße gestört werden. Darüber hinaus können Speiballen in der Regel in großem Umfang gesammelt werden und auch der technische Aufwand für die nachfolgenden Analysen im Labor ist als gering einzustufen. Als Kritikpunkte der Analyse von Speiballen des Kormorans werden u. a. nicht zu vernachlässigende qualitative und quantitative Ungenauigkeiten im Zuge der Ergebnisgewinnung und -interpretation diskutiert (Carss et al. 1997, McKay et al. 2003, Barrett et al. 2007, Johnstone et al. 1990). Es ist bekannt, dass Hartstrukturen (Gehörsteine, Schlund- und Schädelkochen etc.) in den Vogelmägen durch die zersetzende Wirkung der Verdauungssäfte erodieren. Fragile Knochenstrukturen werden somit leicht zerstört bzw. vollständig zersetzt, so dass der spätere Artnachweis misslingen kann bzw. in einer Probe nicht mehr alle Individuen der betreffenden Art detektiert werden können (Duffy & Laurenson 1983). Große Fische bzw. Spezies mit robusten Knochen könnten aus diesem Grund in einem Speiballen übermäßig gehäuft auftreten, wohingegen Arten mit fragilen Knochenstrukturen unterrepräsentiert sein könnten (Dirksen et al. 1995, McKay et al. 2003, Sonntag et al. 2012). Auch die Rückberechnung der Beutefischlänge und konsumierten Biomasse ist potenziell fehlerbehaftet, wenn erbeutete Fische nicht korrekt bzw. nicht in ihrer genauen Anzahl erfasst werden können. Carss et al. (1997) und McKay et al. (2003) raten daher von Bestimmung der von Kormoranen verzehrten (täglichen) Biomasse basierend auf Speiballenanalysen ab. Um derartige Fehlinterpretationen bei der Berechnung von Beutefischgrößen (und Biomassen) zu reduzieren, werden in zahlreichen Studien Korrekturfaktoren angewendet, die den Zersetzungsgrad der nachgewiesenen Hartstrukturen berücksichtigen (Veldkamp 1995 b, Casaux et al. 1997, Casaux 2003, Leopold et al. 1998, Leopold & Van Damme 2003, Emmrich 2008, Emmrich & Düttmann 2010, Sonntag et al. 2012, Boström et al. 2012, Larsson 2017). Auch in der hier vorliegenden Studie kamen Korrekturfaktoren zur Anwendung. Sonntag et al. (2012) machten darüber hinaus darauf aufmerksam, dass die Genauigkeit von Speiballenuntersuchungen erhöht werden kann, wenn neben Otolithen auch weitere Knochenstrukturen bei den Nahrungsanalysen Berücksichtigung finden.

Als eine weitere Fehlerquelle bei der Auswertung von Speiballen wird die Möglichkeit der Sekundärkonsumption diskutiert (Blackwell & Sinclair 1995). Bei gemeinsamem Nachweis von Hartstrukturen von Fried- und Raubfischen in ein und demselben Speiballen ist z. B. denkbar, dass erstere den Raubfischen als Nahrung dienten, später im Kormoranmagen im Zuge der Verdauung freigesetzt und dann irrtümlicherweise der Beute des Vogels zugerechnet werden. Obgleich derartige Fehler bei der Analyse auftreten können, geschieht dies vermutlich in nur geringem Ausmaß (Barrett et al. 2007, Ljunggren 2017, Larsson 2017).

Auch für das vorliegende Projekt kann nach Auswertung eines Teildatensatzes eingeschätzt werden, dass durch Sekundärkonsumption bedingte Ungenauigkeiten nur gering sind (Sternberg 2021).

Trotz ihrer Unzulänglichkeiten wird die Speiballenanalyse von Veldkamp (1995 b) als die wahrscheinlich beste Methode angesehen, um die Nahrung des Kormorans ganzjährig abzuschätzen. Auch Jobling & Breiby (1986) äußerten, dass die Identifikation und das Zählen von Otolithen einen quantitativen Schätzwert der aufgenommenen Nahrung erbringen kann. Trotz aller Kritik schließen auch Carss et al. (1997) nicht aus, dass die Speiballenanalyse im Zuge von Nahrungsuntersuchungen durchaus eine nützliche Beprobungstechnik darstellen könnte.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes erfolgte eine Recherche zu in der internationalen Literatur veröffentlichten Fütterungsexperimenten mit Kormoranen. Insgesamt wurden zehn Studien gefunden, bei denen diverse Futterfische an verschiedene Vertreter der Gattung *Phalacrocorax* verabreicht wurden, um nachfolgend die Produktion von Speiballen und/oder den Wiederfund knöcherner Hartstrukturen zu erfassen. Zusammenfassend muss eingeschätzt werden, dass die Experimente in sehr unterschiedlicher Detaillierung dargestellt wurden und auch der Stichprobenumfang insgesamt nur sehr gering war. Es ist daher schwierig, Verallgemeinerungen zu treffen; allenfalls lassen sich Hinweise aus den erzielten Resultaten ableiten. Bezüglich der Häufigkeit der Speiballenproduktion variieren die Angaben zwischen durchschnittlich 0,11 bis 1,87 Speiballen pro Tag (Tab. 2). Aufgrund der Unterschiedlichkeit der Versuchsanstellungen wird aus den Beschreibungen nicht ersichtlich, ob beobachtete Unterschiede auf den Haltungsbedingungen, der Körpergröße der Vögel (und somit ihren Energiebedarf), dem Futterregime (ein- oder mehrmalige Fütterung pro Tag), auf den verfütterten Fischarten und -mengen oder anderen Faktoren beruhen. Nach Trauttmansdorff & Wassermann (1995) beginnen Jungvögel ab dem Alter von etwa zwei Monaten mit der Speiballenproduktion; juvenile Vögel erzeugten in den Versuchen dieser Autoren im Mittel 0,87 Speiballen pro Tag. Duffy & Laurenson (1983) fanden bei ihren Versuchen auch zahlreiche leere Speiballen vor, deren Anteil 30 % betrug. Diese Beobachtungen, d. h. das Vorhandensein leerer Speiballen, werden von vielen Felduntersuchungen gestützt (Keller 1993, 1995; Proess et al. 2009, Emmrich & Düttmann 2011, Larsson 2017) und ebenso durch die vorliegende Studie bestätigt. Brugger (1993) ermittelte, dass die in ihren Versuchen verwendeten Ohrenscharben (*P. auritus*) bei Verfütterung von *O. oglinum* und *D. cepedianum* keine Speiballen produzierten. Ebenso wurde beobachtet, dass auch Arktische Kormorane (*P. atriceps*) bei Verfütterung „inadequater“ Beute keine Speiballen hervorbringen (Price, zit. in Johnstone et al. 1990). Allgemein wird heute vielfach akzeptiert, dass adulte Kormorane pro Tag ca. einen Speiballen produzieren (Van Dobben 1952, Dirksen et al. 1995, Leopold et al. 1998, Rutschke 1998, Wolter & Pawlizki 2003, Coutin & Reside 2003, Larsson 2017). Videogestützte Feldbeobachtungen von Hüppop & Fründt (2002) belegen, dass die Vögel kurz vor Sonnenaufgang täglich etwa einen Speiballen (Tagesmittel 0,75) auswürgen. Auch bei Fütterungsversuchen wurden mitunter durchschnittlich \geq ein Speiballen pro Vogel und Tag erzeugt (Duffy & Laurenson 1983, Zijlstra & van Eerden 1995).

Bezüglich des Wiederfundes von Hartstrukturen experimentell verfütterter Fische wurden ebenfalls sehr verschiedenartige Ergebnisse erzielt (Tab. 2). Von einigen Fischarten konnten keinerlei Knochen o. ä. in den Speiballen detektiert werden, wohingegen bei anderen Spezies der Nachweis zu 100 % gelang. Die Wiederfundrate war gelegentlich unabhängig von der Länge und/oder Masse der verabreichten Fischart (Johnstone et al. 1990, Casaux et al. 1995), während in anderen Versuchen größenabhängige Wiederfundraten vermerkt wurden (Zijlstra

& van Eerden 1995, McKay et al. 2003). Auch die innerartlichen Schwankungen der Nachweisrate können beträchtlich sein. Während vom Flussbarsch nach Verfütterung an *P. carbo* von Worthmann & Spratte (1987) in allen Fällen ein Nachweis der Otolithen gelang, fanden Zijlstra & van Eerden (1995) lediglich in 2,9 % der Speiballen Gehörsteine dieser Spezies vor. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Nachweisrate von Otolithen mariner Fischarten wurden von Johnstone et al. (1990) vermerkt. Dabei wurden in allen Fällen Gehörsteine in von weiblichen Vögeln produzierten Speiballen seltener detektiert als in denen der Männchen. Die hier beschriebenen Ergebnisse deuten in ihrer Gesamtheit an, dass weitere experimentelle Untersuchungen mit Kormoranen (insbesondere *P. c. sinensis*) vonnöten sind, um zu verallgemeinerbaren Aussagen zu kommen. Die bisherigen Versuche sollten bei der Planung neuer Experimente Berücksichtigung finden.

In der vorliegenden Studie wurden lokale Unterschiede im erbeuteten Artenspektrum vermerkt (Abb. 5). Auch wenn die potenziellen Einzugsgebiete der Kormorane zwecks Nahrungserwerb an allen drei Standorten sowohl limnische als auch marine Gewässer beinhalten und sich zum Teil überlappen (Abb. 1), ist dieser Befund nicht überraschend. Kormorane gelten als Nahrungsoportunisten und konsumieren somit bevorzugt diejenigen Fische, die lokal verfügbar sind, in nennenswerter Abundanz auftreten und sich vergleichsweise einfach erbeuten lassen (Keller 1995, Leopold et al. 1998, Russel et al. 2003, Sternberg 2021). Daher werden von den Kormoranen trotz ihres relativ weiten Jagdgebiets vermutlich überwiegend nahe der jeweiligen Kolonie gelegene Gewässer zum Nahrungserwerb genutzt (Platteeuw & van Eerden 1995). Grémillet (1997) beobachtete, dass von den Vögeln zum Nahrungserwerb überwiegend Gewässer im Umkreis von 5-10 km zur Brutkolonie aufgesucht werden. Dies spiegelte sich im Wesentlichen auch in der vorliegenden Studie wider. So waren in den Kormoranspeiballen des Beprobungspunktes GUSDORFER TEICH überwiegend Fischreste von limnischen Arten nachweisbar, während die am DASSOWER SEE gesammelten Proben gehäuft Hartstrukturen mariner Fische enthielten. Die Speiballen der an der SCHLEI lokalisierten Vögel enthielten aufgrund der Nähe zur Ostsee ebenfalls einen Mix von Knochenresten mariner und limnischer Fischarten. Diese Beobachtungen stimmen auch mit der Struktur der jeweiligen Fischgemeinschaften der Untersuchungs-gewässer überein. So ist der Dorsch in der südwestlichen Ostsee häufig vorkommend (FeBEC 2013), während Flussbarsche und verschiedene Cypriniden-Arten, besonders Plötze und Blei, die dominanten Arten in den Fischgemeinschaften im Aktionsraum der Kormorane des GUSDORFER TEICHES sind (LimnoPlan 2006, Neumann 2011). Die Fischgemeinschaften der Schlei bestehen vorwiegend aus Süßwasserarten (Nellen 1965, zit. in Nauen 1984), obgleich aufgrund des Brackwasser-Charakters auch marine Arten angetroffen werden können (Lupatsch & Nellen 1981).

Unter Berücksichtigung des Artenspektrums und der Individuenzahl je Speiballen grenzte sich insbesondere der Standort DASSOWER SEE deutlich von den beiden anderen Lokalitäten ab, was zu großen Teilen auf das regelmäßige Vorkommen von Dorsch und Wittling zurückzuführen war (Abb. 4). Für den Standort SCHLEI waren vor allem Grundeln (Gobiidae) ausschlaggebend für die bildliche Separation der Speiballen von denen der anderen Probennahmeorte, während am GUSDORFER TEICH vor allem der Stint von signifikantem Einfluss auf die Trennung der Proben war (Abb. 4). Neben den aufgeführten Arten wurden von den Kormoranen an allen drei Standorten Flussbarsch, Plötze und Kaulbarsch aufgenommen, was im Einklang mit zahlreichen anderen Studien steht (Dirksen et al. 1995, Suter 1997, Engström 2001, Lehikoinen 2005, Klein & Lieser 2005, Čech et al. 2008, Pütys & Zarankaitė 2010, Emmrich & Düttmann 2011, Lyach et al. 2018, Ovegård et al. 2021) und

ebenso frühere Studien im Gebiet Großer Plöner See bestätigt (Worthmann & Spratte 1987, Kieckbusch & Koop 1997, Sonntag et al., 2012, Koop 2016).

Bei der Betrachtung des konsumierten Artenspektrums fällt auf, dass der Europäische Aal, *Anguilla anguilla*, in keiner Probe festgestellt wurde. Das ist vor allem auch deshalb bemerkenswert, weil diese Art in den Untersuchungsgewässern häufig vertreten ist (Fladung & Brämick 2015). Doch auch bei anderen Untersuchungen von Speiballen wurden Rückstände von Aalen in nur in sehr geringem Umfang nachgewiesen. So fanden Pütys & Zarankaitė (2010) trotz örtlichen Vorkommens von Aalen keinerlei Knochenreste dieser Spezies im Zuge ihrer Studien am Kurischen Haff. Veldkamp (1995 b) ermittelte für diese Fischart eine relative Häufigkeit von maximal 3,3 %, wohingegen dieser Parameter bei den Untersuchungen von Suter (1997), Engström (2001), Emmrich (2008) und Proess et al. (2009) stets einen Wert von $\leq 1,0$ % aufzeigte. Auch bei den Fütterungsexperimenten von Martucci et al. (1993) und Cherubini & Mantovani (1997) nahm die Wiederfundrate von Aalotolithen lediglich Werte von 0 bzw. 2,9 % ein, so dass letztere Autoren die Speiballenanalyse als ungeeignet für den Nachweis von Aalotolithen erachteten. Dennoch erzielten einige Autoren auch wenig höhere Werte, wie z. B. Keller (1995), der in einem Monat Individuenanteile von 6 % vermerkte oder Kieckbusch & Koop (1996), die bezüglich des Aals relative Individuenhäufigkeiten von etwa 5 % feststellten. In Speiballen von am Großen Plöner See jagenden Kormoranen fand Koop (2016) Rückstände von Aalen nur als Einzelfunde in Speiballen. Auch bei den Untersuchungen von Sonntag et al. (2012) an der am GUSDORFER TEICH befindlichen Kolonie lag der Anteil von Aalen an der Individuenzahl stets unterhalb der 0,1-%-Marke. Worthmann & Spratte (1987) trafen Aalrückstände an gleicher Lokalität Mitte der 1980er Jahre gehäuft in ihren Proben an und erwähnten Werte von 0,2 Individuen je Speiballen. Es ist somit anzunehmen, dass der Fehlnachweis von Aalen in den untersuchten Proben der vorliegenden Studie vor allem auf methodische Ursachen und hier insbesondere auf die Erosion von Otolithen, Wirbelkörpern und Schuppen durch die Magensäure der Vögel zurückzuführen ist. Dass Aale mitunter regelmäßig von Kormoranen konsumiert werden, ist durch andere Untersuchungsmethoden, wie Beobachtungen (Voslamber et al. 1995) oder Mageninhaltsuntersuchungen (Kieckbusch & Koop 1996, Knösche et al. 2005, Simon & Dürr 2011) belegt.

Die Anzahl der nachgewiesenen Fische je Probe variierte sehr stark. Während einige Speiballen leer waren und keinerlei Fischreste enthielten, wurden in anderen Proben Strukturen (Otolithen) von mehreren hundert Fischindividuen detektiert. Derartige Schwankungen sind jedoch nicht ungewöhnlich und wurden auch in anderen Studien beobachtet (Suter 1997, Dirksen et al. 1995, Sonntag et al. 2012). Die Zahl der in den Speiballen gefundenen Otolithen variierte mit der konsumierten Fischart (bzw. -größe). So wurden Gehörsteine von Dorschen stets in nur geringer Zahl detektiert, wohingegen das massenhafte Vorkommen von Otolithen meist den Vertretern der Gobiidae zugerechnet werden konnte. Da Grundeln nur sehr geringe Stückmassen aufweisen, ist eine Tagesration von mehr als hundert Fischen durchaus möglich. Ebenso neigen Grundeln zur Schwarmbildung bzw. zeigen in Gewässern oft ein Massenvorkommen, so dass Kormorane während eines einzelnen Tauchganges zahlreiche Individuen erbeuten können (Doornbos & Twisk 1987). Dennoch enthielten die meisten Speiballen in der hier vorliegenden Studie jedoch nur ein bis vier Fische. Diese Ergebnisse unterstützen somit die Befunde anderer Autoren (Suter 1997, Keller 1998, Johansen et al. 2001, Gagliardi et al. 2007, Emmrich 2008). Die zwischen den Beprobungspunkten beobachteten statistisch signifikanten Unterschiede in der Anzahl von Fischen je Speiballen sind als marginal zu bewerten.

Im Verlaufe eines Jahres traten an allen drei Beprobungspunkten Unterschiede in der Zusammensetzung bzw. relativen Häufigkeit der in Speiballen nachgewiesenen Arten auf. Diese Unterschiede sind u. a. in der Biologie der Beutefische begründet. Zahlreiche heimische Fischarten ziehen sich zum Laichen während des Frühjahrs bzw. Frühsommers in ufernahen Gewässerbereichen zusammen. Diese (großgewachsenen) Tiere stellen während der Laichzeit eine leicht zu greifende Beute dar, wie dies auch in anderen Studien bestätigt wurde (Čech et al. 2008). Bis zum Herbst haben geschlüpfte Fische eine Körpergröße erreicht, die sie als Nahrung für Kormorane attraktiv werden lässt. Da diese Nachkommen zudem auch meist in Schwärmen auftreten, erhöht dies ihre Attraktivität als jagdbare Beuteorganismen. Um den täglich benötigten Energiebedarf zu decken, werden im Vergleich zum Frühjahr gegen Herbst/Jahresende vermehrt juvenile Fische aufgenommen, was sich dann in Verschiebungen der relativen Artenhäufigkeiten widerspiegelt (Wolter & Pawlizki 2003, Čech et al. 2008, Emmrich 2008). Ebenso ist zu berücksichtigen, dass auch marine Fischarten Laichwanderungen vollziehen und daher in ausgewählten Monaten aufgrund vermehrter Anwesenheit in flacheren Gewässern leichter erbeutet werden. Deutlich wird dies u. a. an den Standorten Schlei und Dassower See. Im Frühjahr wandern die Heringe aus der Ostsee kommend in Schwärmen in die Schlei und in die Trave ein um dort das Laichgeschäft zu vollziehen (Klenz 1999). Von Februar bis April wurden daher bevorzugt Heringe erbeutet und waren demzufolge auch in den Speiballen nachweisbar. Auch für den Großen Plöner See berichtete Koop (2016) anhand von Speiballenuntersuchungen, dass Schwarmfische (vor allem junge Flussbarsche und Plötzen, aber auch Stint und Kaulbarsch) von Juli bis September den größten Teil der Nahrung von Kormoranen bildeten. Auch zuvor hatten Kieckbusch & Koop (1996) beobachtet, dass an diesem Gewässer vor allem während der Sommermonate täglich mehrere tausend Kormorane zur Schwarmjagd eintreffen, um genannte Kleinfische zu erbeuten. Ebenso erwähnten die Autoren große Kormoranansammlungen an den Heringslaichplätzen von Schlei und Trave im Frühjahr (Kieckbusch & Koop 1996). Diese Beobachtungen deuten an, dass qualitative und/oder quantitative saisonale Unterschiede im Nahrungsspektrum von Kormoranen auch an den schleswig-holsteinischen Gewässern nicht unüblich sind.

Die von Kormoranen täglich benötigte bzw. konsumierte Fischbiomasse ist in der deutschsprachigen und internationalen Fachliteratur schon häufig dargestellt und diskutiert worden (Reichholf 1993, Carss et al 1997, Keller & Visser 1999, Ridgway 2010, Sonntag et al. 2012). Mittels verschiedener Methoden wurde dabei versucht, sich dieser Thematik anzunähern und einen entsprechenden Bedarf an Nahrung zu ermitteln. Das Methodenspektrum umfasst dabei u. a. Speiballenuntersuchungen, Magenanalysen, Wägungen, Modellierungen bzw. Erfassungen des Energiebedarfs, Zeit-Budget-Analysen, Fütterungsexperimente etc. (Grémillet et al. 1995, Keller & Visser 1999, Carpentier & Marion 2003, Ridgway 2010). Im Rahmen dieser Forschungen wurden für Kormorane sehr große Spannweiten des täglichen Nahrungsbedarfs ermittelt. Für die Unterart *P. carbo sinensis* reichen diese je nach Autor und Methode von etwa 251-707 g/Tag (Carss et al. 1997) oder 237-512 g/Tag (Ridgway 2010). Es erscheint logisch, dass Jungvögel eine andere Nahrungsmenge zur Deckung ihres Energiebedarfs benötigen als Altvögel. Auch jahreszeitliche und geschlechtsspezifische Unterschiede im Nahrungsbedarf sowie Wechselwirkungen zwischen Umfang der täglichen Aktivitäts- und Ruhephasen und dem Energiebedarf werden diskutiert (Keller 1993, Carss et al. 1997, Barrett et al. 2007, Ridgway 2010). Guthörl (2006) weist darauf hin, dass Kormorane (wie auch andere Wildtiere und insbesondere Zugvögel) bei gutem Nahrungsangebot auch „über Bedarf“ fressen, um Energiereserven in Form von Depotfett

anzulegen, auf die bei Wanderungen, Balz, Brutgeschäft, Jungenaufzucht etc. oder in Zeiten von Nahrungsknappheit zurückgegriffen werden kann. Unter Beachtung der existierenden Forschungsergebnisse und der dargestellten Erwägungen wird von Ridgway (2010) empfohlen, bei Kormoranen von einer täglich verzehrten Fischbiomasse von etwa 500 g auszugehen. Dieser Wert wurde von Keller & Visser (1999) für die Unterart *P. carbo sinensis* bestätigt.

In der vorliegenden Studie wurde anhand von Längen-Rückberechnungen und Regressionen ermittelt, dass die Speiballen zwischen 450 und 790 g Fisch enthielten. Unter Annahme einer Produktion von einem Speiballen pro Tag bildet die berechnete mittlere Biomasse in den Proben somit sehr gut die in der Literatur diskutierte Tageskonsumption ab. Unterschiede zwischen den Lokalitäten stehen möglicherweise im Zusammenhang mit der Nutzung verschiedener Jagdgebiete und der dort jeweils vorhandenen Beutefische. Dies wurde im vorliegenden Projekt jedoch nicht untersucht. Die für einige Einzelproben errechneten höheren Biomassen sind nicht außergewöhnlich. So stellten z. B. Dirksen et al. (1995), Wolter & Pawlizki (2003) und Proess et al. (2009) in einigen Fällen Biomassen von mehr als 1000 g/Speiballen fest. Auch Lyach et al. (2018) berichteten von der Konsumption eines über 1300 g schweren Fisches.

Bei Untersuchungen an Speiballen von Kormoranen des Gebiets um den Großen Plöner See leiteten Worthmann & Spratte (1987) für die Vögel einen mittleren täglichen Nahrungsbedarf von 516 g ab. Dieser Wert ist bei gemeinsamer Betrachtung aller beprobten Lokalitäten nahezu identisch mit dem Befund der vorliegenden Studie. Weitere Angaben zu rückberechneten Biomassen oder zum Umfang des täglichen Fischkonsums von Kormoranen schleswig-holsteinischer Gewässer wurden nicht gefunden.

Die Auswertungen der Längen-Häufigkeitsverteilungen der in den Proben nachgewiesenen Fische zeigten je nach Fischart und Beprobungspunkt ein differenziertes Bild. Allgemein wurden von den Kormoranen aller drei Standorte überwiegend kleine Fische mit Körperlängen zwischen 8 und 15 cm konsumiert. Ein Dorsch des Probennahmeortes Dassower See wies mit 50 cm die größte rückberechnete Totallänge auf. Es wird nicht ausgeschlossen, dass für einzelne Fischarten monatliche Unterschiede in der mittleren Körperlänge der gefressenen Individuen bestanden. Für derartige Vergleiche waren die Fallzahlen doch oft zu gering. Für einen Teildatensatz wurden jedoch jahreszeitliche Unterschiede in der mittleren Körpergröße erbeuteter Fische festgestellt (Sternberg 2021). So waren die im Dassower See während des Frühjahrs erbeuteten Dorsche und Flussbarsche größer als ihre im Herbst gefressenen Artgenossen. Dies galt ebenso für die Flussbarsche des Probennahmeortes GUSDORFER TEICH. Für Plötze und Stint wurden am letztgenannten Standort jedoch keine Unterschiede in der rückberechneten Körperlänge der konsumierten Individuen verzeichnet (Sternberg 2021). Bei Speiballenuntersuchungen anderer Autoren wurde ebenfalls ermittelt, dass die Kormorane bevorzugt Fische geringerer Körpergröße aufnahmen (Dirksen et al. 1995; Keller 1998; Engström 2001; Le Louarn 2003; Wolter & Pawlizki 2000, 2003; Ljunggren 2017). Dies schloss jedoch nicht aus, dass Einzeltiere mit größerer Körperlänge erbeutet wurden. So berichteten Keller (1993) und Sonntag et al. (2012) über die Konsumption eines Aales mit einer (rückberechneten) Totallänge von ca. 70 cm bzw. 74 cm. Auch Wolter & Pawlizki (2000) und Lyach et al. (2018) errechneten aus den Hartstrukturen eines konsumierten Hechtes bzw. einer Barbe (*Barbus barbus*) Totallängen von 50 cm bzw. 49 cm. Auch jahreszeitliche Unterschiede in der Größenstruktur konsumierter Fische wurden verzeichnet (Wolter & Pawlizki 2003, Sonntag et al. 2012).

Koop (2016) ermittelte, dass Kormorane des Standortes GUSDORFER TEICH während der Sommermonate überwiegend junge Flussbarsche und Plötzen der Größenklasse 10-16 cm erbeuteten. Gleiches berichteten Kieckbusch & Koop (1996), die „...kleine Schwarmfischarten wie Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*), Stint (*Osmerus eperlanus*), sowie junge Flußbarsche (sic) und Weißfische...“ als Nahrungsgrundlage jagender Kormorane des Großen Plöner Sees identifizierten. Worthmann & Spratte (1987) fanden in den Speiballen von Kormoranen derselben Lokalität vor allem Reste von Flussbarschen mit Körperlängen von 17-22 cm und auch Sonntag et al. (2012) stellten fest, dass von Flussbarsch, Plötze, Stint und Kaulbarsch überwiegend kleine Individuen von 5-15 cm Körperlänge gefressen werden. In der Summe stimmen die in der vorliegenden Studie ermittelten Größenklassen konsumierter Fische somit mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen überein.

Unter Berücksichtigung der rückberechneten Biomasse und relativen Häufigkeiten der einzelnen Arten wurden für jeden Standort die Hauptnahrungskomponenten ermittelt. Wie auch in anderen Studien kristallisierten sich der Flussbarsch und die Plötze an der Schlei als auch am GUSDORFER TEICH als wesentliche Beutetiere des Kormorans heraus, die von zahlreichen Vögeln regelmäßig und in großem Umfang gefressen wurden (s. o.). Am DASSOWER SEE nahm der Dorsch diese Position ein. Gelegentlich wurde im Schrifttum diskutiert, ob Kormorane eine Nahrungspräferenz aufweisen und gezielt bestimmte Fischarten oder Altersklassen bejagen (Engström 2001, Lehikoinen 2005). Kormorane sind bezüglich ihrer Nahrung jedoch opportunistisch. Wie auch in der vorliegenden Studie gezeigt werden konnte, ist das Beutespektrum sehr breit. Die Vögel fressen daher diejenigen Arten, die gehäuft vorkommen und leicht zu erbeuten sind. Dies können im Frühjahr Heringe sein und zu anderen Jahreszeiten Schwarmfische wie Flussbarsch und Plötze. Der Dorsch stellt für die Kormorane des DASSOWER SEES vermutlich ständig eine gut erreichbare Beute dar, wie dies auch in anderen Speiballenuntersuchungen von Kormoranen küstennaher Kolonien gezeigt werden konnte (Kieckbusch & Koop 1996, Larsson 2017).

Insgesamt wird eingeschätzt, dass die vorliegenden Untersuchungen in vielen Punkten vorhergehende Studien bestätigt haben. Trotz einiger Unsicherheiten in der Methodik (s. o.) zeigte sich, dass das Beutespektrum von Kormoranen sehr breit ist, die Vögel aber vor allem auf die lokal verfügbaren Ressourcen zurückgreifen. Ebenso entsprachen die in dieser Studie ermittelten durchschnittlichen Biomassen von um die 500 g je Speiballen den aus der Literatur bekannten Werten. Unter der Annahme, dass adulte Vögel einen Speiballen pro Tag produzieren, bildet der Inhalt einer solchen Probe in etwa die von Kormoranen zur Deckung ihres täglichen Energiebedarfs erforderliche Fischmenge ab. Letztlich ist zu vermerken, dass manche Fischarten im Zuge von Speiballenuntersuchungen vermutlich nur schlecht abgebildet werden.

6 Literatur

- Adámek, Z., Kortan, J., Flajšhans, M. 2007. Computer-assisted image analysis in the evaluation of fish wounding by cormorant [*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)] attacks. *Aquaculture International* 15: 211-216.
- Andersen, S.M., Teilmann, J., Harders, P.B., Hansen, E.H., Hjøllund, D. 2007. Diet of harbour seals and great cormorants in Limfjord, Denmark: interspecific competition and interaction with fishery. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1235-1245.
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Anderson, M.J. 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics* 62: 245-253.
- Anderson, M.J., Walsh, D.C.I. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs* 83: 557-574.
- Anonymous. 2011. Archaeological Fish Resource. Department of Archaeology, University of Nottingham. <http://fishbone.nottingham.ac.uk/>. (letzter Zugriff am 24.03.2021).
- Assis, C.A. 2005. The utricular otoliths, lapilli, of teleosts: their morphology and relevance for species identification and systematics studies. *Scientia Marina* 69: 259-273.
- Barrett, R.T., Camphuysen, K., Anker-Nilssen, T., Chardine, J.W., Furness, R.W. et al. 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1675-1691.
- BirdLife International. 2018. *Phalacrocorax carbo*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22696792A132592923. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22696792A132592923.en>. (letzter Zugriff am 28.10.2019).
- Blackwell, B.F., Sinclair, J.A. 1995. Evidence of secondary consumption of fish by Double-crested cormorants. *Marine Ecology Progress Series* 123: 1-4.
- Bostanci, D. 2009. Otolith biometry-body length relationships in four fish species (chub, pikeperch, crucian carp, and common carp). *Journal of Freshwater Ecology* 24: 619-624.
- Boström, M.K., Östman, Ö., Bergenius, M.A., Lunneryd, S.G. 2012. Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. *ICES Journal of Marine Science* 69: 175-183.
- Bräger, Z., Moritz, T. 2016. A scale atlas for common Mediterranean teleost fishes. *Vertebrate Zoology* 66: 275-386.
- Bray, J.R., Curtis, J.T. 1957. An ordination of the Upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion, L., Volponi, S. et al. 2014. Breeding numbers of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Western Palearctic, 2012-2013. IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University, No. 99.
- Brugger, K.E. 1993. Digestibility of three fish species by double-crested cormorants. *The Condor* 95: 25-32.
- Campana, S.E. 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. NRC Research Press, Ottawa, Ontario.
- Carpentier, A., Marion, L. 2003. Monitoring the daily food intake of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo*: comparisons between chick regurgitations and automatic weighing of nests. *Vogelwelt* 124: 183-186.
- Carss, D.N. 2002. Reducing the conflict between Cormorants and fisheries on a pan-European scale. REDCAFE Final Report, Aberdeenshire, UK.

- Carss, D.N., Bevan, R.M., Bonetti, A., Cherubini, G., Davies, J. et al. 1997. Techniques for assessing cormorant diet and food intake: towards a consensus view. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 197-230.
- Casaux, R.J. 2003. On the accuracy of the pellet analysis method to estimate the food intake in the Antarctic shag, *Phalacrocorax bransfieldensis*. *Folia Zoologica* 52: 167-176.
- Casaux, R.J., Favero, M., Barrera-Oro, E.R., Silva, P. 1995. Feeding trial on an Imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps*: preliminary results on fish intake and otolith digestion. *Marine Ornithology* 23: 101-106.
- Casaux, R.J., Favero, M., Coria, N., Silva, P. 1997. Diet of the Imperial Cormorant *Phalacrocorax atriceps*: comparison of pellets and stomach contents. *Marine Ornithology* 25: 1-4.
- Casaux, R.J., Barrera-Oro, E.R., Favero, M., Silva, P. 1998. New correction factors for the quantification of fish represented in pellets of the Imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps*. *Marine Ornithology* 26: 35-39.
- Čech, M., Čech, P., Kubečka, J., Prchalová, M., Draštík, V. 2008. Size selectivity in summer and winter diets of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*): does it reflect season-dependent difference in foraging efficiency? *Waterbirds* 31: 438-447.
- Cherubini, G., Mantovani, R. 1997. Variability in the results of Cormorant diet assessment by using indices for otolith digestion. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 239-246.
- Conrad, B., Klinger, H., Schluze-Wiehenbrauck, H., Stang, C. 2002. Kormoran und Äsche - ein Artenschutzproblem. *LÖBF-Mitteilungen* 1: 46-54.
- Cortes, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 726-738.
- Coutin, P.C., Reside, J. 2003. Fish predation by Great Cormorants, *Phalacrocorax carbo carboides*, in the Gippsland Lakes, south-eastern Australia. In: Cowx, I.G. (Hrsg.) *Interactions between fish and birds: implications for management*. Blackwell Science Ltd.: 196-210.
- Dirksen, S., Boudewijn, T.J., Noordhuis, R., Marteiijn, E.C.L. 1995. Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the non-breeding period and effects of large-scale fish removal. *Ardea* 83: 167-184.
- Doornbos, G., Twisk, F. 1987. Density, growth and annual food consumption of gobiid fish in the saline Lake Grevelingen, The Netherlands. *Netherlands Journal of Sea Research* 21: 45-74.
- Duffy, D.C., Laurenson, L.J.B. 1983. Pellets of Cape cormorants as indicators of diet. *Condor* 85: 305-307.
- du Plessis, S.S. 1957. Growth and daily food intake of the white-breasted cormorant in captivity. *Ostrich* 28: 197-201.
- Ebel, G. 2012. Zum Einfluss des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf Fischbestände in Fließgewässern Sachsen-Anhalts. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt* 49: 26-39.
- Emmrich, M. 2008. Untersuchungen zur Nahrungswahl überwinternder Kormorane (*Phalacrocorax carbo sinensis*, BLUMENBACH 1798) am Dümmer (Landkreis Diepholz, Niedersachsen) mittels Speiballenanalyse unter Berücksichtigung des Fischangebots. MSc thesis, Universität Osnabrück.
- Emmrich, M., Düttmann, H. 2010. Untersuchungen zur Nahrungswahl des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) am Dümmer (Landkreis Diepholz, Niedersachsen) unter besonderer Berücksichtigung von Aal (*Anguilla anguilla*) und Zander (*Sander lucioperca*). *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 36: 55-67.

- Emmrich, M., Düttmann, H. 2011. Seasonal shifts in diet composition of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* foraging at a shallow eutrophic inland lake. *Ardea* 99: 207-217.
- Engström, H. 2001. Effects of Great Cormorant predation on fish populations and fishery. *Acta Universitatis Upsaliensis, Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the Faculty of Science and Technology* 670: 39 pp.
- Fasham, M.J.R. 1977. A comparison of nonmetric multidimensional scaling, principal components and reciprocal averaging for the ordination of simulated coenoclines, and coenoplanes. *Ecology* 58: 551-561.
- FeBEC. 2013. Fish ecology in Fehmarnbelt. Baseline report, report no. E4TR0038 – Volume I.
- Fiedler, K. 1991. *Lehrbuch der Speziellen Biologie, Band 2: Wirbeltiere, Teil 2: Fische*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Fladung, E., Brämick, U. 2015. Umsetzungsbericht 2015 zu den Aalbewirtschaftungsplänen der deutschen Länder 2008. Bericht, Institut für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow e.V., 48 pp.
- Flore, B.O., Hüppop, O. 1997. Bestandsentwicklung, Durchzug und Herkunft des Kormorans *Phalacrocorax carbo* an einem Winterrastplatz auf Helgoland. *Journal für Ornithologie* 138: 253-270.
- Friedhoff, H. 2019. Heidis Fossilien Fotos. Sammlungen Otolithen rezent. <http://www.ffotos.de/index.php/sammlungen/sammlungen-otolithen/sammlungen-otolithen-rezent>. (letzter Zugriff am 28.11.2019).
- Gagliardi, A., Martinoli, A., Preatoni, D., Wauters, L.A., Tosi, G. 2007. From mass of body elements to fish biomass: a direct method to quantify food intake of fish eating birds. *Hydrobiologia* 583: 213-222.
- Gaye-Siessegger, J., Baer, J., Billmann, H.-P., Blank, S., Brinker, A. 2013. Bericht zur Vergrämung von Kormoranen im Winter 2011/12 mit ausführlicher Darstellung der Ergebnisse der Begleituntersuchungen. Fischereiforschungsstelle beim Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Langenargen, 28 pp.
- George, E.L., Hadley, W.F. 1979. Food and habitat partitioning between rock bass (*Ambloplites rupestris*) and smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) young of the year. *Transactions of the American Fisheries Society* 108: 253-261.
- Glen, S. 2021. Bray Curtis Dissimilarity. StatisticsHowTo.com: Elementary Statistics for the rest of us! <https://www.statisticshowto.com/bray-curtis-dissimilarity/>. (letzter Zugriff am 04.11.2021).
- Görner, M. 2006. Zum Einfluss des Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) und weiterer piscivorer Vögel auf die Fischfauna von Fließgewässern in Mitteleuropa. *Artenschutzreport* 19: 72-88.
- Grémillet, D. 1997. Catch per unit effort, foraging efficiency, and parental investment in breeding Great Cormorants (*Phalacrocorax carbo carbo*). *ICES Journal of Marine Science* 54: 635-644.
- Grémillet, D.J., 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., 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., Schmid, D., Culik, B. 1995. Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Marine Ecology Progress Series* 121: 1-9.

- Grémillet, D., Dey, R., Wanless, S., Harris, M.P., Regel, J. 1996. Determining food intake by great cormorants and European shags with electronic balances. *Journal of Field Ornithology* 67: 637-648.
- Grémillet, D., Kuntz, G., Delbart, F., Mellet, M., Kato, A. et al. 2004. Linking the foraging performance of a marine predator to local prey abundance. *Functional Ecology* 18: 793-801.
- Greenacre, M. 2008. Measures of distance between samples: non-Euclidean. In: Correspondence analysis and related methods. STA 254 - Course at the Department of Statistics of Stanford University, USA.
- Guse, N., Markones, N., Mendel, B., Sonntag, N., Garthe, S. 2008. Nahrungsökologie von marinen Säugetieren und Seevögeln für das Management von NATURA 2000 Gebieten. Teilbericht Seevögel. Endbericht, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, 84 pp.
- Guthörl, V. 2006. Zum Einfluß des Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) auf Fischbestände und aquatische Ökosysteme – Fakten, Konflikte und Perspektiven für kulturlandschaftsgerechte Wildhaltung. Wildland Weltweit Verlag, Rolbing, France.
- Harder, W. 1964. Anatomie der Fische. In: Demoll, R., Maier, H.N., Wundsch, H.H. (Hrsg.) Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Harris, M.P., Wanless, S. 1993. The diet of shags *Phalacrocorax aristotelis* during the chick-rearing period assessed by three methods. *Bird Study* 40: 135-139.
- He, T., Cheng, J., Qin, J.-g., Li, Y., Gao, T.-x. 2017. Comparative analysis of otolith morphology in three species of Scomber. *Ichthyological Research* 65: 192-201.
- Hüppop, O., Fründt, A. 2002. Zur Speiballen-Produktion freilebender Kormorane (*Phalacrocorax carbo*) im Winter. In Jahresbericht des Instituts für Vogelforschung 5: 11-12.
- Jobling, M., Breiby, A. 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia* 71: 265-274.
- Johansen, R., Barrett, R.T., Pedersen, T. 2001. Foraging strategies of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo carbo* wintering north of the Arctic Circle. *Bird Study* 48: 59-67.
- 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. 1993. Untersuchungen zur Nahrungsökologie von in Bayern überwinternden Kormoranen *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ornithologische Verhandlungen* 25: 81-128.
- Keller, T. 1995. Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea* 83: 185-192.
- 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. 2014. Status of the breeding population of Great Cormorants in Germany in 2012. – In: Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion, L., Volponi, S. et al. (Hrsg.) Breeding numbers of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Western Palearctic, 2012-2013. – IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University No. 99: 113-116.
- Kieckbusch, J.J., Knief, W. 2007. Brutbestandsentwicklung des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Deutschland und Europa. In: Herzig, F. Böhnke, A. (Hrsg.) Fachtagung Kormorane 2006, BfN-Skripten 204, Bonn: 28-47.

- Kieckbusch, J.J., Koop, B. 1996. Brutbestand, Rastverbreitung und Nahrungsökologie des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Schleswig-Holstein. *Corax* 16: 335-355.
- Kieckbusch, J.J., Koop, B. 1997. Cormorant *Phalacrocorax carbo* and fishery in Schleswig-Holstein, Germany. *Ekologia Polska* 45: 287-294.
- Klein, B.A., Lieser, M. 2005. Zum Beutespektrum des Kormorans *Phalacrocorax carbo* am westlichen Bodensee. *Vogelwarte* 43: 267-270.
- Klenz, B. 1999. Larvenaufkommen und -verbreitung von Nutzfischarten der westlichen Ostsee im Zeitraum 1993-1997. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 7: 111-124.
- Knollseisen, M. 1996. Fischbestimmungsatlas: als Grundlage für nahrungsökologische Untersuchungen. Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Knösche, R., Brämick, U., Fladung, E., Scheurlen, K., Wettstein, C. et al. 2005. Untersuchungen zur Entwicklung der Fischerei im Land Brandenburg unter Beachtung der Kormoranbestände und Entwicklung eines Monitorings. Bericht, Institut für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow e.V., 121 pp. und Anlagen.
- Koop, B. 2016. Ornithologische Begleituntersuchungen zum Kormoran. Bericht im Auftrag des Ministeriums für die Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, 58 pp.
- Kortan, J., Adámek, Z., Flajšhans, M., Piačková, V. 2008. Indirect manifestation of cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)) predation on pond fish stock. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 389: 01.
- Krebs, C.J. 2014. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Pearson Education Ltd., Harlow, UK.
- Kruskal, J.B. 1964 a. Multidimensional scaling by optimising goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* 29: 1-27.
- Kruskal, J.B. 1964 b. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika* 29: 115-129.
- Larsson, A. 2017. A diet study of post-breeding Great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) on Gotland. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå.
- Lehikoinen, A. 2005. Prey-switching and diet of the Great Cormorant during the breeding season in the Gulf of Finland. *Waterbirds* 28: 511-516.
- Le Louarn, H. 2003. Qualitative and quantitative estimation of the great cormorant *Phalacrocorax carbo* diet. *Cormorant Research Group Bulletin* 5: 26-30.
- Leopold, M.F., van Damme, C.J.G. 2003. Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* and polychaetes: can worms sometimes be a major prey of a piscivorous seabird? *Marine Ornithology* 31: 83-87.
- Leopold, M.F., van Damme, C.J., van der Veer, H.W. 1998. Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 40: 93-107.
- Leopold, M.F., van Damme, C.J.G., Philippart, C.J.M., Winter, C.J.N. 2001. Otoliths of North Sea fish 1.0. 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. https://otoliths-northsea.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/?epi=87. (letzter Zugriff am 05.11.2021).
- LimnoPlan. 2006. Vorbereitung eines Monitorings der Fischfauna der größeren Seen des Landes Schleswig-Holsteins gemäß EU-WRRL - Teil C – Umfassende statistische Auswertung fischereibiologischer Untersuchungen aus 2005 und 2006 an 17 Seen.

- Untersuchung im Auftrag des Landschaftsamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Lin, C.-H., Girone, A., Nolf, D. 2015. Tortonian fish otoliths from turbiditic deposits in Northern Italy: Taxonomic and stratigraphic significance. *Geobios* 48: 249-261.
- Ljunggren, E. 2017. Prey choice of great cormorants (*Phalacrocorax carbo*) in a marine protected area. MSc thesis, Biology Education Centre, Uppsala University.
- Lüdtke, M. 2009. Vergleichende Untersuchungen an einheimischen Greif- und Eulenvögeln (*Buteo buteo* / *Falco tinnunculus* / *Bubo bubo*) zur Futteraufnahme, Zusammensetzung der Gewölle und Exkremente sowie zur Nährstoffverdaulichkeit bei Angebot von adulten Mäusen und Eintagsküken. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Lupatsch, I., Nellen, W. 1981. Der Zustand der Fischbestände in der Schlei und die Entwicklung der Fischerei im Zeitraum 1962 – 1981. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde* 91: 1-96.
- Lyach R., Blabolil, P., Čech, M. 2018. Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* feed on larger fish in late winter. *Bird Study* 65: 249-256.
- Marion, L., Le Gentil, J. 2006. Ecological segregation and population structuring of the Cormorant *Phalacrocorax carbo* in Europe, in relation to the recent introgression of continental and marine subspecies. *Evolutionary Ecology* 20: 193-216.
- Martucci, O., Pietrelli, L., Consiglio, C. 1993. Fish otoliths as indicators of the cormorant *Phalacrocorax carbo* diet (Aves, Pelecaniformes). *Italian Journal of Zoology* 60: 393-396.
- März, R. 2007. *Gewöll- und Ruffungskunde*. AULA-Verlag GmbH, Wiebelsheim.
- McBride, R.S., Hauser, J.W., Sutherland, S.J. 2010. Brodeur's guide to otoliths of some northwest Atlantic fishes. Northeast Fisheries Science Center Reference Document 10-04, 35 pp.
- McKay, H.V., Robinson, K.A., Carss, D.N., Parrott, D. 2003. The limitations of pellet analysis in the study of cormorant *Phalacrocorax* spp. diet. *Vogelwelt* 124: 227-236.
- MELUND. 2020. Jahresbericht 2020. Zur biologischen Vielfalt. Jagd und Artenschutz. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein, 152 pp.
- Montoya, A.B., Zwank, P.J., Cardenas, M. 1997. Breeding biology of *Aplomado falcons* in desert grasslands of Chihuahua, Mexico. *Journal of Field Ornithology* 68: 135-143.
- Nauen, C. 1984. The artisanal fishery in Schlei Fjord, easter Schleswig-Holstein, Federal Republic of Germany. In: Kapetsky, J.M., Lasserre, G. (Hrsg.) *Management of Coastal Lagoon Fisheries*. *Studies and Reviews* 1 (61): 403-428.
- Neumann, M. 2011. Fischbiologische Bewertung von 22 schleswig-holsteinischen Seen: Ein Vergleich verschiedener Bewertungsentwürfe. Gutachten im Auftrag des Landschaftsamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein, 90 pp.
- Nienhuis, J. 2000. The use of chewing pads and otoliths of cyprinids for estimating food intake of cormorants *Phalacrocorax carbo*. *Wetlands International Cormorant Research Group Bulletin* 4: 40-42.
- Oksanen, J., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P. et al. 2019. Vegan: community ecology package. R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. (letzter Zugriff am 05.11.2021).
- Ouwehand, J., Leopold, M.F., Camphuysen, K.C. 2004. A comparative study of the diet of Guillemots *Uria aalge* and Razorbills *Alca torda* killed during the Tricolor oil incident in the south-eastern North Sea in January 2003. *Atlantic Seabirds* 6: 147-164.

- Ovegård, M.K., Jepsen, N., Nord, M.B., Petersson, E. 2021. Cormorant predation effects on fish populations: A global meta-analysis. *Fish Fisheries* 22: 605-622.
- Platteeuw, M., van Eerden, M.R. 1995. Time and energy constraints of fishing behaviour in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at lake IJsselmeer, The Netherlands. *Ardea* 83: 223-234.
- Proess, R., Keller, T., Lorge, P. 2009. Der Kormoran *Phalacrocorax carbo sinensis* in Luxemburg. *Regulus Wissenschaftliche Berichte* 24: 1-21.
- Pūtys, Ž., Zarankaitė, J. 2010. Diet of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) at the Juodkrantė Colony, Lithuania., *Acta Zoologica Lituanica* 20: 179-189.
- R Core Team. 2020. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. (letzter Zugriff am 05.11.2021).
- Reichholf, J.H. 1993. Der Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) am unteren Inn: Entwicklung der Winterbestände, Ernährung und die Frage der Verluste für die Fischerei. *Öko L* 15: 32-37.
- Ridgeway M.S. 2010. A review of estimates of daily energy expenditure and food intake in cormorants (*Phalacrocorax* spp.). *Journal of Great Lakes Research* 36: 93-99.
- Röhler, E. 1932. Die Süßwasserfische Deutschlands. Ihre Kennzeichen, Fortpflanzung, Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung. Verlag des Deutschen Fischerei-Vereins, Berlin.
- Rutschke, E. 1998. Der Kormoran: Biologie, Ökologie, Schadabwehr. Parey Buchverlag, Berlin.
- RStudio Team. 2016. RStudio: integrated development environment for R. RStudio Inc., Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>. (letzter Zugriff am 05.11.2021).
- Russel, I.C., Cook, A.C., Kinsmann, D.A., Ives, M.J., Lower, N.J. 2003. Stomach content analysis of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* at some different fishery types in England and Wales. *Vogelwelt* 124: 255-259.
- Saufi, S., Ravindran, S., Hamid, N.H., Zainal Abidin, C.M.R., Ahmad, H. et al. 2020. Diet composition of introduced Barn Owls (*Tyto alba javanica*) in urban area in comparison with agriculture settings. *Journal of Urban Ecology* 6: juz025.
- Schwevers, U., Adam, B. 1998. Zum Einfluß des Kormorans (*Phalacrocomx carbo sinensis*) auf die Fischbestände der Ahr (Rheinland-Pfalz). *Österreichs Fischerei* 51: 198-210.
- Shepard, R.N. 1962 a. The analysis of proximities. Multidimensional scaling with an unknown distance function. I. *Psychometrika* 27: 125-140.
- Shepard, R.N. 1962 b. The analysis of proximities. Multidimensional scaling with an unknown distance function. II. *Psychometrika* 27: 219-246.
- Silva, J.F., Ellis, J.R., Ayers, R.A. 2013. Length-weight relationships of marine fish collected from around the British Isles. CEFAS, Science Series Technical Report 150, 109 pp.
- Simon, J., Dürr, T. 2011. Nahrungsökologie und Brutbiologie des Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) im Havelgebiet bei Potsdam. *Otis* 19: 85-97.
- Sonntag, N., Weiel, S., Busch, N., Schwemmer, H., Guse, N. et al. 2012. Nahrungsuntersuchungen beim Kormoran. Projektbericht, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, 76 pp.
- Sternberg, N. 2021. Regional diversity and seasonal shifts in the diet of the Great Cormorant, *Phalacrocorax carbo*, in eastern Schleswig-Holstein (Germany). MSc thesis, Humboldt-Universität zu Berlin, (eingereicht).
- Suter, W. 1997. Roach rules: Shoaling fish are a constant factor in the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in Switzerland. *Ardea* 85: 9-27.

- Suworow, J.K. 1959. Allgemeine Fischkunde. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- Svetocheva, O., Stasenkova, N., Fooks, G. 2007. Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea. IMR/PINRO Joint Report Series 3: 1-46.
- Tarkan, A.S., Gürsoy Gaygusuz, Ç., 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.
- Tiede, P., Touré, J. 2019. Überarbeitete Kormoranverordnung in Kraft getreten: Regeln für Vergrämungsabschüsse und Entschädigungen für die Fischerei. Landesportal Schleswig-Holstein, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Presse/PI/2019/0819/190821_Kormoranverordnung.html (zuletzt eingesehen am 05.11.2021).
- Tollit, D.J., Heaslip, S.G., Zeppelin, T.K., Joy, R., Call, K.A. et al. 2004. A method to improve size estimates of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*) consumed by pinnipeds: digestion correction factors applied to bones and otoliths recovered in scats. *Fishery Bulletin* 102: 498-508.
- Trauttmansdorff, J., Wassermann, G. 1995. Number of pellets produced by immature Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* 83: 133-134.
- Treasurer, J.W. 1994. The distribution, age and growth of wrasse (Labridae) in inshore waters of west Scotland. *Journal of Fish Biology* 44: 905-918.
- Tuset, V.M., Lombarte, A., Assis, C.A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina* 72 (S1): 7-198.
- Van Dobben, W.H. 1952. The food of the Cormorant in the Netherlands. *Ardea* 40: 1-63.
- Veldkamp, R., 1995 a. The use of chewing pads for estimating the consumption of Cyprinids by cormorants *Phalacrocorax carbo*. *Ardea* 83: 135-138.
- Veldkamp 1995 b. Diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Wanneperven, The Netherlands, with special reference to bream *Abramis brama*. *Ardea* 83: 143-155.
- Voslamber, B., Platteuw, M., van Eerden, M.R. 1995. Solitary foraging in sand pits by breeding cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: does specialised knowledge about fishing sites and fish behaviour pay off? *Ardea* 83: 213-222.
- 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 pp.
- Wolter, C., Pawlizki, R. 2000. Ernährungsökologie des Kormorans, *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Berichte des IGB* 10: 121-130.
- Wolter, C., Pawlizki, R. 2003. Seasonal and spatial variation in cormorant predation in a lowland floodplain river. In: Cowx, I.G. (Hrsg.) *Interactions between fish and birds: implications for management*. Blackwell Science Ltd.: 178-186.
- Worthmann, 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.
- Yilmaz, S., Yazicioğlu, O., Yazici, R., Polat, N. 2015. Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 39: 438-446.
- 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.

7 Anlagen

Tab. 7. Korrekturfaktoren zur Rückberechnung der Fischgröße in Abhängigkeit der Abnutzung der Otolithen

Fischart	Korrekturfaktor (nach Abnutzungsgrad)				Referenz
	keine/kaum Abnutzung	geringe Abnutzung	deutliche Abnutzung	starke Abnutzung	
allgemein (keine Trennung nach Art)	5 %	10 %	15 %	-	Ouwehand et al. (2004)
allgemein (keine Trennung nach Art)	-	5 %	10 %	-	Guse et al. (2008), Sonntag et al. (2012)
<i>Theragra chalcogramma</i>	-	15-21 %	-	-	Tollit et al. (2004)
<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	-	16-20 %	-	-	
<i>Clupea harengus</i>	-	23,9 %	37,6 %		Böstrom et al. (2012)
<i>Zoarces viviparus</i>	-	13,1 %	43,7 %		
<i>Gobius niger</i>	-	6,7 %	44,3 %		

Tab. 8. Relative Häufigkeiten (%) der in den Kormoranspeiballen identifizierten Fischtaxa

Taxon	Güsdorfer Teich (4469)	Schlei (6141)	Dassower See (2007)	Gesamtstichprobe (12617)
Plötze	17,2	6,3	2,0	9,5
Rotfeder	2,9	1,6	0,5	1,9
Schleie	0,3			0,1
Karpfen	1,4	0,5	<0,1	0,7
Karausche	0,2			0,1
Bleie	2,1	0,8	0,2	1,2
Giebel	0,1			< 0,1
Güster	0,4	< 0,1	0,2	0,2
Kaulbarsch	11,0	4,4	8,8	7,5
Flussbarsch	41,8	14,6	9,3	23,4
Zander	0,4	0,2	0,2	0,3
Hecht	0,4	0,1	<0,1	0,2
Dreistachliger Stichling	0,1	< 0,1	0,1	0,1
Neunstachliger Stichling	0,1	0,2		0,1
Kleine Maräne	0,4			0,2
Stint	14,4	0,4	0,6	5,4
Hering	< 0,1	3,0	7,6	2,7
Flunder	0,1		7,8	1,3
Kliesche			0,4	0,1
Scholle			0,4	0,1
Doggerscharbe			< 0,1	< 0,1
Klippenbarsch	0,4			0,1
Makrele	0,1			< 0,1
Köhler			<0,1	< 0,1
Dorsch	0,8	< 0,1	31,9	5,4
Wittling	< 0,1		4,0	0,6
Schellfisch			0,3	< 0,1
Hechtdorsch		< 0,1	0,2	< 0,1
Aalmutter			0,3	< 0,1
Cyprinidae	2,7	0,4	9,5	2,7
Schwarzgrundel	1,6		7,4	1,7
Strandgrundel	< 0,1	0,4	1,7	0,5
Sandgrundel			0,3	< 0,1
Fleckengrundel			0,2	< 0,1
Grundel	0,2	65,1	2,2	32,1
indet. ¹	1,0	1,6	1,6	1,4
leer	0,2	< 0,1	1,7	0,3

¹ unbestimmt (Bestimmung des Taxons nicht möglich)

Tab. 9. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei

Fischtaxon	September		Oktober		November		Dezember	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	8	9,1	29	12,2	34	8,7	50	23,8
Rotfeder	7	8,0	3	1,3	17	4,4	13	6,2
Karpfen			1	0,4	4	1,0		
Bleie					9	2,3	3	1,4
Cyprinidae	1	1,1	6	2,5	5	1,3	1	0,5
Flussbarsch	72	81,8	106	44,7	135	34,6	130	61,9
Kaulbarsch			84	35,4	76	19,5	1	0,5
Zander			1	0,4	2	0,5	1	0,5
Hecht							2	1,0
Dreistachliger Stichling			3	1,3				
Neunstachliger Stichling					15	3,8		
Stint					17	4,4	9	4,3
Gobiidae					75	19,2		
Hering			2	0,8	1	0,3		
Dorsch			2	0,8				
gesamt	88		237		390		210	

Tab. 10. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei

Fischtaxon	Januar		Februar		Oktober		November		Dezember	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	84	14,7	25	5,7	18	4,8	20	21,1	60	2,3
Rotfeder	12	2,1	5	1,1	5	1,3	8	8,4	21	0,8
Karpfen	3	0,5	2	0,5	3	0,8	9	9,5	5	0,2
Bleie	22	3,9			1	0,2	1	1,1	3	0,1
Güster	1	0,2								
Cyprinidae	1	0,2	1	0,2	2	0,5			6	0,2
Flussbarsch	143	25,1	41	9,3	84	22,8	57	60,0	93	3,5
Kaulbarsch			108	24,5					4	0,2
Zander	4	0,7	1	0,2	1	0,2			1	< 0,1
Hecht			1	0,2						
Stint			56	12,7						
Gobiidae	293	51,4	201	45,1	153	41,5			2436	92,3
Hering	7	1,2			2	0,5			7	0,3
Hechtdorsch									2	0,1
leer					1	0,2				
indet.					98	26,6				
gesamt	570		441		368		95		2638	

Tab. 11. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei

Fischartaxon	Januar		März	
	abs.	%	abs.	%
Plötze	54	5,6	5	3,7
Rotfeder	6	0,6		
Karpfen	4	0,4		
Bleie	11	1,1		
Cyprinidae	2	0,2	1	0,7
Flussbarsch	22	2,3	16	11,8
Zander	2	0,2		
Hecht	1	0,1	1	0,7
Strandgrundel	27	2,8		
Gobiidae	838	86,6		
Hering	1	0,1	111	81,6
leer			1	0,7
indet.			1	0,7
gesamt	968		136	

Tab. 12. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes GUSDORFER TEICH

Fischart	Juli		August		September	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	59	17,4	71	18,6	29	11,6
Rotfeder	1	0,3	12	3,1	1	0,4
Karpfen	8	2,4				
Schleie	1	0,3	1	0,3		
Bleie	1	0,3	2	0,5		
Güster	1	0,3			2	0,8
Karausche	7	2,1				
Cyprinidae	15	4,4	8	2,1	9	3,6
Flussbarsch	148	43,7	147	38,6	31	12,4
Kaulbarsch	49	14,5	63	16,5	97	39,0
Zander	6	1,8	3	0,8		
Hecht	1	0,3	6	1,6	1	0,4
Dreistachliger Stichling			1	0,3	1	0,4
Neunstachliger Stichling					2	0,8
Kleine Maräne	3	0,9	5	1,3		
Stint	37	10,9	28	7,3	73	29,3
Flunder	1	0,3				
Schwarzgrundel			4	1,0		
Dorsch					3	1,2
Wittling	1	0,3				
leer			1	0,3		
indet.			29	7,6		
gesamt	339		381		249	

Tab. 13. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich

Fischart	April		Mai		Juni		Juli		August		September	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	116	25,3	133	32,4	47	10,3	75	10,9	23	7,8	69	16,2
Rotfeder	34	7,4	6	1,5	7	1,5	26	3,8	3	1,0	1	0,2
Karpfen	3	0,7	1	0,2					9	3,1	2	0,5
Schleie	2	0,4	4	1,0							4	0,9
Bleie	5	1,1	5	1,2	19	4,2	47	6,9	5	1,7	3	0,7
Giebel											4	0,9
Güster	3	0,7	6	1,5							5	1,2
Cyprinidae	29	6,3	32	7,8	2	0,4	8	1,2	1	0,3	11	2,6
Flussbarsch	121	26,4	101	24,6	256	56,3	461	67,3	145	49,5	214	50,2
Kaulbarsch	63	13,8	5	1,2	20	4,4	16	2,3	63	21,5	46	10,8
Zander	3	0,7	1	0,2	1	0,2						
Hecht	1	0,2	2	0,5							4	0,9
Dreistachliger Stichling	2	0,4									1	0,2
Kleine Maräne							11	1,6				
Stint	49	10,7	79	19,2	67	14,7	40	5,4	43	14,7	60	14,1
Flunder			1	0,2								
Schwarzgrundel	18	3,9	7	1,7	33	7,3						
Strandgrundel					2	0,4						
Gobiidae			1	0,2								
Dorsch	1	0,2	4	1,0	1	0,2					1	0,2
Klippenbarsch	3	0,7	13	3,2								
Makrele			4	1,0								
leer									1	0,3		
indet.	5	1,1	6	1,5			1	0,1			1	0,2
gesamt	458		411		455		685		293		426	

Tab. 14. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes GUSDORFER Teich

Fischtaxon	April		Mai		Juni		Juli	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	50	38,8	26	16,3	43	14,6	27	14,4
Rotfeder	5	3,9	15	9,4	10	3,4	9	4,8
Karpfen	25	19,4	2	1,3	7	2,4	5	2,7
Bleie	1	0,8	3	1,9			4	2,1
Cyprinidae							4	2,1
Flussbarsch	34	26,4	61	38,1	119	40,3	31	16,5
Kaulbarsch	3	2,3	43	26,9	8	2,7	14	7,4
Zander			2	1,3			1	0,5
Hecht							1	0,5
Neunstachliger Stichling			1	0,6				
Kleine Maräne	1	0,8						
Stint					77	26,1	90	47,9
Flunder	1	0,8						
Schwarzgrundel					8	2,7		
Gobiidae			5	3,1	2	0,7		
Hering	1	0,8						
Dorsch	6	4,7			20	6,8		
leer	1	0,8	2	1,3			2	1,1
indet.	1	0,8			1	0,3		
gesamt	129		160		295		188	

Tab. 15. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See

Fischtaxon	August		September		Oktober		November	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	1	1,8	8	3,5	6	1,8	3	1,2
Rotfeder	2	3,6	1	0,4				
Bleie			1	0,4			4	1,6
Cyprinidae	3	5,4	2	0,9			173	68,4
Flussbarsch	35	62,5			6	1,8	6	2,4
Kaulbarsch			48	21,0	112	34,3	6	2,4
Zander			59	25,8				
Dreistachliger Stichling					3	0,9		
Stint					12	3,9		
Flunder			62	27,1	2	0,6	3	1,2
Doggerscharbe	1	1,8						
Schwarzgrundel	3	5,4	6	2,6	38	11,6		
Strandgrundel	5	8,9	5	2,2			5	2,0
Gobiidae	1	1,8	12	5,2	22	6,7		
Hering			1	0,4				
Dorsch	4	7,1	8	3,5	69	21,1	38	15,0
Wittling			9	3,9	47	14,4	13	5,1
Aalmutter					5	1,5		
indet.	1	1,8	7	3,1	5	1,5	2	0,8
gesamt	56		229		327		253	

Tab. 16. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See

Fischtaxon	Februar		März		April		August		September		Oktober	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze					12	6,8	3	4,2				
Rotfeder					1	0,6	4	5,6				
Karpfen			1	1,3								
Güster					4	2,3						
Cyprinidae					5	2,8	5	6,9	1	0,3		
Flussbarsch	4	44,4	3	3,8	26	14,7	16	22,2	38	12,8	1	0,4
Zander							4	5,6				
Hecht									1	0,3		
Stint									1	0,3		
Flunder					33	18,6	1	1,4	53	17,8		
Scholle									8	2,7		
Kliesche					6	3,4			3	1,0		
Schwarzgrundel					5	2,8	15	20,8	13	4,4	13	5,2
Strandgrundel	1	11,1			6	3,4	3	4,2	7	2,4	2	0,8
Sandgrundel					3	1,7			3	1,0		
Fleckengrundel											5	2,0
Gobiidae							1	1,4			8	3,2
Hering	1	11,1	58	72,5	38	21,5	2	2,8	18	6,1		
Dorsch	3	33,3	4	5,0	23	13,0	15	20,8	131	44,1	208	83,9
Wittling					2	1,1			8	2,7	2	0,8
Köhler									1	0,3		
Schellfisch									3	1,0	1	0,4
Hechtdorsch							1	1,4	3	1,0		
Aalmutter							1	1,4				
leer			14	17,5	8	4,5	1	1,4	1	0,3	1	0,4
indet.					5	2,8			4	1,3	7	2,8
gesamt	9		80		177		72		297		248	

Tab. 17. Absolute und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen Gesamtzahl der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See

Fischtaxon	Januar		März		April	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	1	1,7	2	1,4	4	7,7
Rotfeder			1	0,7	1	1,9
Cyprinidae			1	0,7		
Flussbarsch	1	1,7	2	1,4	1	1,9
Flunder	3	5,0				
Schwarzgrundel			54	36,7	2	3,8
Strandgrundel	1	1,7				
Hering	2	3,3	20	13,6	13	25,0
Dorsch	51	85,0	61	41,5	25	48,1
Schellfisch			2	1,4		
leer	1	1,7	3	2,0	5	9,6
indet.			1	0,7	1	1,9
gesamt	60		147		52	

Tab. 18. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei

Fischtaxon	September		Oktober		November		Dezember	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	332,6	9,7	448,5	6,5	234,7	3,5	448,5	6,5
Rotfeder	35,6	1,0	27,7	0,4	232,0	3,4	27,7	0,4
Karpfen			29,7	0,4	118,6	1,7	29,7	0,4
Bleie					128,7	1,9		
Cyprinidae	35,6	1,0	40,6	0,6	85,3	1,3	40,6	0,6
Flussbarsch	3023,9	88,2	3683,3	92,1	5848,1	86,2	6383,3	92,1
Kaulbarsch					4,1	0,1		
Zander					102,0	1,5		
Stint					27,3	0,4		
gesamt	3427,7				6780,9		6929,8	

Tab. 19. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei

Fischtaxon	Januar		Februar		Oktober		November		Dezember	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	713,1	8,4	338,3	9,5	692,2	9,5	291,2	4,4	233,5	7,5
Rotfeder	47,1	0,6	52,7	1,5	882,1	12,1	1265,9	19,0	639,8	20,6
Karpfen	57,1	0,7	109,9	3,1	14,7	0,2	399,1	6,0	179,0	5,8
Bleie	100,9	1,2					46,2	0,7	18,0	0,6
Flussbarsch	7561,9	89,2	2184,7	61,3	5568,8	76,4	4654,1	69,9	1957,4	63,1
Zander									73,7	2,4
Hering			879,5	24,7	131,3	1,8				
gesamt	8480,2		3565,1		7289,0		6656,4		3101,5	

Tab. 20. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Schlei

Fischtaxon	Januar		März	
	abs.	%	abs.	%
Plötze	332,6	9,7	157,0	0,4
Rotfeder	35,6	1,0		
Cyprinidae	35,6	1,0	17,2	0,4
Flussbarsch	3023,9	88,2	675,9	17,5
Hering			3016,1	78,0
gesamt	3427,7		3866,2	

Tab. 21. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Güssdorfer Teich

Fischtaxon	Juli		August		September	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	910,4	21,8	258,6	6,4	1139,1	45,0
Rotfeder			66,0	1,6	13,8	0,5
Karpfen	124,5	3,0				
Schleie	70,3	1,7				
Bleie	223,5	5,4				
Güster					37,1	1,5
Karausche	404,0	9,7				
Cyprinidae	339,3	8,1	191,7	4,8	128,9	5,1
Flussbarsch	2078,2	49,8	2965,8	73,6	975,6	38,5
Kaulbarsch	14,3	0,3	184,0	4,6	158,3	6,3
Zander			1,2	< 0,1		
Hecht			68,1	1,7		
Dreistachliger Stichling			4,5	0,1		
Stint	5,7	0,1	193,4	4,8	78,8	3,1
Flunder	5,3	0,1				
indet.			98,6	2,4		
gesamt	4175,5		4031,8		2531,7	

Tab. 22. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes GUSDORFER TEICH

Fischart	April		Mai		Juni		Juli		August		September	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	5493,8	32,2	6127,7	28,2	2095,7	31,5	705,0	11,1	1711,1	43,7	2023,3	19,1
Rotfeder	1018,9	6,0	585,4	2,7	121,5	1,8	1687,8	26,7	374,1	9,6	44,1	0,4
Karpfen	135,5	0,8	142,2	0,7					159,3	4,1	818,0	7,7
Schleie	122,1	0,7	376,5	1,7							354,4	3,3
Bleie	263,2	1,5	283,7	1,3	200,6	3,0	758,0	12,0	654,0	16,7	112,4	1,1
Giebel											395,7	3,7
Güster	49,5	0,3	43,6	0,2							92,6	0,9
Cyprinidae	742,4	4,4	697,3	3,2	40,1	0,6	91,8	1,4			304,8	2,9
Flussbarsch	7359,2	43,2	9224,3	42,4	4009,2	60,3	2949,9	46,6	843,8	21,6	3702,8	35,0
Kaulbarsch	492,7	2,9	28,7	0,1			17,3	0,3	56,8	1,5	435,2	4,1
Zander	92,4	0,5	30,8	0,1	180,3	2,7						
Hecht	263,2	1,5	384,7	1,8							280,8	2,7
Stint	522,9	3,1	1016,7	4,7			121,4	1,9	114,6	2,9	596,0	5,6
Flunder			20,1	0,1								
Schwarzgrundel	146,9	0,9	41,9	0,2								
Gobiidae			0,6	< 0,1								
Dorsch	218,7	1,3	629,3	2,9							1421,9	13,4
Klippenbarsch	32,1	0,2	248,3	1,1								
Makrele			1682,1	7,7								
indet.	85,1	0,5	193,3	0,9							9,0	0,1
gesamt	17038,4		21757,2		6647,3		6331,2		3913,7		10591,0	

Tab. 23. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes GUSDORFER TEICH

Fischart	April		Mai		Juni		Juli	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	783,0	10,4	1711,1	43,7	1153,1	16,4	685,8	16,0
Rotfeder	174,8	2,3	374,1	9,6	46,9	0,7	438,8	10,2
Karpfen	3025,5	40,2	159,3	4,1	155,8	2,2	60,3	1,4
Bleie			654,0	16,7			327,1	7,6
Flussbarsch	1860,8	24,8	843,8	21,6	2140,2	30,4	2076,6	48,3
Kaulbarsch			56,8	1,5			14,1	0,3
Zander							341,0	7,9
Stint			114,6	2,9	38,2	0,5	353,4	8,2
Flunder	130,1	1,7						
Dorsch	1543,3	20,5			3514,4	49,9		
gesamt	7517,6		3913,7		7048,7		4297,1	

Tab. 24. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2019 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See

Fischart	August		September		Oktober		November	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze							20,9	0,1
Rotfeder	286,4	5,8						
Cyprinidae	143,2	2,9	220,3	3,2			7,0	< 0,1
Flussbarsch	1709,7	34,7	1849,6	27,0	389,0	1,7	1212,5	7,9
Kaulbarsch					4,4	< 0,1		
Flunder							24,3	0,2
Schwarzgrundel					18,5	0,1		
Strandgrundel							14,1	0,1
Dorsch	2616,3	53,2	3608,2	52,6	17992,0	79,1	13348,7	87,3
Wittling			447,6	6,5	3650,0	16,0	665,2	4,3
Aalmutter					104,3	0,5		
indet.	166,6	3,4	734,9	10,7	597,0	2,6		
gesamt	4922,2		6860,7		22755,2		15292,6	

Tab. 25. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2020 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See

Fischtaxon	Februar		März		April		August		September		Oktober	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze					147,1	1,2	130,6	4,4				
Rotfeder					28,1	0,2	1010,9	33,7				
Karpfen			32,0	0,6								
Güster					37,8	0,3						
Cyprinidae					41,2	0,3	285,4	9,5	285,4	0,9		
Flussbarsch	91,7	6,0	526,0	9,6	981,2	7,8	289,0	9,6	516,8	1,6		
Zander							182,1	6,1				
Hecht									73,5	0,2		
Stint									7,9	< 0,1		
Flunder					463,9	3,7			615,8	1,9		
Scholle									38,2	0,1		
Kliesche					38,7	0,3			93,6	0,3		
Schwarzgrundel					51,8	0,4			30,6	0,1		
Strandgrundel					4,2	< 0,1			3,5	< 0,1		
Sandgrundel					2,0	< 0,1			2,9	< 0,1		
Gobiidae											1,8	< 0,1
Hering	138,6	9,1	3525,9	64,6	2771,7	22,1			519,9	1,6		
Dorsch	1286,8	84,8	1371,2	25,1	7513,5	59,9	1051,4	35,1	28462,1	89,1	14334,7	96,1
Wittling					270,1	2,2			636,1	2,0		
Köhler									9,7	< 0,1		
Schellfisch									465,0	1,5		
Hechtdorsch							47,6	1,6	30,5	0,1		
indet.					199,7	1,6			143,4	0,4	581,3	3,9
gesamt	1517,1		5455,1		12550,8		2997,0		31934,7		14917,8	

Tab. 26. Absolute (in g) und relative Anteile der einzelnen Fischarten an der monatlichen rückberechneten Biomasse der im Jahr 2021 nachgewiesenen Fische des Probennahmepunktes Dassower See

Fischart	Januar		März		April	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Plötze	163,6	1,3	173,7	2,3	304,7	7,9
Rotfeder			46,3	0,6	167,6	4,3
Cyprinidae						
Flussbarsch	317,6	2,5	57,5	0,8	435,3	11,3
Flunder						
Schwarzgrundel						
Strandgrundel	3,6	< 0,1				
Hering	74,0	0,6	839,1	11,1	188,8	4,9
Dorsch	12042,5	95,6	6447,5	85,0	2759,9	71,6
Schellfisch			18,0	0,2		
leer						
indet.						
gesamt	12601,2		7582,2		3856,3	

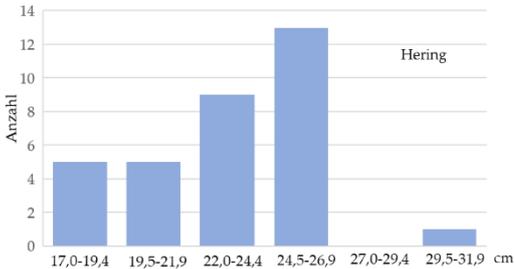
Tab. 27. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Schlei des Jahres 2019 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

<p>Flussbarsch</p>	<p>September Flussbarsch: 18,2 (9,7-31,5) Plötze: 14,2 (9,7-28,2) Rotfeder: 14,2 (-)</p>
<p>Flussbarsch</p>	<p>Oktober Flussbarsch 21,9 (13,7-26,7) Karpfen: 12,5 (-) Plötze: 13,7 (8,2-25,2) Rotfeder: 13,2 (-) Cyprinidae 13,56 (0)</p>
<p>Flussbarsch</p>	<p>November Bleie: 19,0 (17,5-20,4) Karpfen: 11,7 (7,5-18,4) Plötze: 12,5 (10,7-17,8) Rotfeder: 15,21 (12,7-17,1) Cyprinidae: 13,47 (0) Kaulbarsch: 7,1 (0) Zander: 24,3 (0) Flussbarsch: 19,9 (9,9-26,9) Stint: 15,5 (0)</p>
<p>Flussbarsch</p>	<p>Dezember Bleie: 19,4 (17,5-21,2) Plötze: 16,0 (11,3-18,9) Rotfeder: 18,9 (13,2-23,4) Flussbarsch: 20,1 (8,9-26,8)</p>

Tab. 28. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Schlei des Jahres 2020 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>Januar Blei: 10,3 (9,1-17,0) Karpfen: 19,7 (9,4-12,4) Rotfeder: 15,4 (0) Plötze: 13,0 (7,4-28,6) Flussbarsch: 20,4,2 (12,1-27,4)</p>
	<p>Februar Hering 20,2 (10,8-29,1) Karpfen: 14,1 (10,4-17,9) Plötze: 15,0 (11,5-19,9) Rotfeder: 19,9 (-) Flussbarsch 19,0 (7,8-25,1)</p>
	<p>Oktober Hering: 21,2 (19,4-22,9) Karpfen: 3,41 (-) Rotfeder: 29,1 (24,6-33,4) Plötze: 18,8 (12,3-30,0) Flussbarsch: 27,6 (14,6-34,0)</p>
	<p>November Bleie: 17,0 (-) Karpfen: 18,2 (17,4-19,6) Plötze: 15,0 (9,6-24,8)) Rotfeder: 24,6 (18,5-29,5) Flussbarsch: 25,0 (13,0-33,4)</p>
	<p>Dezember Bleie: 12,4 (-) Karpfen: 15,5 (14,8-16,5) Plötze: 12,4 (7,4-18,7) Rotfeder: 20,1 (12,6-28,9) Flussbarsch: 18,2 (11,3-28,6) Zander: 22,0 (-)</p>

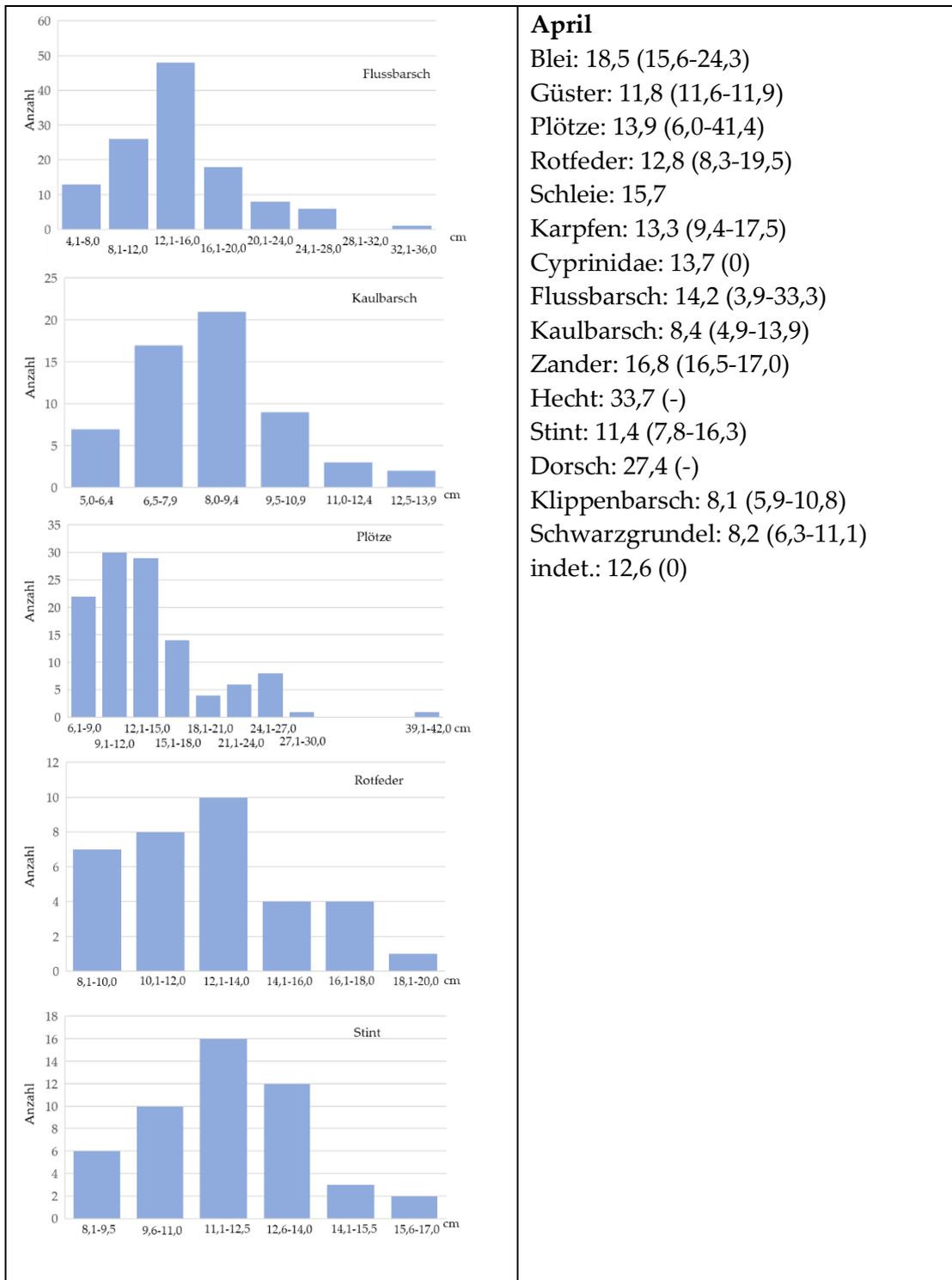
Tab. 29. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Schlei des Jahres 2021 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>Januar Blei: 12,8 (12,3-13,2) Karpfen: 14,5 (13,1-15,8) Rotfeder: 18,0 (14,0-24,4) Plötze: 15,3 (6,3-28,6) Flussbarsch: 22,1 (18,6-28,0)</p>														
 <table border="1"> <caption>Data for Hering Length-Frequency Distribution (March)</caption> <thead> <tr> <th>Length Range (cm)</th> <th>Number of Individuals</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17,0-19,4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>19,5-21,9</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>22,0-24,4</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>24,5-26,9</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>27,0-29,4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>29,5-31,9</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Length Range (cm)	Number of Individuals	17,0-19,4	5	19,5-21,9	5	22,0-24,4	9	24,5-26,9	13	27,0-29,4	0	29,5-31,9	1	<p>März Hering 23,3 (17,0-30,4) Plötze: 14,0 (9,7-18,1) Cyprinidae: 14,0 (-) Flussbarsch 15,3 (7,8-18,2)</p>
Length Range (cm)	Number of Individuals														
17,0-19,4	5														
19,5-21,9	5														
22,0-24,4	9														
24,5-26,9	13														
27,0-29,4	0														
29,5-31,9	1														

Tab. 30. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Gүsdorfer Teich des Jahres 2019 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rцckberechneten Kцrperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>Juli Blei: 28,9 (-) Karpfen: 10,1 (8,0-11,5) Karausche: 15,3 (0) Plötze: 19,3 (16,0-27,3) Schleie: 16,5 (-) Cyprinidae: 15,1 (0) Flussbarsch: 13,4 (3,3-32,8) Kaulbarsch 5,5 (3,9-8,3) Stint: 9,8 (-) Flunder: 7,9 (-)</p>
	<p>August Plötze: 14,1 (8,2-19,6) Rotfeder: 13,7 (12,3-15,2) Cyprinidae: 13,3 (0) Dreistachliger Stichling: 7,9 (-) Flussbarsch: 14,6 (4,8-29,7) Kaulbarsch: 8,6 (2,8-13,7) Zander: 4,0 (2,6-4,6) Hecht: 16,7 (14,6-18,9) Stint: 13,7 (5,7-18,1) indet.: 12,7 (0)</p>
	<p>September Güster: 15,3 (-) Rotfeder: 11,2 (-) Plötze: 25,6 (13,7-37,1) Cyprinidae: 15,7 (12,3-22,6) Flussbarsch: 17,4 (11,2-22,2) Kaulbarsch: 10,6 (7,4-14,5) Stint: 13,2 (7,6-16,2)</p>

Tab. 31. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probenahmeortes Gүsdorfer Teich, April 2020 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rцckberechneten Kцrperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)



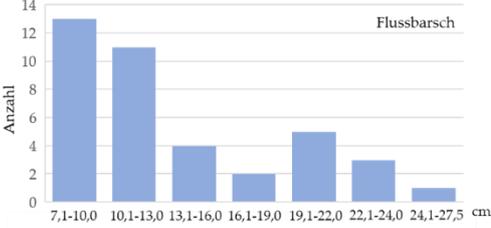
Tab. 32. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probenahmeortes GUSDORFER TEICH, Mai-Juli 2020 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>Mai</p> <p>Bleie: 14,8 (9,1-26,2) Güster: 7,8 (5,7-14,2) Karpfen: 20,3 (-) Plötze: 13,6 (6,9-32,5) Rotfeder: 15,0 (7,3-30,1) Schleie: 16,5 (9,8-24,1) Cyprinide: 13,7 (0) Flussbarsch: 16,3 (5,7-37,5) Kaulbarsch: 7,7 (6,2-8,9) Zander: 16,8 (-) Hecht: 30,3 (29,5-31,1) Stint: 12,0 (3,7-19,7) Dorsch: 23,7 (15,2-28,8) Flunder: 12,3 (-) Klippenbarsch: 10,2 (8,0-13,2) Makrele: 37,8 (37,5-38,1) Schwarzgrundel: 7,0 (2,7-9,7) Grundel: 3,9 (-) indet.: 14,1 (0)</p>
	<p>Juni</p> <p>Bleie: 18,0 (10,8-21,6) Plötze: 15,6 (8,4-46,2) Rotfeder: 16,3 (14,0-18,5) Cyprinide: 15,9 (-) Flussbarsch: 17,0 (9,7-30,8) Zander: 28,9 (-)</p>
	<p>Juli</p> <p>Bleie: 15,9 (7,0-31,3) Plötze: 14,4 (8,2-30,0) Rotfeder: 18,3 (12,9-28,0) Cyprinide: 16,5 (0) Flussbarsch: 16,8 (3,4-28,0) Kaulbarsch: 7,6 (6,3-9,2) Stint: 12,4 (6,7-14,6)</p>

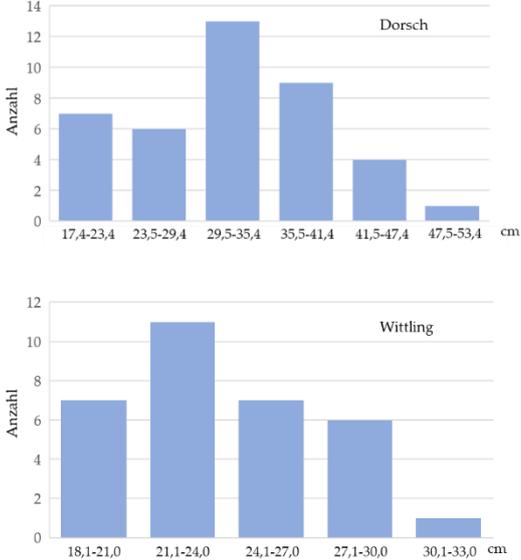
Tab. 33. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Gүsdorfer Teich, August-September 2020 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rцckberechneten Kцrperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>August</p> <p>Bleie: 41,3 (-) Karpfen: 12,0 (7,6-17,1) Plötze: 22,4 (14,1-29,6) Rotfeder: 22,9 (21,0-24,9) Flussbarsch: 14,0 (7,0-28,3) Kaulbarsch: 9,6 (7,4-14,0) Stint: 12,9 (10,7-16,5)</p>
<p>Flussbarsch</p> <p>Kaulbarsch</p> <p>Plötze</p> <p>Stint</p>	<p>September</p> <p>Bleie: 15,9 (15,7-16,2) Giebel: 17,6 (13,7-21,9) Güster: 12,0 (9,0-13,7) Karpfen: 28,2 (27,4-29,0) Plötze: 12,9 (6,6-26,9) Rotfeder: 15,1 (15,1-15,1) Schleie: 17,1 (11,7-21,9) Cyprinide: 13,6 (0) Flussbarsch: 9,0 (3,3-27,8) Kaulbarsch: 9,1 (3,7-12,9) Stint: 10,7 (2,9-16,7) Hecht: 21,1 (17,0-26,1) Dorsch: 48,7 (-) indet.: 10,5</p>

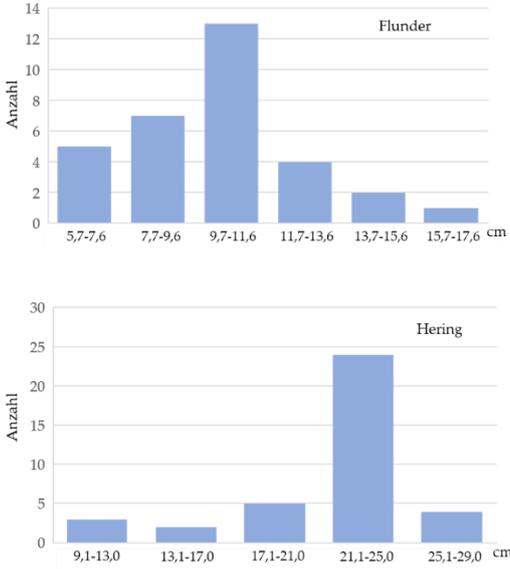
Tab. 34. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes GUSDORFER TEICH des Jahres 2021 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>April Plötze: 19,0 (9,6-27,0) Rotfeder: 22,7 (-) Karpfen: 27,8 (23,1-37,9) Flussbarsch: 22,2 (15,0-26,6) Dorsch: 40,4 (39,4-41,3) Flunder: 23,0 (-)</p>
	<p>Mai Bleie: 41,3 (-) Plötze: 22,4 (14,1-29,6) Rotfeder: 22,9 (21,0-24,9) Karpfen: 12,7 (7,6-17,1) Flussbarsch: 14,0 (7,0-28,3) Kaulbarsch: 9,6 (7,4-14,0) Stint: 12,9 (10,7-16,5)</p>
	<p>Juni Flussbarsch: 13,6 (7,4-27,3) Karpfen: 8,7 (7,1-18,7) Plötze: 16,8 (8,9-32,3) Rotfeder: 11,1 (10,6-11,4) Stint: 14,0 (13,7-14,2) Dorsch: 26,5 (14,1-38,9)</p>
	<p>Juli Bleie: 24,8 (19,1-30,4) Plötze: 18,5 (11,4-27,0) Rotfeder: 14,2 (9,8-24,4) Karpfen: 8,6 (5,2-12,0) Flussbarsch: 17,1 (8,1-27,2) Kaulbarsch: 7,0 (5,1-8,7) Zander: 35,1 (-) Stint: 12,7 (6,5-18,6)</p>

Tab. 35. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probenahmeortes Dassower See des Jahres 2019 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>August Rotfeder: 21,9 (19,5-24,3) Cyprinide: 21,9 (-) Flussbarsch: 19,0 (9,6-25,0) Dorsch: 36,5 (22,0-44,4) indet.: 22,7 (-)</p>
	<p>September Cyprinide: 20,6 (0) Flussbarsch: 21,6 (19,9-24,1) Dorsch: 31,6 (7,6-44,2) Wittling: 26,2 (22,5-29,2) indet.: 24,4 (0)</p>
 <p>The figure contains two bar charts. The top chart is for 'Dorsch' and the bottom chart is for 'Wittling'. Both charts have 'Anzahl' (Number) on the y-axis and length ranges in 'cm' on the x-axis. The Dorsch chart has six bars with heights approximately 7, 6, 13, 9, 4, and 1. The Wittling chart has five bars with heights approximately 7, 11, 7, 6, and 1.</p>	<p>Oktober Flussbarsch: 23,0 (22,0-24,1) Kaulbarsch: 5,1 (4,6-5,4) Aalmutter: 15,4 (14,4-16,4) Dorsch: 32,2 (17,4-50,3) Wittling: 23,8 (18,0-30,5) Schwarzgrundel: 7,3 (5,9-9,4) indet.: 26,0 (0)</p>
	<p>November Bleie: 41,3 (-) Karpfen: 12,7 (7,6-17,1) Plötze: 22,4 (14,1-29,6) Rotfeder: 22,9 (21,0-24,9) Flussbarsch: 14,0 (7,0-28,3) Kaulbarsch: 9,6 (7,4-14,0) Stint: 12,9 (10,7-16,5)</p>

Tab. 36. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See, Februar-August 2020 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

	<p>Februar Flussbarsch: 15,1 (14,4-15,8) Dorsch: 33,7 (33,2-34,4) Hering: 27,1 (-)</p>
	<p>März Karpfen: 12,7 (-) Flussbarsch: 21,7 (17,3-26,1) Dorsch: 227,6 (9,4-38,2) Hering: 19,6 (5,7-29,4)</p>
 <p>The figure contains two bar charts. The top chart is for 'Flunder' and the bottom chart is for 'Hering'. Both charts have 'Anzahl' (Number) on the y-axis and length ranges in 'cm' on the x-axis. The Flunder chart has a y-axis from 0 to 14 and x-axis categories: 5,7-7,6, 7,7-9,6, 9,7-11,6, 11,7-13,6, 13,7-15,6, 15,7-17,6. The Hering chart has a y-axis from 0 to 30 and x-axis categories: 9,1-13,0, 13,1-17,0, 17,1-21,0, 21,1-25,0, 25,1-29,0.</p>	<p>April Güster: 9,7 (8,1-11,3) Plötze: 10,3 (7,5-14,8) Rotfeder: 13,3 (-) Cyprinide: 10,3 (0) Flussbarsch: 13,9 (9,2-19,3) Dorsch: 28,9 (10,7-43,4) Wittling: 24,4 (18,7-30,1) Flunder: 10,4 (5,6-17,4) Kliesche: 8,1 (6,0-9,9) Hering: 21,2 (9,1-28,9) Sandgrundel: 4,1 (4,0-4,2) Schwarzgrundel: 7,3 (3,6-13,9) Strandgrundel: 3,9 (3,0-5,2) indet.: 16,0 (0)</p>
	<p>August Plötze: 22,8 (-) Rotfeder: 27,1 (22,8-29,3) Cyprinide: 26,0 (-) Flussbarsch: 20,2 (16,2-24,3) Zander: 22,0 (16,4-27,5) Dorsch: 31,1 (25,9-35,5) Hechtdorsch: 19,8 (-)</p>

Tab. 37. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probennahmepunktes Dassower See, September-Oktober 2020 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

<p>Dorsch</p> <p>Flunder</p> <p>Flussbarsch</p>	<p>September</p> <p>Cyprinide: 26,0 (-)</p> <p>Flussbarsch: 10,1 (4,2-18,8)</p> <p>Hecht: 22,0 (-)</p> <p>Dorsch: 23,6 (3-7-40,0)</p> <p>Wittling: 17,9 (7,5-34,5)</p> <p>Köhler: 10,5 (-)</p> <p>Schellfisch: 22,8 (10,7-29,7)</p> <p>Hechtdorsch: 10,6 (4,8-15,3)</p> <p>Hering: 15,8 (8,5-22,3)</p> <p>Stint: 10,7 (-)</p> <p>Flunder: 9,7 (3,5-17,2)</p> <p>Kliesche: 12,0 (7,0-19,6)</p> <p>Scholle: 7,4 (6,3-10,0)</p> <p>Sandgrundel: 4,6 (4,3-4,8)</p> <p>Schwarzgrundel: 5,0 (2,4-7,8)</p> <p>Strandgrundel: 3,6 (3,2-4,2)</p> <p>indet.: 16,4 (0)</p>
<p>Dorsch</p>	<p>Oktober</p> <p>Dorsch: 30,1 (12,3-41,0)</p> <p>Grundel: 5,0 (-)</p> <p>indet.: 29,5 (0)</p>

Tab. 38. Monatliche Längen-Häufigkeitsverteilungen häufig in Speiballen nachgewiesener Fischarten des Probenahmeortes Dassower See des Jahres 2021 (Spalte rechts: Mittelwert und Spannweite (in cm) der rückberechneten Körperlängen; bei einer Individuenzahl < 30 wurde auf die grafische Abbildung verzichtet)

<table border="1"> <caption>Data for January Length Frequency Distribution</caption> <thead> <tr> <th>Length Range (cm)</th> <th>Number of Fish (Anzahl)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,1-16,0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>16,1-22,0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>22,1-28,0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>28,1-34,0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>34,1-40,0</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>40,1-46,0</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Length Range (cm)	Number of Fish (Anzahl)	10,1-16,0	6	16,1-22,0	2	22,1-28,0	3	28,1-34,0	5	34,1-40,0	11	40,1-46,0	4	<p>Januar Plötze: 24,4 (-) Flussbarsch: 26,6 (-) Dorsch: 29,5 (10,1-42,3) Hering: 17,7 (0) Strandgrundel: 6,6 (-)</p>
Length Range (cm)	Number of Fish (Anzahl)														
10,1-16,0	6														
16,1-22,0	2														
22,1-28,0	3														
28,1-34,0	5														
34,1-40,0	11														
40,1-46,0	4														
	<p>März Plötze: 19,3 (15,4-23,2) Rotfeder: 15,3 (-) Flussbarsch: 16,2 (-) Dorsch: 33,4 (20,5-39,8) Hering: 24,5 (18,3-28,0) Schellfisch: 13,0 (-)</p>														
	<p>April Dorsch: 28,6 (13,6-40,2) Flussbarsch: 29,2 (-) Hering: 20,7 (17,7-23,9) Plötze: 18,3 (14,6-25,0) Rotfeder: 22,4 (-)</p>														

Tab. 39. Bedeutung verschiedener Fischarten als Nahrungskomponente von Kormoranen des Standortes Schlei, basierend auf nach „Methode B“ untersuchten Speiballen

Fischart / Taxon	n¹	% FO²	% N³	% W⁴	% IRI⁵
Flussbarsch	291	79,5	53,4	75,00	82,88
Plötze	130	48,4	23,8	8,58	12,72
Hering	49	14,3	9	6,71	1,82
Rotfeder	28	18,1	5,14	6,69	1,74
Karpfen	19	13,6	3,49	1,67	0,57
Bleie	16	6,81	2,94	0,74	0,20
Cyprinidae	7	3,78	1,28	0,23	0,05
Zander	2	1,5	0,36	0,29	0,01
Stint	1	0,75	0,18	0,04	0,00
Kaulbarsch	1	0,75	0,18	0,01	0,00

¹: (absolute) Häufigkeit eines Taxons in den nach „Methode B“ untersuchten Speiballen dieses Standortes

²: relative Nachweishäufigkeit eines Taxons an der Gesamtzahl der untersuchten Speiballen dieses Standortes

³: relative Häufigkeit eines Taxons insgesamt, i. e. in Bezug zur Anzahl aller in Speiballen dieses Standortes nachgewiesenen Individuen

⁴: relativer Biomasseanteil eines Taxons an der Gesamtbiomasse aller in den Speiballen nachgewiesenen Individuen dieses Standortes

⁵ Index der relativen Bedeutung eines Taxons als Nahrungskomponente unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Taxons in den Proben als auch insgesamt sowie der Beachtung des relativen Biomasseanteils

Tab. 40. Bedeutung verschiedener Fischarten als Nahrungskomponente von Kormoranen des Standortes Güssdorfer Teich, basierend auf nach „Methode B“ untersuchten Speiballen

Fischart / Taxon	n ¹	% FO ²	% N ³	% W ⁴	% IRI ⁵
Flussbarsch	651	73,4	35	41,70	61,52
Plötze	422	54,1	22,72	22,76	26,89
Stint	238	21,7	12,81	2,97	3,74
Rotfeder	88	19,32	4,73	6,22	2,31
Kaulbarsch	150	19,8	8,07	1,37	2,04
Cyprinidae	92	17,3	4,95	2,48	1,40
Bleie	34	12,7	1,83	3,26	0,71
Karpfen	39	8,21	2,1	4,76	0,62
Dorsch	21	3,86	1,13	7,16	0,35
Zander	11	4,34	0,59	1,76	0,11
Schleie	11	4,83	0,59	0,90	0,08
Hecht	9	3,38	0,48	0,97	0,05
Grundel	26	2,41	1,4	0,18	0,04
Güster	15	2,89	0,8	0,21	0,03
Makrele	4	0,96	0,21	1,64	0,02
Klippenbarsch	16	1,44	0,86	0,27	0,02
Giebel	4	1,44	0,21	0,38	0,01
Flunder	3	1,44	0,16	0,15	< 0,01
Karausche	7	0,48	0,37	0,39	< 0,01
Dreistachliger Stichling	1	0,48	0,05	< 0,01	< 0,01

¹: (absolute) Häufigkeit eines Taxons in den nach „Methode B“ untersuchten Speiballen dieses Standortes

²: relative Nachweishäufigkeit eines Taxons an der Gesamtzahl der untersuchten Speiballen dieses Standortes

³: relative Häufigkeit eines Taxons insgesamt, i. e. in Bezug zur Anzahl aller in Speiballen dieses Standortes nachgewiesenen Individuen

⁴: relativer Biomasseanteil eines Taxons an der Gesamtbiomasse aller in den Speiballen nachgewiesenen Individuen dieses Standortes

⁵ Index der relativen Bedeutung eines Taxons als Nahrungskomponente unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Taxons in den Proben als auch insgesamt sowie der Beachtung des relativen Biomasseanteils

Tab. 41. Bedeutung verschiedener Fischarten als Nahrungskomponente von Kormoranen des Standortes Dassower See, basierend auf nach „Methode B“ untersuchten Speiballen

Fischart / Taxon	n¹	% FO²	% N³	% W⁴	% IRI⁵
Dorsch	331	67,03	38,57	80,32	86,62
Hering	128	25,27	14,91	5,11	5,50
Flussbarsch	108	23,07	12,58	5,31	4,49
Wittling	50	11,53	5,82	3,60	1,18
Grundel	44	12,6	5,12	0,08	0,71
Flunder	89	4,94	10,37	0,69	0,59
Plötze	23	4,94	2,68	0,59	0,18
Cyprinidae	13	4,94	1,51	0,98	0,13
Rotfeder	8	3,84	0,93	0,97	0,08
Kliesche	9	1,64	1,04	0,08	0,02
Schellfisch	4	2,19	0,46	0,30	0,02
Hechtdorsch	4	1,64	0,46	0,04	0,01
Aalmutter	5	1,09	0,58	0,06	0,01
Güster	4	1,09	0,46	0,02	0,01
Scholle	8	0,54	0,93	0,02	0,01
Zander	2	1,09	0,23	0,11	< 0,01
Kaulbarsch	3	0,54	0,34	< 0,01	< 0,01
Hecht	1	0,54	0,11	0,04	< 0,01
Karpfen	1	0,54	0,11	0,02	< 0,01
Köhler	1	0,54	0,11	< 0,01	< 0,01
Stint	1	0,54	0,11	< 0,01	< 0,01

¹: (absolute) Häufigkeit eines Taxons in den nach „Methode B“ untersuchten Speiballen dieses Standortes

²: relative Nachweishäufigkeit eines Taxons an der Gesamtzahl der untersuchten Speiballen dieses Standortes

³: relative Häufigkeit eines Taxons insgesamt, i. e. in Bezug zur Anzahl aller in Speiballen dieses Standortes nachgewiesenen Individuen

⁴: relativer Biomasseanteil eines Taxons an der Gesamtbiomasse aller in den Speiballen nachgewiesenen Individuen dieses Standortes

⁵ Index der relativen Bedeutung eines Taxons als Nahrungskomponente unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Taxons in den Proben als auch insgesamt sowie der Beachtung des relativen Biomasseanteils

Tab. 42. NMDS: Korrelationen zwischen nachgewiesenen Arten und der Position der Speiballen in der Ordination

Taxon	Abkürzung	NMDS1	NMDS2	r²	p-Wert
Bleie	Bl	-0,60440	0,79668	0,0553	< 0,001
Giebel	Gi	-0,17594	0,98440	0,0120	0,005
Güster	Gü	-0,72312	0,69072	0,0073	0,017
Karausche	Kr	-0,20574	-0,97861	0,0031	0,176
Karpfen	Ka	-0,29526	0,95542	0,0387	< 0,001
Plötze	Pl	-0,52189	0,85301	0,2190	< 0,001
Rotfeder	Rf	-0,52082	0,85366	0,0715	< 0,001
Schleie	Sc	-0,80809	0,58906	0,0143	0,002
Dreistachliger Stichling	DS	0,35553	0,93467	0,0007	0,727
Neunstachliger Stichling	NS	-0,37905	0,92538	0,0002	0,897
Flussbarsch	Fb	-0,75262	-0,65846	0,0435	< 0,001
Kaulbarsch	Kb	-0,81744	-0,57602	0,0212	< 0,001
Zander	Za	-0,46321	0,88625	0,0122	0,002
Hecht	He	-0,40010	-0,91647	0,0173	< 0,001
Kleine Maräne	KM	-0,97654	-0,21533	0,0047	0,084
Stint	St	-0,69331	-0,72064	0,0877	< 0,001
Flunder	Fl	0,44461	0,89573	0,0312	< 0,001
Kliesche	Ki	0,55412	0,83244	0,0084	0,014
Scholle	Sh	0,58389	0,81183	0,0066	0,022
Doggerscharbe	Dg	0,38298	-0,92376	0,0007	0,696
Hering	Hr	0,43987	-0,89806	0,1918	< 0,001
Klippenbarsch	Kn	0,57747	0,81641	0,0109	0,007
Hechtdorsch	Hd	0,55180	0,83398	0,0061	0,031
Dorsch	Do	0,95132	0,30819	0,3106	< 0,001
Schellfisch	Sf	0,99676	0,08049	0,0278	< 0,001
Wittling	Wi	0,64122	0,76736	0,1207	< 0,001
Köhler	Kö	0,91632	-0,40044	0,0050	0,062
Aalmutter	Am	0,69315	0,72079	0,0108	0,003
Makrele	Ma	0,44997	0,89304	0,0101	0,013
Gobiidae	Gs	0,15261	0,98829	0,0224	< 0,001