

Veränderungen im Zugverhalten des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* von den 1930er Jahren bis in die Gegenwart

Christof Herrmann, Juliane Wendt, Ulrich Köppen, Jelena Kralj & Klaus-Dieter Feige

Herrmann C, Wendt J, Köppen U, Kralj J & Feige KD 2015: Changes in the migration pattern of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* from the 1930s until today. *Vogelwarte* 53: 139-154.

From the north-eastern German breeding areas of the Great Cormorant (Mecklenburg-Western Pomerania, Brandenburg, Saxony, Saxony-Anhalt), ringing data are available for a period of more than 80 years. These data are unique for the Baltic Sea area. Cormorants were ringed as early as during the 1930s, and ringing was re-started after World War II in 1957. These ringing efforts resulted in a total of 2,061 recoveries until October 31, 2014 (including both ring recoveries and re-sightings). This number includes 287 recoveries from the winter season (16 November – 15 February), being used for the present analyses.

During the 1930s, three different migration routes could be distinguished: The south-eastern route, following the eastern coast of the Adriatic Sea down to Greece, in some cases even Turkey, the southern route, crossing Italy or Corsica/Sardinia to North Africa, and the western route to Western Europe.

The proportion of birds using the south-eastern route started to decline during the 1980s. Currently, this migration route is abandoned. This development is related to the population increase and range expansion of the European breeding population since the beginning of the 1980s. Data from the Croatian Bird Ringing Centre show, that winter recoveries in recent times mainly refer to birds from the northern and eastern Baltic, whereas recoveries from the south-western Baltic (Denmark, Schleswig-Holstein and Mecklenburg-Western Pomerania) are missing.

For the southern migration route, a decline of the migration distance is obvious. The mean co-ordinate of recoveries currently lies 740 km north of the mean co-ordinate found during the 1930s. Recoveries from North Africa have become rather exceptional in recent times.

Recoveries from the western migration route spread over the whole continent from the Mediterranean to the Atlantic coast. The birds may reach southern Spain, Portugal and even Morocco. There was no significant change in migration distance from 1932/33 until 2009/10; however, recently (2010/11 to 2013/14) the distance has increased significantly. Simultaneously, the proportion of birds using this migration route increased.

Wintering in areas near to the region of origin has increased since the 1980s. Recoveries within a distance of < 500 km from the reference point (i.e. the mean co-ordinate of the ringing sites) were rare until the 1980s, but after 1999/00 about one third of the Cormorants was recorded within this radius. Short distance migrants, however, usually do not remain in their regions of origin, but show a pronounced south-west migration.

The trend of wintering in areas near to the region of origin corresponds temporally to the establishment of winter populations on the Baltic coast. Birds wintering on the Baltic Sea coast of Mecklenburg-Western Pomerania mainly originate from more northern or eastern Baltic areas (Denmark, Sweden, Finland, Estonia, Russia), and the proportion of East German birds recovered here during the winter season is low.

Finally, another noticeable change is the use of inland sites for wintering. During the 1930s, the vast majority (94%) of wintering Cormorants was found in coastal areas. Since the 1980s, the proportion of birds recorded at inland sites exceeds 50%.

✉ CH, JW & UK: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV, Goldberger Str. 12, D-18273 Güstrow.

E-Mail: christof.herrmann@lung.mv-regierung.de

JK: Institute of Ornithology CASA, Gundulićeva 24, HR-10000 Zagreb

KDF: Lewitzweg 23, D-19372 Matzlow

1. Einleitung

Bereits in den 1930er Jahren wurden unter der Leitung von Richard Stadie in den letzten zu jener Zeit noch in Deutschland bestehenden Brutkolonien junge Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis* beringt. Die Mehrzahl der Vögel wurde auf der Insel Pultz im Kleinen Jasmunder Bodden (Rügen) markiert, aber auch in den Kolonien im Jassener See (Hinterpommern), an der Brahe bei Pagdanzig (Grenzmark Posen - Westpreußen) und am Mahrungsee (Ostpreußen) wurden Kormorane beringt (Stadie 1934, 1939). Nach dem 2. Weltkrieg er-

folgten 1957 sowie in den 1960er Jahren zahlreiche Beringungen in der Kolonie Niederhof im heutigen Kreis Vorpommern-Rügen und ab den 1970er Jahren auch in binnenländischen Kolonien.

Da der Kormoran in den 1930er Jahren aufgrund intensiver Verfolgung aus weiten Teilen seines Verbreitungsgebietes verdrängt war (Herrmann 2011), ist die für Nordostdeutschland vorliegende Datenreihe im Ostseeraum einzigartig. Zwar verfügt auch die dänische Beringungszentrale über ein umfangreiches Berin-

gungsmaterial, dieses stammt jedoch ganz überwiegend aus der Zeit ab Mitte der 1970er Jahre. Dänemark wurde erst 1938 durch den Kormoran wiederbesiedelt. Die ersten Beringungen erfolgten 1940 und in den Folgejahren, jedoch wurden damals nur wenige Vögel markiert. In den 1950er und Anfang der 1960er Jahre wurden in Dänemark gar keine Kormorane beringt. Erst in der 2. Hälfte der 1960er Jahre wurde die Beringung wieder aufgenommen und ab Mitte der 1970er Jahre intensiviert (Bønløkke et al. 2006). Die dänischen Daten lassen somit für den Zeitraum von Anfang der 1930er bis Mitte der 1970er Jahre keine vergleichbaren Auswertungen zu.

Ein mit den von uns ausgewerteten Daten vergleichbar langjähriger Datensatz liegt aus den Niederlanden vor. Allerdings unterscheiden sich die Nordsee-Kormorane in ihrem Zugverhalten deutlich von den Vögeln des südbaltischen Raumes (Stadie 1939; Speek & Speek 1984; van Eerden & Munsterman 1986).

Veränderungen des Zug- und Überwinterungsverhaltens von Vögeln stehen gegenwärtig insbesondere im Kontext möglicher Auswirkungen des Klimawandels im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses (z. B. Møller et al. 2010). Für derartige Fragestellungen sind langjährige Datensätze, wie sie für den Kormoran vorliegen, von besonderer Bedeutung. Die vorliegende

Arbeit analysiert die Veränderungen des Zugverhaltens der Kormorane aus den nordostdeutschen Brutgebieten (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt) in den vergangenen 80 Jahren und diskutiert mögliche Ursachen.

2. Material & Methoden

2.1 Beringungsdaten

Bis 1964 wurden Kormorane in Deutschland mit Ringen der Vogelwarten Rossitten, Helgoland und Radolfzell markiert, ab 1965 auch mit Ringen der Beringungszentrale Hiddensee. Die Wiederfundmeldungen der mit Rossitten-Ringen markierten Kormorane gelangten nach dem Krieg an die Beringungszentrale Radolfzell und wurden von dieser freundlicherweise für unsere Auswertungen zur Verfügung gestellt. Dieser Datensatz umfasst insgesamt 146 Wiederfunde (WF) von Kormoranen, die auf der Insel Pultz beringt wurden, sowie weitere 16 WF von Vögeln aus Kolonien außerhalb der heutigen ostdeutschen Bundesländer. Die Zahl der damals beringten Tiere ist nicht bekannt.

In den Jahren 1957 sowie 1962 und 1963 erhielten in der damals einzigen Kormoran-Brutkolonie Ostdeutschlands im Gutspark Niederhof südlich von Stralsund nestjunge Kormorane Ringe der Vogelwarte Helgoland. Nach Siefke & Berger (1979) wurden insgesamt 273 Kormorane beringt. Die daraus resultierenden 59 WF konnten ebenfalls für die Auswertungen genutzt werden.

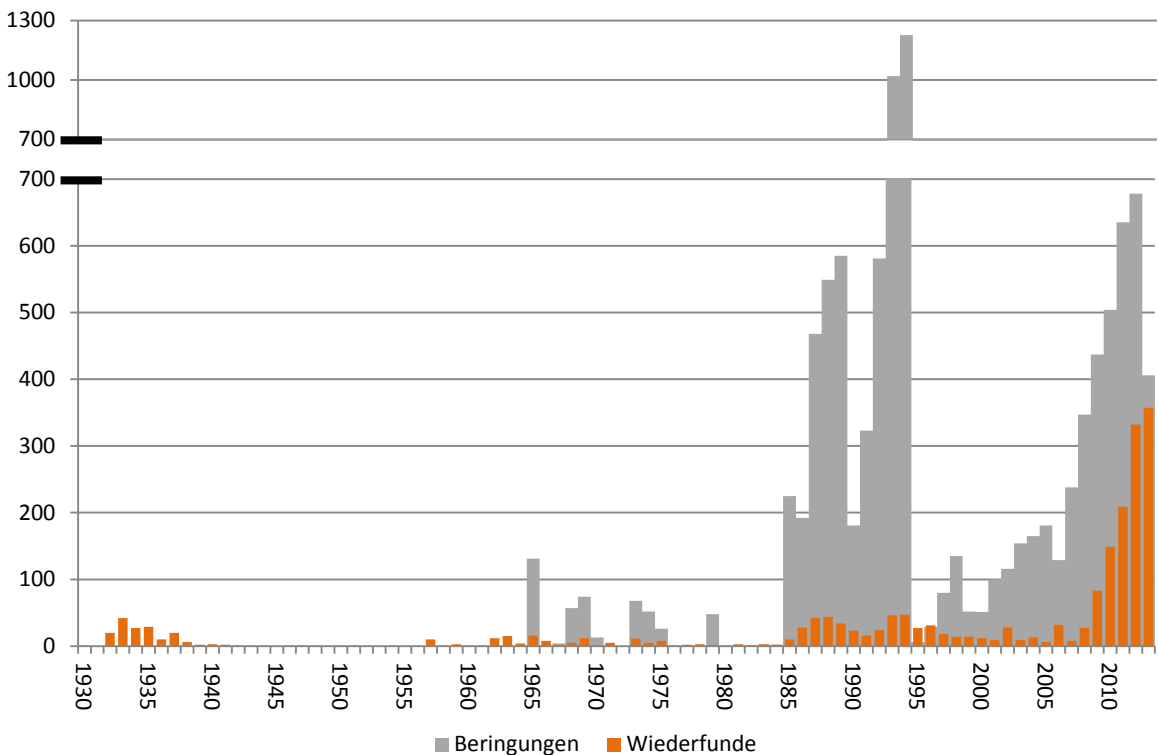


Abb. 1: Anzahl der jährlichen Beringungen im Zeitraum 1965-2013 sowie der Wiederfunde im Zeitraum 1932-2013. – Annual numbers of Cormorants ringed during the period 1965-2013 and recoveries 1932-2013.

Ab 1965 wurden in der Kolonie Niederhof Kormorane mit Hiddensee-Ringen markiert, ab 1970 auch in den Binnenlandkolonien Mecklenburg-Vorpommerns (Bolzer See, Torgelower See), in neu begründeten Küstenkolonien (Heuwiese, Tollow) sowie ab 1993 auch in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen. In Thüringen fanden bis zum heutigen Tage keine Beringungen juveniler Kormorane mit Hiddensee-Ringen statt. Bis einschließlich 2013 wurden 10.269 Kormorane mit Hiddensee-Ringen markiert, von denen bis zum 31.10.2014 insgesamt 1.856 WF (Totfunde und Ringablesungen) vorlagen (Abb. 1). Es wurden bis auf wenige Ausnahmen ($n = 62$) nur nestjunge oder eben flügge Vögel beringt.

In Brandenburg werden Kormorane seit 2009 mit Farbringen markiert, in Mecklenburg-Vorpommern seit 2010. Die beträchtliche Zunahme von WF-Meldungen in jüngerer Zeit (Abb. 1, Tab. 2) ist durch die große Zahl von Ringablesungen an lebenden Vögeln bedingt.

Für die Analyse wurden alle Winter-WF (Definition s. u.) verwendet, die bis 31.10.2014 gemeldet wurden. Deren Beringungsorte sind in Tab. 1 und Abb. 2 dargestellt. Die Auswertungen beziehen sich ausschließlich auf Vögel, die nestjung oder eben flügge beringt wurden. Berücksichtigt wurden sowohl Meldungen von Totfunden als auch Ablesungen.

Bei mehrfachen Ablesungen eines Vogels innerhalb einer Überwinterungsperiode wurde nur der am weitesten vom Beringungsort entfernte Fundpunkt berücksichtigt. In der Regel beziehen sich Mehrfachmeldungen innerhalb einer Überwinterungsperiode jedoch auf nur ein Gebiet, sodass

die Koordinaten der Ablesungen identisch sind oder dicht beieinander liegen.

Für die Analyse der Herkunft überwinternder Kormorane in den Gebieten östlich der Adria lagen WF-Daten der kroatische Beringungszentrale vor. Es wurden nur WF von nestjung beringten Vögeln berücksichtigt ($n = 82$).

2.2 Definition Winter-Wiederfunde

Die Ringfunddaten von Stadie (1934, 1939) belegen, dass sich der Abzug der Kormorane noch bis in die erste Novemberhälfte hineinziehen kann: Bis zu dieser Zeit gab es auch damals einzelne WF-Meldungen aus der Umgebung von Rügen und aus Dänemark, während nach Mitte November WF ausschließlich aus Entfernungen von mehr als 900 km gemeldet wurden. Für den Hiddensee-Datensatz ist eine deutliche zeitliche Trennung zwischen Abzug und Überwinterung hingegen kaum noch möglich, da die Vögel zunehmend auch im Winter im näheren Umfeld des Brutgebietes anzutreffen sind. Der Heimzug und die Ankunft im Brutgebiet wiederum variieren mit der Winterhärte. In milden Wintern kann die Koloniebesetzung schon Anfang/Mitte Februar, die Eiablage Ende Februar (eigene Beobacht.) erfolgen. Vor diesem Hintergrund wurden Rückmeldungen aus dem Zeitraum zwischen dem 16. November und 15. Februar als Winter-WF gewertet (32 Datensätze Rossitten 1932-1954; 9 Datensätze Helgoland 1957-1963; 246 Datensätze Hiddensee 1965-2014). Es wurden nur Datensätze mit Angaben zum Funddatum berücksichtigt, die eine hinreichend sichere Zuordnung des WF zum definierten Winterzeitraum ermöglichten.

Tab. 1: Beringungsorte, Beringungsjahre und Anzahl der Winter-Wiederfunde (16. Nov. – 15. Febr.). – *Ringing locations, ringing years and numbers of winter recoveries (16 Nov. - 15 Febr.).*

Nr. no.	Beringungsort <i>ringing location</i>	Beringungsjahre <i>ringing years</i>	Anzahl Winter-WF <i>number of winter recoveries</i>
	Mecklenburg-Vorpommern		
1	Pulitz	1932-1935, 1937	32
2	Niederhof	1957, 1962-1963, 1965, 1967-1970, 1973-1975, 1979, 1985	24
3	Groß Gievitze (Torgelower See)	1985-1992	7
4	Mustin (Bolzer See)	1970, 1974, 1985-1990	6
5	Tollow	1985-1994, 1997-1998	43
6	Heuwiese	1991-1994, 2010-2013	61
	Brandenburg		
7	Rietzer See	1995-2011	22
8	Schwedt	2001-2013	48
9	Sedlitz	2011-2013	4
10	Kleinkoschen	2002	1
11	Riebener See	2002-2005	1
12	Egsdorf, Luckau	2011-2013	2
	Sachsen-Anhalt		
13	Halle	1999-2001	1
14	Bitterfeld	2008-2013	20
	Sachsen		
15	Lohsa	1993	2
16	Kunnerwitz	2008-2012	13
	Gesamt - <i>total</i>		287

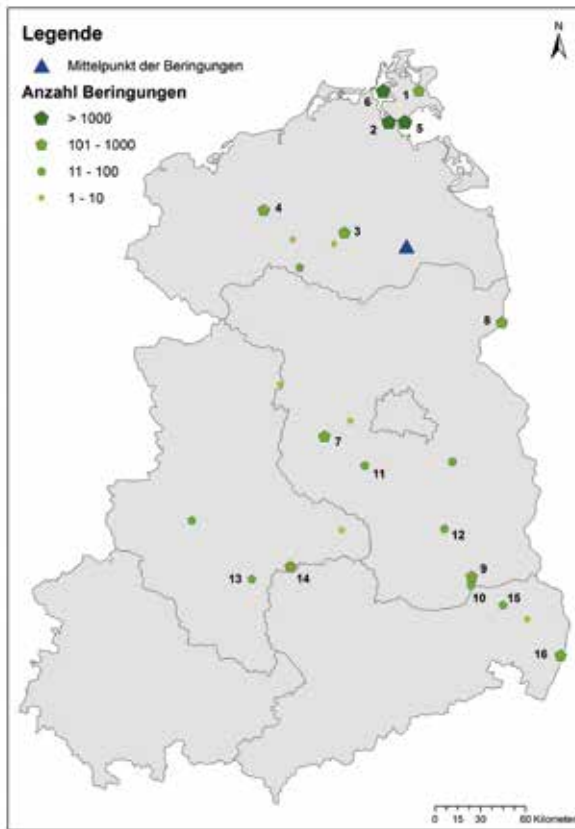


Abb. 2: Beringungsorte nestjunger Kormorane in den nordöstlichen Bundesländern. Das blaue Dreieck stellt den Mittelpunkt der Koordinaten der Beringungen der in der Analyse berücksichtigten Individuen ($n = 287$) dar. Die Nummerierungen der Kolonien entspricht derjenigen in Tab. 1. Von Beringungsorten ohne Nummer liegen keine Winter-Wiederfunde vor. – *Ringing locations of Cormorant nestlings in the north-eastern German Federal States. The blue triangle shows the mean coordinate of the ringing sites of the birds used for the analyses ($n = 287$). The numbers refer to those given in table 1. Ringing sites without number did not provide winter recoveries.*

2.3 Zeitabschnitte der Analyse

Für die Analyse der zeitlichen Veränderungen des Überwinterungsverhaltens wurden die WF sechs Zeitabschnitten zugeordnet (Tab. 2).

Tab. 2: Zeitabschnitte und Anzahl der Wiederfunde. – *Numbers of winter recoveries according to periods.*

Zeitraum period	Anzahl Wiederfunde number of recoveries
11/1932-02/1938	31
11/1950-02/1980	22
11/1980-02/1990	25
11/1990-02/2000	58
11/2000-02/2010	55
11/2010-02/2014	96
Gesamt - total	287

2.4 Räumliche Abgrenzung der Zugwege und der Überwinterungsgebiete

Nach Köppen (2007) bzw. Heinicke & Köppen (2007) lassen sich drei Abzugsrichtungen der in Ostdeutschland brütenden Kormorane in räumlich getrennte Überwinterungsgebiete unterscheiden (Abb. 3):

- Der **südöstliche Zugweg** führt entlang der Flüsse Oder, Neiße bzw. Elbe nach Böhmen und weiter ins zentrale und

östliche Österreich und von dort zur östlichen Küste der Adria. Die Vögel gelangen auf diesem Zugweg bis nach Mazedonien, Albanien, Griechenland und in Einzelfällen sogar bis in die Türkei.

- Der **südliche Zugweg** führt entlang der Flüsse Elbe und Saale nach Bayern und weiter über den Alpenraum nach Norditalien. Von hier aus ziehen die Kormorane, sofern sie nicht im Alpenraum oder in Norditalien überwintern, entweder über Korsika/Sardinien oder Italien/Malta bis nach Nordafrika (Tunesien, Algerien).
- Der **westliche Zugweg** folgt z. T. der Nordsee- und der Atlantikküste bis in den Golf von Biskaya. Teilweise überwintern die Vögel aber auch im französischen Binnenland oder folgen offenbar der Rhône bis an die Küste des Mittelmeeres. Von der iberischen Halbinsel liegen WF sowohl von der Mittelmeer- als auch Atlantikküste sowie von binnenländischen Flüssen, Seen und Stauseen vor.

Als viertes Überwinterungsgebiet wird in dieser Analyse der **Nahbereich** betrachtet, welcher das Gebiet innerhalb eines Radius von 500 km um den mittleren Beringungsort umfasst.

2.5 Entfernungsanalysen

Für die Entfernungsanalysen wurde der Mittelwert der Beringungskordinaten der in der Auswertung berücksichtigten Kormorane als Bezugspunkt verwendet (Abb. 2). Den statistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit zugrunde gelegt.

Die statistische Signifikanz von Veränderungen der Zugweglängen wurde durch Mittelwertvergleiche der Entfernungen mittels Welch-Test geprüft. Der Welch-Test ist auch gegenüber Abweichungen von der Normalverteilung robust. Die statistische Sicherheit der Trends von Veränderungen der Zugweglängen wurde mit dem Fisher-Signifikanztest für lineare Pearson-Korrelationskoeffizienten geprüft (t-Test, Rasch et al. 1973). Für die Berechnung der statistischen Maßzahlen wurde nach Möglichkeit das Programm WinSTAT für Excel von R. K. Fitch genutzt. Spezielle Tests (z. B. Cochran-Test, Chi²-Tests) wurden mittels geeigneter Makros für Excel programmiert (Feige 1980; Herrendörfer et al. 1982).

2.6 Differenzierung der Wiederfunde nach Binnenland und Küste

WF mit einer Entfernung von bis zu 20 km landeinwärts von der Küstenlinie wurden der Küste zugerechnet. Innere See-gewässer wie Bodden, Buchten und Ästuare wurden als Küstenlebensräume gewertet.

3. Ergebnisse

3.1 Veränderungen der Zugwege und der Zugdistanzen

In Abb. 3 sind die für die vorliegende Auswertung verwendeten Winter-WF sowie die Mittelpunktkoordinaten und Standardabweichungen für die unterschiedlichen Zugwege und Zeiträume dargestellt. Die Analyse von Veränderungen von Zugdistanzen erfolgt für die einzelnen Zugwege getrennt. Neben Veränderungen der Zugentfernungen werden auch zeitliche Veränderungen in der Verteilung der WF auf die einzelnen Zugwege dargestellt (Abb. 4).

Südöstlicher Zugweg

Zwischen den 1930er Jahren und dem Zeitraum 1950/51 bis 1979/80 haben sich die Zugentfernungen, die auf dem südöstlichen Zugweg zurückgelegt wurden, nicht signifikant verändert (Abb. 5). Andererseits ist auch die Homogenitäts-Nullhypothese wegen des zu kleinen Gesamtstichprobenumfangs ($n = 19$) nicht gesichert.

Auch der Anteil von Vögeln, die diesen Zugweg nutzten, war in beiden Zeitabschnitten gleich (Abb. 4). Die Kormorane zogen zu jener Zeit an die dalmatische Küste, bis in das südliche Griechenland und in Einzelfällen sogar bis in die Türkei. Die weiteste Zugentfernung wurde von einem Vogel, welcher 1965 in Niederhof beringt und im Januar 1975 aus der Umgebung von Fethiye in der Türkei zurückgemeldet wurde, zurückgelegt (Entfernung zum Beringungsort 2.309 km).

Ab den 1980er Jahren setzte eine kontinuierliche, signifikante Verkürzung der Zugentfernungen der in südöstlicher Richtung ziehenden Kormorane ein, bei gleichzeitiger Abnahme des Anteils der Vögel, die diesen Zugweg nutzten. Aus dem Zeitraum 2000/01 bis 2009/10 liegen nur noch drei WF aus Slowenien (1) und aus der südlichen Tschechien (2) vor. Die letzte WF-Meldung, die diesem Zugweg zugeordnet werden kann, stammt vom 30.01.2006 von der Lužnice, einem Nebenfluss der Moldau im südlichen Tschechien. Aus dem Zeitraum 2010/11 bis 2013/14 fehlen Meldungen vom südöstlichen Zugweg. Eine Abnahme der WF-

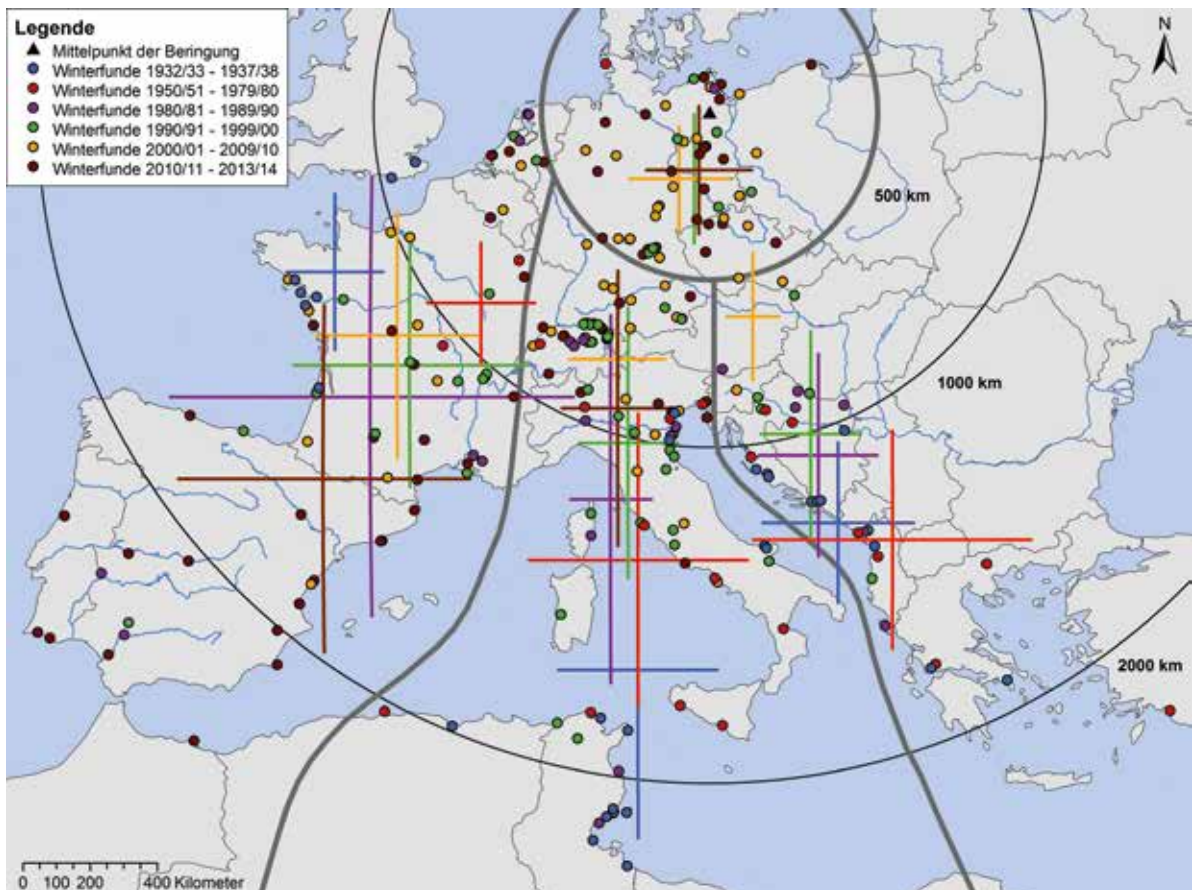


Abb. 3: Geografische Verteilung der Winter-Wiederfunde sowie mittlere Koordinaten mit Standardabweichungen für unterschiedliche Zugwege und Zeiträume. Die Zugwege sind durch graue Linien abgegrenzt. – *Geographical distribution of winter recoveries and mean coordinates with standard deviations for different migration routes and periods. The separation of migration routes is shown by grey lines.*

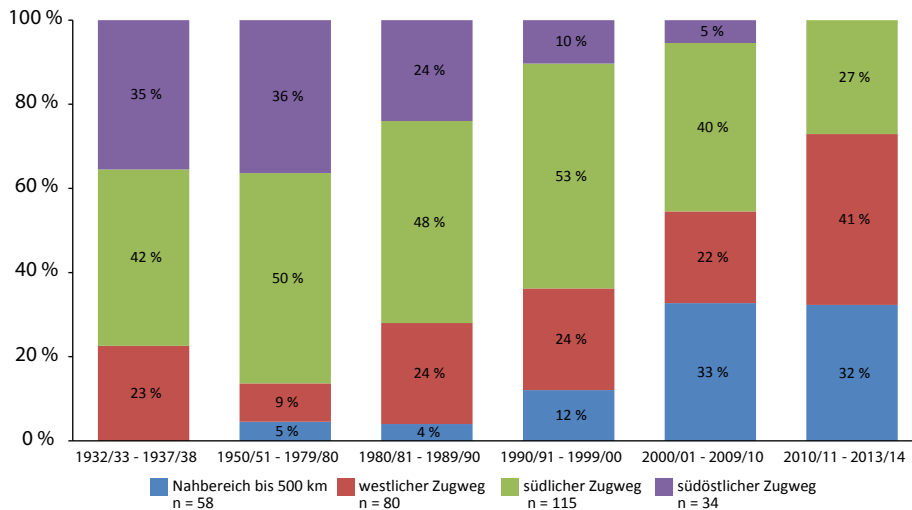


Abb. 4: Prozentuale Verteilung der Winter-Wiederfunde auf die Zugwege in den einzelnen Zeitabschnitten. – *Proportions of winter recoveries of different migration routes for different periods.*

oder Meldewahrscheinlichkeit als Ursache für diesen Trend kann ausgeschlossen werden, da Ringfundmeldungen von Kormoranen aus anderen Herkunftsregionen aus dieser Region auch aus jüngerer Zeit in großer Zahl vorliegen. Im kroatischen Ringfundmaterial

stammen z. B. ca. 30 % der WF aus dem Zeitraum 2000 bis 2013.

Die Aufgabe des südöstlichen Zugweges durch Kormorane aus dem südwestlichen Ostseeraum wird auch durch eine Analyse der Herkunft der östlich der Adria

überwinternden Vögel bestätigt, für die Ringfunddaten aus Kroatien zur Verfügung standen (Abb. 6).

Bis zum Winter 1979/80 stammten die in Kroatien wiedergefundenen Kormorane (n = 13) aus Dänemark (Vorsø) und Nordostdeutschland (Pulitz, Niederhof). Mit der Ausdehnung des baltischen Brutareals in den 1980er und 1990er Jahren erschien in Kroatien zunehmend auch Vögel aus den neu besiedelten nordöstlichen baltischen Gebieten. Auch die Überwinterung einzelner Kormorane aus Norwegen (aus dem Areal der Unterart *Phalacrocorax carbo carbo*) bzw. aus der Pannonischen Tiefebene (Ungarn, nördliches Serbien) ist in diesem und im folgenden Zeitraum nachweisbar (Gesamtzahl der WF: 44). Im Zeitraum ab dem Winter 2000/01 (n = 25) fehlen Vögel aus dem südwestlichen Ostseeraum völlig. Der letzte Nachweis eines in Dänemark beringten Kormorans in Kroatien datiert auf den 15.04.1994, der letzte Nachweis eines Vogels von der deutschen

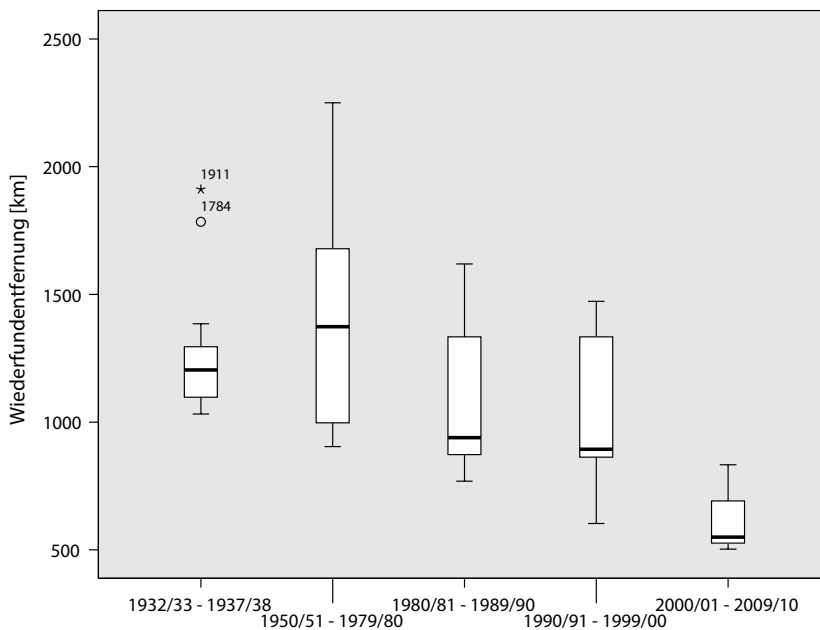


Abb. 5: Verteilung der Wiederfundentfernungen auf dem südöstlichen Zugweg. Zwischen den Zeitintervallen 1932/33-1937/38 und 1950/51-1979/80 bestehen keine signifikanten Unterschiede der Zugweglängen. Im Zeitintervall 1950/51-1979/80 bis 2000/01-2009/10 ist die Zugwegverkürzung statistisch signifikant (Pearson-Korrelationskoeffizient; $r = -0,44$, $n = 23$). Aus dem Zeitraum 2010/11-2013/14 liegen keine Wiederfund-Meldungen vor. – *Distances of winter recoveries on the south-eastern migration route. There are no significant differences between the periods 1932/33-1937/38 and 1950/51-1979/80. The reduction of the migration distance during the periods 1950/51-1979/80 to 2000/01-2009/10 is statistically significant (Pearson correlation coefficient; $r = -0,44$; $p < 0.05$; $n = 23$). There are no recoveries from the period 2010/11-2013/14.*



Abb. 6: Herkunft der Kormorane, die im Winter in Kroatien gefunden wurden, in unterschiedlichen Zeitabschnitten. Vor 1980/81 (oben links) stammen die Kormorane aus Nordostdeutschland und Dänemark. In den 1980er und 1990er Jahren (oben rechts) streuen die Herkunftsorte über den gesamten Ostseeraum. Im Zeitabschnitt nach 1999/2000 (unten links) fehlen Wiederfunde aus dem südwestlichen Ostseeraum. – *Origin of Cormorants wintering in Croatia in different periods. Before 1980/81, Cormorant winter recoveries in Croatia originated from the south-western Baltic (north-east Germany, Denmark). During the 1980s and 1990s, the sites of origin spread across the whole Baltic. After 1999/2000, recoveries from the south-western Baltic are missing.*

Ostseeküste auf den 10.11.1996. Der überwiegende Anteil der jetzt in Kroatien überwinternden Kormorane stammt aus der zentralen und nördlichen Ostsee. Unter den WF gibt es nur zwei Vögel aus östlicheren Gebieten (vom Mittellauf der Oder).

Südlicher Zugweg

Der südliche Zugweg umfasst Süddeutschland, den Alpenraum, Italien, Korsika und Sardinien sowie Nordafrika (Tunesien, Algerien). Auch der Mittel- und Oberlauf des Rheins werden diesem Zugweg zugeordnet.

Die durchschnittliche Zugentfernung hat sich von den 1930er Jahren bis zur Gegenwart signifikant verkürzt (Abb. 7). Aus den 1930er Jahren liegen Rückmeldungen

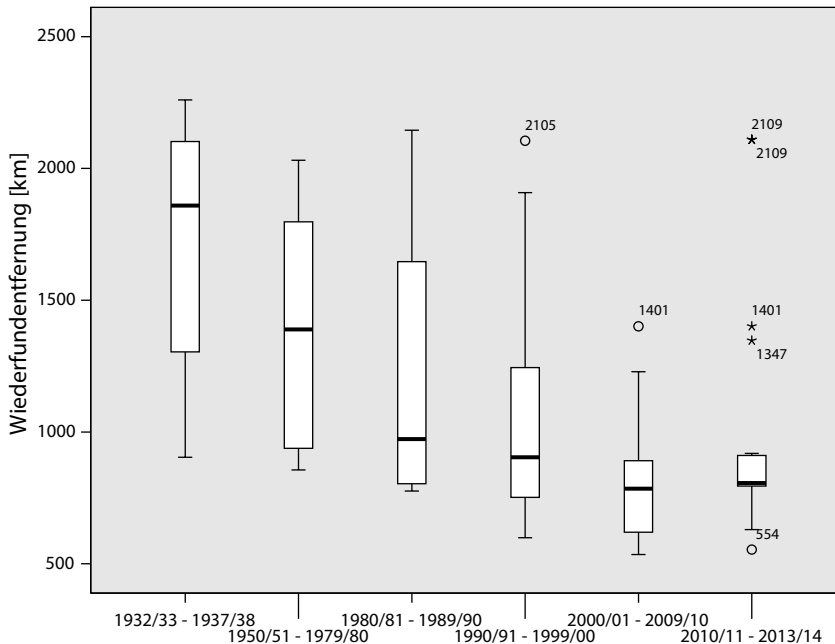


Abb. 7: Verteilung der Wiederfundentfernungen auf dem südlichen Zugweg. Die Zugwegverkürzung ist für den Gesamtzeitraum 1932/33–2013/14 statistisch signifikant (Pearson-Korrelationskoeffizient; $r = -0,56$; $n = 115$). Für den Zeitraum 1932/33–2009/10 ergibt sich bei gleichfalls signifikanter Zugwegverkürzung ein Korrelationskoeffizient von $r = -0,60$; $n = 90$. – *Distances of winter recoveries on the southern migration route. The reduction of the migration distance during the period 1932/33–2013/14 is statistically significant (Pearson correlation coefficient; $r = -0,56$; $n = 115$). For the period 1932/33–2009/10, the correlation coefficient is $r = -0,60$; $n = 90$.*

von der nördlichen Adria, aus Mittelitalien und aus Nordafrika vor. Die mittlere Entfernung aller WF zum Bezugspunkt der Beringungsorte betrug 1.688 km. Im Zeitabschnitt 2000/01 bis 2009/10 liegen die Meldungen hingegen deutlich weiter nördlich - in Süddeutschland, in der Schweiz sowie in Nord- und Mittelitalien. Die durchschnittliche Entfernung zum mittleren Beringungsort betrug nur noch 806 km (Abb. 7). Meldungen aus Süditalien oder Nordafrika fehlen völlig, treten aber im nachfolgenden Zeitabschnitt wieder vereinzelt auf. Zwischen den Zeiträumen 2000/01 bis 2009/10 und 2010/11 bis 2013/14 bestehen hinsichtlich der Zugentfernung keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Der südliche Zugweg war in allen Zeitabschnitten von den 1930er Jahren bis einschließlich 2000/01 bis 2009/10 der prozentual am stärksten genutzte. Lediglich im jüngsten Zeitabschnitt 2010/11 bis 2013/14 nahm der Anteil der Vögel deutlich ab, während gleichzeitig der Anteil der Vögel auf dem westlichen Zugweg zunahm (Abb. 4).

Westlicher Zugweg

Für den westlichen Zugweg bestehen während der ersten fünf Zeitabschnitte keine signifikanten Trends hinsichtlich der mittleren Zugentfernung (Abb. 8). Die mittleren Zugentfernungen schwanken zwischen 888 km im Zeitabschnitt 1957/58 bis 1979/80 und 1.367 km im Zeitabschnitt 1980/81 bis 1989/90 bei teilweise sehr großen Standardabweichungen. Im jüngsten Zeitraum 2010/11 bis 2013/14 gibt es hingegen eine deutliche Zunahme der Zugentfernung auf 1.611 km (Abb. 8). Die Differenz der Mittelwerte der Zugentfernungen

zwischen den Zeiträumen 2000/01 bis 2009/10 und 2010/11 bis 2013/2014 ist statistisch signifikant (Welch-Test, $t = 3,13$, Freiheitsgrade = 49). Auffällig ist in diesem Zeitabschnitt auch die vergleichsweise hohe Zahl ($n = 14$) von Rückmeldungen mit Zugentfernungen > 2.000 km aus Spanien, Portugal und Marokko (Abb. 3).

Die räumliche Verteilung der WF zeigt deutliche Unterschiede zwischen den 1930er Jahren und den späteren Zeiträumen: In den 1930er Jahren liegen die WF-Orte ausschließlich an der Atlantikküste (einschließlich Ärmelkanal), während sie in späteren Zeiträumen über das gesamte französische Binnenland und die iberische Halbinsel streuen (Abb. 3; s. hierzu auch Siefke & Berger 1979).

Der Anteil der Vögel, die vom westlichen Zugweg zurückgemeldet wurden, liegt im 20. Jh. und in der ersten Dekade des 21. Jh. überwiegend recht stabil zwischen 22 und 24 %. Eine Abweichung besteht lediglich für den Zeitabschnitt 1957/58 bis 1979/80, in dem nur 9 % der Winter-WF dem westlichen Zugweg zuzuordnen sind. Der geringe Anteil ist jedoch statistisch nicht gesichert (Stichprobengröße für alle Zugwege: 22). In jüngster Zeit (2010/11 bis 2013/14) ist jedoch eine Verlagerung des Zuges auf die westliche Zugroute festzustellen, der Anteil der WF stieg auf 41 % (Abb. 4).

Nahbereich

Überwinterungen von Kormoranen im Nahbereich traten vor den 1990er Jahren nur sehr vereinzelt auf. In dem hier ausgewerteten Ringfundmaterial liegen aus diesem Zeitraum nur drei WF vor:

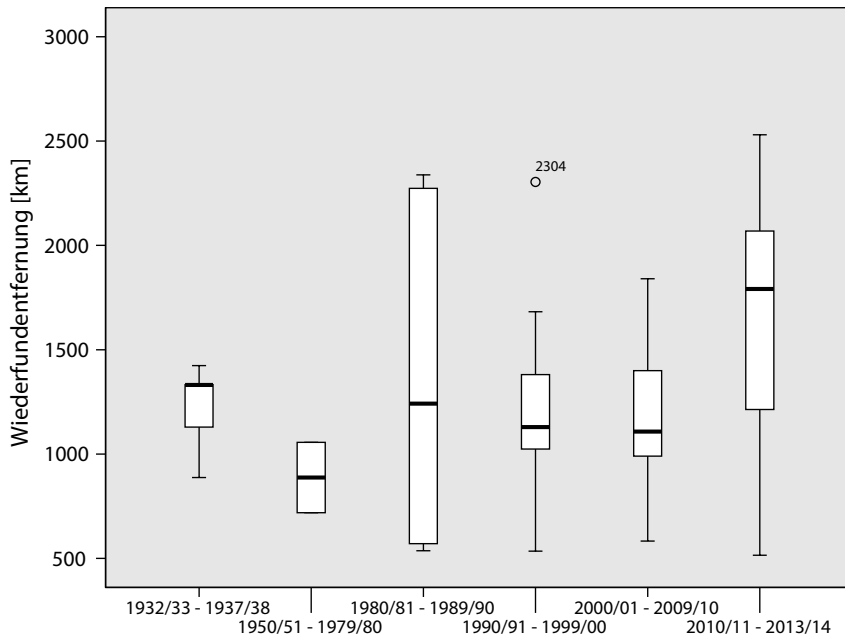


Abb. 8: Verteilung der Wiederfundentfernungen auf dem westlichen Zugweg. Der Pearson-Korrelationskoeffizient zeigt für die Zeiträume 1-5 keinen signifikanten Trend. Der Mittelwertvergleich 2000/01-2009/10 und 2010/11-2013/14 belegt hingegen eine statistisch gesicherte Zunahme der mittleren Zugentfernung (Welch-t-Test). – *Distances of winter recoveries on the western migration route. The Pearson correlation coefficient does not show any significant trend during the periods 1-5. However, the differences of the average migration distances between the periods 2000/00-2009/10 and 2010/11-2013/14 are significant (Welch-t-test).*

- Ein am 26.-28.05.1932 an der Brahe bei Prechlaw in der Grenzmark Posen-Westpreußen (heute Polen, Przechlewo nad Brda) beringter Kormoran wurde Ende Januar 1933 auf der Halbinsel Zudar (Rügen) tot gefunden (dieser WF wurde in den Auswertungen nicht berücksichtigt, da der Beringungsort außerhalb des Untersuchungsgebietes liegt);
- Ein am 30.05.1957 in Niederhof beringter Vogel wurde am 05.02.1963 auf der Hallig Langeneß/Nordfriesland als Ölopfers gefunden;
- Ein am 01.06.1985 bei Groß Gieviß/Torgelower See beringter Kormoran wurde am 15.02.1986 bei Lubmin am Greifswalder Bodden beobachtet.

Ab den 1990er Jahren nahmen die WF-Meldungen aus dem Nahbereich deutlich zu. Seit der Jahrtausendwende machen sie etwa ein Drittel aller Meldungen aus (Abb. 4; Abb. 9).

Die Verteilung der Fundpunkte im Nahbereich zeigt eine deutliche Abwanderung nach Südwest. Gebiete nördlich der deutschen Ostseeküste (Dänemark, Schweden) werden zwar während der Zerstreungswanderungen in der Nachbrutzeit regelmäßig aufgesucht (Siefke & Berger 1979; Köppen 2007; Herrmann 2015), Winter-WF liegen jedoch aus diesen Gebieten bislang nicht vor.

3.2 Veränderungen der Zugdistanzen nach Entfernungsklassen

Winter-WF im Nahbereich treten erst ab den 1990er Jahren in größerem Umfang auf (Abb. 9 und s.o.). In den Zeitabschnitten nach 2000 wurde etwa ein Drittel aller WF aus diesem Entfernungsbereich gemeldet. Zug-

entfernungen über 1.000 km sind im Zeitraum von den 1930er Jahren bis zum Zeitabschnitt 2000/01 bis 2009/10 deutlich rückläufig. Von den in den 1930er Jahren auf Pultz beringten Kormoranen wurden 84 % aus Entfernungen über 1.000 km zurückgemeldet, im Zeitraum 2000/01 bis 2009/10 waren es nur noch 22 %. Im Zeitraum 2010/11 bis 2013/14 nahm der Anteil von Vögeln mit Zugentfernungen über 1.000 km wieder zu (38 %). Während im Zeitraum 2000/01 bis 2009/10 WF aus Entfernungen über 2.000 km fehlen, beträgt im Zeitraum 2010/11 bis 2013/14 ihr Anteil 15 %. Dieser Wert liegt ungefähr in der Größenordnung der Anteile in den 1930er bis 1980er Jahren.

Die WF-Anzahl von Kormoranen im mittleren Entfernungsbereich (501-1000 km) nahm in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts deutlich zu. Aus diesem Entfernungsbereich wurden in den 1980er Jahren bis zum Zeitabschnitt 2000/01 bis 2009/10 etwa die Hälfte aller WF gemeldet. Im jüngsten Zeitabschnitt der Analyse ist jedoch wieder ein höherer Anteil längerer Zugdistanzen zu beobachten.

Der Chi-Quadrat-Test in der zugehörigen Kontingenztafel sichert signifikant die Abhängigkeit zwischen den Entfernungsklassen und den Zeitraumgruppen der WF ($\chi^2 = 66,8$; Freiheitsgrade = 9). Mittels des Cochran-Tests für $k \times 2$ -Feldertafeln (modifizierter Chi-Quadrat-Test, Sachs 1968) lassen sich für alternative Merkmale auch lineare Trends prüfen. Sowohl für die Alternativen „ $\leq 1000 \text{ km}^2$ “ zu „ $> 1000 \text{ km}^2$ “ ($\chi^2 = 27,53$; FG = 4) als auch „ $\leq 500 \text{ km}^2$ “ zu „ $> 500 \text{ km}^2$ “ ($\chi^2 = 24,80$; FG = 4) ist der lineare Trend bei einer Nominalskalierung der Zeitklassen-Wichtigungen von -4; -2; 0; 1; 2; 3 signifikant.

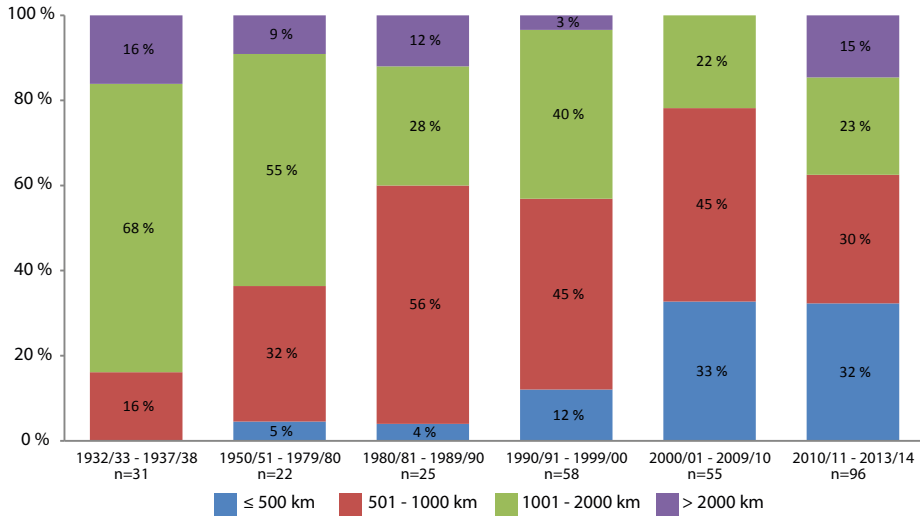


Abb. 9: Verteilung der Wiederfunde auf Entfernungsklassen in den einzelnen Zeitabschnitten der Untersuchung. – *Proportions of recoveries according to distance classes for different time periods.*

3.3 Der Winterbestand an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns

Bis Mitte der 1970er Jahre waren Winterbeobachtungen von Kormoranen an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns seltene Ereignisse (s. auch Siefke & Berger 1979). Ab Ende der 1970er Jahre nahmen die Zahlen kontinuierlich zu (Abb. 10).

Der Beginn der Etablierung von Winterbeständen im südbaltischen Raum fällt zeitlich mit dem Beginn des Wachstums der dänischen und schwedischen Brutbestände zusammen, welches bereits in den 1970er Jahren einsetzte (1970: 425 Brutpaare; 1975: 1.277 BP; 1980: 2.790 BP). In Nordostdeutschland und Polen begann das Wachstum etwas später, zu Beginn der 1980er Jahre (Herrmann et al. 2014). Die weitere Entwicklung der

Winterbestände im Ostseegebiet verlief synchron mit der Zunahme der Brutbestände im Ostseeraum insgesamt und der Ausbreitung des Brutareals nach Norden und Osten. Ringfunde an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns und im küstennahen Binnenland (bis ca. 50 km landeinwärts) belegen, dass die hier im Winter anzutreffenden Kormorane überwiegend aus nördlicheren bzw. nordöstlichen Brutgebieten stammen (Tab. 3). Vögel aus den deutschen Brutgebieten sind in dem Fundmaterial zwar vertreten, sie halten sich hier aber offenbar nur zu einem sehr geringen Anteil auf. Im Zeitraum 1980 (dem Beginn der Etablierung von Winterbeständen an der Ostseeküste) bis 2014 stammten nur ca. 5 % der Winter-WF nordostdeutscher Kormorane aus diesem Gebiet.

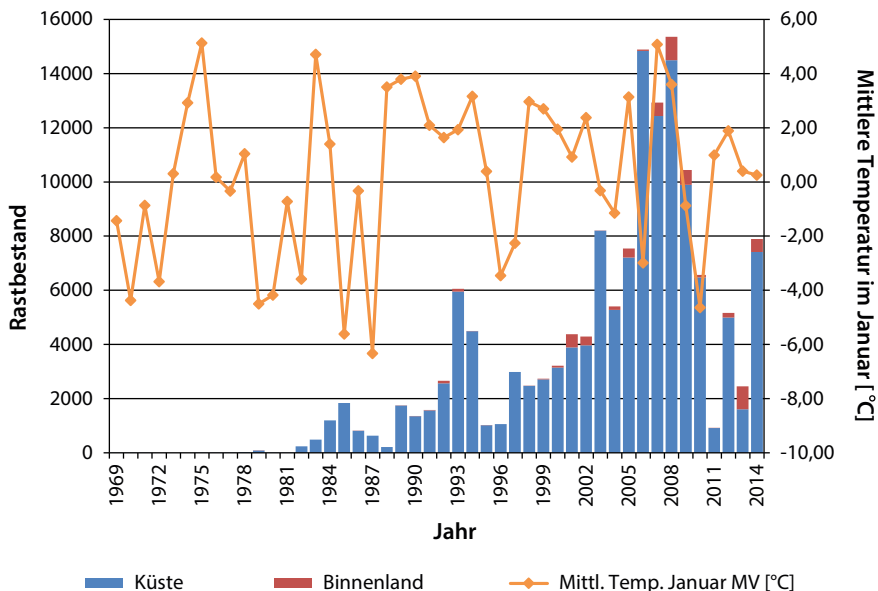


Abb. 10: Anzahl der bei den Mittwinter-Wasservogelzählungen im Januar in Mecklenburg-Vorpommern (MV) erfassten Kormorane im Zeitraum 1969-2013 und mittlere Januartemperaturen in MV (Temperaturdaten des Deutschen Wetterdienstes, Download 26.08.2014). – *Number of Cormorants recorded during the mid-winter waterfowl censuses and mean temperatures in January during the period 1969-2013 (temperature data: German Meteorological Service, download 08/26/2014).*

Tab. 3: Herkunft von Winterwiederfunden an der Ostseeküste bzw. im küstennahen (bis ca. 50 km landeinwärts) Binnenland Mecklenburg-Vorpommerns. Berücksichtigt wurden alle Winter-Wiederfunde (16.11. bis 15.2.), die in der Datenbank der Beringungszentrale Hiddensee bis 31.10.2014 vorlagen. – *Origin of Cormorant winter recoveries at the coast or in near-coastal inland areas (up to 50 km inland) of Mecklenburg-Western Pomerania. The data include all winter recoveries (16 November – 15 February) reported to the Bird Ringing Centre Hiddensee until October 31, 2014.*

Herkunftsland <i>country of origin</i>	Anzahl Ringfunde <i>number of recoveries</i>
Dänemark	17
Schweden	4
Finnland	4
Russland (Finnischer Meerbusen)	3
Estland	1
Deutschland	10
Mecklenburg-Vorpommern	7
Brandenburg	1
Sachsen-Anhalt	1
Schleswig-Holstein	1
Gesamt - total	42

Sehr kalte Winter wie z. B. 1985, 1987 und 1996 bewirkten kurzzeitige Einbrüche der Rastbestände. Der Höchstwert mit mehr als 15.000 gezählten Individuen wurde im Jahr 2008 erreicht (Abb. 10). Nach dem Kältewinter 2009/10 gingen die Winterbestände an der Ostseeküste drastisch zurück. In jenem Winter verblieben zahlreiche Kormorane trotz einer Anfang Januar einsetzenden starken Kältewelle an der Küste; zur Mittwinter-Wasservogelzählung im Januar 2010 wurden in MV noch 6.500 Kormorane erfasst. Der offensichtliche Versuch der Überwinterung an der Ostseeküste führte zu einer auffällig hohen Sterblichkeit (Koop & Kieckbusch 2010; eigene Beobacht.). In

den Folgejahren blieben trotz vergleichsweise milder Winter die Winterrastbestände an der Ostsee niedrig. Diese Abnahme korrespondiert nicht mit einer entsprechenden Abnahme der Brutbestände. Zwar verursachte der kalte Winter 2009/10 zunächst auch einen Rückgang der Brutbestände im Ostseeraum (Herrmann et al. 2014), jedoch nicht in einem Ausmaß, welches die Abnahme der Winterrastbestände erklären könnte. Der niedrige Rastbestand im Januar 2011 kann durch eine Kältewelle Anfang Dezember 2010, die zu einer frühzeitigen Vereisung der Binnen- und inneren Küstengewässer führte, bedingt gewesen sein. In den Wintern 2011/12 bzw. 2012/13 setzten die Kälteperioden jedoch erst Ende bzw. Mitte Januar ein, zum Zeitpunkt der Mittwinter-Wasservogelzählungen waren die Gewässer noch eisfrei. Dennoch blieben die Winterbestände auch in diesen beiden Jahren vergleichsweise niedrig. Der Winter 2013/14 war extrem mild, lediglich Ende Januar gab es eine kurze Kälteperiode. Die Rastbestände des Kormorans lagen zwar wieder höher als in den Vorjahren, aber immer noch deutlich niedriger als in den Jahren 2006 bis 2009.

3.4 Verteilung der Winter-Wiederfunde zwischen Binnenland und Küste

Die WF, die durch die Beringung von Kormoranen auf Pultz erzielt wurden, stammen fast ausschließlich von der Küste bzw. aus dem küstennahen Binnenland. Lediglich aus dem Dezember 1932 liegt ein WF aus dem küstenfernen Binnenland vom Fluss Save bei Rajevo-Selo im heutigen Kroatien vor. Ein zweiter WF, welcher nach den gewählten methodischen Kriterien dem Binnenland zuzurechnen ist, lag lediglich 22 km von der dalmatischen Küste entfernt (Stadie 1934). Ab der Mitte des 20. Jahrhunderts verlagerten sich die Winteraufenthaltsräume dann zunehmend in das Binnenland. Im Zeitraum 2000/01 bis 2009/10 wurden nur noch 17 % der Vögel von der Küste zurückgemeldet. In jüngster

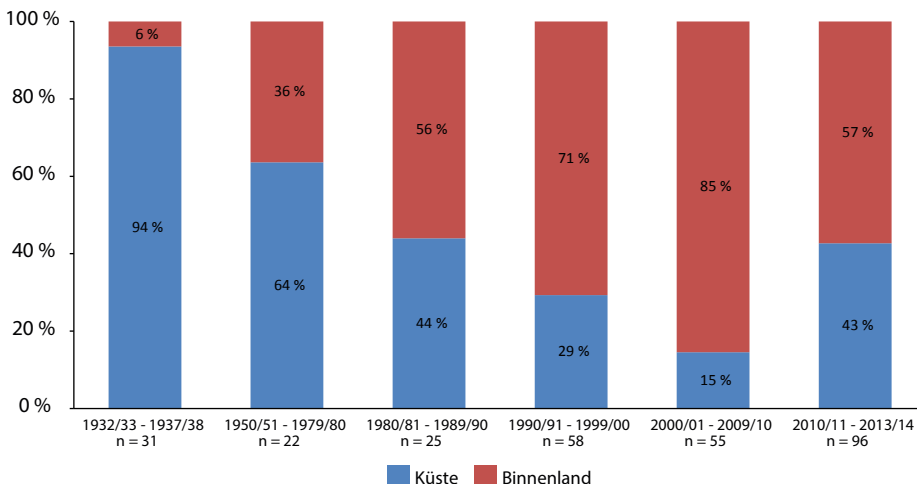


Abb. 11: Verteilung der Winter-Wiederfunde zwischen Küste und Binnenland. – *Distribution of winter recoveries between coast and inland according to periods.*

Zeit ist eine Trendumkehr festzustellen: Im Zeitraum 2010/11 bis 2013/14 lagen die WF-Orte zu etwa gleichen Anteilen an der Küste und im Binnenland.

Mittels des Cochran-Tests für k^2 -Feldertafeln (modifizierter Chi-Quadrat-Test, Sachs 1968) lassen sich für alternative Merkmale lineare Trends prüfen. Für die Alternativen Küsten-WF zu Binnenland-WF ($\text{Chi}^2 = 33,62$; $\text{FG} = 4$) ist der lineare Trend bei einer Nominalskalierung der Zeitklassen-Wichtungen von -4; -2; 0; 1; 2; 3 ungeachtet der Werte der letzten Datenperiode signifikant. Die Trendumkehr der Wahrscheinlichkeiten eines Küsten-Winter-WF zwischen den Perioden 2000/01 bis 2009/10 und 2010/11 bis 2013/14 ist ebenfalls statistisch gesichert ($\text{Chi}^2 = 11,40$; $\text{FG} = 1$).

4. Diskussion

Die Beschreibung räumlich-zeitlicher Entwicklungen im Zugverhalten einer Vogelart anhand von Ringfunden setzt voraus, dass bestimmte Rahmenbedingungen der Datenerhebung über den Untersuchungszeitraum hinweg konstant oder Veränderungen zumindest in ihrem Ausmaß bekannt sind. Dies betrifft bei Ringfundausswertungen insbesondere die WF-Wahrscheinlichkeit. Ringfundmeldungen tot gefundener Kormorane lassen sich hinsichtlich der Todesursachen in drei Hauptgruppen unterteilen: a) geschossen, b) ertrunken in Fischereigerät, c) sonstige (natürliche) Todesursachen. Die Todesursachen „geschossen“ und „ertrunken in Fischereigerät“ hängen von der Intensität der Verfolgung sowie von der Fischereipraxis ab und unterliegen damit ortsspezifischen zeitlichen Veränderungen. Bregnballe et al. (unveröffentl.) verglichen für WF dänischer Kormorane die geografische Verteilung verschiedener Todesursachen in den Zeiträumen 1975 bis 1994 und 1995 bis 2013 und fanden dabei deutliche räumliche Verschiebungen. So bestand im Zeitraum 1995 bis 2013 in Frankreich ein Kernbereich für Abschüsse, welcher im Zeitraum 1975 bis 1994 noch nicht erkennbar war. In Nordafrika und an der Adriaküste ergeben die Daten für den Zeitraum 1975 bis 1994 Kernbereiche für Abschussmeldungen, die im Zeitraum 1995 bis 2013 nicht mehr bestanden. Für die Todesursache „Ertrinken in Fischereigerät“ zeigten sich im Zeitraum 1995 bis 2013 Schwerpunktgebiete an der spanischen Mittelmeerküste, in Tunesien, im Ligurischen Meer sowie im Alpenraum, die im Zeitraum 1975 bis 1994 noch nicht bestanden. Neben der räumlich-zeitlichen Veränderung anthropogener Todesursachen unterliegt auch das Meldeverhalten von Findern beringter Vögel und damit die Wahrscheinlichkeit, dass die Information über einen Ringfund an die Beringungszentrale gelangt, zeitlichen und räumlichen Variationen. Nicht zuletzt umfasst unsere Analyse neben den WF-Meldungen tot gefundener Kormorane auch Ablesungen von farbberingten Vögeln. Vor dem Beginn individueller Farbberingungen in Nordostdeutschland im Jahr 2009 waren Ringable-

sungen an lebenden Vögeln nur ausnahmsweise möglich. Im Ringfundmaterial der Beringungszentrale Hiddensee beruhen im Zeitraum 1965 bis 2008 nur 4,1 % der WF-Meldungen auf Ringablesungen, im Zeitraum 2009 bis 2013 waren es hingegen 62 %. Es ist davon auszugehen, dass die WF- und Meldewahrscheinlichkeiten von toten und lebenden Vögeln geografisch in unterschiedlicher Weise variieren. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen können somit insbesondere in dem Zeitabschnitt nach Beginn der Farbberingungen auch methodisch beeinflusst sein. Aus diesem Grunde wird versucht, die Ergebnisse der Ringfundanalysen durch Vergleiche mit Informationen aus anderen Quellen soweit wie möglich zu verifizieren (s. u.).

Die Analysen von WF-Daten in Nordostdeutschland beringter Kormorane über einen Zeitraum von mehr als 80 Jahren belegen deutliche Veränderungen im Zugverhalten. Diese umfassen:

- Verlagerungen von Zugwegen
- Veränderungen von Zugentfernungen
- Etablierung neuer Überwinterungsgebiete
- zunehmende Nutzung binnenländischer Überwinterungsgebiete

Während sich die Veränderungen im Zugverhalten anhand der Ringfunde recht gut beschreiben lassen, sind die Fragen nach den Ursachen deutlich schwieriger und oftmals nicht eindeutig zu beantworten. Ein Faktor, welcher zeitlich mit wesentlichen Veränderungen im Zugverhalten zusammenfällt, ist die starke Zunahme der europäischen Kormoranbestände ab Ende der 1970er/Anfang der 1980er Jahre, verbunden mit einer Ausweitung des Brutareals in Gebiete, in denen die Art über lange Zeiträume als Brutvogel verschwunden war bzw. für die historische Belege für Brutvorkommen fehlen. Im Ostseeraum brütete der Kormoran Mitte des 20. Jahrhunderts nur noch mit wenig mehr als 3.000 Brutpaaren in Dänemark, Schweden, Polen und Mecklenburg-Vorpommern (Bregnballe 1996). Ab Beginn der 1980er Jahre stieg der Bestand an und stabilisierte sich schließlich in jüngerer Zeit auf einem Niveau von 155.000 bis 170.000 Brutpaaren (Herrmann et al. 2014). Gleichzeitig dehnte der Kormoran sein Brutareal nach Osten und Norden aus: Estland wurde 1983 besiedelt, in den 1990er Jahren folgten Gotland, der russische Teil des finnischen Meerbusens und Finnland (Herrmann et al. 2014; Rusanen & Gaginskaya 2003). Auch in Osteuropa begann die Art, Gebiete wieder zu besiedeln, die zuvor lange Zeit verlassen waren (z. B. Weißrussland; Samusenko 2003). In Tschechien entstand 1982 die erste stabile Kolonie (Martinková & Musil 2003). In Deutschland brütete der Kormoran bis Ende der 1970er Jahre nur in Norddeutschland, breitete sich jedoch danach über die gesamte Bundesrepublik aus (Kieckbusch & Knief 2007; Kieckbusch et al. 2010). Das französische Binnenland wurde um 1980 besiedelt (Marion 2003). In der Schweiz erschien der Kormoran schließlich 2001 als Brutvogel (Keller & Müller 2014). Auch die Brutbe-

stände am Mittelmeer, am Schwarzen Meer sowie am Asowschen und Kaspischen Meer nahmen zu (INTERCAFE 2012; Bregnballe et al. 2014).

Die Ausdehnung des Brutareals des Kormorans ging mit Veränderungen im Zugverhalten der südwestbaltischen Brutbestände einher. Die Verkürzung des südöstlichen Zugweges sowie die Abnahme des Anteils der Vögel, die diesen Zugweg wählten, verlief synchron mit der Zunahme und Arealerweiterung der europäischen, insbesondere der baltischen Bestände. Die Analyse von Winter-WF in Kroatien zeigt ab den 1980er Jahren eine Verschiebung der Herkunftsorte vom südwestbaltischen Raum in das nordöstliche Baltikum. Die südwestbaltischen Kormorane verschwanden schließlich vollständig aus diesem Überwinterungsgebiet.

Ebenso im zeitlichen Zusammenhang mit dem Bestandswachstum und der Ausdehnung des Brutareals steht die Etablierung von Winterbeständen im südwestlichen Ostseeraum ab Ende der 1970er/Anfang der 1980er Jahre. Die Entwicklung der Winterbestände in diesem Gebiet wurde über lange Zeit anscheinend kaum durch die Winterhärte beeinflusst: In den 1980er und 1990er Jahren nahmen die Rastbestände auch nach sehr kalten Wintern weiterhin zu. Im Gegensatz dazu verursachte der harte Winter 2009/10 einen längerfristigen Einbruch. Nach Analysen, die Frederiksen & Bregnballe (2000) anhand von Beringungs- und WF-Daten aus der dänischen Kolonie Vorsø für den Zeitraum 1981 bis 1996 durchführten, ist die Winterhärte ein dichteabhängiger Regulationsfaktor der Kormoranpopulation, d. h. sie verursacht eine erhöhte Sterblichkeit, wenn der Bestand groß ist. Die sehr harten Winter Mitte der 1980er Jahre hatten noch keine Auswirkungen auf die Überlebensrate der Kormorane, eine Zunahme der Sterblichkeit stellten die beiden Autoren erst in der Folge des kalten Winters 1995/96 fest. Zu diesem Zeitpunkt war die europäische Brutpopulation bereits stark angewachsen. Die Besetzung des südwestlichen Ostseeraumes als günstiges, brutgebietsnahes Überwinterungsgebiet wandelte sich somit ab Mitte der 1990er Jahre in ein Risiko. Der Winter 2009/10 war der kälteste seit 1995/96 und verursachte eine wahrscheinlich nie zuvor erlebte Erhöhung der Mortalität. Dieses „Katastrophenereignis“ bewirkte offenbar einen Lernprozess, welcher in den Folgejahren zu einer deutlichen Reduzierung der Nutzung des Ostseeraumes als Überwinterungsgebiet führte. Dieses Beispiel zeigt, dass Witterungsfaktoren das Überwinterungsverhalten von Kormoranen beeinflussen können, wobei allerdings offensichtlich nicht die Temperatur an sich, sondern die Temperatur in Kombination mit der Bestandsgröße wirksam ist.

Eine weitere Veränderung, die nach dem Kältewinter 2009/10 zu beobachten war und vermutlich durch diesen ausgelöst bzw. beeinflusst wurde, war die Zunahme der Nutzung des westlichen Zugweges. Auch für den südlichen Zugweg sind Einflüsse des Kältewinters fest-

zustellen: Es liegen aus jüngerer Zeit wieder Rückmeldungen aus Nordafrika vor, die im Zeitraum 2000/01 bis 2009/10 völlig fehlten.

Die Verkürzung von Zugwegen, wie sie in unserem Datenmaterial für den südlichen Zugweg sowie durch die Etablierung von Winterbeständen im Nahbereich belegt ist, ist auch in dänischen Daten erkennbar. Bregnballe et al. (unveröffentl.) verglichen für WF-Meldungen tot gefundener Kormorane die mittleren Zugdistanzen in den Zeiträumen 1975/76 bis 1993/94 und 1994/95 bis 2012/13. Sie fanden im Winter und zeitigen Frühjahr sowohl für Vögel im ersten Lebensjahr als auch für ältere Vögel deutliche Abnahmen der mittleren WF-Entfernung von der Geburtskolonie. Ein altersspezifischer Unterschied in der Zugentfernung bestand nicht. Allerdings stellten die Autoren geschlechtsspezifische Unterschiede in der Wahl der Überwinterungsgebiete fest: Im nördlichen Europa überwogen WF von männlichen Tieren, im Mittelmeerraum traf dies für weibliche Vögel zu. In Mitteleuropa war das Geschlechterverhältnis der Winter-WF annähernd gleich. Weiterhin hing die Wahl des Überwinterungsgebietes von der geografischen Lage der Geburtskolonie ab: Vögel aus dem Nordwesten Dänemarks überwinterten überwiegend in westlichen Sektoren, Vögel aus dem Südosten wurden überwiegend aus östlichen Sektoren zurückgemeldet.

Die in unserem Datenmaterial im jüngsten Zeitabschnitt erkennbare Verlagerung des Zugeschehens auf den westlichen Zugweg könnte auf den ersten Blick auch als methodischer Fehler, bedingt durch eine höhere Intensität der Ablesung farbberingter Vögel in Westeuropa, interpretiert werden. Da die Westverlagerung des Zugeschehens jedoch auch durch weitere, von unseren Beringungsdaten unabhängige Sachverhalte bestätigt wird, ist davon auszugehen, dass dieser Trend auf einer tatsächlichen Veränderung beruht:

- Die Verlagerung des Zugeschehens auf den westlichen Zugweg in jüngster Zeit ist auch in Auswertungen dänischer WF-Daten erkennbar, bei denen nur Totfunde berücksichtigt wurden (Bregnballe et al. unveröffentl.);
- In Frankreich haben die Winterbestände von 2009 bis 2012 um 22 % zugenommen, nachdem sie ab 2005 über mehrere Jahre stagniert hatten (Marion unveröffentl.). Da die Brutbestände in den europäischen Herkunftsgebieten in diesem Zeitraum nicht gewachsen sind (Bregnballe et al. 2014), ist die Zunahme der Winterbestände in Frankreich nur als Folge einer Verlagerung des Überwinterungsgeschehens aus anderen Gebieten nach Westeuropa zu erklären.

Eine weitere Veränderung ist die deutliche Zunahme der Nutzung binnenländischer Habitats als Winterlebensraum. In den 1930er Jahren stammten bis auf zwei Ausnahmen alle Winter-WF von der Küste bzw. aus dem küstennahen Bereich. Die zunehmende Erschließung binnenländischer Überwinterungsgebiete ist be-

reits im Zeitraum 1950/51 bis 1979/80 festzustellen, d. h. vor dem Beginn des Wachstums des europäischen Kormoranbestandes. Sie ist somit offenbar nicht die Folge eines zusätzlichen Lebensraumbedarfes einer wachsenden Population.

Eine Verlagerung von Überwinterungsplätzen von der Küste in das Binnenland ist u. a. auch für Kroatien belegt. Nach Mikuska & Lakatoš (1977) überwinterten die Kormorane zu jener Zeit vor allem an der Adria. Insbesondere im Mündungsbereich des Neretva-Flusses waren sie in großer Zahl anzutreffen. In der Pannonischen Ebene fehlten Kormorane im Winter hingegen weitgehend. Heutzutage befinden sich die Hauptüberwinterungsgebiete vor allem in der Pannonischen Ebene an den Flüssen Donau, Drava und Sava sowie an Stauseen und Fischteichen, während die Adriaküste nur kleine Winterbestände beherbergt (Mikuska et al. unveröffentl.). Weiter südlich im damaligen Jugoslawien gab es allerdings schon in den 1970er Jahren bedeutende binnenländische Überwinterungsgebiete (z. B. Vardar-Fluss und große Seen in Mazedonien). Der küstennahe Skutari-See (Montenegro/Albanien) war in der Vergangenheit – und ist es auch gegenwärtig – ein bedeutender Winterrastplatz (Mikuska & Lakatoš 1977; INTERCAFE 2012).

Veränderungen des Zug- und Überwinterungsverhaltens wurden in jüngerer Zeit auch für andere Vogelarten festgestellt. Mingozi et al. (2013) untersuchten den Herbstzug des Kranichs *Grus grus* über Italien im Zeitraum 2001 bis 2007. Sie beschrieben eine neue, zuvor nicht existierende Zugroute über Norditalien sowie eine südliche Route über die Adria und Süditalien/Sizilien nach Nordafrika, die in jüngerer Zeit offenbar an Bedeutung gewonnen hat. Die Zugbewegungen auf beiden Zugrouten waren mit bestimmten Wetterlagen korreliert, deren Häufigkeit in den letzten 60 Jahren leicht, aber kontinuierlich zugenommen hat. Die Autoren folgern, dass die Zugroute über Norditalien, die den traditionellen westeuropäischen und den baltisch-ungarischen Zugweg verbindet, als Alternative für osteuropäische Kraniche anzusehen ist. Die Zunahme des Zuges über Italien steht dabei zweifelsohne auch im Zusammenhang mit dem Anwachsen der europäischen Kranichpopulation.

Grundlegende Veränderungen von Zugrouten im Zusammenhang mit Verschiebungen des Brutareals sind auch für den Kampfläufer *Philomachus pugnax* belegt. Als Ursache werden Verschlechterungen der Habitatbedingungen in den traditionellen Rastgebieten in den Niederlanden angesehen (Rakhimberdiev et al. 2011). Beispiele für Veränderungen der Zugphänologie im Kontext des Klimawandels geben Möller et al. (2010).

Ein Paradebeispiel für vergleichsweise schnelle Veränderungen des Zugverhaltens im Sinne von Verkürzungen der Zugwege und Veränderungen der Zugrichtungen liefert der Weißstorch *Ciconia ciconia* (u. a. Fiedler 1991; Bønløkke et al. 2006; Schulz 2009). So zieht ein großer

Teil der Westzieher Zentraleuropas mittlerweile nicht mehr bis nach Westafrika, sondern überwintert bereits auf der Iberischen Halbinsel (Schulz 2009). In Portugal stieg die Anzahl der überwinterten Weißstörche von 1.180 Ind. im Jahr 1995 auf über 10.000 im Jahr 2008 (University of Anglia 2013). In Spanien ist der Winterbestand zwischen 1995 und 2004/05 um mehr als 300 % angestiegen (Thomsen 2009). Die Ursachen dieser Veränderungen liegen offenbar in einem verbesserten Nahrungsangebot durch die Anlage von großen, offenen Mülldeponien und bewässerten Reisfeldern.

Dank

Unser Dank gilt insbesondere den Kollegen der Beringungszentralen, die uns freundlicherweise die in ihren Einrichtungen verfügbaren Beringungs- und WF-Daten zur Verfügung stellten, insbesondere Olaf Geiter (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“) und Wolfgang Fiedler (Vogelwarte Radolfzell).

Zusammenfassung

Für den Kormoran in den nordostdeutschen Brutgebieten (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt) liegt ein für den Ostseeraum einmaliger Ringfund-Datensatz vor, welcher die Analyse des Zugverhaltens über mehr als 80 Jahre ermöglicht. Die Beringungen begannen in den 1930er Jahren und wurden nach dem 2. Weltkrieg ab 1957 fortgesetzt. Sie erbrachten bis Oktober 2014 2.061 Wiederfunde (WF; Totfunde und Ringablesungen). Für die Analyse von Veränderungen im Zugverhalten wurden alle Ringfundmeldungen bzw. Ringablesungen zwischen dem 16. November und 15. Februar berücksichtigt (n = 287).

In den 1930er Jahren waren drei Zugwege unterscheidbar: Ein südöstlicher führt entlang der Adria bis nach Griechenland und in die Türkei. Ein südlicher führt über Italien bzw. Korsika und Sardinien nach Nordafrika (Tunesien, Algerien). Auf einem westlichen Zugweg gelangen Kormorane in westeuropäische Überwinterungsgebiete (Niederlande, Frankreich, Spanien, Portugal).

Der Anteil der Vögel, die den südöstlichen Zugweg nutzen, hat sich seit den 1980er Jahren kontinuierlich verringert. Inzwischen ist dieser Zugweg offensichtlich erloschen. Diese Entwicklung steht zeitlich im Zusammenhang mit dem Wachstum der europäischen Kormoranbestände und der Ausdehnung ihres Brutareals ab Beginn der 1980er Jahre. Wiederfunde von Kormoranen im Winter in Kroatien belegen, dass die gegenwärtig östlich der Adria überwinterten Vögel überwiegend aus dem östlichen und nördlichen Ostseeraum stammen, während WF aus dem südwestlichen Ostseeraum (Dänemark, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern) aus jüngerer Zeit fehlen.

Für den südlichen Zugweg ist eine Verkürzung der Zugdistanzen auffällig. Der Mittelpunkt der WF liegt aktuell 740 km weiter nördlich als in den 1930er Jahren. Aus Nordafrika liegen aus jüngerer Zeit nur noch wenige Rückmeldungen vor.

Die Rückmeldungen auf dem westlichen Zugweg streuen über ganz Westeuropa von der Mittelmeer- bis zur Atlantikküste. Die Vögel erreichen teilweise Südspanien, Portugal und

sogar Marokko. Für den Zeitraum von 1932/33 bis 2009/10 gibt es keine signifikanten Veränderungen der Zugweglänge. In jüngster Zeit haben jedoch sowohl die Zugweglänge als auch der Anteil der Vögel, die diesen Zugweg nutzen, zugenommen.

Ab den 1980er Jahren ist eine zunehmende Überwinterung im Nahbereich (<500 km um den mittleren Beringungsort der Ringfunde) festzustellen. Bis in die 1980er Jahre liegen aus diesem Entfernungsbereich nur sehr wenige Winter-WF vor, in den Zeitabschnitten nach 1999/00 wurde jeweils ca. ein Drittel der Vögel aus diesem Bereich zurückgemeldet. Kormorane, die im Nahbereich überwinteren, verbleiben jedoch überwiegend nicht in ihren Herkunftsgebieten, sondern ziehen in südwestliche Richtung ab.

Der Trend zur Überwinterung im Nahbereich korrespondiert zeitlich mit der Herausbildung von Winterbeständen des Kormorans an der Ostseeküste. Die im Ostseegebiet Mecklenburg-Vorpommerns überwinternden Vögel stammen überwiegend aus nördlicheren und nordöstlichen baltischen Brutgebieten (Dänemark, Schweden, Estland, Russland, Finnland).

Eine weitere auffällige Veränderung besteht in der Besetzung des Binnenlandes als Winterastgebiet. In den 1930er Jahren stammten WF aus den Wintermonaten fast ausschließlich von der Küste (94 %). Ab den 1980er Jahren liegt der Anteil von Rückmeldungen aus dem Binnenland deutlich über 50 %.

Literatur

- Bønlokke J, Madsen JJ, Thorup K, Pedersen KT, Bjerrum M & Rahbek C 2006: The Danish Bird Migration Atlas. Rhodos, Humlebæk: 98-104.
- Bregnballe T 1996: Udviklingen i bestanden af Mellemskarv i Nord- og Mellemeuropa 1960-1995. Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift 90: 15-20.
- Bregnballe T, Lynch J, Parz-Gollner R, Marion L, Volponi S, Paquet JY, Carss, DN & van Eerden, MR (Hrsg) 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 99. <http://dce2.au.dk/pub/SR99.pdf>. Letzter Zugriff: 13.04.2015.
- Feige KD 1980: Dialogorientiert programmierte Verfahrenssuche für die mathematisch-statistische Versuchsplanung und -auswertung, dargestellt am Beispiel der Analyse von zweidimensionalen Kontingenztafeln. Promotionsarbeit, Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin.
- Fiedler W 2001: Vorläufige Ergebnisse der gesamteuropäischen Ringfundanalyse zum Zugverhalten des Weißstorchs. In: Kaatz C & Kaatz M (Hrsg): 2. Jubiläumsband Weißstorch, 8. u. 9. Storchentag 1999/2000. Tagungsbandreihe des Storchenhofes Loburg (Staatliche Vogelschutzbehörde im Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt): 257-261.
- Frederiksen M & Bregnballe T 2000: Evidence for density-dependent survival in adult Cormorants from a combined analysis of recoveries and resightings. J Anim Ecol 69: 737-752.
- Heinicke T & Köppen U 2007: Kormoran *Phalacrocorax carbo*. In: Vogelzug in Ostdeutschland I/1. Berichte der Vogelwarte Hiddensee 18: 327-338.
- Herrendörfer G, Feige KD & Nürnberg G 1982: Robustheit von Tests für (2×2) - Kontingenztafeln. Probleme der angewandten Statistik 7: 90-122. AdL DDR, Berlin, Dummerstorf-Rostock.
- Herrmann C 2011: Der Kormoran *Phalacrocorax carbo sinensis* in Mecklenburg und Pommern vom ausgehenden 18. bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts. Vogelwelt 132: 1-16.
- Herrmann C 2012: Zur Situation des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* in Mecklenburg-Vorpommern und im südwestlichen Ostseeraum. Ornithol. Mitt. 64: 3-13.
- Herrmann C 2015: Kormoranbericht Mecklenburg-Vorpommern 2014. Arbeitsbericht des LUNG MV: http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/kormoranbericht_mv_2014.pdf. Letzter Zugriff: 27.04.2015.
- Herrmann C, Bregnballe T, Larsson K & Rattiste K 2014: Population development of Baltic bird species: Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). HELCOM Baltic Sea Environmental Fact Sheet 2014: <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/biodiversity/population-development-of-great-cormorant/>. Letzter Zugriff: 11.11.2014.
- INTERCAFE 2012: Cormorants and the European Environment. Exploring Cormorant ecology on a continental scale. COST Action 635 Final Report I. NERC Centre for Ecology & Hydrology, ISBN 978-1-906698-07-2. http://www.intercafeproject.net/pdf/Cormorants_and_the_European_Environment_web_version.pdf. Letzter Zugriff: 13.04.2015
- Kieckbusch JJ & Knief W 2007: Brutbestandsentwicklung des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Deutschland und Europa. In: Herzig F & Böhnke A (Bearb): Fachtagung Kormorane 2006. BfN-Skripten 2004: 28-47.
- Kieckbusch JJ, Knief W & Herrmann C 2010: Brutbestandsentwicklung des Kormorans in Deutschland. Falke, Sonderheft 2010: 4-9.
- Keller V & Müller C 2014: Status of the breeding population of Great Cormorants in Switzerland in 2012. In: Bregnballe T, Lynch J, Parz-Gollner R, Marion L, Volponi S, Paquet JY, Carss, DN, van Eerden MR (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: 214-217. <http://dce2.au.dk/pub/SR99.pdf>. Letzter Zugriff: 13.04.2015.
- Koop B & Kieckbusch JJ 2010: Kormoran. In: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume SH: Jahresbericht 2010 Jagd und Artenschutz: 113-115.
- Köppen U 2007: Saisonale Wanderungen und Ansiedlungsmuster des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* – eine Ringfundanalyse aus ostdeutscher Sicht. In: Herzig F & Böhnke A (Bearb): Fachtagung Kormorane 2006. BfN-Skripten 204: 165-191.
- Marion L 2003: Recent development of the breeding and wintering population of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in France – Preliminary results of the effects of a management plan of the species. Vogelwelt 124, Suppl.: 35-39.
- Martinková R & Musil P 2003: Current status of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* in Czech Republic: numbers, distribution and management plan. Vogelwelt 124, Suppl.: 41-47.

- Mikuska J & Lakatoš J 1977: Podaci o rasprostranjenju i ekologiji vranca velikog, *Phalacrocorax carbo* (L. 1758), u Jugoslaviji (Data on the distribution and ecology of the Cormorant, *Phalacrocorax carbo* (L. 1758), in Yugoslavia). *Larus* 29-30: 141-151.
- Mingozzi T, Storino P, Venuto G, Alessandria G, Arcamone E, Urso S, Ruggieri L, Massetti L & Massalo A 2013: Autumn migration of Common Cranes *Grus grus* through the Italian Peninsula: new vs. historical flyways and their meteorological correlates. *Acta Ornithologica* 48: 165-177.
- Møller AP, Fiedler W & Berthold P 2010: Effects of climate change on birds. Oxford University Press. Oxford.
- Rakhimberdiev E, Verkuil YI, Saveliev AA, Väisänen RA, Karagicheva J, Soloviev MY, Tomkovich PS & Piersma T 2011: A global population redistribution in a migrant shorebird detected with continent-wide qualitative breeding survey data. *Diversity Distrib.* 17: 144-151.
- Rasch D, Enderlein G & Herrendörfer G 1973: *Biometrie*. Berlin.
- Rusanen P & Gaginskaya A 2003: The Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* as a breeding species of the Leningrad Region, Russia. *Vogelwelt* 124, Suppl.: 77-78.
- Sachs L 1968: *Statistische Auswertungsmethoden*. Berlin, Heidelberg, New York.
- Samusenko I 2003: Recent development of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* breeding population in Belarus. *Vogelwelt* 124, Suppl.: 87-91.
- Schulz H 2009: Projektkonzept: Geändertes Zugverhalten der westziehenden Störche. In: Schulz H (Red): *Weißstorch - quo vadis?* - Tagungsband Internationale Weißstorchtagung, Radolfzell, 13. September 2008: 40-42. Gesellschaft Storch Schweiz, Selzach.
- Speek BJ & Speek G 1984: *Thieme's vogeltrekAtlas*. B.V.W.J. Thieme & Cie. Zuydam, The Netherlands.
- Siefke A & Berger W 1979: Zug und Winterquartier der Rügen-Strelasund-Population des Kormorans, *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Beitr. Vogelkd.* 25: 65-74.
- Stadie R 1934: Vom Zug der Rügensch Kormorane (*Phalacrocorax carbo sinensis*, Shaw & Nodder). *Mitt. Naturwiss. Verein Neuvorpommern Rügen* 61: 189-200.
- Stadie R 1939: Zug-Wege und -Ziele der deutschen und holländischen Kormorane (*Phalacrocorax carbo sinensis*, Shaw & Nodder). *Dohrniana* 18: 3-13.
- Thomsen KM 2009: Ergebnisse des VI. Internationalen Weißstorchzensus 2004/05 Ergebnisse und Konsequenzen. In: Schulz H (Red): *Weißstorch - quo vadis?* - Tagungsband Internationale Weißstorchtagung, Radolfzell, 13. September 2008: 8-12. Gesellschaft Storch Schweiz, Selzach.
- University of East Anglia 2013: Why have white storks stopped migrating?. *ScienceDaily*, 27 February 2013. <www.sciencedaily.com/releases/2013/02/130227085845.htm>. Letzter Zugriff: 27.04.2015
- van Eerden MR & Munsterman MJ 1986. Importance of the Mediterranean for wintering Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. In: MEDMARAVIS, Monbailliu X (Hrsg) *Mediterranean Marine Avifauna*, NATO Asi Series, Vol G12. Springer Verlag, Berlin: 123-141.