

Vogelwarte 47, 2009: 171 – 187
© DO-G, IFV, MPG 2009

Satellitentelemetrische Untersuchungen zum Zug- und Überwinterungsverhalten thüringischer Rotmilane *Milvus milvus*

Thomas Pfeiffer & Bernd-Ulrich Meyburg

Pfeiffer T & Meyburg BU 2009: Migratory and wintering behaviour of the Red Kite *Milvus milvus* in Thuringia (Germany) as revealed by Satellite Telemetry. *Vogelwarte 47*: 171-187.

In 2002 to 2005, nine Red Kites (two juveniles and seven adults) were fitted with solar-powered satellite transmitters (PTTs) in Thuringia (Germany) which, up to the end of 2008, enabled 2686 fixes to be made by Argos using the Doppler Phenomenon. Most locations were not very precise, but are adequate for studies of migratory behaviour. In total seven autumn migrations to Spain and four return journeys to the breeding area were tracked. Apart from one juvenile, which departed as early as August and required 47 days to reach Spain, migration began in the first half of October. Arrival in spring took place between 5 and 12 March. During migration to winter quarters the birds covered distances of between 1,450 and 2,320 km, for which the adult birds required between 12 to 28 days. Spring migration, taking between 8 to 22 days, was somewhat quicker.

An adult female, which was tracked over five migration periods, spent both of the first two winters in the same area in south-west Spain and, in the third migration period, only flew as far as northern Spain. At the end of December a change in winter quarters of over 130 km took place. In the fourth year of the study it spent the winter in its breeding area. In the following year (2008) the female migrated a week earlier than in the first three years to western Spain, where it was found dead in December.

Three members of a family (the male and two juveniles) migrated separately and the juveniles sought out different wintering areas.

In addition to the telemetry results the transmitters provided further information on the individual identification of the Red Kites. By this means the ousting of a pair from the breeding area by other Red Kites was recorded and a female, monitored over a five year period, had at least four different partners in this time.

Of the nine birds fitted with transmitters, there were mortalities of seven kites, of two males and one female in the breeding area, a further male during migration and both juveniles and an adult female in winter quarters. One female is still carrying the transmitter (summer 2009) and, since the transmitter was deployed at the age of three years, has successfully raised young annually for the past seven years. The PTT of the ninth bird has been removed when it was retrapped.

✉ TP: Rosenweg 1, D-99425 Weimar; E-Mail: thpfeiffer@gmx.net; BUM: Wangenheimstr. 32, D-14193 Berlin; E-Mail: BUMeyburg@aol.com

1. Einleitung

Das bisherige Wissen zum Zug- und Überwinterungsverhalten der Rotmilane basiert auf der Beobachtung ziehender und überwinternder Vögel und der Auswertung von Ringwiederfindungen. In den letzten Jahren wurden Rotmilane auch zunehmend mit Flügelmarken individuell gekennzeichnet. Damit war es bereits möglich, von einem Vogel eventuell mehrere Angaben zu seinem Aufenthalt auf dem Zug, im Winterquartier oder im Brutgebiet zu erhalten. Detaillierte Angaben zum Zugverlauf und zum Aufenthalt im Winter für einzelne Individuen konnten jedoch mit diesen Methoden nicht gewonnen werden.

Die fortschreitende Miniaturisierung bei der Entwicklung von Satellitensendern (PTTs = platform transmitter terminals) brachte ab dem Jahr 2001 die Möglichkeit, mit Solarenergie betriebene Satellitensender herzustellen, die klein genug waren, um auch von Milanen getragen zu werden. Damit bot sich die Möglich-

keit, diese moderne Technologie der Satelliten-Telemetrie (ST), die bereits seit Anfang der 1990er Jahre für größere Arten Einzug in die Vogelforschung gehalten hatte (Meyburg & Fuller 2007), auch für den Rotmilan zu nutzen. 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).

In Thüringen, in der Umgebung von Weimar, gibt es seit 1983 ein langfristiges Rotmilanprogramm (Pfeiffer 1989, 1995, 2000). Dabei werden schwerpunktmäßig

populationsökologische Parameter wie Bestandsentwicklung, Reproduktionsraten, Alter beim erstmaligen Brüten, Altersstruktur der Brutvögel, Ansiedlungsentfernung usw. untersucht. Neben der Beringung der Jungvögel wurden seit 1991 auch regelmäßig adulte Rotmilane gefangen. Mit der technischen Realisierbarkeit sollte nunmehr auch die ST als Untersuchungsmethode eingesetzt werden, um weitere Aussagen, insbesondere zum Zug- und Überwinterungsverhalten der Rotmilane, zu erhalten.

2. Material und Methode

Von 2002 bis 2005 markierten wir insgesamt neun Rotmilane mit solarbetriebenen PTTs. Dabei kamen zwei verschiedene Typen unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz. Der erste Sendertyp war der Argos-kompatible 18 g schwere Solarsender der Firma Microwave Telemetry Inc. (USA). Er ist mikroprozessorgesteuert und besitzt einen Akkumulator, der über eine Solarzelle geladen wird. Damit kann er auch in der Nacht senden und so Ortungen am Schlafplatz ermöglichen. Außerdem enthält er noch Sensoren für die Temperatur im Sender, die Akkuspannung, einen Sendesignal-Zähler und einen einfachen Aktivitätszähler. Diese vier Informationen werden bei jedem Sendeimpuls mit übertragen. Sie sind hauptsächlich für die technische Analyse des Senderzustandes interessant und liefern Anhaltspunkte, ob der Vogel noch lebt. Bei den Microwave-Sendern können bei der Herstellung in gewissen Grenzen Intervalle eingestellt werden, in denen der Sender senden bzw. in denen er passiv sein soll. So kann für bestimmte Zeiträume nach einem mehrstündigen Sendeintervall eine

Pause von einem oder mehreren Tagen programmiert werden. Dieser Mechanismus ist einsetzbar, um durch Verkürzung der Sendezeit den Energiebedarf zu reduzieren und um die Kosten der Datenübertragung zu verringern.

Der andere Sendertyp war der 20 g schwere Solar-PTT der Firma North Star Science and Technology (USA). Er arbeitet ohne Akkumulator, die Sendezeiten waren nicht einstellbar, und er erzeugt immer dann Sendeimpulse, wenn durch die Solarzelle genügend Energie bereitgestellt wird. Dieser Sendertyp liefert ebenfalls bei jedem Signal Informationen über die Temperatur im Inneren des PTTs und einen Aktivitätszähler, der bei Bewegung über einen Quecksilberschalter inkrementiert wird. Da keine Energie gespeichert werden kann, gibt es keine Ortungen bei ungenügenden Lichtverhältnissen. Außerhalb der Sommermonate stammen die meisten Lokalisationen daher nur aus den mittleren Tagesstunden.

Von den neun besenderten Rotmilanen (Tab. 1) waren sieben Altvögel, die alle erfolgreich im Jahr der Besenderung gebrütet hatten. Wir fingen sie am Ende der Nestlingszeit in der Nähe ihres Horstes in der Umgebung von Weimar. Drei waren Männchen, die anderen vier Weibchen. Außerdem wurden zwei Jungvögel (Nestgeschwister) besendert. Im nachfolgenden Text wird zur Bezeichnung der einzelnen Vögel die laufende Nummer aus Tab. 1 benutzt.

Der Fang der Altvögel erfolgte mit der Dho-gaza-Methode (Bloom et al. 2007). Das Stellnetz wurde dabei in einer Entfernung von 50 bis 300 m vom Horst aufgestellt, in der Regel senkrecht zum Waldrand. Damit lassen sich gezielt die Horstinhaber fangen, die beim Versuch, den neben dem Netz auf einer Jule sitzenden Uhu zu vertreiben, ins Netz fliegen. Gelegentlich kommen auch revierfremde Rot- und Schwarzmilane (*Milvus migrans*) sowie andere Vogelarten und inspiezie-

Tab. 1: Übersicht der besenderten Rotmilane mit Senderprogrammierung und Sendernummer. – *Overview of the Red Kites fitted with PTTs, their IDs and their programming.*

Lfd. Nr. No.	Jahr der Besenderung Year fitted with transmitter	Geschlecht/Alter Sex/Age	Sendertyp, Programmierung Type and programming of the transmitter	Sendernummer Transmitter No.
1	2002	Jungvogel, Nachkomme von Nr. 3	Microwave permanent	36229
2	2002	Jungvogel, Nachkomme von Nr. 3	Microwave 12 h an, 48 h aus	36230
3	2002	Männchen, Elternteil von Nr. 1 und 2	Microwave permanent	36228
4	2002	Männchen	Microwave 12 h an, 72 h aus	36233
5	2003	Weibchen, 3 Jahre alt bei Besenderung	North Star	41503
6	2004	Weibchen	Microwave 1 Jahr: 10h an, 24h aus danach: 10h an, 96h aus	06990
7	2004	Weibchen, Partner von Nr. 8	North Star	40868
8	2004	Männchen, Partner von Nr. 7	Microwave 1. Jahr: 10h an, 24h aus danach: 10h an, 96h aus	06983
9	2005	Weibchen	North Star	57030

Tab. 2: Genauigkeitsklassen für Argos-Ortungen. - *Accuracy classifications for Argos fixes.*

Location class (LC)	Voraussetzungen Prerequisites	Ortungsgenauigkeit Precision of fix
Z	1 Signal pro Durchgang	keine Positionsbestimmung möglich
B	2 Signale pro Durchgang	keine Angabe zur Genauigkeit möglich
A	3 Signale pro Durchgang	keine Angabe zur Genauigkeit
0	≥ 4 Signale pro Durchgang	> 1500 m
1	≥ 4 Signale pro Durchgang	> 500 m und ≤ 1500 m
2	≥ 4 Signale pro Durchgang	> 250 m und ≤ 500 m
3	≥ 4 Signale pro Durchgang	≤ 250 m

ren den Uhu. Sie sind jedoch deutlich weniger aggressiv, greifen den Uhu nicht direkt an und lassen sich somit nur ausnahmsweise fangen. Das Netz hat eine Maschenweite von 6 cm, ist 10 m lang, 4 m hoch und hat zwei Taschen. Es ist an langen Gummibändern aufgehängt, wodurch ein weiches und verletzungsfreies Fangen der Rotmilane möglich ist. Die beiden Jungvögel nahmen wir kurz vor dem Erlangen der Flugfähigkeit aus dem Horst, besenderten sie und setzten sie anschließend sofort wieder zurück.

Die PTTs wurden als Rucksack auf dem Rücken der Vögel angebracht. Ihre Befestigung erfolgte mittels Teflonband, das von den Befestigungsösen der Sender jeweils vor und hinter den Flügeln entlanggeführt und über dem Brustbein verknotet wurde. Zur Sicherung vernähten wir alle Knoten mit chirurgischem Faden (Meyburg & Fuller 2007).

Die 20 cm lange und etwas gebogene Antenne ragt vom Vogel schräg nach hinten oben. Sie ermöglicht auch auf mittlere Entfernung das Erkennen eines besenderten Vogels. Da die Reviere, in denen Rotmilane PTTs erhielten, weit auseinander lagen, war damit auch ein individuelles Ansprechen der jeweiligen Altvögel innerhalb des Brutgebietes möglich. Ein Vogel wurde außerdem noch mit Flügelmarken gekennzeichnet, um ihn vom ebenfalls besenderten Partner unterscheiden zu können.

Die Gesamtmasse des Senders und der Befestigung lag in allen Fällen unterhalb von 2,2 % der Körpermasse der gefangenen Rotmilane und stellte damit nur eine geringe Beeinträchtigung dar. Für den Fang, die Beringung, die Anbringung der Sender und Flügelmarken lag eine entsprechende Ausnahmegenehmigung vor, die vom Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt erteilt wurde.

Um die durch die ST erhaltenen Ortungen richtig beurteilen und interpretieren zu können, soll zunächst das Verfahren kurz beschrieben und die Genauigkeit der Ortungen untersucht werden.

Unter der Voraussetzung, dass genügend Energie zum Senden zur Verfügung steht, (d.h. der Akku ist ausreichend geladen bzw. auf die Solarzelle fällt ausreichend Licht) und unter Berücksichtigung des eventuell programmierten Ein-/Auszustandes wird vom PTT im Abstand von einer Minute ein Signal mit einer definierten Frequenz ausgesendet, welches verschiedene Informationen enthält. Fünf bis sechs Argos-Satelliten, die die Erde auf einer polaren Umlaufbahn in etwa 850 km Höhe umkreisen, können dieses Signal empfangen, wenn sie im „Sichtbereich“ des Senders sind. Für eine Erdumrundung benötigen die Satelliten etwa 100 Minuten. In Mitteleuropa passiert innerhalb von 24 Stunden durchschnittlich

etwa 31-mal ein Satellit den Sichtbereich eines Senders. Ein Satellit befindet sich dabei im Sichtbereich, wenn er mindestens 5 Grad über dem Horizont aus Sicht des besenderten Vogels steht. Die Dauer eines solchen Satellitendurchganges liegt zwischen wenigen Sekunden und etwas über 13 Minuten. In dieser Zeit können die minutlichen Signale des Senders empfangen werden. Nur wenn mehrfach Signale des PTTs während eines Satellitenüberflugs empfangen werden, ist auch eine Positionsbestimmung des Senders mittels des Dopplereffektes möglich. In Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, mit der sich der Abstand zwischen Satellit und PTT verkleinert oder vergrößert, und in Abhängigkeit der Flugroute des Satelliten im Verhältnis zum Sender verändert sich auch die empfangene Frequenz des Sendersignals. Aus dieser scheinbaren Frequenzänderung kann die Position des PTTs berechnet werden. Der Rechenalgorithmus liefert dabei zwei mögliche Positionen als Lösungsmenge jeweils links und rechts der Flugbahn des Satelliten. In der Regel ist es jedoch unkompliziert, bei der Auswertung anhand von Plausibilitätsbetrachtungen den tatsächlichen Aufenthaltsort des Vogels festzustellen, da die beiden Positionen meist recht weit voneinander entfernt liegen.

Die Genauigkeit einer Ortung hängt dabei von vielen Faktoren ab. Wird bei einem Satellitenüberflug nur ein Signal vom Sender empfangen, weiß man lediglich, dass zum Zeitpunkt des Empfangs der PTT im Sichtbereich des Satelliten war. Dieser Sichtbereich entspricht annähernd einem Kreis auf der Erdoberfläche von ca. 5000 km Durchmesser. Angaben zur Ortungsgenauigkeit liefert Argos erst ab mindestens vier empfangenen Sendersignalen während eines Satellitendurchganges. Aus der Konvergenz der einzelnen Positionsberechnungen können mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit Angaben zur Genauigkeit der berechneten Koordinaten abgeleitet werden. Das Argos-System liefert dabei die Ortungen in sieben Genauigkeitsklassen, sogenannten „Location classes“ (LC, Tab. 2, Argos 2008). Dabei gilt für die numerischen LC, dass sich 68 % der Ortungen im angegebenen Fehlerbereich befinden. Die übrigen 32 % können schlechter oder besser sein. Weitere Informationen zur ST, zum Argos-System und zu Erfahrungen beim Einsatz bei Greifvögeln finden sich z. B. bei Meyburg & Meyburg (1996, 2000, 2006, 2007, 2009a) sowie Meyburg et al. (1996).

Vor dem Einsatz am Vogel wurden alle neun PTTs getestet. Dazu sind sie über mehrere Tage an einem Ort mit genau bekannten Koordinaten in Berlin im Freien positioniert worden. Somit konnte für jede einzelne Ortung die Abweichung von der tatsächlichen Position ermittelt werden (Tab. 3).

Location class (LC)	B	A	0	1	2	3
Anzahl der Testortungen	193	107	33	19	7	6
Mittelwert der Abweichung in km	49,5	8,1	6,6	3,4	0,8	2,3
Maximale Abweichung in km	511,9	91,9	56,0	17,9	3,3	6,7
Minimale Abweichung in km	0,33	0,26	0,64	0,31	0,10	0,25
Standardabweichung in km	85,8	13,1	10,2	4,3	1,0	2,5
Anteil der im von Argos angegebenen Fehlerbereich liegenden Ortungen in %	-	-	-	42	43	17

Tab. 3: Ergebnisse eigener Tests zur Überprüfung der Ortungsgenauigkeit in Deutschland. - *Results of own tests to check the accuracy of locations in Germany.*

Die geringe Anzahl der Testortungen in den LC 2 und 3 lässt keine Verallgemeinerung zu. Jedoch lag der im zulässigen Abweichungsbereich liegende Anteil deutlich unter 68 %. Deshalb wurde für Berechnungen von Entfernungen der Fehlerbereich je LC doppelt so groß angenommen, wie in Tab. 2 angegeben.

Auch die Hersteller der Sender haben vor der Auslieferung in den USA Funktionstests der PTTs vorgenommen. Da die exakten Koordinaten der Sender während dieser Prüfungen nicht bekannt sind, dienten diese Daten nur zum Vergleich der Häufigkeit von Ortungen verschiedener LC.

Zur Analyse der vom Argos-System gelieferten Daten wurden diese zunächst in eine Datenbank importiert. Über eine eigene Exportschnittstelle erfolgte die automatisierte Visualisierung mit dem Programm Google Earth der Firma Google Inc. (USA). Die Aufbereitung der Zugkarten (Abb. 2 - 9) erfolgte mit dem Encarta Weltatlas 2001 der Firma Microsoft Incorporation (USA) und nachfolgender Bildbearbeitung. Einzelne LC B-Ortungen wurden dabei nicht berücksichtigt, wenn sie wesentlich von der Zugstrecke abwichen. Als Übernachtungsplätze interpretierten wir Positionen, in deren Bereich mehrere Ortungen über mehrere Stunden bei Dunkelheit vorlagen. Auf den Zugkarten haben wir für jede Einzelortung in Klammern die LC angegeben. Wenn der Vogel in einem kleinen Bereich innerhalb kurzer Zeit mehrfach geortet wurde, ist nur die genaueste Ortung dargestellt und mit einem „+“ nach der LC-Angabe gekennzeichnet. Alle Zeitangaben beziehen sich auf die koordinierte Weltzeit UTC (UTC+1 = MEZ). Die Berechnung von Zugstrecken erfolgte durch direkte Verbindung der wesentlichen Ortungspunkte. Alle Entfernungswerte stellen deshalb stets Minimalangaben dar. Die tatsächlich zurückgelegten Strecken können erheblich größer sein. In der Regel werden für die Berechnungen nur LC 1 bis 3 Lokalisationen verwendet. Ausnahmsweise wird auch auf solche der LC 0 zurückgegriffen, wenn deren Exaktheit durch weitere Ortungen in der Nähe gestützt wird. Liegen für die Berechnung von Tagesleistungen keine Ortungen an Übernachtungsplätzen vor, werden Zeitdifferenzen auf der Basis eines durchschnittlich siebenstündigen Zugtages berechnet. Die Abschätzung, wie viele Stunden ein Rotmilan täglich im Mittel zieht, erfolgte anhand der tageszeitlichen Verteilung ziehender Rotmilane nach Meineke & Gatter (1982) und Hellmann (1990).

Um die Situation der Rotmilane in den Winterquartieren (Habitat, Nahrungsgrundlagen, Gefährdungspotentiale und allgemeinen Lebensbedingungen) kennenzulernen und einschätzen zu können, unternahmen Juliane und Thomas Pfeiffer in der Zeit vom 16.12. bis zum 21.12.2002 eine Exkursion nach Nordspanien. Dabei wurden die Überwinterungsgebiete und die bekannten Übernachtungsstellen der im Jahr 2002 besenderten Rotmilane aufgesucht.

Die von uns verwendeten Karten wurden freundlicherweise vom Eros Data Center des United States Geological Survey zur Verfügung gestellt und basieren auf von der National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) bereitgestellten Daten.

3. Ergebnisse

Bei der Auswertung der Daten beschränken wir uns auf eine Beschreibung der Einzelfälle, da aufgrund der geringen Fallzahl eine statistische Auswertung nur bedingt Rückschlüsse auf die Gesamtpopulation zulassen würde.

Insgesamt wurden die neun untersuchten Rotmilane 5118-mal von überfliegenden Satelliten registriert. 2686 Feststellungen lieferten dabei konkrete Koordinatenangaben. Ortungen mit hoher Genauigkeit (LC 1 bis 3) waren selten. Die prozentuale Verteilung der einzelnen Ortungen auf die verschiedenen LC ist in Tab. 4 dargestellt. Der Vergleich stationärer Tests in Deutschland und Tests der selben PTTs in den USA zeigt, dass die Telemetrie-Ergebnisse ähnlich wie die Testortungen in Deutschland verteilt sind, in den USA aber der prozentuale Anteil an genaueren Ortungen höher ist.

Wegen der Abhängigkeit der Sender von Solarenergie unterliegt die Ortungshäufigkeit großen jahreszeitlichen Schwankungen (Abb. 1). Fünf Sechstel der in die Aus-

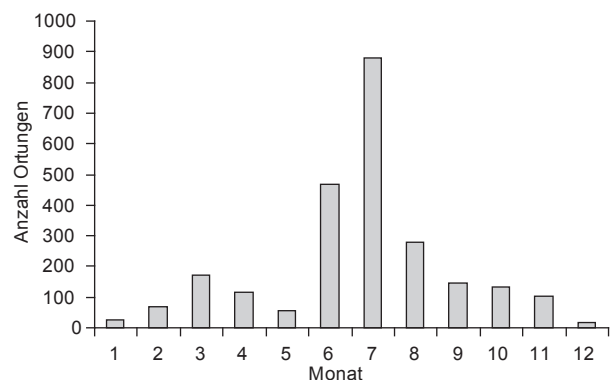


Abb. 1: Ortungshäufigkeit je Monat. Berücksichtigt wurden nur zusammenhängende Zeiträume von 12 Monaten, in denen die Sender aktiv waren und mit gleicher Programmierung sendeten - *No. of fixes per month.*

Tab. 4: Verteilung der Ortungen auf die verschiedenen Genauigkeitsklassen und Vergleich mit Tests in Deutschland und in den USA. – *Distribution of the fixes to the different accuracy classifications and a comparison between tests in Germany and the USA.*

Location class (LC)	Ortungen besonderer Rotmilane <i>Fixes of Red Kites with transmitters</i> (n=5118)	Testortungen in Deutschland <i>Test fixes in Germany</i> (n =752)	Testortungen in den USA <i>Test fixes in USA</i> (n=254)
Z	47,5 %	51,5 %	19,3 %
B	24,6 %	25,7 %	12,6 %
A	11,4 %	14,2 %	9,8 %
0	13,4 %	4,4 %	26,0 %
1	2,1 %	2,5 %	17,7 %
2	0,9 %	0,9 %	11,0 %
3	0,2 %	0,8 %	3,6 %

wertung eingeflossenen „Rotmilanjahre“ stammen von Weibchen. Da bei brütenden Vögeln die Solarfläche des PTs durch die Flügel abgedeckt ist, steht in diesem Zeitraum trotz hohen Sonnenstandes nicht genügend Energie zum Senden zur Verfügung. Deshalb wurden im April und vor allem im Mai deutlich weniger Ortungen registriert. Am besten werden die Sender bei fliegenden Vögeln mit Energie versorgt, also in Zeiten der intensiven Nahrungssuche während der Jungenaufzucht und auf dem Zug. Aus den Monaten Dezember und Januar liegen nur wenige Ortungen vor, die alle aus Spanien stammen. Von einem im Brutgebiet überwinternden Rotmilan waren in diesen Monaten überhaupt keine Signale zu empfangen.

Tabelle 5 zeigt, welcher Sender an welchem Tage angebracht wurde, die erste und die letzte Ortung des jeweiligen Rotmilans, die Dauer der Telemetrierung in Tagen und die Anzahl der dabei erhaltenen Ortungen in den verschiedenen Genauigkeitsklassen.

Im Jahr 2002 wurden zunächst von einer Rotmilanfamilie das Männchen und zwei seiner Jungvögel (das älteste und das jüngste von drei Nestgeschwistern) besendert. Insbesondere interessierte hier die Frage-

stellung, ob einzelne Familienmitglieder noch auf dem Zug und eventuell im Winterquartier zusammenhalten. Bis Ende Juli konnten alle drei Jungvögel regelmäßig im unmittelbaren Bereich des Brutgehölzes angetroffen werden. Sie waren noch recht inaktiv und ließen sich hauptsächlich von den Eltern versorgen. Deshalb liegen aus diesem Zeitraum auch nur Ortungen des Männchens vor. Der Sender des ältesten Jungvogels meldete sich erst ab dem 31. Juli und der des jüngsten Nestgeschwisters ab dem 21. August.

3.1 Rotmilan 1 (Jungvogel, ältestes Nestgeschwister)
Als erstes der drei besenderten Familienmitglieder begann der älteste Jungvogel bereits sehr zeitig am 22. August 2002 mit dem Wegzug. Der Zugverlauf konnte bei diesem Vogel recht genau bis ins Überwinterungsgebiet in Spanien verfolgt werden (Abb. 2). Die erste Ortung erfolgte knapp 30 km südwestlich vom Horststandort um 8:20 Uhr UTC. Nachfolgend werden wichtige Zugereignisse aufgelistet:

- Überquerung des Mittelgebirges „Thüringer Wald“.
- Erste Übernachtung in der Nähe von Bad Kissingen, etwas mehr als 130 km vom Geburtsort entfernt.

Lfd.Nr. des Vogels <i>Bird No.</i>	Tag der Besenderung <i>Date transmitter fitted</i>	Erste Ortung – <i>First fix</i>	Letzte Ortung <i>Last fix</i>	Dauer in Tagen <i>No. of days</i>	Anzahl der Ortungen je LC <i>No. of fixes per LC</i>							
					Σ	Z	B	A	0	1	2	3
1	16.06.02	31.07.02	28.01.03	227	281	156	78	25	15	3	3	1
2	16.06.02	21.08.02	27.02.03	257	94	48	17	14	9	4	2	0
3	08.06.02	09.06.02	31.03.03	297	355	237	85	24	9	0	0	0
4	16.06.02	16.06.02	29.08.03	440	343	193	74	29	28	11	6	2
5	10.07.03	14.07.03	18.09.03	67	307	93	86	48	64	12	3	1
6	19.06.04	20.06.04	24.06.06	736	586	296	134	55	73	20	8	0
7	26.06.04	26.06.04	20.12.08	1639	2465	1097	597	317	381	45	22	6
8	18.06.04	20.06.04	05.09.04	80	216	89	60	16	47	3	0	1
9	19.06.05	19.06.05	27.02.06	254	471	223	126	55	58	7	2	0

Tab. 5: Sender-Lebensdauer und Anzahl der Ortungen je Sender. – *Transmitter life and number of fixes per transmitter.*



Abb. 2: Wegzug des Rotmilans 1. – *Autumn migration of the Red Kite 1.*

- Vom 24.8. bis 14.9.02 Aufenthalt im Gebiet um Tauberbischofsheim (N 49° 37'; E 9° 40').
- Am 15.9.02 Fortsetzung des Zuges in der bisherigen Richtung.
- Übernachtung 15./16.9.02 nach etwa 140 km zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb.
- Am 16.9.02 erreicht er die Schweiz, wo er mindestens eine Woche im Schweizer Mittelland verweilt.
- Am 28.9.02 überfliegt er das Zentralmassiv in Frankreich.
- Übernachtung 30.9./1.10.02 an der Nordseite der Hochpyrenäen bei Lannemezan.
- Am 6.10.02 Überquerung der Pyrenäen im Bereich des niedrigeren Westteils.
- Am 11.10.02 erste Ortung aus dem Winterquartier im Norden der nordspanischen Provinz Burgos, wo er sich in der Folgezeit aufhält.
- Am 28.1.03 wird das letzte Signal von diesem Vogel empfangen. Er befindet sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im Überwinterungsgebiet.

Angaben zur Zugdauer und der mindestens zurückgelegten Strecke sind Tab. 6 zu entnehmen. Das Winterquartier ist eine von Bergketten begrenzte 600-700 m hoch gelegene Ebene, die landwirtschaftlich meist extensiv genutzt wird. Aussagen über die Ausdehnung dieses Gebietes sind nur eingeschränkt möglich, da von 50 Ortungen in diesem Bereich nur zwei die LC 1 und besser aufwiesen. So lag eine sehr genaue Ortung (LC 3) vom 24. November (N 42° 40' 52", W 3° 29' 31") nur 6,5 ± 3,5 km entfernt von einer Position am 14. Januar (N 42° 39' 32", W 3° 25' 8") der LC 1.



Abb. 3: Wegzug des Rotmilans 2. – *Autumn migration of the Red Kite 2.*

3.2 Rotmilan 2 (Jungvogel, jüngstes Nestgeschwister)

Der jüngere Jungvogel blieb über einen Monat länger als sein Nestgeschwister bis mindestens zum 1. Oktober 2002 in der weiteren Umgebung des Geburtsortes. Auch er zog über Frankreich bis nach Spanien. Allerdings war sein Zug direkter nach Südwest gerichtet ohne den Umweg über die Schweiz. Sein Sender war aus Kostengründen so programmiert, dass nach 12 Stunden Sendebetrieb 48 Stunden der Inaktivität folgten. Der Zugweg (Abb. 3) ist deshalb deutlich gröber dokumentiert als beim älteren Jungvogel. Nachdem er die Pyrenäen ebenfalls in der Nähe des Atlantiks überquert hatte, flog er am Winterquartier seines Geschwisters vorbei bis etwa 50 km südwestlich von Valladolid. Hier wurde er am 6.11.02 zum letzten Mal geortet. Ein einzelnes Signal nach fast vier Monaten am 27. Februar 2003 mit LC Z lässt keine Rückschlüsse zu, weder auf den Standort, noch ob der Vogel zu diesem Zeitpunkt noch lebte.

Eine Abschätzung der pro Zugtag zurückgelegten Strecke ist nur möglich, wenn ausreichend genaue Ortungen (LC 1, 2 oder 3) vorliegen. Da diese (auch bei den anderen telemetrierten Milanen) nur in geringer Zahl vorhanden sind, wird für Teilabschnitte, die zwischen solchen Ortungen liegen, die durchschnittliche Tagesleistung berechnet. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Den Übernachtungsplatz vom 1./2.11.02 (Tab. 8 - A) suchten wir sieben Wochen später auf und fanden hier einen Schlafplatz mit etwa 30 übernachtenden Rotmilanen in einer Pappelreihe am Rande einer Rinderan-

lage. In der Nähe befand sich eine Mülldeponie, die bereits zum größten Teil abgedeckt war und durch eine moderne Recycling-Anlage ersetzt wurde. Die Restfläche der Deponie nutzten die Milane intensiv zum Jagen. In Spanien sind Mülldeponien bevorzugte Flächen für den Nahrungserwerb der überwinternden Rotmilane. Ihre zunehmende Beseitigung führt zu einer deutlichen Verschlechterung der Nahrungssituation und damit zur Verringerung der Überlebenschancen dieser Vögel (Hiraldo et al. 1995).

Auch in der Nähe der letzten Ortung konnten wir am 18. Dezember 2002 einen mit 43 Rotmilanen besetzten Schlafplatz auffinden (Tab. 8 - B), der sich ebenfalls in einer Pappelreihe entlang eines Bachlaufes befand.

3.3 Rotmilan 3 (Männchen, Elternteil von Nr. 1 und 2)

Der Sender dieses Männchens lieferte nur wenige auswertbare Daten. Bis mindestens zum 8. Oktober hielt sich der Vogel in der Umgebung seines Brutgebietes auf. Danach gab es erst wieder zwei Ortungen vom 15. und 18. Februar 2003 aus Zentralfrankreich. Bis zum 31. März 2003 konnten noch einzelne Signale des PTTs empfangen werden, die aber keine Positionsbestimmung ermöglichten. Auf jeden Fall kehrte er nicht in sein vorjähriges Brutrevier zurück. Dieses war im folgenden Frühjahr von einem einzelnen Rotmilan besetzt (vermutlich das Weibchen vom Vorjahr), der zunächst alle Artgenossen aus dem Gehölz vertrieb. Erst ab Ende April wurde ein weiterer Rotmilan geduldet, der weder beringt, noch besendert war. Erst Ende Mai konnte ein Vogel auf dem Horst brütend angetroffen werden. Diese späte Brut verlief aber nicht erfolgreich.

3.4 Rotmilan 4 (Männchen)

Mit dem vierten Rotmilan, der 2002 besendert wurde, konnte erstmals ein adulter Rotmilan sowohl auf dem Wegzug als auch auf dem Heimzug telemetriert werden. Allerdings lagen bei seinem PTT die programmierten Sendeintervalle (12 Stunden aktiv, 3 Tage Pause) noch weiter auseinander als bei dem zweiten Jungvogel. Der genaue Wegzugstermin ist nicht bekannt. Die Überwinterung erfolgte ebenfalls in Nordspanien, jedoch noch weiter westlich als die der beiden Jungvögel, nahe der portugiesischen Grenze (Abb. 4). Dieses Gebiet wurde größtenteils extensiv landwirtschaftlich genutzt. Kuhhirten trieben ihre Herden über die Fluren, wobei die wenigen kleinen Feldstücke durch Steinmauern geschützt waren.

Dieser Rotmilan konnte im Laufe des Winters an vier verschiedenen Schlafplätzen (Tab. 8 C bis F) geortet werden, zwischen denen er teilweise auch mehrfach wechselte. Am 20. Dezember 2002 suchten wir zwei dieser Schlafplätze auf, die 19 km voneinander entfernt lagen. Da recht genaue Ortungen (LC 3) vorlagen, ließen sie sich gut finden. Am Schlafplatz C übernachteten



Abb. 4: Weg- und Heimzug des Rotmilans 4. – *Autumn and spring migration of the Red Kite 4.*

mindestens 70 Rotmilane, am Platz D waren es über 100. Ein dritter Schlafplatz (E) war weitere $12 \pm 1,5$ km entfernt. Am Tag wurden zur Nahrungssuche teils größere Strecken zurückgelegt. Am 7. Dezember befand sich der Vogel am Morgen noch am bekannten Schlafplatz (LC 1). 4,5 Stunden später wurde er 16 ± 4 km nördlich davon geortet (LC 2). Der größte Abstand zweier genauen Ortungen (zweimal LC 2) in diesem Überwinterungsgebiet betrug 38 ± 2 km. Ab dem 28.1. hielt sich das Männchen in einem anderen Gebiet etwa 75 km nordöstlich vom Zentrum des ersten Winterquartiers auf. Hier konnte es mehrfach an stets demselben vierten Schlafplatz (F) nachgewiesen werden. Die größte festgestellte Entfernung einer Ortung vom Schlafplatz lag in diesem Gebiet bei 17 ± 4 km.

Die letzte Feststellung aus dem Winterquartier erfolgte am 21. Februar 2002. Eine Woche danach wurde der Milan mehrfach an einem Übernachtungsplatz in Frankreich geortet. Drei Nächte später gab es ebenfalls eine Ortung zur Nachtzeit. Aus der daraus abschätzbaren Zuggeschwindigkeit war die Ankunft im Brutrevier ab dem 5. März zu erwarten. An diesem und auch dem Folgetag konnten jedoch nur fremde Rotmilane in der Umgebung des Horststandortes beobachtet werden. Erst am 7. März gegen 15 Uhr wurde der besenderte Vogel am vorjährigen Horst gesehen. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte auch die erste Ortung im Brutgebiet. Bei seinem Eintreffen am Horst rief das Männchen laut, aber ein Weibchen war noch nicht da und auch an den folgenden Tagen bis zum 14. März nicht feststellbar. Erst am 19. März konnten zwei Rotmilane mit typischem

Balzverhalten beobachtet werden. Das Paar zog dann in einem neuen Horst, etwa 700 m vom Vorjahreshorst entfernt, erfolgreich zwei Jungvögel auf. Am 29. August 2003 wurde das letzte Signal des PTTs empfangen. Dieser Rotmilan konnte bereits ab August nicht mehr beobachtet werden und im Folgejahr war das Revier mit einem anderen Männchen besetzt. Es ist davon auszugehen, dass der Rotmilan im Brutgebiet umgekommen ist.

3.5 Rotmilan 5 (Weibchen)

Im Jahr 2003 besenderten wir nur einen Rotmilan. Dieses Weibchen zog gemeinsam mit einem ebenfalls dreijährigen Männchen erfolgreich die Jungvögel auf. Das Männchen wurde auch gefangen und mit Flügelmarken gekennzeichnet. Der Sender lieferte anfänglich relativ viele genauere Ortungen. Ab dem 19. September fiel er jedoch nach nur zehn Wochen vollständig aus. In der Zeit vom 15. Juli bis 28. August lagen alle 17 Ortungen der LC 1 und besser bis maximal 12 ± 3 km vom Horststandort entfernt. Das Weibchen hielt sich dabei meistens über den Ackerflächen nördlich des Brutgehölzes auf.

Der Vogel konnte weiterhin mit dem ordnungsgemäß sitzenden Sender beobachtet werden und brütet seitdem jedes Jahr erfolgreich. Bis mindestens zum Jahr 2007 erfolgte die Brut stets mit demselben Partner. Da dieser während der Brutsaison 2007 erst die eine und dann auch die zweite Flügelmarke verlor, war die Partnertreue ab 2008 nicht mehr nachweisbar. Trotz des ausgefallenen PTTs konnten aufgrund der individuellen Markierung der beiden Rotmilane interessante Beobachtungsergebnisse erzielt werden. Nachdem das Paar 2004 im selben Gehölz wie im Vorjahr gebrütet hatte, war dieser Horst 2005 von einem anderen Paar besetzt. Das besenderte Weibchen übernachtete allein in einem 2 km entfernten Feldgehölz. Sein Männchen mit den Flügelmarken kehrte erst Mitte April aus dem Winterquartier zurück und beide brüteten erfolgreich (drei Jungvögel) in diesem Gehölz mit etwa einem Monat Verspätung. Seitdem (mindestens bis zum Jahr 2009) wurde stets an dem neuen Standort gebrütet. Ohne die individuelle Erkennbarkeit der Rotmilane wäre die Verdrängung aus dem ursprünglichen Brutgehölz nicht bemerkt worden.

3.6 Rotmilan 6 (Weibchen)

Im Jahr 2004 wurden drei weitere Rotmilane mit PTTs markiert. Das Weibchen Nr. 6 konnte im Sommer 2006 erneut gefangen werden. Es hatte in beiden Jahren nach der Besenderung erfolgreich gebrütet. Da der Sender nur im ersten Jahr auswertbare Daten vom Wegzug nach Spanien geliefert hatte und später nur noch Ortungen in den Sommermonaten stattfanden, wurde er entfernt. Dabei erfolgte eine Untersuchung des Vogels, um festzustellen, ob durch den PTT und seine Befestigung Schäden entstanden waren. Insbesondere wurden das Gefieder und die Hautpartien, an denen die Teflon-



Abb. 5: Wegzug des Rotmilans 6 im Herbst 2004. – *Autumn migration of the Red Kite 6 in 2004.*

Befestigungsbänder entlang führten, nach Scheuerstellen oder anderen Veränderungen abgesucht. Es konnten jedoch keine durch das zweijährige Tragen des Senders entstandenen Beeinträchtigungen erkannt werden.

Der Herbstzug 2004 (Abb. 5) weist als Besonderheit auf, dass dieses Weibchen direkt die Hochpyrenäen überquert hat und nicht die niedrigeren Gebirgsteile im Westen, wie die anderen untersuchten Vögel. Das Überwinterungsgebiet befand sich unmittelbar am Fuß der Südseite der Pyrenäen.

3.7 Rotmilane 7 und 8 (Brutpaar)

Neben obigem Weibchen gelang es im Jahr 2004 außerdem, beide Partner eines Rotmilan-Brutpaares zu besendern. Sie zogen drei Junge auf, die alle flügge wurden. Um die Altvögel bei der Beobachtung im Brutrevier unterscheiden zu können, erhielt das Weibchen zusätzlich Flügelmarken. Das Männchen konnte bereits nach 80 Tagen nicht mehr geortet werden. Auch die Beobachtung des Vogels gelang nicht mehr und das Weibchen war im Folgejahr mit einem anderen Männchen verpaart. Wir gehen davon aus, dass das Sender-Männchen im Brutgebiet umgekommen ist.

Das Weibchen hingegen konnte über fünf Winterperioden verfolgt werden (Abb. 6–9, Tab.6). Erstmals gelang es hier, für ein einzelnes Individuum ganz unterschiedliche Verhaltensweisen in verschiedenen Wintern nachzuweisen. In den Wintern 2004/05 und 2005/06 suchte es jeweils dasselbe Gebiet in Südspanien auf und zeigte damit Winterortstreu. Auf dem Herbstzug 2004 legte der Milan dabei mindestens 2320 km zurück – die längste Zugstrecke, die bisher teleme-



Abb. 6: Weg- und Heimzug des Rotmilans 7 in der Zugperiode 2004/2005. – *Autumn and spring migration of the Red Kite 7 in the migration periods 2004/2005.*



Abb. 7: Weg- und Heimzug des Rotmilans 7 in der Zugperiode 2005/2006. – *Autumn and spring migration of the Red Kite 7 in the migration periods 2005/2006.*

triert werden konnte. Dafür benötigte er etwa vier Wochen (27–29 Tage). Pro Tag flog der Rotmilan also im Durchschnitt reichlich 80 km.

2006/07 überwinterte er bereits in Nordspanien und verkürzte die Zugstrecke damit um fast ein Drittel. Neben dem Winterortswechsel gegenüber den beiden Vorjahren konnte für diesen Vogel auch ein Wechsel des Winterquartiers innerhalb einer Saison festgestellt werden. Am 23. Dezember 2007 zog er in ein etwa 130–140 km weiter westlich gelegenes Gebiet um.

Im Winter 2007/08 blieb das Weibchen im Brutgebiet und konnte regelmäßig in der unmittelbaren Horstumgebung beobachtet werden, die es auch zum Schlafen nutzte. Ein in 8 km Entfernung bestehender Rotmilanschlafplatz mit 50 Milanen im Herbst und noch sieben Vögeln im Januar wurde offensichtlich nicht genutzt. Häufig schlief in seiner Nähe noch ein zweiter Rotmilan. Bis Ende Dezember war dies der Partner der letzten Brutsaison (individuell markiert). Ab Ende Januar war ein anderer Rotmilan da, der an einer abgebrochenen Handschwinge bis zur Mauser im Mai gut erkennbar war. Er wurde der Partner in der folgenden Brutsaison.

Nach der erfolgreichen Überwinterung im Brutgebiet zog das Weibchen im Herbst 2008 jedoch schon eine Woche früher als in den Jahren 2004–2006 wieder in ein weiteres neues Winterquartier in Westspanien. Nachdem ab Anfang Dezember die Ortungen nur noch unverändert aus einem sehr kleinen Bereich kamen, vermuteten wir den Tod des Vogels. Auf der Basis der letzten Koordinaten konnte am 21.12.08 tatsächlich

der Kadaver des Tieres von Vicente López aus Spanien gefunden werden. Die genaue Todesursache wird noch durch die spanischen Behörden untersucht. Der Finder vermutet, dass der Vogel angeschossen wurde und an den Folgen umkam.

Dieses Weibchen brütete in jedem der fünf Jahre, die es telemetriert wurde, im selben Revier auf insgesamt drei verschiedenen Horsten, die bis zu 1,4 km auseinander lagen. Nachweislich hatte es in dieser Zeit mindestens vier verschiedene Männchen als Brutpartner. Drei der fünf Bruten verliefen erfolgreich.

3.8 Rotmilan 9 (Weibchen)

Im Jahr 2005 wurde ein weiteres Weibchen besendert. Bis zum 7. November 2005 war es noch nicht weggezogen und hielt sich in der näheren Umgebung des Brutplatzes auf. Danach konnte nur noch am 27. Februar 2006 ein einzelnes Signal (LC Z) empfangen werden, das keine klare Interpretation zulässt. Im Frühjahr 2006 war keine Beobachtung des Vogels mehr möglich, sodass von seinem Tod auszugehen ist.

4. Diskussion

4.1 Methodendiskussion

Die Methode der ST auf der Basis von solarbetriebenen Sendern, die mittels Dopplereffekt geortet werden, bietet die Möglichkeit, genügend große Vögel über einen längeren Zeitraum zu verfolgen. Für kleinräumige Untersuchungen ist die Genauigkeit der Positionsbestimmung nicht ausreichend. Um Aussagen über den Zug-

Tab. 6: Wichtige Zugdaten für alle untersuchten Zugperioden. – *Important migration data for all periods studied.*

Zugperiode lfd. Nr. des Rotmilans <i>Migration period and No. of the Red Kite</i>	Wegzug vom Brutgebiet <i>Departure from breeding area</i>	Ankunft Winterquartier <i>Arrival in winter quarters</i>	Wegzug- dauer in Tagen <i>Duration of autumn migration in days</i>	Abzug vom Winter- quartier <i>Departure from winter quarters</i>	Ankunft Brutgebiet <i>Arrival in breeding area</i>	Heimzug- dauer in Tagen <i>Duration of spring migration in days</i>	Zugentfer- nung in km <i>Migration distance in km</i>
2002/2003 1	22.08.02	7.-11.10.02 ¹ (7.10.02) ²	47-51 (47)	-	-	-	1580
2002/2003 2	2.- 8.10.02 (8.10.02)	2.-6.11.02 (2.11.02)	26-36 (26)	-	-	-	1720
2002/2003 4	5.9.-11.10.02 (7.10.02)	23.-26.10.02 (24.10.02)	13-52 (18)	22.-27.2.03 (26.2.03)	7.3.03	9-14 (10)	Weg: 1700 Heim:1640
2004/2005 6	11.10.04	21.-22.10.04 (21.10.04)	11-12 (11)	?	?	?	1450
2004/2005 7	11.10.04	6.-8.11.04 (7.11.04)	27-29 (28)	18.2.05	11.-12.3.05 (12.3.05)	21-22 (22)	Weg: 2320 Heim:2070
2005/2006 7	20.9.-11.10.05 (10.10.05)	?	?	16.-27.2.06 (26.2.06)	10.-11.3.06 (11.3.06)	12-24 (14)	2070
2006/2007 7	10.10.06	21.-29.10.06 (24.10.06)	12-20 (15)	22.-26.2.07 (25.2.07)	5.-6.3.07 (5.3.07)	8-13 (9)	Weg: 1560 Heim:1740
2007/2008 7	Überwintert im Brutgebiet	-	-	-	-	-	0
2008 7	3.10.08	23.-29.10.08 (23.10.08)	21-27 (21)	-	-	-	1860

¹ - Werden Zeitspannen angegeben, ist ein Datum nicht genau bekannt und die tatsächliche Zeit liegt innerhalb des angegebenen Bereiches. – *Where a time frame is shown the exact date is unknown and lies within the dates given.*

² - Die in Klammern angegebenen Werte sind Abschätzungen der tatsächlichen Wegzug-, Ankunftsstermine oder der Zugdauer, die durch Hochrechnung aus den vorhergehenden oder nachfolgenden Streckenabschnitten und Ortungen entstanden sind. – *The figures in brackets are estimates of the actual values. The figures in brackets are estimates of the actual departure on migration, arrival or duration of migration. The values are derived from an extrapolation of the previous or subsequent migration flight distances and fixes taken.*

**Abb. 8:** Weg- und Heimzug des Rotmilans 7 in der Zugperiode 2006/2007. – *Autumn and spring migration of the Red Kite 7 in the migration periods 2006/2007.***Abb. 9:** Wegzug des Rotmilans 7 im Herbst 2008. – *Autumn migration of the Red Kite 7 in 2008.*

Tab. 7: Berechnung durchschnittlicher Tagesstrecken (Mindestwerte) auf dem Zug; von / bis: ausreichend genaue Ortungen auf dem Zug mit Datum, Uhrzeit und LC; + = weitere Ortungen in der Nähe; Ü = Übernachtungen. – *Calculation of average daily flight distances during migration; from/to: adequately accurate fix during migration with date, time and LC; + = more fixes nearby; Ü = overnight stops.*

Rotmilan- Nummer – Red Kite No.	von (LC) from (LC)	bis (LC) to (LC)	Entfernung in km – Distance in km	Dauer in Tagen Duration in days	durchschn. Strecke in km pro Tag – Average daily flight in km
2	20.10.02 20:09 (2)	01.11.02 23:00 (1)	720	12	60
4	Ü 19./20.10.02 (1+)	Ü 22./23.10.02 (0+)	300	3	ca. 100
7	20.2.05 12:10 (1)	10.03.05 12:53 (1)	1300	18,1	72
7	26.2.07 13:15 (0+)	4.3.07 14:34 (3)	1400	8,2	ca. 170
7	5.10.08 11:05 (1)	17.10.08 13:57 (2)	940	12,4	76
7	5.10.08 11:05 (1)	7.10.08 10:36 (1)	102	1,9	54
7	7.10.08 10:36 (1)	8.10.08 11:57 (1)	117	1,2	ca. 98
7	8.10.08 11:57 (1)	12.10.08 13:10 (1)	300	4,2	71
7	12.10.08 13:10 (1)	14.10.08 14:28 (2)	181	2,2	82
7	14.10.08 14:28 (2)	17.10.08 13:57 (2)	240	2,9	83

Tab. 8: Übersicht der in den Winterquartieren ermittelten Übernachtungsplätze. – *Overview of the night roosts recorded in winter quarters.*

Übernach- tungsplatz Night roost	Rotmilan- Nummer Red Kite No.	Provinz in Spanien Spanish province	Breite N Latitude N	Länge W Longitude W	Genauig- keit Precision	Aufenthalts- Zeitraum Duration of stay
A	2	Valladolid	41° 41' 21"	4° 46' 40"	exakt	1./2.11.02
B	2	Valladolid	41° 21' 32"	5° 9' 26"	exakt	6./7.11.02
C	4	Zamora	41° 45' 1"	6° 4' 3"	exakt	5.-13.11.02
D	4	Zamora	41° 44' 4"	6° 17' 5"	exakt	30.10.-7.12.02
E	4	Zamora	41° 38' 39"	6° 0' 54"	LC 2	9./10.11.02
F	4	León	42° 13' 1"	5° 39' 36"	LC 2	31.1.-15.2.03
G	6	Zaragoza	42° 10' 19"	1° 10' 12"	LC 2	22.10.-4.12.04

verlauf und den Aufenthalt im Überwinterungsgebiet zu erlangen, ist sie jedoch geeignet und liefert gegenüber herkömmlichen Methoden, wie Ringfunden aber auch Ableseungen von Flügelmarken, ein Vielfaches an Angaben über die räumlichen und zeitlichen Bewegungen der besenderten Vögel. Problematisch ist noch die Energieversorgung der PTs. Durch die Solarzellen wird gegenüber batteriebetriebenen Sendern zwar eine wesentlich längere Lebensdauer erreicht, aber durch die Abhängigkeit vom Lichteinfall reicht in den Wintermonaten mit kurzer Tageshelligkeit und flachem Sonnenstand die Energieversorgung oft nicht aus, wodurch längere Lücken in den Ortungen entstehen. Dieses Problem verschärft sich, je weiter nördlich der Vogel den Winter verbringt.

Vergleicht man die Präzision der in den USA erhaltenen Positionsdaten mit denen aus Europa (Tab. 4), fällt auf, dass in den USA wesentlich mehr genauere Ortungen erfolgten. Dieses Phänomen ist bekannt und wird derzeit untersucht. Verantwortlich sind möglicherweise Störstrahlungen im gesamten Argos-Frequenzbereich, durch die schwächere Sendersignale unter-

drückt werden. Diese Interferenzen treten vor allem in Mitteleuropa und im Mittelmeergebiet, aber auch in China, der Mongolei und in Japan auf. Die Quellen dieser Störungen sind nicht bekannt (Howey 2005; Gros & Malarde 2006).

Für die untersuchten Rotmilane stellt das Tragen des Senders eine gewisse physiologische Belastung dar. Nach den Erfahrungen der Autoren führt das jedoch nicht zu einer erkennbaren Beeinträchtigung. Als Beispiel für das langjährige Tragen eines PTs bei gleichzeitig jährlich erfolgreicher Jungenaufzucht sei der inzwischen (Sommer 2009) neunjährige Rotmilan 5 genannt. In den sieben abgeschlossenen Brutperioden, die er bereits den Sender trägt, brachte er jedes Jahr zwei oder drei Jungvögel zum Ausfliegen.

4.2 Herbstzug

Der Herbstzug begann meistens in der zweiten Oktoberwoche. Dieser Zeitpunkt liegt im Bereich des aus Zugbeobachtungen bekannten Haupt-Wegzugzeitraumes mitteleuropäischer Rotmilane (Ortlieb 1989; Hellmann 1990; Gottschalk 1995). Abweichend davon

zog ein junger Milan bereits am 23. August in Richtung SSW ab. Aus der Auswertung von Ringfunden ist bekannt, dass Jungvögel sich schon im August in größerer Entfernung vom Geburtsort befinden können (Schönfeld 1984; Glutz von Blotzheim et al. 1989). Auch die Durchzugsbeobachtungen im schwedischen Falsterbo (Kjellen 1992, 1994) und in der Schwäbischen Alb (Gatter 2000) ergaben ein im Mittel früheres Wegziehen der Jungvögel im Vergleich zu den Altvögeln. Nachtigall (2008) konnte für mit Flügelmarken gekennzeichnete junge Rotmilane nachweisen, dass ein Vogel bereits am 14. August 107 km in westlicher Richtung vom Geburtsort entfernt war und ein anderer sich am 22.9. in nur 3 km Entfernung vom Geburtsort aufhielt. Es ist also nicht ungewöhnlich, dass junge Rotmilane einerseits sehr zeitig mit dem Abzug beginnen können, andererseits auch bis zur typischen Wegzugzeit der älteren Rotmilane in der Nähe des Geburtsortes bleiben. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen darüber hinaus, dass dieses unterschiedliche Verhalten auch von Jungvögeln aus dem gleichen Horst praktiziert werden kann.

In einem Projekt der Hessischen Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V. wurden im Jahr 2007 ein junger Rotmilan und 2008 vier Altvögel mit Satellitensendern ausgestattet. Der Jungvogel war am 22.9.07 bereits abgezogen, die Altvögel begannen den Wegzug in der Zeit vom 4. bis 13.10.08 (Gelpke 2009). Diese Daten aus dem nur rund 140 km entfernten Untersuchungsgebiet in Hessen stimmen sehr gut mit den eigenen Ergebnissen überein.

Im Jahr 2007 wurden auch in Frankreich in der Region Franche-Comté drei junge Rotmilane mit PTTs versehen. Das Projekt verlief aber wenig erfolgreich. Nur ein Vogel konnte während des Wegzuges nach Spanien bis Anfang November 2007 verfolgt werden. Er befand sich bereits Ende August und Anfang September südlich des Geburtsgebietes. Am 18. September begann der eigentliche Abzug durch das Rhone-Tal (Paul 2008). Auch das Verhalten dieses Jungvogels deckt sich weitgehend mit dem des Rotmilans 1.

Die zur gleichen Familie gehörenden Vögel 1,2 und 3 haben ihren Familienzusammenhalt spätestens mit dem Beginn des Wegzuges aufgegeben. Auch Schönfeld (1984) fand bei der Auswertung von Ringfunden zwei Nestgeschwister, die auf ihrem ersten Zug fast zeitgleich gemeldet wurden. Sie befanden sich dabei weit voneinander entfernt. Ein Vogel war im Alter von 160 Tagen in Spanien (1713 km WSW vom Geburtsort), der andere nach 163 Tagen in Frankreich (950 km SW). Ziehende Rotmilane können im Herbst teilweise Trupps von mehr als 50 Exemplaren bilden. Meistens ziehen sie aber in kleineren Trupps mit weniger als 10 Vögeln (Hellmann 1990, Gottschalk 1995, Gatter 2000). Diese Trupps bestehen sicherlich nicht aus Familien, sondern werden wahrscheinlich durch den Zusammenschluss zufällig gemeinsam ziehender Rotmilane gebildet. Die Trennung der Jungvögel von den Eltern und Geschwis-

tern vollzieht sich vermutlich mit dem Beginn der Dismigrationsphase der Jungen, die etwa drei bis vier Wochen nach dem Erlangen der Flugfähigkeit erreicht wird (Bustamante 1993; Nachtigall 2008). Auswertungen von Ringfunden und Ablesungen von Rotmilanen mit Flügelmarken zeigen, dass die Dismigration der Jungvögel meist in einen Sektor zwischen West und Süd gerichtet ist und damit bereits in die Hauptabzugsrichtung weist (Glutz von Blotzheim et al. 1989, Nachtigall 2008). Nur ausnahmsweise fliegen junge Rotmilane in dieser Phase in andere Richtungen. So konnte ein in Thüringen bei Weimar mit Flügelmarken versehener Nestling am 31.8. etwa 130 km weiter östlich abgelesen werden.

Die erste Zugphase des jungen Rotmilans 1 kann folglich auch als Jungvogel-Dismigration interpretiert werden, die später in den Wegzug übergeht. Damit ist auch das dreiwöchige Verweilen vom 24.8. bis 14.9. plausibel. Bei keinem der anderen untersuchten Vögel war eine so lange Zugpause feststellbar.

Für das besenderte Brutpaar (Nr.7 und 8) ließen sich zum Zusammenhalt der Partner auf dem Zug und im Winterquartier keine Aussagen gewinnen, da das Männchen nur bis in den September verfolgt werden konnte. Ein Brutpaar aus dem Hessischen Projekt zog im Herbst 2008 aber offensichtlich getrennt in Richtung Südwest ab (HGON 2009). Auch eigene Beobachtungen an individuell markierten Brutpaaren weisen darauf hin, dass Wegzug und auch die Ankunft im Frühjahr zu unterschiedlichen Terminen erfolgen. Bei einer besenderten Schelladler-Familie (*Aquila clanga*) zogen und überwinterten der Jungvogel und die beiden Eltern ebenfalls getrennt voneinander (Meyburg et al. 2005). Dasselbe gilt für eine Schreiadlerfamilie (*Aquila pomarina*) (Meyburg unveröff.).

Die für die telemetrierten Rotmilane ermittelte Zugrichtung führte in fast allen Fällen südwestlich in relativ direkter Linie über Frankreich bis zu den Pyrenäen. Sie entspricht damit der aus der Beringung bekannten Hauptzugrichtung mitteleuropäischer Rotmilane. Lediglich der zeitig abziehende Jungvogel (Nr.1) flog zunächst mehr in südliche Richtung bis in die Schweiz. Möglicherweise konnte er sich zu dem frühen Zeitpunkt seines Zuges nicht an erfahrenen Artgenossen orientieren. Von der Schweiz flog er dann ebenfalls direkt zu den Pyrenäen. Im Unterschied dazu entfernen sich britischen Vögel in verschiedenen Richtungen vom Horstbereich (Evans et al. 1999; Newton 2008). Über den Zugverlauf der wenigen auf dem Balkan überwinterten Rotmilane (Ortlieb 1989) ist nicht viel bekannt.

Seit 1981 wird der Durchzug in den Pyrenäen im Herbst an verschiedenen Stellen systematisch beobachtet (Urcun & Bried 1998). Dabei wurde ab 1990 ein deutlicher Rückgang der Durchzugszahlen festgestellt. Der Durchzug erfolgt hauptsächlich im Baskenland. In den östlichen und zentralen Pyrenäen wurde nur 1 %

der Durchzügler beobachtet. Dies entspricht den Telemetrieergebnissen: Sechsmal konnte eine Überquerung im Bereich der niedrigeren Westpyrenäen festgestellt werden, einmal flog ein Weibchen direkt über den mittleren Bereich des Gebirges. Der Durchzug im Herbst erfolgte nach Urcun & Bried (1998) von Anfang September bis Mitte November, hauptsächlich während dreier Perioden, Ende September, in der zweiten Oktoberwoche und nach dem 20. Oktober. Die Rotmilane ziehen also später über die Pyrenäen als die meisten anderen Greifvögel. Da es so spät im Jahr oft nicht genügend Thermik gibt, ist das sicher ein Grund dafür, dass die Gebirgskette meist an den westlichen Ausläufern in geringer Höhe überquert wird. Dass die Jungvögel früher durchziehen, konnte nicht festgestellt werden.

Nach der Pyrenäenüberquerung flogen die Sendermilane direkt in ihre hauptsächlich in Nordspanien gelegenen Winterquartiere. Nur das Weibchen 7 zog in den ersten beiden Jahren in einem großen Bogen über Nordwestspanien nach Südwestspanien. Die dabei überflogenen Gebiete sind auch die mit der höchsten Dichte überwinternder Rotmilane (Cardiel 2006). Die Bereiche in Zentralspanien mit weniger Wintergästen wurden umflogen.

Betrachtet man die erste Zugetappe des Jungvogels 1 als Dismigration, benötigten die Milane zwischen 11 und 28 Tage für den eigentlichen Zug ins Winterquartier. Die zurückgelegten Strecken waren dabei abhängig von der Geradlinigkeit des Zugweges und der Lage des Überwinterungsgebietes. Sie schwankten zwischen etwa 1450 und 2320 km. Ein mittels eines gleichen Senders mit Doppler-Ortung telemetriertes ad. Schwarzmilane-Weibchen (*Milvus migrans*) aus demselben Gebiet in Thüringen benötigte für die etwa 6000 km weite Strecke ins Überwinterungsgebiet im südlichen Mauretaniens 2004 28, 2005 16 und 2006 19 Tage (Meyburg unveröff.).

4.3 Überwinterung

Regelmäßige Überwinterungen von Rotmilanen sind inzwischen aus allen Ländern mit bedeutenden Brutvorkommen bekannt. In Schweden, Deutschland und der Schweiz überwintern jeweils etwas mehr als 1000 Exemplare (Hellmann 2002; Schmid & Volet 2004). In Frankreich konnten im Januar 2009 insgesamt über 5100 Individuen gezählt werden (Riols 2009). Die Masse der Rotmilane verbringt den Winter aber, so wie die telemetrierten Rotmilane, auf der iberischen Halbinsel. In Spanien hat sich die Zahl der Wintergäste jedoch drastisch verringert. Konnten auf der Basis einer Zählung im Jahr 1994 noch rund 66.200 - 72.200 ermittelt werden, hatte sich diese Zahl 10 Jahre später auf etwa 35.500 - 36.200 verringert (Cardiel 2006).

Einige Aspekte des Verhaltens der Rotmilane im Winter sind noch wenig erforscht. Über die individuelle Kennzeichnung mit Flügelmarken gelang es bereits für einzelne Milane die Nutzung desselben Gebietes für die

Überwinterung in mindestens zwei Jahren nachzuweisen, ebenso aber gab es auch Individuen, die ihren Überwinterungsort im Folgejahr wechselten (Nachtigall 2008). Das Weibchen Nr. 7 zeigte beide Verhaltensweisen in verschiedenen Wintern. Zusätzlich konnte ein bisher noch nicht nachgewiesener Wechsel des Winterquartiers über 130 km festgestellt werden und in einem Jahr die Überwinterung in Deutschland, unmittelbar im Brutgebiet. Diese große Variabilität des Verhaltens eines einzelnen Vogels in verschiedenen Winterperioden war überraschend. Welche Faktoren für die Auslösung der unterschiedlichen Ereignisse verantwortlich sind, kann anhand dieses Einzelfalls nicht ermittelt werden. Wuttky (1975) hält die Zugänglichkeit von Nahrung für den ausschlaggebenden Grund für das Abziehen oder Verbleiben der Rotmilane des Hakels im Winter. Für das Jahr der Überwinterung von Nr. 7 am Brutplatz trifft dieser Sachverhalt zu. Im Sommer 2007 fand eine Massenvermehrung der Feldmaus (*Microtus arvalis*) statt, sodass im Herbst reichlich Nahrung zur Verfügung stand. Diese war auch erreichbar, da im folgenden Winter keine langanhaltende geschlossene Schneelage auftrat. Allerdings gab es im gleichen Kreisgebiet auch in den Jahren davor und danach, als Nr. 7 nach Spanien zog, einzelne Überwinterer.

Die Berechnung der Winteraktionsräume war aufgrund der zu geringen Zahl an Ortungen mit ausreichender Genauigkeit (LC 1,2, oder 3) nicht möglich. Maximale Abstände zwischen solchen Ortungen lagen für die verschiedenen Winterquartiere zwischen $6,5 \pm 3,5$ km und $38 \pm 3,5$ km. Der kleinere Wert muss jedoch nicht repräsentativ sein, da von dieser Überwinterung überhaupt nur zwei ausreichend genaue Ortungen vorlagen. Sehr große Winter-Aktionsräume, wie möglicherweise bei dem Rotmilan 4, könnten ein Hinweis auf ein geringes Nahrungsangebot sein (Blanco et al. 1990, Nachtigall et al. 2003). Damit wäre auch die Verlagerung des Überwinterungsgebietes ab Januar erklärbar.

Mittels Bodentelemetrie (VHF-Telemetrie) wurden in verschiedenen Ländern Untersuchungen zu Winteraktionsräumen von Rotmilanen durchgeführt. Heredia et al. (1991) ermittelten im Donana Nationalpark in Spanien Flächen von $6,6$ bis $53,5$ km², wobei die spanischen Brutvögel kleinere Räume benötigten als die Wintergäste. Für Jungvögel in England geben Carter & Grice (2000) $19-32$ km² an. In Deutschland im Nordharzvorland konnten Nachtigall et al. (2003) $6,2$ bis 8 km² feststellen. Einen besonders kleinen Winteraktionsraum von nur $0,4$ bzw. $0,8$ km² ermittelte Resetaritz (2006) ebenfalls im Nordharzvorland für ein Brutpaar, das seine Nahrung fast ausschließlich an einer Deponie suchte.

Dass Rotmilane zum Teil verschiedene Schlafplätze innerhalb ihres Überwinterungsgebietes aufsuchen, ist bekannt. Hiraldo et al. (1995) sprechen dabei von einem Schlafplatz-Netzwerk, Hellmann (1996) und

Resetaritz (2006) verwenden den Begriff Schlafgebiet, wobei innerhalb eines Schlafgebietes mehrere Schlafplätze liegen können, die teils wechselnd, teils parallel genutzt werden.

Der Rotmilan 7 zog im Herbst 2007 nicht weg und überwinterte erst mit einem, dann einem anderen Partner im Brutgebiet. Dass Brutpartner auch über den Winter zusammenbleiben können, wenn sie im Brutgebiet bleiben, konnte auch für ein Paar aus dem Nordharzvorland mittels Bodentelemetrie nachgewiesen werden (Nachtigall et al. 2003). Die Vögel nächtigten meist am Brutplatz und schlossen sich nur gelegentlich in der Nähe befindlichen Schlafgemeinschaften an. Auch Hiraldo et al. (1993, 1995) berichten, dass die Brutvögel der spanischen Population im Winter meist einzeln schlafen, während die Wintergäste mehr oder weniger große Schlafgemeinschaften bilden. Die Jungen der spanischen Brutpaare nutzen diese Schlafplätze nur manchmal.

4.4 Frühjahrszug

Der Heimzug erfolgte in der Regel etwas zügiger als der Wegzug. Die wahrscheinliche Zugdauer lag hier zwischen 8 und 22 Tagen. Die Ankunft im Brutgebiet fand zwischen dem 5. und 12. März statt. Analog zum Herbstzug liegen auch diese Daten im Bereich des stärksten Heimzuges im Vortaunus (Gottschalk 1995). Die Routen des Weg- und Heimzuges waren recht ähnlich, aber nicht übereinstimmend.

Im Gegensatz zu den Rotmilanen zog ein ad. Schwarzmilan-Weibchen aus Thüringen in allen drei untersuchten Jahren im Herbst deutlich schneller als im Frühjahr. Der zügigste Wegzug dauerte nur 17 Tage (332 km/Tag). Im Frühjahr hatte der rascheste Heimzug eine Dauer von 33 Tagen (207 km/Tag) auf der rund 6000 km weiten Strecke vom südlichen Mauretanien (Meyburg unveröff.). Auch bei diesem Vogel waren die Routen des Weg- und Heimzuges recht ähnlich, aber nicht übereinstimmend.

Die Frühjahrszugroute 2008 eines ad. Schwarzmilan-Männchens aus Brandenburg, welches in Westafrika überwintert hatte und mittels eines PTTs mit GPS-Ortungen telemetriert wurde, hatte eine Länge von 6890 km. Im Durchschnitt wurden 215 km pro Tag zwischen Abzug und Ankunft zurückgelegt. Rechnet man nur die Zugtage, so liegt der Durchschnitt bei 242 km pro Tag. Die 627 km lange Zugroute in Deutschland wurde in 2 ½ Tagen bewältigt. Die an den einzelnen Tagen zurückgelegten Strecken waren sehr unterschiedlich lang. Die größten Tagesstrecken betragen 554 und 663 km. An drei Tagen, vom 20.3. abends bis 24. 3.08 vormittags rastete der Milan in Marokko und an drei weiteren Tagen legte er jeweils weniger als 100 km zurück, möglicherweise um überwiegend der Nahrungssuche nachzugehen (Meyburg & Meyburg 2009b).

Aebischer (2009) konnte für einen in der Schweiz im Jahr 2004 nestjung mit Satellitensender versehenen

Rotmilan ein unerwartetes Verhalten feststellen. Im Frühjahr 2005 und 2006 flog dieser Vogel nach seiner Rückkehr aus dem Überwinterungsgebiet am Nordrand der Pyrenäen erneut bis zum Winterquartier und noch einmal zurück in die Westschweiz. Auch ein weiterer in der Schweiz besendeter Rotmilan zeigte im Frühjahr 2006 ein ähnliches Verhalten, wobei er allerdings nur in die Nähe des Winterquartiers zurückkehrte. Der Grund für einen solchen Doppelzug im Frühjahr ist unklar.

4.5. Durchschnittliche Tagesleistungen während des Zugs

Die auf dem Zug erreichten durchschnittlichen Tagesstrecken streuen stark (Tab. 7). Sie haben neben der Zugstrecke wesentlichen Einfluss auf die Zugdauer. Mögliche Einflussfaktoren sind hier die Zeitdauer, die pro Tag gezogen wird, die Zugrichtung (Weg- oder Heimzug), das Alter des Vogels und verschiedene meteorologische Faktoren. Gatter (2000) stellte fest, dass der Zug der Rotmilane unter anderem durch unterschiedliche Sichtweite, Bewölkung, Großwetterlage, Windrichtung und -geschwindigkeit beeinflusst wird.

Gottschalk (1995) errechnete auf der Grundlage direkter Beobachtungen über Strecken von 0,8-4,2 km eine theoretische Tagesleistung von 116 km. Er ermittelte bei ziehenden Rotmilanen eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 11,6 km/h (4-20 km/h).

Zum Vergleich seien die durchschnittlichen Tagesstrecken einiger anderer mittelgroßer Greifvögel genannt, die durch ST ermittelt wurden:

Ein Schlangenadler (*Circaetus gallicus*) legte auf einer 4685 km langen Strecke von Frankreich in den Niger täglich durchschnittlich 234 km zurück (Meyburg et al. 1998). Ein Schreiadler aus der Slowakei flog bei mehreren Zügen nach Sambia auf der 8629 km langen Gesamtstrecke im Durchschnitt täglich 174 km (Meyburg et al. 2004b). Zwei junge Schmutzgeier (*Neophron percnopterus*) bewältigten auf der 3572 km langen Strecke von Frankreich nach Mauretanien täglich durchschnittlich 123 km (Meyburg et al. 2004a).

4.6 Verlustursachen

Wenn von einem telemetrierten Vogel dauerhaft keine Signale mehr empfangen werden, können folgende Gründe dafür vorliegen:

1. Der Vogel hat den Sender verloren.
2. Der Sender ist defekt.
3. Der Vogel ist tot.

Dass der Sender verloren geht, ist zwar denkbar, wird von den Autoren innerhalb der ersten Jahre aber als sehr unwahrscheinlich erachtet. Insbesondere Bernd-Ulrich Meyburg verfügt über langjährige Erfahrungen bei der Anbringung von Sendern bei Greifvögeln, die zum Teil über viele Jahre getragen werden. Außerdem neigen Rotmilane im Gegensatz zu einigen anderen

Arten dieser Vogelgruppe nicht dazu, an den sachgemäß angebrachten Befestigungsbändern aus Teflon herumzuknabbern oder zu zupfen.

Ein defekter PTT kann bei Altvögeln leicht erkannt werden, wenn diese noch im Brutgebiet sind (z.B. Rotmilan 5), oder nach dem Zug dorthin zurückkehren. Schwieriger ist es, wenn der Sender eines Jungvogels ausfällt, da diese mehr oder weniger weit dismigrieren und deshalb die individuelle Zuordnung eines mit Sender beobachteten Vogels nicht ohne weiteres möglich ist.

In der Mehrzahl der Fälle gehen wir vom Tod der Vögel aus, wenn keine Ortungen mehr erfolgen. Liegt der tote Vogel in freiem Gelände mit dem Rücken nach oben, kann der Sender noch aktiv bleiben und es ist möglich den Kadaver zu finden, wie beim Rotmilan 7. Von den in der Schweiz mit Satellitensendern versehenen Rotmilanen war ein in Frankreich gefundener Vogel geschossen worden (Aebischer brfl.), und Gelpke (2009) fand einen der in Hessen besenderten Vögel offenbar vergiftet in Frankreich. Als häufige Todesursachen von Milanen in Spanien geben Hiraldo et al. (1995) und Vinuela et al. (1999) Vergiftung, Stromschlag, Abschuss, Leitungskollision und Verkehrsoffer an. Die Vergiftung von Vögeln scheint dabei seit den 90er Jahren ein zunehmendes Problem zu sein. Cardiel und Vinuela berichteten 2007 während des Artenschutzsymposiums „Rotmilan“ in Schneverdingen, dass von 1990 bis 2005 435 Vergiftungen von Rotmilanen in Spanien nachgewiesen wurden. Das sind 44 % der auf ihre Todesursache untersuchten Tiere. Die tatsächlich durch Gift umgekommene Anzahl schätzten sie auf der Basis von Untersuchungen an anderen telemetrierten Greifvögeln für diesen Zeitraum auf bis zu 14500 Rotmilane. Auch in Frankreich und Deutschland werden Rotmilane vergiftet (Hegemann & Knüwer 2005; Berny & Gaillet 2008).

5. Ausblick

Seit 2007 stehen GPS-Solar-Satellitensender mit einer Masse von 22 g zur Verfügung, die für Rotmilane leicht genug sind. Sie übertragen die stündlich per GPS ermittelten Koordinaten ebenfalls über die Argos-Satelliten. Dabei werden die PTTs zusätzlich bei der Übertragung der GPS-Daten auch noch mithilfe des Doppler-Phänomens geortet. Die recht große Ungenauigkeit der Dopplerortungen ist mit dieser neuen Technik überwunden. Einer dieser GPS-Sender konnte im Sommer 2007 bereits bei einem Rotmilan-Männchen eingesetzt werden. Da der Vogel im Herbst nicht abzog und im Winter fast keine Daten anfielen, wird er hier nicht berücksichtigt. Die Telemetriedaten können über die Ermittlung der Zug- und Überwinterungsdaten hinaus auch für detaillierte Analysen des räumlichen und zeitlichen Verhaltens im Brutgebiet herangezogen werden, da bei den GPS-Positionsbestimmungen die Abweichung nur noch wenige Meter beträgt. Ungelöst bleiben weiterhin die Frage der Energieversorgung vor allem in

den Wintermonaten und die Interferenzen bei der Datenübertragung zwischen den Sender und den Satelliten. Für die Rotmilanforschung wären hier GPS-Solar-Sender interessant, die ihre Positionen nicht über Satelliten, sondern über die Mobiltelefonnetze weiterleiten, da in den Brut-, Zug- und Überwinterungsgebieten des Rotmilans eine ausreichende Flächenabdeckung für die gelegentliche Übertragung gesammelter Daten zur Verfügung steht. Zusätzlich zur Verbesserung der Übertragungsqualität könnten damit auch die recht hohen laufenden Betriebskosten für den Datenempfang reduziert werden. Derartige PTTs sind derzeit jedoch nur bei wesentlich größeren Arten einsetzbar.

Dank. Besonderer Dank gilt der Stiftung Naturschutz Thüringen, die einen großen Teil der Finanzierung leistete und damit das Zustandekommen des Projektes ermöglichte. Wir danken ferner Herrn Alejandro Torés Sanchez für die Unterstützung der Spanienexkursion. Er lieferte uns wichtige Informationen zu den aktuellen Rotmilanschlafplätzen in der Umgebung von Valladolid, sowie Herrn Vicente López Alcazar für die erfolgreiche Suche des toten Rotmilans 7.

6. Zusammenfassung

In den Jahren 2002 bis 2005 wurden in Thüringen zwei Jungvögel und sieben Altvögel mit Solar-Satelliten-Telemetriesendern markiert, die bis Ende 2008 2686 Ortungen auf der Basis des Dopplereffektes ermöglichten. Die Genauigkeit der meisten Ortungen war nicht sehr groß, jedoch für Untersuchungen zum Zugverhalten ausreichend.

Insgesamt konnten im Herbst acht Wegzüge nach Spanien und im Frühjahr vier Heimzüge ins Brutgebiet telemetriert werden. Außer bei einem Jungvogel, der bereits im August abzog und 47 Tage bis nach Spanien benötigte, lag der Zugbeginn in der ersten Oktoberhälfte. Die Ankunft im Frühjahr erfolgte vom 5. bis 12. März. Die Rotmilane überwandern auf dem Zug ins Winterquartier Entfernungen zwischen 1450 und 2320 km, wofür die Altvögel 12 bis 28 Tage benötigten. Der Frühjahrszug verlief etwas zügiger in 8 bis 22 Tagen.

Ein Weibchen, das über fünf Zugperioden telemetriert werden konnte, verbrachte die ersten beiden Winter im selben Gebiet in Südwestspanien und flog in der dritten Zugperiode nur noch bis Nordspanien. Dort fand Ende Dezember ein Wechsel des Winterquartiers über 130 km statt. Im vierten Untersuchungsjahr überwinterte es im Brutgebiet. Im folgenden Jahr zog das Weibchen bereits eine Woche früher als in den ersten drei Jahren nach Westspanien ab, wo es im Dezember tot gefunden wurde.

Drei Mitglieder einer Familie (Männchen und zwei Junge) zogen getrennt, und die Jungvögel suchten unterschiedliche Winterquartiere auf.

Neben den Ergebnissen der Telemetrie wurden durch die individuelle Erkennbarkeit der Rotmilane anhand der PTTs weitere Erkenntnisse gewonnen. So konnte die Verdrängung eines Paares aus dem Brutgebiet durch andere Rotmilane nachgewiesen werden und ein über fünf Brutperioden kontrolliertes Weibchen hatte in dieser Zeit mindestens vier verschiedene Partner.

Von den neun besenderten Vögeln kamen vermutlich sieben Tiere um, zwei Männchen und ein Weibchen im Brutgebiet, ein Männchen auf dem Zug und zwei Jungvögel und ein Weibchen im Überwinterungsgebiet. Ein Weibchen trägt derzeit (Sommer 2009) noch den Sender und hat seit der Besenderung im Alter von drei Jahren jährlich (bisher siebenmal) erfolgreich Jungvögel aufgezogen. Bei einem Altvogel wurde der Sender entfernt, als er wiedergefangen wurde.

7. Literatur

- Aebischer A 2009: Der Rotmilan Ein faszinierender Greifvogel. Haupt Verlag, Bern.
- Argos 2008: Argos user's manual. <http://www.argos-system.org/manual/>, eingesehen am 01.04.2009.
- Berny P, Gaillet JR 2008: Acute poisoning of Red Kites (*Milvus milvus*) in France: data from the Sagir Network. *J. Wildl. Diseases* 44: 417-426.
- Blanco JC, Hiraldo F & Heredia B 1990: Variations in the diet and foraging behaviour of a wintering Red Kite (*Milvus milvus*) population in response to changes in food availability. *Ardeola* 37: 267-278.
- Bloom PH, Clark WS & Kidd JW 2007: Capture techniques. In: Bird DM & Bildstein KL (Hrsg) Raptor research and management techniques: 193-219. Hancock House Publishers, Surrey, Canada.
- Bustamante J 1993: Post-fledging dependence period and development of flight and hunting behaviour in the Red Kite *Milvus milvus*. *Bird Study* 40: 181-188.
- Cardiel I 2006: El milano real en España. *El Censo Nacional 2004: SEO / BirdLife*. Madrid.
- Carter I & Grice P 2000: Studies of re-established Red Kites in England. *Brit. Birds* 93: 304-322.
- Evans IM, Summers RW, O'Toole L, Orr-Ewing DC, Evans RD, Snell N & Smith J 1999: Evaluating the success of translocating Red Kites *Milvus milvus* to the UK. *Bird Study* 46: 129-144.
- Gatter W 2000: Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa. Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Gelpke C 2009: Bestandsentwicklung und Gefährdung des Rotmilans in Hessen: Ein Europäer in Schwierigkeiten. *Falke* 56: 50-55.
- Glutz von Blotzheim UN, Bauer KM & Bezzel E 1989: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 4, 2. Aufl., Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Gottschalk T 1995: Zugbeobachtungen am Rotmilan im Hinblick auf Zugverlauf und Zuggeschwindigkeit im Vortauhus/Hessen. *Vogel und Umwelt* 8, Sonderh. Rotmilan: 47-53.
- Gros P & Malarde JP 2006: Argos performance in Europe. *Tracker News* 7: 8.
- Hegemann A & Knüwer H 2005: Illegale Greifvogelverfolgung – Ausmaße und Gegenmaßnahmen am Beispiel Nordrhein-Westfalens. *Ber. Vogelschutz* 42: 87-95.
- Hellmann M 1990: Der herbstliche Greifvogelzug am nördlichen Harzrand. *Abh. Ber. Mus. Heineanum Halberstadt* 1: 1-11.
- Hellmann M 1996: Untersuchungen an Schlafplätzen von Rotmilan und Schwarzmilan (*Milvus milvus*, *M. migrans*) im nördlichen Harzvorland. *Ornithol. Jber. Mus. Heineanum* 14: 111-132.
- Hellmann M 2002: Der Winterbestand des Rotmilans *Milvus milvus* 2000/01 und 2001/02 im Land Sachsen-Anhalt. *Ornithol. Jber. Mus. Heineanum* 20: 57-80.
- Heredia B, Alonso JC & Hiraldo F 1991: Space and habitat use by Red Kites *Milvus milvus* during winter in the Guadalquivir marshes: a comparison between resident and wintering populations. *Ibis* 133: 374-381.
- HGON 2009: Das Rotmilan-Projekt der HGON. <http://www.hgon.de/milan/projekt.htm>, eingesehen am 01.04.2009
- Hiraldo F, Heredia B & Alonso JC 1993: Communal roosting of wintering Red Kites *Milvus milvus* (Aves, Accipitridae): social feeding strategies for the exploitation of food resources. *Ethology* 93: 117-124.
- Hiraldo F, Bustamante J & Vinuela J 1995: Überwinterung des Rotmilans (*Milvus milvus*) in Spanien. *Vogel und Umwelt* 8, Sonderh. Rotmilan: 53-58.
- Howey P 2005: Argos performance in Europe. *Tracker News* 6: 8.
- Kjellen N 1992: Differential timing of autumn migration between sex and age groups in raptors at Falsterbo, Sweden. *Ornis Scand.* 23: 420-434.
- Kjellen N 1994: Differences in age and sex-ratio among migrating and wintering raptors in southern Sweden. *Auk* 111: 274-284.
- Meineke T & Gatter W 1982: Der Wegzug des Rotmilans *Milvus milvus* im Bereich von Westharz und Randecker Maar/Schwäbische Alb. *Seevögel, Zeitschrift Verein Jordsand*, Sonderb. 39-44.
- Meyburg BU & Fuller MR 2007: Satellite tracking. In: Bird DM & Bildstein KL (Hrsg) Raptor research and management techniques: 242-248. Hancock House Publishers, Surrey, Canada. [www.Raptor-Research.de].
- Meyburg BU, Gallardo M, Meyburg C & Dimitrova E 2004a: Migrations and sojourn in Africa of Egyptian vultures (*Neophron percnopterus*) tracked by satellite. *J. Ornithol.* 145: 273-280.
- Meyburg BU & Meyburg C 1996: Satelliten-Telemetrie - ein neues Hilfsmittel in der Erforschung von Vogelwanderungen. *Ornithologen-Kalender* 10: 165-176.
- Meyburg BU & Meyburg C 2000: Greifvogel-Monitoring mittels Satelliten-Telemetrie. *Populationsök. Greifvogel- und Eulenarten* 4: 33-49.
- Meyburg BU & Meyburg C 2006: Fortschritte der Satelliten-Telemetrie: Technische Neuerungen beim Monitoring von Greifvögeln und einige Ergebnisbeispiele. *Populationsök. Greifvogel- u. Eulenarten* 5: 75-94.
- Meyburg BU & Meyburg C 2007: Quinze années de suivi de rapaces par satellite. *Alauda* 75: 265-286. [Englische Übersetzung: www.Raptor-Research.de].
- Meyburg BU & Meyburg C 2009a: Wanderung mit Rucksack - Satellitentelemetrie bei Vögeln. *Falke* 56: 256-263.
- Meyburg BU & Meyburg C 2009b: GPS-Satelliten-Telemetrie bei einem adulten Schwarzmilan *Milvus migrans*: Aufent-

- haltsraum in der Brutzeit, Zug und Überwinterung. Populationsökol. Greifvogel- u. Eulenarten 5: im Druck.
- Meyburg BU, Meyburg C & Barbraud JC 1998: Migration strategies of an adult Short-toed Eagle *Circaetus gallicus* tracked by satellite. *Alauda* 66: 39-48.
- Meyburg BU, Meyburg C, Belka T, Sreibr O & Vrana J 2004b: Migration, wintering and breeding of a Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*) from Slovakia tracked by Satellite. *J. Ornithol.* 145: 1-7.
- Meyburg BU, Meyburg C, Mizera T, Maciorowski G & Kowalski J 2005: Family break up, departure, and autumn migration in Europe of a family of Greater Spotted Eagles (*Aquila clanga*) as reported by satellite telemetry. *J. Raptor Res.* 39: 462-466.
- Meyburg BU, Scheller W, Meyburg C & Graszynski K 1996: Satelliten-Telemetrie als neues Hilfsmittel der Greifvogelforschung: Derzeitiger Stand der Technik und Ergebnisbeispiele der Zugforschung. *Populationsökol. Greifvogel- und Eulenarten* 3: 167-176.
- Nachtigall W, Stubbe M, Herrmann S 2003: Aktionsraum und Habitatnutzung des Rotmilans (*Milvus milvus*) im Winter - eine telemetrische Studie im Nordharzvorland. *J. Ornithol.* 144:284-294.
- Nachtigall W 2008: Der Rotmilan (*Milvus milvus*, L. 1758) in Sachsen und Südbrandenburg – Untersuchungen zu Verbreitung und Ökologie. Diss., Univ. Halle-Wittenberg
- Newton I 2008: *The Migration Ecology of Birds*. Academic Press, Amsterdam.
- Ortlieb R 1989: Der Rotmilan. Ziemsen (Die Neue Brehmbücherei 532), Wittenberg Lutherstadt.
- Paul JP 2008: Une mésaventure à méditer. ...Rapaces de France 10: 27.
- Pfeiffer T 1989: Vorkommen, Bestandsentwicklung und Schutz des Roten Milans (*Milvus milvus*) im Bezirk Erfurt. *Abh.Ber. Mus. Nat. Gotha* 15: 108-114.
- Pfeiffer T 1995: 12-jährige Untersuchungen zur Populationsdynamik des Rotmilans (*Milvus milvus*) im Kreis Weimar/Thüringen. *Vogel und Umwelt* 8, Sonderh. Rotmilan: 79-86.
- Pfeiffer T 2000: Über den Ernährungszustand juveniler Rotmilane in der Umgebung von Weimar und daraus abzuleitende Schutzvorschläge. *Landschaftspflege und Naturschutz* 37: 1-10.
- Resetaritz A 2006: Ökologie überwinternder Rotmilane *Milvus milvus* (Linné, 1758) im Nordharzvorland. *Jahresber. Monitoring Greifvögel Eulen* 4. Sonderband: 1-123.
- Riols R 2009: Février 2009: Bilan du comptage simultané des dortoirs hivernaux. <http://milan-royal.lpo.fr/actualites/actualites.html>, eingesehen am 01.04.2009.
- Schmid H & Volet B 2004: Der Bestand des Rotmilans *Milvus milvus* im Winter 2002/03 in der Schweiz. *Ornithol. Beob.* 101: 193-200.
- Schönfeld M 1984: Migration, Sterblichkeit, Lebenserwartung und Geschlechtsreife mitteleuropäischer Rotmilane, *Milvus milvus* (L.), im Vergleich zum Schwarzmilan, *Milvus migrans* (Boddaert). *Hercynia N.F.* 21: 241-257.
- Urcun JP & Bried J 1998: The autumn migration of Red Kite *Milvus milvus* through the Pyrenees. In: Chancellor RD, Meyburg BU & Ferrero JJ (Hrsg) *Holarctic birds of prey: 641-654*. ADENEX & WWGBP, Merida & Berlin.
- Vinuela J, Villafuert R & Blanco JC 1999: Incremento de la persecucion de depredadores en Espana: sus causas y su efecto sobre el Milano Real. In: Vinuela J, Marti R & Ruiz A (Hrsg) *El Milano Real en Espana*. Monografias No. 6: 199-212. SEO/BirdLife, Madrid.
- Wuttky K 1975: Greifvogelschutz und Zugverhalten beim Mäusebussard (*Buteo bute* L.) 1972/73 - Auswertung von Zugbeobachtungen beim Roten Milan (*Milvus milvus* L.). *Beitr. Jagd- Wildforsch.* 9: 406-419.