

ISSN 0073-8417

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION
BIOLOGIE

SERIE 18 · NUMMER 6 · 1986

FILM D 1530

**Seevögel von Galapagos
Bewegungsweisen als Ernährungsstrategie**



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Tonfilm (Komm., deutsch oder engl.), 16 mm, farbig, 192 m, 17½ min (24 B/s). Hergestellt 1982, veröffentlicht 1984.

Der Film wurde aus vorhandenem Material zusammengestellt und ist für die Verwendung im Hochschulunterricht bestimmt.

Veröffentlichung aus dem Zoologischen Institut der Technischen Universität Braunschweig, Prof. Dr. G. RÜPPELL, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. D. HAARHAUS; Kamera: G. RÜPPELL und W. MÖLLER.

Zitierform:

RÜPPELL, G.: Seevögel von Galapagos – Bewegungsweisen als Ernährungsstrategie. Film D 1530 des IWF, Göttingen 1984. Publikation von G. RÜPPELL, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 18, Nr. 6/D 1530 (1986), 18 S.

Anschrift des Verfassers der Publikation:

Prof. Dr. G. RÜPPELL, Zoologisches Institut der Technischen Universität Braunschweig, Pokkelsstr. 10a, D-3300 Braunschweig.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion MEDIZIN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgeber: H.-K. GALLE · Redaktion: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der Encyclopaedia Cinematographica. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt werden.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film

Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen

Tel. (05 51) 20 22 04

FILME FÜR FORSCHUNG UND HOCHSCHULUNTERRICHT

GEORG RÜPPELL, Braunschweig, und INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM, Göttingen:

Film D 1530

Seevögel von Galapagos – Bewegungsweisen als Ernährungsstrategie

Verfasser der Publikation: GEORG RÜPPELL

Inhalt des Films:

Seevögel von Galapagos – Bewegungsweisen als Ernährungsstrategie. Die Flug- und Ernährungsweise der wichtigsten Seevogelarten von Galapagos werden beschrieben.

Einige flugcharakteristische Körper- und Flügelmaße werden zur Beschreibung des Fluges herangezogen.

Die Vögel mit der Möglichkeit am weitesten auf die See und am tiefsten ins Wasser zu kommen sind auf Galapagos am erfolgreichsten, gemessen an der Abundanz.

Die geringsten Abundanzen erreicht die Lavamöwe, ein Küstenvogel und Oberflächenjäger.

Summary of the Film:

Sea Birds of Galapagos – Locomotion Adaptions as a Strategy in Food Acquisition. The flight and feeding customs of the most important sea bird species of the Galapagos Islands are described.

Some characteristic body and wing measurements are used to describe the flight of these species.

The species which are able to forage furthest out at sea and deepest in the water are the most successful on the Galapagos Islands, measured by their abundance.

The least abundant bird is the lava-gull, a shore bird and surface-feeder.

Résumé du Film:

Oiseaux de mer des Galapagos – Modes de mouvement comme strategie de nutrition. Le mode de vol et de nutrition des sortes les plus importantes d'oiseaux de mer des Galapagos est décrit.

Quelques dimensions du corps et des ailes caractéristiques pour le vol sont apportées à la description du vol. Les oiseaux qui ont la possibilité d'aller au plus loin au dessus de la mer et au plus profond dans l'eau sont les plus chanceux aux Galapagos, mesuré à l'abondance.

C'est le goéland obscur – un oiseau de côte et un chasseur de surface – qui atteint les abondances le plus basses.

Allgemeine Vorbemerkungen¹

Die Abundanz, also die Individuenzahl pro Fläche, ist bei Vögeln vor allem von der Nahrung und von der Bejagung abhängig. Einen Einfluß sollten auch Windverhältnisse sowie das Raumangebot zum Ruhen und Fortpflanzen haben. Für die Seevögel von Galapagos ist eine Bejagung z.B. durch Sumpfhöhren oder Fregattvögel höchstens für kleine Arten wirksam (HARRIS [8], [9]). Die Windverhältnisse sind gemäßigt und für alle Seevögel auf Galapagos ähnlich. Brutplätze sind auf den vielen Inseln in großer Zahl vorhanden. Lediglich die Nahrung scheint ein bestandsregulierender Faktor zu sein. Von Mißerfolgen bei der Aufzucht der Jungen durch Nahrungsmangel wird mehrfach berichtet (HARRIS [8], NELSON [13] — [17]). Sicherlich haben solche kurzfristigen Auswirkungen eines schwankenden und knappen Nahrungsangebotes auch einen längerfristigen Einfluß auf die Gesamtpopulationsstärke in Galapagos. Da die Nahrung in der See nicht für alle Seevögel gleichermaßen erreichbar ist (ASHMOLE [1], [4], [3]), leiden die verschiedenen Arten auch unterschiedlich stark unter einer Knappheit. Es sind vor allem Bewegungsanpassungen, mit denen die Seevögel ihre Nahrung erreichen. Deshalb sollen diese als Ausgangspunkt eines Erklärungsversuchs für den unterschiedlichen Besiedlungserfolg der Seevögel auf Galapagos dienen.

Methode

Auf 2 Reisen mit einem Segelboot nach Galapagos 1973/74 und 1982 wurden die Flugmanöver der dort häufigsten Seevögel beobachtet und zeitgedehnt gefilmt. Der Aufenthaltsort der verschiedenen Seevogelarten auf dem Meer wurde auf allen Fahrten protokolliert. Außerdem wurde die Strategie des Nahrungserwerbes zu erschließen versucht und mit Angaben aus der Literatur ergänzt. Die meisten Daten zur Flugfähigkeit können aus den Filmen und Direktbeobachtungen nur qualitativer Art sein. Zusätzlich wurden allgemeine Schlüsse aus den Körperdimensionen der Seevögel gezogen:

Masse: Die Masse und damit das Gewicht eines Vogels hängt bei der ähnlichen Körperform der meisten Arten von der Größe ab. Beides hat unmittelbaren Einfluß auf die Flugeigenschaften. Kleine Vögel mit geringer Masse haben weniger Auftriebs- als Vortriebsprobleme. Ihr geringes Gewicht zieht nur wenig abwärts, ihre relativ große Oberfläche aber bremst zusammen mit den ungünstigen Strömungsverhältnissen an den relativ schmalen Flügeln. Ein großer und schwerer Vogel hat dagegen weniger Vortriebs- dafür aber Auftriebsprobleme, weil sein mit der 3. Potenz angestiegenes Körpervolumen eine sehr große Masse besitzt. Große Vögel müssen deshalb entweder große Tragflächen besitzen, die vorwiegend beim Segeln eingesetzt werden, wie etwa der Storch, Geier oder Albatros, oder schnell bewegliche Schlagflügel, wie etwa der Schwan.

Flächenbelastung: Allgemein gilt, je höher die Flächenbelastung, um so mehr Flugprobleme, es sei denn, der Vogel lebt in einem Gebiet mit viel Wind, wie Sturmvögel oder Albatrosse. Dort kann der relativ schwere Körper auch von verhältnismäßig kleinen Tragflächen, die ja durch den Wind eine hohe Anströmung erfahren, in der Luft gehalten werden. Kleine, leichte Vögel mit einer geringen Flächenbelastung sind zwar extrem

¹ Text teilweise übernommen aus BIONA-report 3 (S. 315—334).

manövrierfähig, dafür aber nicht ausdauernd, einmal wegen der oben geschilderten Widerstandsverhältnisse, zum anderen wegen der stoffwechselphysiologischen Probleme, die sich aus der relativ großen Körperoberfläche ergeben. Die Gruppe der mittelgroßen Vögel mit geringer Flächenbelastung wie etwa Möwen, Seeschwalben oder Dohlen sind am vielseitigsten leistungsfähig.

Spannweite: Eine große Spannweite wirkt der Flugwendigkeit entgegen, weil ein langer Flügel mit seiner entsprechend großen Masse aus Trägheitsgründen nur langsam in eine neue Richtung geschlagen werden kann. Vögel mit einer kleinen Spannweite können meistens wendiger fliegen als solche mit einer großen.

Hand-/Armteil und Längen-/Breiten Verhältnis: Auch das Hand-/Armteil-Verhältnis ist vor allem ein Maß für die Wendigkeit des Fluges. Vögel mit großen Handteilen, wie etwa ein Kolibri, sind zu ganz unterschiedlichen Raumbahnen ihrer Schlagbewegung fähig, wohingegen ein Vogel mit kleinen Handteilen und großen Armteilen seine Flügel nicht vielfältig bewegen kann, wie etwa der Albatros. Das Längen-/Breiten-Verhältnis (oder die Streckung = Spannweite zu Flügelbreite) ist für mehrere Flugeigenschaften wichtig. Bei einem großen Verhältnis, also bei langen schmalen Flügeln, wird an den dann verhältnismäßig kleinen Flügelseitenflächen wenig induzierter Widerstand erzeugt. Außerdem sind schmale Flügel böenunempfindlicher als breite. Eine große Bremswirkung bei Anstellwinkelvergrößerungen geht allerdings nicht von schmalen sondern von breiten Flügeln aus. Die meisten Seevögel besitzen viel schmalere Flügel als Landvögel, unter denen die Schnellflieger schmalere Flügel besitzen als gut manövrierfähige Vögel des reich strukturierten Wald- und Buschgeländes.

Ergebnisse

Flug- und Ernährungsweise der Seevögel

Hochseesegler

In den Gewässern von Galapagos kann man nur den Hawaisturmtaucher (*Pterodroma phaeopygia*) und den Galapagos-Albatros (*Diomedea irrorata*) den typischen dynamischen Segelflug ausführen sehen. Der Albatros ist der schwerste Seevogel von Galapagos mit der höchsten Flächenbelastung, der größten Spannweite, dem größten Längen-/Breitenverhältnis und dem geringsten Hand-/Armteil-Verhältnis seiner Flügel. Die schmalen, langen Flügel mit nur kleinen Handteilen, die spitz zulaufen, erzeugen nur wenig induzierten Widerstand. Allerdings benötigt der Galapagos-Albatros wegen seines hohen Gewichtes und der hohen Flächenbelastung eine hohe Anströmung aus Fahrt- und Seewind. In der windarmen Jahreszeit von Januar bis März fehlen die Albatrosse deshalb auf Galapagos. Sie fliegen dann in südöstlich gelegene Meeresgebiete. Täglich müssen große Strecken zurückgelegt werden, um ausreichend große Beutetiere zu finden, da kleine aus energetischen Gründen nicht lohnend sind. Ein bevorzugter Nahrungserwerb ist während der dunklen Nachtstunden aus dem Schwimmen heraus nach dann phosphoreszierenden Tintenfischen zu jagen.

Möwentyp

Das geringe Gewicht, die geringe Flächenbelastung, die kleine Spannweite, die ziemlich breiten Flügel und die relativ großen Handteile kennzeichnen die Gabelschwanzmöwe

(*Creagrus furcatus*) als sehr wendigen Flieger mit der Fähigkeit zum Langsamflug. Die Gabelschwanzmöwe fliegt nachts weit hinaus auf die See, um dort im Dunklen nach oben steigende Meerestiere zurbeuten. Sie ist die einzige Möwe mit einem Gabelschwanz, der im allgemeinen wendige und gleichzeitig schnelle Flieger kennzeichnet, z. Beispiel: Seeschwalben, Mauersegler, Fregattvögel, Wellenläufer. Mehrere Beobachtungen von Gabelschwanzmöwen, die angreifenden Fregattvögeln entkamen, oder mühelos in auch geringen Hangwinden segelten, sowie der Langstreckenflug zu den Nahrungsgründen und Fliegen auf der Stelle, auch bei Windstille, kennzeichnen einen vielseitigen Universalflieger. Die ähnlich große Lava-Möwe (*Larus fuliginosus*) ist weitaus häufiger in der Luft zu sehen. Sie jagt und sammelt Nahrung an der Hochwasserlinie und im Uferbereich. Die Lava-Möwe ist tagaktiv. Sie kann sich als Oberflächenjäger auf der hohen See nicht ausreichend ernähren, weil ausreichend große Nahrungsobjekte tagsüber zu selten zu finden sind.

Wellenläufertyp

Je kleiner ein Vogel ist, um so leichter läßt sich sein Körper beschleunigen und abbremsen. So sind für kleine Vögel auch kleinere Nahrungsobjekte attraktiv. Aus der Familie der Hydrobatidae kommen 3 Arten häufig in den Gewässern von Galapagos vor: der Elliots-Wellenläufer (*Oceanites gracilis*), der Madeira-Wellenläufer (*Oceanodroma castro*) und der Galapagos-Wellenläufer (*Oceanodroma tethys*). Die Strategie ihres Nahrungserwerbs ist ähnlich: Der kleinste der drei Arten, der Elliots-Wellenläufer, sucht am dichtesten an der Küste nach den kleinsten Planktontieren. Der größte, der Madeira-Wellenläufer, fängt dagegen schon kleinere Fische und Tintenfische auch entfernt von der Küste. Der Galapagos-Wellenläufer nimmt eine Mittelstellung ein. Mit ihren verhältnismäßig dünnen Beinen halten die Tiere Abstand von der Wasseroberfläche, auf der sie wassertretend Nahrung suchen. Bei günstigen Luftströmungen laufen sie so Wellenberge empor, ohne mit den Flügeln zu schlagen, die sie dabei waagrecht ausgestreckt halten. Plötzliches weites Durchschlagen beschleunigt die Vorwärtsbewegung, schnelles Verändern der Schlagrichtung mit großen Anstellwinkeln bremst den Vogel fast auf der Stelle, unsymmetrische Schlagbewegungen lassen plötzliche Kurven zu. Relativ breite Flügel mit sehr großem Handteil kennzeichnen den wendigen, schnell brems- und beschleunigungsfähigen Dauerflieger.

Vielseitigkeitstypen

Zwei Seevogelarten aus typisch tropischen Familien, die Noddyseeschwalbe (*Anous stolidus*) und die beiden Fregattvogelarten (*Fregata magnificens* und *Fregata minor*) haben eine vielseitige Ernährungsweise: wahrscheinlich eine Folge des oft wechselnden und geringen Nahrungsangebotes in tropischen Meeren. Die Noddyseeschwalbe ist gekennzeichnet durch eine sehr geringe Flächenbelastung, eine mittlere Spannweite, sehr große Handteile der Flügel und einen äußerst breiten und langen Schwanz. Sie fliegt in Küstennähe oft in Trupps dicht über der Wasseroberfläche mit langsamem Flügelschlag im gleichen Nahrungsraum wie die Wellenläufer und sucht dort nach kleinen Fischen und anderen kleinen Meerestieren, die die Größe der Beutetiere der Wellenläufer deutlich übertreffen. Oft jagen die Noddyseeschwalben mit anderen Seevögeln zusammen. Häufig sind sie bei stoßtauchenden Pelikanen anzutreffen. Sie suchen im durch den Aufprall des schweren

Pelikans aufwärtsgeströmten Wasser nach Beute und warten, oft auf dem Kopf des Pelikans sitzend, auf den Beifang, der mit dem Wasser aus dem Kescherschnabel herausfließt. Schnelle Manöver auf engstem Raum, senkrecht Aufwärts-, Abwärtsfliegen, ja sogar Rückwärtsfliegen, sind dank der geringen Flächenbelastung, des breiten Schwanzes und der relativ kurzen Flügel möglich.

Noddyseeschwalben jagen außerdem oft mit Raubfischen zusammen. Diese, bis zu einem Meter langen Fische jagen kleine Fische, Krebse, sowie Tintenfische vor sich her und auch in Oberflächennähe, wo sie von den Noddyseeschwalben, teilweise durch ange-deutetes Stoßtauchen, erbeutet werden. Die Noddyseeschwalben sind auf küstennahe Bereiche der Seegebiete um Galapagos beschränkt.

Die beiden Fregattvogelarten dagegen sind auch häufig auf der hohen See weitab vom Land anzutreffen. Die für einen so großen Vogel außergewöhnlich geringe Flächenbelastung (sie ist 4 mal so klein wie beim Albatros bei annähernd gleicher Spannweite) kennzeichnet zusammen mit den relativ großen Handteilen der Flügel den Flug: äußerst schnell, wendig und ausdauernd. Ein Konzept, das allerdings nur in den windarmen tropischen Meeresgebieten erfolgreich sein kann. Fregattvögel besitzen nur kümmerliche Füße ohne Schwimmhäute, die weder im Wasser noch an Land zu einer flügelunabhängigen Fortbewegung befähigen oder den Flug bei Start und Landung unterstützen könnten. Der Schwanz ist lang und tief gegabelt.

Fregattvögel fangen fliegende Fische in der Luft, erfassen an der Oberfläche schwimmende Beutetiere, sammeln Aas, erbeuten kleinere Landtiere, darunter auch Vögel wie die Galapagos-Taube und jagen größeren Seevögeln, wie Tölpeln, Tropikvögeln oder sogar Reiher die Beute ab. Fregattvögel segeln in den Aufwinden, die über den Inseln durch die nach oben abgelenkten Luftströmungen entstehen. Bei Auftauchen einer Beute oder Nahrungsquelle gleiten sie mit fast ganz zusammengelegten Flügeln in steiler Bahn mit großer Geschwindigkeit herab. Bei ihren Verfolgungsjagden anderer Seevögel überholen sie mühelos selbst schnellfliegende Tölpel.

Ihre Manövrierfähigkeit wird durch die negative V-Stellung der Flügel (mit kleinem Knick, an dem der Körper hängt) verstärkt. Seitliche Rollbewegungen werden durch die obere, dann der Horizontalen angenäherten, Tragfläche beschleunigt (im Gegensatz zur positiven V-Flügelstellung bei Weihen, die äußerst rollstabil fliegen). Vor allem Blaufußtölpel oder auch Tropikvögel werden gejagt. Die Fregattvögel ergreifen die verfolgten Vögel an den Schwanzfedern mit den Schnäbeln und ziehen sie aus ihrer Flugbahn. Bis zu 10 Tiere hacken auf den heftig sich wehrenden und rufenden Tölpel so lange ein, bis dieser einen Fisch herauswürgt. Mit wenigen sehr schnellen Flügelschlägen beschleunigen die Fregattvögel ihren Flug so sehr, daß sie den herabfallenden Fisch mühelos in der Luft auffangen können.

Stoßtaucher

Auch der Braune Pelikan (*Pelicanus occidentalis*) ernährt sich vielseitig. Er sucht nach Abfall hinter Fischerbooten und attackiert andere Seevögel um deren Beute. Seine Hauptmethode allerdings ist das Stoßtauchen. Die Pelikane fliegen dazu auf einer nicht steilen Bahn aufwärts. Je tiefer die Beutefische im Wasser schwimmen, um so höher steigen die Pelikane. Sie kippen über einen Flügel in den Sturzflug und steuern dabei mit den

halbgeöffneten Flügeln. Kurz vor der Wasseroberfläche beschleunigen sie durch weites Zurücknehmen der Flügel und Vorstrecken des Kopfes. Sofort nach dem Auftreffen wird der kescherartig ausgebildete Unterschnabel aufgespannt, so daß der Vogel abrupt gebremst wird. Jungvögel brechen sich gelegentlich dabei den Hals. Die große aufspritzende Wasserfontäne zeugt von der Wucht des Aufpralls und der großen Bremswirkung des Wassers. Die Eintauchtiefe bleibt so gering.

Wegen seines großen Gewichtes und der breiten Flügel, die keinen dynamischen Segelflug ermöglichen, ist der Meerespelikan auf die Küstenbereiche beschränkt. Die anderen Stoßtaucher dagegen können auch entfernt der Küste fischen.

Tölpel sind ebenfalls Stoßtaucher. Drei Arten leben auf Galapagos: Bis zu 150 km vor der Küste fangen die Rotfußtölpel (*Sula sula*) während der Brutzeit ihre Nahrung. Ihre größten Verwandten, die Maskentölpel (*Sula dactylatra*) fischen in Seegebieten, die dichter an der Küste liegen, ab und zu vergesellschaftet mit den schweren Blaufußtölpel-Weibchen (*Sula nebouxii*). Die um ein Drittel leichteren Männchen der Blaufuß-Tölpel können in ganz seichten Buchten flache Stöße ausführen, ohne sich dabei zu verletzen. Durch die langen, schmalen Flügel (Längen-/Breitenverhältnis 4,6:1) und die relativ kleinen Handteile sind Tölpel für den Hochseeflug sehr gut ausgerüstet. Das Stoßtauchen erfolgt aus Höhen bis zu 50 m, aber auch aus nur ganz niedrigen Höhen von wenigen Metern. Durch negatives Anstellen eines Flügels oder einseitiges Falten erreicht der Vogel das Abkippen, bei dem er durch einige Flügelschläge noch beschleunigt (RÜPPELL [18], [25]). Kurz vor dem Auftreffen werden die Flügel, ermöglicht durch die sehr dehnbaren Flughäute, so weit nach hinten gestreckt, daß von der Spitze des Schnabels über den knicklosen Übergang zum Schädel skelett bis hin zu den Schwanzfedern eine strömungsgünstige Spindel form geworden ist. Wenig aufspritzendes Wasser beim Durchschlagen des Körpers zeugt von wenig Widerstand. Die Tölpel sollen in große Tiefen (Schätzwerte bis zu 20 m) vordringen können. Oft liegt der Auftauchpunkt unmittelbar neben dem Einschlagpunkt. Dann dürfte der Fisch von oben ergriffen worden sein. In anderen Fällen kommen die Tölpel an anderen Stellen wieder hoch, und es ist denkbar, daß auch hier, wie vom Baßtölpel (*Sula bassana*) berichtet (REINSCH [17]), die Vögel die Beute zunächst untertauchen und sie dann im Emporschießen ergreifen. Rotfußtölpel sollen zwischen Wellenbergen fliegende Fische, die sie nach Durchtauchen einer Welle aus dem Wasser jagen, greifen können.

Schwimmtaucher

Treiben viele Fische in ganz seichten Buchten zusammen, dann kann man häufig Tölpel in Trupps auf dem Wasser schwimmen sehen, die ihre Köpfe unter die Wasseroberfläche stecken, wahrscheinlich um Ausschau zu halten. Nach anfänglichem Stoßtauchen erfolgt kein neuerlicher Versuch. Aus dem Schwimmen heraus können die leichten tropischen Tölpelarten nicht eintauchen, wohl aber die Stummelscharbe (*Nannopterum harresi*) und der Galapagos-Pinguin (*Spheniscus mendiculus*). Der Kormoran treibt seinen Körper unter Wasser mit den Schwimmpfüßen an. Seine Stummelflügel dienen nur der Steuerung. Das Tauchvermögen der Kormorane reicht offensichtlich nur aus, um Bodenfische, Aale oder Tintenfische zu fangen. Der lange wendige Hals ist beim Auffinden und Ergreifen

der Beute am Boden besonders gut geeignet. Diese Bevorzugung des Bodens als Nahrungsraum läßt die Stummelscharben nur im Küstenbereich von Galapagos erfolgreich sein, da die meisten Ufer der Kraterinseln steil abfallen. Der Galapagos-Pinguin dagegen ist kompakter gebaut und treibt seinen stromlinienförmigen Körper mit den zu Paddeln umgestalteten Flügeln voran. Durch wellenförmiges Gleiten durch die Luft und Wasser kann er sogar größere Strecken zurücklegen. Seine Hauptnahrung sind kleine Fische, die nicht so ausdauernd und schnell sind wie große.

Diskussion

Obwohl unter dem Äquator gelegen, besitzen die Seegebiete um Galapagos doch einen großen Nahrungsreichtum. Es kommt hier zum Aufeinandertreffen verschiedener Meeresströmungen: der Humboldtstrom im Südosten, der El Niño aus dem Nordosten und der Cromwell-Strom aus dem Westen. Besonders der Cromwell-Strom führt nährstoffreiches Tiefenwasser heran. Neben den 290 Küstenfischarten stehen allerdings nur eine mit den Strömungen schwankende Zahl pelagischer Fische zur Verfügung. Die Meeresströmungen können durch gegenseitige Beeinflussung ihre Lage variieren. Um an diese pelagischen Schwärme heranzukommen, bedarf es eines hochseegeeigneten, ausdauernden Fluges und eines guten Tauchvermögens.

Die Tölpel können gut fliegen und gut tauchen. Ihr Nahrungsraum ist deshalb in horizontaler Richtung (vom Land auf die offene See hinaus) sehr groß. Die Auswirkungen der Aufteilung der Nahrungsräume in horizontaler Richtung durch die 3 Töpelarten (Rotfußtöpel weit draußen, Maskentöpel näher am Land und Blaufußtöpel zwischen den Inseln an der Küste) macht sich vor allem in verschiedenen Brutstrategien bemerkbar. Rotfußtöpel ziehen in der längsten Zeit nur ein Junges auf. Maskentöpel bringen in kürzerer Zeit 1 – 2 Junge hoch und die Blaufußtöpel ziehen, zeitlich oft bedingt durch Fischreichtum im Küstenbereich, sogar 2 – 3 Junge auf (HARRIS [10]). Da der Nahrungsraum für die Blaufußtöpel mit ihrem geringen Aktionsradius sehr viel kleiner ist als für die beiden anderen Töpelarten, sind sie eher Schwankungen des Fischbestandes ausgeliefert. Ihr opportunistisches Verhalten, d.h. Einrichten der Brutzeit nach Fischangebot und ihre höhere Jungenzahl (wegen der möglichen höheren Mortalität durch Verschwinden der Fische) sind so verständlich.

Diese Methode, gut über der See zu fliegen und tief in das Wasser eintauchen zu können, hat die Töpelgruppe zur erfolgreichsten Seevogelgruppe auf Galapagos werden lassen. Mehr als 600 000 von ihnen leben hier.

Alle anderen Arten (bis auf die Tropikvögel) können entweder gut tauchen oder gut fliegen. Das gute Flugvermögen ist offensichtlich für die Ernährung einer großen Population wichtiger. Der Albatros mit seiner energiesparenden Segelmethode holt sich große Nahrungsobjekte von weit her. Um diese ökonomische Flugweise auch ausüben zu können, benötigt er Wind und richtet seine Brutperiode nach der Windhäufigkeit, nicht etwa nach lokalem Nahrungsreichtum aus. Das Sammeln großer Meerestiere in einem ausgedehnten Gebiet ist offenbar lohnend. 10–15 000 Paare brüten auf Galapagos. Auch ein anderer Meeressegler, der Hawaisturmtaucher (*Pterodroma phaeopygia*), ist windabhängig und richtet seine Brutzeit danach aus. Die aus tropischen Familien stammenden Fregattvögel und Noddyseschwalben sind eher an wind- und böenarme Flugsituationen angepaßt.

Als Oberflächenjäger ohne sehr großen Aktionsradius bleibt ihr Nahrungsraum begrenzt. Durch das Ausnutzen von anderen Seevögeln und Fischen verbessern sie ihre Ernährungssituation. Ihre Ernährungsstrategie mit Abhängigkeit von anderen Tierarten und von verhältnismäßig gutem Wetter läßt die Entwicklung von individuenreichen Populationen jedoch offensichtlich nicht zu. Die Entwicklung der Fregattvögel-Jungen ist fast so lang wie die der doch 4 – 5mal so schweren Albatrosse. In ungünstigen Jahren kommen die Fregattvögel überhaupt nicht zum Fortpflanzungserfolg.

Die beiden Möwenarten, die Lava- und die Gabelschwanzmöwe sind ganz verschieden erfolgreich: nur 600 Paaren der Lavamöwe stehen 10 – 15 000 Paare der Gabelschwanzmöwe gegenüber. Nach ihren Abmessungen müßten beide Arten in horizontaler Richtung sich ähnlich gut ernähren können. Entscheidend für den Unterschied in der Populationsstärke dürfte das Ausnutzen des Nahrungsraumes in vertikaler Richtung sein: die großsäugige Gabelschwanzmöwe fängt nachts aufwärtssteigende Meerestiere. Die Lavamöwe kann das nicht und bleibt so auf die kargen Uferbereiche beschränkt.

Die auf niedriger Trophiestufe charakteristische Zunahme der Kleinheit der Beutetiere hat eine gleichmäßigere Verteilung und eine verhältnismäßig gute Verfügbarkeit auch in Ufernähe zur Folge. Während die Noddyseeschwalben auf kleine Fische angewiesen sind und trotz Anpassung an andere Beutegreifer (Pelikan und Oberflächen-Fische) keine großen Populationsdichten erreichen können, sind die Wellenläufer mit einigen Hunderttausend Exemplaren auf Galapagos sehr erfolgreich. Die leichten, manövrierfähigen Vögel können mit der geschilderten Ernährungstechnik ihre Energiebilanz positiv gestalten. Die geringen Flugstrecken zwischen Nahrungsort und Brutplatz lassen selbst die Nutzung kleinster und nährstoffarmer Plankton-Organismen energetisch noch günstig sein.

Das Bestreben der gut flugfähigen Arten, auch in vertikaler Richtung an die Nahrung zu kommen, erkennt man beim Albatros, beim Wellenläufer und bei der Gabelschwanzmöwe, die alle nachts die dann emporsteigenden Meeresorganismen, wenn auch unterschiedlicher Größengruppen, fangen. Auch die Fregattvögel und Noddyseeschwalben nutzen den vertikalen Nahrungsraum, wenn auch durch Mithilfe anderer Beutegreifer.

Gemessen an der Populationsstärke sind andererseits die gut tauchfähigen aber auf die Küstenbereiche beschränkten Arten wenig erfolgreich. So kommen nur einige Hundert Kormorane auf einige Tausend Pelikane auf Galapagos vor.

Der Versuch, die Fluganpassung als Voraussetzung für eine Ernährung zu werten und dann damit den Besiedlungserfolg des Galapagos-Archipels zu begründen, kann nur eine Arbeits-Hypothese bleiben. Andere Faktoren müssen ebenfalls in die Kalkulation mit einbezogen werden. Die auf Galapagos herrschenden hohen Temperaturen könnten für aus südlichen Gebieten stammende Vögel begrenzend wirken. Jedoch zeigen ca. 30 000 Albatrosse der Insel Hood und einige Tausend Pinguine im Gegensatz zu nur wenigen Meerespelikanen oder Noddyseeschwalben, die aus tropischen Gebieten stammen, daß nicht die Temperatur der begrenzende Faktor sein kann. Auch Brutplätze stehen auf den vielen Inseln an den weiten Küstenstrichen ausreichend zur Verfügung. Daß durch den Menschen eingeführte Säugetiere, wie Hunde, Schweine oder Ratten einige Seevogelarten besonders dezimieren, ist bei der Lage der meist zur See exponierten Brutplätze der Seevögel kaum anzunehmen. Lediglich der Hawaisturmtaucher brütet in den Hoch-

ländern mit dichter Vegetation von Santa Cruz, James, St. Christobal, Floreana und Isabela. Bei ihm scheint es, daß seine Populationsstärke sich durch die zunehmende Jagd auf die eingeschleppten Säugetiere wieder erhöht (HARRIS [9]).

Es erscheint fraglich, ob die dargestellten Zusammenhänge bis in alle Einzelheiten bewiesen werden können. Wenn auch mit viel Aufwand eine verbesserte Beschreibung der Flugfähigkeit der Vögel zu erreichen wäre, so ist eine aktualisierte quantitative Aufklärung der Ernährungssituation und der Populationsdynamik der Vögel auf Galapagos jedoch kaum zu erhalten.

Nur durch die relativ einfache Strukturierung des Lebensraumes der Seevögel auf Galapagos und durch die für alle Arten vergleichbaren Faktoren scheint das Aufstellen der vorgestellten Hypothesen berechtigt und schlüssig.

Erläuterungen zum Film

Wortlaut des gesprochenen Kommentars¹

Normale Geschwindigkeit

50 – 500 B/s

Die Inseln des Galapagos-Archipels liegen am Äquator rund 1.000 km vom südamerikanischen Festland entfernt im Pazifischen Ozean.

Die felsigen Küsten sind vegetationsarm und bieten nur wenigen Landtieren Ernährungsmöglichkeiten.

Das durch den Cromwell- und den Humboldtstrom an die Oberfläche getragene nährstoffreiche Tiefenwasser dagegen ermöglicht in Verbindung mit der hohen Lichtintensität eine starke Planktonproduktion, die Grundlage für den Fischreichtum.

Für tropische Gewässer ist ein so reicher Fischbestand eine Ausnahme. Hier können zahlreiche Robben und Seevögel von den Fischschwärmen leben.

Außer den guten Ernährungsbedingungen im Meer bieten die vielen Küsten des Archipels vorzügliche Brutmöglichkeiten für zahlreiche Vogelarten.

Ein Nutznießer des Nahrungsreichtums ist der Maskentöpel, der auf dem Boden steiler Klippen und schräger Hänge nistet und dort seine Jungen großzieht.

Wie alle Töpel zeichnet er sich durch ein sehr gutes Flugvermögen aus. Diese Aufnahme vom Start ist stark zeitgedehnt.

Auf Büschen und Bäumen nistet die zweite der drei Töpelarten von Galapagos – der Rotfußtöpel.

Der Blaufußtöpel dagegen bevorzugt ebene Flächen für das Fortpflanzungsgeschäft – hier z.B. den Boden eines Kraters.

Beim Anflug präsentiert der Töpel seine blauen Füße und imponiert dadurch dem Partner und den Nachbarn.

Beim Start zum Fischfang werden die gut beweglichen Flügel weit durchgeschlagen und bringen den stromlinienförmigen Körper schnell auf die nötige Fluggeschwindigkeit.

Während der Rotfußtöpel hauptsächlich weit draußen auf dem Meer nach Fischen jagt, sucht der Maskentöpel bevorzugt zwischen den Inseln und der Blaufußtöpel meist in unmittelbarer Küstennähe seine Beute, wie hier im Bild.

¹ Die *Kursiv*-Überschrift entspricht dem Zwischentitel im Film.

Die Stoßtauchtechnik ist bei allen drei Töpelarten grundsätzlich ähnlich und hat beigetragen zum großen Erfolg auf Galapagos: über 700 000 von ihnen leben hier.

Aus dem Suchflug kippt der Töpel in die steile Stoßbahn ab. Dabei beschleunigt er zusätzlich mit einigen Flügelschlägen. Rotationen um die Längsachse stabilisieren den Stoß. Kurz vor dem Eintauchen werden die Flügel nach hinten gestreckt.

Durch die widerstandsarme Eintauchhaltung und die hohe Stoßgeschwindigkeit können Töpel noch in 20 Meter Tiefe fischen.

Hier noch einmal in realer Geschwindigkeit.

Vielseitiger als Töpel ernähren sich die Meerespelikane. Diese großen Tiere bleiben in Küstennähe und nutzen dort jede sich bietende Nahrungsquelle. So folgen sie Fischer- und Touristenbooten und fressen die Abfälle.

Im Gegensatz zu ihren altweltlichen Verwandten erbeuten Meerespelikane Fische meist im Sturzflug. Der unter Wasser weit geöffnete Schnabel und der breite Körper bremsen den Stoß bereits an der Wasseroberfläche ab.

Da der Meerespelikan durch seine breiten Flügel und den schweren Körper wenig hochseetüchtig ist, bleibt der Nahrungsraum für diese auf Galapagos nicht sehr häufige Art begrenzt.

Der Pelikan hat es vor allem auf mittlere bis große Fische abgesehen. Die mitgefangenen kleinen Meerestiere werden von anderen Seevögeln genutzt.

Eine Noddyseeschwalbe landet hier auf dem Kopf des Pelikans. Sie lauert auf alle Kleintiere, die der Braune Meerespelikan mit dem Wasser aus dem Kescherschnabel wieder ausströmen läßt.

Die zum Beutefang erforderlichen Flugmanöver auf engstem Raum gelingen der Noddy mühelos. Sie kann sowohl auf der Stelle fliegen als auch senkrecht nach unten stoßen. Ihr Körpergewicht ist gering und ihre Flügel sind verhältnismäßig groß – beides wichtige Voraussetzungen für den Langsamflug. Der breite und lange Schwanz unterstützt den Langsamflug und hilft beim Steuern und beim Bremsen. Im Gegenlicht erkennt man gut die Größe des Kescherschnabels und seinen Inhalt – hier mittelgroße Fische, die verschluckt werden.

Noddy-Seeschwalben sind weltweit in den Tropen verbreitet. Sie haben verschiedene Strategien um an Nahrung heran zu kommen. Hauptsächlich erbeuten sie ihre Nahrung aus dem Fluge von der Wasseroberfläche – oft in Gemeinschaft mit Raubfischen.

Die großen Fische jagen kleinere Arten bis an die Wasseroberfläche, so daß diese für Noddy-Seeschwalben erreichbar werden.

Auch ein Audubon-Sturmtaucher nutzt dieses günstige Nahrungsangebot und stößt ins Wasser.

Am Ufer suchen andere Seevögel nach Nahrung, wie z.B. die seltene Lavamöwe. Diese nur auf Galapagos in weniger als 600 Paaren vorkommende Art frißt alles, was sie am Strand oder auf der Wasseroberfläche findet. Vom Hauptnahrungsangebot des Meeres kann diese Möwe allerdings nur wenig profitieren. Fische im Wasser kann sie nicht erreichen und tagsüber an der Oberfläche treibende Planktonwesen sind wahrscheinlich zu klein. So bleibt wenig Nahrungsmöglichkeit – was ein Grund für die Seltenheit der Lavamöwe sein mag.

Die ebenfalls nur auf Galapagos vorkommende Gabelschwanzmöwe ist weitaus häufiger. Mehr als 15.000 Paare finden hier ihr Auskommen durch nächtliches Jagen. Die großen Augen sind für das Dämmerungssehen hervorragend geeignet.

Nachts steigen viele Meerestiere wie Fische, Krebse und Tintenfische an die Oberfläche und können von der Gabelschwanzmöwe mühelos erbeutet werden. Auch ihr ausdauernder und wendiger Flug und das Ausnutzen der nächtlichen Vertikalwanderungen vieler Meerestiere haben die Gabelschwanzmöwe zur erfolgreichsten Möwenart von Galapagos werden lassen.

Ähnlich häufig ist der Galapagos-Albatros. Auf dem Archipel leben über 15.000 Paare. Sie erscheinen nur in der windreichen Jahreszeit von Mai bis Dezember im Brutgebiet. Trotz dieser Auftriebshilfe haben sie beim Starten von der Wasseroberfläche Schwierigkeiten. Als Meereseidler besitzen die Albatrosse bei hohem Gewicht sehr lange Flügel, die zum schnellen Schlag nur bedingt geeignet sind.

Wie die Gabelschwanzmöwe ernährt sich der Galapagos-Albatros von Beutetieren der Meeresoberfläche. Er benötigt jedoch größere Nahrungsbrocken und muß oft lange danach suchen. Durch eine ökonomische Segeltechnik ist er dazu in der Lage.

Der nur starengroße Wellenläufer, ein Verwandter des Albatrosses, hat verhältnismäßig kurze Flügel, die eine rasche Schlagfolge ermöglichen. Deshalb kann dieser Oberflächenjäger auch bei Windstille schnell und wendig fliegen – wie hier in starker Zeitdehnung gut erkennbar ist. Start von der Wasseroberfläche, kurzer Geradeausflug und Landung gehen mit wenigen Flügelschlägen lückenlos ineinander über. Immer wieder scheint der Vogel mit seinen schwachen Beinen auf den Wellen zu laufen: Daher der bezeichnende Name.

Da Wellenläufer wegen ihrer geringen Masse mit wenig Energieverlust abbremsen und beschleunigen können, lohnt es sich für sie, außer Großplankton und Abfällen selbst kleinste Partikel als Nahrung aufzunehmen.

Durch das Ausnutzen dieser Nische sind Wellenläufer zur häufigsten Seevogelgruppe auf Galapagos geworden.

Völlig anders als Stoßtaucher und Oberflächenjäger geht der Galapagos-Pinguin auf Jagd. In der Luft ist er – wie alle Pinguine – zwar flugunfähig, unter Wasser jedoch rudert er mit schnellen Flügelschlägen dahin. Der Nahrungsbezirk reicht vom versteckreichen Ufer bis weit ins freie Wasser.

Der Galapagos-Pinguin zählt zu den kleinsten Vertretern der eigentlich antarktischen Tiergruppe. Ca. 8.000 von ihnen bietet das kalte und nahrungsreiche Tiefenwasser des Humboldtstromes Lebensmöglichkeit in Äquatornähe. Der Antrieb im Wasser wird ausschließlich mit den Flügeln erzeugt, die schwimnhautbesetzten Füße bleiben nach hinten gestreckt und wirken bestenfalls beim Steuern mit.

Nur mit den Füßen alternierend rudern jagen andere Tauchvögel im Uferbereich nach Bodentieren – die nur auf Galapagos in knapp 1.500 Exemplaren beheimateten flugunfähigen Stummelkormorane. Das Gefieder ist wie bei seinen flugunfähigen Verwandten zur Erhöhung des spezifischen Gewichts beim Tauchen benetzbar und muß regelmäßig am Land getrocknet werden.

Von allen Seevögeln Galapagos besitzen die Fregattvögel zweifellos die beste Flugfähigkeit. Die Männchen fliegen sogar mit aufgeblasenem Kehlsack, den sie normalerweise bei der Balz auf Büschen und den darauf errichteten Nestern den Weibchen präsentieren.

Fregattvögel besitzen auffallend kleine Füße, mit denen sie sich gerade eben auf Zweigen festhalten können. Zum Schwimmen sind sie nicht geeignet. Bei einer Spannweite von über 2 m haben diese großen Vögel – hier ein juveniles Tier – nur ein Gewicht von höchstens 1½ kp. Ihre Nahrung nehmen sie im Fluge auf – sowohl vom Strand als auch von der Wasseroberfläche.

Ein Rotfußtölpel kehrt mit gefülltem Kropf vom Fischfang heim. Die Fregattvögel attackieren ihn sofort. Sie sind dem Tölpel flugtechnisch in allen Belangen überlegen: mit ihrer geringen Masse und den sehr beweglichen großen Flügeln sind sie erheblich wendiger und schneller. Immer wieder wird der Tölpel belästigt, bis dieser einen Fisch herauswürgt, der sofort von einer Fregatte ergriffen wird.

Hier ein weiterer Angriff auf einen Rotfußtölpel. Durch diese spezielle Form des Parasitismus, haben die nichttauchenden aber sehr gut fliegenden Fregattvögel ihren Nahrungsraum auch in vertikaler Richtung erweitert – bis in die Tauchtiefe des Tölpels.

Das reiche Nahrungsangebot in den Gewässern um die Galapagos-Inseln wird von den Seevögeln durch vielfältige Bewegungsanpassungen und Jagdstrategien genutzt, so daß viele Arten und Individuen auf engem Raum nebeneinander existieren können.

English Version of the Spoken Commentary¹

Normale Geschwindigkeit

50 – 500 B/s

(Normal speed and slow motion)

The islands of the Galapagos Archipelago are located in the Pacific Ocean about 1000 km from the South American mainland.

The rocky coastline is poor in vegetation and can thus support only a few terrestrial animals.

The reason for the richness in fish is the nutrient-laden abyssal water which is washed up by the Cromwell and Humboldt Currents and in conjunction with high light intensities enables plankton populations to abound.

Such an abundance of fish is unusual for tropical waters. Numerous species of seals and seabirds live off the swarms of fish.

Apart from the favourable nutritive base afforded by the sea, the extensive coastline of the islands offers ideal breeding conditions for a variety of birds.

One profiteer from the favourable food situation is the Blue-faced or Masked Booby which nests on the ground on steep cliffs and slopes, where it rears its young.

Like all boobies it is distinguished by its excellent flight performance. The shot of it taking off was filmed with a high speed camera to give the slow motion effect.

The second of the three species of booby found on the Galapagos Islands is the Red-footed Booby. It nests in bushes and trees.

The Blue-footed Booby on the other hand prefers flat ground for its reproductive operations – such as this volcanic crater floor.

Presenting its blue feet in the approach flight is designed as a display for the partner and the neighbours.

¹The headline in *italics* corresponds with the subtitle in the film.

When it takes off on a fishing expedition it spreads its highly mobile wings wide thus accelerating its streamlined body quickly to the required flight velocity.

Whereas the Red-footed Booby prefers to hunt far out to sea, the Masked Booby searches for fish mainly among the islands and the Blue-footed Booby catches its prey close to the coast, as shown here.

The plunge diving techniques of all three species are basically similar and have contributed to their great success on the Archipelago: about 700,000 individuals living here.

From search flight the booby suddenly falls off into a steep vertical plunge dive. It accelerates its flight with a few extra wingbeats. The dive is stabilized by rotation around the longitudinal axis. Immediately before the plunge the wings are extended backwards. Due to the high speed and the low resistance offered by its body, the booby is able to fish at a depth of 20 m.

Once again the dive at actual speed.

Brown pelicans have a more varied diet than the boobies. These large birds keep close to the coast and take advantage of every available source of food. That's why they often follow fishing-smacks or tourist-boats and eat garbage thrown overboard.

In contrast to their relatives from the Old World, Brown pelicans catch fish mostly by plunge diving. The plunge is already decelerated just under the surface by the bird's wide-open bill and broad body.

As Brown pelicans are scarcely able to fish in the deep sea because of their heavy bodies and broad wings, their food sources are limited; thus this species is somewhat rare on the Galapagos.

The pelicans mainly prefer medium to large size fish. Other seabirds prey on the smaller marine animals caught by the pelican.

A Brown noddy lands on the pelican's head. It's waiting for the minor animals which are washed out of the pelican's capacious bill with the run-off water.

The noddies have no difficulty at all in performing flight manoeuvres in the most confined space while hunting for prey. They can hover in one position as well as dive vertically. As their body weight is low and their wings are relatively large, they are well equipped for slow flight. Their long, wide tail feathers assist slow flight and provide enhanced control and deceleration. Against the light the strong mandibles and their catch of medium-sized fish, which will be swallowed immediately, are clear to see.

Common noddies are distributed throughout the tropics. They have developed different strategies to obtain their food. They mainly catch their prey in flight from the surface of the water, often mutually with predatory fishes.

The bigger fishes chase smaller species up to the surface, where they are snapped up by the noddies.

An Audubon's shearwater also profits by the surfeit of food and takes the plunge.

Along the shore other species of birds are searching for food, such as the rare Lava gull. There are fewer than 600 pairs of this species which only occurs on the Galapagos Islands. The birds eat anything that they can find on the beach or the surface of the sea. They are, however, ill equipped to exploit the major food supply provided by the sea. They are unable to reach fish underwater and the plankton particles floating on the surface in the

daytime are probably too small. So the alternatives are limited; one probable reason for the scarcity of the Lava gulls.

The Swallow-tailed gull, which is also restricted to the Galapagos Islands, is far more frequent. More than 15,000 pairs of these nocturnal hunters live here now. The large eyes are well adapted to twilight vision.

During the night many marine animals, such as fish, crustaceans and squids rise to the surface and thus become easy prey to the Swallow-tailed gulls. On account of their enduring and agile flight and their ability to take advantage of the nocturnal migration of marine fauna, the Swallow-tailed gulls have evolved as one of the most successful species of gull on the Galapagos Islands.

The Galapagos albatross is another frequent species, with about 15,000 pairs living on the Islands. They only occur in the breeding territory during the stormy period from May to December. In spite of the up-draft they have difficulty in taking off from the surface of the sea. As a glider the albatross is heavy and has very long wings, hardly suited to rapid flapping.

Like the Swallow-tailed gull the Galapagos albatross preys on marine animals caught in the surface waters. However, the albatross requires larger pieces of food. It can hunt for long periods because it is capable of gliding economically.

The Galapagos storm-petrel, a mere starling-sized relative of the albatross, has relatively short wings, which it can flap in quick succession. So this surface chaser can fly with speed and agility even in calm weather – as can be seen from the slow-motion sequence. Take-off from the surface, short direct flight and landing are all accomplished in one go with a few rapid wingbeats. Over and over again, the bird appears to walk the water with its fragile legs – hence the German name „Wave-runner“.

Since storm-petrels have a very low body weight, they can accelerate and decelerate with very little loss of energy. So it's advantageous for them to take up the minutest particles of food besides larger plankton and refuse. By exploiting this ecological niche, storm-petrels have become the most frequent group of seabirds in the Galapagos Archipelago.

The chasing method of the Galapagos penguin is totally different from that of the plunge divers and surface chasers. Like all penguins it isn't able to fly in the air, but under the water it flaps its wings with a rapid rowing action. Its hunting territory extends from the protection of the rocky shoreline to the wide open sea.

The Galapagos penguin counts among the smallest representatives of the originally Antarctic group of animals. The cold, nutrient-rich abyssal water of the Humboldt Current affords a livelihood for about 8000 individuals even near the Equator. The power thrust through the water is generated solely by the wings. The webbed feet trail behind, assisting at best in directional control.

With alternate rowing movements of their feet, other divers search for ground-living animals along the shoreline – they are the Galapagos flightless cormorants, which occur only on the Galapagos with about 1500 surviving individuals. Their plumage is wetted when diving to increase their specific gravity, just as with their airborne relatives. It has to be dried out on land at regular intervals.

The frigatebirds are without a doubt the most skilled aeronauts among the Galapagos

fauna. The males even fly with their throat sac inflated, a form fo display normally reserved for the pairing-time when the male presents to the female on the nesting bushes. The birds' feet are exceptionally small, just about enabling them to hold on the twigs. They are not suitable for swimming. With a wingspan of more than two metres this large bird – here a juvenile specimen – has a maximum bodyweight of only 1.5 kp. Food uptake is on the wing, either from the beach or from the water surface..

A Red-footed booby returns from fishing, its crop filled. Immediately it is attacked by Frigatebirds. In flight they are superior to the boobies in every respect. Relying on their light weight and large, mobile wings, they are considerably faster and more agile.

Again and again the booby is harried until it regurgitates a fish, which is immediately seized by one of the Frigatebirds.

Another attack on a Red-footed booby. By developing this special form of parasitism, the Frigatebirds – non-divers but very proficient fliers – have been able to extend their food territory even in a vertical direction, down to the diving depth of the boobies.

Seabirds make full use of the rich supply of food in the seas surrounding the Galapagos Islands by various forms of adaptation and hunting strategies. Thus many species can exist side by side in a comparatively small area.

Literatur

- [1] ASHMOLE, N.P.: The regulation of numbers of tropical oceanic birds. *Ibis* 103b (1963), 458–473.
- [2] ASHMOLE, N.P.: Body size, prey size, and ecological segregation in five sympatric tropical terns (Aves: Laridae) *Syst. Washingt. Zool.* 17 (1968), 292–304.
- [3] ASHMOLE, N.P.: Sea bird ecology and the marine environment. Pp. 224–286 in FARNER B.S. + KING, J.R., *Avian Biology*, Vol. 1. London a. New York, 1971.
- [4] ASHMOLE, N.P., u. M.J. ASHMOLE: Comparative feeding ecology of seabirds of a tropical oceanic island. *Bull. of the peabody Mus. of. Nat. Hist., Jale Univ.* 24 (1967)
- [5] CONE, C.C.: A mathematical analysis of the dynamic soaring of the albatross with ecological considerations. *Spec. Scient. Rep. No. 50, Virg. Inst. of Mar. Sc., Gloucester Point, Virginia* 1964.
- [6] EALEY, E.H.M.: Analysis of stomach contents of some Heard Islands birds. *Emu* 54 (1954), 204–210.
- [7] GREENEWALT, Ch.: Dimensional relationships for flying animals. *Smithsonian Miscellaneous Coll.* 144, 2 (1962), 1–46.
- [8] HARRIS, M.P.: Food as a factor controlling the breeding of *Puffinus lherminieri*. *Ibis* 111, 2 (1968), 139–156.
- [9] HARRIS, M.P.: The biology of an endangered species, the dark-rumped petrel (*Pterodroma phaeopygia*) in the Galapagos Island. *Condor* 72 (1970) 76–84.
- [10] HARRIS, M.P.: *A field Guide to the Birds of Galapagos*. London 1978.
- [11] HARTMANN, F.A.: Locomotor mechanisms of birds. *Smithsonian Miscellaneous Coll.* 143, 1 (1961), 1–91.
- [12] IDRAC, P.: *Experimentelle Untersuchungen über den Segelflug mitten im Fluggebiet großer, segelnder Vögel (Geier, Albatros usw.)*. München, 1932.
- [13] NELSON, J.B.: Etho-Ecological Adaptations in the Great Frigate Bird. *Nature* 214 (1967), 318.

- [14] NELSON, J.B.: Galapagos, island of birds. London 1968.
- [15] NELSON, J.B.: The breeding ecology of the Red-footed Booby in the Galapagos. *J. Anim. Ecol.* **38** (1969), 181–198.
- [16] OEHME, H.: Schmalfilmkinematographie und Kleinbildfotographie bei der Untersuchung des Vogelfluges. *Milu.* **5**, 1/2 (1980), 133–145.
- [17] REINSCH, H.H.: Der Baßtöpel. Neue Brehmbücherei 1969.
- [18] RÜPPELL, G.: Die Stoßtauchmanöver des Blaufußtöpel (Sula neboxii) und des Meerespelikans (Pelecanus occidentalis). *J. Orn.* **116** (1975), 168–180.
- [19] RÜPPELL, G.: Vogelflug. Reinbek 1980.
- [20] SCHREIBER, Ph.D.: Bad Days for the Brown Pelican. *Nat. Geogr. Mag.* **147**, 1 (1975), 111–123.
- [21] SERVENTY, D.L., V. SERVENTY u. J. WARHAM: The handbook of Australian Seabirds. Sydney 1971.
- [22] SMITH, R.L.: Upwelling. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **6** (1968), 11–46.
- [23] WARHAM, J.: Wing loading, wing shapes, and flight capabilities of Procellariiformes, New Zealand *Journ. o. Zool.* **4** (1977), 73–83.

Filmveröffentlichungen

- [24] RÜPPELL, G.: Pelecanus occidentalis (Pelecanidae) – Stoßtauchen (Freilandaufnahmen). Film E 2831 des IWF, Göttingen 1975. Publikation von G. RÜPPELL, Göttingen 1975, 10 S.
- [25] RÜPPELL, G.: Sula neboxii (Sulidae) – Stoßtauchen (Freilandaufnahmen). Film E 2182 des IWF, Göttingen 1975. Publikation von G. RÜPPELL, Göttingen 1975, 13 S.