

GPS-Satelliten-Telemetrie beim Schreiadler *Aquila pomarina*: Aktionsraum und Territorialverhalten im Brutgebiet

Bernd-Ulrich Meyburg, Christiane Meyburg, Joachim Matthes & Hinrich Matthes

Meyburg, B.-U., C. Meyburg, J. Matthes & H. Matthes 2006: GPS satellite tracking of Lesser Spotted Eagles *Aquila pomarina*: home range and territorial behaviour in the breeding area. *Vogelwelt* 127: 127–144.

Between 2004 and 2006 seven adult Lesser Spotted Eagles (five males and two females) were fitted with GPS satellite transmitters. Their home ranges and territorial behaviour were analysed from 2,976 GPS fixes and field observations in the breeding area. The territories of the four males tracked in a single season had a minimum extent of 32.78 km² (D), 34.14 km² (BS), 46.40 km² (LA) and 54.39 km² (BT) respectively. The fifth male (S), which could be tracked for two years, had a home range of 93.78 km² in 2005 and 172.29 km² in 2006. The mean extent of all six territories was over 72.29 km². The home ranges used by the two females were very different in size (1.56 km² and 82.30 km²), although both individuals reared a young bird. The successful male breeders had a strong sense of territory with no overlap between them. The females, on the other hand, were not driven off from other eyries and did indeed visit the immediate vicinity of other nests at some considerable distance from their own. After brood failure, territories of unsuccessful breeders were taken over in part by neighbouring successful breeding pairs. The maximum distance from the eyrie at which the presence of adults could be confirmed was some 6–7 km for three males (D, BT and LA), some 11 km for one female (W) and one male (BS), and for male S, with the most GPS fixes, over 13 km. The size of the home ranges, and the distances from the eyrie to which the birds moved from the nest, were not constant throughout the whole stay of the birds in the breeding territory. After its arrival in spring, male S distanced itself continually further from the eyrie. In both years it moved furthest from the nest, and had the most extensive home range, in mid July. From then on, until the start of autumn migration, the area of activity became increasingly smaller. The home ranges were used to a different degree of intensity. In 2005, 84% of the 677 fixes of male S were made over an area of only 14.24 km². In 2006, the bird was located in 71% of 989 fixes over an area of 15.43 km². A protected zone encompassing a radius of 3 km from the eyrie is considered to be not sufficiently extensive to effectively prevent the extinction of this endangered species. In a zone of at least 6 km around the eyrie no radical changes (building of wind farms, motorways, roads, cycle paths, housing etc.) should be permitted.

Key words: Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina*, home range, GPS satellite telemetry, behaviour, Germany.

1. Einleitung

Der Schreiadler kommt heute in Deutschland – abgesehen von einem Inselvorkommen mit 2–3 Paaren in Sachsen-Anhalt – nur noch in einem sehr kleinen, ca. 10.000 km² 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 (SCHELLER *et al.* 2001; BÖHNER & LANGGEMACH 2004; MEYBURG *et al.* 2004). Die Art ist daher wesentlich stärker gefährdet als Fischadler *Pandion haliaetus* und Seeadler *Haliaeetus albicilla*, die in Deutschland in Zunahme begriffen sind.

Bis heute sind unsere Kenntnisse zur Größe des brutzeitlichen Aufenthaltsraums (Aktionsraum, Streif-

gebiet, home range, Revier) und zur Habitatnutzung sehr unzureichend. Sie basieren auf direkten Beobachtungen ohne (WENDLAND 1951; GEDEON & STUBBE 1991; MEYBURG 1991) und mit Markierung – Flügelmarken und Fensterung der Flugfedern – (DANKO *et al.* 1996; BERGMANIS 2005), in erster Linie aber auf einer Studie an neun Individuen in Vorpommern mittels VHF-Telemetrie (VHF = very high frequency), die manchmal auch als Bodentelemetrie oder konventionelle Telemetrie bezeichnet wird (SCHELLER *et al.* 2001; MEYBURG *et al.* 2003). Ohne Markierung ist eine Feststellung der home range-Größen nicht zuverlässig möglich, da die einzelnen Individuen bis auf sehr seltene Fälle nicht individuell wiedererkennbar

sind. Außerdem sind die Aktivitätsradien der Vögel zu groß, um diese lediglich mit Hilfe von Ferngläsern und Spektiven sicher verfolgen zu können.

So ist es nicht verwunderlich, dass die Reviergrößen in fast allen älteren Publikationen (SIEWERT 1932; WENDLAND 1959; GOLODUSCHKO 1959; MATTHES & NEUBAUER 1987; GEDEON & STUBBE 1991), die auf rein visuellen Beobachtungen beruhten, mit ganz wenigen Quadratkilometern als viel zu klein angegeben wurden. Lediglich SCHROOT (1938) schätzte die home range-Größe eines Paares, das in geringer Entfernung von den von uns untersuchten zwei benachbarten Paaren in Vorpommern brütete, bereits auf 25 km².

Ein deutlicher Fortschritt zur Klärung dieser und anderer Fragen war 1992 die Einführung der VHF-Telemetrie in die Schreiadlerforschung in Mecklenburg-Vorpommern, bei der die Vögel mit kleinen Sendern markiert wurden (SCHELLER *et al.* 2001; MEYBURG *et al.* 2004). 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 Adlers kommt.

Bei der bisher zum Einsatz kommenden Satelliten-Telemetrie, die wir beim Schreiadler 1992 begonnen haben (MEYBURG *et al.* 1993, 1995, 2004), konnten lediglich Sender (PTTs, Platform Transmitter Terminals) eingesetzt werden, die vom Argos-System (ARGOS 1996) mit Hilfe des Doppler-Phänomens durch scheinbare Änderung der Sendefrequenz des Senders beim Vorbeifliegen der Satelliten lokalisiert wurden (Doppler- oder Argos-Ortung). Diese Ortungen haben den Nachteil, dass sie nur in wenigen Fällen (ca. 1–5 %) auf wenige hundert Meter genau sind, diese Genauigkeit aber auch nicht von Argos garantiert werden kann. Diese Doppler-Ortungen reichten aus, um die Zugwege und Überwinterungsgebiete erstmalig recht präzise erforschen zu können; kleinräumige Ortsveränderungen im Brutgebiet waren dadurch jedoch nicht feststellbar.

2004 wurden erstmals Satelliten-Sender mit Solarbetrieb und GPS-Ortung verfügbar, die klein und leicht genug waren (zunächst 45 g, dann 30 g), um damit Schreiadler zu markieren. Die GPS-Ortungen (GPS = Global Positioning System, ein seit dem 26. Juni 1993 funktionierendes System des US-Verteidigungsministeriums, bestehend aus 24 Satelliten) sind stets auf wenige Meter genau, so dass damit nicht nur eine exakte Analyse der Größe der brutzeitlichen Aufenthaltsräume, sondern auch der Raum- und Habitatnutzung im Brutgebiet möglich wird. Ferner liefern diese GPS-Sender Daten zu Flughöhe, -geschwindigkeit und -richtung, so dass auch Aufschlüsse über das Verhalten der Adler möglich sind. Bisher gab es methodisch keine Möglichkeit, um Flughöhen und -geschwindigkeiten im Brutgebiet genau zu messen. Die Datenübertragung

erfolgt weiterhin über das Argos-System, so dass bei dieser Art von Telemetrie zwei verschiedene Satelliten-Systeme beteiligt sind.

Die Zahl der bisher von uns mit GPS-Sendern markierten Individuen ist leider relativ gering. Da jedoch infolge der rasch voranschreitenden menschlichen Zersiedlung und Zerschneidung von Schreiadler-Lebensräumen starker Bedarf an den Ergebnissen besteht, soll schon jetzt eine erste Auswertung erfolgen. Es bleibt zu hoffen, dass die bereits besenderten Adler in den kommenden Jahren weitere Daten liefern werden und auch noch weitere Individuen markiert werden können. Von uns eingesetzte Solar-PTTs mit Argos-Ortung funktionierten bisher in einigen Fällen bis zu über fünf Jahre (MEYBURG & MEYBURG 2005).

2. Methode

Es wurden sieben adulte Schreiadler mit GPS-Sendern versehen (Tab. 1), 2004 ein Paar (D) in der nördlichen Uckermark (Brandenburg), 2005 zwei Männchen (S und BT) sowie ein Weibchen (W) in Mecklenburg-Vorpommern und 2006 zwei Männchen (LA und BS) in Brandenburg. Zwei der markierten Individuen (S und W) gehörten benachbarten Paaren an, die nahe der nordwestlichen Verbreitungsgrenze der Art in Vorpommern brüteten. Ihre Horste waren 3,07 km voneinander entfernt. Das Männchen BT war mit einem Schelladler-Weibchen *Aquila clanga* verpaart und brachte 2005 und 2006 je einen jungen Hybrid-Adler zum Ausfliegen. An diesem Brutplatz ist das Brüten eines Mischpaares beider Arten seit 2003 bekannt. Die Männchen LA und BS gehörten ebenfalls benachbarten Paaren an. Alle markierten, zu sechs Paaren gehörenden Individuen brüteten im Jahr der Besenderung erfolgreich, die Männchen S und BT jeweils im selben Horst auch im darauf folgenden Jahr 2006.

Der Fang der Altvögel erfolgte, wie auch schon bei den früheren Untersuchungen, mittels der Dho-gaza-Methode („Lockvogel vor Fangnetz“; HAMERSTROM 1963; CLARK 1981; BLOOM 1987; MEYBURG *et al.* 2005), wobei sich ein lebender adulter weiblicher Seeadler im Laufe der Jahre als am „attraktivsten“ herausgestellt hat. Die Geschlechtsbestimmung der Altvögel erfolgte anhand von Blutproben (GRIFFITHS *et al.* 1998). Die vorläufige Einschätzung des Geschlechts aufgrund der Maße erwies sich in einem Falle (W) als falsch.

Die Sender waren so programmiert, dass sie tagsüber jeweils zur vollen Stunde eine Ortung aufnahmen und speicherten, sofern dies der Ladezustand des Solarbetriebs und die sonstigen Gegebenheiten erlaubten. Im dichten Laubwald ist z. B. die Ortung sehr erschwert oder unmöglich, da kein „Sichtkontakt“ zu den GPS-Satelliten besteht. Die Daten, auch Flughöhe, -geschwindigkeit und -richtung, werden von den Sendern gespeichert und jeweils nach der vorprogrammierten Zeit, z. B. drei Tagen, gesammelt über das Argos-Satelliten-System entsprechenden Bodenstationen zugeleitet, wodurch sie auf verschiedene Weise verfügbar werden.

Die Darstellung der Ergebnisse basiert außerdem auf sporadischen Beobachtungen an allen untersuchten Brutplätzen. Am 8., 9., 13., 14. und 18. Aug. 2004 wurde von verschiedenen Punkten mit guter Übersicht aus intensiv das Paar D insgesamt 26 Stunden lang systematisch beobachtet. Die Beobachtungen erfolgten mit Ferngläsern und Spekti-

ven. Die Adler waren an ihren Sendern auch auf größere Entfernung hin zu erkennen, wobei das Männchen D durch deutliche Mauserlücken leicht vom Weibchen D zu unterscheiden war.

Die GPS-Daten wurden mit Hilfe von digitalen Karten im Maßstab 1 : 10.000 und 1 : 25.000 und GIS ArcView 3.2a ausgewertet. Ferner wurde das Satelliten-Foto-Programm von GoogleEarth mit diversen Zusätzen zur Analyse herangezogen. Die home ranges wurden mit Hilfe der "minimum convex polygon"-Methode ermittelt. Am Brutplatz S wurde versucht, möglichst zeitnah alle Ortungspunkte aufzusuchen, um den Zustand der Vegetation, landwirtschaftliche Maßnahmen usw. festzustellen. Damit soll eine genaue Habitat- und Habitatnutzungsanalyse ermöglicht werden, die zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen soll. Zusätzlich wurden am Brutplatz S und an zwei benachbarten Brutvorkommen (G und C) im Umkreis von 1000 m die Amphibiendichte und Zahl der geeigneten Laichgewässer ermittelt.

Anhand der übermittelten Daten kann aufgrund eigener Erfahrungen nach langjähriger Beobachtungstätigkeit vielfach auf verschiedene Aktivitäten der Vögel geschlossen werden. Betrug z. B. die Geschwindigkeit null und entsprach die Höhe etwa der Bodenhöhe oder etwas mehr, so kann davon ausgegangen werden, dass der Vogel nicht flog. Saß er direkt am Waldrand, so ist anzunehmen, dass er auf einem Randbaum aufgeblockt war und Ansitzjagd betrieb. War erkennbar, dass der Adler im Offenland auf dem Boden saß, was sich aus dem Vergleich der Bodenhöhe über NN in der Karte mit der GPS-Angabe ergibt, so kann von Fußjagd ausgegangen werden. Lag hingegen die GPS-Höhenangabe deutlich über dem Bodenniveau und betrug die Fluggeschwindigkeit 0 km/h oder nur wenige Kilometer, so kann auf eine bestimmte Phase der Flugjagd geschlossen werden. Hat der Adler nämlich ein Beutetier erspäht, so positioniert er sich gegen die Windrichtung und steht dabei an einer Stelle fast bewegungslos in der Luft, nur mit den Flügeln etwas balancierend, ohne jedoch

Tab. 1: Gesamtgrößen der home ranges der sieben adulten Schreiadler, die mit Hilfe der GPS-Satelliten-Telemetrie ermittelt wurden. – *Home range sizes of all of the seven adult Lesser Spotted Eagles as determined by GPS satellite telemetry.*

| Individuen und Geschlecht – <i>Individuals and sex</i> | PTT-ID Nr. und Datum der Besenderung – <i>PTT-ID no. and date of fitting</i> | Zahl der Ortungen im Brutgebiet und Zeitraum, in dem Ortungen empfangen wurden – <i>No. of fixes in the breeding area and period during which fixes were received</i> | Home range-Größe in km ² – <i>Area of home range In km²</i> | Nord-Süd-Ausdehnung in km – <i>North-South lateral in km</i> | Ost-West-Ausdehnung in km – <i>East-West lateral in km</i> | Maximale Entfernung vom Horst und Richtung in km – <i>Maximum distance from eyrie in km and direction</i> |
|--|--|---|---|--|--|---|
| ♂ D | 41860 17.7.04 | 90 18.7.–10.8.04 | 32,78 | 6,33 | 8,9 | 6,57 E |
| ♀ D (2004) | 41861 17.7.04 | 40 18.7.–7.9.04 ¹ | 1,56 ³ | 3,8 | 0,8 | 2,71 ³ SSE |
| ♀ D (2005) | 41861 17.7.04 | 130 21.4.–5.9.05 ² | 2.287 | 53 | 56 | keine Angabe, da kein Bruterfolg – <i>n/a. as no breeding success</i> |
| ♀ D (2006) | 41861 17.7.04 | 177 26.4.–12.9.06 ² | 2.289 | 58 | 83 | keine Angabe, da nicht brütend – <i>n/a. as not breeding</i> |
| ♂ S (2005) | 23196 25.6.05 | 677 26.6.–17.9.05 ¹ | 93,78 | 11,1 | 16,3 | 11,1 SE |
| ♂ S (2006) | 23196 25.6.05 | 989 3.5.–20.9.06 ² | 172,29 | 17,65 | 18,01 | 13,1 ESE |
| ♀ W | 57117 26.6.05 | 45 28.6.–8.8.05 | 82,3 | 7,06 | 17,2 | 10,83 ESE |
| ♂ BT | 39587 23.7.05 | 183 24.7.–22.9.05 ¹ | 54,39 | 10,9 | 7,6 | 6,21 SSE |
| ♂ LA | 64614 14.7.06 | 507 14.7.–13.9.06 ¹ | 46,40 | 11,21 | 7,49 | 7,01 NNE |
| ♂ BS | 36235 9.8.06 | 138 9.8.–21.9.06 ¹ | 34,14 | 10,97 | 9,0 | 11,22 NW |

¹ Beginn des Herbstzugs – *start of autumn migration.*

² Dauer des Aufenthalts im Brutgebiet – *length of stay in the breeding area.*

³ Nicht berücksichtigt wurden die „Fernaufzüge“ in über 50 km Entfernung (s. Text) – *The 'far-flung flights' of over 50 km (see text) were not included.*

zu rütteln. Bei etwas größerer Geschwindigkeit sucht der Adler die Flächen ab. War die Fluggeschwindigkeit relativ hoch (35–70 km/h), so ließ sich anhand der Flugrichtung oft ablesen, ob der Vogel – wahrscheinlich mit Beute – zum Horst oder von diesem weg flog. Beim Fliegen in großer Höhe, 300 m oder höher über dem Boden, wurde davon ausgegangen, dass keine Jagdintention bestand.

3. Ergebnisse

Insgesamt konnten 2976 GPS-Ortungen ausgewertet werden. Die Datenmengen, die die einzelnen Sender lieferten (Tab. 1), waren sehr unterschiedlich groß. Das Männchen S, welches am häufigsten und über den längsten Zeitraum geortet wurde, konnte 2005 an drei und 2006 an 14 Tagen gar nicht lokalisiert werden. Der Sender lieferte 2005 50,52 % und 2006 44,11 % der maximal möglichen Ortungen (tagsüber ein mal zu jeder vollen Stunde). 2006 traf der Adler erst am 3. Mai am Brutplatz ein, nachdem er am 25. Febr. sein Überwinterungsgebiet in Sambia verlassen hatte. Der vorjährige Horst war bereits von einem Paar besetzt, das neue Männchen wurde nach Ankunft des besenderten Männchens jedoch nicht mehr beobachtet. Der Sender lieferte bis zu seinem Abzug am 20. Sept. 2006 989 Ortungen. Damit konnte erstmals die gesamte Fortpflanzungsphase eines erfolgreichen Männchens von der Frühjahrsankunft bis zum Herbstzug mit einem GPS-Sender telemetriert werden. Der Sender des Männchens LA, der am zweithäufigsten Daten übermittelte, lieferte 48,1 % (507 von 1054) der bestenfalls

zu erwartenden Ortungen im Zeitraum zwischen BeseNDERUNG und Beginn des Herbstzugs.

3.1. Größe und Konfiguration der Aktionsräume während der Fortpflanzungszeit

Die Reviere der vier in einer Brutsaison telemetrierten Männchen hatten eine Ausdehnung von mindestens 32,78 km² (D), 34,14 km² (BS), 46,40 km² (LA) und 54,39 km² (BT). Das fünfte Männchen, das in zwei Jahren untersucht werden konnte und von dem aus beiden Jahren jeweils die bei weitem meisten GPS-Ortungen vorliegen, wies 2005 ein home range von 93,78 km² und 2006 ein solches von 172,29 km² Größe auf. Im Mittel erstreckten sich alle sechs Aktionsräume über 72,29 km² (Tab. 1). Die Größe des home ranges war während des gesamten Aufenthalts im Brutgebiet nicht konstant, sondern hing offenbar von der Phase des Fortpflanzungszyklus ab (Abb. 3, Tab. 3 und 4).

Die Reviere wurden sehr unterschiedlich intensiv genutzt. 84 % der 677 Ortungen des Männchens S erfolgten 2005 auf einer Fläche von nur 14,24 km², 2006 71,4 % der 989 Ortungen auf einer Fläche von 15,43 km². Das Männchen BS hielt sich ganz überwiegend auf einer Fläche von nur 1,26 km² auf und das Männchen LA auf einer Fläche von 5,19 km².

Die Aufenthaltsräume der beiden benachbarten Individuen S und W waren 2005 in Ost-West-Richtung deutlich ausgedehnter als in Nord-Süd-Richtung (Abb. 1), wohl weil die beiden Horste nur 3 km auseinander lagen. Die Nester befanden sich relativ zentral innerhalb der Aktionsräume. Auch der Horst des Männchens BT befand sich fast in der Mitte seines home ranges (Abb. 4).

Die Aufenthaltsräume der beiden benachbarten Männchen BS und LA in Brandenburg überschneiden sich nicht. Die Horste dieser beiden Paare lagen 3,08 km voneinander entfernt (Abb. 5). 0,98 km nordwestlich des Nests BS befand sich der Horst eines weiteren erfolgreichen Paares (BN), das nicht besendert werden konnte. Die Ausdehnung seines home ranges in Horstnähe lässt sich anhand der Reviergrenzen des Männchens BS erahnen. Das Männchen BS entfernte sich in direkter Richtung des Nests BN von seinem eigenen Horst nicht weiter als 0,22 km. Die geringste Entfernung zum Horst BN, in der es am Waldrand sitzend geortet wurde, betrug 0,63 km.

Das Nest des Paares D lag fast in der Nordwest-Ecke seines Aufenthaltsraums (Abb. 6). Diese Vögel gingen praktisch ausschließlich – bis auf einen kleinen Raum direkt nördlich vor dem Horstwald – in SSW- bis ESE-Richtung auf Nahrungssuche, am häufigsten in SE-Richtung.

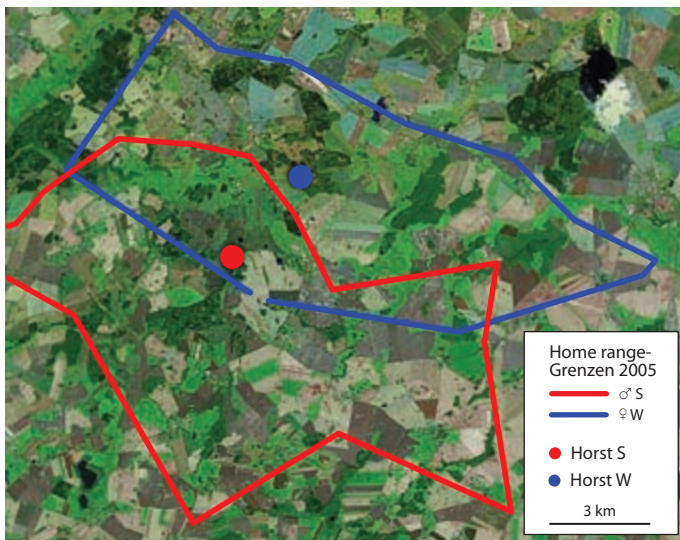


Abb. 1: Satelliten-Foto mit eingezeichneten Aktionsräumen des Männchens S (rot) und des Weibchens W (blau) mit den dazugehörigen Horsten am Nordwest-Rand des Verbreitungsgebietes der Art in Mecklenburg. – *Satellite image with the home range of male S (marked in red) and female W (blue) and their eyries. This is at the northwest edge of the species' distribution in Western Pomerania.*

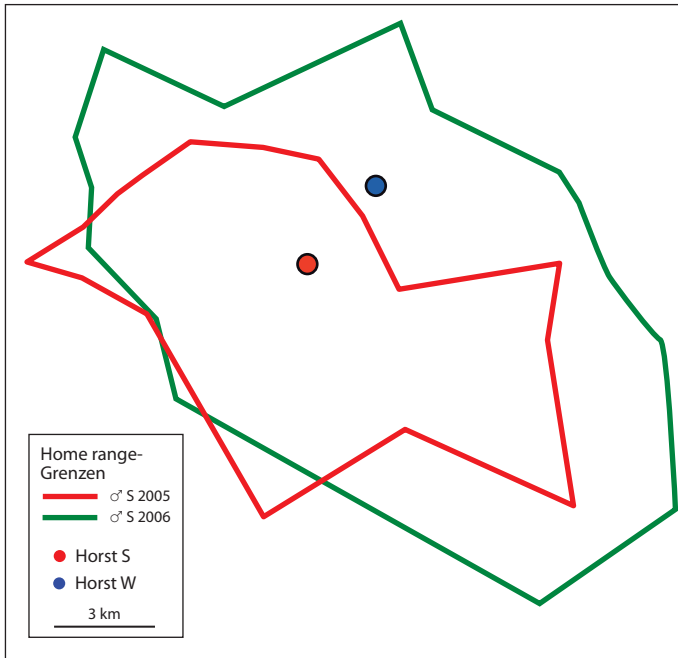


Abb. 2: Die Grenzen der home ranges des Männchens S 2005 (rot) und 2006 (grün). Der in beiden Jahren benutzte Horst S ist durch einen roten Punkt markiert, der des 2006 nicht erfolgreichen Nachbarpaars W durch einen blauen Punkt. Das Männchen S hat nach dem Scheitern der Brut W seinen Aktivitätsraum erheblich in den Bereich des Nachbarpaars ausgedehnt. – *The borders of the home ranges of male S in 2005 (red) and 2006 (green). The eyrie, used in both years, is marked with a red dot and that of the neighbouring pair of unsuccessful breeders, eyrie W, with a blue dot. After the failure of brood W, male S extended its home range considerably into the territory of the neighbouring pair.*

Während das Weibchen im Jahre 2004 nach den vorliegenden Ortungen lediglich ein home range von gut 1,5 km² nutzte und sich dabei (abgesehen von den „Fernausflügen“, siehe unten) maximal 2 km vom Horst entfernte, suchte das Männchen mehrfach 5–6 km entfernte Jagdgebiete, insbesondere südöstlich des Brutwalds, auf. Ein etwa 2 km vom Brutwald entfernter Windpark wurde während der Untersuchungsperiode nicht angefliegen. Die geringste nachgewiesene Entfernung zu dieser Windkraftanlage betrug 900 m. Seit Errichtung der Anlagen gelangen dort – trotz wiederholter Kontrollen – keine Schreiadlerbeobachtungen (T. BLOHM pers. Mitt.).

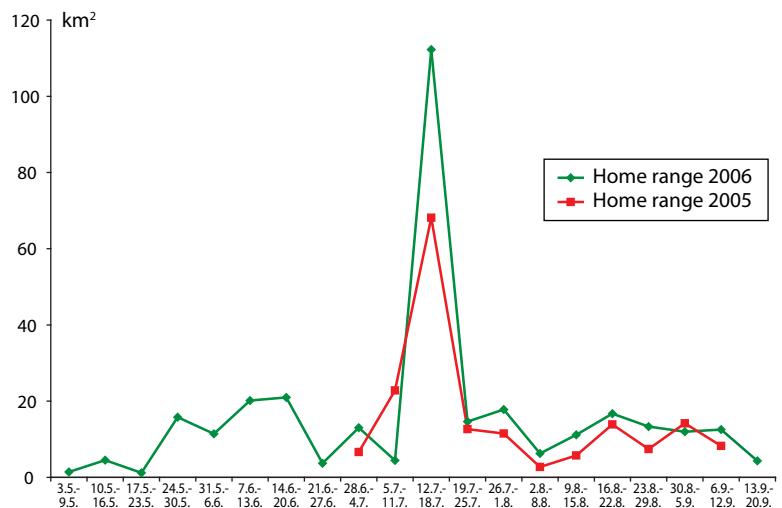


Abb. 3: Die Veränderung der wöchentlichen home range-Größen des Männchens S in km² 2005 (rot) und 2006 (grün). – *Weekly home range sizes of male S in 2005 (red) and 2006 (green).*

3.2. Entfernung der georteten Altvögel vom Horst

Erwartungsgemäß nahm die Zahl der Ortungen mit der Entfernung vom Horst ab (Tab. 2). Die maximalen Entfernungen, in denen Altvögel vom Nest festgestellt werden konnten, betrugen bei drei Männchen (D, BT und LA) rund 6–7 km, bei einem Weibchen (W) und einem Männchen (BS) ca. 11 km und beim Männchen S über 13 km (Tab.1). Völlig unerwartet war das Verhalten des Weibchens D, das sich bis zu über 50 km von seinem Nest mit Jungadler entfernte.

Auffällig ist der große prozentuale Unterschied der Abstände der Ortungen zum Horst von Vogel zu Vogel (Tab. 2). Während das Männchen S 2005 nur in 11,7 % der Fälle weiter als 3 km vom Horst entfernt geortet wurde, betrug der Prozentsatz beim benachbarten Weibchen W über 50 %. Dieser Adler wurde sogar in fast einem Drittel der Fälle über 6 km vom Horst entfernt festgestellt. Dieser Unterschied war auch bei Direktbeobachtungen bemerkbar.

Die Größe des Aktionsraums und die Entfernung, bis zu der sich die Vögel vom Nest entfernten, waren während des gesamten Aufenthalts im Brutgebiet nicht konstant, sondern hingen offenbar von der Phase des Fortpflanzungszyklus ab. Am eingehendsten konnten diese Veränderungen beim Männchen S untersucht werden. Aus Tab. 3 und 4 sind die home range-Größen und die maximalen Entfernungen während je-

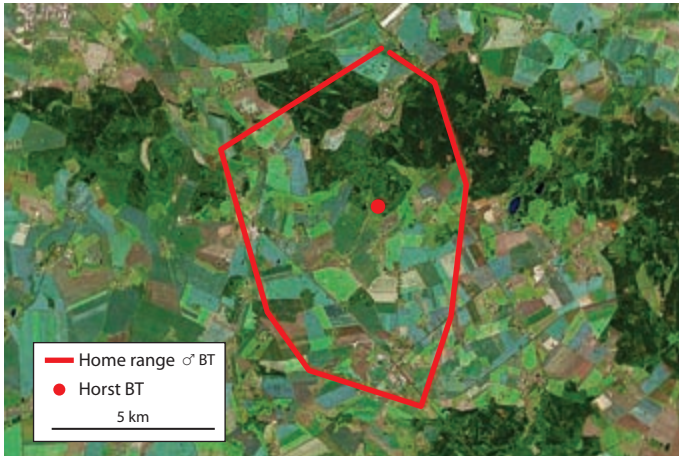


Abb. 4: Satelliten-Foto mit eingezeichnetem Aktionsraum des Männchens BT und sein Horst in Vorpommern. – *Satellite image with the home range of male BT and its eyrie in Western Pomerania.*

weils einer Woche zu entnehmen. Danach entfernte sich der Vogel ab der Frühjahrsankunft zunehmend weiter vom Horst. In der Woche vom 12.–18. Juli flog er in beiden Jahren am weitesten und hatte auch die größten Aktivitätsräume. Danach wurden die Aktionsräume bis zum Beginn des Herbstzugs wieder kleiner (Abb. 3 und 7). Auch die Richtungen, in die sich das Männchen zur Nahrungssuche vom Nest entfernte, änderten sich deutlich während des gesamten Fortpflanzungszyklus.

Tab. 2: Prozentualer Anteil der GPS-Ortungen von sechs adulten Schreiadlern innerhalb verschiedener Radien um die jeweiligen Horste¹. – *Proportion of GPS fixes of six Lesser Spotted Eagles within differing radii around the respective eyrie¹.*

| | 0–3 km | 3–6 km | > 6 km |
|----------|--------|--------|--------|
| ♂ D | 78,9 | 15,5 | 5,6 |
| ♂ S 2005 | 88,3 | 8,0 | 3,7 |
| ♂ S 2006 | 82,2 | 15,1 | 2,7 |
| ♀ W | 48,9 | 22,2 | 28,9 |
| ♂ BT | 85,8 | 13,7 | 0,5 |
| ♂ LA | 83,2 | 15,4 | 1,4 |
| ♂ BS | 90,6 | 5,0 | 4,4 |

¹ Nicht berechnet beim ♀ D, da sich dieser Vogel 2004 bis zu über 50 km von seinem Horst mit dem Jungen entfernte und 2005 und 2006 nicht bzw. nicht erfolgreich brütete. – *Not calculated for ♀ D, as this bird, with its young, distanced itself up to and over 50 km from the eyrie in 2004 and did not breed in 2005 and 2006.*

Die Amphibiendichte, die bis zum Umkreis von 1000 m um drei Horste untersucht wurde, war im Revier S sehr viel höher als an den beiden andere Brutplätzen. Daher ist interessant, in welchem Maße das Männchen S den 1000-m-Radius um den Horst zur Nahrungssuche verließ. Im Mai 2006 wurde es in 21,3 %, im Juni in 55,2 %, im Juli in 73,8 %, im August in 58,8 % und im September in 65 % der Fälle weiter als 1000 m vom Horst entfernt geortet.

Im Mai wurden sechs Flüge bis zu 5 km und ein Flug bis 8 km vom Nest festgestellt. Im Juni wurde der Vogel in 85,5 % der Fälle innerhalb eines Radius von 2 km um sein Nest geortet, es gab aber nach den Ortungen mindestens 15 Flüge von über 4 km, davon sechs bis zu 7 km und zwei bis zu 9 km Entfernung.

Im Juli gingen die horstnahen Aktivitäten am stärksten gegenüber den horstfernen zurück. Von 225 Ortungen erfolgten 166 in größerer Entfernung als 1000 m vom Nest. In diesem Monat gab es mindestens sieben Nahrungsflüge bis zu 6 km, zwei bis zu 7 km, zwei bis zu 8 km, acht bis

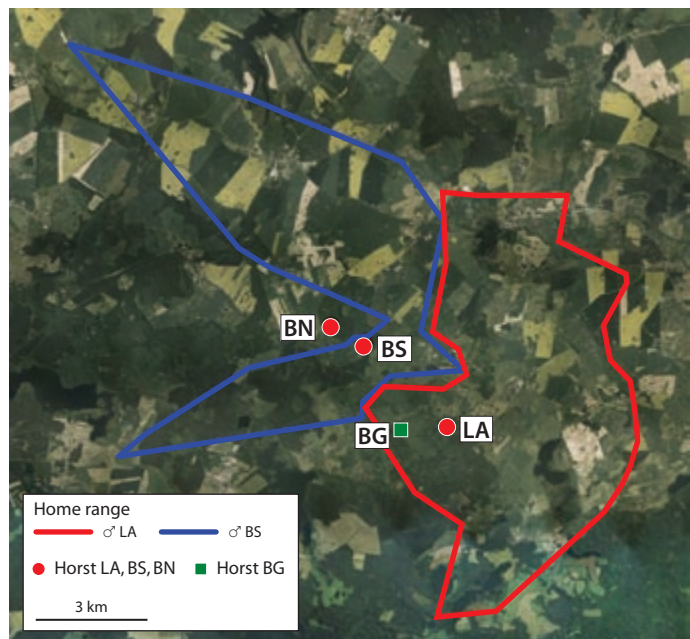


Abb. 5: Satelliten-Foto mit den eingetragenen Grenzen der Aktionsräume des Männchens LA (rot) und des Männchens BS (blau). Deren beide Horste und der eines weiteren ebenfalls erfolgreichen Nachbarpaars (BN) sind durch einen roten Punkt markiert, das Zentrum des home ranges eines vierten, erfolglosen Paares (BG) durch ein grünes Quadrat. – *Satellite photo with the home ranges of male LA marked in red and male BS in blue. Both their eyries, as that of a further successful breeding pair (BN) are marked with a red dot and the centre of the home range of a fourth unsuccessful pair (BG) with a green square.*

zu 9 km und vier von bis zu 10 bis knapp über 13 km. Möglicherweise entfernte sich der Adler jeweils noch weiter von seinem Horst. So wurde er bei der am weitesten entfernten Ortung am 14. Juli 2006 in 13,1 km Entfernung vom Nest in 99 m ü. NN mit 62 km/h Geschwindigkeit von diesem wegfliegend erfasst.

Im August erfolgten 89,2 % aller Ortungen über 1000 m vom Nest im Bereich bis zu 5 km Radius. Es konnten jedoch noch 11 Flüge bis zu 6 km und je ein Flug bis zu 7 bzw. etwas unter 8 km festgestellt werden. Im September konnten nur noch zwei Flüge in bis zu über 5 km Entfernung festgestellt werden, 98 % aller Ortungen über 1 km erfolgten im 5-km-Bereich.

3.3. Überschneidungen der Aufenthaltsräume und Territorialverhalten

Die Aktionsräume der benachbarten Schreiadler (Männchen S und Weibchen W) überlappten sich auf einer Fläche von mindestens 24,73 km². Das Überschneidungsgebiet hatte eine Ost-West-Ausdehnung von 12,83 km und eine Nord-Süd-Ausdehnung von bis zu 3,3 km. Das Weibchen W wurde am 7. Aug. 2005 gegen 13 Uhr von NE her – also aus Richtung seines Horstes – anfliegend am Waldrand ca. 0,7 km südlich des Horstes S beobachtet. Das Männchen S wurde bis zu 1,15 km südlich, 1,16 km südwestlich und 1,22 km westnordwestlich vom Horst W geortet (siehe Abb. 1).

2006 brüteten zwei Paare wieder in denselben Horsten (S und W), das Paar W war jedoch nicht erfolgreich. Das Männchen S respektierte bis Anfang Juli die Reviergrenze und näherte sich dem Horst W, ebenso wie 2005, nicht näher als etwas über 1 km. Ab dem 7. Juli gab es jedoch Ortungen des Vogels sogar weit hinter dem Horst W, das Nachbarrevier wurde jetzt also offensichtlich zum großen Teil in den eigenen Aktivitätsraum einbezogen. Die Brut W war um den 22. Juni verloren gegangen, am 19. Juni befand sich noch ein Jungadler im Nest, am 25. Juni war er bereits seit ca. zwei Tagen verschwunden (C. ROHDE pers. Mitt.).

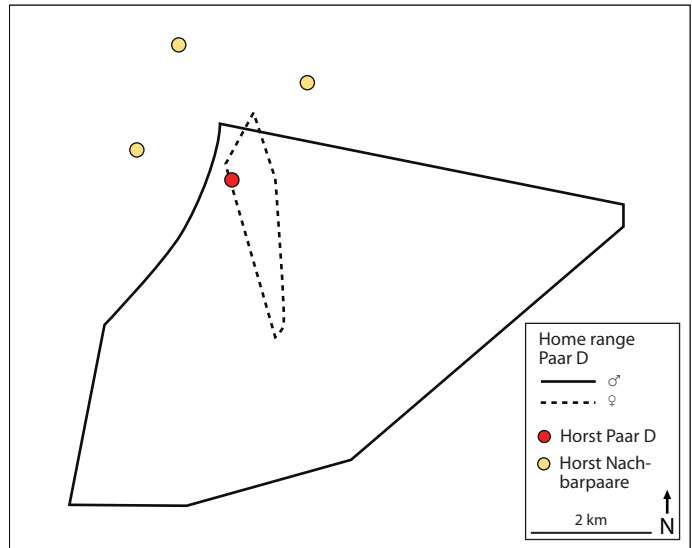


Abb. 6: Die Grenzen der Aktionsräume des Paares D (ausgezogene Linie = Männchen, unterbrochene Linie = Weibchen) mit Darstellung des Horstes des Paares und dreier Nachbarpaare. – *The home ranges of pair D. The eyries of this pair and those of the three neighbouring pairs are marked with dots.*

Das Männchen S erweiterte sein Revier um mindestens 61,15 km². Damit wird sehr weitgehend der Unterschied der Größen seiner Reviere (Tab. 1) von 2005 und 2006 erklärt.

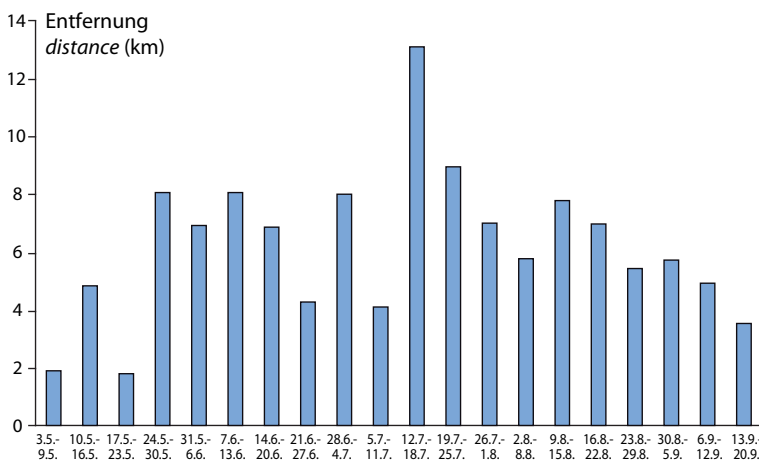
Auch sämtliche GPS-Ortungen der beiden benachbarten Männchen BS und LA lassen keinerlei Über-

Tab. 3: Größen der Wochen-home ranges des Männchens S 2005. – *Weekly home range sizes of male S in 2005.*

| Periode – period | Zahl der Ortungen – no. of fixes | Wöchentliche Aktionsräume in km ² – Weekly home range size in km ² | Größte Entfernung zum Horst – largest distance from the eyrie in km | Richtung der am weitesten entfernten Ortung vom Horst – direction of the furthest fix from the eyrie |
|------------------|----------------------------------|--|---|--|
| 28.6.–4.7. | 48 | 6,63 | 3,68 | SE |
| 5.–11.7. | 70 | 22,82 | 7,8 | SE |
| 12.–18.7. | 60 | 68,13 | 11,15 | SE |
| 19.–25.7. | 43 | 12,65 | 4,79 | NW |
| 26.7.–1.8. | 39 | 11,51 | 4,59 | ESE |
| 2.–8.8. | 63 | 2,71 | 3,05 | N |
| 9.–15.8. | 63 | 5,75 | 3,06 | N |
| 16.–22.8. | 52 | 13,89 | 5,65 | NW |
| 23.–29.8. | 59 | 7,44 | 3,36 | W |
| 30.8.–5.9. | 62 | 14,19 | 4,44 | NW |
| 6.–12.9. | 68 | 8,24 | 4,88 | WSW |

Tab. 4: Größen der Wochen-home ranges des Männchens S 2006. – *Weekly home range sizes of male S in 2006.*

| Periode – <i>period</i> | Zahl der Ortungen – <i>no. of fixes</i> | Wöchentliche Aktionsräume in km ² – <i>Weekly home range size in km²</i> | Größte Ent- fernung zum Horst – <i>larg- est distance from the eyrie in km</i> | Richtung der am weitesten entfernten Ortung vom Horst – <i>direc- tion of the furthest fix from the eyrie</i> |
|----------------------------|---|---|--|--|
| 3.–9.5 | 31 | 1,43 | 1,89 | WNW |
| 10.–16.5 | 63 | 4,50 | 4,83 | WSW |
| 17.–23.5 | 21 | 1,18 | 1,79 | NNW |
| 24.–30.5 | 32 | 15,81 | 8,06 | WNW |
| 31.5.–6.6 | 43 | 11,42 | 6,92 | ESE |
| 7.–13.6 | 52 | 20,16 | 8,06 | ENE |
| 14.–20.6 | 66 | 20,99 | 6,86 | SE |
| 21.–27.6 | 56 | 3,68 | 4,27 | NW |
| 28.6.–4.7 | 62 | 13,04 | 8,0 | ENE |
| 5.–11.7 | 37 | 4,44 | 4,1 | NW |
| 12.–18.7 | 63 | 112,26 | 13,1 | SSE |
| 19.–25.7 | 57 | 14,62 | 8,95 | SSE |
| 26.7.–1.8 | 44 | 17,82 | 7,0 | SE |
| 2.–8.8 | 41 | 6,28 | 5,77 | ESE |
| 9.–15.8 | 58 | 11,15 | 7,78 | NNE |
| 16.–22.8 | 49 | 16,73 | 6,97 | WNW |
| 23.–29.8 | 51 | 13,34 | 5,43 | NNW |
| 30.8.–5.9 | 47 | 12,0 | 5,72 | SSE |
| 6.–12.9 | 83 | 12,54 | 4,92 | SE |
| 13.–20.9 | 33 | 4,34 | 3,53 | SSE |

**Abb. 7:** Die weitesten Entfernungen, bis zu denen Männchen S 2006 jeweils im Zeitraum einer Woche während der gesamten Fortpflanzungsperiode festgestellt werden konnte. – *The furthest distances reached by male S in 2006, each during the course of one week, that could be confirmed during the complete reproduction period.*

schneidungen der Aufenthaltsräume erkennen (Abb. 5). Das Paar LA hatte westlich in ca. 1,45 km Entfernung ein benachbartes Paar (BG), welches keinen Bruterfolg hatte. Einzelvögel dieses Paares wurden zuletzt am 14. Juli 2006 beobachtet (K. GRASZYNSKI pers. Mitt.). Das Männchen LA respektierte zunächst eine klare Reviergrenze nur 600 m westlich seines Nests bis Anfang August, okkupierte dann aber den Horstbereich des Paares BG. Das Männchen LA vergrößerte in dieser Richtung sein Revier um mindestens 2,62 km². Eine weitere Vergrößerung war nicht möglich, weil das Männchen LA auf das Männchen BS stieß, welches sein Revier offensichtlich ebenfalls ausgedehnt hatte, was jedoch nicht dokumentiert werden kann, da es dazu früher hätte besendert werden müssen (siehe Tab. 1).

Bei den systematischen Beobachtungen zwischen dem 8. und 18. August 2004 wurden immer wieder fremde adulte Schreiadler über dem Horstwald des Paares D gesichtet, 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. Aug. 2004 um 15:38 Uhr eindeutig beobachtet werden, wie einer der fremden Vögel zusammen mit dem Weibchen im Bereich des Nests in den Wald hinein flog. Unter dem Horst wurden frisch vermauserte Handschwingen nicht nur des Weibchens D gefunden, sondern auch die zweier weiterer Weibchen, von denen eines, wie DNA-Untersuchungen ergaben, 57 km entfernt seinen Horst hatte (MEYBURG *et al.* in Druck)!

3.4. Größen der Tages-home ranges

Unter Tages-home range verstehen wir die Ausdehnung des Aktionsraums eines Individuums an jeweils einem bestimmten Tag. Für diejenigen Tage, für die jeweils 11 oder mehr Ortungen der Adler S und LA

Tab. 5: Größen der Tages-home ranges des Männchens S 2005 (berücksichtigt wurden nur Tage mit 11 und mehr GPS-Ortungen). – *Daily home range sizes of male S in 2005 (only days with 11 and more fixes are included).*

| Datum – date | Zahl der Ortungen – no. of fixes | Tages-Aktionsräume in km ² – daily home range size in km ² | Größte Entfernung zum Horst – largest distance from the eyrie in km | Richtung der am weitesten entfernten Ortung vom Horst – direction of the furthest fix from the eyrie |
|--------------|----------------------------------|--|---|--|
| 26.6. | 16 | 0,68 | 1,12 | N |
| 27.6. | 13 | 1,06 | 1,53 | NE |
| 4. Juli | 13 | 0,12 | 1,14 | SW |
| 6.7. | 15 | 0,18 | 1,1 | NNE |
| 10.7. | 14 | 14,37 | 7,82 | ESE |
| 11.7. | 11 | 0,11 | 0,82 | N |
| 13.7 | 15 | 56,03 | 11,1 | SE |
| 16.7. | 12 | 1,74 | 3,62 | SE |
| 22.7. | 12 | 3,76 | 4,87 | NW |
| 2. Aug. | 11 | 0,55 | 3,05 | N |
| 4. 8. | 14 | 0,33 | 0,85 | SSW |
| 5.8 | 14 | 0,37 | 1,22 | W |
| 13.8. | 12 | 0,54 | 1,63 | ENE |
| 14.8. | 15 | 3,6 | 3,05 | N |
| 17.8. | 12 | 1,82 | 1,46 | NW |
| 19.8. | 12 | 9,47 | 5,65 | WNW |
| 21.8. | 12 | 1,35 | 3,76 | W |
| 27.8 | 12 | 1,81 | 3,16 | WSW |
| 28.8. | 11 | 0,63 | 2,80 | W |
| 29.8. | 12 | 1,44 | 3,31 | W |
| 30.8. | 12 | 1,37 | 4,35 | WSW |
| 3. Sept. | 12 | 2,36 | 2,1 | ESE |
| 6.9. | 13 | 0,88 | 1,85 | NW |
| 7.9. | 15 | 1,63 | 2,2 | ENE |
| 9.9. | 11 | 6,11 | 4,85 | WSW |
| 11.9. | 14 | 0,81 | 2,02 | SE |

vorliegen, sind die Größen der Tages-home ranges und weitere Angaben aus den Tab. 5, 6 und 7 ersichtlich. Der Gesamtdurchschnitt (gewogenes Mittel) der Aktivitätsräume aller berücksichtigten Individuen betrug 5,68 km² (♂ S 2005: 4,68 km², ♂ S 2006: 4,93 km², ♂ BT 8,53 km², ♂ D 5,09 km², ♂ LA 6,25 km², ♂ BS 9,17 km² und ♀ W 6,74 km²).

3.5. Das Verhalten des Mischpaar-Männchens BT

Mischpaare von Schrei- und Schelladlern wurden in den letzten Jahren zunehmend im westlichen Teil des gemeinsamen Brutareals in Polen, den baltischen Ländern und in Weißrussland beobachtet. Das Paar BT

ist jedoch bisher das einzige, das außerhalb des Verbreitungsgebiets des Schelladlers erfolgreich brütend festgestellt wurde. Die Entfernung bis zur westlichen Arealgrenze des Schelladlers beträgt etwa 600 km.

Das Männchen BT hatte vier relativ deutlich voneinander abgegrenzte Nahrungsräume. Es brütete zusammen mit einem Schelladler-Weibchen am Südrand eines Waldgebiets, das sich etwa 27 km in ost-westlicher Richtung erstreckt und eine nord-südliche Ausdehnung von ca. 5 km hat. Der Horst befand sich ca. 120 m vom Waldrand entfernt nahe einer kleinen Waldwiese, die 700 m weit nach Norden in den Wald hineinragt. Diese 0,14 km² große Fläche war das nächstgelegene Jagdgebiet des Adlers. Hier wurde der Adler 21-mal (11,5 % aller Ortungen) auf Randbäumen sitzend geortet, am Horst selbst z. B. nur einmal und 13-mal innerhalb des Walds im Umkreis von 370 m um den Horst.

Das wichtigste Jagdgebiet befand sich westlich des Horsts mit seinem Zentrum 2,8 km von diesem entfernt. Auf einer Fläche von 2,26 km² wurde der Adler 72-mal geortet (39,3 %). 37 dieser Ortungen (20,2 % der Gesamtzahl) konzentrierten sich auf einer Fläche (entwässertes Intensivgrünland bzw. entwässertes Grünland mit stärker wechselfeuchtem Charakter mit zwei eingestreuten kleinen Gehölzen) von nur 0,28 km² (0,35

x 0,8 km; Abb. 8). Bei 30 dieser Ortungen war eine Einschätzung der Aktivität des Adlers möglich. Danach betrieb er in 14 Fällen Ansitzjagd, in 12 Fällen Jagd zu Fuß und in vier Fällen Flugjagd (Tab. 8).

Der dritte Nahrungsraum befand sich östlich des Horstes und hatte eine Fläche von 1,26 km². Hier wurde der Adler 19-mal (10,4 %) geortet. Dieser Raum hatte eine SW-NE-Ausdehnung von 2,45 km von der 0,45 km vom Horst entfernten Waldkante bis zum gegenüberliegenden Waldrand. Dieses Offenland beinhaltete unterschiedliche Kulturen. Der vierte Nahrungsraum befand sich südlich des Horsts. Er war deutlich am größten (16,63 km²), wurde aber am wenigsten genutzt (43

Tab. 6: Größen der Tages-home ranges des Männchens S 2006 (berücksichtigt wurden nur Tage mit 11 und mehr GPS-Ortungen). – *Daily home range sizes of male S in 2006 (only days with 11 and more fixes are included).*

| Datum – date | Zahl der Ortungen – no. of fixes | Tages-Aktionsräume in km ² – daily home range size in km ² | Größte Entfernung zum Horst – largest distance from the eyrie in km | Richtung der am weitesten entfernten Ortung vom Horst – direction of the furthest fix from the eyrie |
|--------------|----------------------------------|--|---|--|
| 11. Mai | 15 | 0,31 | 0,97 | NE |
| 13.5. | 13 | 0,05 | 0,52 | ENE |
| 14.5. | 14 | 0,08 | 0,75 | E |
| 4. Juni | 13 | 0,97 | 3,25 | N |
| 5.6. | 11 | 1,43 | 1,9 | WNW |
| 11.6. | 12 | 1,11 | 2,08 | NNW |
| 13.6. | 16 | 1,23 | 1,69 | NW |
| 19.6. | 15 | 4,11 | 3,72 | E |
| 27.6. | 11 | 0,21 | 1,39 | NE |
| 28.6. | 15 | 1,17 | 2,13 | NNE |
| 29.6. | 13 | 3,53 | 4,83 | ENE |
| 7. Juli | 13 | 4,08 | 4,08 | NW |
| 14.7. | 16 | 45,1 | 13,1 | SE |
| 17.7. | 11 | 16,38 | 6,77 | W |
| 20.7. | 13 | 4,08 | 1,86 | NW |
| 23.7. | 13 | 6,67 | 8,91 | NW |
| 25.7. | 13 | 1,72 | 2,63 | NE |
| 12. Aug. | 11 | 2,83 | 2,55 | WNW |
| 21.8. | 12 | 0,33 | 1,21 | ENE |
| 29. 8. | 15 | 2,2 | 3,3 | SSE |
| 2. Sept. | 13 | 9,92 | 4,51 | SSE |
| 5.9. | 13 | 4,3 | 2,41 | ESE |
| 7.9. | 13 | 1,27 | 2,47 | N |
| 9.9. | 12 | 3,22 | 3,3 | SE |
| 11.9. | 16 | 0,25 | 1,58 | SW |
| 12.9. | 13 | 5,82 | 4,85 | SSE |

Lokalisationen, 23,5 %). Auch dieser Raum ist überwiegend Offenland mit einzelnen kleinen Gehölzen. Die Gebiete nördlich des Horstbereichs wurden nur wenige Male angefliegen.

3.6. Verhalten der Weibchen

Zwei mal wurde mit Hilfe der GPS-Telemetrie festgestellt, dass sich das Weibchen D etwa zur Zeit des Ausfliegens seines Jungen unerwartet weit vom Horst entfernte. Am 2. Aug. 2004 wurde es um 6 Uhr (GMT) 47 km nordwestlich des Brutplatzes geortet. Aufgrund der Tageszeit kann angenommen werden, dass es dort die Nacht verbracht hatte. Am 10. Aug. 2004 befand es

sich um 16 und 20 Uhr jeweils an derselben Stelle 29 km westlich seines Horstes, dürfte also ebenfalls weit davon entfernt übernachtet haben.

Durch DNA-Analyse von Kleinfedern wurde ferner festgestellt, dass sich das Weibchen an einem fremden besetzten Nest östlich seines Horstes aufhielt (MEYBURG *et al.* in Druck). Unter den sieben Kleinfedern, die am 13. Juni 2004 direkt unter dem Horst T gefunden wurden, befand sich auch eine des Weibchens D. Der Brutplatz T befindet sich ca. 51 km östlich des Brutplatzes D.

Dieser telemetrierte Vogel entfernte sich also mindestens 50 km weit in verschiedene Richtungen von seinem Horst zu einer Zeit, zu der dieser noch mit einem Nestling besetzt war, der am 9. oder 10. Aug. ausflog. Ferner wurde mittels DNA-Analyse von Mauserfedern festgestellt, dass sich mindestens zwei fremde Weibchen an seinem Horst einfanden und dort möglicherweise auch längere Zeit lang aufhielten, wobei das eine Weibchen sogar aus 57 km Entfernung kam (MEYBURG *et al.* in Druck).

Nach der Frühjahrsankunft im April 2005 suchte Weibchen D zunächst seinen alten Horst auf, wo sich bereits ein Männchen eingefunden hatte. Danach pendelte es jedoch mehrfach zwischen diesem alten Horstplatz und einem

anderen seit vielen Jahren besetzten Horst in 37 km Entfernung hin und her. Am alten Brutplatz kam es zu keiner Eiablage. Am neuen Brutplatz fand eine Eiablage statt, das Ein-Ei-Gelege wurde jedoch verlassen. Ob es vom Weibchen D stammte, ist noch offen. Wir hoffen, dass die noch ausstehenden DNA-Analysen eine Klärung bringen werden.

Bis zum Herbstzug hatte der Aufenthaltsraum (Fläche 2.287 km²) des nicht (oder nur vorübergehend) an einen Horst gebundenen Weibchens eine Nord-Süd-Ausdehnung von 53 km und eine Ost-West-Ausdehnung von 56 km. Die am weitesten voneinander entfernten GPS-Ortungen lagen 97 km (in NW-SE-Richtung)

auseinander (MEYBURG *et al.* in Druck). Diese Fläche war jedoch im Vergleich zum Aktionsraum im Überwinterungsgebiet in Namibia immer noch sehr klein. Sie umfasste dort 2004/05 mit 76.709 km² mehr als die Fläche Bayerns (70.554 km²).

2006 wurde das Weibchen D nur einmal am Horstplatz von 2004 geortet. Es hatte insgesamt wiederum einen sehr großen Aktionsraum (2.289 km²; Tab. 1) und besuchte z. B. zweimal (1. Juli und 12. Sept.) ein Waldgebiet westlich von Neubrandenburg, das es auch in den beiden Vorjahren aufgesucht hatte und das sich 77 km westlich seines Hauptaufenthaltsgebiets befand. 64 % aller Ortungen konzentrierten sich jedoch auf eine Fläche von nur 3,26 km², auf ein Waldgebiet südöstlich von Pasewalk (MV). Weitere 16 % der Ortungen stammten aus dem Randowbruch (BB) 23 km weiter südlich, wo der Vogel auch einmal direkt beobachtet wurde. Die Ortungen erlauben Rückschlüsse auf das Verhalten des Weibchens, die ein Brüten ausschließen. So übernachtete es z. B. während der Brutzeit auf einzeln stehenden Bäumen außerhalb des Waldes.

4. Diskussion

Mit Hilfe dieser neuen Ortungsmethode, die weltweit den aktuellsten Stand der Telemetrie darstellt, konnten bereits innerhalb kurzer Zeit überraschende Ergebnisse gewonnen werden, die jedoch durch weitere derartige Untersuchungen ergänzt, ggf. bestätigt und erweitert werden müssen. Weitere Besonderungen von Schreiadlern mit GPS-PTTs erscheinen dringend notwendig. Vergleichbare Untersuchungen mit dieser Technik an anderen Arten sind bisher nicht publiziert worden.

4.1. Methode

Die Gründe dafür, dass die Sender so unterschiedliche Datenmengen und nur maximal 50% der mög-

Tab. 7: Größen der Tages-home ranges des Männchens LA (berücksichtigt wurden nur Tage mit 11 und mehr GPS-Ortungen). – *Daily home range sizes of male LA (only days with 11 and more fixes are included).*

| Datum – date | Zahl der Ortungen – no. of fixes | Tages-Aktionsräume in km ² – daily home range size in km ² | Größte Entfernung zum Horst – largest distance from the eyrie in km | Richtung der am weitesten entfernten Ortung vom Horst – direction of the furthest fix from the eyrie |
|--------------|----------------------------------|--|---|--|
| 15. Juli | 14 | 8,87 | 4,98 | E |
| 17.7. | 11 | 2,52 | 5,03 | E |
| 18.7. | 11 | 5,85 | 2,93 | NE |
| 22.7. | 11 | 3,70 | 4,46 | N |
| 23.7. | 17 | 5,10 | 4,6 | NE |
| 24.7. | 13 | 15,90 | 4,43 | N |
| 25.7 | 14 | 6,40 | 4,75 | SE |
| 29.7. | 11 | 1,31 | 1,39 | NE |
| 30.7. | 14 | 10,27 | 5,81 | NNE |
| 2. Aug. | 13 | 3,87 | 6,23 | N |
| 3.8. | 14 | 2,50 | 2,90 | E |
| 9.8. | 15 | 5,76 | 4,86 | SSE |
| 16.8. | 17 | 4,60 | 2,49 | N |
| 17.8. | 17 | 12,19 | 6,85 | NNE |
| 19.8. | 14 | 11,58 | 4,60 | ESE |
| 22.8. | 12 | 1,50 | 1,92 | NE |
| 23.8. | 13 | 3,86 | 3,44 | E |
| 6. Sept. | 17 | 4,55 | 4,45 | SE |
| 9.9. | 12 | 3,78 | 4,40 | NE |
| 10.9. | 16 | 7,21 | 4,44 | ENE |
| 11.9. | 11 | 18,09 | 6,33 | N |
| 12.9. | 11 | 0,15 | 1,24 | NNE |
| 13.9. | 12 | 0,95 | 2,10 | SE |



Abb. 8: GPS-Ortungspunkte des Männchens BT auf einer 0,28 km² großen Teilfläche seines Aktionsraums. – *GPS fixes of male B in a 0.28 km² part of its home range.*

Tab. 8: Aktivität des Männchens BT 2005 auf einer 0,28 km² großen Teilfläche seines home range (siehe auch Abb. 8) – *Activity of male BT over a small part (0,28 km² in size) of its home range in 2005 (see also Fig. 8)*

| Datum – date | Uhrzeit (GMT) – time (GMT) | Geschwindigkeit (km/h) – speed (km/h) | Höhe über NN – height a.s.l. | Aktivität ¹ – activity |
|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| 26. Juli | 14 | 0 | ? | ? |
| 26.7. | 15 | 0 | ? | ? |
| 26.7. | 16 | 0 | 27 | Fu |
| 30.7. | 15 | 0 | 24 | An |
| 30.7. | 19 | 0 | 28 | Fu |
| 30.7. | 20 | 0 | ? | An |
| 31.7. | 5 | 0 | 29 | Fu |
| 20. Aug. | 5 | 0 | 96 | Fl |
| 20.8. | 8 | 0 | 32 | Fu |
| 20.8. | 14 | 0 | 97 | Fl |
| 25.8. | 20 | 0 | 14 | Fu |
| 26.8. | 5 | 0 | 16 | Fu |
| 26.8. | 6 | 0 | 16 | Fu |
| 26.8. | 19 | 0 | 36 | An |
| 26.8. | 20 | 0 | 36 | An |
| 27.8. | 5 | 0 | 35 | Fu |
| 3. Sept. | 5 | 0 | 50 | ? |
| 3.9. | 6 | 0 | 47 | ? |
| 4.9. | 10 | 0 | 33 | Fu |
| 6.9. | 13 | 0 | 45 | An |
| 10.9. | 10 | 0 | 32 | Fu |
| 11.9. | 12 | 0 | 22 | Fu |
| 11.9. | 14 | 0 | 30 | Fu |
| 11.9. | 15 | 0 | 30 | An |
| 11.9. | 16 | 0 | 37 | An |
| 11.9. | 17 | 0 | 27 | An |
| 15.9. | 13 | 7 | ? | Fl ? |
| 15.9. | 17 | 0 | ? | An ? |
| 15.9. | 18 | 0 | 65 | An |
| 15.9. | 19 | 0 | 60 | An |
| 16.9. | 19 | 0 | 24 | An |
| 16.9. | 20 | 0 | 26 | An |
| 17.9. | 5 | 0 | 29 | An |
| 22.9. | 12 | 0 | 199 | An |
| 22.9. | 13 | 0 | 177 | Fl |
| 22.9. | 14 | 33 | 168 | Flie |
| 22.9. | 15 | 0 | 148 | Fl |

¹ Fu = Fußjagd – *hunting on foot*, An = Ansitzjagd – *hunting from perch*, Fl = Flugjagd – *hunting in flight*, Flie = fliegend mit mehr als 10 km/h (siehe auch Text) – *flying with a speed of over 10 km/h*.

lichen Ortungen lieferten, sind nur teilweise bekannt. Das Weibchen D, welches relativ lange direkt beobachtet wurde, ruhte häufig in Bäumen im Schatten, so dass der Sender über die Solarzellen nicht aufgeladen werden konnte. Es ist eindeutig, dass die GPS-Sender mehr Energie benötigen als die bisherigen PTTs mit Doppler-Ortung. Weniger leicht erklärbar sind die großen Unterschiede zwischen den Männchen, die sich relativ ähnlich verhalten haben dürften. Es wurde versucht, die unterschiedliche Zahl der Lokalisationen pro Tag durch das Wetter (Sonnenstunden, Bewölkung, Regen usw.) zu erklären. Dazu wurden Daten der nächstgelegenen Wetterstationen herangezogen. Es konnte jedoch keine Korrelation festgestellt werden.

Es ist bekannt, dass die Übertragungsrate der Daten von den Sendern in Europa zu den Argos-Satelliten deutlich schlechter ist – teilweise werden weniger als 10 % der zu erwartenden Daten empfangen – als in anderen Teilen der Erde (HOWEY 2005; GROS & MALARDE 2006). Es wird vermutet, dass dies durch Interferenz zustande kommt. Es scheint hier andere Sender mit der gleichen Wellenlänge zu geben. Argos ist derzeit bemüht, diese zu finden. Dieses Problem könnte teilweise die geringe Datenmenge erklären, nicht jedoch die Unterschiede zwischen den einzelnen Sendern.

Die Mindestzahl der für eine zuverlässige home range-Schätzung erforderlichen Ortungspunkte wird in der Literatur mit 30 angegeben (SEAMAN *et al.* 1999; JÄGER & PECHACEK 2002) und wurde bei allen untersuchten Individuen realisiert.

4.2. Vor- und Nachteile der GPS-Telemetrie

Der Vorteil der GPS-Telemetrie liegt in der großen Genauigkeit der Ortungen und der Unabhängigkeit von Beobachtern, so dass zu allen Tageszeiten und über einen großen Zeitraum hinweg Daten gewonnen werden können, und dies zudem weltweit. Jede der hier ausgewerteten 2976 GPS-Ortungen würde einer direkten Beobachtung

eines durch VHF-Telemetrie aufgefundenen Vogels entsprechen, wenn dabei die Position des Individuums auf wenige Meter genau festgestellt werden könnte, was bei weiter entfernt fliegenden Adlern niemals möglich ist. In dieser Hinsicht ist diese Methode der VHF-Telemetrie deutlich überlegen, die sehr zeitaufwendig und normalerweise an mindestens zwei gleichzeitig arbeitende Untersucher im Feld gebunden ist.

Bei der VHF-Telemetrie befinden sich die untersuchten Individuen oft außerhalb der Reichweite der Übertragung. Dies ist sicherlich der Hauptgrund dafür, dass kleinere Territorien ermittelt wurden als bei der jetzigen Untersuchung. Aus demselben Grunde erscheint auch die Raumnutzung in Horstnähe bei der VHF-Telemetrie überproportioniert.

Der Nachteil der GPS-Telemetrie besteht darin, dass deutlich weniger Ortungen übermittelt werden, als theoretisch möglich und wünschenswert wäre, bedingt durch eine Vielzahl von Faktoren, die bisher nicht alle bekannt sind. Ferner können diese Sender nicht direkt vor Ort angepeilt werden, ein Nachteil, der jedoch nicht schwer wiegt, da die Tiere natürlich auch gleichzeitig mit einem kleinen VHF-Sender ausgerüstet werden könnten. Dies wäre die ideale Kombination, um den Erkenntnisgewinn zu maximieren, worauf wir aus Zeitgründen jedoch verzichten mussten.

Der Vorteil der GPS-Satelliten-Telemetrie gegenüber der bisherigen Satelliten-Telemetrie mit Doppler-Ortung liegt in der viel größeren Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ortungen. Die Doppler-Ortungen des Argos-Systems stimmen immer nur zu einem gewissen Prozentsatz der Fälle, und selbst die genauesten Argos-Ortungen (Qualität LC:3), die sehr selten sind und deren Genauigkeit mit ± 150 m angegeben wird, können mehrere Kilometer von der tatsächlichen Position abweichen.

4.3. Gesamtgrößen der home ranges

Im Mittel war mit Hilfe der VHF-Telemetrie eine Aktionsraumgröße von 27,11 km² (Minimum 22,18 km², Maximum 33,93 km²) bei sieben Männchen mit Brut Erfolg bzw. langer Brutbindung in Vorpommern festgestellt worden (SCHELLER *et al.* 2001; MEYBURG *et al.* 2004). Die Aktionsräume der fünf hier untersuchten Männchen waren fast dreimal so groß, was ganz überwiegend auf die unterschiedlichen Techniken, teilweise aber auch auf die unterschiedliche Methode der Berechnung der Größe der Aktionsräume zurückzuführen sein dürfte. Bei der VHF-Studie wurden lediglich die Rasterfelder mit einer Größe von 250 x 250 m, denen die jeweiligen Aufenthaltsorte der Individuen zugeordnet worden sind, zusammengerechnet, selbst wenn dadurch „Löcher“ (leere Rastfelder) innerhalb der einzelnen home ranges entstanden, die nicht mitgezählt wurden (grid cell counts; WHITE & GARROTT 1990; KENWARD 2001). Dadurch dürften die Werte für die

Größen der Aktionsräume geringer ausgefallen sein als bei den "minimum convex polygon" home range-Berechnungen (HOOGE & EICHENLAUB 1997), die hier herangezogen wurden.

Es ist anzunehmen, dass die home ranges in Wirklichkeit noch etwas größer waren als hier angegeben, und dass sich dies bei einer größeren Zahl von Ortungen und direkten Beobachtungen auch herausgestellt hätte. So wurden z. B. die Adler W und BT in je einem Falle weiter vom Horst entfernt beobachtet, als dies die GPS-Ortungen ergaben.

Das große Revier des Männchens S ist auch insofern erstaunlich, als im Umkreis um seinen Horst eine deutlich höhere Amphibiendichte festgestellt werden konnte als an zwei anderen benachbarten Brutplätzen. An einem videoüberwachten Horst hatte sich jedoch bei einer anderen Studie gezeigt, dass Kleinsäuger über 90 % der Beutetiere ausmachten. Im April und Mai war der Anteil von Amphibien und Reptilien bei guter Verfügbarkeit jedoch größer als während der Jungenaufzucht (SCHELLER & MEYBURG 1996).

Die hier festgestellten Aktionsräume sind größer als die des Steinadlers *Aquila chrysaetos* in den Zentralalpen (28–90 km², Mittelwert 53 km², HALLER 1996). Allerdings wurden die Reviergrößen in den Alpen nicht mittels Telemetrie ermittelt. In den USA wurden beim Steinadler mit Hilfe der VHF-Telemetrie brutzeitliche home ranges zwischen 1,9 und 83,3 km² (Mittel 2,8 km², n = 8) festgestellt (MARZLUFF *et al.* 1997).

Interessanterweise werden Schreiadler-Revier bei Brutverlust ziemlich schnell von benachbarten Männchen zumindest teilweise übernommen. C. ROHDE (pers. Mitt.) stellte darüber hinaus fest, dass dies auch für Brutreviere gilt, die im jeweiligen Jahr von Anfang an nicht mehr besetzt sind. Er beobachtete nahrungssuchende Männchen in Jagdgebieten inzwischen verwaister Brutvorkommen. Anhand der Flugrichtung des Beutetransports konnte er feststellen, dass die Vögel zu besetzen Horsten in der näheren Umgebung flogen. Ein anderer Beobachter, der den Erfolg der Jagdflüge nicht abgewartet hatte, hat fälschlicherweise die Reviere als noch von den ursprünglichen Paaren besetzt eingestuft. Man kann somit daraus, dass Reviere groß sind, nicht unbedingt schließen, dass deren Nahrungsangebot gering ist oder dass sie aus anderen Gründen von schlechter Qualität sind. Ein denkbarer Grund ist, dass zu wenige Individuen aus den Überwinterungsgebieten zurückkehrten und es dadurch zu geringerer Siedlungsdichte gekommen ist.

4.4. Entfernung der georteten Altvögel vom Horst

Die Entfernung, die ein sich fortpflanzender, nahrungssuchender Schreiadler vom Horst zurücklegt, ist ein wichtiger Parameter, der Bedeutung für den Schutz der Art, die Landschaftsplanung, die Bewilligung von

Baugesuchen in der Nähe von Horsten usw. hat, auch wenn sich die Vögel zur Nahrungssuche natürlich nicht unbedingt gleichmäßig in allen Richtungen vom Nest entfernen. Die maximalen Entfernungen vom Horst, in denen die Männchen hier mit GPS-Sendern geortet werden konnten, betragen bis zu über 13 km (Tab. 1). Dies ist deutlich mehr, als in allen bisherigen Publikationen angegeben wird, selbst wenn man das Weibchen D nicht berücksichtigt, das sich bis zu über 50 km von seinem Nest entfernte. Es leuchtet ein, dass die Adler in derartigen Entfernungen mit den bisherigen Methoden nicht feststellbar waren. Da die Zahl der bisher untersuchten Vögel jedoch gering ist, müssen weitere Individuen mit Hilfe dieser Methode beobachtet werden, um festzustellen, ob die bisherigen Aussagen bestätigt werden können, ob und ggf. in welchem Ausmaß sich die Aktionsräume der Männchen doch überschneiden können und in welchem Umfang das Verhalten der Weibchen von dem der Männchen tatsächlich abweicht.

4.5. Größe der Tages-home ranges

Während mittels VHF-Telemetrie ein deutlicher Größenunterschied zwischen den Gesamtkaktionsräumen der Adler-Männchen mit Nachwuchs in Vorpommern und Lettland festgestellt wurde, war die Größe der Tages-home ranges in beiden Untersuchungsgebieten praktisch gleich und betrug in Vorpommern durchschnittlich 4,71 km² (3,47–4,83 km²; SCHELLER *et al.* 2001). Der hier mittels GPS-Telemetrie festgestellte Durchschnittswert beträgt 5,68 km².

4.6. Konfiguration der home ranges, Überschneidungen und Territorialverhalten

Nach bisheriger Vorstellung sind Schreiadler territorial und verteidigen mindestens den engeren Nestbereich gegen Artgenossen (WENDLAND 1951; MEYBURG in CRAMP & SIMMONS 1980). Nach GEDEON & STUBBE (1991) sind Schreiadler sogar streng territorial, und sowohl im Nestbereich als auch im Jagdgebiet sollen Grenzüberschreitungen durch Vögel aus Nachbarrevieren nur ausgesprochen selten zu beobachten sein. Nach eigenen Beobachtungen wird das weiter vom Horst entfernte Nahrungsgebiet nicht verteidigt und selbst der Horstbereich oftmals nur in geringem Maße (MEYBURG 1991). Beide sich scheinbar widersprechende Auffassungen konnten durch diese Untersuchung bestätigt werden.

Aus den GPS-Ortungen aller sieben Vögel lässt sich schließen, dass sich die erfolgreich brütenden Männchen streng territorial verhalten und sich ihre Reviere nicht überschneiden. Reviere von Paaren, die sich nicht erfolgreich fortpflanzen, werden offenbar von erfolgreichen benachbarten Paaren teilweise übernommen.

Die Weibchen hingegen werden aus fremden Horstgebieten nicht vertrieben und können sich sogar direkt an weit entfernten fremden Nestern aufhalten. Diese

Besuche anderer Horste werden durch direkte Beobachtungen und DNA-Untersuchungen von Mauserfedern bestätigt (MEYBURG *et al.* in Druck).

Die Konfiguration der Aufenthaltsräume wird nach den hier vorliegenden Ergebnissen u. a. von benachbarten Paaren dergestalt beeinflusst, dass sich die Männchen und teilweise wohl auch die Weibchen zur Nahrungssuche weiter vom Horst in diejenigen Richtungen entfernen, in denen es keine oder nur weit entfernte Nachbarpaare gibt.

Die Ausrichtung der Nahrungsreviere in Abhängigkeit von Nachbarpaaren war am auffälligsten beim Männchen D, dessen Horst sich fast in der nordwestlichen Ecke seines Aufenthaltsraums befand, weil es drei weitere Paare in geringer Entfernung in Richtung WNW bis NE gab. Die Reviergrenze des Männchens verlief nur 400 m westlich seines Horsts. Beide Altvögel wurden nicht weiter westlich geortet oder beobachtet. Das nächste Paar hatte das Zentrum seiner Aktivität in nur ca. 1,6 km Entfernung des Horsts D in WNW-Richtung. Zwar wurde der Horst des Nachbarpaars weder 2004 noch 2005 gefunden (T. BLOHM pers. Mitt.), die Aktivitäten (Beutetransport in den Wald) lassen jedoch eindeutig auf – in beiden Fällen allerdings erfolglose – Bruten schließen. Das Männchen dieses Nachbarpaars reagierte heftig auf den zum Fang aufgestellten Seeadler und stieß aus großer Entfernung (über 1 km) auf diesen, drehte aber ebenfalls an der Reviergrenze stets ab. Das Männchen D wurde seinerseits niemals nördlich dieser Linie beobachtet oder telemetrisch geortet. Dies gilt auch für das Weibchen D. Zwei weitere Paare brüteten in ca. 2,54 km Entfernung in NNW- und 1,96 km in NE-Richtung.

Im Süden und im Osten des Horsts D existierten keine Schreiadler-Brutplätze, wohl aber geeignete Jagdgebiete in Form von Stilllegungen, Luzerneschlägen und Grünlandflächen. Obwohl dies auf Grund der kurzen Telemetriedauer und der dadurch bedingten geringen Zahl verwertbarer Ortungen nicht abschließend bewiesen werden kann, scheint der in 2 km Entfernung vom Brutwald gelegene Windpark der entscheidende Faktor für die Meidung östlich des Brutwaldes liegender Nahrungsflächen zu sein. Neben den Telemetriedaten des Jahres 2004 spricht hierfür auch die Tatsache, dass interessante Nahrungsflächen nahe des heutigen Windparks noch Mitte der 1990er Jahre nachweislich von Schreiadlern genutzt wurden, entsprechende Beobachtungen aber seit Jahren fehlen.

Die unterschiedlichen Auffassungen in der Literatur zum Revierverhalten – von stark ausgeprägt (GEDEON & STUBBE 1991) bis zu nur schwach feststellbar (MEYBURG 1991) – rühren wohl daher, dass sich die Männchen und Weibchen offensichtlich sehr verschieden verhalten, was bisher nicht erkannt wurde. Das genaue Ausmaß dieses geschlechtsspezifischen Unterschieds muss aber noch anhand einer größeren Anzahl von Individuen ermittelt werden.

4.7. Verhalten der Weibchen

Die Weibchen verhalten sich offenbar nicht oder nur in sehr geringem Maße territorial. Fremde weibliche Individuen werden anscheinend sowohl von den Männchen wie auch den Weibchen direkt am eigenen Horst geduldet. Völlig überraschend war das Verhalten des Weibchens D. Selbst wenn sie ein Junges zu versorgen haben, können Weibchen andere besetzte Horste in einer Entfernung von bis zu mindestens 57 km Entfernung besuchen (MEYBURG *et al.* in Druck). Dieses sehr interessante und bisher unbekanntes Phänomen bedarf weiterer Untersuchungen.

Beim Sperber *Accipiter nisus* wurden während der späten Nestlings- und der Bettelflugphase ebenfalls häufig Weibchen in der Nähe fremder Horste festgestellt (I. NEWTON pers. Mitt.). Sobald Sperberweibchen aufhören zu hudern, beginnen sie ihre Aktionsräume zur Nahrungssuche stark zu vergrößern, so dass jedes home range die Nester mehrerer Nachbarpaare einschließt (NEWTON 1986). Auch Habichtweibchen *A. gentilis* können benachbarte Horste besuchen. ZIESEMER (1983, 1999 und pers. Mitt.) fing ein brütendes Weibchen am 13. März 1979 an einem Horst 2,5 km südöstlich seines eigenen Nests und erneut am 27. Juni 1979 an einem weiteren fremden Horst mit großen Jungen 2,5 km nordöstlich des eigenen Brutplatzes. Das Verhalten der Schreiadlerweibchen ist aber nicht wirklich vergleichbar, da sie viel weiter entfernte Horste aufsuchten, und dies sicherlich nicht zur Nahrungssuche.

4.8. Schlussfolgerungen für den Schreiadlerschutz

Da sich die letzten Brutpaare in Deutschland in besonders dünn besiedelten und relativ zerschnittenen Lebensräumen befinden, wird davon ausgegangen, dass der Schreiadler derartige Landschaften zum Überleben benötigt. Trotz der bisherigen Schutzbemühungen nimmt der Bestand jedoch seit Jahrzehnten langsam, aber kontinuierlich ab (SCHELLER *et al.* 2001b; BÖHNER & LANGGEMACH 2004; MEYBURG *et al.* 2004). Fast jedes Frühjahr werden einzelne meist seit langer Zeit besetzte Brutvorkommen nicht wieder bezogen, ohne dass in vielen Fällen ein Grund dafür erkennbar ist. Wenn dieser Trend weiter anhält, ist davon auszugehen, dass die Art in wenigen Jahrzehnten in Deutschland aussterben wird. Alle nur denkbaren sinnvollen Schutzmaßnahmen müssen daher angewandt werden, um dies zu verhindern.

Es sollten im Umkreis von mindestens 6 km um derzeit besetzte wie auch ehemalige Brutplätze keine großen, raumbedeutsamen und landschaftsverändernden Maßnahmen, die zu Landschaftsverbauung und -zerschneidung führen (Windenergie, Straßen, Fahrradwege, Freileitungen usw.), zugelassen werden. Auch intensivierete Landschaftsnutzung durch Tourismus ist sehr abträglich für den Restbestand und sollte unbedingt unterbleiben. Es sollten auch in der

Vergangenheit besetzte Horste berücksichtigt werden, da im Falle einer Bestandszunahme alte Brutplätze eher wiederbesiedelt werden als neue Räume.

Windkraftanlagen sind trotz ihrer Vorteile bei der Energiegewinnung in die Kritik geraten, u. a. auch wegen der Vogelverluste. Untersuchungen zu dieser Problematik und Empfehlungen zur Positionierung der Anlagen wurden daher von verschiedenen Autoren und Institutionen gemacht, um die Auswirkungen auf Vögel zu minimieren (z. B. ERICKSON *et al.* 2001; BERGEN 2001; STEFFEN 2002; LANGSTON & PULLAN 2003; REICHENBACH 2003; DE LUCAS *et al.* 2005; DREWITT & LANGSTON 2006; MADDERS & WHITFIELD 2006; PEROW *et al.* 2006). Untersuchungen am nahe verwandten Steinadler in den USA erwiesen direkte Kollision als gravierendste Folge. So kommen allein in der größten derartigen Anlage der Welt (Altamont Pass Wind Resource Area in Kalifornien) neben einer Vielzahl anderer Vögel jährlich 75–116 Steinadler auf diese Weise zu Tode (SMALLWOOD & THELANDER 2004), während in Schottland eher der Habitatverlust eine Bedrohung zu sein scheint (FIELDING *et al.* 2006). So verlagerte ein Steinadlerpaar in Schottland, welches 776 Stunden lang vor und nach Errichtung einer Windkraftanlage in seinem Streifgebiet beobachtet wurde, seine Aktivitäten weg von der Anlage in eine Gegend, in der ein Aufforstungsgebiet als Kompensationsmaßnahme kahl geschlagen worden war (WALKER *et al.* 2005). Entsprechende Kompensationsmaßnahmen für den Schreiadler sind jedoch kaum denkbar.

Nach dem Windkrafteerlass des Landes Brandenburg (MUNR 1996) zählen „Vorkommen bedrohter, an störungsarme Räume gebundene Großvogelarten gemäß Fachkonzeption Artenschutzprogramm“ zu den „Restriktionsbereichen“. Im Unterschied zu „Tabubereichen“ ist hier die Errichtung einzelner Windkraftanlagen oder Windparks nach vertiefender Prüfung und Abwägung grundsätzlich zulässig. Eine deutliche Verminderung der beeinträchtigenden Wirkung des Eingriffs besteht laut Windkrafteerlass dann, wenn die Windkraftanlage oder der Windpark von „Brut- und Rastgebieten gefährdeter Vogelarten“ einen Abstand von 1000 m einhält.

Durch die Veröffentlichung der Tierökologischen Abstandskriterien (MLUR 2003) erfolgte erstmals eine differenzierte Bewertung der Störungssensibilität verschiedener Vogelarten. Neben den bereits im Windkrafteerlass getroffenen Regelungen treten weitere – ausschließlich tierökologisch begründete – Tabu- und Restriktionsbereiche hinzu. Während in diesen Tabubereichen „tierökologische Belange des Naturschutzes“ der Errichtung von Windkraftanlagen entgegenstehen, ist der Bau von Anlagen in Restriktionsbereichen grundsätzlich möglich, erfordert jedoch ggf. Einschränkungen bzw. Modifikationen des Vorhabens (z. B. Verkleinerung bzw. Verlagerung der Anlagenflächen).

Für den Schreiadler geben die Tierökologischen Abstandskriterien unter Verweis auf die Untersuchungen von SALIX (1999) einen Tabubereich von 3 km um den Horststandort und einen Restriktionsbereich in 3–6 km Brutplatzentfernung vor. Es konnte nachgewiesen werden, dass Windkraftanlagen in Mecklenburg-Vorpommern in Abhängigkeit von der Anzahl und Nähe bis zu mindestens 3 km Entfernung vom Brutplatz negative Auswirkungen auf den Bruterfolg haben (W. SCHELLER, pers. Mitt.) Diese Vorgaben werden nach den hier vorliegenden Ergebnissen als nicht ausreichend angesehen. Vielmehr sollte das Umfeld der Brutwälder bis in eine Entfernung von mindestens 6 km von Windparks und einzelnen Windkraftanlagen freigehalten werden. Windkraftanlagen bewirken eine erhebliche Veränderung des bis in diese Entfernung regelmäßig genutzten Schreiadler-Lebensraums und führen nach den vorliegenden Ergebnissen zu einer Aufgabe oder zumindest stark eingeschränkter Nutzung ehemaliger Nahrungsflächen. Die in den Tierökologischen Abstandskriterien für Restriktionsbereiche vorgesehene Verkleinerung bzw. kleinräumige Verlagerung der Anlagenflächen kann ein Bauverbot im 6-km-Radius um die Brutwälder ebenso wenig ersetzen wie eine Beschränkung der Anlagenhöhe. Immerhin stehen in dem von Paar D offenbar gemiedenen Windpark ausschließlich niedrigere Anlagen älterer Bauart mit nur 85 m Nabenhöhe.

Untersuchungen zur Habitatnutzung und -struktur des Schreiadlers aus Mecklenburg-Vorpommern (SCHELLER *et al.* 2001a) und Brandenburg (LANGGEMACH *et al.* 2001) belegen die hohe Bedeutung unzerschnittener Räume ohne nennenswerte touristische Nutzung. Die zur Windkraft getroffenen Aussagen müssen daher – mit gewissen Einschränkungen – auf andere raumbedeutsame Planungen (insbesondere

Straßenaus- und -neubau, Freileitungen, Errichtung baulicher Anlagen im Außenbereich) sowie auf die Entwicklung touristischer Infrastruktur im Umfeld der Brutwälder übertragen werden. Dabei sollten sowohl aktive als auch während der letzten Jahre aufgegebene Vorkommen berücksichtigt werden, da im Falle einer Bestandszunahme alte Brutplätze eher wiederbesiedelt werden als neue Räume. So flog das Weibchen D in allen drei Untersuchungsjahren aktive und aufgegebene Brutplätze an und belegte dadurch eindrucksvoll, dass die Art trotz einer unerwartet hohen Mobilität stark an die traditionellen Brutwälder gebunden ist.

Dank: 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. Der Zoologische Garten Rostock (Direktor Dipl. Agr. Udo NAGEL) stellte uns, wie auch in den Vorjahren, einen adulten Seeadler als Lockvogel zur Verfügung. 2006 erhielten wir vom Tierpark Berlin (Dr. Wolfgang GRUMMT, Dr. Martin KAISER) einen Seeadler als Geschenk für dieses Projekt. Bei den Fangaktionen halfen uns die Herren Prof. Dr. K. GRASZYNSKI, DR. G. HEISE, T. BLOHM, I. BÖRNER, A. HINZ und J. P. SCHWANBECK als Horstbetreuer. Wichtige Informationen zu einzelnen Horstpaaren verdanken wir den Herren C. ROHDE, U. KRAATZ und W. STARKE, während uns DR. W. SCHELLER und T. FREY bei kartographischen Fragen behilflich waren. F. FRANCK-NEUMANN führte die Geschlechtsbestimmungen anhand der Blutproben durch. Die Herren Prof. Dr. Ian NEWTON und Dr. Fridtjof ZIESEMER sandten uns ergänzende Mitteilungen zu ihren Sperber- und Habichtstudien. Prof. Dr. J. BÖHNER, DR. T. LANGGEMACH, T. BLOHM und einem uns unbekanntem Gutachter verdanken wir Verbesserungsvorschläge zum Manuskriptentwurf.

5. Zusammenfassung

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.

In den Jahren 2004–2006 wurden sieben adulte 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. Die Reviere der vier in einer Brutsaison telemetrierten Männchen hatten eine Ausdehnung von mindestens 32,78 km² (D), 34,14 km² (BS), 46,40 km² (LA) und 54,39 km² (BT). Das fünfte Männchen (S), das in zwei Jahren untersucht werden konnte, wies 2005 ein home range von 93,78 km² und 2006 ein solches von 172,29 km² Größe auf. Im Mittel erstreckten sich alle sechs Aktionsräume über 72,29 km². Bei den beiden Weibchen wurden sehr verschiedene große brutzeitliche Aufenthaltsräume festgestellt (1,56 km² und 82,3 km²), 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, betrugen bei drei Männchen (D, BT und LA) rund 6–7 km, bei einem Weibchen (W) und einem Männchen (BS) ca. 11 km und beim Männchen S 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 Männchen S entfernte sich ab der Frühjahrsankunft zunehmend weiter vom Horst. Mitte Juli flog es in beiden Jahren am weitesten und hatte auch die größten Aktivitäts-

räume. Danach wurden die Aktionsräume bis zum Beginn des Herbstzugs wieder kleiner. Die home ranges wurden sehr unterschiedlich intensiv genutzt. 84 % der 677 Ortungen des Männchens S erfolgten 2005 auf einer Fläche von nur 14,24 km², 2006 wurde der Vogel in 71,4 % der 989 Fälle auf einer Fläche von 15,43 km² 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.

6. Literatur

- ARGOS 1996: User's manual. CLS/Service Argos, Toulouse.
- BERGEN, F. 2001: Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergie auf Vögel im Binnenland. Diss. Univ. Bochum.
- 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.
- BLOOM, P. H. 1987: Capturing and handling raptors. In: PENDLETON, B. A. G., B. A. MILLSAP, K. W. CLINE & D. M. BIRD (Hrsg.): Raptor Management Techniques Manual: S. 99–123. National Wildlife Federation, Washington, D.C.
- BÖHNER, H. & T. LANGGEMACH 2004: Warum kommt es auf jeden einzelnen Schreiadler *Aquila pomarina* in Brandenburg an? Ergebnisse einer Populationsmodellierung. Vogelwelt 125: 271–281.
- CLARK, W. S. 1981: A modified dho-gaza trap for use at a raptor banding station. J. Wildl. Manage. 45: 1043–1044.
- CRAMP, S. & K. E. L. SIMMONS 1980: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 2: Hawks to bustards. Oxford University Press, Oxford.
- DANKO, S., B.-U. MEYBURG, T. BELKA & D. KARASKA 1996: Individuelle Kennzeichnung von Schreiadlern *Aquila pomarina*: Methoden, bisherige Erfahrungen und Ergebnisse. In: MEYBURG, B.-U. & R. D. CHANCELLOR (Hrsg.): Eagle Studies: S. 209–243. Weltarbeitsgruppe Greifvögel, Berlin.
- DREWITT, A. L. & R. H. W. LANGSTON 2006: Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148: 29–42.
- ERICKSON, W. P., G. D. JOHNSON, M. D. STRICKLAND, D. P. YOUNG, K. J. SERNJA & R. E. GOOD 2001: Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Western EcoSystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document (<http://www.nationalwind.org/publications/avian.html>).
- FIELDING, A. H., D. P. WHITFIELD & D. R. A. MCLEOD 2006: Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and Golden Eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland. Biol. Conserv. 2006: im Druck.
- GEDEON, K. & M. STUBBE 1991: Tagesrhythmik, Raumnutzung und Jagdverhalten des Schreiadlers *Aquila pomarina* Brehm. Populationsökologie Greifvogel- u. Eulenarten 2: 107–129.
- GOLODUSHKO, B. Z. 1959: Data on the ecology of the Lesser Spotted Eagle in the Bialowiecza Forest. Tezisy dokladov 1-oj zool. Konf. Beloruskoj SSR, Minsk: 34–35.
- GRIFFITHS, R., M. C. DOUBLE, K. ORR & R. J. G. DAWSON 1998: A DNA test to sex most birds. Mol. Ecol. 7: 1071–1075.
- GROS, P. & J.-P. MALARDE 2006: Argos performance in Europe. Tracker News 7: 8.
- HALLER, H. 1969: Der Steinadler in Graubünden. Langfristige Untersuchungen zur Populationsökologie von *Aquila chrysaetos* im Zentrum der Alpen. Ornithol. Beob., Beiheft 9.
- HAMERSTROM, F. 1963: The use of Great Horned Owls in catching Marsh Hawks. Proc. Int. Ornithol. Congr. 13: 866–869.
- HOOGHE, P. N. & B. EICHENLAUB 1997: Animal movement extension to ArcView. Ver. 1.1. Alaska Science Center – Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, USA.
- HOWEY, P. 2005: Argos performance in Europe. Tracker News 6 (2): 8.
- JÄGER, J. & P. PECHACEK 2002: Minimale Stichprobengröße für Berechnungen von Kernel-basierten Aktionsräumen beim Dreizehenspecht (*Picoides tridactylus*). J. Ornithol. 143: 416–423.
- KENWARD, R. E. 2000: A Manual for Wildlife Radio Tagging. Academic Press, London.
- LANGGEMACH, T., T. BLOHM. & T. FREY 2001: Zur Habitatstruktur des Schreiadlers (*Aquila pomarina*) an seinem westlichen Arealrand – Untersuchungen aus dem Land Brandenburg. Acta ornithoecol. 4: 237–267.
- LANGSTON, R. H. W. & J. D. PULLAN 2003: Wind farms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by Birdlife International on behalf of the Bern Convention. Council Europe Report T-PVS/Inf.
- LUCAS DE M., G. JANSS & M. FERRER 2005: Birds and Wind Power. Lynx Editions, Barcelona.
- MARZLUFF, J. M., S. T. KNICK, M. S. VEKASY, L. S. SCHUECK & T. J. ZARRIELLO 1997: Spatial use and habitat Selection of Golden Eagles in south-western Idaho. Auk 114: 673–687.
- MATTHES, J., & M. NEUBAUER 1977: Der Schreiadler im Bezirk Rostock. Falke 24: 42–47.
- 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., W. SCHELLER & C. MEYBURG 1993: Satelliten-Telemetrie bei einem juvenilen Schreiadler (*Aquila pomarina*) auf dem Herbstzug. *J. Ornithol.* 134: 173–179.
- MEYBURG, B.-U., W. SCHELLER & C. MEYBURG 1995: Zug und Überwinterung des Schreiadlers *Aquila pomarina*: Satellitentelemetrische Untersuchungen. *J. Ornithol.* 136: 401–422.
- MEYBURG, B.-U., T. LANGGEMACH, K. GRASZYNSKI & J. BÖHNER 2004: The Situation of the Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina* in Germany: The need for an Action Plan and active Conservation. In: CHANCELLOR, R. D. & B.-U. MEYBURG (Hrsg.): *Raptors Worldwide*: S. 601–613. Budapest: WWGBP & MME, Budapest.
- 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. In: CHANCELLOR, R. D. & B.-U. MEYBURG (Hrsg.): *Raptors Worldwide*: S. 515–635. WWGBP & MME, Budapest.
- 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. *J. Ornithol.* 145: 1–7.
- MEYBURG, B.-U. & C. MEYBURG 2005: Tracking the endangered Greater Spotted Eagle. *Tracker News* 6 (2): 4.
- 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.
- MEYBURG, B.-U. & C. MEYBURG & F. FRANCK-NEUMANN (in Druck): Why do female Lesser Spotted Eagles (*Aquila pomarina*) visit strange nests remote from their own? *J. Ornithol.*
- MLUR 2003: Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windkraftanlagen in Brandenburg (<http://www.mluv.brandenburg.de/cms/detail.php/116719#VV>).
- MUNR 1996: Erlaß zur landesplanerischen Beurteilung von Windkraftanlagen im Land Brandenburg (Windkrafteerlaß des MUNR). *Amtsblatt für Brandenburg* Nr. 28 vom 27. Juni 1996: 654–664.
- NEWTON, I. 1979: *Population Ecology of Raptors*. Poyser, Berkhamsted.
- PERROW, M., E. R. SKEATE, P. LINES & D. BROWN 2006: Radio telemetry as a tool for impact assessment of wind farms: the case of Little Terns *Sterna albifrons* at Scroby Sands, Norfolk, UK. *Ibis* 148, Suppl. 1: 57–75.
- REICHENBACH, M. 2003. Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel Ausmaß und planerische Bewältigung. Diss. Techn. Univ. Berlin.
- SALIX 1999: F & E-Vorhaben des BfN „Ermittlung von Ursachen für die Unterschiede im biologischen Potential der Agrarlandschaft in Ost- und Westdeutschland als Grundlage für die Ableitung naturschutzverträglicher Nutzungsverfahren“, Endbericht (Auftrags-Nr.: 808 02 005, AZ.: Z1.2-53 411-4/96).
- SCHELLER, W. & B.-U. MEYBURG 1996: Untersuchungen zur Brutbiologie und Nahrungsökologie des Schreiadlers *Aquila pomarina* mittels ferngesteuerter Videokamera: Zur Technik und einigen Ergebnissen. In: MEYBURG, B.-U. & R. D. CHANCELLOR (Hrsg.): *Eagle Studies*: S. 245–256. WWG on Birds of Prey, Berlin.
- SCHELLER, W., U. BERGMANIS, B.-U. MEYBURG, B. FURKERT, A. KNACK & S. RÖPER 2001a: Raum-Zeit-Verhalten des Schreiadlers (*Aquila pomarina*). *Acta ornithoecol.* 4: 75–236.
- SCHELLER, W., E. FRANKE, J. MATTHES, M. NEUBAUER & C. SCHARNWEBER 2001b: Verbreitung, Bestandsentwicklung und Lebensraumsituation des Schreiadlers *Aquila pomarina* in Mecklenburg-Vorpommern. *Vogelwelt* 122: 233–246.
- SCHROOT, M. 1938: Beitrag zur Brutbiologie des Schreiadlers. *Dohrniana* 17: 91–96.
- SEAMAN, D. E., J. J. MILLSPAUGH, B. J. KERNOHAN, G. C. BRUNDIGE, K. J. RAEDEKE & R. A. GITZEN 1999: Effects of sample size on kernel home range estimates. *J. Wildl. Manage.* 63: 739–747.
- SIEWERT, H. 1932: Der Schreiadler. *J. Ornithol.* 80: 1–40.
- SMALLWOOD, K. S. & C. G. THELANDER 2004: Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area. BioResource Consultants, Ojai, California, USA.
- STEFFEN, A. 2002: Thesen zur Windkraftnutzung in Brandenburg aus Sicht des Artenschutzes. Tagungsband der TU Berlin, Fakultät VII „Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes“.
- WALKER, D., M. MCGRADY, A. MCCLUSKIE, M. MADDERS & D. R. A. MCLEOD 2005: Resident Golden Eagle ranging behaviour before and after construction of a windfarm in Argyll. *Scott. Birds* 25: 24–40.
- WENDLAND, V. 1951: Zwanzigjährige Beobachtungen über den Schreiadler *Aquila pomarina*. *Vogelwelt* 72: 4–11.
- WENDLAND, V. 1959: Schreiadler und Schelladler. *Neue Brehm-Bücherei* 236, Ziemschen-Verlag, Berlin.
- WHITE, G. C. & R. A. GARROTT 1990: *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. Academic Press, San Diego.
- ZIESEMER, F. 1983: Untersuchungen zum Einfluß des Habichts (*Accipiter gentilis*) auf Populationen seiner Beutetiere. *Beitr. Wildbiol.* 2: 1–127.
- ZIESEMER, F. 1999: Habicht (*Accipiter gentilis*) und Wespenbusard (*Pernis apivorus*) – zwei Jäger im Verborgenen: Was hat die Telemetrie Neues gebracht? *Egretta* 42: 40–56.

Manuskripteingang: 14. Febr. 2006

Annahme: 9. Mai 2006

Bernd-Ulrich Meyburg, Wangenheimstr. 32,
D-14193 Berlin. E-Mail: WWGBP@aol.com

Christiane Meyburg, 31 Avenue du Maine,
F-75015 Paris, Frankreich.

E-Mail : Schwarzmilan@aol.com

Joachim Matthes & Hinrich Matthes, Vorwedener
Weg 1, D-18069 Rostock.

E-Mail: HDMatthes@t-online.de