

Aus dem Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven, und dem Zoologischen Institut der Universität zu Köln, Lehrstuhl für Physiologische Ökologie

Nistplatzwahl und Bruterfolg der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Deichvorland. II. Hochwasser-Überflutung*

Nest site choice and breeding success of marsh nesting Common Terns (*Sterna hirundo*). II. Flooding*

Von Peter H. Becker und Andreas Anlauf

Key words: Common Tern (*Sterna hirundo*), tidal salt marsh, nest site choice, flooding, nest height, breeding success over six years, replacement clutches, resettling.

Zusammenfassung

BECKER, P. H., & A. ANLAUF (1988): Nistplatzwahl und Bruterfolg der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Deichvorland. II. Hochwasser-Überflutung. Ökol. Vögel 10: 45-58.

Auf dem Deichvorland des östlichen Jadebusens wurden von 1980 bis 1985 an bis zu 5 Kolonien der Flußseeschwalbe die Auswirkung von Hochwasser-Überflutung auf Nistplatzwahl und Bruterfolg untersucht. Die Höhenlagen der Nester sind von ihrer Lage auf dem Deichvorland abhängig (Abb. 1): Die höchstgelegenen Neststandorte befanden sich nahe der Grodenkante. Die Besiedlung unterschiedlich hoher Positionen war nicht mit dem Legebeginn korreliert. Nach Überflutungen und den dadurch bedingten Brutverlusten traten Verlagerungen von Neststandorten während der Brutzeit und in den darauffolgenden Jahren auf (Abb. 2). Bei der Neubesiedlung wurden höhergelegene kantennahe Bereiche des Deichvorlands bevorzugt (Abb. 2, 5).

Schlüpf- und Ausfliegerfolg korrelierten 1983 positiv mit der Höhenlage der Nester (3.3, Abb. 3). Während des Untersuchungszeitraums war Hochwasser der den Bruterfolg maßgeblich bestimmende Faktor (Tab. 1). Überflutungen traten nach 1978 in Zusammenhang mit höheren Windgeschwindigkeiten und mit den Jahren gestiegenem mittleren Tidehochwasserpegel häufiger auf als in den Jahren vorher (Abb. 6) und verhinderten das Erreichen eines bestandserhaltenden Bruterfolgs (Tab. 1). Von ca. 10-45% der Paare wurden 9-14 Tage nach den Überflutungsterminen Nachgelege begonnen (Abb. 4), die jedoch nicht oder nur minimal zum Bruterfolg beitrugen (3.4). Die für die Flußseeschwalben begrenzte Optimierbarkeit der Nest- und Koloniestandorte auf dem Deichvorland und mögliche Auswirkungen zukünftiger Überflutungen werden erörtert.

* Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Peter H. Becker, Institut für Vogelforschung, An der Vogelwarte 21, D-2940 Wilhelmshaven 15
Andreas Anlauf, Zoologisches Institut der Universität zu Köln, III. Lehrstuhl, Weyertal 119,
D-5000 Köln 41

Summary

BECKER, P. H., & A. ANLAUF (1988): Nest site choice and breeding success of marsh nesting Common Terns (*Sterna hirundo*). II. Flooding. Ecol. Birds 10: 45-58.

At 2-5 colony sites in the tidal salt marsh of Augutgroden (Jadebusen, West Germany) we studied the influence of high tide flooding on nest site choice and breeding success. The height of nests depends on their position on the salt marsh (fig. 1): The highest nest sites were near the outer edge of the salt marsh. The colonization of sites of different height didn't correlate with the time of clutch initiation. After flooding and losses of clutches or broods resettling occurred within the same season or in the following years (fig. 2). The Common Terns preferred as new colony sites the higher areas at the outer edge of the salt marsh (fig. 2, 5).

In 1983 hatching and fledging success was positively correlated with the height of nests (3.3, fig. 3). During the years of our study flooding was the decisive factor for breeding success (table 1) which was not sufficient to maintain the breeding population. During the years after 1978 tidal flood disasters occurred more often than before (fig. 6); they were associated with greater wind forces and higher mean high tide levels. About 10 to 45 percent of the breeding pairs laid new clutches 9-14 days after flooding (fig. 4). These however contributed little or nothing towards breeding success (3.3). The limited scope for Common Terns to optimize their nest or colony sites in the salt marsh and the possible consequences of further flooding are discussed (see part I, too, BECKER & ANLAUF 1988a).

1. Einleitung

Das Deichvorland an der deutschen Nordseeküste bietet Flußseeschwalben die Gelegenheit, in der Nähe umfangreicher und im Vergleich zu Wattenmeerinseln witterungsunabhängig verfügbarer Nahrungsressourcen zu brüten (BECKER, FRANK & WALTER 1987, BECKER, FINCK & ANLAUF 1985) und zur Bildung der Brutkolonien ein großes Raumangebot nutzen zu können. Die Qualität eines Neststandorts innerhalb der Kolonie ist dabei von großer Bedeutung für den Bruterfolg. So wirkt sich die Nachbardichte an der Festlandsküste mit der erleichterten Zugänglichkeit der Nester für Predatoren besonders auf den Bruterfolg aus (Teil I, BECKER & ANLAUF 1988a). Eine wesentliche Bedeutung als Gefährdungsfaktor hat aber auch die gelegentliche Überflutung des Deichvorlandes. Hochwasser gefährdet Eier und Küken von Flußseeschwalben und anderen Seevögeln auf flachen Inseln und Küstenabschnitten, der Bruterfolg ganzer Kolonien kann erheblich beeinträchtigt sein (GREENHALGH 1974, BURGER & LESSER 1978, 1979, ERWIN & SMITH 1985). Infolge der Beeinträchtigungen kann Hochwasser auch Fluchtreaktionen von tradierten Brutstandorten verursachen (BURGER & SHISLER 1980). Die Auswirkungen solcher Überflutungen auf die Nistplatzwahl und den Bruterfolg der Flußseeschwalben im Deichvorland Augutgroden am Jadebusen stehen im Mittelpunkt dieser Arbeit.

2. Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Auf dem bis zu 600 m breiten Deichvorland am Jadebusen bei Augutgroden (53.28 N, 08.20 E) wurden von 1980-1985 bis zu 5 Kolonien der Flußseeschwalbe untersucht (näheres s. Teil I. BECKER & ANLAUF 1988a: 2.1 und Abb. 1). Das durch eine einmalige sommerliche Mahd bewirtschaftete Gebiet liegt 2,2 bis 2,4 m über NN und damit ca. 0,6 m über MTHW. Bei Überflutung stehen deichnahe Bereiche zuerst und länger unter Wasser als die höhergelegenen ufernahen Zonen.

Alle Neststandorte wurden während der Brutzeit 1982-1985 markiert und nach der Brutzeit mit einem Nivelliergerät »Zeiss Ni 2« eingemessen. Die Höhenlage eines jeden Nests wurde mit einer Genauigkeit von ± 1 mm ermittelt. Da kein ortsfester Feldmeßpunkt zur Ermittlung der Bodenhöhen über NN zur Verfügung stand, wurden alle Nesthöhen auf das höchstgelegene Nest bezogen, dessen Höhe = 0 gesetzt wurde. Bei den angegebenen Nesthöhen handelt es sich immer um Differenzhöhen zum höchsten Nest. Durch festangebrachte und ebenfalls eingemessene Markierungen am Deichfuß konnten die Höhen der einzelnen Kolonien eines Jahres und die Höhenwerte verschiedener Jahre miteinander verglichen werden. Mit Pfahlmarkierungen am Deichfuß wurden auch die höchsten Wasserstände von überflutenden Hochwassern markiert und eingemessen. Ein Kontrollabgleich der Hochwasserwerte erfolgte mit Wasserstand-Pegelwerten des Wasser- und Schiffsamts Wilhelmshaven (Pegel Alter Vorhafen). Diese Pegelwerte liegen auch der Berechnung der Hochwasserstände für die Jahre 1958 bis 1985 zugrunde. Aus den ebenfalls auf Grundlage der Nivellierung erstellten Koloniekarten war die Lage der einzelnen Nester auf dem Deichvorland ersichtlich (s. BECKER & ANLAUF 1988a). Die Daten zur Windgeschwindigkeit erhielten wir vom Deutschen Wetterdienst (Station Cuxhaven). Die Ermittlung des Bruterfolgs durch zweitägige Kontrollgänge und Einzäunungen von Nestern und Nestgruppen sowie die Definitionen von Schlüpf- und Bruterfolg sind in Teil I ausführlich beschrieben (s. BECKER & ANLAUF 1988a). Statistische Verfahren richteten sich nach SACHS (1978).

Danksagungen s. Teil I (BECKER & ANLAUF 1988a).

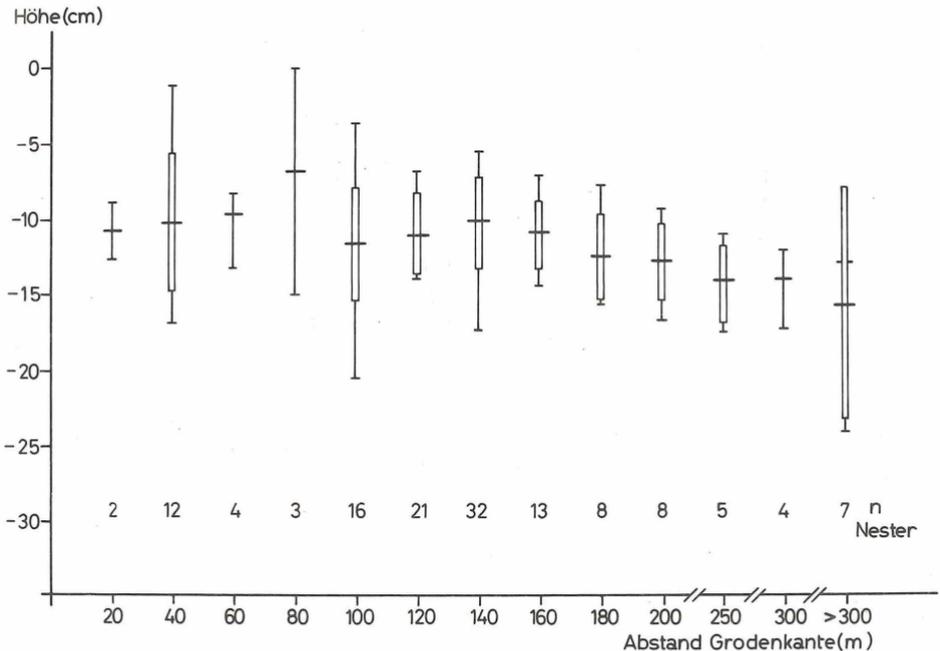


Abb. 1. Abhängigkeit der Nesthöhe in Bezug zum höchsten Nest vom Abstand der wattseitigen Abbruchkante des Deichvorlands (Grodenkante) in der Kolonie NI 1982 ($r = -0,478$, $n = 136$, $p < 0,001$). \bar{x} = Querstrich, s = Säule, R = vertikaler Strich. Abstandsklassen: 0-20 m, 21-40 m, ... vgl. Abb. 2 und 4 in BECKER & ANLAUF (1988a).

Fig. 1. Height (relative to the highest nest = 0) and distance of nests from the Wadden Sea edge of the Augustgroden saltings (colony NI 1982; $r = -0,478$, $n = 136$, $p < 0,001$). \bar{x} = horizontal line, sd = bar, R = vertical line. Distance groups = 0-20 m, 21-40 m, ... cf. fig. 2 and 4 in BECKER & ANLAUF (1988a).

3. Ergebnisse

3.1 Lage und Höhe der Nester im Deichvorland

Flußseeschwalben brüten auf dem Außengroden in aggregierten Verbänden, aber auch in vereinzelt Gruppen oder Paaren (s. Teil I, BECKER & ANLAUF 1988a). Unter den beobachteten Kolonien hatte NI 1982 die größte Ausdehnung und war weit über den Groden verteilt (s. Abb. 2 und Abb. 1, 4 in BECKER & ANLAUF 1988a). An den Nesthöhen dieser Kolonie ist aufzeigbar, daß die Höhenlage der Nester von ihrer Entfernung zur wattseitigen Kante des Deichvorlands abhängt (Abb. 1): Mit zunehmendem Abstand von der Grodenkante sinken die Nesthöhen signifikant ab. Die kantenfernen, niedrigen Standorte wurden aber nicht erst von spät legenden Brutpaaren genutzt (vgl. Abb. 4 in BECKER & ANLAUF 1988a), was auch für den Standort SI galt. Demensprechend ergab sich keine Abhängigkeit der Nesthöhen vom Legebeginn (Kolonien NI und SI, $r = 0,059$, $n = 157$). In den Folgejahren siedelten die Flußseeschwalben hauptsächlich an den kantennahen, höher liegenden Standorten des Deichvorlands (s. Abb. 2 und 5).

3.2 Bruterfolg in Abhängigkeit von der Nesthöhe

In den Jahren 1981, 1983 und 1984 wurden die Koloniestandorte während der Brutzeit von Springtiden überspült. In diesen Jahren fielen die Überflutungen so drastisch aus, daß so gut wie kein Bruterfolg erzielt wurde (Tab. 1). So stand im Jahre 1984 das Wasser mit mehr als 20 cm über dem höchsten Nest (Abb. 5). Eine Prüfung der Abhängigkeit des Bruterfolgs von der Nesthöhe war nur für die Kolonie NI im Jahre 1983 möglich. In dieser Kolonie betrug die Höhendifferenz vom höchsten zum niedrigsten Nest immerhin mehr als 40 cm, und die höchsten Nestpositionen wurden im Gegensatz zu den südlichen Kolonien nicht vom Hochwasser überspült (Abb. 5).

Um die Auswirkungen anderer Faktoren zu eliminieren, insbesondere Predation und Nestdichte (BECKER & ANLAUF 1988a), prüften wir den Einfluß der Nesthöhe auf den Schlüpferfolg nur bei solchen Gelegen, die zum Zeitpunkt der Überflutung noch bebrütet waren. Nester ohne Hochwasserverluste lagen um durchschnittlich 4,8 cm höher als solche mit Verlusten ($-14,2 \pm 6,3$ cm unter dem höchsten Nest, $n = 33$; $-19,0 \pm 5,3$ cm, $n = 16$; $p < 0,01$, U-Test). Auch der Ausfliegeerfolg stieg mit zunehmender Nesthöhe an (Abb. 3).

3.3 Bruterfolg und Hochwasser 1980-1985

Wie hat sich der Einfluß der Überflutungen langfristig auf den Bruterfolg ausgewirkt? Aufschluß gibt Tab. 1: Nur 1980 und 1982, als geringe Hochwasserstände und -verluste verzeichnet wurden (vgl. Abb. 6), lag der Bruterfolg durchschnittlich über einem flüggen Küken pro Gelege. In den drei Jahren 1981, 1983 und 1984 mit den höchsten Pegelsummen hingegen (Abb. 6) flogen im Schnitt nur 0-0,2 Küken je Gelege aus. Das Jahr 1985 nahm eine Mittelstellung ein.

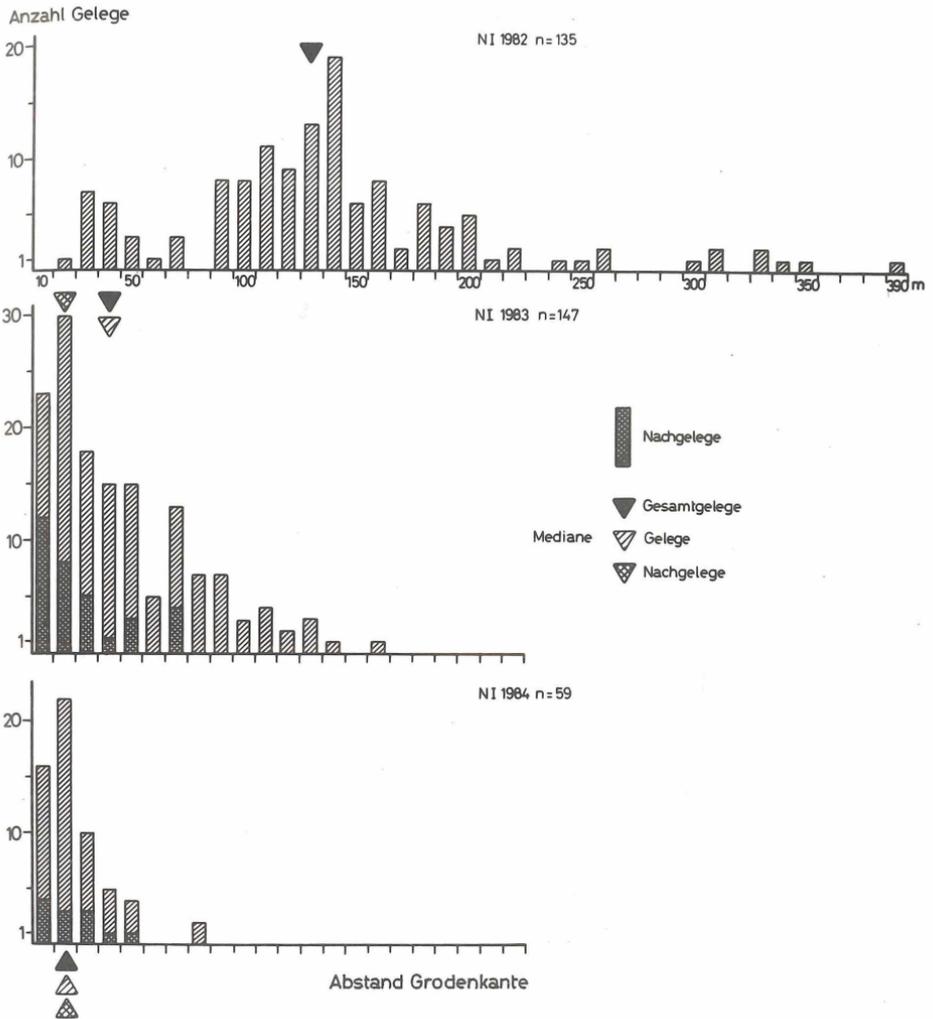


Abb. 2. Anzahl der Gelege und Nachgelege nach Hochwasserüberflutung am Standort NI 1982-1984 in Abhängigkeit vom Abstand von der Grodenkante. Die Kolonie verlagerte ihren Nistbereich mehr und mehr an den Kantenbereich des Deichvorlands. 1983 wurden die Nachgelege näher am Ufer angelegt als die Gelege. Vgl. Abb. 2 und 4 in BECKER & ANLAUF (1988a).

Fig. 2. Frequency of clutches dependent on the distance from the outer edge of the Augustgroden salt marsh at the colony site NI 1982-1984. Medians of clutches (»Gelege«), of replacement clutches after flooding (»Nachgelege«) and of their sum (»Gesamtgelege«) are indicated. The colony shifted its nesting site gradually in the direction of the salt marsh edge. In 1983 late clutches after flooding were laid nearer to the edge than earlier clutches (Cf. fig. 2 and 4 in BECKER & ANLAUF 1988a).

Demzufolge war in 3 der 6 Untersuchungsjahre Hochwasser der hauptsächliche Verlustfaktor für Flußseeschwalben-Bruten. Da die Überflutungstermine in der 2. Junihälfte lagen, kamen insbesondere ältere Küken um (nur 0-24% der Hochwasserverluste betrafen Eier). Im Durchschnitt der 6 Jahre lagen die Hochwasserverluste

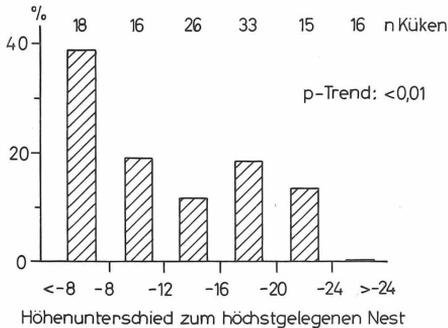


Abb. 3. Ausfliegeerfolg (flügel Küken/geschlüpfte Küken) in Abhängigkeit von der Nesthöhe in Kolonie NI 1983 (Differenz zum höchstgelegenen Nest in cm).

Fig. 3. Fledging success fledged chicks, ≥ 18 d, as a percentage of hatched chicks) dependent on the height of nests (relative to the highest nest in cm) in colony NI 1983.

luste mit 31% in gleicher Größenordnung wie die »sonstigen Verluste« mit 32%, die hauptsächlich Kükenverluste umfassen und durch Witterung und Ernährungssituation bedingt sind (vgl. BECKER & FINCK 1985). Dagegen entfielen auf Predatoren nur durchschnittlich 16% der Verluste (vgl. Teil I, BECKER & ANLAUF 1988a).

Tab. 1. Der Bruterfolg der Flußseeschwalbe im Deichvorland Augustgroden 1980-1985 und Aufgliederung der Verluste an Eiern und Küken, bezogen auf die Anzahl der Eier. »Sonstige Verluste« umfassen hauptsächlich Einflüsse von Witterung und Ernährungssituation. Nachgelege nach Hochwasserüberflutung gingen nicht in die Tab. ein (s. 3.4).

Table 1. The breeding success of Common Terns of the salt marsh Augustgroden 1980-1985. From left to right: year — no. of clutches studied — eggs — hatching success — fledging success — fledged (≥ 18 d) chicks per nest — egg and chick losses (% of eggs): flooding/predation/other causes (mainly weather and food situation). New clutches after high water flooding are not included (see 3.4).

Jahr	untersuchte Gelege	Eier	Schlüf- erfolg	Ausfliege- erfolg	flügel Küken pro Nest	Verluste (% der Eier)			Σ
						Hoch- wasser	Raub	sonstige	
1980	16	37	76%	82%	1,5	11	0	30	41
1981	21	62	79%	0%	0,0	56	10	34	100
1982	49	138	91%	42%	1,1	8	16	38	62
1983	196	451	52%	10%	0,1	38	37	19	94
1984	146	342	68%	8%	0,2	57	12	26	95
1985	143	400	79%	20%	0,6	14	23	47	84

3.4 Nachgelege nach Überflutung

Während in Jahren ohne Hochwassereinwirkung nur vereinzelt Spätgelege auftraten (so 1982, s. Abb. 4), setzte in durch Hochwasserverluste gekennzeichneten Jahren eine verstärkte Nachlegetätigkeit ein, insbesondere an den beiden nördlichen Koloniestandorten (Abb. 4). 1985 dezimierten zeitgleich mit den durch Springtiden

bedingten Ausfällen widrige Witterungsverhältnisse die Zahl der Bruten. In diesem Jahr machten die Nachgelege 38% an den Gesamtgelegen am Standort NI aus (22% und 21% 1983 und 1984), was mit dem frühen Termin der Überflutung zusammenzuhängen schien (vgl. mit 1984; 1983 hatten durch Predation bedingt viele Paare

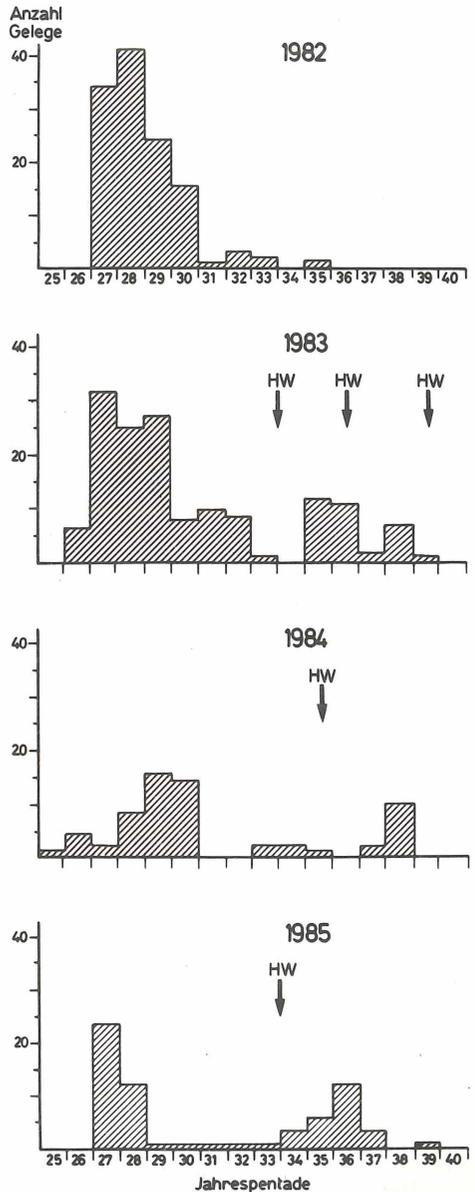


Abb. 4. Anzahl begonnener Gelege über der Jahreszeit (Pentaden) während der Jahre 1982-1985 am Standort NI. Außerdem sind die Termine der Überflutungen eingetragen (HW). 1982 trat keine Überflutung auf. Details s. Text.
 Fig. 4. Frequency of clutch initiation during the breeding seasons 1982-1985 at colony site NI in connection with high water flooding (HW). In 1982 no flooding disasters occurred. Pentades of the breeding season (= five-day periods: »Jahrespentade«): pentad 25: 1-5 May, ..., pentad 40: 15-19 July. For further details see text, 3.4.

bereits früher Zweitgelege gezeitigt; vgl. Teil I, BECKER & ANLAUF 1988a). Betrachten wir alle Kolonien im Deichvorland Augustgroden, dann legten 1981 ca. 33% (7 Nachgelege, vgl. Tab. 1), 1983 ca. 27% (41 Nachgelege, ausgehend von etwa 150 Brutpaaren), 1984 ca. 10% (15 Nachgelege) und 1985 ca. 45% (65 Nachgelege) der Brutpaare nach Hochwasser ein Folgegelege ab. Die Maxima der Nachlegetätigkeit traten 9-14 Tage nach dem jeweiligen Überflutungstermin auf (1983: 9 Tage nach erstem HW 6 Gelege; 10 Tage nach zweitem HW 6 Gelege; 1984: 14 Tage, 4 Gelege; 1985: 11 Tage, 6 Gelege).

Alein 1983 konnte der Bruterfolg durch die Nachgelege gesteigert werden, allerdings nur minimal (vgl. mit Tab. 1: 41 Nachgelege, 77 Eier, Schlüpferfolg 26%, Ausfliegeerfolg 25%, 0,1 flüggel Küken pro Nachgelege). In den Jahren 1981 und 1983 bis 1985 wurden die Nachgelege erneut überflutet, in den beiden letztgenannten Jahren im Vergleich zu den Erstgelegen auch verstärkt ausgeraubt.

3.5 Verlagerung der Neststandorte

Da die beobachteten Flußseeschwalben nicht individuell markiert waren, konnten wir Nistplatzverlagerungen nicht einzelnen Paaren zuordnen. Wohl aber war es möglich, die Aufgabe bestimmter Nestpositionen innerhalb der Kolonien und die Lage neubegonnener Gelege, z. B. nach Hochwasserverlusten, miteinander zu vergleichen.

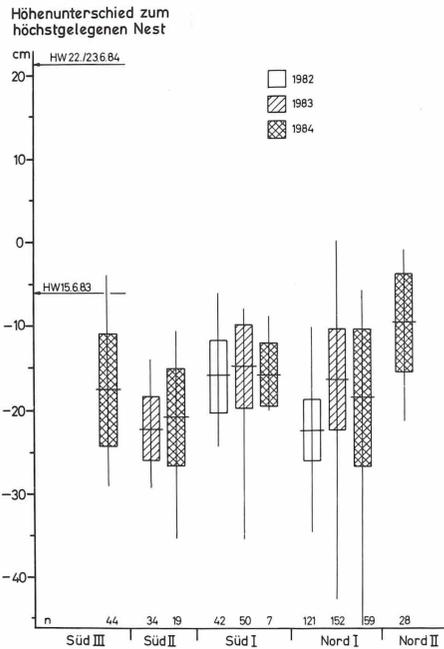


Abb. 5. Höhenlagen der Flußseeschwalbenkolonien im Deichvorland Augustgroden 1982-1984, bezogen auf das höchste Nest (Nord I 1983; \bar{x} , s und R wie in Abb. 1, n = Anzahl Gelege). Im Durchschnitt liegt der Außengroden 2,2 m über NN (ca. 0,6 m über MTHW). 1982 und 1983 wurden nur die Koloniebereiche Süd I und Nord I, 1983 außerdem Süd II untersucht. Die Bereiche Nord II und Süd III wurden 1984 neu besiedelt. Eingezeichnet sind die Hochwasserstände der Jahre 1983 und 1984. Vgl. Abb. 1 in BECKER & ANLAUF (1988a).

Fig. 5. Nest-height at five Common Tern colony-sites of the Augustgroden salt marsh in 1982-1984 (see fig. 1 in BECKER & ANLAUF 1988a), relative to the highest nest in NI 1983 (n = number of clutches; \bar{x} , sd, R as in fig. 1). On an average the salt marsh is situated 2,2 m above mean sea level (about 0,6 m above mean high water level). The levels of tidal flooding in 1983 and 1984 are indicated. Only colony sites Süd I and Nord I were used in 1982-1984; in 1983 Süd II was used in addition. It was not until 1984 that the sites Nord II and Süd III were chosen as nesting areas.

In Kolonie NI kam es 1983 nach Predations- und Witterungsverlusten (s. BECKER & ANLAUF 1988a) zu einer näher an der Grodenkante erfolgenden Besiedlung als 1982 (Abb. 2). Des weiteren traten nach der Hochwasserüberflutung in der gleichen Brutsaison neubegonnene Gelege am kantennahen Bereich konzentriert auf (Abb. 2). Die Flußseeschwalben wählten also für ihre Folgegelege nach den Hochwasserverlusten die höchstgelegenen Zonen des Grodens aus, wobei sie die Kolonie auf die südlich anschließenden Parzellen 83 und 84 ausdehnten (vgl. Abb. 4 in BECKER & ANLAUF 1988a).

Im darauffolgenden Jahr 1984 wählte die gesamte Kolonie die kantennahen Zonen als Brutgebiet aus (Abb. 2), wobei sich das Brutgebiet in NI und NII spaltete. Dabei nutzten die Flußseeschwalben in NII nochmals deutlich höhere Bereiche des Deichvorlands als 1983 in NI (vgl. Abb. 5). Selbst an den ohnehin schon kantennah liegenden südlichen Koloniestandorten kam es nach dem durch Hochwasser beeinträchtigten Brutjahr 1983 zu einer Ansiedlung am höher liegenden Standort SIII (Abb. 5) und zu einem merklichen Rückgang der Kolonien SI und SII, die 1983 bedingt durch Hochwasser nur geringen Brutерfolg hatten (s. Tab. 1, 3.4).

3.6 Entwicklung der Hochwasserstände seit 1958

Aufgrund der beträchtlichen Hochwasserverluste in den Untersuchungsjahren stellt sich die Frage, ob in früheren Jahren ähnlich hohe Verluste auftraten. Um dem nachzugehen, haben wir die Pegelwerte, die die Höhe des Deichvorlands mit 2,2 m über NN überstiegen, seit 1958 für die Brutzeitmonate aufsummiert (Abb. 6). Erst seit 1978 traten demnach Brut-gefährdende Hochwasser gehäuft auf, während sie vorher eine Ausnahme darstellten (1960, 1962 und 1970).

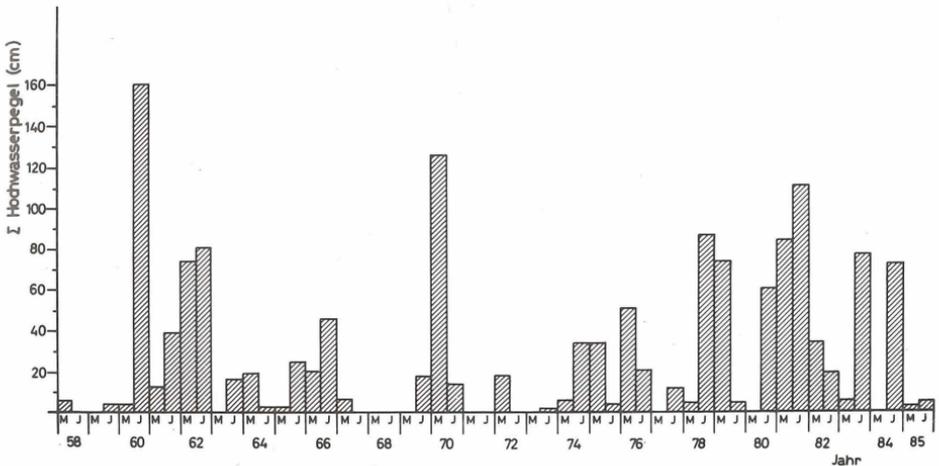


Abb. 6. Summierte Hochwasserstände, die die durchschnittliche Höhe des Deichvorlands (2,2 m) übertrafen, während der Monate Mai (M) und Juni (J) der Jahre 1958-1985.

Fig. 6. Grossed levels of tides higher than 2.2 m above sea level (the height of the Augustgroden salt marsh) during May (M) and June (J) of 1958-1985.

Welche Ursachen könnten zu dieser Steigerung der Überflutungshäufigkeit geführt haben? Der Meeresspiegelanstieg (z. B. VEENSTRA 1980) bedingt eine Erhöhung der Sturmfluthöchststände. Auch im Jadebusen läßt sich der Meeresspiegelanstieg feststellen: Das Tidehochwasser übertraf nach Auskunft des Wasser- und Schiffsahrtsamtes Wilhelmshaven zwischen 1958 und 1983 jährlich zweimal mehr die Pegelmarke von 2,0 m, und für die MTHW-Pegelstände wurde ein Anstieg um ca. 27 cm pro einhundert Jahre errechnet (Daten von 1954-1986 am Pegel Wilhelmshaven).

Die Hochwasserpegel (Abb. 5) korrelierten außerdem positiv mit den durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten im Juni, die bevorzugt aus westlichen Richtungen kommen ($r = 0,44$, $p < 0,05$, 1958-1984, $n = 27$; Mai: $r = 0,03$, n. s.; nach Daten des Deutschen Wetterdienstes, Station Cuxhaven). Die zunehmende Überflutungshäufigkeit in den vergangenen Jahren könnte also auch auf mit den Jahren gesteigerte Windgeschwindigkeiten zurückzuführen sein. Von 1950-1984 jedoch nahmen die durchschnittlichen Windstärken (in Beaufort) für den Monat Mai ab ($p < 0,01$) und veränderten sich, für den Monat Juni betrachtet, nicht gesichert.

3.7 Rettung von Küken vor Hochwasser

Lassen sich der Bruterfolg und damit langfristig die Bestandssituation im Deichvorland durch Artenschutzmaßnahmen verbessern? Im Jahre 1983 gelang uns aus Kolonie SII die Rettung von 26 Küken, die ansonsten im Hochwasser umgekommen wären (s. 3.3). Der Erfolg der Maßnahme wurde dadurch begünstigt, daß wir wegen der Einzäunungen den Standort und die Nestzugehörigkeit der beringten Jungvögel kannten. Nach dem Abflauen des Hochwassers und dem Wiederaussetzen der Küken an ihre Neststandorte nahmen die Altvögel ihre Jungen sogleich wieder an. Durch die Rettungsmaßnahme kamen in Kolonie SII 0,6 Küken/Gelege zum Ausfliegen (vgl. mit Tab. 1), insgesamt allerdings wurde 1983 der Ausfliegeerfolg im Deichvorland nur geringfügig um 9% auf 19% gesteigert (um 0,1 Küken/Gelege). 1984 lief das Hochwasser bereits in den frühen Morgenstunden sehr hoch auf, so daß Rettungsmaßnahmen nicht mehr rechtzeitig eingeleitet werden konnten. Wegen der Unvorhersehbarkeit von Zeit und Höhe der Überflutung sind solche Aktionen kaum vorzuplanen und lassen sich aufgrund des Aufwands an Zeit und Helfern schwerlich in mehr als einer Kolonie mit Erfolg verwirklichen. Da es noch höher auflaufende Folgefluten geben kann, möglicherweise nachts, und da außerdem der Aufenthalt im Deichvorland bei Hochwasser nicht ungefährlich ist, erscheinen uns derartige Rettungsmaßnahmen als sinnvoller Artenschutz nicht empfehlenswert zu sein.

4. Diskussion

Für den Fortbestand von Kolonien der Flußseeschwalbe sind interne Strukturen und äußere Faktoren von entscheidender Bedeutung. Unter interner Struktur verstehen wir dabei die Dichte und Alterszusammensetzung von Kolonien sowie die sich daraus ableitenden zeitlichen und räumlichen Muster der Nistplatzwahl

und der Eiablage (s. COULSON & HOROBIN 1976, VEEN 1977, NISBET et al. 1984). Als äußere Faktoren können die Beschaffenheit des Bruthabitats und seine Stabilität, die Ernährungs- und Witterungssituation sowie der Predationsdruck eine Rolle spielen. Das Deichvorland als Bruthabitat für Flußseeschwalben zeichnet sich durch die Vorteile der räumlich nur wenig eingeschränkten Nistmöglichkeiten und einer günstigen Ernährungssituation aus (BECKER et al. 1985, BECKER, FRANK & WALTER 1987), denen die Nachteile der Hochwassergefährdung und der leichten Zugänglichkeit für Raubsäuger als Predatoren entgegenstehen (s. Teil I, BECKER & ANLAUF 1988a).

Für die Wahl eines Nest- bzw. Koloniestandorts auf dem Deichvorland kommt dem Hochwasser als Faktor eine besondere Rolle zu. Überflutung beeinflusst den Bruterfolg von Vögeln, die auf flachen Inseln oder Küstenabschnitten brüten (z. B. GROßKOPF 1968, GREENHALGH 1974, MONTEVECCHI 1978, BURGER & SHISLER 1980, BURGER 1982, ERWIN & SMITH 1985). Solche Bruthabitate sind instabil und können bei Brutverlusten Flußseeschwalben und andere Vogelarten zu Umsiedlung veranlassen. MCNICHOLL (1975) beschreibt die verminderte Nistplatztreue von Lariden in derartigen instabilen Habitaten und betont die bei fakultativen Koloniebrütern durch Gruppenbildung begünstigte Pionierbesiedlung. Solche Umsiedlungen, die auch durch Predation (BURGER 1982, Kolonie NI 1983) oder anthropogene Störungen (BURGER & LESSER 1978, SAFINA & BURGER 1983) hervorgerufen werden, können in der Aufgabe von Bruthabitaten resultieren. Auch im Augustgroden war Hochwasser als Ursache für Neststandortverlagerungen markant. Dabei zeigte es sich, daß die Flußseeschwalben nach Hochwasserverlusten als neue Standorte bevorzugt höherliegende Stellen aufsuchten (3.5, Abb. 2, 5). Weitere Faktoren, die Anlaß für die beobachteten Umsiedlungen gewesen sein können, diskutierten wir in Teil I (Verlagerung der Lachmöwenkolonie, Predation, Grodenübernässung; (s. BECKER & ANLAUF 1988a).

Umsiedlungen von Kolonien oder Gruppen von Brutpaaren sind als Folgeeffekt nach Verlust der Brut zu betrachten. Als primäre Effekte des Hochwassers werden Eier oder Gelege verschwemmt, ertrinken Küken oder verklammen und sterben an Unterkühlung. Dabei kann das Alter des Kükens von Bedeutung sein: Junge Küken bis zum Alter von 3 Tagen besitzen keine ausgeprägte Thermoregulation (LE CROY & COLLINS 1972) und brauchen während der ersten Lebenswoche die Huderwärme der Altvögel. Sie sind also am ehesten gefährdet, wenn sie ungünstigen Witterungsbedingungen (s. a. BECKER & FINCK 1985) oder einer Überflutung ausgesetzt sind. Die Höhenlage eines Nestes hat einen direkten Einfluß auf die Höhe des überstehenden Wasserstandes und auf die Zeitdauer, die eine Brut dem Wasser ausgesetzt ist. So vernichteten sturmflutartige, sehr hohe Überschwemmungen 1981 und 1984 im Augustgroden fast alle Bruten (vgl. GROßKOPF 1968, GREENHALGH 1974, BURGER & LESSER 1978, BURGER & SHISLER 1980, ERWIN & SMITH 1985).

Höhergelegene Nester haben aber durchaus Vorteile, wenn das Wasser nicht den gesamten Nisthöhenbereich übersteigt, wie für die Kolonie NI 1983 gezeigt werden konnte (3.2, Abb. 3): Schlüpf- und Ausfliegerfolg waren signifikant positiv mit der Nesthöhe korreliert. Eine im Deichvorland weniger wichtige Komponente für den Bruterfolg in Abhängigkeit von Überflutung waren die Vegetation am Nest und das

Nestmaterial, die bei Flußseeschwalben-Kolonien auf den Salzwiesen von Inseln in New Jersey (BURGER & LESSER 1978, BURGER 1979) und bei Aztekenmöwen (*Larus atricilla*, MONTEVECCHI 1978, BURGER & SHISLER 1980) eine Rolle spielten.

Mit zunehmendem Alter optimieren Lariden ihren Neststandort, beginnen früher mit der Eiablage und steigern ihren Bruterfolg (RYDER 1980, Seeschwalben: NISBET et al. 1984). Ein Zusammenhang der Nesthöhe mit dem Zeitpunkt der Eiablage und damit ein Hinweis auf die Altersabhängigkeit der Wahl der Nesthöhe (s. NISBET et al. 1984) ergab sich im Deichvorland nicht: 1982 wurden auch die deichnäheren niedrig liegenden Positionen früh besetzt (s. 3.1 und BECKER & ANLAUF 1988a). Die Frage nach dem Alter der im Anschluß an die Hochwasser nachlegenden Paare kann wegen fehlender Individualmarkierung nicht beantwortet werden.

Obwohl die Überflutungen die meisten Paare spät in der Brutperiode, nämlich während der zweiten Hälfte der Kükenaufzuchtphase, trafen, legten viele Brutpaare ein Folgegelege ab. Allerdings leisteten die Nachgelege nur 1983 einen, wenn auch geringen, Beitrag zum Bruterfolg (s. 3.4), was typisch für Lariden ist (Flußseeschwalbe: MORRIS et al. 1976, NISBET & WELTON 1984). Immerhin gelang es einigen Brutpaaren durch das Nachgelege, überhaupt Jungvögel erfolgreich aufzuziehen. In diesem Zusammenhang könnte der durch die günstige Ernährungssituation bedingte frühzeitliche Legebeginn von Flußseeschwalbenkolonien im Deichvorland im Vergleich zu Kolonien auf Wattenmeerinseln (s. BECKER et al. 1985) hinsichtlich der Überflutungsverluste adaptiv sein, indem die Zeitspanne für die Brutsaison verlängert wird. Infolge dessen nähmen die Potenz nachzulegen und die Chancen zu, eine Zweitbrut mit Ausfliegerfolg zu beenden. HAYS (1984) beschrieb sogar den Fall, daß ein Flußseeschwalbenpaar innerhalb einer Brutsaison zwei Bruten erfolgreich abschloß (vgl. WIGGINS et al. 1984). Die Zeitspanne vom Verlust der Brut durch Überflutung bis zur Ablage des Nachgeleges betrug bei den meisten Nestern 9-14 Tage entsprechend den Angaben von HAYS (1984), wonach mindestens 9 Tage bis zur Ablage des ersten Eis des Folgegeleges vergehen.

Der Bruterfolg war in drei der sechs Untersuchungsjahre stark durch Hochwasser beeinträchtigt (3.3), so daß die für die Bestandserhaltung der Flußseeschwalbe erforderliche Zahl von durchschnittlich etwa einem flüggen Küken pro Paar und Jahr (NISBET 1978, DICOSTANZO 1980) im Deichvorland Augustgroden nicht erreicht wurde (vgl. GREENHALGH 1974, BURGER & LESSER 1978, 1979, ERWIN & SMITH 1985). Im Vergleich mit dem Überflutungsfaktor spielten Predatoren für den Bruterfolg während des Untersuchungszeitraums nur eine untergeordnete Rolle (vgl. Teil I, BECKER & ANLAUF 1988a). Aus den Hochwasserpegelwerten der Jahre nach 1958 läßt sich allerdings ablesen, daß eine derart häufige Gefährdung der Flußseeschwalbenkolonien durch Hochwasser erst seit 1978 eingetreten ist. In den vorhergehenden Jahren waren Überflutungen selten und das Deichvorland bot angesichts der Vorteile (s. o.) ein gutes Bruthabitat. Bestandsabnahmen als Folge der Hochwasserverluste zeigten die Flußseeschwalben im Außengroden des Jadebusens bisher jedoch nicht, sie optimierten vielmehr ihre Brutstrategie durch die beschriebenen Umsiedlungen an die kantennahen und damit höchsten Stellen des Deichvorlands. Weitere dramatische Brutverluste durch Hochwasser sollten aber langfristig zur Aufgabe der Nistplätze im Deichvorland und zu Bestandsrückgängen führen, da eine weitere Steigerung der Nesthöhen nicht mehr möglich ist.

Literatur

- ANDERSSON, M., F. GÖTMARK, & C. G. WIKLUND (1981): Food information in the Black-headed Gull, *Larus ridibundus*. Behav. Ecol. Sociobiol. 9: 199-202. — AUSTIN, O. L. (1949): Site tenacity, a behaviour trait of the Common Tern (*Sterna hirundo* Linn.). Bird-Banding 20: 1-39. — BECKER, P. H. (1984): Wie richtet eine Flußseeschwalbenkolonie (*Sterna hirundo*) ihr Abwehrverhalten auf den Feinddruck durch Silbermöwen (*Larus argentatus*) ein? Z. Tierpsychol. 66: 265-288. — BECKER, P. H. (1985a): Common Tern breeding success and nesting ecology under predation pressure of Herring Gulls. Acta XVIII Intern. Ornith. Congr. 1982: 1198-1205. — BECKER, P. H. (1985b): Welchen Fortpflanzungserfolg haben Flußseeschwalben an der Nordseeküste? Seevögel 6: 39-41. — BECKER, P. H. (1987): Kann sich die Flußseeschwalbe auf Mellum vor Brutverlusten durch Silbermöwen schützen? In: G. GERDES, W. E. KRUMBEIN, & H. E. REINECK (eds.): Mellum — Portrait einer Insel. Kramer, Frankfurt, 281-292. — BECKER, P. H., & A. ANLAUF (1988a): Nistplatzwahl und Bruterfolg der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Deichvorland. I. Nestdichte. Ökol. Vögel 10: 27-44. — BECKER, P. H., & A. ANLAUF (1988b): Nistplatzwahl und Bruterfolg der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Deichvorland. II. Hochwasser-Überflutung. Ökol. Vögel 10: 45-58. — BECKER, P. H., & M. ERDELEN (1987): Die Bestandsentwicklung von Brutvögeln der deutschen Nordseeküste 1950-1979. J. Orn. 128: 1-32. — BECKER, P. H., & P. FINCK (1985): Witterung und Ernährungssituation als entscheidende Faktoren des Bruterfolgs der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*). J. Orn. 126: 393-404. — BECKER, P. H., & P. FINCK (1986): Die Bedeutung von Nestdichte und Neststandort für den Bruterfolg der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) in Kolonien einer Wattenmeerinsel. Vogelwarte 33: 192-207. — BECKER, P. H., P. FINCK & A. ANLAUF (1985): Rainfall preceding egg-laying — a factor of breeding success in Common Terns (*Sterna hirundo*). Oecologia 65: 431-436. — BECKER, P. H., D. FRANK & U. WALTER (1987): Geographische und jährliche Variation der Ernährung der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) an der Nordseeküste. J. Orn. 128: 457-475. — BERGMANN, G. (1980): Single-breeding versus colonial breeding in the Caspian Tern *Hydroprogne caspia*, the Common Tern *Sterna hirundo* and the Arctic Tern *Sterna paradisaea*. Ornis Fennica 57: 141-152. — BUCKLEY, F. G., & P. A. BUCKLEY (1980): Habitat selection and marine birds. In: J. Burger, B. L. Olla & H. E. Winn (eds.): Behavior of marine animals, Vol. 4: marine birds, S. 69-112. New York: Plenum. — BURGER, J. (1979): Nest repair behavior in birds nesting in salt marshes. J. Comp. Physiol. Psychol. 11: 189-199. — BURGER, J. (1982): The role of reproductive success in colony site selection and abandonment in Black Skimmers (*Rynchops niger*). Auk 99: 109-115. — BURGER, J., & F. LESSER (1978): Selection of colony sites and nest sites by Common Terns *Sterna hirundo* in Ocean County, New Jersey. Ibis 120: 433-449. — BURGER, J., & F. LESSER (1979): Breeding behavior and success in salt marsh Common Tern colonies. Bird-Banding 50: 322-337. — BURGER, J., & J. SHISLER (1980): Colony and nest site selection in Laughing Gulls in response to tidal flooding. Condor 82: 251-258. — COULSON, J. C., & J. HOROBIN (1976): The influence of age on the breeding biology and survival of the Arctic Tern. J. Zool. London 178: 247-260. — CROOK, J. H. (1965): The adaptive significance of avian social organizations. Symp. Zool. Soc. London 14: 182-218. — CULLEN, J. M. (1960): Some adaptations in the nesting behaviour of Terns. Proc. Int. Ornithol. Congr. 12: 153-157. — DICONSTANZO, J. (1980): Population dynamics of a Common Tern colony. J. Field Ornithol. 51: 229-243. — ERDMANN, E. (1977): Naturschutz am Jadebusen. Landkreis Wesermarsch, Brake. — ERWIN, R. M. (1978): Coloniality in Terns: The role of social feeding. Condor 80: 211-215. — ERWIN, R. M., J. GALLI & J. BURGER (1981): Colony site dynamics and habitat use in Atlantic Coast seabirds. The Auk 98: 550-561. — ERWIN, R. M., & T. W. CUSTER (1982): Estimating reproductive success in colonial waterbirds: an evaluation. Colonial Waterbirds 5: 49-56. — ERWIN, R. M., & D. C. SMITH (1985): Habitat Comparisons and Productivity in Nesting Common Terns on the Mid-Atlantic Coast. Colonial Waterbirds 8: 155-165. — FEARE, C. J. (1976): The breeding of the Sooty Tern *Sterna fuscata* in the Seychelles and the effects of experimental removal of its eggs. J. Zool. Lon. 179: 317-360. — GAUZER, M. E. (1981): Socially conditioned mortality of nestlings in the *Thalassurus Sandvicensis* colonies on the Krasnovodsk Bay Islands. Zoologiceskii Zhurnal LX: 530-540, 879-885. — GOCHFELD, M. (1979): Group adherence in emigration of Common Terns. Bird-Banding 50: 365-366. — GOCHFELD, M. (1980): Mechanisms and adaptive value of reproductive synchrony in colonial seabirds. In: J. Burger, B. L. Olla & H. E. Winn (eds.): Behavior of marine animals, Vol. 4: marine birds, S. 207-270. New York, Plenum. — GREENHALGH, M. E. (1974): Population growth and breeding success in a salt marsh Common Tern colony. Naturalist 931: 43-51. — GROßKOPF, G. (1968): Die Vögel der Insel Wangerooge. Abh. aus dem Gebiet der Vogelkde. Nr. 5. Metzcker & Söhne, Jever. — GÖTMARK, F. (1982): Coloniality

in five *Larus* gulls: a comparative study. — *Ornis Scand.* 13: 211-224. — GÖTMARK, F., & M. ANDERSSON (1984): Colonial breeding reduces nest predation in the Common Gull (*Larus canus*). *Anim. Behav.* 32: 485-492. — HAYS, H. (1984): Common Terns raise young from successive broods. *Auk* 101: 274-280. — HECKENROTH, H. (1985): Atlas der Brutvögel Niedersachsens 1980. *Natursch. Landschaftspf. Nieders.* 14. — HOOGLAND, J. L., & P. W. SHERMAN (1976): Advantages and disadvantages of Bank Swallow (*Riparia riparia*) coloniality. *Ecol. Monogr.* 46: 33-58. — HUNT, G. L., & M. W. HUNT (1976): Gull chick survival: The significance of growth rate, timing of breeding and territory size. *Ecology* 37: 62-75. — KRUIK, H. (1964): Predators and anti-predator behaviour of the Black-headed Gull (*Larus ridibundus* L.). *Behaviour, Suppl.* 11: 1-129. — LACK, D. (1968): Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen, London. — LE CROY, M., & C. T. COLLINS (1972): Growth and survival of Roseate and Common Tern chicks. *Auk* 89: 595-611. — McNICHOLL, M. K. (1975): Larid site tenacity and group adherence in relation to habitat. *Auk* 92: 98-104. — MONTEVECCHI, W. A. (1978): Nest-site selection and its survival value among Laughing Gulls. *Behav. Ecol. & Sociobiol.* 4: 143-161. — MORRIS, R. D., & R. A. HUNTER (1976): Factors influencing desertion of colony sites by Common Terns (*Sterna hirundo*). *Canadian Field-Naturalist* 90: 137-143. — MORRIS, R. D., R. A. HUNTER & J. F. McELMAN (1976): Factors affecting the reproductive success of Common Tern (*Sterna hirundo*) colonies on the lower Great Lakes during the summer of 1972. *Can. J. Zool.* 54: 1850-1862. — NISBET, I. C. T. (1978): Population models for Common Terns in Massachusetts. *Bird-Banding* 49: 50-58. — NISBET, I. C. T., & W. H. DRURY (1972): Measuring breeding success in Common and Roseate Terns. *Bird-Banding* 43: 97-106. — NISBET, I. C. T., & M. J. WELTON (1984): Seasonal variations in breeding success of Common Terns: Consequences of predation. *Condor* 86: 53-60. — NISBET, I. C. T., J. M. WINCHELL & A. E. HEISE (1984): Influence of age on the breeding biology of Common Terns. *Colonial Waterbirds* 7: 117-126. — PALMER, R. S. (1941): A behavior study of the Common Tern (*Sterna hirundo hirundo*). *Proc. Boston Sec. Nat. Hist.* 42: 1-129. — RYDER, J. P. (1980): The influence of age on the breeding biology of colonial nesting seabirds. In: J. BURGER, B. L. OLLA & H. E. WINN (eds.): *Behavior of marine animals, Vol. 4.: marine birds*, S. 153-168. New York, Plenum. — SAFINA, C., & J. BURGER (1983): Effects of human disturbance on reproductive success in the Black Skimmer. *Condor* 85: 164-171. — SOUTHERN, K. L., S. R. PATTON & W. E. SOUTHERN (1982): Nocturnal predation on *Larus* gulls. *Colonial Waterbirds* 5: 169-172. — SOUTHERN, W. E., S. R. PATTON, L. K. SOUTHERN & L. A. HANNERS (1985): Effects of nine years of fox predation on two species of breeding gulls. *Auk* 102: 827-833. — TAUX, K. (1986): Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1984 — zweite Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft »Seevogelschutz«. *Seevögel* 7: 21-31. — TEMME, M. (1967): Vogelfreistätte Scharhorn. *Jordsand Mitt.* 3: 5-180. — TINBERGEN, N. (1952): On the significance of territory in the herring gull. *Ibis* 94: 158-159. — TINBERGEN, N., M. IMPEHOVEN & D. FRANK (1967): An experiment on spacing-out as a defense against predation. *Behaviour* 28: 307-321. — VEEN, J. (1977): Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis* Lat.). *Behaviour Suppl.* XX. Leiden u. Brill.: 1-193. — VEEN, J. (1980): Waarom broeden vogels in kolonies? *Limosa* 53: 37-48. — VEENSTRA, H. J. (1980): Introduction to the geomorphology of the Wadden Sea area. In: K. S. Dijkema, H.-E. Reineck & W. J. Wolff (eds.): *Geomorphology of the Wadden Sea area. Report 1*, Wadden Sea Working Group, Leiden: 8-19. — WIGGINS, D. A., R. D. MORRIS, I. C. T. NISBET & T. W. CUSTER (1984): Occurrence and timing of second clutches in Common Terns. *Auk* 101: 281-287. — WITTENBERGER, J. F., & G. L. HUNT (1985): The adaptive significance of coloniality in birds. In: D. S. Farner, J. R. King & K. C. Parkes (eds.): *Avian Biology, Vol. VIII*, 2-78. — ZUBAKIN, V. A. (1983): The role of different factors in the origin and evolution of Laridae coloniality. In the collection of papers: *Coloniality in Birds: Structure, Function, Evolution*. Kuibyshev, 37-64.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Becker Peter Hermann, Anlauf Andreas

Artikel/Article: [Nistplatzwahl und Bruterfolg der Flußseeschwalbe \(*Sterna hirundo*\) im Deichvorland. II. Hochwasser-Überflutung 45-58](#)