

Aus dem Institut für Vogelforschung »Vogelwarte Helgoland«, Wilhelmshaven

# Funkpeilung von Flußseeschwalben (*Sterna hirundo*) bei der Nahrungssuche im Wattenmeer\*)

Von Peter H. Becker, Dietrich Frank, Stefan R. Sudmann und Martin Wagener

## 1 Einleitung

Seevögel entziehen sich bei ihren ausgedehnten Nahrungsflügen einer kontinuierlichen Beobachtung durch den Menschen. Um dennoch Erkenntnisse über Flugstrecken und -dauer sowie über bevorzugte Nahrungsgebiete während längerer Zeiträume zu erhalten, bietet sich die Radiotelemetrie an. Diese Technik kam bei Seevögeln erst in den letzten Jahren und in vergleichsweise geringer Anzahl zum Einsatz (z. B. ANDERSON & RICKLEFS 1987, HARRISON & STONEBURNER 1981, TRIVELPIECE et al. 1986, WANLESS et al. 1989, GORKE 1990, JOUVENTIN & WEIMERSKIRCH 1990).

In der vorliegenden Untersuchung sollten Nahrungsflüge der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Wattenmeer aufgezeichnet werden, und zwar bei Minsener Oldeoog, wo eine der größten Kolonien im Wattenmeer brütet (TAUX 1986, DE VRIES 1990). Über die Nahrungsökologie dieser Kolonie liegt bereits ein umfangreiches Wissen vor (BECKER 1991, BECKER & FINCK 1985, BECKER et al. 1987, BECKER & SPECHT 1991, FRANK 1990, 1991, FRANK & BECKER 1991, MASSIAS & BECKER 1990). Die ausgeprägte Gezeitenabhängigkeit der Nahrungssuche der Flußseeschwalbe sollte durch die Analyse der räumlich-zeitlichen Muster geklärt werden.

Methodische Angaben zur Einsatzmöglichkeit der Radiotelemetrie bei Seeschwalben liegen bisher kaum vor. Bei der Noddiseeschwalbe (*Anous stolidus*) hatten HARRISON & STONEBURNER (1981) diese Methode erfolgreich eingesetzt, während sie für Zwergseeschwalben (*Sterna albifrons*) ungeeignet schien, da die Tiere nach dem Anbringen der Sender abnorme Verhaltensweisen zeigten (MASEY et al. 1988, siehe aber HILL & TALENT 1990). Wir mußten also die Methode an die Flußseeschwalbe anpassen und auf ihre Verträglichkeit hin testen. Außerdem war ein Peilsystem aufzubauen, das mit möglichst leichten Sendern größtmögliche Reichweiten und Peilgenauigkeiten gewährleistete.

Mit dieser Arbeit stellen wir die entwickelte Methode vor, die sich als erfolgreich erwies.

## 2 Untersuchungsgebiet und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet Minsener Oldeoog, im folgenden Oldeoog genannt, bildet den östlichen Abschluß der Ostfriesischen Inselkette. Die in den 70er Jahren künstlich aufgespülte Insel (53°45' N/08°20' E, Details zur Lage s. BECKER & FINCK 1986) war 1988 von über 1450 Flußseeschwalbenpaaren besiedelt, 1989 sogar von mehr als 2000.

Untersucht wurden Tiere aus dem Teil der Kolonie, der direkt an die Stationen des Wasser- und Schiffsamtes (WSA) angrenzt (»Alte Kolonie«, Näheres s. BECKER & FINCK 1986). Die Vögel sind hier durch die Mitarbeiter des Wasser- und Schiffsamtes und des Instituts für Vogelforschung an den Menschen gewöhnt und sehr aggressiv. Sie kehren nach Störungen unmittelbar zum Nest zurück.

### 2.2 Methoden

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich über die Brutperioden der Jahre 1988 und 1989; Vorversuche fanden 1987 statt. Die beiden ersten Jahre dienten der Entwicklung der Methoden; 1989 wurde mit zum Teil verbesserter Technik das Hauptdatenmaterial gewonnen. Den Aufbau der Geräte nahmen wir vor Beginn der Eiablage vor. Die eigentliche Beobachtungszeit (Peilzeit) lag 1988 zwischen dem 8. Juni und dem 2. Juli, 1989 zwischen dem 14. Juni und 4. Juli.

Zur Erfassung brutbiologischer Daten wurden von Beginn der Eiablage an (etwa ab Mitte Mai) ausgewählte Gelege bzw. später die Küken im zweitägigen Rhythmus kontrolliert (s. BECKER & FINCK 1986, BECKER & ANLAUF 1988). Dazu wurde der Nestbereich bei einigen Brutten eingezäunt. Die Störungen am Nest wurden so gering wie möglich gehalten, besonders während der ersten zehn Tage der Bebrütungszeit, da in dieser Phase die Gefahr einer Aufgabe der Brut noch relativ groß ist (z. B. NISBET 1981).

#### 2.2.1 Radiotelemetrie

Die Sender und ihre Befestigung an den Flußseeschwalben

Die Vögel wurden mit einer Prielfalle auf dem Nest gefangen (Dauer vom Stellen der Falle bis zum Fangen  $19 \pm 15$  min,

Spannweite 2–70 min), und anschließend in einem benachbarten Schuppen beringt, gewogen, besendert und vermessen. Eine Geschlechtsbestimmung war nicht möglich (s. COULTER 1986).

Die Flußseeschwalben wurden mit Sendern vom Typ TW-2 der Fa. Biotrack (Wareham, U.K.) versehen (Abb. 1). Die Trägerfrequenzen lagen zwischen 165,700 und 165,900 MHz in jeweils ca. 0,020 MHz Abstand. 1988 standen zehn Sender zur Verfügung, 1989 fünfzehn. Alle Sender waren mit einem Quecksilberschalter ausgestattet, dessen Impulsfolge (50–90 Impulse pro min) sich bei starken Körperbewegungen, insbesondere bei Drehung der Körperachse in die Vertikale (Tauchen), verdoppelte. Dadurch ließen sich Aktivitäts- und Ruhepausen der Tiere unterscheiden.

Die Maße der Sender betragen 1988 18x16x16 mm und 1989 18x16x13 mm. Jeder Sender besaß zwei Antennen von 23,8 bzw. 13,8 cm Länge, die senkrecht zueinander standen. Der aufgeklebte Sender wog einschließlich Pflasterband (s. u.) und Kleber ca. 8 g. Dies entsprach 5,3 bis 6,6% der Körpermasse der Tiere beim Fang (Anhang 1). Die Sender waren auf möglichst hohe Reichweite bei einer theoretischen Batterielebensdauer von mehr als vier Wochen konzipiert. In der Praxis wurden 8–9 km Reichweite erreicht (s. u.).

Eine Anbringung des Senders mit Geschirr kam nicht in Frage, da der Sender nach der Untersuchungszeit wieder abfallen sollte. Wir wählten deshalb die Klebtechnik (s. KENWARD 1987). Wir schnitten den Flußseeschwalben im Schulterbereich einen Teil Gefieders bis auf kleine Daunenreste ab. Um die Klebefläche zu vergrößern, wurde der Sender zunächst

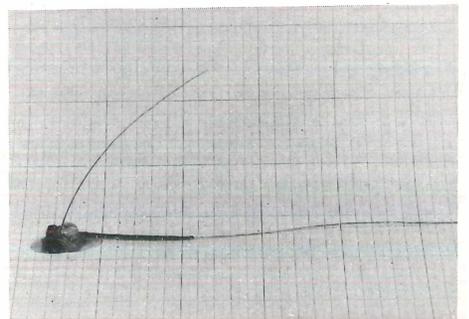


Abb. 1: Sender in der Ausführung von 1989.

\*) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

mit Zwei-Komponenten-Kleber auf ein ovales Stück Pflaster (Größe ca. 1 x 2 cm) geklebt. Das Pflaster wurde in beiden Jahren unterschiedlichen Klebetechniken auf der Haut befestigt: 1988 verwendeten wir bei sieben Flußseeschwalben Sekundenkleber (UHU Sekundenkleber), um die Behandlungszeit so kurz wie nur irgend möglich zu halten, da die Nestaufgaberrate mit der Behandlungszeit bei der Zwergseeschwalbe stieg (BRUBECK et al. 1981). Die Behandlungszeit war zwar kurz (Tab. 1, Anhang 1), aber leider klebten die Sender nur 1 bis 5 Tage an den Tieren. Deshalb benutzten wir bei vier weiteren Flußseeschwalben Zwei-Komponenten-Kleber (UHU Sofortfest). Während der Trocknungszeit von 5 min wurde der Vogel in der Hand gehalten, um ihn ruhig zu stellen (Behandlungszeit im Mittel 15 min, Tab. 1). Die so befestigten Sender hielten zwischen 4 und 22 Tagen, im Durchschnitt 10 Tage, auf den Tieren, also wesentlich länger als bei Verwendung des Sekundenklebers (Tab. 1). Eine schlechtere Akzeptanz dieser Klebemethode mit der verlängerten Behandlungszeit beobachteten wir nicht. Aus diesem Grund wurde 1989 nur noch der Zwei-Komponenten-Kleber verwendet. Durch zusätzliche Entfettung der Haut mit Aceton vor dem Aufkleben konnte die Klebdauer auf durchschnittlich 16 Tage (6–28 Tage, 11 Sender) gesteigert werden (Tab. 1).

Die Fangeinsätze wurden immer am frühen Morgen durchgeführt, um den Seeschwalben bis zur Dunkelheit genügend Zeit zu geben, sich an den Sender zu gewöhnen und Nahrung aufzunehmen. Zwei Vögel, die 1988 Sender trugen, wurden 1989 wieder gefangen und erneut markiert (Anhang 1).

Wir verzichteten darauf, beide Tiere eines Paares zu markieren, da dann die Gefahr der Brutaufgabe größer ist (BECKER unveröff., s. auch COLWELL et al. 1988). AMLANER et al. (1978) verzeichneten hohe Aufgaberraten nach dem Fang beider Partner von Silbermöwenpaaren (*Larus argentatus*), denen Geschirre mit bzw. ohne Sender angelegt worden waren.

### Peilstationen

Der Aufenthaltsort der Flußseeschwalben wurde durch Kreuzpeilung von zwei festen Peilstationen aus bestimmt, die 4 km voneinander entfernt waren. Eine Station war auf dem Leuchtturm von Bühne A untergebracht, die zweite auf dem alten Turm von Bühne C (Abb. 2).

Als Antenne diente 1988 eine 4-Element-Doppel-Yagi-Antenne, die nach AMLANER (1980) im Eigenbau hergestellt wurde. 1989 wurde eine von SCHULZE (1989) an der Fachhochschule Wilhelmshaven entwickelte, optimal dimensionierte 6-Element-Doppel-Yagi-Antenne verwendet (Dimensionierung der Elemente in Abhängigkeit von der Frequenz s. Anhang 2, 3). An die Antenne war ein Vorverstärker (VV 2, Fa. Dressler Hochfrequenztechnik GmbH, Gewinn 17–19 dB) und ein Null-

Tab. 1: Behandlungs- und Sendertragezeiten bei der Verwendung von Sekundenkleber und Zwei-Komponenten-Kleber. Mittelwert  $\pm$  Sd., darunter Minimum und Maximum.

	Sekundenkleber		Zwei-Komponenten-Kleber	
	1988	1988	1988	1989
Jahr	1988	1988	1988	1989
Senderanzahl	7	4	12	
Behandlungszeit (min)	7,0 $\pm$ 2,4 3–10	14,8 $\pm$ 2,2 12–18	16,8 $\pm$ 3,1 12–23	
Sendertragezeit (Tage)	3,0 $\pm$ 1,7 1–5	10,5 $\pm$ 7,0 4–22	16,1 $\pm$ 6,6 6–28	

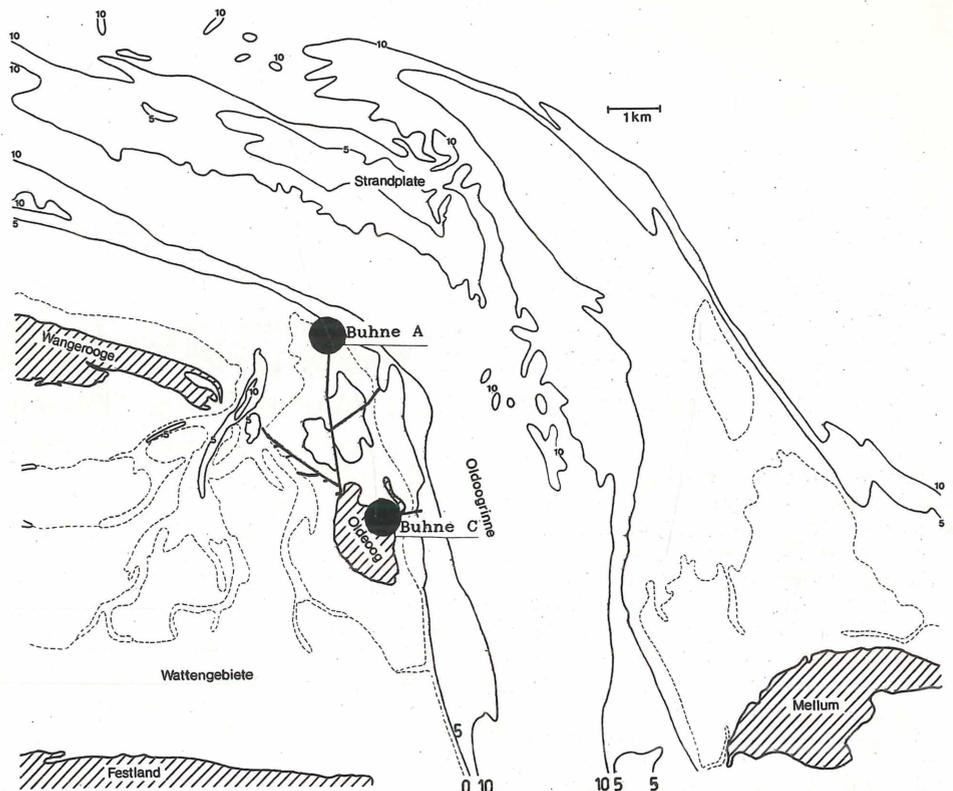


Abb. 2: Übersichtskarte mit der Lage der beiden Peilstationen und der Kolonie. Tiefenlinien sind in 5-m-Stufen angegeben (Om-Linie = Springtidenniedrigwasser, gestrichelt).

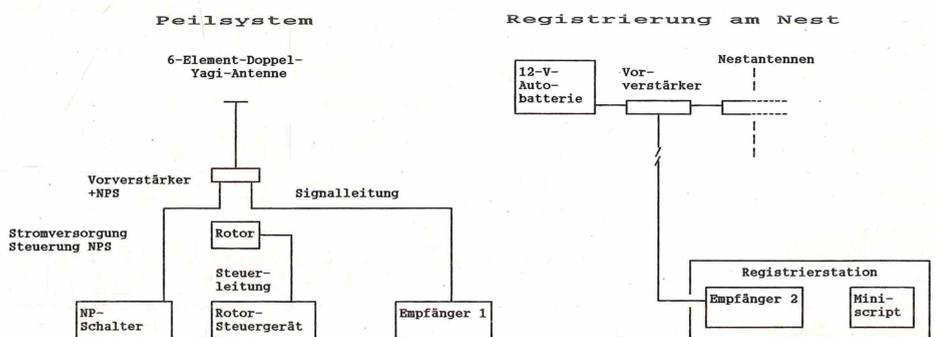


Abb. 3: Blockschaltbilder der verwendeten Telemetrieanlage. Links: Peilanlage mit Doppel-Yagi-Antenne, rechts: Nestantenne mit Registrierstation.

Peak-System (NPS) angeschlossen (Anhang 4). 1988 wurde ein nach O'CONNOR & PYKE (1987) gebautes NPS eingesetzt, während 1989 ein ebenfalls von SCHULZE (1989) entwickeltes NPS verwendet wurde (Anhang 4). Das bisher beschriebene System war in beiden Jahren auf einem Rotor montiert (KR-600RC, To-

yomura Electronics Co., Ltd., Tokio; Umlaufgeschwindigkeit 360°/min, Ablesegenauigkeit 1°). Vom Vorverstärker wurden die Signale zu einem im Innern der Türme aufgestellten Empfänger geleitet (Modell: 287078, Fa. Burchard, Freiburg). Hier waren auch die Rotorsteuergeräte und die NPS-Umschalter untergebracht (Abb. 3).

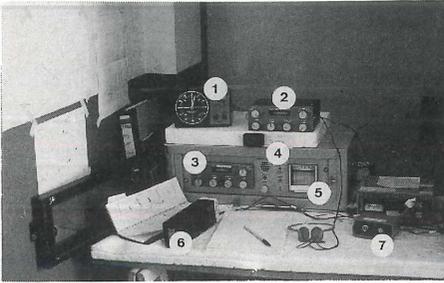


Abb. 4: Überblick über die technische Anlage von Bühne C im Jahr 1989. (1) Rotorsteuergerät, (2) Empfänger der Peilantenne, (3) Empfänger der Nestantenne, (4) Registrierstation für die Nestantenne, (5) Miniscript, (6) Funkgerät, (7) NPS-Umschalter.

Auf beiden Peilstationen war ein identisches System installiert (Abb. 4). Die beiden Stationen standen mit CB-Funkgeräten in Verbindung und waren mit synchronlaufenden Uhren ausgestattet. Das Rotorsteuergerät wurde 1989 mit Fußpedalen bedient, so daß die Hände für die Bedienung von Empfänger, NPS und Funkgerät sowie zum Protokollieren der Ergebnisse frei blieben. Auf Bühne A war die Antenne in 20 m und auf Bühne C in 15 m über dem Meeresspiegel montiert.

#### Peilgenauigkeit

Die beiden Peilstationen wurden gegeneinander eingepeilt, indem mehrere Sender auf einem Turm ausgelegt und vom anderen aus angepeilt wurden. Die ermittelten Peilwinkel wurden am Ende der Peilzeit überprüft, wobei die eingestellten Winkel noch übereinstimmten.

Das Antennensystem konnte über das NPS in zwei Modi betrieben werden. Waren beide Dipole in Phase geschaltet, wurde in Richtung des angepeilten Senders ein Maximum der Empfangsstärke gemessen. Die Empfangsstärke konnte optisch an einem Meßinstrument abgelesen und zusätzlich akustisch über die Lautstärke mit einem Kopfhörer bestimmt werden. Das Maximum war mit gut 20° Halbwertsbreite jedoch recht breit (Abb. 5). Eine größere Genauigkeit wurde erreicht, indem die Phasenlage der von den beiden Dipolen empfangenen Signale um 90° gegeneinander verschoben wurde. Da das Minimum exakter zu bestimmen ist (größere Flankensteilheit), kann mit dieser Schaltung auf 1–2° genau gepilt werden. AMLANER & MACDONALD (1980) erzielten mit dem NPS eine Genauigkeit von 0.5°.

Die Genauigkeit erreichten wir bei Testpeilungen an unbewegten Sendern (Standardabweichung  $\pm 1^\circ$ ,  $n=80$ ). Solche Tests waren bei bewegten Sendern nicht möglich, die Peilgenauigkeit dürfte aber bei ca. 3° gelegen haben. Bei Vögeln, die im Nahrungsgebiet relativ geringe Ortsänderungen durchführten, war die Abweichung wahrscheinlich noch geringer.

1988 war die Peilgenauigkeit nicht so gut, da die Empfangseigenschaften des genutzten Systems ungünstiger waren. Die Peilgenauigkeit dürfte bei ca. 5° gelegen

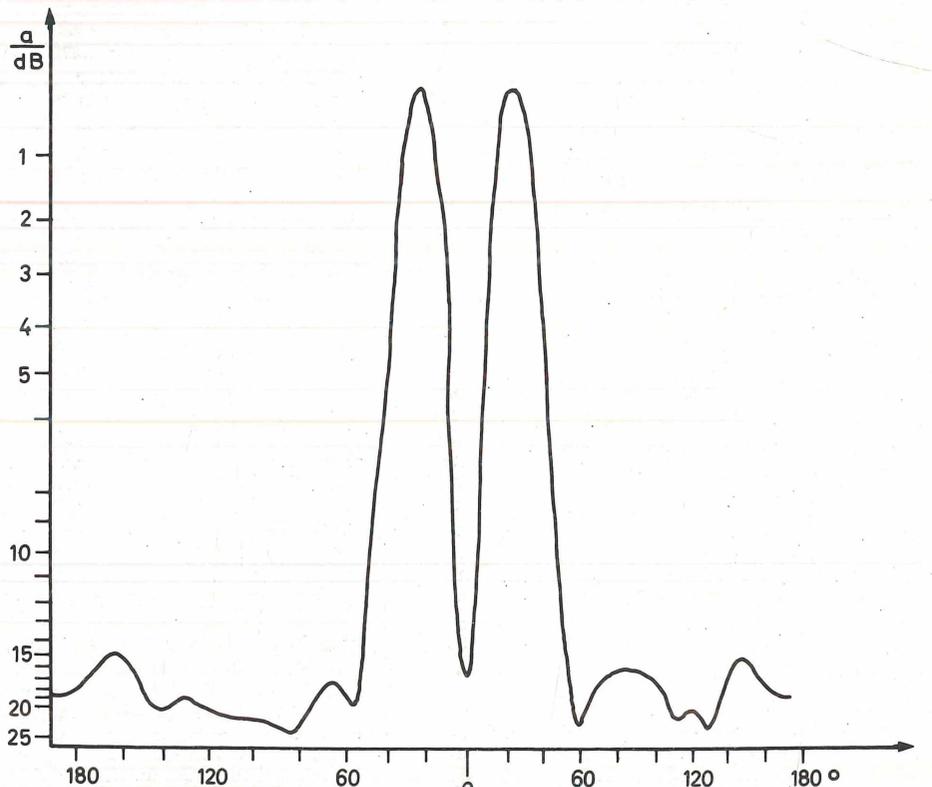
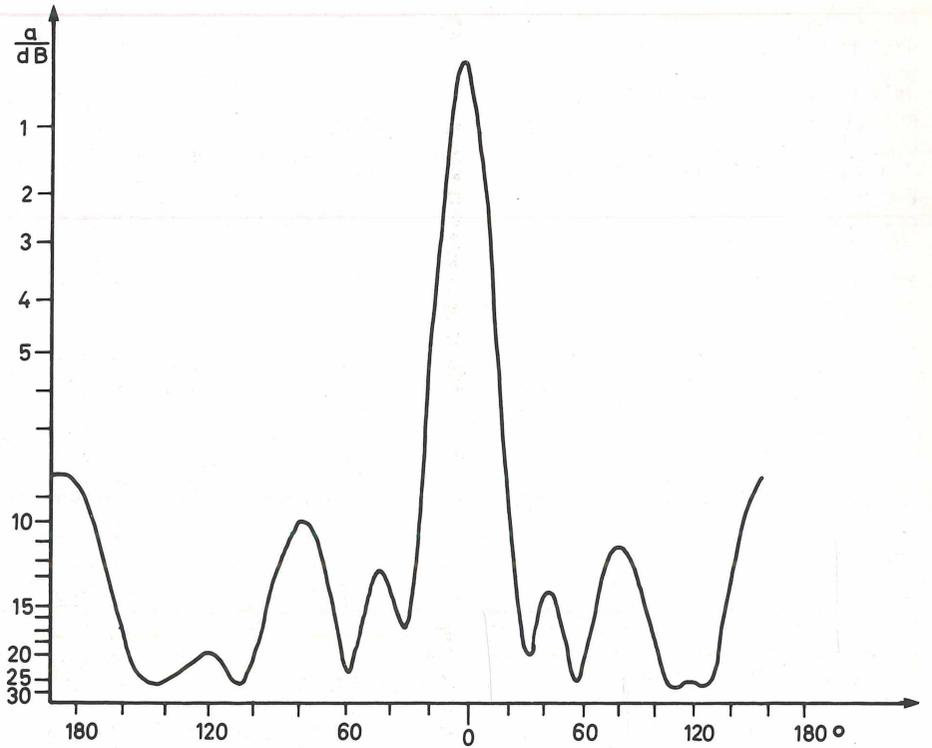


Abb. 5: Richtdiagramme des 1989 verwendeten Antennensystems (Sendeleistung 10 dBm, Frequenz 165,8 MHz). Oben ist das NPS in Maximum-Stellung (Halbwertsbreite 26°, Nebenzfeldämpfung 9,8 dB, Gewinn 12,8 dBd), unten in Minimum-Stellung abgebildet (Nullwertbreite 4,3°, Nullstelle gegen Hauptzipfel 17 dB; nach SCHULZE 1989).

haben. Diese Schwierigkeiten führten auch zur Neukonstruktion der Antennen und des NPS im Jahre 1989. Der Winkel, unter dem ein Vogel gepilt wurde, wurde auf einem Formblatt in jeder

Peilstation notiert. Ferner wurden die Peilungen an einer Karte und durch Verständigung mit der zweiten Peilstation direkt während des Peilvorganges auf Plausibilität überprüft.

**Peilzeitraum**

Täglich wurde in Wechselschichten von 4.30 bis 22 Uhr gepeilt (jede Station zwei Personen). Einen Überblick über den Peilzeitraum 1988 und 1989 gibt Abb. 6.

**2.2.2 Peilvorgang**

Zuerst wurde mit der Maximumstellung des NPS der ungefähre Standort einer Flußseeschwalbe bestimmt; danach in Minimum-Schaltung der genaue Peilwinkel. Für eine Peilung wurden 1–2 min bis zur exakten Standortbestimmung benötigt.

Wir wählten zwei unterschiedliche Strategien bei der Datensammlung: 1) um Nahrungsflüge komplett aufzuzeichnen, verfolgten wir ein Individuum von beiden Stationen aus kontinuierlich und bestimmten ständig über Kreuzpeilung den Standort; 2) wir peilten mehrere Flußseeschwalben reihum zeitgleich von beiden Stationen aus an. Diese Methode wurde besonders dann angewendet, wenn viele Tiere unterwegs waren, so daß die Aufenthaltsorte mehrerer Vögel bestimmt werden konnten. Die Abstimmung über den zu peilenden Vogel und die Synchronisierung der Peilzeiten erfolgten über Funk.

Häufiger kam es vor, daß ein Vogel aus der Reichweite einer Station herausflog, von der anderen Station jedoch noch empfangen wurde. Die Entfernung der Flußseeschwalbe konnte dann aufgrund der Erfahrungen hinsichtlich der Empfangsstärke abgeschätzt werden (s.a. WANLESS et al. 1989). Die dabei erzielte Genauigkeit reichte für eine Zuordnung zu einem Nahrungsgebiet aus (mehrere km<sup>2</sup>). Flüge mit unsicheren Nahrungsgebieten wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

**2.2.3 Automatische Registrierung der Anwesenheit am Nest**

Die Dauer der Nahrungsflüge wurde durch die Peilungen ermittelt. Die Peilgenauigkeit reichte jedoch für eine sichere Ortung der Sendervögel auf ihrem Nest nicht aus. Deshalb wurde 1989 eine Registrierstation mit »Nestantennen« aufgebaut, die die markierten Tiere nur bei Anwesenheit auf dem Nest empfing und ihre Bebrütungszeit aufzeichnete. Ähnliche Anlagen verwendeten CRESSWELL & SUMMERS (1988) beim Meerstrandläufer (*Calidris maritima*) und LICHT et al. (1989) bei der Waldschnepfe (*Scolopax rusticola*).

Unser System registrierte die Zeiten der Anwesenheit von bis zu zehn Sendervögeln, um deren Nester 1 m lange Kabelstücke (einadriges NYFAZ) ca. 1 cm tief in Form eines dreiviertel Kreises eingegraben wurden (Abb. 7). Diese Kabelstücke, die als Antenne dienten, wurden über Koaxialkabel mit einem Vorverstärker verbunden (Typ P145/211 RS VHF, VHF = 23 dB). Die verstärkten Signale wurden von dort über ein 130 m langes Koaxialkabel zur Empfangs- und Registrieranlage geleitet. Der 10-Kanal-Empfänger (s. 2.2.1)

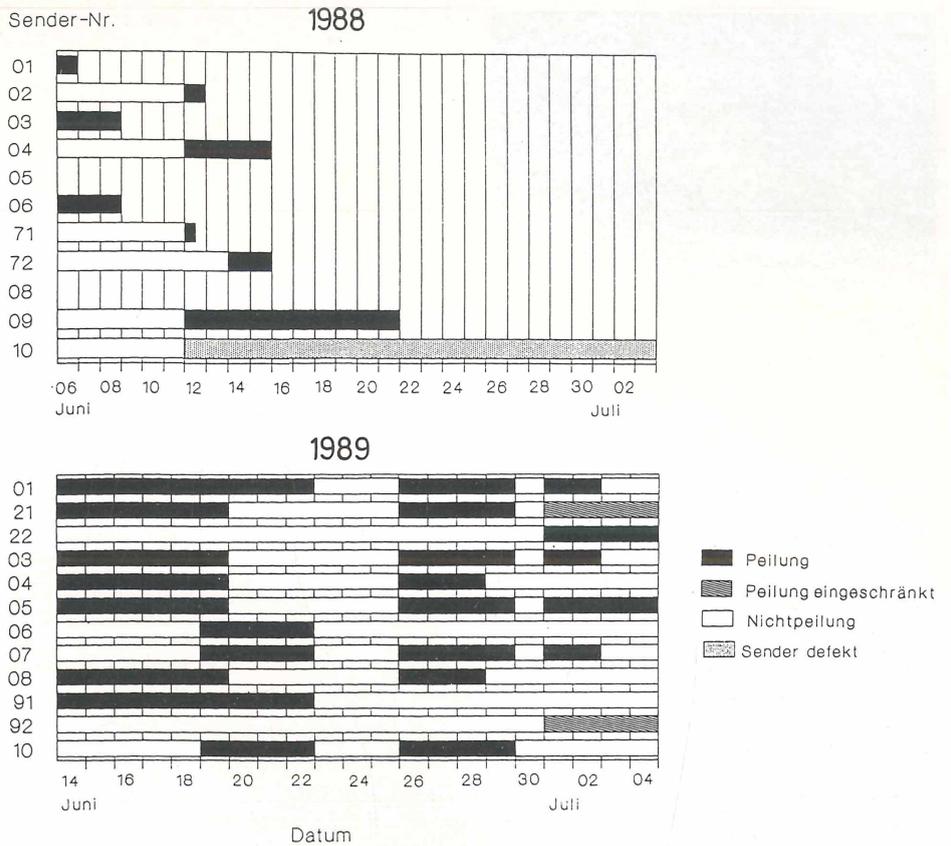


Abb. 6: Übersicht über die Peilzeiträume 1988 (oben) und 1989 (unten). 1988: Die Lücke vor dem 12. Juni erklärt sich dadurch, daß alle Sender abgefallen waren und andere Flußseeschwalben besonders werden mußten. Am 21. Juni wurde die Peilstation auf Buhne A abgebaut, da von hier kein Sender mehr empfangen werden konnte. Danach wurden noch bis zum 3. Juli unregelmäßig Einzelpeilungen von Buhne C durchgeführt. 1989: Vom 20. bis 22. Juni wurden nur Vögel gepeilt, die zu diesem Zeitpunkt Gelege oder Küken zu versorgen hatten. Die Peilungen wurden am 5. Juli eingestellt, da zur dieser Zeit nur noch ein funktionstüchtiger Sender in Betrieb war.

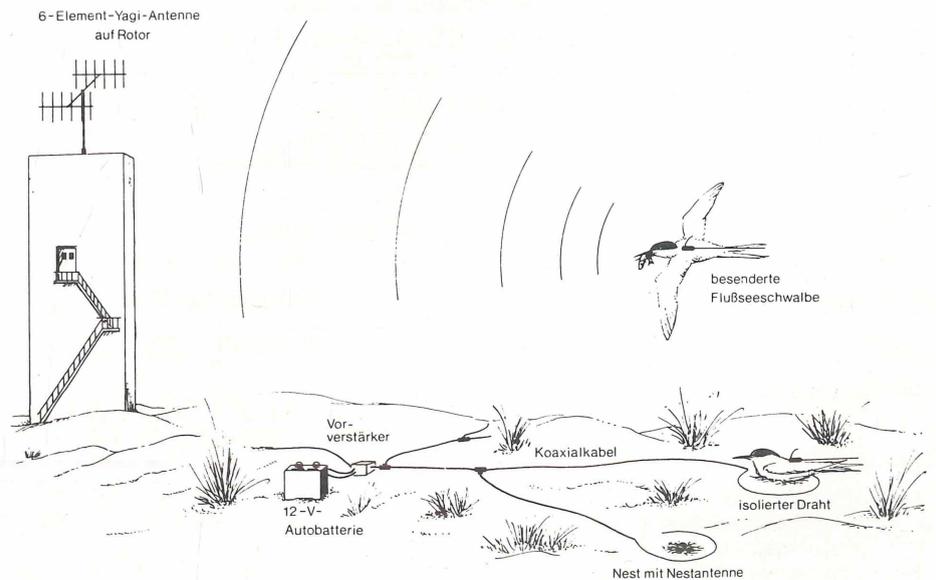


Abb. 7: Darstellung des Nestantennensystems in der Kolonie.

war in eine Registrierstation (303079, Fa. Burchard, Freiburg) eingebaut; dort wurden die Signale über einen Prozessor auf einen Fallbügelschreiber gegeben (Miniscript K, BBC-Metrawatt, Nürnberg, Abb. 3). Der Fallbügelschreiber lief mit einer maximalen Vorschubgeschwindigkeit

von 60 mm/h und zeichnete bei Abwesenheit des markierten Vogels vom Nest eine Nulllinie auf. Über einen in die Registrierstation eingebauten Scanner ließen sich die Abfragezeiten für die Kanäle einstellen. Bei einem Erfassungszeitraum von 15 s je Kanal wurde ein Abfrageintervall

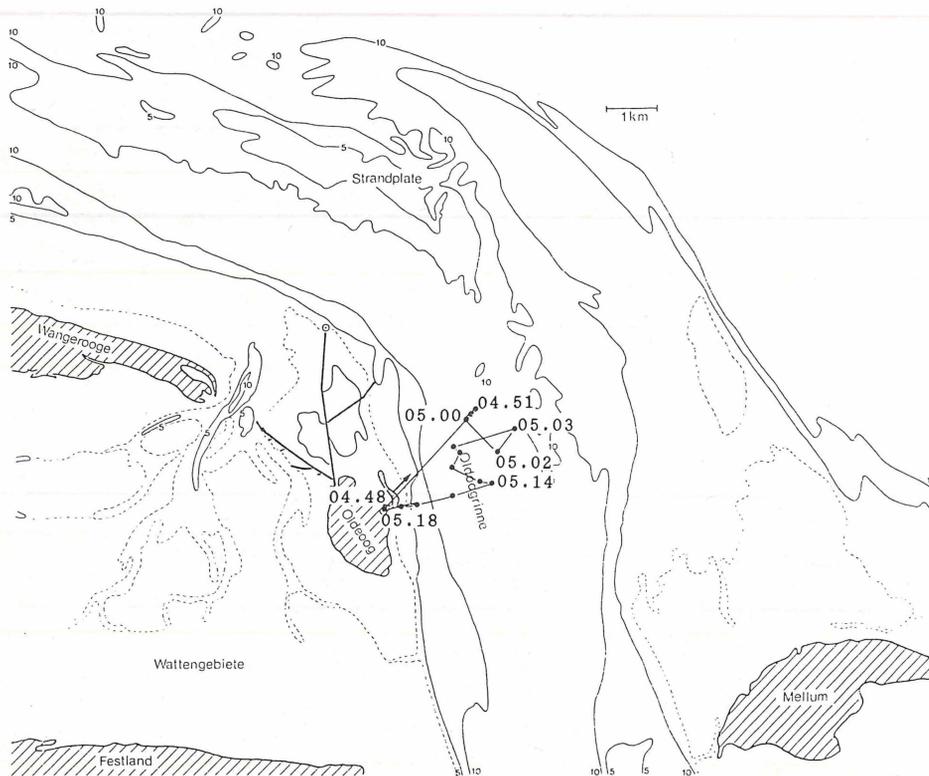


Abb. 8: Nahrungsflug 1 mit Zeitangaben (Kartenlegende s. Abb. 2; Sender Nr. 21, 28.6.89, 4.48–5.18 Uhr, Flugzeit 30 min, Tide: Stunde 3 bis 4 nach Niedrigwasser).

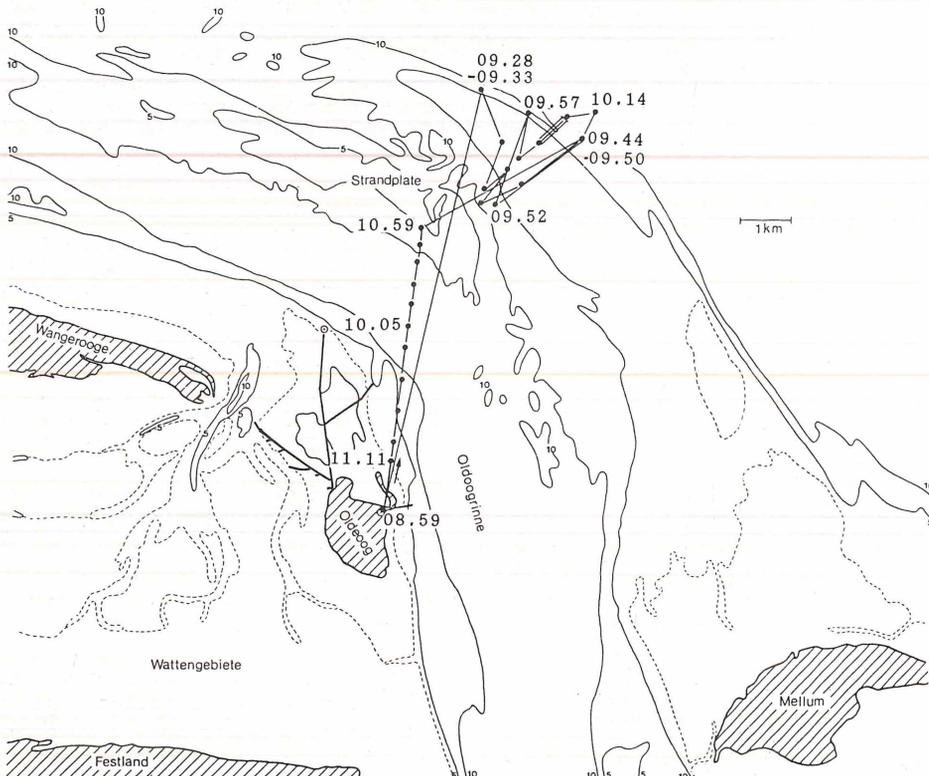


Abb. 9: Nahrungsflug 2 mit Zeitangaben (Kartenlegende s. Abb. 2; Sender Nr. 7, 1.7.89, 8.59–11.12 Uhr, 133 min, Tide: Stunde + 4 bis - 6 relativ zu Niedrigwasser).

von 2,5 min erreicht. Bei Anwesenheit auf dem Nest entstanden Punktklinien auf dem Registrierstreifen. Bei Dunkelheit wurde die Anlage mit einer Empfangszeit von 1 min pro Kanal betrieben, so daß die Auflösung hierbei zwar nur 10 min betrug; die

Tiere wechselten sich aber nachts seltener bei der Bebrütung bzw. beim Hudern ab, so daß der Fehler gering blieb. Die Registrierung der Anwesenheit am Nest war sehr genau, da die Empfindlichkeit so eingestellt war, daß die Tiere nur

auf dem Nest registriert wurden, d.h. wenn sie sich innerhalb der Drahtschleife befanden. Die Nestantennen arbeiteten nicht frequenzselektiv, doch war die Wahrscheinlichkeit, daß sich ein besonderer Vogel auf ein »fremdes« Gelege setzte, praktisch gleich Null.

Der Empfangs- und Registrierteil dieser Anlage war im Peilraum von Bühne C untergebracht und erlaubte damit ein direktes Ablesen der eingehenden Signale auch während des Peilens. Dadurch hatte man auf Bühne C einen ständigen Überblick darüber, welche Vögel auf dem Nest saßen, so daß diese nicht gepeilt zu werden brauchten.

### 3 Beispiele für verfolgte Nahrungsflüge

Insgesamt wurden in beiden Jahren 365 Nahrungsflüge gepeilt. Diese unterschieden sich teilweise beträchtlich sowohl bezüglich des angeflogenen Nahrungsgebiets als auch der Flugstrecke und -dauer. So zeigt Flug 1 (Abb. 8) einen kurzen Flug in die Oldeoprinne. Flug 2 (Abb. 9) führte zur Strandplate, einem der beiden wichtigsten Nahrungsgebiete. Dort war die Flußseeschwalbe noch über 90 min lang auf Nahrungssuche. Man beachte bei diesem Flug die geradlinige Rückkehr. Diese Geradlinigkeit konnte häufig bei Hin- und Rückflug zu bzw. von einem Nahrungsgebiet beobachtet werden. Im dritten Nahrungsflug (Abb. 10) suchte die Seeschwalbe das andere bevorzugte Nahrungsgebiet – die Watten – auf, wo besonders im Bereich der Priele gefischt wurde. Der vierte Flug (Abb. 11) gibt fast den gesamten Aktionsraum der besondern Flußseeschwalben wieder; der Vogel flog mehrere Nahrungsgebiete nacheinander an. Dabei geriet er in den Bereichen Strandplate und Mellum für kurze Zeit aus der Reichweite der Peilstationen. Mit über fünf Stunden Dauer gehört dieser Flug zu den längsten, die gepeilt wurden.

### 4 Beobachtungen zur Senderverträglichkeit und Diskussion

#### 4.1 Verhalten der Flußseeschwalben nach Fang und Anbringen der Radiotransmitter

Alle Flußseeschwalben flogen nach der Anbringung der Sender zuerst zum Baden. Dieses Verhalten wurde auch von NISBET (1981) nach dem Fang von Fluß- und Rosenseeschwalben (*Sterna dougalii*) beschrieben. Nach mehr oder wenig langer Zeit (s. u. vgl. GORKE 1990) kehrten fast alle Tiere zum Nest zurück und zeigten spätestens am nächsten Tag einen normalen Brutrhythmus und normales Feindabwehrverhalten. So attackierten sie durch Anfliegen und mit Schnabelhieben, zusammen mit ihren Artgenossen, weiterhin jede Person, die sich dem Nest näherte. Bei den Kontrollgängen konnten

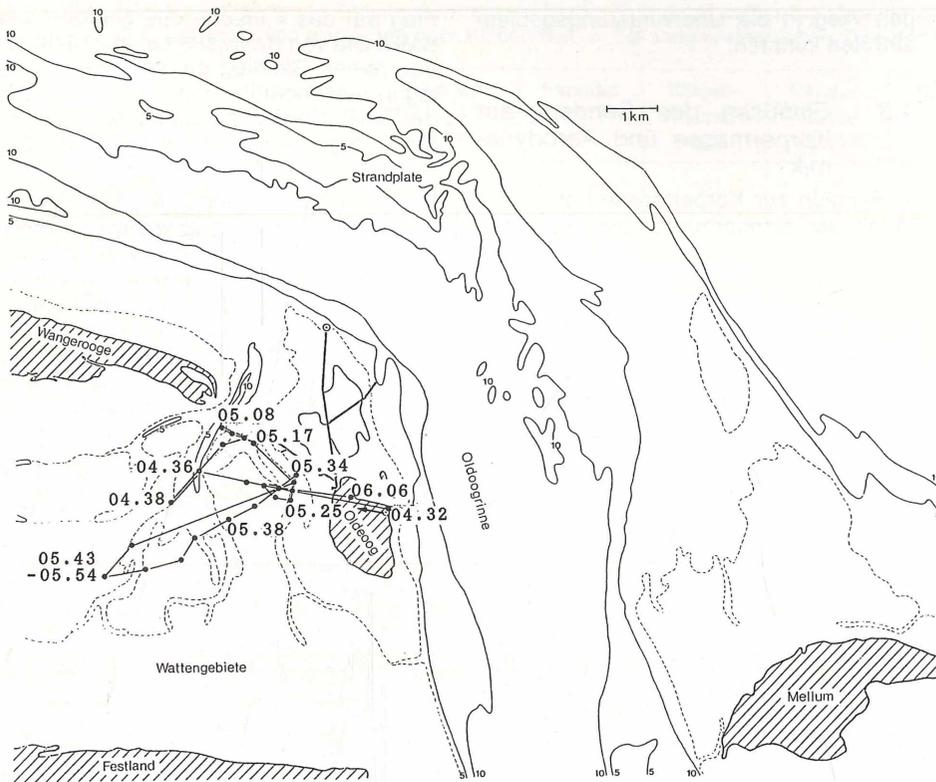


Abb. 10: Nahrungsflug 3 mit Zeitangaben (Kartenlegende s. Abb. 2; Sender Nr. 1, 22.6.89, 4.32–6.07 Uhr, 95 min, Tide: Stunde –5 bis –4 relativ zu Niedrigwasser).

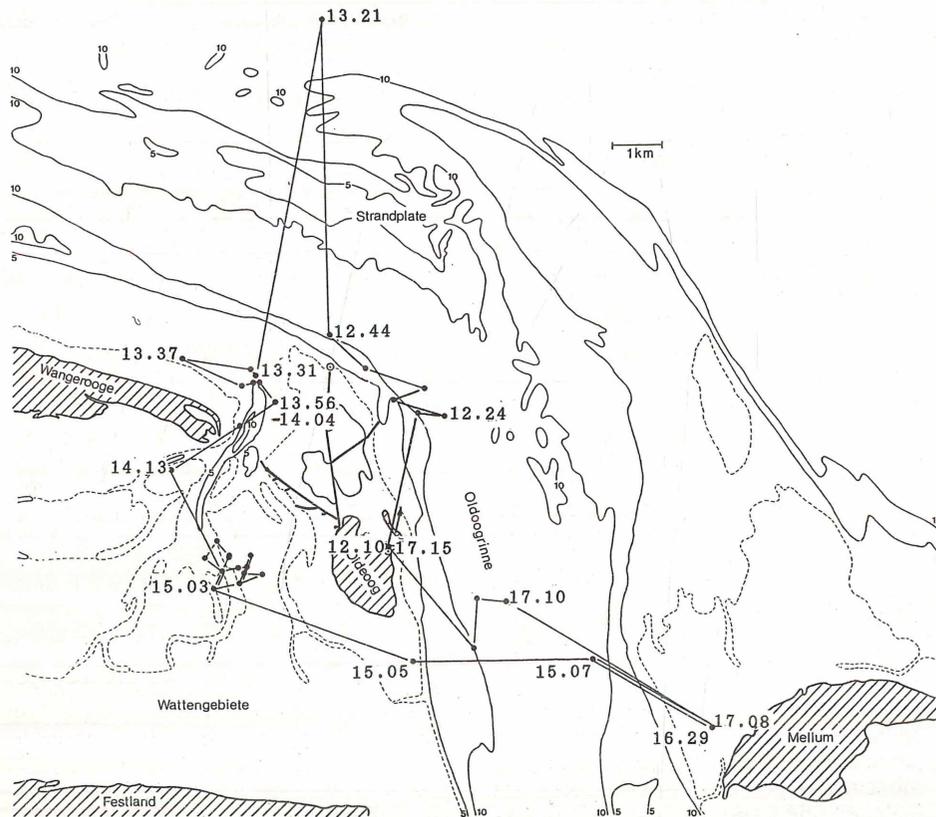


Abb. 11: Nahrungsflug 4 mit Zeitangaben (Kartenlegende s. Abb. 2; Sender Nr. 1, 16.6.89, 12.10–17.15 Uhr, 305 min, Tide: Stunde –6 bis –1 relativ zu Niedrigwasser).

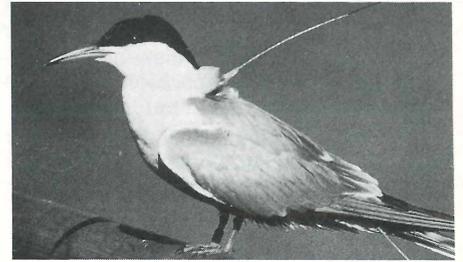


Abb. 12: Flußseeschwalbe mit Sender (Minsener Oldeog 1989).

wir keine Einschränkung der Flugfähigkeit der besenderten Vögel feststellen (vgl. GORKE 1990). Die Senderantennen wurden bei der Gefiederpflege wie Federn durch den Schnabel gezogen (Abb. 12).

Nur 1988 kehrten drei Tiere nicht am gleichen Tag zum Nest zurück. Bei einem dieser Paare wurde die Bebrütung durch den unbesenderten Partner aufrecht erhalten, bis der besenderte Vogel nach vier Tagen zurückkehrte. Danach wurde die Bebrütung normal fortgesetzt. Die anderen beiden Vögel wurden nicht mehr in der Kolonie beobachtet. Eine dieser Flußseeschwalben konnte jedoch später im Nordwesten von Oldeog in einer anderen Kolonie mit einem Nachelege gefunden werden. Ob diese Nestsarbeiten auf den Sender zurückzuführen sind, bleibt ungewiß, da die Aufgabe des Geleges bei Möwen und Seeschwalben nach dem Fang auf dem Nest schon häufig beobachtet wurde. BRUBECK et al. (1981) zeigten bei der Zwergseeschwalbe, daß die Wahrscheinlichkeit der Nestsarbeiten mit der Behandlungszeit steigt (Anbringung von Flügelmarken).

Bei den von BRUBECK et al. (1981) untersuchten Zwergseeschwalben war in der Kolonie mit den meisten menschlichen Störungen die Aufgabebereitschaft mit 10% der Vögel, die mit einer Flügelmarke versehen worden waren, am geringsten. Auch in der Kolonie auf Oldeog sind menschliche Störungen recht häufig, was die insgesamt niedrige Aufgaberrate beider Jahre miterklären dürfte. 1989 gab kein besendertes Tier die Bebrütung auf; die Aufgaberrate für beide Jahre betrug 9% (2 von 23).

AMLANER et al. (1978) und SIBLY & McCLEERY (1980) untersuchten bei der Silbermöwe den Einfluß der Sendermasse. Auch sie fanden heraus, daß für die Nestsarbeiten der Fang der entscheidende Faktor ist. War der Fangschock einmal überwunden, dann war auch die weitere Bebrütung nicht mehr durch den Sender gefährdet.

Schließlich kommt es auch auf die jeweilige Situation an, in der ein Tier gefangen wird. Eine 1988 besenderte Flußseeschwalbe, die ihr Gelege aufgab, brütete 1989 nach Besenderung normal weiter. Daraus kann man ableiten, daß nicht nur individuelle Unterschiede in der Akzeptanz von anthropogenen Eingriffen bestehen, sondern daß auch das Einzeltier zu

unterschiedlichen Zeiten verschieden reagiert. Dabei ist die Abstimmung mit dem Partner wichtig, da dieser die Bebrütung nach dem Fangschock des Sendervogels aufrecht erhalten muß.

Die Reaktion auf die Besenderung war von Tier zu Tier verschieden. So konnten 1989 zwei Tiere schon 40 bzw. 50 Minuten danach auf dem Nest brütend beobachtet werden. Die Flußseeschwalbe mit der Sender-Nr. 06, die schon Küken hatte, wurde bereits 33 Minuten nach der Besenderung beim Füttern der Jungen gesehen. Dies war besonders erstaunlich, da dasselbe Tier schon 1988 besendert worden war und damals erst vier Tage nach der Anbringung des Senders zum Nest zurückkehrte. 1989 akzeptierte es Fang und Besenderung wesentlich besser als 1988.

#### 4.2 Regeneration der Klebestelle

1988 konnte eine Flußseeschwalbe einen Tag nach dem Abfallen eines mit Zweikomponenten-Kleber befestigten Senders mit einer Nestfalle wiedergefangen werden. Das Tier wies im Bereich der Senderapplikation gerötete und in den Randbereichen leicht verschorfte Hautstellen auf, machte aber sonst einen gesunden Eindruck. Eine leichte Hautentzündung konnten WANLESS et al. (1985) bei der Abnahme von Sendern bei der Trottellumme (*Uria aalge*) feststellen. Auch hier zeigten die Vögel jedoch keine Behinderung.

Meist löste sich der Sender zunächst langsam von der Haut und wurde dann bei stärkerer Belastung, z. B. beim Stoßtauchen, abgerissen. Wie 1988 an einem, 14 Tage nach dem Abfallen des Senders, wiedergefangenen Tier festgestellt wurde, war die Hautpartie, auf der der Sender klebte, vollständig von nachwachsendem Kleingefieder bedeckt. Die Stelle wäre ohne Vorkenntnis nicht mehr erkennbar gewesen. Für eine Überprüfung der Hautregeneration war der erneute Fang der Tiere unumgänglich, da die Vögel die entsprechende Körperregion mit den Flügeldecken vollständig überdecken. Die Klebestelle wird erst bei ausgebreiteten Flügeln im Flug sichtbar. In den ersten drei Tagen nach Senderverlust erschien diese Körperpartie rötlich, ab dem fünften wieder weiß, d. h., daß ab diesem Zeitpunkt das Gefiederwachstum schon in vollem Gange war. Wir haben viele Flußseeschwalben nach dem Senderverlust wiedergesehen; sie waren nicht mehr von unbehandelten Vögeln zu unterscheiden.

Die Tiere wurden durch das Aufkleben der Sender also nicht stark und vor allem nicht bleibend geschädigt. Die Methode ist somit auch aus dieser Sicht unbedenklich. Das Aufkleben des Senders hat den großen Vorteil, daß die Vögel den Radiotransmitter nur über den zur Datensammlung benötigten Zeitraum tragen müssen (KENWARD 1987). Mit dieser Technik wollten wir insbesondere gewährleisten, daß die Flußseeschwalben ohne Sender ihren lan-

gen Weg in die Überwinterungsgebiete antreten konnten.

#### 4.3 Einflüsse des Senders auf Körpermasse und Aerodynamik

In Relation zur Körpermasse betrug der Anteil der Sendermasse bei den Flußseeschwalben zwischen 5,3 und 6,6%. Nach BRADBURY et al. (1979) und BRANDER & COCHRAN (1969) soll dieser Anteil höchstens bei 5% liegen. Diese »5%-Regel« wurde jedoch nicht experimentell überprüft, sondern nur empirisch festgelegt. Eine Erhöhung der Sendermasse von 2,5 auf 5,0% der Körpermasse war bei Renttauben (*Columba livia*) von geringerem Einfluß als das Tragen eines Geschirrs ohne Sender (GESSAMAN & NAGY 1988). BECKER & FRANK (1990) stellten bei 16 Flußseeschwalbenpaaren auf Oldeog eine mittlere Körpermassenzunahme von 15,6 g nach Nahrungsflügen fest. Dies ergibt bei einer mittleren Körpermasse von 131 g vor dem Nahrungsflug eine natürliche Schwankung von 12%. Der Anteil der Sendermasse liegt damit im Bereich der Hälfte der bei einem Nahrungsflug durchschnittlich auftretenden Körpermasseänderung. Gemessen am maximalen Massengewinn durch Nahrungsaufnahme (45 g) machte der Sender sogar nur 18% aus.

CACCAMISE & HEDDIN (1985) stellten eine Formelreihe vor, mit der der Anteil der »Surplus«-Energie berechnet wird, die durch den Sender verbraucht wird. Als »Surplus«-Energie wird die Energie bezeichnet, die dem Tier im normalen Flug noch zusätzlich zur Verfügung steht. Nach diesen Formeln sollte die Steigerung des Energieverbrauchs durch die bei der Flußseeschwalbe verwendeten Sender bei ungefähr 7% der zusätzlich zur Verfügung stehenden Energie liegen. Den Autoren nach sollten 5% nicht überschritten werden. ALDRIGE & BRIGHAM (1988) vertreten die Meinung, daß unterhalb von 70 g Körpermasse die »5%-Regel« (s. o.) angewendet werden sollte, darüber die Regel von CACCAMISE & HEDDIN (1985).

Mit ca. 7% lag der von den untersuchten Flußseeschwalben verbrauchte Anteil der »Surplus«-Energie zwar geringfügig über der 5%-Grenze. Seevögel sind jedoch sehr elegante Flieger. So maßen FLINT & NAGY (1984) unter Verwendung von doppelt markiertem Wasser bei freifliegenden Flußseeschwalben (*Sterna fuscata*) eine Flugleistung, die den Grundumsatz (basal metabolic rate, BMR) lediglich auf das 4,8fache steigerte. Bei COSTA & PRINCE (1987) ergaben sich mit der gleichen Methode beim Graukopfalbatros (*Diomedea chrysostoma*) Steigerungen auf nur das 3,0fache des nach ASCHOFF & POHL (1970) berechneten BMR. Aus den von KANWISHER et al. (1978) mittels Herzschlagröntentelemetrie an freifliegenden Silbermöwen gewonnenen Daten berechnete HÜPPOP (1987) eine mittlere Steigerung im

Flug auf das 4,8fache des gemessenen BMR. Die von KANWISHER et al. (1978) für den reinen Gleitflug gewonnenen Werte lagen nur ungefähr doppelt so hoch wie der BMR. Demnach können Seevögel ihren Energieverbrauch für den Flug stark reduzieren.

Die genannten Ergebnisse für die Silbermöwe sind mit 50 g schweren Sendern (ca. 5% der Körpermasse) ermittelt worden, d. h. in die Ergebnisse ist die Senderbelastung mit eingeflossen. Daher sollten auch Flußseeschwalben mit Sendern in der Lage sein, günstige Fluggeschwindigkeiten und Gleitflugmöglichkeiten zu finden, die die Mehrbelastung des Senders mindern oder ausgleichen können. Vor allen Dingen steht ihnen mit dem Gleitflug ein äußerst energiesparendes Mittel zur Nahrungssuche zur Verfügung. Des weiteren behindert ein aufgeklebter Sender, der fest auf dem Rücken des Tieres sitzt, den Vogel wohl weniger als ein Sender, der mit einem Geschirr befestigt ist.

Eine besonders wichtige Größe ist die Aerodynamik des Senders. Auch wenn OBRECHT et al. (1988) bei Windkanalexperimenten mit kleinen Sendern (30 g) keine bestimmte aerodynamische Vorzugsform ermitteln konnten, dürfte die Form bei der Flußseeschwalbe von Bedeutung sein. Der verwendete Sender war glatt auf der Haut angebracht und wies eine abgerundete Rechteckform auf (Abb. 1). Außerdem war der Sender so flach, daß er zumindest teilweise vom Gefieder überdeckt wurde. Dadurch wurde der Widerstand in Luft und Wasser minimiert. WILSON et al. (1986) wiesen darauf hin, daß bei Meereslägern die Änderung der Stromlinienform durch einen aufgetragenen Sender größeren Einfluß hatte als seine Masse. WANLESS et al. (1988) konnten einen negativen Einfluß der, wie im Falle der Flußseeschwalbe, extern angebrachten Senderantennen bei der Trottellumme feststellen, der wahrscheinlich durch den zusätzlichen Strömungswiderstand bei den tief tauchenden Lummern bedingt war. Individuen mit Sendern, in denen die Antenne integriert war, unterschieden sich im Verhalten dagegen nicht von Kontrolltieren. Dieser Effekt trat bei den mit gleichen Sendern (mit und ohne eingebaute Antenne) ausgestatteten Tordalken (*Alca torda*) jedoch nicht auf. Da Flußseeschwalben meist nur bis in 0,3 m Wassertiefe stoßtauchen (BOECKER 1967), also keine langen Tauchgänge machen, dürfte die Behinderung durch einen Sender nicht so groß sein. Gravierender für Flußseeschwalben könnte es sein, beim Überkippen aus dem horizontalen Suchen in den vertikalen Sturzflug den Einfluß des Senders auszugleichen.

BRIGHAM (1989) konnte bei der Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) zeigen, daß sich besenderte Individuen (Sendermasse betrug 4,1–5,6% der Körpermasse) bei ihren Nahrungsflügen nicht wesentlich von ihren unbesenderten Artgenossen unterschieden. Keinen Unterschied stellten auch WANLESS et al. (1988)

Anhang 1: Übersicht über die mit Radiotransmittern markierten Flußseeschwalben auf Minsener Oldeoog.  
\*: in beiden Jahren markierte Vögel. Kleber: Sek. = Sekundenkleber; 2-K = Zwei-Komponenten-Kleber.

Jahr	Ringnr.	Sender-Nr.	Frequenz (MHz)	Fangtag	Körpermasse (g)	Sendermasse (%)	Kleber	Behandl.-zeit (min)	Sender: Tragzeit (Tage)	Sender: Betrieb (Tage)
1988	7718317	02	165,720	13.06.	140	5,7	Sek.	9	1	1
	7728401	05	165,780	06.06.	149	5,4	Sek.	5	5	5
	7728402*	06	165,800	06.06.	141	5,7	Sek.	7	5	5
	7728403	01	165,700	06.06.	127	6,3	Sek.	3	3	3
	7728404*	03	165,740	06.06.	123	6,5	Sek.	7	5	5
	7728405	08	165,840	06.06.	130	6,2	Sek.	10	2	2
	7728414	09	165,860	13.06.	150	5,3	2-K.	15	10	10
	7728415	71	165,820	13.06.	135	5,9	Sek.	8	1	1
	7728416	10	165,880	13.06.	138	5,8	2-K.	14	22	22
	7728417	04	165,760	13.06.	131	6,1	2-K.	12	4	4
7728426	72	165,820	15.06.	148	5,4	2-K.	18	6	2	
1989	7728402*	06	165,800	19.06.	132	6,1	2-K.	13	6	6
	7728404*	10	165,880	19.06.	129	6,2	2-K.	16	11	11
	7728701	01	165,700	13.06.	128	6,3	2-K.	20	19,5	19,5
	7728702	21	165,720	13.06.	142	5,6	2-K.	12	27,5	27,5
	7728703	04	165,760	13.06.	141	5,7	2-K.	14	15,5	13
	7728704	03	165,740	13.06.	135	5,9	2-K.	16	19	19
	7728705	05	165,780	13.06.	131	6,1	2-K.	15	28	28
	7728706	91	165,860	13.06.	139	5,8	2-K.	16	11,5	11,5
	7728707	08	165,840	13.06.	131	6,1	2-K.	16	15	15
	7728713	07	165,820	19.06.	127	6,3	2-K.	23	13	13
	7728725	22	165,720	30.06.	129	6,2	2-K.	20	11	11
	7728726	92	165,860	30.06.	122	6,6	2-K.	25	12	0

bei Trottellummen (mit eingebauter Antenne) und Tordalken im Vergleich zu unbesenderten Vögeln fest. Wie HILL & TALENT (1990) an der Zwergseeschwalbe (*Sterna albifrons*) fanden wir keine Anzeichen für eine Beeinträchtigung der Flußseeschwalben durch die Sender. Das na-

türliche Verhaltensrepertoire wurde gezeigt, die Brut normal weiterversorgt und auch im Kükenwachstum zeigten sich keine Unterschiede. Zusammenfassend ist damit festzustellen, daß die Flußseeschwalben die Senderbelastung gut vertragen haben.

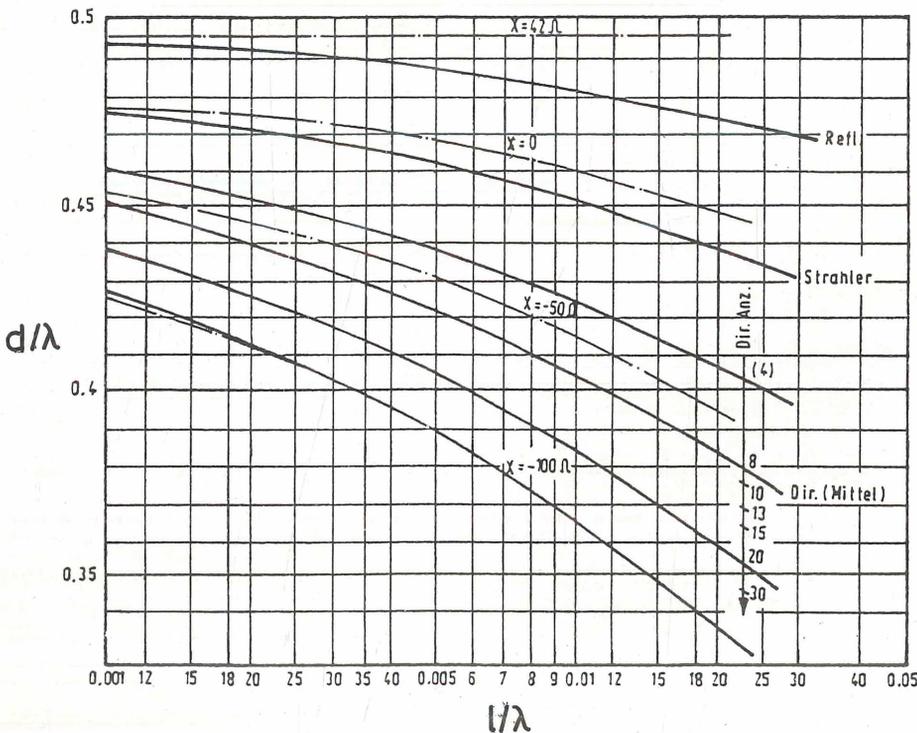
Unsere Ausführungen sollten auch deutlich machen, daß ein großes Hintergrundwissen, viel Erfahrung und Fingerspitzengefühl nötig sind, um die Methode der Radiotelemetrie mit Erfolg und schonend für die gewählten Vögel einzusetzen.

**Danksagung:** Wir danken G. Neukamm, G. Frerichs und R. Schulze von der Fachhochschule Wilhelmshaven für Entwicklung und Bau der Peilantennen und des Null-Peak-Systems. Bei den Peilungen unterstützte uns S. Frick. Den Mitarbeitern des Wasser- und Schiffsamtes Wilhelmshaven gilt unser Dank für vielfältige Hilfe. K.-M. Exo danken wir für wertvolle methodische Hinweise und J. Jacobi vom Zool. Institut der Universität zu Köln für die Zeichnung der Nahrungsflüge.

### 5 Zusammenfassung

In den Jahren 1988 und 1989 wurden 23 Flußseeschwalben (*Sterna hirundo*) auf der Wattenmeerinsel Minsener Oldeoog Sender auf den Rücken geklebt und von zwei festen Peilstationen aus auf ihren Nahrungsflügen verfolgt. Die maximale Reichweite der Sender lag bei 8-9 km. Außerdem wurde die Aufenthaltszeit der Sendervögel auf dem Nest mit Hilfe von Nestantennen und einer Registrierstation aufgezeichnet.

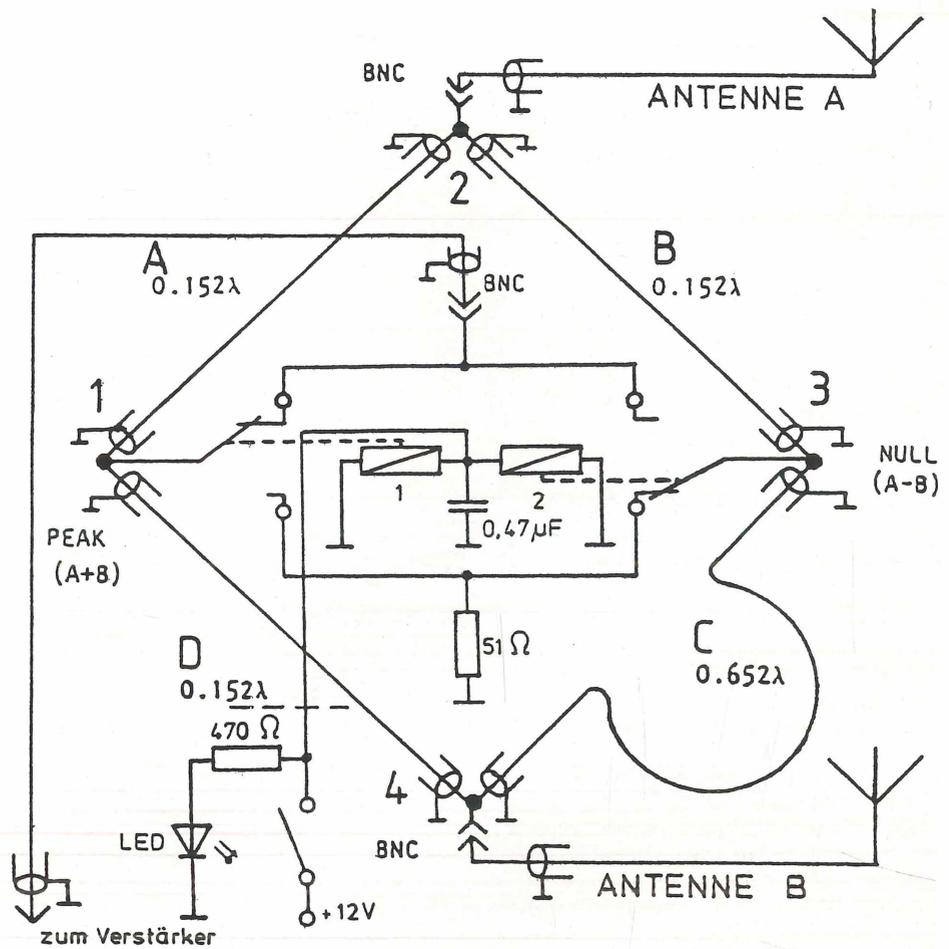
Die angewandten Methoden erwiesen sich als gut geeignet, die Nahrungsflüge einzelner Flußseeschwalben über einen längeren Zeitraum zu verfolgen (durchschnittlich 16 Tage). Es gab keine Anzeichen für eine Beeinträchtigung der Tiere durch den Sender: Die Brut wurde normal weiterversorgt; Haut und Federn wurden



Anhang 2: Reaktanzdiagramm: Optimale Länge (l/λ) von Yagi-Elementen als Funktion des Schlankheitsgrades d/λ (λ = Bandmittelfrequenz). Die gestrichelten Kurven sind Ortskurven konstanter Reaktanz. Refl. = Reflektor, Strahler = Dipol, Dir. = Direktor mit Mittelwert für alle Direktoren, Dir. Anz. = Anzahl der Direktoren. Die abgelesene Länge für die Elemente ist nach Montageart (Aufmontage bzw. leitende Durchdringung) und Boombdurchmesser zu korrigieren. Nach SCHULZE (1989):

Anhang 3: Optimale Elementabstände für Yagi-Antennen. Der optimale Stockungsabstand der beiden Yagi-Antennen wird nach  $D_{opt} = \lambda/2 \cdot (1/\sin[\alpha/2])$  ermittelt ( $\lambda$  = Mittelfrequenz,  $\alpha$  = Öffnungswinkel; nach SCHULZE 1989).

Element	Abstand $\lambda$
Reflektor	0,240
Dipol	-
Direktor 1	0,075
Direktor 2	0,180
Direktor 3	0,215
Direktor 4	0,250
Direktor 5	0,280
Direktor 6	0,300
Direktor 7	0,315
Direktor 8	0,330
Direktor 9	0,345
Direktor 10	0,360
Direktor 11	0,375
Direktor 12	0,385
Direktor 13	0,390
Direktor 14	0,395
Direktor 15	0,400
Direktor 16	0,400
Direktor 17	0,400
Direktor 18	0,400
Direktor 19	0,400
Direktor 20	0,400



Anhang 4: Null-Peak-Schaltung nach SCHULZE (1989).

nach Abfallen des aufgeklebten Senders rasch wieder regeneriert. Insgesamt konnten 365 Nahrungsflüge gepilzt werden, von denen vier Beispiele vorgestellt werden.

## Summary

### Radiotracking of Common Terns (*Sterna hirundo*) foraging in the Wadden Sea

In 1988 and 1989 on the Wadden Sea island Minsener Oldeog we fixed 8g radio-transmitters by glueing to the back of 23 Common Terns. In this paper we describe the methods used. During foraging flights of the birds bearings were taken from two fixed stations 4 km apart using specially designed Yagi antenna systems. The radio tags had a maximum range of 8–9 km. In addition the time tagged Common Terns spent on the nest was recorded by nest antennas and a data logger.

The methods used prove to be very useful to study foraging flights of Common Terns for a longer period (on average 16 d). No indications of negative effects by the tags were found: breeding was performed usual; skin and feathers recovered immediately after the loss of the transmitters. Overall 365 foraging flights were tracked and 4 examples are presented.

## 6 Literaturverzeichnis

- ALDRIDGE, H.D.J.N., & R.M. BRIGHAM (1988): Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: A test of the 5% »rule« of radio-telemetry. – J. Mamm. 69: 379–382.
- AMLANER, C.J., jr. (1980): The design of antennas for use in radio telemetry. – In: C.J. AMLANER & D.W. MACDONALD (eds.): A handbook on biotelemetry and radio tracking. Pergamon Press, Oxford, 251–261.
- AMLANER, C.J., & D.W. MACDONALD (1980): A practical guide to radio tracking. – In: C.J. AMLANER, & D.W. MACDONALD (eds.): A handbook on biotelemetry and radio tracking. Pergamon Press, Oxford: 143–159.
- AMLANER, C.J., jr., R. SIBLY & R. McCLEERY (1978): Effects of telemetry transmitter weight on breeding success in Herring Gulls. – Biotelemetry 5: 154–163.
- ANDERSON, D.J., & R.E. RICKLEFS (1987): Radio-tracking Masked and Blue-footed Boobies (*Sula* spp.) in the Galapagos Islands. – Natl. Geogr. 3: 152–163.
- ASCHOFF, J., & H. POHL (1970): Der Ruheumsatz von Vögeln als Funktion der Tageszeit und der Körpergröße. – J. Orn. 111: 38–47.
- BECKER, P.H. (1991): Population and contamination studies in coastal birds with special reference to the Common Tern (*Sterna hirundo*). – In: C.M. PERRINS, J.D. LEBRETON & G.J.M. HIRONS (eds.): Bird population studies: Relevance to conservation and management. Oxford University Press: 433–460.
- BECKER, P.H., & A. ANLAUF (1988): Nistplatzwahl und Bruterfolg der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Deichvorland. I. Nestdichte. – Ökol. Vögel 10: 27–44.
- 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., & D. FRANK (1990): Kontinuierliche Wägung brütender Seevögel zur Analyse der Ernährungssituation. – Proc. 100. DO-G Meeting Bonn 1988, 173–179.
- BECKER, P.H., & R. SPECHT (1991): Body mass fluctuations and mortality in Common Tern *Sterna hirundo* chicks dependent on weather and tide in the Wadden Sea. – Ardea 79: 45–55.
- BECKER, P.H., D. FRANK & U. WALTER (1987): Geographische und jährliche Variationen der Ernährung der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) an der Nordseeküste. – J. Orn. 128: 457–475.
- BOECKER, M. (1967): Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungs- und Nistökologie der Flußseeschwalbe und der Küstenseeschwalbe. – Bonn. zool. Beitr. 18: 15–126.
- BRADBURY, J.W., D. MORRISON, E. STASHKO & R. HEITHAUS (1979): Radio-tracking methods for bats. – Bat Res. News 20: 9–17.
- BRANDER, R.B., & W.W. COCHRAN (1969): Radio-location telemetry. – In: R.H. GILES (ed.): Wildlife management techniques manual. The Wildl. Soc., Washington, D.C.: 95–103.

- BRIGHAM, R.M. (1989): Effects of radio transmitters on the foraging behavior of Barn Swallows. – *Wilson Bull.* 101: 505–506.
- BRUBECK, M.V., B.C. THOMPSON & R.D. SLACK (1981): The effects of trapping, banding and patagial tagging on the parental behavior of Least Terns in Texas. – *Colonial Waterbirds* 4: 54–60.
- CACCAMISE, D.F., & R.S. HEDIN (1985): An aerodynamic basis for selecting transmitter loads in birds. – *Wilson Bull.* 97: 306–318.
- COLWELL, M.A., C.L. GRATTO, L.W. ORING & A.J. FIVIZZANI (1988): Effects of blood sampling on shorebirds: Injuries, return rates and clutch desertions. – *Condor* 90: 942–945.
- COSTA, D.P., & P.A. PRINCE (1987): Foraging energetics of Greyheaded Albatrosses *Diomedea chrysostoma* at Bird Island, South Georgia. – *Ibis* 129: 149–158.
- COULTER, M.C. (1986): Assortative mating and sexual dimorphism in the Common Tern. – *Wilson Bull.* 98: 93–100.
- CRESSWELL, B.H., & R.W. SUMMERS (1988): A study of breeding Purple Sandpipers *Calidris maritima* on the Hardangervidda using radio-telemetry. – *Fauna norv. Ser. C., Cinclus* 11: 1–6.
- FLINT, E.N., & K.A. NAGY (1984): Flight energetics of free-living Sooty Terns. – *Auk* 101: 288–294.
- FRANK, D. (1990): Fütterrate und Nahrungszusammensetzung von Flußseeschwalben (*Sterna hirundo*) anhand automatischer Registrierung am Nest. – *Proc. Int. DO-G Meeting Bonn 1988*, 159–165.
- FRANK, D. (1991): The influence of feeding conditions on the food provisioning of Common Tern (*Sterna hirundo*) chicks in Wadden Sea colonies. – *Ardea* (in press).
- FRANK, D., & P.H. BECKER (1991): Common Tern's (*Sterna hirundo*) body mass and incubation shifts related to different feeding conditions in the Wadden Sea. – *Ardea* (in press).
- GESSAMAN, J.A., & K.A. NAGY (1988): Transmitter loads affect the flight speed and metabolism of homing Pigeons. – *Condor* 90: 662–668.
- GORKE, M. (1990): Die Lachmöwe (*Larus ridibundus*) in Wattenmeer und Binnenland. – *Seevögel* 11/Sonderband 3:1–48.
- HARRISON, C.S., & D.L. STONEBURNER (1981): Radiotelemetry of the Brown Noddy in Hawaii. *J. Wildl. Manage.* 145: 1021–1025.
- HILL, L.A., & L.G. TALENT (1990): Effects of capture, handling, and radio-marking on breeding Least Terns and Snowy Plovers. – *J. Field Ornithol.* 61: 310–319.
- HÜPPOP, O. (1987): Der Einfluß von Wachstum, Thermoregulation und Verhalten auf den Energiehaushalt der Silbermöwe (*Larus argentatus* PONTOPPIDAN, 1763). – *Dissertation Universität Hamburg*.
- JOUVENTIN, P., & H. WEIMERSKIRCH (1990): Satellite tracking of Wandering albatrosses. – *Nature* 343: 746–748.
- KANWISHER, J.W., T.C. WILLIAMS, J.M. TEAL & K.O. LAWSON, jr. (1978): Radiotelemetry of heart rates from free-ranging Gulls. – *Auk* 95: 288–293.
- KENWARD, R. (1987): *Wildlife radio tagging*. – Academic Press, London.
- LICHT, D.S., D.G. McAULEY, J.R. LONGCORE & G.F. SEPIK (1989): An improved method to monitor nest attentiveness using radio-telemetry. – *J. Field Ornithol.* 60: 251–258.
- MASSIAS, A., & P.H. BECKER (1990): Nutritive value of food and growth in Common Tern (*Sterna hirundo*) chicks. – *Ornis scand.* 21: 187–194.
- MASSEY, B.W., K. KEANE & BOARDMAN (1988): Adverse effects of radio transmitters on the behaviour of nesting Least Terns. – *Condor* 90: 945–947.
- NISBET, I.C.T. (1981): Behavior of Common and Roseate Terns after trapping. – *Colonial Waterbirds* 4: 44–46.
- OBRECHT, H.H., III., C.J. PENNYCUICK & M.R. FULLER (1988): Wind tunnel experiments to assess the effect of back-mounted radio transmitters on bird body drag. – *J. exp. Biol.* 135: 265–273.
- O'CONNOR, P.J., & G.H. PYKE (1987): Radio-tracking Honeyeater movements. – *Emu* 87: 249–252.
- SCHULZE, R. (1989): Entwicklung und Erprobung einer Antennenanlage (Yagi-Antennen) mit Vorverstärkern im Frequenzbereich 170 MHz zur Vogelortung. – *Diplomarbeit Fachhochschule Wilhelmshaven*.
- SIBLY, R.M., & R.H. McCLEERY (1980): Continuous observations of individual Herring Gulls during the incubation season using radio tags: an evaluation of the technique and a cost-benefit analysis of transmitter power. – In: C.J. AMLANER & D.W. MACDONALD (eds): *A handbook on biotelemetry and radio tracking*, Pergamon Press, Oxford, 345–352.
- TAUX, K. (1986): Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1984 – Zweite Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft »Seevogelschutz«. – *Seevögel* 7: 21–31.
- TRIVELPIECE, W.Z., J.L. BENGTON, S.G. TRIVELPIECE & N.J. VOLKMAN (1986): Foraging behaviour of Gentoo and Chinstrap Penguins as determined by new radiotelemetry techniques. – *Auk* 103: 777–781.
- DE VRIES, R. (1990): Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1988 – Dritte Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft »Seevogelschutz«. – *Seevögel* 11: 21–26.
- WANLESS, S., M.P. HARRIS & J.A. MORRIS (1985): Radio-monitoring as a method for estimating time budgets of Guillemots *Uria aalge*. – *Bird Study* 32: 170–175.
- WANLESS, S., M.P. HARRIS & J.A. MORRIS (1988): The effect of radio transmitters on the behaviour of Common Murres and Razorbills during chick rearing. – *Condor* 90: 816–823.
- WANLESS, S., J.A. MORRIS & M.P. HARRIS (1989): Post-chick-leaving behaviour of the Razorbill *Alca torda* as shown by radio-telemetry. – *Seabird* 11: 22–27.
- WILSON, R.P., W.S. GRANT & D.C. DUFFY (1986): Recording devices on free-ranging marine animals: does measurement affect foraging performance? – *Ecology* 67: 1091–1093.

#### Anschrift der Verfasser:

Institut für Vogelforschung  
An der Vogelwarte 21  
D-2940 Wilhelmshaven 15, FRG

## Buchbesprechungen

SEIFERT, A. (1991):

### Gärtnern, Ackern – ohne Gift

Mit einem Nachwort von Jürgen Dahl. Beck'sche Reihe 434; 219 Seiten mit 14 Abbildungen; Paperback; ISBN 3-406-34026-1. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, Wilhelmstr. 9, 8000 München 40. DM: 16,80.

Alwin Seifert (1890–1972), Professor für Garten- und Landschaftsgestaltung in München, gilt als Pionier des Kompostierens. Diese Art der Verwertung von Küchen- und Gartenabfällen findet in heutiger Zeit, in der wir an einer Abfallflut zu ersticken drohen, immer mehr und neue Anhänger. Selbst Kommunen, wie zum Beispiel Hamburg, entwickeln Programme, um damit die Mengen zu senken und Wiederverwertbares auch zu verwerten. Das Buch, das zwanzig Jahre nach seinem ersten Erscheinen wieder aufgelegt wurde, will mit praktischen Vorschriften die Kunst des Kompostierens lehren. Es bringt vielerlei Informationen, die Gartenbesitzer für sich nutzbar machen können; es ist aber auch kri-

tisch zu lesen, wenn zum Beispiel Seifert vor schlägt, Stadtmüll und Klärschlamm zu kompostieren. Wir wissen heute, daß die dabei auftretenden toxikologischen Probleme nur durch den Verzicht von zahllosen Substanzen des täglichen Lebens zu lösen sind. Das Buch gibt somit auch die Möglichkeit, »genauer hinzusehen«, wie Jürgen Dahl in seinem Nachwort schreibt; Erfahrungen von gestern mit Erkenntnissen von heute zu vergleichen.

Eike Hartwig

HERKENDELL, Josef, & Ekkehard KOCH (1991):

### Bodenzerstörung in den Tropen

Beck'sche Reihe 436; 184 Seiten mit Karten, Schaubildern und Tabellen; Paperback; ISBN 3-406-34028-8. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, Wilhelmstr. 9, 8000 München 40. DM: 19,80.

Ein plötzlicher Regen und danach Staub auf unseren Autos: Staub aus der Sahara, wie wir inzwischen wissen. Doch haben Untersuchungen gezeigt, daß auch Staub aus dem weit südlicher gelegenen Sahel, aus den Flußtälern und

Schwemmlandbereichen Malis und Mauritaniens, bei uns niedergeht (im Frühjahr 1989 im Ruhrgebiet). Die Bodenzerstörung, nicht nur in den Tropen, sondern auch in Europa und Nordamerika, gehört zu den schleichenden Umweltkatastrophen, die aber für die Menschen in der Dritten Welt besonders bedrohliche Folgen hat. – Das vorliegende Buch erklärt die Zusammenhänge zwischen Klima, Vegetation und Böden, gibt einen Überblick über die Entwicklung der Bodenzerstörung und die Zunahme des Problembewußtseins und geht der Frage nach, welche ökologische Bedeutung dem Boden zukommt und warum daher seine Zerstörung so katastrophale Folgen hat. Anhand von Länderbeispielen werden Ausmaß und Ursachen der Bodenzerstörung aufgezeigt und in den Gesamtzusammenhang der Umweltzerstörung der Dritten Welt mit ihren Konsequenzen für die Industrieländer gestellt. Abschließend wird über nationale und internationale Bemühungen zum Bodenschutz und Lösungsmöglichkeiten zur Bewältigung der Krise berichtet. Das Buch wendet sich an eine kritische Öffentlichkeit und stellt eine umfangreiche Materialsammlung zum Thema dar.

Eike Hartwig

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [12\\_3\\_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Becker Peter Hermann, Frank Dietrich, Sudmann Stefan R., Wagener Martin

Artikel/Article: [Funkpeilung von Flußseeschwalben \(\*Sterna hirundo\*\) bei der Nahrungssuche im Wattenmeer 52-61](#)