



Satelliten-Telemetrie beim Schreiadler (*Aquila pomarina*)

Bernd-Ulrich Meyburg & Christiane Meyburg,
Berlin

Der Schreiadler kommt heute in Deutschland nur noch in einem sehr kleinen, ca. 10.000 qkm großen, im Vergleich zu früher stark geschrumpften Gebiet im östlichen Mecklenburg-Vorpommern und in Nordost-Brandenburg als Brutvogel vor, wo der Bestand seit Jahrzehnten langsam, aber stetig abnimmt (Meyburg et al. 2004).

Viele Fragen zur Biologie des Schreiadlers lassen sich ohne individuelle Kennzeichnung nicht klären, da nur ausnahmsweise einzelne aberrant gefärbte Vögel sicher im Feld von normal gefärbten Individuen zu unterscheiden sind (Meyburg 1991).

Seit vielen Jahrzehnten werden Schreiadler in verschiedenen Ländern ihres Vorkommens beringt, die Wiederfundrate liegt jedoch nur bei ca. 2% (Danko et al. 1996, Meyburg et al. 2005). Im Falle eines Wiederfonds erfährt man jedoch in der Regel nur den Fundort und das Funddatum. Was in der Zwischenzeit zwischen Beringung und Wiederfund passiert ist, bleibt unbekannt. Somit ist der Wissenszuwachs durch die Beringung mit Vogelwartenringen begrenzt. Detaillierte Angaben zum Zugverlauf und zum Aufenthalt im Winter für einzelne Individuen konnten mit dieser Methode nicht gewonnen werden, dies gilt auch für die Markierung mit Flügelmarken (Bergmanis 2005) und Kennringen (Dravecký 2008).

Einen wirklichen Durchbruch und einen sprunghaften Wissenszuwachs brachte die Satelliten-Telemetrie (ST) beim Schreiadler und vielen anderen Arten (Meyburg & Fuller 2007, Meyburg & Meyburg 2007, 2009).

Die fortschreitende Miniaturisierung bei der Entwicklung von Satellitensendern (PTTs = platform transmitter terminals) ergab ab 1992 die Möglichkeit, Schreiadler mit Satellitensender zu markieren, die klein genug waren, um die Tiere nicht wesentlich zu beeinträchtigen (unter 3% des Körpergewichts). Damit konnte diese moderne Technologie der ST, die bereits ganz wenige Jahre zuvor bei sehr grossen Arten eingesetzt werden konnte, auch beim Schreiadler zur Anwendung gebracht werden. Sie ermöglicht die Dokumentation vollständiger Jahresrouten einzelner Individuen, unter Umständen auch über mehrere Jahre.

Telemetrie (= Fernmessung) bezeichnet die Übertragung von Messwerten eines

am Messort befindlichen Messfühlers (Sensor) zu einer räumlich getrennten Stelle. An dieser Empfangsstelle können die Messwerte gesammelt, aufgezeichnet und sofort ausgewertet werden. Bei der ST erfolgt die Datenübertragung und teilweise auch die Ortung über die Satelliten des Argos-Systems (Argos 2008). Die Empfänger dieses Systems befinden sich an Bord amerikanischer Satelliten.

Zugvögel auf ihren oft weiten Reisen in ferne Kontinente begleiten zu können ist ein alter Menschheitstraum. Forscher haben in früheren Jahren einzelne mit Kleinsendern markierte Vögel über oft beträchtliche Strecken mit Kleinflugzeugen und selbst Fahrzeugen auf dem Boden verfolgt. Die vollständigen Jahresrouten zu dokumentieren, in neuester Zeit sogar in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren, gelingt jedoch nur mittels der ST. Durch die Einführung



der GPS-Technik in den letzten Jahren in die ST gibt es inzwischen neben der Zugvogelforschung viele weitere Anwendungsgebiete, wie z.B. die Erforschung des Verhaltens im Brut-, Rast- und Überwinterungsgebiet. Genaue Analysen der Größe der Aufenthaltsräume (home ranges), der Habitatnutzung, des Territorialverhaltens, der Tagesaktivität, des Flugverhaltens (Flughöhe, Fluggeschwindigkeit) usw. sind jetzt möglich.

Abb. 1: Ad. Schreiadler-Männchen mit 30 g-GPS-Solar-Satelliten-Sender wenige Sekunden nach der Freilassung. Mecklenburg-Vorpommern, 12. August 2009.

Foto: B.-U. Meyburg

Das Argos-System

Kernstück der ST ist das Argos-System. Es empfängt die Signale der Sender mit Hilfe von NASA-Satelliten, die die Erde in einer Höhe von durchschnittlich 850 km umkreisen. Die von den Satelliten empfangenen Daten werden über verschiedene über die Erde verteilte Empfangsstationen zu zwei Zentren in Frankreich und in den USA weitergeleitet und dort jeweils parallel gespeichert. Mittels diverser spezieller Computerprogramme können die als Zahlenreihen abrufbaren Daten aufgeschlüsselt werden. Zur Analyse der vom Argos-System gelieferten Daten werden diese zunächst in eine Datenbank importiert. Über eine eigene Exportschnittstelle erfolgt die Visualisierung mit Programmen wie z.B. Google Earth, diversen GIS-ArcView-Programmen, dem Encarta Weltatlas oder digitalisierten topografischen Karten und Luftbildern. Mit Hilfe der ST ist es möglich, die Ortsveränderungen einzelner Individuen weltweit permanent über längere Zeiträume hinweg zu untersuchen.

Von der Doppler- zur GPS-Ortung – ein Quantensprung

Bis vor einigen Jahren wurden die Sender ausschließlich mit Hilfe des sog. Doppler-Phänomens durch das Argos-System geortet. Die Frequenz der Sender ändert sich scheinbar bei der Annäherung der Satelliten an dieselben, beim Überfliegen und beim sich wieder Entfernen. Durch diese scheinbare Frequenzänderung lassen sich zwei Ortungen links und rechts der Flugbahn des Satelliten berechnen, allerdings vermag Argos nicht festzustellen, welche der beiden Lokalisationen die Richtige ist. Dies bleibt dem Untersucher vorbehalten zu entscheiden. Doppler-Ortungen haben den großen Nachteil, dass sie nur in wenigen Fällen (ca. 1–5 %) auf wenige hundert Meter genau sind. Daher muß der Forscher sehr kritisch prüfen, welche Ortungen überhaupt berücksichtigt werden können. Viele Lokalisationen sind nämlich viel zu ungenau oder sogar völlig falsch. Das Argos-System liefert zwar eine Einschätzung der einzelnen Lokalisationen und teilt die Ortungen in wahrscheinlich Genau und weniger Genau ein, da diese Genauigkeit aber nicht von Argos garantiert werden kann bleibt es letztendlich dem Untersucher vorbehalten zu entscheiden, welche Ortungen er berücksichtigen will und welche er verwirft. Dabei sind Erfahrung und Kenntnis der untersuchten Art sehr wichtig. Oft lassen wir 80-90 % der Doppler-Ortungen unberücksichtigt. Diese Doppler-Ortungen reichten aus, um die Zugwege und Überwinterungsgebiete recht präzise erforschen zu können; kleinräumige



Ortsveränderungen im Brutgebiet waren dadurch jedoch nicht feststellbar.

Abb. 2: Antenne und Sender sind sehr hilfreich bei der Wiedererkennung von Altvögeln. Hier ein ad. Männchen mit gut erkennbarer Antenne.

Foto: B.-U. Meyburg

Kurz nach der Jahrtausendwende wurden erstmals PTTs mit Solarbetrieb und GPS-Ortung verfügbar, die klein und leicht genug waren, zunächst 65 g, um damit größere Vogelarten markieren zu können. GPS (= Global Positioning System, deutsch: Globales Positionsbestimmungssystem) ist ein seit dem 26. Juni 1993 funktionierendes System des US-Verteidigungsministeriums bestehend aus 24 Satelliten.

Die GPS-Ortungen sind stets auf wenige Meter genau, so dass damit nicht nur eine exakte Analyse der Größe der brutzeitlichen Aufenthaltsräume möglich

wurde, sondern auch der Raum- und Habitatnutzung im Brutgebiet, Überwinterungsgebiet, an Rastplätzen usw. Ferner liefern diese GPS-Sender Daten zu Flughöhe, -geschwindigkeit und -richtung, so dass auch Aufschlüsse über das Verhalten der Tiere möglich sind. Bisher war es methodisch sehr schwierig bis unmöglich, Flughöhen und -geschwindigkeiten genau zu messen. Die Datenübertragung erfolgt weiterhin über das Argos-System, so dass bei dieser Art von Telemetrie zwei verschiedene Satelliten-Systeme beteiligt sind. Inzwischen werden diese Sender auch mit einem Gewicht von 45, 30 und 22 g vertrieben. Der Vorteil der GPS-ST gegenüber der bisherigen ST mit Doppler-Ortung liegt nicht nur in der viel größeren Genauigkeit, die Zuverlässigkeit der Ortungen kommt entscheidend hinzu. Es gibt hier keine „schlechten“ Lokalisationen, mit denen die Forscher bisher stets zu kämpfen hatten. Seit 2004 setzen wir nur noch GPS-Sender bei Schreiadlern ein.

Tab. 1.: Die drei technischen Phasen der Satelliten-Telemetrie in der Schreiadlerforschung

Zeitraum	Art der Sender	Bemerkungen
1992-1995	Batteriebetriebene Sender mit Doppler-Ortung	Lebensdauer der Sender nur ca. 1 Jahr bei Programmierung der PTTs jeweils wenige Stunden an und mehrere Tage aus. Maximal 100-150 Ortungen
1995-2003	Sender mit Solarbetrieb und Doppler-Ortung	Lebensdauer mehrere Jahre (in einem Falle 10 Jahre), bei ausreichender Sonnenbestrahlung Tausende Doppler-Ortungen. Gut geeignet für die Erforschung des Zuges, zu ungenau für die Analyse kleinräumiger Bewegungen
Ab 2003	Sender mit GPS-Ortung und Solarbetrieb	Ortungen auf wenige Meter genau. Hiermit auch genaue Analyse der Habitatnutzung usw. im Brutgebiet möglich. Ersetzt weitgehend die VHF-Telemetrie. Auch Daten zur Flughöhe und -geschwindigkeit

Batterie- oder Solarbetrieb?

Als wir 1992 mit der ST beim Schreiadler begannen, gab es nur Sender mit Batterie-Betrieb. Durch entsprechende Programmierung wurde versucht, die Lebensdauer der Sender möglichst zu strecken. Dies hatte zur Folge, daß z.B. nur alle vier oder fünf Tage einige Stunden lang Ortungen erhalten wurden. Auf diese Weise gelang es uns, 1994/95 den Herbst- und Frühjahrszug nebst Überwinterung eines Schreiadler-Männchens (*Aquila pomarina*) aus Mecklenburg-Vorpommern vollständig zu erfassen, auch wenn die Ortungspunkte auf den Zugrouten relativ weit auseinander lagen (Meyburg et al. 1995). Wahrscheinlich ist dies der erste europäische Zugvogel überhaupt, bei dem dieses Ziel, eine vollständige Jahresroute dokumentieren zu können, erreicht wurde. In den meisten Fällen setzten damals die Batterien vor Beginn des Frühjahrszuges aus. Auch in neueren Telemetrie-Arbeiten werden daher oft nur die Herbststruten beschrieben.

Uns kam es jedoch darauf an, vollständige Jahresrouten zu dokumentieren und möglichst sogar mehrere Jahresrouten ein und desselben Vogels zu vergleichen. Da dies mit Batteriebetrieb nicht erreichbar war, haben wir den Hersteller unserer Sender immer wieder dazu gedrängt, Sender mit Solarbetrieb herzustellen. Im Sommer 1996 war es soweit: Erstmals konnten auch Sender mit Solarbetrieb bei Schreiadlern von uns eingesetzt werden. Diese Sender liefern teilweise tausende Ortungen eines einzigen Vogels mehrere Jahre lang (siehe Abb. 3). Bei ausreichendem Lichteinfall können die Sender mit Solar-Betrieb permanent senden und damit fast eine unbegrenzte Zahl von Ortungen liefern, was sich infolge der hohen Datenübertragungskosten bei Argos jedoch im Budget des Forschers schnell bemerkbar macht.

Aus den oben genannten Gründen stellt die Dokumentation der Frühjahrszüge eine besondere Herausforderung dar. In geradezu idealer Weise gelang im Frühjahr 1998 bei einem ad. Schreiadler-Weibchen aus Mecklenburg-Vorpommern die Dokumentation des Heimzugs, der 64 Tage lang dauerte (Meyburg et al. 2007). Es konnten u.a. sämtliche Übernachtungsplätze auf der 10.753 km langen Zugstrecke geortet werden, so dass sich z.B. lückenlos die einzelnen Tagesstrecken berechnen ließen. Der Adler hatte im Krüger-Nationalpark in Südafrika und im angrenzenden Mosambik überwintert, ca. 9000 km Luftlinie vom Brutplatz entfernt. Er verließ am 21. Februar sein Winterquartier und traf am 25. April um 15.15 Uhr (GMT) am Horstplatz ein, was von J. Matthes direkt beobachtet werden konnte. An 51 Tagen zog der Vogel, im Durchschnitt 211 (18-406) km täglich. Dazwischen wurden insgesamt 13 Rasttage eingelegt, wobei es sich bei vier Tagen in Ost-Ungarn um eine durch Schlechtwetter bedingte „Zwangspause“ handelte. Die Ankunft am Brutplatz in Deutschland wurde aufgrund der Zuggeschwindigkeit auf 15 Minuten genau vorausberechnet.

Das Weibchen legte ab Anfang März in Zimbabwe an 11 Tagen jeweils über 300 km zurück. Am 14. März bewältigte der Vogel mit 406 km beim Zug in Tansania und Uganda die längste Tagesstrecke auf dem Frühjahrszug. Der Zug war beim Durchqueren der Sahara nicht eindeutig schneller als in den übrigen Bereichen. Insgesamt blieb die Zuggeschwindigkeit ab Anfang März bis zur Ankunft am Brutplatz relativ gleichmäßig.

Beringen oder besendern ?

In manchen Publikationen über Beringungsergebnisse wird über die ST reflektiert und darauf hingewiesen, dass trotz dieser Technik die Beringung noch erforderlich sei, so als ob beide Methoden in Konkurrenz zueinander stehen würden. Hier soll noch einmal betont werden, dass dies absolut nicht der Fall ist, im Gegenteil, beide Methoden ergänzen sich. Wir haben stets, sofern irgend möglich, bei der Besenderung die Vögel auch mit Ringen der jeweils zuständigen Beringungszentralen und Farbringen (Kennringen) markiert. Das hat hauptsächlich zwei Gründe: Die Sender liefern nur eine begrenzte Zeit lang Daten und manche Tiere entledigen sich auch der Sender, indem sie die Haltebändchen durchbeißen. In manchen Fällen gelang uns der Nachweis dafür nur durch Beringung und Wiederfang. Da der Wiederfang nur in seltenen Fällen gelingt, versehen wir die Vögel möglichst auch mit Kennringen, um so später an den einzelne Brutplätzen sicherer feststellen zu können, ob die besenderten oder neue Individuen dorthin zurückkehren.

VHF oder UHF-Telemetrie ?

Deutlich länger als die ST - auch UHF-Telemetrie (UHF = Ultra High Frequency, > 300 MHz) genannt - gibt es die VHF-Telemetrie (VHF = Very High Frequency, 30 – 300 MHz), die auch als konventionelle oder Bodentelemetrie bezeichnet wird. Zur Ortung sind jedoch im Regelfall mindestens zwei Beobachter vor Ort erforderlich, die mit Hilfe von Yagi-Antennen und Empfangsgeräten eine Winkelpeilung durchführen. Da der Fehler der Peilung mindestens 5° beträgt, sind die Ortungen entsprechend ungenau, wenn es nicht zur angestrebten direkten Beobachtung des untersuchten Vogels kommt. VHF und UHF-Telemetrie können sich jedoch ergänzen. Im Idealfall können beide Methoden gleichzeitig eingesetzt werden, z.B. wenn es darum geht, das Verhalten im Brutgebiet genau zu untersuchen. Eine größere Untersuchung mittels der VHF-Telemetrie wurde von uns in den 1990er Jahren in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt (Scheller et al. 2001, Meyburg et al. 2004).

Für Untersuchungen zum Zugverhalten ist die VHF-Telemetrie jedoch ungeeignet. In den USA verfolgte man mit konventionellen Sendern versehene Vögel mit Kleinflugzeugen. Auf diese Weise konnten einige Erkenntnisse gewonnen

werden. Der Aufwand war jedoch sehr groß. Oftmals ging vorzeitig der Kontakt verloren. Die vielen politischen Grenzen und auch ökologischen Barrieren schreckten in Europa von vornherein von derartigen Unternehmungen ab.

Zugverhalten eines Schreiadlerpaares aus Mecklenburg-Vorpommern

Über den Zug und die Überwinterung des Schreiadlers, eines ausgesprochenen Weitstreckenziehers, konnten in den letzten Jahren mit Hilfe der ST viele neue Erkenntnisse gewonnen werden (Meyburg et al. 1993, 1995, 2000, 2001, 2007b, 2008). Beide Partner eines Paares zu besondern und über längere Zeit mittels ST zu untersuchen gelang erstmals 1997, worüber hier berichtet wird. Die Zugwege dieser beider Vögel aus Mecklenburg-Vorpommern konnten mit bis dahin nicht erreichter Präzision untersucht werden. Vier Herbst- und zwei Frühjahrszüge wurden vollständig erfasst, ein weiterer Herbstzug nur zum Teil. Am 6. Juli 1997 wurden im Rahmen des Langzeitprojekts „Satellitentelemetrische Untersuchungen am Schreiadler“ der Weltarbeitsgruppe für Greifvögel die beiden Altvögel eines an der nordwestlichen Verbreitungsgrenze der Art in Mecklenburg-Vorpommern brütenden Schreiadlerpaares gefangen, beringt und mit ca. 30 g schweren Satelliten-Sendern (PTTs) mit Solarbetrieb (ID-Nummern 27999 und 28000) markiert. Im darauffolgenden Jahr wurde das Männchen am 18. Juli am Brutplatz wiedergefangen und mit einem neuen Sender (ID-Nr. 06970) ausgerüstet. Den alten Sender hatte der Vogel entfernt bzw. verloren. Alle drei Sender übermittelten zusammen 3641 verwertete Doppler-Ortungen (siehe Abb. 3).

Auf dem Frühjahrszug des Weibchens 1998 gelang es die jeweiligen Übernachtungsplätze ohne Ausnahme zu orten, so dass sämtliche Tagesstrecken für den gesamten Zug angegeben werden können. Fast lückenlos gelang dies auch für den Herbstzug beider Vögel 1997. Weniger genau wurde der Herbstzug 1998 beider Vögel erfasst, ebenso der Frühjahrszug des Männchens 1999. Der Herbstzug des Männchens 1999 konnte nur bis zum Abbruch des Kontakts in Uganda verfolgt werden.

Das Paar zog getrennt und überwinterte 1997/98 und 1998/99 jeweils ca. 1000 km voneinander entfernt, das Männchen in Sambia, das Weibchen in Simbabwe, Südafrika und Mosambik ca. 9350 bzw. 11350 km vom Brutplatz entfernt. Die zwischen Brutplatz und Überwinterungsgebiet jeweils zurückgelegten Strecken betragen beim Männchen zwischen 9354 und 9941 km und beim Weibchen zwischen 10753 und 11351 km. 1997 machte das Männchen innerhalb Sambias auf dem Herbstzug einen Umweg, so dass die Gesamtstrecke über 500 km länger war als im darauffolgenden Jahr. Verspäteter Frühjahrszug, der bei vielen Paaren in den letzten Jahren oft zum Nichtbrüten führte, wurde auch bei diesem Paar festgestellt, ein Phänomen, welches wegen seiner Bedeutung für den Bruterfolg weiter untersucht werden sollte.

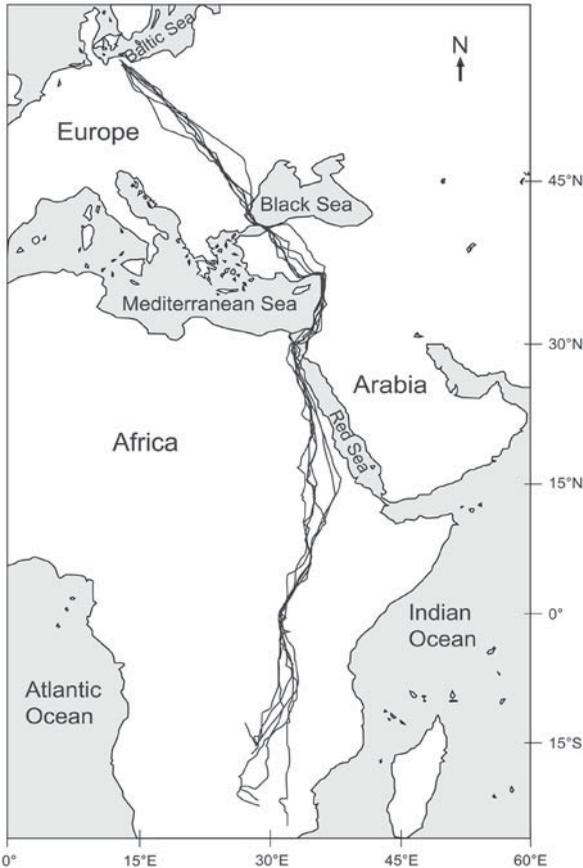


Abb. 3: Alle erfassten Zugrouten des Schreiadlerpaars aus Meckl.-Vorpommern mit den Sendern 27999, 28000 und 06970 in den Jahren 1997-1999. Das Männchen und das Weibchen überwintern jeweils weit voneinander entfernt (siehe Text).

Da der Abzugstermin vom Brutplatz, die Aufenthaltsdauer im Brutgebiet und die Dauer des Herbstzugs möglicherweise davon abhängen, ob die Vögel ein Junges aufziehen und bis zum Selbständigwerden versorgen oder aber keinen Bruterfolg haben, wurde auch dieser von vier verschiedenen Beobachtern in den einzelnen Jahren kontrolliert. Zusätzlich zu den direkten Feststellungen am Brutplatz suchten zwei Beobachter (B.-U. Meyburg und J. Matthes) im Februar 1999 den Überwinterungsplatz des Männchens in Sambia auf.

1997, 1998 und 1999 wurde jeweils ein Junges aufgezogen und bis zum Beginn des Herbstzuges gefüttert. 1999 wurde das Männchen mit Sender am Brutplatz beobachtet, das anwesende Weibchen hatte keinen Sender. Ob es sich um das ursprünglich besenderte Weibchen handelte, konnte nicht festgestellt werden. Im Jahre 2000 hielten sich bis zu vier Vögel gleichzeitig an diesem Brutplatz auf, keiner von ihnen trug einen Sender. Eine Brut kam nicht zustande. Es gelang nicht festzustellen, ob die ursprünglich besenderten beiden Vögel darunter waren.

Der Jahreszyklus

Der Jahreszyklus der beiden Vögel wich deutlich voneinander ab, wohl bedingt durch die um 2000 km grössere Zugstrecke des Weibchens. Lediglich die Aufenthaltsdauer am Brutplatz war bei beiden Partnern fast gleich. Im Jahre 1998 verbrachte das Weibchen die meiste Zeit, fast die Hälfte des Jahres (48 %), auf dem Zug, 43 % der Zeit am Brutplatz und nur 9 % des Jahres im Überwinterungsgebiet. Das Männchen verbrachte im Verlaufe eines Jahres (zwischen dem 29.9.1998 und 29.9.1999) die meiste Zeit am Brutplatz (44 %), 35 % der Zeit auf dem Zug, und 21 % am Überwinterungsplatz.

Die Zugrouten

Beide Vögel erreichten auf weitgehend identischen Routen das östliche Mittelmeer umfliegend Suez und den afrikanischen Kontinent. Von dort aus zogen sie fast geradlinig nach Süden bis in die Überwinterungsgebiete. Der Zug in Afrika erfolgte bis nach Sambia innerhalb eines relativ schmalen Korridors. Die jeweils östlichste und westlichste Route lagen an verschiedenen Stelle der Zugstrecke unterschiedlich weit auseinander, z. B. im Libanon und in Israel nur 45-50 km, in Uganda 70 km, in Rumänien 280 km und im Sudan und Eritrea 450 km. Durch Simbabwe zog nur noch das Weibchen. Hier lagen 600 km zwischen der westlichsten und östlichsten Route.

Aus Abb. 3 sind alle erfassten Zugrouten der Vögel in beiden Richtungen ersichtlich. Sie zogen somit weitgehend auf der gleichen Route wie alle bisher mit Hilfe der ST untersuchten ad. Schreiadler (MEYBURG et al. 1995a, 2001, 2004). Lediglich im Bereich der Sinai-Halbinsel gab es beim Weibchen in beiden Jahren eine interessante Abweichung, über die bereits berichtet wurde (MEYBURG et al. 2002).

Die Zugdauer und die Zuggeschwindigkeit

Die Zugdauer schwankte zwischen 52 und 119 Tagen (Mittel 81 Tage) und war sowohl zwischen Männchen (52 – 75 Tage) und Weibchen (64 – 119 Tage) wie auch zwischen Frühjahrs- und Herbstzug bei jeweils ein und demselben Vogel recht unterschiedlich. Der Herbstzug (74 - 119 Tage) dauerte bei beiden Vögeln deutlich länger als der Frühjahrszug (52 – 64 Tage). Die beiden vollständig erfassten Herbstzüge des Männchens nahmen bis auf einen Tag gleich viel Zeit in Anspruch. Das Weibchen zog im Durchschnitt langsamer als das Männchen, obwohl es bei jedem Zug jeweils ca. 2000 km mehr zurückzulegen hatte. Der Unterschied zum Männchen war dabei auf dem Frühjahrszug geringer als im Herbst. Dementsprechend benötigte das Weibchen für den Zug stets deutlich mehr Zeit als das Männchen. So dauerte der Herbstzug des Weibchens 1997

mehr als doppelt so lange wie der Frühjahrszug des Männchens 1999. Die Zuggeschwindigkeit war sowohl auf den verschiedenen Streckenabschnitten wie auch von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich. Am schnellsten wurde beim Durchqueren der Sahara gezogen. Verspäteter Heimzug, der bei vielen anderen Paaren in den letzten Jahren zum Nichtbrüten führte, wurde auch bei diesem Paar festgestellt, ein Phänomen, welches wegen seiner Auswirkungen auf den Bruterfolg weiter untersucht werden sollte.

Beide Vögel zogen auf dem Frühjahrszug deutlich schneller als auf dem Herbstzug. Das Männchen legte im Frühjahr 1999 im Durchschnitt knapp 180, das Weibchen 168 km pro Tag zurück. Im Herbst zog das Männchen hingegen in den Jahren 1997 und 1998 durchschnittlich pro Tag nur etwa 130 km, das Weibchen etwa 100 km.

Von den drei Herbstzügen des Männchens verlief derjenige im Jahre 1999 am schnellsten, allerdings wurde nur der Teil bis nach Uganda erfasst. Bis in den Libanon wurde relativ langsam gezogen, ca. 100 km pro Tag. Danach erhöhten sich die Tagesstrecken beim Durchqueren der Sahara bis auf 400 km. An 12 Tagen wurden jeweils über 250 km zurückgelegt.

Die Terminierung des Zuges

Beide Vögel zogen jeweils fast gleichzeitig ab. 1997 erfolgte der Abzug zum normalen Zeitpunkt, für den ca. der 16.-20. September angegeben werden kann, 1998 und 1999 leicht, um ca. 1-1 ½ Wochen verspätet. Dementsprechend erfolgte der Durchzug an Beobachtungspunkten im östlichen Mittelmeerraum (Burgas, Bosphorus, Iskenderun, Northern Valley in Israel, Suez) auch deutlich später als bei der Mehrzahl der dort festgestellten Vögel.

Die Frühjahrs-Ankunft am Brutplatz sowohl des Männchens 1999 wie auch des Weibchens 1998 waren deutlich verspätet. Sie fällt üblicherweise auf den Zeitraum 10.-15. April. Dennoch brüteten die Vögel in beiden Jahren erfolgreich. Bei Ankunft ca. nach dem 25. April kommt es oftmals nicht mehr zur Eiablage.

Der Herbstzug

Eindeutig am schnellsten zogen beide Vögel während des Herbstzuges in fast allen Jahren beim Durchqueren der Sahara in Ägypten und im nördlichen Sudan. Hier wurden fast stets über 300 km pro Tag zurückgelegt, manchmal auch 350 oder 400 km. Die höchste Tagesleistung beider Vögel auf allen Zugrouten wurde beim Weibchen am 16. November 1998 festgestellt. Es legte an diesem Tage 521 km im nördlichen Sudan zurück. An vier Tagen (14.-17.11.98) bewältigte der Vogel in Ägypten und im Sudan 1687 km, also durchschnittlich 421,75

km pro Tag.

Lediglich im Herbst 1997 ließ sich beim Männchen nicht erkennen, dass der Zug in der Sahara deutlich schneller verlief als auf den anderen Streckenabschnitten bis nach Sambia.

Der Frühjahrszug

Auf dem Frühjahrszug 1998, wo beim Weibchen jede einzelne Tagesstrecke während des gesamten Zuges genau berechnet werden konnte, legte das Weibchen ab Anfang März in Simbabwe an 11 Tagen über 300 km zurück. Am 14. März bewältigte der Vogel 406 km beim Zug in Tansania und Uganda, die höchste Tagesstrecke auf dem Frühjahrszug. Der Zug war beim Durchqueren der Sahara nicht eindeutig schneller als in den übrigen Bereichen. Insgesamt blieb die Zuggeschwindigkeit ab Anfang März bis zur Ankunft am Brutplatz relativ gleichmäßig.

Der Frühjahrszug 1999 des Männchens verlief in Sambia und Tansania zunächst relativ langsam. Es wurden nur zwischen 80 und 170 km täglich zurückgelegt. Ab Uganda zog der Vogel dann deutlich schneller und bewältigte beim Durchqueren der Wüstengebiete bis nach Israel täglich stets über 250 km, an sechs Tagen 300 km oder mehr. An einem weiteren Tag, am 20. März wurden im Sudan 392 km zurückgelegt, die höchste festgestellte Tagesleistung des Männchens auf dem Frühjahrszug. Ab Israel wurde dann wieder etwas langsamer gezogen, zwischen 65 und 240 km täglich.

Die durchschnittlichen Zuggeschwindigkeiten

In 33 Fällen kam es im Verlaufe von Zugtagen zu genauen Ortungen in relativ kurzen zeitlichen Abständen, so dass die durchschnittlichen Zuggeschwindigkeiten auf längeren Strecken berechnet werden konnten. Etwa gleich häufig liessen sich Geschwindigkeiten zwischen 20 und 30 (9 mal), 30 und 40 (7 mal), 40 und 50 (6 mal) sowie 50 und 60 km/h (8 mal) berechnen. Je ein Mal betrug die Geschwindigkeit 16.8 bzw. 66.8 km/h. Natürlich lässt sich nicht sagen, ob jeweils die ganze Zeit über gezogen wurde. Bei niedrigen Werten haben die Vögel möglicherweise Unterbrechungen eingelegt, z.B. zum Nahrungserwerb.

Die Zahl der Zug- und Rasttage

Als Rasttage werden diejenigen Tage betrachtet, an denen kein Zug festgestellt werden konnte. Alle übrigen Tage, an denen die Vögel eine gewisse Strecke zurückgelegt haben, werden als Zugtage angesehen, auch wenn an vielen Zugtagen mit geringer Tagesstrecke zeitweilig gerastet worden sein dürfte.

Beim Weibchen ließen sich während des Frühjahrszuges 1998 ausnahmslos alle



Abb. 4: Herbst- (rot) und Frühjahrszug (schwarz) des Männchens mit Sender 83269 aus Brandenburg. Abzug am 13.09.2008. Die Passage am Bosphorus fand am 4. Oktober 2008 bzw. am 14. April 2009 jeweils vormittags, in Israel am 9. und 10. Oktober 2008 und bei Suez am 11. Oktober 2008 mittags bzw. 1. April 2009 nachmittags statt.

Übernachtungsplätze orten, so dass alle Tagesstrecken berechnet werden konnten. Der Vogel zog an 51 von insgesamt 64 Tagen. Bis auf wenige Ausnahmen konnten auch die Tagesstrecken beider Vögel während des Herbstzuges 1997 festgestellt werden. Das Männchen zog an mindestens 47 von 75 Tagen, das Weibchen an mindestens 63 von 119 Tagen.

Auf dem Herbstzug 1997 legte das Weibchen mehr Rasttage (mindestens 51) ein als das Männchen (mindestens 25). Letzteres rastete an etwa einem Drittel aller Tage, das Weibchen fast während der Hälfte der Tage. Während des Herbstzuges 1998 rasteten beide Vögel offenbar sehr viel weniger.

Die Rastgebiete und die Rastdauer

Die Vögel rasteten gelegentlich in allen Durchzugsgebieten außer in den Wüstengebieten zwischen Israel und dem Sudan. Im südlichen Sudan, Uganda, Tansania, Sambia und Simbabwe wurde jedoch viel mehr gerastet als im Nahen Osten, in Anatolien und Europa.

Das Männchen rastete 1997 auf dem Herbstzug lediglich fünf Tage in Tansania und 16 Tage in Sambia. Das Weibchen rastete auf dem Herbstzug 1997 sowohl in Sambia wie auch in Simbabwe jeweils längere Zeit. Die längste Rastzeit in Sambia dauerte länger als der darauffolgende Aufenthalt im Überwinterungsgebiet. In Uganda und Tansania wurden vom Weibchen zwischen dem 1. und 14. November bis auf zwei Tage jeweils weniger als 100 km pro Tag zurückgelegt. Der Vogel hat somit auch hier an den meisten Tagen ganz überwiegend gerastet.

Die Überwinterungsgebiete des Paares

Als Überwinterungsgebiete betrachten wir hier diejenigen südlichsten Gebiete, die auf dem Zug erreicht wurden und in denen sich die Vögel eine gewisse Zeit lang aufhielten. Aufenthaltsgebiete nördlich davon werden als Rastgebiete betrachtet.

Das Weibchen überwinterte am Ende des Herbstzuges 1997 nomadisierend im südlichen Zimbabwe, in Südafrika im Krüger-Nationalpark und im benachbarten Mozambique in einem Gebiet (Fläche ca. 26000 km²), welches eine Nord-Süd-Ausdehnung von 380 km und eine Ost-West-Ausdehnung von 150 km hatte (21°44' - 24°54' S und 31° - 32°30' E). Innerhalb dieses Gebietes legte das Weibchen mindestens 1380 km zurück.

Das Männchen überwinterte zwei Mal in Sambia im selben Gebiet (16° 15' S / 27°35' E) nahe der Ortschaft Monze ca. 115 km südwestlich von Lusaka. Es hatte hier ein relativ kleines winter home range von 180 km² (1997) bzw.

200 km² (1998/99). Im Februar 1999 konnten hier ca. 100 bis 200 überwinternde Schreiadler auf relativ engem Raum beobachtet werden, während wir in anderen Gegenden Sambias nur wenige Durchzügler sahen. Das markierte Männchen selbst kam nicht zur Beobachtung. Der Bereich, in dem die Vögel übernachteten, bestand aus feuchtem, nahrungsreichem Grasland mit einzelnen, verstreut stehenden Bäumen, die die Adler als Sitzwarten und Übernachtungsplätze nutzten.

Riesige Überwinterungsgebiete bei Schreiadlern

Erstmals konnten mittels der GPS-Telemetrie auch die Überwinterungsaufenthaltsräume von Schreiadlern, die teilweise riesige Ausdehnungen haben, sehr präzise erfasst werden. Bisher hatte man über die Raumbeanspruchung in dieser Jahresphase kaum genaue Vorstellungen. So beanspruchte das erste mit einem GPS-Sender markierte Schreiadler-Weibchen (41861) vom 9. Dezember 2004 bis zum 20. Februar 2005 eine Fläche von 76.700 qkm in Namibia und Botswana. Zum Vergleich: Bayern hat eine Fläche von 70.554 qkm. Aus diesem Zeitraum liegen 963 Ortungen vor, die auch eine Analyse der Tagesaktivität, der Habitatnutzung usw. ermöglichen. Im darauffolgenden Winter traf das Weibchen erst am 17. Januar 2006 im alten Überwinterungsgebiet in Namibia ein, da es viel länger unterwegs im Kongo und in Sambia gerastet hatte. Der Aufenthaltsraum bis zu seinem Abzug am 20. Februar war dieses mal sehr viel kleiner. Bei diesem Vogel gelang es inzwischen in fünf aufeinanderfolgenden Wintern die Überwinterung mittels mehrere tausend GPS-Ortungen genau zu dokumentieren, bisher wohl einmalig in der Ornithologie (Meyburg et al. 2009). Aufeinanderfolgende Überwinterungen in weniger Jahren konnten inzwischen bei etlichen weiteren Individuen dokumentiert werden.

Rekorde auf dem Zug: Schreiadler als Pionier in der Zugforschung

2004 wurden die ersten Schreiadler von uns mit GPS-Sendern markiert. Das erste Schreiadler-Weibchen mit Sender 41861, welches im Juli 2004 mit einem GPS-Sender in Brandenburg von uns versehen wurde, lieferte gleich auf dem ersten Herbstzug Überraschungen. Nicht selten wurde das Tier in Flughöhen über 2.000 m ü. NN geortet, stets auf dem Zug und im Überwinterungsgebiet in Namibia.

36 mal wurden Fluggeschwindigkeiten von 80 km/h und mehr gemessen, drei mal 100 km/h und mehr, maximal 114 km/h. Alle hohen Geschwindigkeiten wurden südlich der Sahara festgestellt, lediglich ein mal 80 km/h in Israel. Eine starke Häufung hoher Fluggeschwindigkeiten konnte besonders in Namibia verzeichnet werden, jeweils ein mal 103 und 114 km/h während ein mal 100 km/h in Tansania am 9. März 2005 auf dem Frühjahrszug aufgezeichnet wurden.

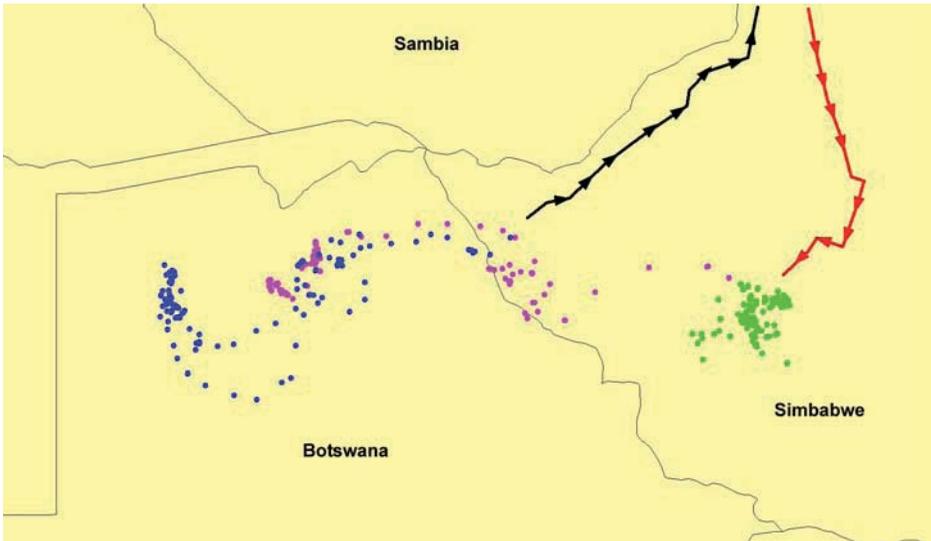


Abb. 5: Das Überwinterungsgebiet des ad. Männchens mit Sender 83265 basierend auf über 1100 GPS-Ortungen. November-Ortungen sind grün, Dezember-Ortungen rosa und Januar-Ortungen blau dargestellt. Ankunft (rot) und Abzug (schwarz) werden ebenfalls gezeigt.

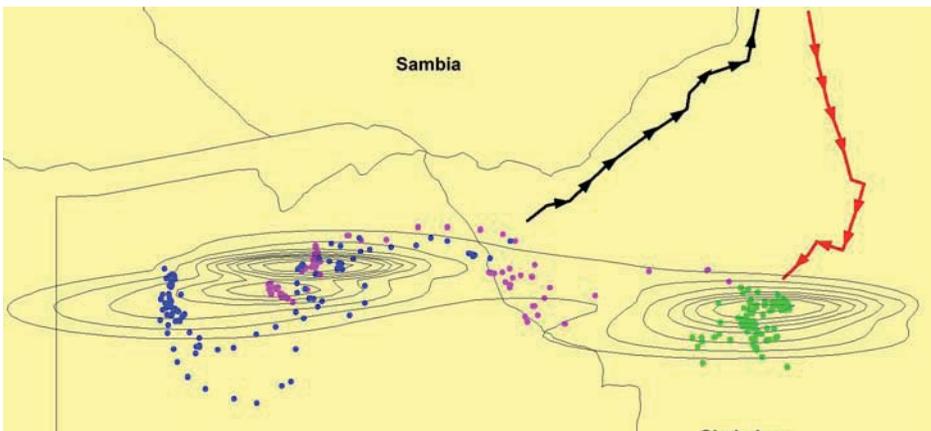


Abb. 6: Das Überwinterungsgebiet des ad. Männchens mit Sender 83269. Darstellung nach der Kernel-Methode. Sie zeigt die unterschiedliche Wahrscheinlichkeit, mit der der Vogel in verschiedenen Räumen angetroffen werden konnte.

Die höchsten durchschnittlichen Fluggeschwindigkeiten jeweils im Verlauf einer Stunde erreichte das Schreiadlerweibchen bei seiner Ankunft im Überwinterungsgebiet in Namibia am 17. Januar 2006. Es legte innerhalb von sechsein-



Die Bewegungen des ad. Männchens mit Sender 83269 während der Überwinterung projiziert auf ein Satelliten-Foto.

halb Stunden 379 km zurück, im Durchschnitt also über 58 km/h. Dabei wurden drei mal aktuelle Geschwindigkeiten von 90-100 km/h und ein mal 114 km/h gemessen.

Erforschung der Habitatnutzung und der Größe der Aufenthaltsräume im Brutgebiet

In den Jahren 2004–2006 wurden die ersten sieben adulten Schreiadler (fünf Männchen und zwei Weibchen) mit GPS-Satelliten-Sendern markiert und ihre Aktionsräume und ihr Verhalten anhand von 2.976 GPS-Ortungen und Feldbeobachtungen im Brutgebiet analysiert, wobei die Ergebnisse je nach dem benutzten Computer-Programm recht unterschiedlich sind.

Die Reviere der vier in einer Brutsaison telemetrierten Männchen hatten eine Ausdehnung von mindestens 32,78 qkm, 34,14 qkm, 46,40 qkm und 54,39 qkm. Das fünfte Männchen, das in zwei Jahren untersucht werden konnte, wies 2005 ein home range von 93,78 qkm und 2006 ein solches von 172,29 qkm Größe auf. Im Mittel erstreckten sich alle sechs Aktionsräume über 72,29 qkm.

Bei den beiden Weibchen wurden sehr verschieden große brutzeitliche Aufenthaltsräume festgestellt, obwohl beide Individuen jeweils ein Junges hatten. Die erfolgreich brütenden Männchen verhielten sich streng territorial, ihre Reviere überschritten sich nicht. Die Weibchen hingegen wurden aus fremden Horstgebieten nicht vertrieben und konnten sich sogar direkt an weit entfernten fremden Nestern aufhalten.

Reviere von Paaren, die sich nicht erfolgreich fortpflanzen, wurden nach dem Scheitern der Brut von erfolgreichen benachbarten Paaren teilweise übernommen. Die maximalen Entfernungen vom Nest, in denen Altvögel festgestellt werden konnten, betragen bei drei Männchen rund 6–7 km, bei einem Weib-

chen und einem Männchen ca. 11 km und bei dem Männchen mit den meisten GPS-Ortungen über 13 km.

Die Größen der Aktionsräume und die Entfernungen, bis zu denen sich die Vögel vom Nest entfernten, waren während des gesamten Aufenthalts im Brutgebiet nicht konstant. Das am längsten telemetrierte Männchen entfernte sich ab der Frühjahrsankunft zunehmend weiter vom Horst. Mitte Juli flog es in beiden Jahren am weitesten und hatte auch die größten Aktivitätsräume. Danach wurden die Aktionsräume bis zum Beginn des Herbstzugs wieder kleiner. Die home ranges wurden sehr unterschiedlich intensiv genutzt. 84 % der 677 Ortungen des am längsten telemetrierten Männchens erfolgten 2005 auf einer Fläche von nur 14,24 qkm, 2006 wurde der Vogel in 71,4 % der 989 Fälle auf einer Fläche von 15,43 qkm festgestellt. Um dieser vom Aussterben bedrohte Art effektiv zu helfen, wird ein geschützter Raum mit einem Radius von 3 km um die Horste für nicht ausreichend angesehen. Es sollten im Umkreis von mindestens 6 km keine einschneidenden Veränderungen (Bau von Windkraftanlagen, Autobahnen, Straßen, Fahrradwege, Ortschaften usw.) zugelassen werden.

Seit längerer Zeit wird durch Aufsuchen der einzelnen Ortungspunkte im Brutgebiet möglichst kurzfristig nach der Lokalisation des Senders durch die Horstbetreuer versucht, den genutzten Habitat so genau wie möglich zu dokumentieren und zu analysieren. Bisher werden insgesamt vier ad. Männchen in Mecklenburg-Vorpommern in dem laufenden Programm auf diese Weise untersucht. In den kommenden Jahren sollen noch weitere Tiere hinzukommen.

Weshalb besuchen Schreiadler-Weibchen fremde Nester ?

Über den Paarzusammenhalt und das Sozialgefüge gibt es beim Schreiadler praktisch keine gesicherten Erkenntnisse. Allgemein wird jedoch von einer Ortsehe ausgegangen, d.h. beide Partner kehren alljährlich zum alten Nistplatz zurück, sofern sie den weiten Zug ins südliche Afrika überlebt haben. Da Schreiadler in aller Regel individuell im Feld nicht voneinander zu unterscheiden sind und in der Vergangenheit kaum markiert wurden, waren Erkenntnisse zu diesen Fragen bisher nicht zu erwarten.

2004 konnten wir erstmals zwei GPS-Sender bei einem Schreiadler-Paar in der Uckermark einsetzen. Ferner wurde im Jahre 2004 mit DNA-Fingerprinting beim Schreiadler begonnen, welches die individuelle Wiedererkennung einzelner Individuen z.B. mit Hilfe von Mauserfedern ermöglicht (Meyburg et al. 2007).

Nach bisheriger Vorstellung sind Schreiadler territorial und verteidigen mindestens den engeren Nestbereich mit einem Durchmesser von wenigen hundert Metern gegen Artgenossen. Nach Gedeon & Stubbe (1991) sind Schreiadler streng territorial, und sowohl im Nestbereich wie auch im Jagdgebiet sollen Grenzüberschreitungen durch Vögel aus Nachbarrevieren nur ausgesprochen

selten zu beobachten sein, was nach eigenen Beobachtungen jedoch nicht zutrifft. Von den Weibchen, die einen Jungvogel zu versorgen haben, wurde bisher angenommen, dass sie sich bis zum Herbstzug in einem Umkreis von wenigen Kilometern um das Nest aufhalten. Mit Hilfe der Bodentelemetrie wurde bei zwei Weibchen festgestellt, dass die Home ranges deutlich kleiner als die der Männchen sind, nähere Angaben werden jedoch nicht gemacht.

Die bisher geltende Hypothese, dass sich erfolgreich fortpflanzende Weibchen bis zum Abzug im Herbst allenfalls wenige Kilometer von ihrem Nest und Jungen entfernen, wurde sowohl durch Satelliten-Telemetrie wie auch durch DNA-Fingerprinting widerlegt. Ferner wurde festgestellt, dass sich fremde Weibchen an Horsten mit Jungen einfinden und dort möglicherweise auch längere Zeit lang aufhalten. Dies wurde außer durch DNA-Fingerprinting auch durch direkte Beobachtung bestätigt.

Der Sender Nr. 41861 des Weibchens lieferte bis zum Beginn des Herbstzuges am Morgen des 7. September 36 GPS-Ortungen, relativ wenige im Vergleich zum dem des Männchens. Dies lag daran, dass es sich erwartungsgemäß viel in Horstnähe im Wald aufhielt und seltener als das Männchen im Offenland jagte. Dadurch wurde der Sender, der mit Solarbetrieb arbeitet, oftmals nicht ausreichend aufgeladen.

Zweimal wurde festgestellt, dass es sich weit von seinem Horst entfernte. Am 2.8.04 wurde es um 6 Uhr (GMT) 47 km nordwestlich seines Brutplatzes in einem Waldgebiet sitzend geortet. Wegen der Tageszeit kann wohl angenommen werden, dass es dort die Nacht verbracht hat.

Am 10.8.04 wurde es um 15 Uhr (GMT) nördlich von Feldberg fliegend geortet (Flughöhe 526 m über NN, Geschwindigkeit 68 km/h, Richtung 303°). Um 16 und 20 Uhr (GMT) befand es sich dann jeweils an derselben Stelle sitzend 29 km SWS vom Brutgebiet in einem Waldgebiet. Um diese Zeit (22 Uhr ME Sommerzeit) dürfte es selbst im August bereits dunkel gewesen sein. Es ist daher wohl ebenfalls anzunehmen, dass es dort übernachtet hat.

Das Junge flog am 9. oder 10. August aus und hielt sich offenbar noch bis mindestens zum 20. September am Brutplatz auf. An diesem Tage wurden Rufe von G. Heise vernommen, die auf eine Fütterung schließen ließen.

Am 8., 9., 13., 14. und 18.8.04 wurde von verschiedenen Punkten aus mit guter Übersicht intensiv im Horstbereich 26 Stunden lang beobachtet. Das ortsansässige Paar war an seinen Sendern auch auf größere Entfernung hin gut zu erkennen, wobei das Männchen durch seine Mauserlücken leicht vom Weibchen zu unterscheiden war. Bei diesen direkten Beobachtungen wurden immer wieder fremde adulte Schreiadler über dem Horstwald beobachtet, teilweise bis zu vier Individuen gleichzeitig, teilweise zusammen mit dem ansässigen Paar und in geringer Höhe kreisend, ohne dass Aggressionsverhalten zu erkennen war. In

mindestens einem Falle konnte am 14.8. um 15.38 Uhr beobachtet werden, wie einer der fremden Vögel mit dem Weibchen im Bereich des Nestes in den Wald hinein flog.

Die hier zur Zeit der Jungenaufzucht mit zwei verschiedenen Methoden festgestellten Flüge des Weibchens mit Sender 41861 bis zu ca. 50 km vom Nest weg einschließlich mindestens eines Besuchs eines fremden Horstes sind überraschend und nur schwer zu deuten. Ebenso überraschen die Besuche mindestens zweier fremder Weibchen am Nest des Senderweibchens. Es liegt die Vermutung nahe, daß dieses Verhalten häufiger vorkommt.

Unter sieben Kleinfedern, die am 13.6.04 direkt unter dem Horst T gefunden wurden, befand sich eine des Sender-Weibchens. Das Brutvorkommen T befindet sich ca. 51 km östlich des Senderweibchen-Brutplatzes. Dieser telemetrierte Vogel entfernte sich also mindestens 50 km in verschiedenen Richtungen von seinem Nest mit Nestling.

Federn eines Weibchens, welches 57 km vom Sender-Weibchen entfernt brütete, wurden direkt unter dem Horst des Senderweibchen gefunden. Auffällig ist, dass gleich zwei große Handschwingen dieses Vogels am 13.6.04 ca. 50 m vom Nest des Sender-Weibchens entfernt gefunden wurden, was dafür sprechen dürfte, dass sich der Vogel dort öfter oder längere Zeit (oder beides) aufgehalten hat.

Unmittelbar unter dem Nest des Sender-Weibchens wurde am 8.8.04 die Handschwinge eines zweiten fremden Weibchens gefunden, dessen Horstzugehörigkeit unklar ist. In relativ geringem Umkreis um dieses Brutvorkommen gibt es noch weitere Schreiadlerpaare. An dem Nest des besenderten Weibchens wurden somit drei große und eine kleine Feder des ansässigen Weibchens, zwei große Federn des fremden Weibchens, welches aus 57 km Entfernung kam, sowie eine große Feder eines weiteren fremden Weibchens gefunden, hingegen keine Feder des ansässigen Männchens, obwohl dieses sehr stark mauserte.

Über die möglichen Gründe für das Besuchen fremder Horste durch Schreiadler-Weibchen kann nur spekuliert werden. Da die Schreiadler auf ihrem extrem weiten Zug bis ins südliche Afrika großen Gefahren ausgesetzt sind, dürfte manchmal die Situation auftreten, dass ein Schreiadler-Weibchen bei der Ankunft an seinem alten Brutplatz seinen letztjährigen Partner nicht vorfindet, weil dieser umgekommen ist. Es dürfte für sie daher von Vorteil sein, andere Brutplätze in der näheren und weiteren Umgebung zu kennen, um so schnell einen neuen Partner finden zu können. So verpaarte sich das Sender-Weibchen in darauffolgenden Jahren mit Männchen, die über 30 km entfernt brüteten. Das Sender-Weibchen kam jedoch nicht zur Eiablage, weil es offensichtlich vom vorjährigen später ankommenden Weibchen nach dessen Ankunft vertrieben wurde.

Langzeit-Telemetrie

Die Beantwortung vieler Fragen, wie z. B. die nach der Ortstreue am Überwinterungsplatz, die Übereinstimmung oder das Abweichen der Zugrouten und Zugzeiten in verschiedenen Jahren usw., setzt das Telemetrieren einzelner Individuen über mehrere Jahre hinweg voraus. Einzelne der von uns eingesetzten Sender lieferten fünf Jahre lang und länger Daten. Die Weltrekordhalterin ist ein ad. Schelladler-Weibchen (*A. clanga*), welches im Sommer 1999 von uns besendert wurde und derzeit (September 2009) nach über 10 Jahren noch immer Ortungen liefert. Es überwinterte stets im Göksu-Delta in der Türkei, wo es auch beobachtet und fotografiert wurde. Zwar wurden auch Weißstörche so lange telemetriert, dabei wurden aber ihre Sender ausgetauscht.

Ein Schreiadler-Männchen in der Slowakei konnte von 1992 bis 2002 mit Hilfe des Senders alljährlich an seinem Brutplatz festgestellt werden. In den meisten Jahren brütete es erfolgreich. Ein 1996 in Mecklenburg-Vorpommern besendertes Weibchen kehrte ebenfalls alljährlich zu seinem Horst zurück und wurde hier auch 2009 noch festgestellt (M. Neubauer mdl.). Ein im Jahre 2002 in Mecklenburg-Vorpommern besendertes Männchen verunglückte 2009 in der Nähe seines Brutplatzes. Mittels der Sender können Schreiadler relativ leicht wiedererkannt werden, so dass sich dadurch Ergebnisse zur Brutreviertreue, Lebensdauer usw. gewinnen lassen, also Daten, die ansonsten kaum zu gewinnen sind.

Was bringt die ST für den Artenschutz

Entsprechend der alten „Weisheit“ „ich kann nur schützen was ich auch kenne“ liegt der Nutzen des ungeheuren Wissenszuwachses durch die ST auf der Hand. Ein besonders krasses Beispiel war die Telemetrie eines jungen Schreiadlers im Oktober 2008. Dieser wurde am 12.10.08 in der Nähe von Sharm El Sheik im Süden der Sinai-Halbinsel geortet. Vier Tage später wurde das Tier zusammen mit 26 weiteren Jungadlern in den Kläranlagen der Stadt verendet aufgefunden. Diese Zahl entspricht fast der Hälfte des jährlichen in Deutschland ausfliegenden Nachwuchses. Sofort von uns eingeleitete Nachforschungen ergaben, dass dort Zugvögel in großer Zahl, darunter viele seltene Greifvögel, regelmäßig tot aufgefunden werden. Jetzt geht es darum, die Todesursache festzustellen und für Abhilfe zu sorgen. Ähnlich gelang es bei nicht wenigen anderen Tieren die Todesursache (Anflug gegen Elektrizitätsleitungen, Abschuß, Vergiftung, Ertrinken im Meer usw.) festzustellen und manchmal sogar die Kadaver zu untersuchen.

Die Sinai-Halbinsel ist eine Todesfalle mindestens für große Greifvogelarten, insbesondere Jungadler. Das Überqueren des Golfs nach Afrika ist für sie gefährlich, die Route nach Nordwesten über Suez finden sie offenbar häufig nicht. Bei Altadlern, die sich ebenfalls vereinzelt in den Süden der Halbinsel verirrt

hatten, konnten wir wiederholt den Umweg von über 500 km über Suez telemetrisch dokumentieren (Meyburg et al. 2002), bei einem Jungadler auch das erfolgreiche Überqueren des Golfs von der Südspitze der Halbinsel aus.

Mortalität bei Schreiadlern

Der Schreiadler ist die in Deutschland bedrohteste der vier noch heimischen Adlerarten. Der Bestand nimmt seit Jahrzehnten langsam, aber kontinuierlich ab. Darüber hinaus hat sich das Verbreitungsgebiet immer weiter verkleinert. Es gibt daher mehrere Projekte, um die Art als deutschen Brutvogel zu erhalten. Als Hauptgründe für die Abnahme werden die Habitatverschlechterung im Brutgebiet und menschliche Verfolgung auf den Zugwegen angenommen, wobei die Meinungen darüber geteilt sind, welcher der beiden Gründe entscheidender ist. Andere Ursachen, wie z.B. hohe natürliche Mortalität von Jung- und Altvögeln, wurden bisher kaum in Betracht gezogen. Aufgrund der ST-Untersuchungen betrug die Gesamtmortalität bei Altvögeln über die letzten 3 Jahre 14,8% (95%-Konfidenzintervall: 4,2 - 33,7%).

Die Verlustrate bei Jungadlern ist sehr viel grösser. Aber auch andere große Greifvogelarten, wie z.B. Fischadler und Rotmilan, haben nach entsprechenden, bisher noch nicht im Detail ausgewerteten Telemetrie-Untersuchungen eine ähnlich hohe oder noch höhere Mortalitätsrate.

Die Mortalitätsrate ist ein sehr wichtiger Parameter zur Berechnung der Populationsstruktur und -dynamik von Tierpopulationen. Leider fehlten bisher hierzu zuverlässige Daten von adulten Schrei- und anderen Adlerarten praktisch vollständig. Böhner & Langgemach (2005) schätzten die Mortalität ab dem dritten Lebensjahr auf unter 10 % (8 +/- 1 %). Einige Ergebnisse zur Mortalität von Jungadlern wurden bereits publiziert (Meyburg et al. 1995, 2008), weitere Erkenntnisse sind aufgrund der Besenderung einer größeren Zahl von Nestlingen in Kürze zu erwarten.

Bisher konnte die Mortalitätsrate beim Schreiadler und anderen Arten lediglich geschätzt werden. Derartige Schätzungen basierten üblicherweise auf Ringfundmeldungen und anderen Markierungen (Flügelmarken, Farbringe) sowie DNA-Untersuchungen von Mauserfedern. Alle diese Methoden sind jedoch sehr ungenau, weil die Ringwiederfundrate nur bei wenigen Prozent liegt, Flügelmarken sich meist nach wenigen Jahren nicht mehr am Vogel befinden und Kennringe sehr schwer abzulesen sind. Dies gilt insbesondere auch für den Schreiadler, bei dem auch Mauserfedern der Männchen nur selten gefunden werden. Entsprechende Zusammenstellungen bei dieser Art lieferten Danko et al. (1996) und Meyburg et al. (2005, 2007). Danach war Abschuss die bei weitem häufigste Todesursache in allen Altersklassen. Bei den Altvögeln war die Todesrate auf dem Zug sehr hoch. Anhand dieser Wiederfunde lässt sich jedoch nicht die jährliche Mortalität feststellen, da nur ein sehr geringer Teil (ca. 2 %)

der beringten Individuen zurückgemeldet wird. Außerdem können z.B. Verluste beim Überfliegen des Mittelmeeres (und anderer ökologischer Barrieren, Sahara etc.), wie inzwischen bei mehreren jungen Schreiadlern festgestellt, nicht ermittelt werden.

Zur jährlichen Mortalität der Altvögel und anderer Altersklassen lassen sich am ehesten genaue Ergebnisse mittels der Satelliten-Telemetrie (ST) gewinnen. Wenn von einem telemetrierten Vogel dauerhaft keine Signale mehr empfangen werden, können folgende Gründe dafür vorliegen: 1. der Vogel hat den Sender verloren, ihn zerstört oder entfernt, 2. der Sender ist aus technischen Gründen ausgefallen oder 3. der Vogel ist tot.

Einige Schreiadler zerbeißen die Bändchen, mit denen die Sender wie ein kleiner Rucksack auf dem Rücken des Vogels befestigt werden, nach kurzer oder auch längerer Zeit. Viele andere Individuen stören sich offensichtlich nicht an den Sendern und tragen diese viele Jahre lang. In den Anfangsjahren gab es auch technisch bedingte Ausfälle der Sender. Dies machte es bis vor relativ kurzer Zeit schwierig, beim Ausbleiben von weiteren Ortungen zu entscheiden, ob der Sender ausgefallen ist oder vom Vogel entfernt wurde und der Vogel noch lebt, oder ob das Tier umgekommen ist.

Nach entsprechenden Langzeituntersuchungen an Schreiadlern in Gefangenschaft wurde eine Befestigung (engl. „harness“) für die Sender entwickelt, die ein Entfernen durch die Vögel weitgehend ausschließt. Ausserdem wurden die Sender im Laufe der Jahre sehr viel zuverlässiger. Technisch bedingte Ausfälle sind in den letzten Jahren gar nicht mehr zu verzeichnen. Wir berücksichtigen daher hier nur die Ergebnisse der letzten drei Jahre, da für diesen Zeitraum diese Möglichkeit des Sender- und damit Datenverlustes praktisch auszuschließen ist. Die älteren Daten müssen unter Berücksichtigung dieser Probleme getrennt ausgewertet werden.

Hohe Mortalität der Altvögel 2008-2009

Im August 2008 waren 12 Altadler mit funktionierenden PTTs besendert, darunter zwei Weibchen. Bei den restlichen Individuen handelte es sich um Männchen. Diese Vögel waren in verschiedenen Jahren markiert worden, der Erste im Jahre 2002, je ein weiteres Tier 2004, 2005 und 2007. 2006 wurden zwei und 2008 sechs Altadler mit Sendern versehen. Lediglich der 2002 eingesetzte Sender konnte nur Doppler- und noch keine sehr viel genaueren GPS-Ortungen liefern. In die Berechnung einbezogen wird ferner ein weiteres Weibchen, welches bereits 1996 besendert worden war. Sein Sender funktionierte im August 2008 zwar nicht mehr, das Tier kehrte jedoch alljährlich, auch 2009, zu seinem Brutplatz in Mecklenburg-Vorpommern zurück, brütet oft mit Erfolg und war relativ leicht an seinem Sender wiederzuerkennen.

Alle 13 Altadler zogen auf der normalen Zugroute vom Bosphorus um das öst-

liche Mittelmeer bis nach Suez, wo sie Afrika erreichten. Von dort aus setzten sie ihren Zug innerhalb einer recht schmalen Zugstrasse, die bereits 1995 von uns beschrieben wurde, durch Ägypten, den Sudan, Uganda und Tansania bis ins südliche Afrika zu ihren Überwinterungsgebieten fort. Dies konnte bei dem 1996 besenderten Weibchen zwar 2008 nicht, aber in früherer Zeit telemetrisch nachgewiesen werden. Bis dahin und auch während der Überwinterung gab es keine Verluste. Dann gingen jedoch zwei Altadler auf dem Frühjahrszug und zwei Weitere erst im deutschen Brutgebiet verloren.

Das mysteriöse Verschwinden des Männchens mit Sender 83269 im Brutgebiet

Ungeklärt ist besonders der Verlust eines Altadlers in Brandenburg. Dieser Altadler wurde am 27. Juli 2008 an seinem Brutplatz, der sich an der Westgrenze des Verbreitungsgebietes befindet, besendert. Er zog bis nach Simbabwe und Botswana (Abb. 4). Er hatte dort ein Überwinterungsgebiet, in dem er sich vom 3.11.08 bis 23.1.09 aufhielt, welches eine West-Ost-Ausdehnung von 765 km und eine Nord-Süd- Ausdehnung von 210 km hatte, basierend auf 1105 GPS-Ortungen (Abb. 5-7).

Im Frühjahr 2009 kehrte das Tier am 26. April 2009 nachmittags verspätet zum alten Horstplatz zurück. Es hielt sich vom 4.-8. April im äußersten Süden der Türkei nahe der Mittelmeerküste in einer Höhe von ca. 1400 m über NN auf. Der Vogel wurde in dieser Zeit in keinem Falle fliegend, sondern ausschließlich sitzend geortet. Diese Region um die Stadt Samandag ist als Schwerpunkt der Greifvogelverfolgung in der Türkei zu betrachten (Meyburg 2005). Diese südlichste Stadt des Landes ist direkt am Mittelmeer und unweit der syrischen Grenze gelegen. Wurde der Vogel hier angeschossen und musste sich einige Tage erholen? Meteorologische Ursachen für das Verweilen sind auszuschließen. Der Weiterzug war auffällig langsam. Ein ad. Weibchen, welches zeitgleich hier durchzog, flog ohne Aufenthalt weiter und kam bereits am 15. April am Brutplatz in Brandenburg an. Zu diesem Zeitpunkt hatte das Männchen gerade erst den Bosphorus erreicht.

Am 26.4.09 wurde das Männchen erstmals direkt am Horst geortet, zwei Tage später nochmals, wobei die zweite Ortung aber weniger genau war. Zuvor hatte sich bereits ein neues, nicht markiertes Männchen eingefunden und mit dem anwesenden Weibchen verpaart. Nach der Ankunft des besenderten Männchens gelangen trotz intensiver Beobachtungen durch den Horstbetreuer J. Schwabe nur Beobachtungen des unbesenderten, nicht aber des markierten Männchens. Es gab nach dem 28. April auch keinerlei Ortungen mehr. Das einzige Ei des Geleges erwies sich später als unbefruchtet.

Zwei Erklärungsmöglichkeiten bieten sich an, eine Auseinandersetzung zwi-

schen den beiden Männchen mit tödlichem Ausgang und Tod des Männchens auf andere Weise. Windkraftanlagen gibt es z.B. in geringer Entfernung. Dass der Sender ausgerechnet zum Zeitpunkt der Ankunft ausgefallen oder abgegangen ist, erscheint extrem unwahrscheinlich. Möglicherweise war der Adler jedoch auch durch Beschuss in der Türkei geschwächt.

Ähnliches Verschwinden wurde bei einem besenderten Schreiadlermännchen 2002 in der Slowakei festgestellt, welches seit 1992 kontrolliert worden war. Es traf am 12. April am Brutplatz ein. Danach gab es keinerlei Ortungen mehr. Im Juni wurde der Brutplatz unbesetzt vorgefunden (Meyburg et al. 2004).

Kämpfe zwischen Männchen habe wir selbst beobachten können, ein tödlicher Ausgang derartiger Auseinandersetzungen ist bei der Art jedoch nicht bekannt, weder aus der Literatur, noch aus eigener Erfahrung oder aus Mitteilungen anderer Ornithologen. Bei anderen Arten (z.B. Seeadler) kommen derartige Auseinandersetzungen durchaus vor.

Die Altvogelmortalität in anderen Jahren

Ungleich günstiger sieht die Situation bei Berücksichtigung der Jahre 2006 bis 2008 aus. Im Herbst 2006 verließen sechs besenderte Altadler die deutschen Brutgebiete. Sie kehrten alle im darauffolgenden Jahr zurück, ebenso die sieben Altadler, die 2007 abzogen. Es kamen also von 2006 bis 2008 keine besenderten Tiere um.

Ohne detaillierte Auswertung lässt sich jedoch für den Zeitraum 1994 bis 2005 sagen, dass es etliche Verluste unter besenderten Altadler gab, die nur mit dem Tod des Tieres erklärt werden können, auf die aber bei anderer Gelegenheit eingegangen werden soll. Mittels DNA-Untersuchungen gelang der Nachweis, dass an einem Brutplatz im nordöstlichen Brandenburg nach fünf Jahren beide Altvögel durch Neue ersetzt waren. Der längste Zeitraum für die Rückkehr beider Partner zum Horstplatz betrug in einem Falle drei Jahre, gestützt auf DNA-Analysen.

Aufgrund der hohen, nur teilweise menschenbedingten Mortalität, die besonders bei den Jungadlern auf dem ersten Herbstzug extrem hoch ist, erscheint die Populationsstützung, die weiter unten unter Jungvogelmanagement kurz beschrieben wird, erforderlich und sinnvoll.

Todfunde in Deutschland

Bisher gab es nur ganz wenige uns bekannt gewordene Todfunde von Schreiadlern in Deutschland. Am 6. August 1971 wurde ein Schreiadler im Alter von 17 Jahren als Verkehrsoffer bei Falkenthal (Brandenburg) nur 12 km von seinem Geburtsort entfernt tot aufgefunden. G. Heise (briefl. Mitt.) fand 2001 in

einem ehemaligen Brutwald in der nördlichen Uckermark (Brandenburg) die Überreste eines Schreiadlers, bestehend aus Federn, dem Schädel und einigen Knochenresten. Der Todeszeitpunkt wurde auf Mitte Mai geschätzt, die Todesursache blieb unklar. Ein fünfjähriger Schreiadler wurde im September 2007 Verkehrsoffer in Mecklenburg-Vorpommern an der neuen Bundesautobahn 20 („Ostseeautobahn“) nahe Strasburg, nur 7,5 km vom Geburtsort entfernt (A. Hofmann). Schließlich wurde ein ad. Männchen Opfer einer Windkraftanlage in der nördlichen Uckermark (Brandenburg). Ein nur einjähriger Schreiadler wurde am 13.10.1998 in Mecklenburg-Vorpommern mit einer schlecht verwachsenen Fraktur aufgefunden und musste eingeschläfert werden.

Windkraftanlagen, eine neue, permanente Gefahr

Sicherlich ist die Zahl der Opfer an Windkraftanlagen bedeutend höher als bekannt. Die Planung der sehr starken Erhöhung der Zahl dieser Anlagen in Brandenburg und anderswo kann aus Sicht des Schreiadlerschutzes nur mit größter Sorge betrachtet werden. Da aufgrund der satellitentelemetrischen Untersuchungen inzwischen bekannt ist, dass die Tiere einen sehr viel größeren Aktionsraum haben können als früher angenommen wurde, ist dem Problem mit Schutzräumen im Umkreis von drei oder sechs Kilometern um bekannte Horstplätze nur bedingt beizukommen. Zudem werden selbst diese Mindestabstände oft nicht respektiert.

Die bisher wohl einzige, dramatische Beobachtung eines Beinaheunfalls durch den Adlerspezialisten C. Rohde (briefl. Mitt.) sei daher gekürzt wiedergegeben: Am 9. Mai 2009 wurde beobachtet, wie sich ein Schreiadler, wahrscheinlich das Männchen des nahen Schreiadlerpaares, um 10.10 Uhr mit der Thermik mit weiteren Greifvögeln (Rotmilan und Mäusebussard) auf den neuen Windpark zubewegt. Um 10.25 Uhr wird der Adler von einem Rotmilan attackiert, der am Hang seinen Brutplatz unweit vom Windpark in einem kleinen Seitental hat. Um 10.30 Uhr taucht der Adler plötzlich in der Rotorblattzone einer Windenergieanlage (WEA) auf. Plötzlich werden Turbulenzen im Flugbild des Adlers auf Nabenhöhe sichtbar. Er bekommt einen Ruck mit Schlagseite. Der Adler verliert die Luftraumkontrolle und berührt die Nabe. Wie durch ein Wunder kann er sich von den Rotorblattansätzen lösen und wird nicht vom Blatt getroffen. Der Adler fällt leicht ab, kann sich aber wieder fangen und bleibt flugfähig. Um 10.45 Uhr kreist der Adler wieder über dem Brutrevier. Der Kollisionsmast befindet sich nur 2800 m vom Schreiadlerhorst entfernt.

Jungvogelmanagement und Telemetrie

Begleitend zu einem breit angelegten Schutzprogramm für den Schreiadler werden seit 2004 in Brandenburg zweitgeborene Jungvögel, die normalerweise dem Kainismus zum Opfer fallen (Meyburg 2001), für die Population gerettet.

Für einen Zeitraum von fünf Jahren wird dies seit 2007 durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und die Deutsche Wildtier Stiftung (DeWiSt) unterstützt. Damit soll die anhaltende Abnahme der Art gestoppt und Zeit gewonnen werden, möglichst den primären Ursachen für die Abnahme effektiver entgegenzuwirken. Im Brutgebiet betrifft dies den Schutz der Brutwälder und Nahrungsräume, für die wir die alleinige Verantwortung haben, während die Gefahren auf dem Zugweg, sofern sie menschenbedingt sind, nur durch internationale Anstrengungen bekämpft werden können. Hier besteht Hoffnung auf Problemlösungen im Rahmen des Abkommens für den Schutz ziehender Greifvögel, das gegenwärtig im Rahmen der Bonner Konvention erarbeitet wird.

Die Methodik des Jungvogelmanagements geht auf Erfahrungen von B.-U. Meyburg zurück, der bereits in den 1960er Jahren in der Slowakei verschiedene Varianten erprobte (Meyburg 1968, 1971).

Im Rahmen des „Jungvogelmanagements“ wurden 2004-2008 23 Jungvögel zusätzlich in Brandenburg flügge; weitere drei in Mecklenburg-Vorpommern. Damit konnte im Mittel der letzten fünf Jahre die Fortpflanzungsziffer in Brandenburg um 34 % gesteigert werden, wobei die Steigerung von 7 % im ersten Jahr bis 68 % im Jahr 2008 zunahm. Die Resultate des Jungvogelmanagements bis 2007 wurden durch Meyburg et al. (2008) publiziert.

Das begleitende Monitoring ließ in keinem einzigen Fall eine Brutaufgabe durch die Horstbesteigungen im Zuge des Managements erkennen. Ebenfalls Teil des Monitorings ist die ST bei über 30 Jungvögeln und sechs Altvögeln im Rahmen des Projektes.

Zu den wichtigsten Resultaten zählt, dass der erste Herbstzug der Jungadler wesentlich weniger zielgerichtet erfolgt als der der Altvögel und äußerst verlustreich ist (Meyburg et al. 2008). Es werden von den jungen Tieren teilweise Zugrouten weit westlich der üblichen Route über den Bosphorus, durch die Türkei und den Nahen Osten eingeschlagen. Bei den Verlusten spielt menschliche Verfolgung eine nicht geringe Rolle, aber auch die Wahl riskanter Routen durch Italien sowie Versuche, das Mittelmeer an breiten Stellen zu überqueren.

Seltenheits-Kommissionen und ST

Da immer mehr Vögel telemetriert werden, ist es nicht verwunderlich, dass diese - meist unbemerkt - auch Länder besuchen, in denen sich Seltenheits-Kommissionen für sie interessieren. So zogen 2008 gleich drei von uns telemetrierte, junge Schreiadler von Feldbeobachtern unbemerkt durch die Schweiz, wo zuvor in über einem Jahrhundert nur sechs Individuen dieser Art nachgewiesen wurden. Der Durchzug eines jungen Schelladlers durch Deutschland 2008 führte zu einer Umfrage bei den Seltenheits-Kommissionen in der Schweiz, in Österreich

und in Deutschland, ob denn diese Nachweise anerkannt würden (s. Der Falke 1/2009). Die Satellitendaten wurden für sicherer befunden als Feldbeobachtungen. Dabei wurde nicht zwischen GPS- und Doppler-Ortungen unterschieden. Nachweise, die nur auf Doppler-Lokalisationen beruhen, sollten auf jeden Fall von einem Telemetrie-Spezialisten überprüft werden.

Danksagung

Bei der Telemetrie deutscher und ausländischer Schreiadler handelt es sich um ein Langzeitprojekt der Weltarbeitsgruppe Greifvögel e.V, welches 1992 begann und von dieser ganz überwiegend finanziert wird. Wir danken dem Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Dr. Lothar Wölfel) und der Staatlichen Vogelschutzwarte des Landesumweltamts Brandenburg (Dr. Torsten Langgemach) für die Genehmigung zum Fang und zur Besenderung der Adler in Deutschland sowie den entsprechenden Behörden in der Slowakei, in Lettland, in Polen und in Namibia. In den Jahren 2007-2009 wurden die Sender und teilweise auch die Argoskosten von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und von der Deutschen Wildtier Stiftung (DeWiSt) finanziert. Der Zoologische Garten Rostock (Direktor Dipl. Agr. Udo Nagel) stellte uns in vielen Jahren einen adulten Seeadler als Lockvogel zum Fang der adulten Schreiadler zur Verfügung. 2006 erhielten wir vom Tierpark Berlin (Dr. Wolfgang Grummt, Dr. Martin Kaiser) einen Seeadler als Geschenk für dieses Projekt. Bei den Fangaktionen in Deutschland halfen uns insbesondere die Herren J. Matthes, H. Matthes, Prof. Dr. K. Graszynski, I. Börner, A. Hinz, Dr. G. Heise, und T. Blohm. Darüberhinaus gab es viele Helfer im Ausland, insbesondere Dr. U. Bergmanis in Lettland.

Literatur

- Argos 2008. Argos user's manual. <http://www.argos-system.org/manual/>, eingesehen am 01.04.2009
- Bergmanis 2005: Identification of Lesser Spotted Eagles *Aquila pomarina* by wing markers in Latvia. In: Mizera, T. & B.-U. Meyburg (eds.): International Meeting on Spotted Eagles. Proc. of an International Symposium: S.171–173. Biebrza National Park, Osowiec, Poznan & Berlin.
- Danko, S., B.-U. Meyburg, T. Belka & D. Karaska (1996): Individuelle Kennzeichnung von Schreiadlern *Aquila pomarina* : Methoden, bisherige Erfahrungen und Ergebnisse. Pp. 209-243 in: Meyburg, B.-U. & R.D. Chancellor (eds.): Eagle Studies. Berlin, London & Paris: WWG on Birds of Prey.)
- Dravecký M, Sellis U, Bergmanis U, Dombrovski V, Lontkowski J, Maciorowski G, Maderiè B, Meyburg B-U, Mizera T, Stój M, Treinys R & Wójciak J (2008): Colour ringing of Spotted Eagles (*Aquila pomarina*, *Aquila clanga* and their hybrids) in Europe – a review. Slovak Raptor Journal 2: 37–52. [www.Raptor-Research.de].

- Gedeon, K. & M. Stubbe (1991): Tagesrhythmik, Raumnutzung und Jagdverhalten des Schreiadler *Aquila pomarina* Brehm. *Populationsökologie Greifvogel- u. Eulenarten* 2: 107-129.
- Meyburg, B.-U. (1991): Der Schreiadler (*Aquila pomarina*): Bisherige und zukünftige Bemühungen um seine Erforschung und seinen Schutz. *Populationsökologie Greifvogel- u. Eulenarten* 2: 89-105.
- Meyburg, B.-U. 1968. Ein neuer Weg zum Schutz des Schreiadlers (*Aquila pomarina*). *Berliner Naturschutzblätter* 12: 287-293
- Meyburg, B.-U. 2001. Zum Kainismus beim Schreiadler *Aquila pomarina*. *Acta ornithoecologica* 4: 269-278
- Meyburg, B.-U. (2005): Zug und Verfolgung der Greifvögel in der südlichen Türkei. *Orn. Mitt.* 57: 12-16 [www.Raptor-Research.de].
- Meyburg B.-U. & M. R. Fuller (2007): Satellite tracking. Pp. 242-248 in: Bird, D. M. & K. L. Bildstein (eds.): *Raptor Research and Management Techniques*. Hancock House Publishers, Surrey, Canada. [www.Raptor-Research.de]
- Meyburg, B.-U. & C. Meyburg 2007. 15 Jahre satellitentelemetrische Untersuchungen an Greifvögeln. *Alauda* 75: 265-286 [www.Raptor-Research.de].
- Meyburg, B.-U. & C. Meyburg 2008. Satellite tracking of raptors – How PTTs changed our lives. *Tracker News* 9: 2-5. [www.Raptor-Research.de]
- Meyburg, B.-U. & C. Meyburg 2009. Wanderung mit Rucksack: Satellitentelemetrie bei Vögeln. *Der Falke* 56: 256-263
- Meyburg, B.-U., Scheller, W. & Meyburg, C. 1995. Zug und Überwinterung des Schreiadlers *Aquila pomarina*: Satellitentelemetrische Untersuchungen. *Journal für Ornithologie* 136: 401-422
- Meyburg, B.-U. (1996): Der Schreiadler *Aquila pomarina*: Bestandssituation und derzeitiger Stand seiner Erforschung. Pp.377-387 in: Meyburg, B.-U. & R.D. Chancellor (eds.): *Eagle Studies*. Berlin, London & Paris: WWG on Birds of Prey.
- Meyburg, B.-U., L. Haraszthy, M. Strazds & N. Schäffer 2001. European Species Action Plan for Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina*). Pp. 1-24. In: Schäffer, N. & U. Gallo-Orsi: *European Union action plans for eight priority bird species*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ISBN: 92-828-8927-0. [www.Raptor-Research.de].
- Meyburg, B.-U., D.H. Ellis, C. Meyburg, J.M. Mendelsohn & W. Scheller 2001. Satellite tracking of two Lesser Spotted Eagles, *Aquila pomarina*, migrating from Namibia. *Ostrich* 72: 35-40. [www.Raptor-Research.de].
- Meyburg, B.-U., J. Matthes & C. Meyburg 2002. Satellite-tracked Lesser Spotted Eagle avoids crossing water at the Gulf of Suez. *British Birds* 95: 372-376. [www.Raptor-Research.de].
- Meyburg, B.-U., T. Langgemach, K. Graszynski & J. Böhner (2004): The Situ-

ation of the Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina* in Germany: The need for an Action Plan and active Conservation. Pp. 601-613 in: Chancellor, R. D. & B.-U. Meyburg (eds.): *Raptors Worldwide*. Budapest: WWGBP & MME. [www.Raptor-Research.de].

Meyburg, B.-U., W. Scheller & U. Bergmanis (2004): Home range size, habitat utilisation, Hunting and Time budgets of Lesser Spotted Eagles *Aquila pomarina* with regards to Disturbance and Landscape Fragmentation. pp. 515-635 in: Chancellor, R. D. & B.-U. Meyburg (eds.): *Raptors Worldwide*. Budapest: WWGBP & MME. [www.Raptor-Research.de].

Meyburg, B.-U., C. Meyburg, T. Belka, O. Sreibr & J. Vrana (2004) : Migration, wintering and breeding of a Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*) from Slovakia tracked by Satellite. *Journal of Ornithology* 145: 1-7. [www.Raptor-Research.de].

Meyburg, B.-U., T. Belka, Š. Danko, J. Wójciak, G. Heise, T. Blohm & H. Matthes (2005): Geschlechtsreife, Ansiedlungsentfernung, Alter und Todesursachen beim Schreiadler (*Aquila pomarina*). *Limicola* 19: 153-179. [www.Raptor-Research.de].

Meyburg, B.-U., C. Meyburg, J. Matthes & H. Matthes 2006. GPS-Satelliten-Telemetrie beim Schreiadler (*Aquila pomarina*): Aktionsraum und Territorialverhalten im Brutgebiet. *Vogelwelt* 127: 127-144. [www.Raptor-Research.de].

Meyburg, B.-U., C. Meyburg, F. Franck-Neumann 2007. Why do female Lesser Spotted Eagles (*Aquila pomarina*) visit strange nests remote from their own ? *Journal of Ornithology* 148: 157-166. [www.Raptor-Research.de].

Meyburg, B.-U., C. Meyburg, J. Matthes & H. Matthes 2007: Heimzug, verspätete Frühjahrsankunft, vorübergehender Partnerwechsel und Bruterfolg beim Schreiadler *Aquila pomarina*. *Vogelwelt* 128: 21-31. [www.Raptor-Research.de].

Meyburg B-U, Graszynski K, Langgemach T, Sömmer P & Bergmanis U 2008: Cainism, nestling management in Germany in 2004–2007 and satellite tracking of juveniles in the Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*). *Slovak Raptor Journal* 2: 53–72. [www.Raptor-Research.de].

Scheller, W., U. Bergmanis, B.-U. Meyburg, B. Furkert, A. Knack & S. Röper (2001): Raum-Zeit-Verhalten des Schreiadlers (*Aquila pomarina*). *Acta ornithoecologica* 4: 75-236.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Bernd-Ulrich Meyburg
Wangenheimstr. 32,
14193 Berlin
Schreiadler@aol.com

Christiane Meyburg
31 Avenue du Maine,
F-75015 Paris
Schwarzmilan@aol.com